

## 4 Conclusões

**E**ste relatório apresenta os resultados do monitoramento da qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo para o período de amostragem compreendido entre os anos de 2004 e 2006.

A CETESB, executando sua atribuição, mantém este monitoramento continuado que tem como objetivos gerais subsidiar as ações de prevenção e controle da poluição do solo e da água subterrânea e subsidiar a classificação dessas águas para o seu posterior enquadramento, visando à formulação de ações de gestão da qualidade do recurso hídrico subterrâneo no Estado.

Os objetivos específicos do monitoramento são:

- Caracterizar a qualidade hidrogeoquímica das águas subterrâneas brutas dos corpos hídricos subterrâneos prioritários, por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI;
- Estabelecer os Valores de Referência de Qualidade – VRQ, por aquífero;
- Avaliar as tendências das concentrações das substâncias prioritárias monitoradas;
- Identificar áreas com alterações de qualidade da água subterrânea, e
- Discutir a necessidade de padronização de procedimentos e do estabelecimento de áreas de proteção de aquíferos e poços.

A Tabela 2.11, no item 2.2.4 desse relatório, apresenta os Valores de Referência de Qualidade – VRQ, que no Estado de São Paulo refletem a qualidade da água subterrânea em cada aquífero. Os Valores de Intervenção, utilizados como uma das ferramentas que indicam a necessidade de investigações detalhadas dos meios solo e água subterrânea, por terem como base o conceito de risco à saúde humana, foram adotados, de modo geral, como sendo os próprios padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. Entretanto, verifica-se também a necessidade do estabelecimento, em âmbito Federal, de padrões de qualidade para outros usos, como por exemplo a dessedentação de animais e a irrigação.

De modo geral, as águas subterrâneas apresentam boa qualidade e os resultados obtidos neste monitoramento apresentam pouca variação em relação àqueles obtidos no período anterior, compreendido entre 2001 e 2003. Nos parágrafos finais, são apresentadas conclusões específicas para cada aquífero.

Para alguns pontos de monitoramento foram realizados ensaios laboratoriais específicos, tais como a investigação de substâncias orgânicas voláteis na UGRHI 6, e testes de AMES nas UGRHIs 5, 19 e 21. Os resultados não indicaram alteração de qualidade para os parâmetros determinados.

Apesar da boa qualidade da água apresentada no monitoramento regional, alguns pontos demonstraram alteração de qualidade, principalmente por nitrato, cromo e fluoreto. Além disso, em função do atual conhecimento sobre fontes de contaminação no Estado, e considerando os estudos de investigação de passivos ambientais apresentados à CETESB, recomenda-se aos usuários deste recurso hídrico o monitoramento e a vigilância da qualidade das águas subterrâneas quanto a substâncias orgânicas voláteis e metais, principalmente em poços localizados em centros intensamente urbanizados e industrializados.

A exemplo de outros países industrializados, que como o Estado de São Paulo são usuários do recurso hídrico subterrâneo, este relatório aponta a necessidade da delimitação de áreas de proteção de aquíferos e de áreas de proteção de poços, principalmente aqueles perfurados com a finalidade de abastecimento público, cuja demanda vêm aumentando ao longo do tempo, visando ao planejamento do uso do solo pelos municípios, e o controle e fiscalização de fontes potenciais de poluição nessas áreas. Verifica-se também a necessidade da fiscalização e manutenção adequada dos poços tubulares, que se não forem construídos segundo normas técnicas específicas e em locais apropriados, podem transformar-se em caminho preferencial para poluentes.

Visando melhorar o conhecimento sobre a condição de qualidade das águas subterrâneas no Estado e subsidiar as ações de prevenção e controle da poluição, faz-se necessária a integração das informações obtidas nos diferentes monitoramentos existentes, e executados por outras instituições, em um sistema de informações georeferenciado. As instituições que atualmente monitoram as águas subterrâneas no Estado são as concessionárias e autarquias de abastecimento público, serviços de vigilância sanitária e empresas privadas.

Este relatório apresenta os resultados do monitoramento em 63 pontos que captam água no corpo hídrico subterrâneo do **Aquífero Bauru**, localizados nas UGRHs 9-Mogi-Guaçu, 15-Turvo/Grande, 16-Tietê/Batalha, 17-Médio Paranapanema, 18-São José dos Dourados, 19-Baixo Tietê, 20-Aguapeí, 21-Peixe e 22-Pontal do Paranapanema.

Esses resultados demonstram que as águas subterrâneas do Aquífero Bauru são pouco salinas, com valor de pH tendendo à neutralidade. A condutividade elétrica apresentou-se em torno de 250 mS/cm, e os sólidos totais dissolvidos em torno de 200 mg/L, sendo que nas porções localizadas nas UGRHs 19, 20 e 21 são encontrados valores bem mais elevados.

Os resultados do 3º quartil para o período 2004-2006 mostram concentrações para dureza, bário, cromo, magnésio e nitrato mais elevadas que as encontradas para os demais aquíferos. Os resultados para o cromo e para o nitrato, apesar de regionalmente não ultrapassarem os Valores Máximos Permitidos-VMP, são elevados.

Concentrações de cromo total acima do VMP são observadas nas UGRHs 16, 19, 20, 21 e 22. Há na literatura trabalhos que apontam para a possibilidade do cromo ter origem natural, associado aos sedimentos da formação Adamantina, uma das unidades que compõem o aquífero Bauru (Almodovar, 2000; Hirata, 2004). Por outro lado, novas pesquisas devem se efetuar a fim de se avaliar a ocorrência de cromo nessas regiões em função da intensa atividade agrícola e da presença de vários curtiúmes instalados há décadas, e que vêm efetuando a deposição no solo de seus resíduos sólidos.

Concentrações de nitrogênio nitrato ocorrem acima do VMP nas UGRHs 19-Baixo Tietê, 20-Aguapeí, 21-Peixe. Há uma nítida tendência de aumento das concentrações de N-Nitrato nas águas subterrâneas ao longo do tempo, indicando a necessidade de ações de prevenção à poluição por nitrato. Apesar dessa tendência, verificou-se que menos de 1% das amostras apresentaram contaminação por N-Nitrato.

As fontes de nitrato de origem antrópica são atribuídas à aplicação de fertilizantes e insumos nitrogenados, disposição no solo de resíduos agro-industriais, esgotos provenientes de fossas sépticas e de vazamentos de redes de coleta, além da influência de rios contaminados na zona de captação dos poços.

Deve ser enfatizado que o Aquífero Bauru, que ocupa aproximadamente a metade da área oeste do estado de São Paulo, é poroso, praticamente de ocorrência livre em toda a sua extensão, havendo localmente regimes de semi-confinamento ou confinamento. Essas condições o tornam a principal fonte de exploração de água subterrânea da região, com a mesma importância no Estado que o aquífero Guarani, ao mesmo tempo em que lhe conferem maior vulnerabilidade à influência de cargas poluidoras advindas principalmente de fontes difusas de origem antrópica.

São apresentados os resultados do monitoramento em 12 pontos que captam águas no corpo hídrico subterrâneo do **Aqüífero Serra Geral**, localizados nas UGRHIs 4-Pardo, 9-Mogi-Guaçu, 12-Baixo Pardo/Grande, 13-Tietê/Jacaré, 19-Baixo Tietê, 20-Aguapeí e 22-Pontal do Paranapanema.

De um modo geral as águas apresentam boa qualidade, são predominantemente alcalinas e têm baixa salinidade. Os resultados do 3º quartil neste período de monitoramento não apresentaram variações significativas em relação aos períodos de 1998 a 2000 e de 2001 a 2003.

Entretanto, os resultados mostram que nas UGRHIs 9, 13 e 22 as águas desse aquífero requerem atenção em relação ao nitrato, que apresenta concentrações mais elevadas, apesar de ainda atenderem aos Valores Máximos Permitidos – VMP. Na UGRHI 20, o ponto 156 localizado no município de Salmourão apresenta concentrações de cromo total igual ao VMP, e os maiores resultados de pH e sódio obtidos para esse aquífero.

Para o **Aqüífero Guarani**, que ocorre a oeste do Estado, tendo sua porção aflorante inserida na parte leste dos domínios da Depressão Periférica, este relatório apresenta os resultados do monitoramento realizado em 42 pontos, distribuídos nas UGRHIs 4-Pardo, 8-Sapucaí/Grande, 9-Mogi-Guaçu, 10-Sorocaba/Médio Tietê, 12-Baixo Pardo/Grande, 13-Tietê/Jacaré, 14-Alto Paranapanema, 15-Turvo/Grande, 16-Tietê/Batalha, 17-Médio Paranapanema e 21-Aguapeí.

A qualidade das águas subterrâneas nesse aquífero em geral é ótima, apresentando baixa salinidade e pH tendendo à neutralidade. Constatou-se um aumento no resultado do 3º quartil para alumínio, em relação ao período de monitoramento anterior.

Conforme discutido no item 4.4, foram detectadas, em alguns pontos monitorados, concentrações ultrapassando o valor máximo permitido para o alumínio nas UGRHIs 4- Pardo e 8- Sapucaí/Grande; bário na UGRHI 13-Tietê/Jacaré e nitrogênio-nitrato na UGRHI 12-Baixo Pardo/Grande. Também merecem atenção as concentrações de cromo e zinco encontradas no ponto da UGRHI 15-Turvo/Grande, e as de N-Nitrato nas UGRHIs 10-Sorocaba/Médio Tietê e 13-Tietê/Jacaré. Essas, apesar de não ultrapassarem o VMP, estão acima do valor de prevenção adotado pela CETESB, que é de 5,0mg/L.

Nos poços mais profundos e localizados na porção confinada do aquífero, foram observados valores maiores para temperatura, condutividade elétrica, sódio e fluoreto.

Os resultados do monitoramento em 15 pontos que captam águas no corpo hídrico subterrâneo do **Aqüífero Tubarão**, localizados nas UGRHIs 5-Piracicaba/Capivari/Jundiaí, 9-Mogi-Guaçu, 10-Tietê/Sorocaba e 14-Alto Paranapanema mostram águas com pH predominando entre a neutro e alcalino.

Para condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, cálcio, cloreto, sódio e sulfato, os resultados apresentam-se como os mais elevados em comparação com os demais aquíferos monitorados, principalmente nas UGRHIs 5-Piracicaba/Capivari/Jundiaí e 10-Tietê/Sorocaba. Na UGRHI 5-Piracicaba/Capivari/Jundiaí o nitrogênio-nitrato apresenta concentrações acima do valor de prevenção, e na UGRHI 10-Tietê/Sorocaba o sódio e o fluoreto apresentam concentrações que ultrapassam o Valor Máximo Permitido.

As águas do Aqüífero Tubarão podem apresentar alguma restrição localizada para uso na agricultura e também para consumo humano. Não foram constatadas variações significativas em relação aos monitoramentos anteriores.

No **Aqüífero pré-Cambriano (Cristalino)**, são 38 os pontos monitorados, entre poços tubulares e nascentes, localizados nas UGRHIs 2-Paraíba do Sul, 5-Piracicaba/Capivari/Jundiaí, 6-Alto Tietê, 9-Mogi-Guaçu, 10-Tietê/Sorocaba e 14-Alto Paranapanema.

Considerando-se os resultados do 3º quartil para o período 2004-2006, as águas em geral apresentaram boa qualidade, com o pH tendendo à neutralidade, e pouco mineralizadas. Não foram observadas variações significativas em relação aos resultados dos monitoramentos anteriores, exceto para o alumínio e manganês, que mostram aumento nas concentrações.

No entanto, ao se comparar os resultados das análises nas diversas UGRHs onde esse aquífero foi monitorado, notam-se variações significativas na qualidade de suas águas. Nas UGRHs 5-Piracicaba/Capivari/Jundiaí e 6-Alto Tietê, que são regiões de maior concentração urbana e de tipologias industriais diversificadas, são encontradas águas mais salinizadas, com os maiores valores para condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, bário, cálcio, ferro, fluoreto, manganês, nitrato, sódio e sulfato, muito deles ultrapassando o Valor Máximo Permitido, conforme já discutido no item 4.4, contrastando com a UGRH 14-Alto Paranapanema, onde a qualidade da água do Aquífero pré-Cambriano é excelente.

O **Aquífero Taubaté** ocorre principalmente de forma livre ou pouco confinada em uma região densamente povoada e importante eixo industrial. Regionalmente suas águas apresentam boa qualidade, com o pH neutro e pouco mineralizadas. O resultado do 3º quartil para condutividade elétrica no período 2004-2006 foi de 183 mS/cm, mostrando elevação se comparada aos monitoramentos anteriores e mesmo ao Valor de Referência de Qualidade-VRQ deste parâmetro, neste aquífero. Para os outros parâmetros, variações significativas não foram constatadas.

Os resultados mostram como uma de suas características, ao longo dos monitoramentos realizados, valores mais elevados para o ferro, pontualmente ultrapassando o Valor Máximo Permitido. Também merecem atenção as concentrações relativas ao fluoreto e ao potássio.

Por ser um aquífero de ocorrência preferencialmente livre, e em área densamente ocupada, eram esperadas concentrações mais elevadas de N-nitrato, entretanto observam-se concentrações menores do que as determinadas nos demais aquíferos.

No **Aquífero São Paulo**, foram apenas 6 os pontos monitorados. Os resultados do 3º quartil para o período de monitoramento de 2004-2006 mostraram que as águas têm pH neutro, baixas salinidade, dureza e concentração de cloretos. De um modo geral os parâmetros atendem ao Valor Máximo Permitido, exceção feita para o ferro. Ainda, deve ser citado o fluoreto, que apresenta concentrações próximas ao Valor Máximo Permitido.

No Anexo 2 são apresentados todos os resultados obtidos no monitoramento realizado entre 2004 e 2006, fornecendo aos usuários maiores informações e possibilitando outras interpretações, conforme suas demandas específicas.

Com este relatório a CETESB finaliza mais uma etapa do monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, por meio desta atividade continuada que visa ao aprimoramento do conhecimento sobre a hidrogeoquímica dos principais aquíferos do Estado, a fim de subsidiar ações de prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas.