

# Anexo 3

## Metodologia do Monitoramento de Qualidade de Águas Subterrâneas



O monitoramento das águas subterrâneas é uma atividade continuada que tem etapas, atividades e subatividades como as descritas no Quadro A1.

Quadro A1 - Etapas, atividades e subatividades de um sistema de monitoramento

ETAPAS	ATIVIDADE	SUBATIVIDADE
PROJETO DE REDE	CONCEITUAÇÃO	Objetivos do monitoramento
		Bases Legais
		Órgãos coordenadores e executores
		Recursos financeiros e humanos (Logística)
IMPLANTAÇÃO	DIMENSIONAMENTO	Seleção do corpo hídrico a ser monitorado
		Decisão do número de pontos de amostragem
		Seleção dos pontos de amostragem
		Seleção de parâmetros a serem monitorados
OPERAÇÃO	REALIZAÇÃO DE COLETA DE AMOSTRAS	Definição da frequência de amostragem
		Preparação das campanhas de coleta
	ANÁLISES LABORATORIAIS	Realização das coletas - técnicas de amostragem, preservação e transporte de amostras
		Definição de metodologias analíticas
		Controle do erro analítico e consistência dos dados
		Armazenamento de informações consolidadas
		Inclusão de informações de outras origens
		Interpretação estatística
		Elaboração de mapas temáticos
	Divulgação e Disponibilização de resultados	
CONTROLE DE QUALIDADE	Necessário em todas as etapas do monitoramento	
VALIDAÇÃO	UTILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES GERADAS	Avaliação quanto ao atendimento aos objetivos propostos
		Alteração, quando necessário, no projeto e/ou operação do monitoramento.

Adaptado de Dias (2005)

## Seleção do corpo hídrico a ser monitorado

Visando identificar aquíferos prioritários e contribuir para a gestão do recurso hídrico, realizou-se um levantamento de caráter qualitativo, do uso da água subterrânea para abastecimento público por município, identificando os municípios que utilizam captações de água superficial, de água subterrânea ou de sistemas mistos.

Procurou-se atualizar os dados publicados em 1997 pela CETESB sobre uso da água subterrânea para abastecimento público no Estado de São Paulo, com base nas informações publicadas pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA, 2000), no cadastro de poços do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e nas informações contidas nos Planos de Bacias Hidrográficas.

No cadastro do DAEE identificaram-se as outorgas para poços nas quais a finalidade de uso era o abastecimento público ou poços pertencentes às prefeituras. Registros de licença de perfuração também foram considerados, sendo que nestes casos, foi realizada uma consulta às prefeituras para confirmação da informação sobre poço tubular destinado ao abastecimento público, mesmo que de pequenas comunidades.

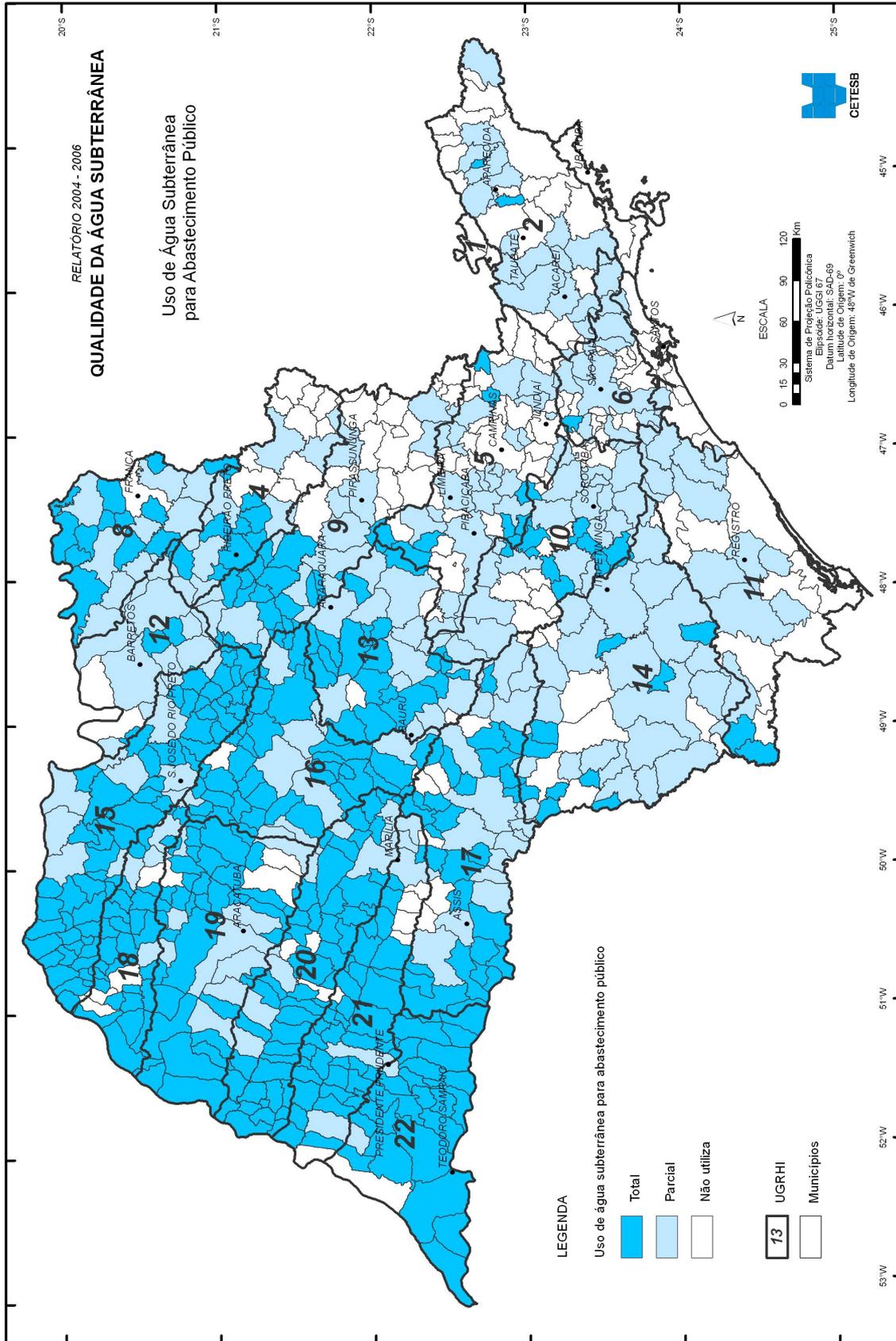
As informações obtidas nesse levantamento foram organizadas em uma tabela que subsidiou a elaboração do Mapa de Uso da Água Subterrânea para Abastecimento Público no Estado de São Paulo no qual, por meio de escalas de cores, é possível identificar municípios totalmente abastecidos por água subterrânea, municípios parcialmente abastecidos por esse recurso hídrico e municípios abastecidos apenas por água superficial. Este mapa é apresentado a figura da página seguinte.

Não foi possível, nesse momento, estabelecer porcentagens de uso de águas subterrâneas para os municípios que se utilizam de sistemas mistos.

Em relação ao levantamento efetuado pela CETESB em 1997, onde foi identificado que 72% dos municípios paulistas se utilizavam total ou parcialmente das águas subterrâneas para abastecimento público, observa-se um aumento do uso desse recurso, sendo que atualmente 80% dos municípios utilizam, mesmo que em pequenas comunidades isoladas, da água subterrânea para abastecimento.

Um exemplo citado é o município de São Paulo, que embora utilize tradicionalmente das águas superficiais para abastecimento público, atualmente tem utilizado poços tubulares para abastecimento de bairros localizados na região sul, como Parelheiros, diminuindo assim o custo de adução.

Deve ser destacado ainda que, em todos os municípios do Estado, há captações privadas de água subterrânea de forma complementar ao abastecimento público e que esse volume não pode ser desprezado nos Planos de Bacias Hidrográficas.



Uso da água subterrânea para abastecimento público no Estado de São Paulo

## Distribuição e Seleção dos Pontos de Amostragem

Uma amostra é um subconjunto cujas propriedades se estudam com o fim de generalizá-las ao conjunto (ABNT, 1993). No caso da água subterrânea, significa um determinado volume de água coletado em poços com o fim de inferir as características físicas, químicas e biológicas do aquífero de onde foi retirada.

A Agência Ambiental Européia recomenda uma densidade de 1 ponto de amostragem a cada 25 km<sup>2</sup> para áreas altamente impactadas e um ponto a cada 100 km<sup>2</sup> em outras áreas (Koreimann et al., 1996 e Nixon et al., 1998).

A rede regional de monitoramento da CETESB não tem os pontos de monitoramento espaçados segundo uma malha constante, mas pretende-se, ao longo do tempo e com parcerias com outros órgãos estaduais, municipais e com instituições privadas, atingir a seguinte distribuição:

- 1 ponto a cada 25 km<sup>2</sup> em áreas com iminente risco de poluição;
- 1 ponto a cada 100 km<sup>2</sup> em corpos hídricos priorizados em função da vulnerabilidade e de atividades antrópicas, e
- 1 ponto a cada 400 km<sup>2</sup> em outras áreas.

Recomenda-se que o número de pontos de amostragem por UGRHI deva ser de no mínimo 20 e no máximo 60. Por esse critério, uma rede adequada de monitoramento do Estado de São Paulo seria constituída de 440 a 1320 pontos de coleta de amostras.

Os pontos de amostragem de águas subterrâneas são selecionados de forma a abranger os diferentes aquíferos do Estado de São Paulo, em suas diversas áreas e formas de ocorrência, consultando os cadastros de poços do DAEE, SABESP e prefeituras municipais e, ainda, o cadastro de empreendimentos licenciados pela CETESB. Os critérios para seleção são:

- os poços devem ter sido construídos de acordo com as normas ABNT NBR 12.244/92, que padroniza a construção de poços para captação de águas subterrâneas e NBR 12.212/92, que fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto de poço de captação de águas subterrâneas para abastecimento público;
- os filtros devem estar em uma única formação aquífera, ou, no mínimo, em um único sistema aquífero (avaliação dos perfis estratigráfico e construtivo dos poços);
- o revestimento do poço deve ser de material que não altere a qualidade da água;
- deve haver laje de proteção e tubo de boca, de acordo com as normas citadas;
- para avaliação da qualidade, poços de abastecimento público ou de mineração de água mineral devem ser preferidos em relação a outros usos; e
- atualmente, no caso de aquíferos não confinados, tem-se dado preferência para poços tubulares cujo o nível estático da água esteja a menos de 20 metros de profundidade.

É possível utilizar também nascentes como pontos de monitoramento, recomendando-se os seguintes critérios de seleção:

- ter vazão perene, com preferência para nascentes com vazões maiores;
- a nascente deve estar protegida contra escoamento superficial;
- devem estar equipadas com obras de captação, para facilitar a coleta; e
- estar em locais de fácil acesso.

Tem-se procurado aumentar a rede de amostragem nas regiões já monitoradas e também incluir pontos de monitoramento nas outras regiões do Estado. Além disso, como os poços tubulares têm vida útil finita, há a necessidade de substituição daqueles que se tornam desativados.

Ao selecionar os pontos de amostragem, há a necessidade de obtenção da autorização do proprietário do poço para a coleta de amostras e realização de trabalho de campo para avaliação do uso e ocupação do entorno, das condições reais do poço ou nascente, da acessibilidade e da possibilidade de coleta de amostras antes de qualquer tratamento ou armazenamento da água.

### Seleção de Parâmetros e Metodologias Analíticas

Foram selecionados parâmetros utilizados para a caracterização da hidrogeoquímica natural das águas subterrâneas, bem como indicadores de efeitos antrópicos, visando fornecer ao Sistema de Meio Ambiente subsídios para a avaliação da qualidade de águas subterrâneas e para as ações de prevenção e controle da poluição.

Desta forma, a seleção de parâmetros considerou a necessidade de estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade - VRQ para as águas subterrâneas, a experiência da CETESB em caso de áreas contaminadas e os parâmetros constantes nas listagens da Portaria nº518/04 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade.

Os parâmetros determinados no período 2004 a 2006 foram: pH, temperatura, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, alcalinidade de bicarbonato, alcalinidade de carbonato, alcalinidade de hidróxido, carbono orgânico dissolvido, dureza total, alumínio, antimônio, bário, boro, cádmio, cálcio, cloretos, chumbo, cianeto, cloreto, cobre, cromo, ferro, fluoreto, magnésio, manganês, níquel, nitrogênio Kjeldhal total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, potássio, sódio, sulfato, zinco, contagem de bactérias heterotróficas, coliformes totais e coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*.

Além desses parâmetros, na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, que teve o monitoramento iniciado em 2003, também foram determinados arsênio, cobalto, mercúrio, selênio e vanádio.

Para os pontos da RMSP e Paulínia, também estão sendo determinadas substâncias orgânicas voláteis por sistema de varredura, tendo em vista o histórico da industrialização regional. Exemplos dessas substâncias são: 1,2 dicloroetano, tetracloroetileno, cloreto de vinila, clorofórmio, benzeno, xileno e tolueno.

Em caráter exploratório também se realizou ensaios de genotoxicidade (Teste de AMES) em amostras de água subterrânea coletadas em pontos considerados mais susceptíveis de contaminação, tendo sido testadas varias metodologias.

No Quadro A2 são apresentados os métodos analíticos utilizados para os parâmetros determinados no período entre 2004 e 2006.

Deve ser ressaltado que as amostras coletadas no Vale do Paraíba são encaminhadas ao Setor de Laboratório de Taubaté, onde as metodologias analíticas para metais diferem daquelas utilizadas no Laboratório de Química Inorgânica da Sede. Entretanto, o que varia é o limite de quantificação, sendo os resultados positivos obtidos comparáveis entre si.

Quadro A2 Metodologias analíticas utilizadas no monitoramento de qualidade de água subterrânea

Parâmetro	Unidade	Métodos Analíticos (baseado na 20ª Ed Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)
pH	UpH	PHgâmetro
Temperatura	°C	Termômetro
Condutividade Elétrica	µS/cm	condutivímetro
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	Sólidos Dissolvidos a 103-105°C gravimetria Método 2540 D
Sólidos Totais	mg/L	Sólidos totais a 103-105°C gravimetria Método 2540 B
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L C	Método de combustão - infra vermelho. Método 5310, item B do Standar Methods for Examination of water and Wastewater 20 ed
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-icp/oes (método 3120-b)
Alcalinidade Hidróxido	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Potenciometria com eletrodo combinado Método 2320
Alcalinidade Bicarbonato	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Potenciometria com eletrodo combinado Método 2320
Alcalinidade Carbonato	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Potenciometria com eletrodo combinado Método 2320
Alumínio Total	mg/L Al	Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 3113
Arsênio Total	mg/L As	Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 3113
Bário Total	mg/L Ba	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Boro	mg/L B	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Cálcio Total	mg/L Ca	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Cádmio Total	mg/L Cd	Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 3113
Chumbo Total	mg/L Pb	Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 3113
Cianeto	mg/L CN	Colorimetria com piridina/ácido barbitúrico -Metodo 4500-CN - itens b, c, e
Cloreto Total	mg/L Cl	Colorimetria automática com tiocianato de mercúrio Método 4500-Cl, Ítem G
Cobalto	mg/L Co	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Cobre	mg/L Cu	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Cromo Total	mg/L Cr	Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 3113
Ferro Total	mg/L Fe	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Fluoreto Total	mg/L F	Potenciometria com eletrodo íon seletivo Método 4500-F, itens B e C
Magnésio Total	mg/L Mg	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Manganês Total	mg/L Mn	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Mercúrio Total	mg/L Hg	Espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio Método 3112
Níquel	mg/L Ni	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	Colorimetria automática com salicilato de sódio /Lab.Ribeirão Preto: Método do Fenato Mét.4500 NH <sub>3</sub> F
Nitrogênio Nitrato	mg/L N	Cromatografia Iônica (Método 4110 C)

continua

Quadro A2 Metodologias analíticas utilizadas no monitoramento de qualidade de água subterrânea

Parâmetro	Unidade	Métodos Analíticos (com base na 20ª Ed Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)
Nitrogênio Nitrito	mg/L N	Cromatografia Iônica (Método 4110 C)
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L N	Digestão ácida e determinação colorimétrica automática com ácido dicloro isocianídrico (ISSO 11732 e APHA-1998 4500- Norg, item b)
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	Determinação colorimétrica automática com ácido dicloro isocianídrico (ISSO 11732) Setor de Lab. de Rib. Preto: NBR 10560C
Potássio Total	mg/L K	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Selênio	mg/L Se	Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 3113
Sódio Total	mg/L Na	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Sulfato Total	Mg/L SO <sub>4</sub>	Cromatografia iônica (Método 4110 C) Setores de Lab. de Rib. Preto e de Campinas: Método 4500 E
Vanádio	mg/L V	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Zinco	mg/L Zn	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B
Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	Métodos baseados na 20ª edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" – APHA-AWWA-WEF 1998 (Seções 9215B e 9223B)
Coliformes Totais	Pres/Ausente	
<i>Escherichia coli</i>	Pres/Ausente	
Substâncias Orgânicas Voláteis	µg/L	SW 846 – Test Methods for Evaluating Solid Waste (1998). EPA Método 8260 A/B Volatile Organics By Gas Chromatography / Mass Spectrometry (CG/MS) Ver. 2.
Teste Salmonella/microsoma	Revertentes/L	Extração orgânica de 8 litros de amostra com resina XAD4, em pH neutro e ácido seguido de teste de Salmonella microsoma em microssuspensão com as linhagens de <i>S. typhimurium</i> na presença e ausência de mistura S9 utilizando-se 4 doses sendo a máxima de 50 mL por placa. O teste foi realizado de acordo com a Norma Técnica CETESB L5.241 e recomendações da Sociedade Brasileira Mutagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental – Orientações para realização do teste Salmonella/microsoma ( <a href="http://www.sbmcta.org.br/publicações">www.sbmcta.org.br/publicações</a> )
Obs: As amostras analisadas no Laboratório de Taubaté para os metais alumínio, bário, cádmio, cálcio, chumbo, cobre, cromo total, ferro, magnésio, manganês, potássio, sódio e zinco:		Espectrometria de absorção atômica Método 3500-B do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" – APHA-AWWA-WEF. 20ª ed. 1998

## Preparação e Execução das Campanhas de Coleta

A frequência de amostragem é semestral visando contemplar possíveis variações sazonais, principalmente no caso de aquíferos freáticos. Os meses de preferência são Março/Abril e Setembro/Outubro.

A partir da ficha de coleta, elaborada para cada ponto de amostragem, os coletores preparam os equipamentos de coleta, os frascos específicos para acondicionamento de amostras e os reagentes de preservação. Deve ser preparado um número maior de frascos do que o realmente necessário, pois podem ocorrer eventualidades de contaminação do frasco durante a coleta.

Os equipamentos de medição em campo, como pHmetro, termômetro e condutivímetro devem ser testados e calibrados. As soluções de preservação de amostras, calibração de equipamentos em campo e água desmineralizada, para limpeza de equipamentos, devem ser providenciadas em volume suficiente para cada viagem de coleta de amostras.

Os percursos seguidos pelos coletores consideram o prazo de validade das amostras, que para alguns parâmetros é de 24 horas, ou seja, a amostra deve chegar no laboratório no mesmo dia da coleta.

A coleta é uma das etapas mais importantes do monitoramento, pois caso não seja efetuada no ponto selecionado ou se for realizada de maneira incorreta, com risco de contaminação da amostra, haverá desperdício de recursos financeiros gastos nas etapas anteriores e também nas determinações analíticas, além de levar a erros de interpretação final dos dados.

Como condições gerais que devem ser seguidas, podem ser citadas: o coletor deve estar utilizando luvas cirúrgicas descartáveis; os equipamentos, materiais e frascos a serem utilizados não deverão ter contato com o solo no local da amostragem; as amostras para determinação de substâncias voláteis devem ser as primeiras a serem coletadas, não podendo haver bolhas de ar no frasco; a seguir, coleta-se amostras para medição em campo de temperatura, pH, condutividade e se possível, alcalinidade; por último, coleta-se amostras para determinação dos demais parâmetros selecionados; os frascos não deverão estar expostos à luz solar, fumaças, gases e outros contaminantes e devem ser mantidos refrigerados a 4°C, tomando-se o cuidado de evitar que a água derretida do gelo contamine as amostras. O Quadro 3.2, apresenta as recomendações de frascos, preservação, volume necessário e prazo de validade das amostras de água, por parâmetro.

**Quadro 3.2 - Requisitos gerais para condicionamento, preservação e validade de amostras por parâmetros.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Frasco</b>	<b>Preservação</b>	<b>Volume (ml)</b>	<b>Prazo de Validade</b>
Acidez/ Alcalinidade,	P, V	Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	250	24 horas
Cor, Turbidez, PH	P, V	Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	250	48 horas 15 minutos (pH)
Condutividade	P, V	Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	250	28 dias
Cianeto total	P,V	Adicionar NaOH até pH>12, Refrigerar e manter ao abrigo da luz	250	24 horas
Metais (em geral), Arsênio, Selênio Boro, Mercúrio, Dureza	P, V <sup>(1)</sup>	Adicionar HNO <sub>3</sub> até pH<2	250	6 meses 6 meses 28 dias (boro) 28 dias (mercúrio)
Nitrogênio amoniacal, Nitrogênio orgânico Nitrogênio kjeldahl, Fósforo total*	P, V	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH 1,5, Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	500	7 dias 7 dias 7 dias 28 dias (fósforo)
Nitrato, Nitrito, Sulfato, Cloreto, Fluoreto,	P, V	Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	250	48 horas
Sólidos	P, V	Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	500	7 dias
Sólidos sedimentáveis	P, V	Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	1500	24 horas
Carbono Orgânico Dissolvido	V	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH 2, Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	300 ml	7 dias
Substâncias Orgânicas voláteis (varredura)	V <sup>(3)</sup>	Refrigerar a $4 \pm 2$ °C	2 frascos de 60 ml	14 dias

(1) Lavar com solução a 10% de HNO<sub>3</sub> e enxaguar com água destilada ou osmose reversa.

(2) Para determinação de espécies químicas dissolvidas, filtrar a amostra no momento da coleta.

(3) O frasco deve estar totalmente preenchido, sem volume morto. O frasco deve ter tampa rosqueável com septo de silicone faceado com teflon. Alternativamente pode ser utilizado frasco com tampa de vidro esmerilhado. Utilizar papel alumínio para envolver o frasco.

P : frasco de polietileno ou polipropileno. V : frasco de vidro borosilicato.

Os valores indicados na coluna volume (ml) correspondem às quantidades mínimas necessárias para análise segundo os métodos hoje empregados nos Laboratórios da CETESB.

Parâmetros Não Listados : Observar disposição das referências abaixo.

Referências: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 20<sup>th</sup> ed., 1998.

\*U. S. Environmental Protection Agency. 1983 - Sample preservation. pp.xv-xx. In **Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes**, EPA-600/4-79-020. U.S.E.P.A., Cincinnati, Ohio, USA

## Interpretação Estatística da Condição de Qualidade no Período de 2004 a 2006

Após um período de três anos de monitoramento, os dados, previamente consistidos, são tratados e interpretados estatisticamente. Não tem sido possível a realização do cálculo do erro analítico das amostras pelo método do balanço iônico, devido ao limite de quantificação alcançado pelo laboratório da CETESB para o sulfato. Dessa forma, todos os resultados reportados nos boletins analíticos foram incluídos no banco de dados.

Os resultados obtidos no período 2004 a 2006 foram agrupados por aquífero e por parâmetro, identificando aqueles considerados discrepantes do conjunto. Estes dados foram conferidos nos boletins analíticos e corrigidos quando necessário.

Para realização da interpretação estatística, há necessidade de tratamento dos resultados apresentados como menor do que o limite de quantificação (<LQ). Para alguns parâmetros, foram reportados mais de dois limites de quantificação, em função do laboratório executor e da data da análise. Optou-se por retirar do conjunto de dados aqueles com LQ muito elevado em relação a

outros limites reportados para o mesmo parâmetro. Para os demais resultados informados como <LQ, utilizou-se o próprio valor do LQ nas análises estatísticas, pois é o valor alcançado atualmente pelos laboratórios da CETESB.

Por exemplo, para o bário foram reportados limites de quantificação de 0,005; 0,02; 0,08; 0,1 e 0,4. Os resultados informados como <0,4 foram descartados.

Os resultados das amostras que apresentaram nitrato acima de 5mg/L foram retirados na avaliação da hidroquímica natural dos aquíferos por considerar sua origem antrópica, mas mantidos na avaliação sobre possíveis problemas localizados, efetuada por UGRHI. As concentrações de metais detectadas acima dos padrões de potabilidade foram mantidas na estatística descritiva, pois sua origem pode ser também natural.

Os dados consistidos, agrupados por Aquífero ou por UGRHI foram submetidos à análise estatística básica, calculando-se as suas medianas, máximos, mínimos e 3º quartil. Utiliza-se a mediana, pois esta é uma medida estatística mais robusta, sofrendo menor influência de dados anômalos do que a média.

Neste relatório foi realizada também uma avaliação dos resultados que não atenderam aos valores de intervenção ou padrões de potabilidade por UGRHI, sendo apresentados mapas, gráficos e tabelas com as séries históricas dos parâmetros em não conformidade.

### **Interpretação Estatística para o Estabelecimento dos Valores de Referência de Qualidade**

Foram interpretados estatisticamente todos os resultados existentes no banco de dados de qualidade de águas subterrâneas da CETESB, de forma a estabelecer o Valor de Referência de Qualidade – VRQ de cada parâmetro por aquífero, adotando para tanto o valor do 3º quartil do conjunto de resultados de cada Aquífero, considerado como o valor de referência para aquele corpo hídrico.

No caso do bário, os resultados obtidos anteriormente a 2000 apresentavam-se com limite de quantificação elevado (<0,4 mg/L). Posteriormente o LQ passou a ser <0,08. Assim, o valor de referência para bário foi estabelecido considerando os dados obtidos a partir de 2001.

Os dados foram agrupados por aquífero e para cada parâmetro foram calculados o desvio padrão e as medianas. A seguir somou-se ao valor da mediana três vezes o valor do desvio padrão de forma a obter um valor limite acima do qual o dado foi considerado discrepante e retirado do conjunto.

Procedeu-se então o cálculo do 3º quartil que foi adotado como sendo o Valor de Referência de Qualidade para um determinado parâmetro em um determinado aquífero.

O procedimento de retirada de valores discrepantes pouco interferiu no resultado do 3º quartil, mas diminuiu sensivelmente o desvio padrão, conferido confiabilidade ao resultado a ser publicado.