

2010 QUALIDADE DAS
2012 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
NO ESTADO DE SÃO PAULO



SÉRIE RELATÓRIOS

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUALIDADE DAS ÁGUAS

SUBTERRÂNEAS

QUALIDADE DAS ÁGUAS

SUBTERRÂNEAS

2010-2012

**QUALIDADE DAS
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

NO ESTADO DE SÃO PAULO



CETESB

SÉRIE RELATÓRIOS

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)

Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2010-2012 [recurso eletrônico] / CETESB ; Equipe técnica Rosângela Pacini Modesto... [et al.]. - - São Paulo : CETESB, 2013.

242 p. : il. color. - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103)

Publicado anteriormente *in*: Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo.

Publicado anteriormente como: Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo.

Publicado também em CD e impresso.

Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/111-publicacoes-e-relatorios>>.

1. Águas subterrâneas – poluição – controle 2. Águas subterrâneas – qualidade
3. Aquíferos 4. Poços tubulares 5. São Paulo (Est.) I. Título. II. Série.

CDD (21.ed. Esp.) 628.114 816 1

CDU (2.ed. port.) 502.175:556.388 (815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada - CRB 8.4422



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Governador Geraldo Alckmin

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Secretário Bruno Covas

CETESB – Companhia Ambiental do Estado do São Paulo

Diretor Presidente	Otávio Okano
Diretor Vice-Presidente	Nelson Roberto Bugalho
Diretor de Gestão Corporativa	Sérgio Meirelles Carvalho
Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental	Carlos Roberto dos Santos
Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental	Geraldo do Amaral Filho
Diretora de Avaliação de Impacto Ambiental	Ana Cristina Pasini da Costa

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Carlos Roberto dos Santos

Departamento de Qualidade Ambiental

Eng. Carlos Komatsu

Divisão de Qualidade das Águas e do Solo

Eng. Nelson Menegon Jr.

Setor das Águas Subterrâneas e do Solo

Geóg. Rosângela Pacini Modesto

Equipe Técnica

Geóg. Rosângela Pacini Modesto (coord. téc.)

Biól. Mara Magalhães Gaeta Lemos

Eng. Agr. Elaine Cristina Ruby

Eng. Quím. Marcia Sayuri Ohba

Geóg. Marise Carrari Chamani

Biól. Gisela Vianna Menezes

Téc. Adm. Marcos Lupertz Reis

Est. Geóg. Patrícia Christmann

Biól. Paulo Fernando Rodrigues

Arq. Fabiano Fernandes Toffoli

Geól. Elzira Dea Alves Barbour

Geól. Geraldo Gilson de Camargo

Sec. Sonia Navarro

Eng. Agr. Isabella Corrêa Silva

Est. Geól. João Paulo Abumjara

Est. Biól. Thainá Santos de Araujo

Colaboração

Eng. Gré de Araújo Lobo – DAEE/CTH

Geól. José Eduardo Campos – DAEE/DRH

Quím. Gilson Alves Quinaglia – CETESB/ELTA

Farm. Bioq. Daniela Dayrell Franca – CETESB/ELTA

Amostragem e Análises Laboratoriais

Agência Ambiental de Araçatuba

Agência Ambiental de Araraquara

Agência Ambiental de Barretos

Agência Ambiental de Bauru

Agência Ambiental de Franca

Agência Ambiental de Jaboticabal

Agência Ambiental de Jales

Agência Ambiental de Piracicaba

Agência Ambiental de Pirassununga

Agência Ambiental de Presidente Prudente

Agência Ambiental de Ribeirão Preto

Agência Ambiental de São Carlos

Agência Ambiental de São José do Rio Preto

Agência Ambiental de Votuporanga

Divisão de Amostragem

Divisão de Laboratório de Campinas

Divisão de Laboratório de Cubatão

Divisão de Laboratório de Limeira

Divisão de Laboratório de Marília

Divisão de Laboratório de Ribeirão Preto

Divisão de Laboratório de Sorocaba

Divisão de Laboratório de Taubaté

Divisão de Microbiologia e Parasitologia

Setor de Análises Toxicológicas

Setor de Avaliação e Auditoria de Áreas Contaminadas

Setor de Química Inorgânica

Setor de Química Orgânica

Setor de Serviços Administrativos e Documentação

Projeto Gráfico

Vera Severo

Editoração

Yelow Design

Produção Editorial e Distribuição

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

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

Tel.: 3133.3000 - CEP 05489-900 - São Paulo - SP - Brasil

A foto da frente de capa foi cedida gentilmente por Fabiano Fernandes Toffoli.

Concluído em abril/2013

Este relatório está disponível também na página da CETESB: <http://www.cetesb.sp.gov.br>

Apresentação

Grandes expectativas se criaram em torno das discussões que seriam realizadas na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), todavia, grande parte das Nações, em razão do cenário econômico desfavorável, optou por não firmar compromissos que conferissem ações mais amplas rumo à sustentabilidade, colocando em risco sua plena eficácia quando implantada.

A CETESB, por sua vez, diante desse quadro internacional desfavorável decidiu optar pelo caminho inverso, resolveu inovar e investir, estabelecendo um programa de capacitação gerencial, renovou sua frota, contratou cerca de 100 novos funcionários, ampliou e vem melhorando continuamente suas rotinas e formas de ação de licenciamento, simplificando-os e tornando mais eficientes e efetivos, expandiu seu monitoramento da qualidade de água, ar e solo, além de participar diretamente na avaliação do impacto ambiental de grandes obras no Estado de São Paulo. Assim, cumprimos a nossa tarefa.

Dentro desse contexto, neste ano a CETESB publica sua série de relatórios (Qualidade das Praias Litorâneas, Qualidade das Águas Superficiais, Qualidade das Águas Subterrâneas e Qualidade do Ar), que apresenta as diversas ações sobre o meio ambiente do Estado de São Paulo. Com extrema competência, as várias áreas da CETESB que participam na elaboração dos relatórios apontam as principais tendências da poluição, pressões sobre os recursos naturais, desconformidades, além de discutir algumas possíveis ações para a melhoria da qualidade ambiental. Nada disso seria possível se não houvessem equipes dedicadas, capacitadas e coordenadas para realizar os trabalhos que se iniciam na coleta de amostras e chegam até a interpretação dos resultados.

Desenvolver e acompanhar a execução das políticas públicas ambientais e de desenvolvimento sustentável, assegurando a melhoria contínua da qualidade do meio ambiente de forma a atender às expectativas da sociedade no Estado de São Paulo é a nossa missão e vem sendo cumprida com grande responsabilidade e dedicação de todos que integram essa Companhia.

Otávio Okano
Diretor Presidente

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1.1 – Número de poços monitorados por UGRHI e por Sistema Aquífero, 2010-2012	19
Tabela 2.1.2 – Estrutura do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas.....	23
Tabela 2.2.1 – Rede Piezométrica Integrada DAEE-CETESB em São Paulo.....	26
Tabela 2.2.2 – Rede Piezométrica da CPRM no Estado de São Paulo.....	27
Tabela 3.2.1 – Valores de Referência de Qualidade – VRQ das águas subterrâneas no Estado de São Paulo.....	34
Tabela 3.2.2 – Proposta de Valores de Referência de Qualidade das Águas Subterrâneas	35
Tabela 4.1.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Bauru no período 2010 a 2012	38
Tabela 4.2.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Serra Geral no período 2010 a 2012	41
Tabela 4.3.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Guarani no período 2010 a 2012	43
Tabela 4.4.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Tubarão no período 2010 a 2012.....	45
Tabela 4.5.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Pré-Cambriano no período 2010 a 2012	47
Tabela 4.6.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Taubaté no período 2010 a 2012.....	50
Tabela 4.7.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero São Paulo no período 2010 a 2012.....	52
Tabela 4.8.1 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período 1998 a 2012	54
Tabela 4.8.2 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Serra Geral por triênio no período 1998 a 2012	55
Tabela 4.8.3 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período 1998 a 2012	56
Tabela 4.8.4 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Tubarão por triênio no período 1998 a 2012.....	57
Tabela 4.8.5 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Pré-Cambriano por triênio no período 1998 a 2012.....	58
Tabela 4.8.6 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Taubaté por triênio no período 1998 a 2012.....	59
Tabela 4.8.7 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero São Paulo por triênio no período 1998 a 2012	60
Tabela 5.1.1 – Características da UGRHI 2 – Paraíba do Sul.....	63
Tabela 5.1.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 2 – Paraíba do Sul.....	64
Tabela 5.1.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 2 – Paraíba do Sul.....	67
Tabela 5.1.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Taubaté na UGRHI 2 – Paraíba do Sul	69
Tabela 5.2.1 – Características da UGRHI 4 – Pardo.....	71
Tabela 5.2.2 – Pontos de monitoramento na UGRHI 4 – Pardo.....	72
Tabela 5.2.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Guarani na UGRHI 4 – Pardo	75
Tabela 5.2.4 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 4 – Pardo	76
Tabela 5.3.1 – Características da UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.....	77
Tabela 5.3.2 – Pontos de monitoramento na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.....	78
Tabela 5.3.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.....	81
Tabela 5.3.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.....	83
Tabela 5.4.1 – Características da UGRHI 6 – Alto Tietê	87
Tabela 5.4.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 6 – Alto Tietê.....	88
Tabela 5.4.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 6 – Alto Tietê.....	91
Tabela 5.4.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 6 – Alto Tietê (conclusão).....	92
Tabela 5.4.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero São Paulo, na UGRHI 6 – Alto Tietê.....	97
Tabela 5.4.5 – Substâncias Orgânicas Voláteis detectadas no triênio 2010-2012	98

Tabela 5.5.1 – Características da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.....	99
Tabela 5.5.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.....	100
Tabela 5.5.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.....	103
Tabela 5.5.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.....	103
Tabela 5.6.1 – Características da UGRHI 9 – Mogi Guaçu.....	105
Tabela 5.6.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 9 – Mogi Guaçu.....	106
Tabela 5.6.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.....	109
Tabela 5.6.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.....	109
Tabela 5.6.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 9 – Mogi Guaçu.....	111
Tabela 5.7.1 – Características da UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.....	113
Tabela 5.7.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.....	114
Tabela 5.7.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.....	117
Tabela 5.7.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.....	117
Tabela 5.8.1 – Características da UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.....	121
Tabela 5.8.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.....	122
Tabela 5.8.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 11.....	125
Tabela 5.9.1 – Características da UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.....	129
Tabela 5.9.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande.....	130
Tabela 5.10.1 – Características da UGRHI 13 – Tietê / Jacaré.....	133
Tabela 5.10.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.....	134
Tabela 5.10.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.....	137
Tabela 5.10.4 – Desconformidades da qualidade das águas o Aquífero Guarani na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.....	137
Tabela 5.10.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré.....	139
Tabela 5.11.1 – Características da UGRHI 14 – Alto Paranapanema.....	141
Tabela 5.11.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 14 – Alto Paranapanema.....	142
Tabela 5.11.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 14 – Alto Paranapanema.....	145
Tabela 5.12.1 – Características da UGRHI 15 – Turvo / Grande.....	147
Tabela 5.12.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 15 – Turvo/Grande.....	148
Tabela 5.12.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, Aquífero Bauru.....	151
Tabela 5.12.4 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, Aquífero Serra Geral.....	152
Tabela 5.13.1 – Características da UGRHI 16 – Tietê / Batalha.....	155
Tabela 5.13.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 16 – Tietê/Batalha.....	156
Tabela 5.13.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 16 – Tietê / Batalha.....	159
Tabela 5.13.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani, na UGRHI 16 – Tietê / Batalha.....	159
Tabela 5.14.1 – Características da UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	161
Tabela 5.14.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	162
Tabela 5.14.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	165
Tabela 5.14.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema.....	165
Tabela 5.15.1 – Características da UGRHI 18 – São José dos Dourados.....	167
Tabela 5.15.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 18 – São José dos Dourados.....	168
Tabela 5.15.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 18 – São José dos Dourados.....	171
Tabela 5.16.1 – Características da UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	175
Tabela 5.16.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	176
Tabela 5.16.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	179
Tabela 5.16.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	180
Tabela 5.17.1 – Características da UGRHI 20 – Aguapeí.....	181
Tabela 5.17.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 20 – Aguapeí.....	182

Tabela 5.17.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 20 – Aguapeí.....	185
Tabela 5.18.1 – Características da UGRHI 21 – Peixe.....	189
Tabela 5.18.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 21 – Peixe.....	190
Tabela 5.18.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 21 – Peixe.....	193
Tabela 5.19.1 – Características da UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.....	197
Tabela 5.19.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.....	198
Tabela 5.19.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.....	201
Tabela 5.19.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.....	201
Tabela 6.1 – Pontos da rede de monitoramento integrado de Qualidade e Quantidade.....	204
Tabela 6.2 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Bauru no período de 2010-2012 – Rede de Monitoramento Integrado.....	205
Tabela 6.3 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Guarani no período de 2010-2012 – Rede de Monitoramento Integrado.....	206
Tabela 6.4 – Amplitude das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012.....	207
Tabela 6.5 – Amplitude anual de níveis de água na Rede Piezométrica.....	213
Tabela 7.1.1 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS para os anos 2009, 2010 e 2012, por UGRHI.....	219
Tabela 7.1.2 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS para os anos 2007, 2008 e 2009, por aquífero.....	220
Tabela 7.2.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L ⁻¹) ou do valor máximo permitido (10 mg N L ⁻¹) no período de 2001 a 2012.....	223
Tabela 7.3.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de cromo acima do valor máximo permitido (0,05 mg L ⁻¹), no período de 2001 a 2012.....	228
Tabela 7.4.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de fluoreto acima do valor máximo permitido (1,5 mg L ⁻¹), no período de 2001 a 2012.....	229

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1.1 – Evolução do número de pontos da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas.....	18
Gráfico 2.1.2 – Número de pontos monitorados por UGRHI – 2010-2012.....	20
Gráfico 2.1.3 – Número de pontos monitorados por Sistema Aquífero – 2010-2012.....	20
Gráfico 5.1.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0200P – Bananal, Aquífero Pré-Cambriano.....	67
Gráfico 5.1.2 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0200P – Bananal, Aquífero Pré-Cambriano.....	68
Gráfico 5.1.3 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0260P – Monteiro Lobato, Aquífero Pré-Cambriano.....	68
Gráfico 5.1.4 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0260P – Monteiro Lobato, Aquífero Pré-Cambriano.....	68
Gráfico 5.1.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TA0189 P – Guararema, Aquífero Taubaté.....	69
Gráfico 5.1.6 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TA0201P – Roseira, Aquífero Taubaté.....	70
Gráfico 5.1.7 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto TA0201P – Roseira, Aquífero Taubaté.....	70
Gráfico 5.2.1 – Série histórica dos resultados de alumínio no ponto GU0134P – São Simão, Aquífero Guarani.....	75
Gráfico 5.2.2 – Série histórica dos resultados de manganês no ponto GU0134P – São Simão, Aquífero Guarani.....	76
Gráfico 5.3.1 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto PC0152P – Amparo, Aquífero Pré-Cambriano.....	81
Gráfico 5.3.2 – Série histórica dos resultados para fluoreto no ponto PC0278P – Santo Antonio de Posse, Aquífero Pré-Cambriano.....	82
Gráfico 5.3.3 – Série histórica dos resultados para ferro no ponto PC0278P – Santo Antonio de Posse, Aquífero Pré-Cambriano.....	82
Gráfico 5.3.4 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto TU0036P – Elias Fausto, Aquífero Tubarão.....	84
Gráfico 5.3.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0036P – Elias Fausto, Aquífero Tubarão.....	84
Gráfico 5.3.6 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto TU0036P – Elias Fausto, Aquífero Tubarão.....	84
Gráfico 5.3.7 – Série histórica dos resultados para alumínio no ponto TU0153P – Limeira, Aquífero Tubarão.....	85
Gráfico 5.3.8 – Série histórica dos resultados para boro no ponto TU0153P – Limeira, Aquífero Tubarão.....	85

Gráfico 5.3.9 – Série histórica dos resultados para chumbo no ponto TU0153P – Limeira, Aquífero Tubarão	85
Gráfico 5.3.10 – Série histórica dos resultados para ferro no ponto TU0153P – Limeira, Aquífero Tubarão	86
Gráfico 5.3.11 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0074P – Monte Mor, Aquífero Tubarão	86
Gráfico 5.4.1 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano	92
Gráfico 5.4.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano	93
Gráfico 5.4.3 – Série histórica das concentrações de alumínio no ponto PC0163P – Embu, Aquífero Pré-Cambriano	93
Gráfico 5.4.4 – Série histórica das concentrações de alumínio no ponto PC0180N – Embu, Aquífero Pré-Cambriano	93
Gráfico 5.4.5 – Série histórica das concentrações de alumínio no ponto PC0192N – Rio Grande da Serra, Aquífero Pré-Cambriano	94
Gráfico 5.4.6 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0279P – São Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano	94
Gráfico 5.4.7 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0279P – S. Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano	94
Gráfico 5.4.8 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto PC0190N – São Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano	95
Gráfico 5.4.9 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano	95
Gráfico 5.4.10 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano	95
Gráfico 5.4.11 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano	96
Gráfico 5.4.12 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0183P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano	96
Gráfico 5.4.13 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0183P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano	96
Gráfico 5.4.14 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto SP0169P – Guarulhos, Aquífero São Paulo	97
Gráfico 5.4.15 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto SP0169P – Guarulhos, Aquífero São Paulo	97
Gráfico 5.4.16 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto SP0208P – Guarulhos, Aquífero São Paulo	98
Gráfico 5.5.1 – Série histórica das concentrações de zinco no ponto GU0096P – Pedregulho, Aquífero Guarani	103
Gráfico 5.6.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto GU0122P – Santa Lúcia, Aquífero Guarani	109
Gráfico 5.6.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0056P – Itapira, Aquífero Pré-Cambriano	110
Gráfico 5.6.3 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0056P – Itapira, Aquífero Pré-Cambriano	110
Gráfico 5.6.4 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto PC0181P – Lindóia, Aquífero Pré-Cambriano	110
Gráfico 5.6.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0181P – Lindóia, Aquífero Pré-Cambriano	111
Gráfico 5.6.6 – Série histórica das concentrações de boro no ponto TU0267P – Pirassununga, Aquífero Tubarão	112
Gráfico 5.6.7 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto TU0267P – Pirassununga, Aquífero Tubarão	112
Gráfico 5.7.1 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0099P – Piedade, Aquífero Pré-Cambriano	117
Gráfico 5.7.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0025P – Capela do Alto, Aquífero Tubarão	118
Gráfico 5.7.3 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto TU0025P – Capela do Alto, Aquífero Tubarão	118
Gráfico 5.7.4 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto TU0027P – Cesário Lange, Aquífero Tubarão	118
Gráfico 5.7.5 – Série histórica das concentrações de sódio no ponto TU0027P – Cesário Lange, Aquífero Tubarão	119
Gráfico 5.8.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0243P – Eldorado, Aquífero Pré-Cambriano	126
Gráfico 5.8.2 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0257P – Miracatu, Aquífero Pré-Cambriano	126
Gráfico 5.8.3 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0257P – Miracatu, Aquífero Pré-Cambriano	126
Gráfico 5.8.4 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0257P – Miracatu, Aquífero Pré-Cambriano	127
Gráfico 5.8.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0282P – Sete Barras, Aquífero Pré-Cambriano	127
Gráfico 5.8.6 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0282P – Sete Barras, Aquífero Pré-Cambriano	127
Gráfico 5.10.1 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto GU0057P – Itirapina, Aquífero Guarani	137
Gráfico 5.10.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto GU0057P – Itirapina, Aquífero Guarani	138
Gráfico 5.10.3 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto GU0057P – Itirapina, Aquífero Guarani	138
Gráfico 5.10.4 – Série histórica das concentrações de alumínio no ponto GU0058P – Itirapina, Aquífero Guarani	138
Gráfico 5.10.5 – Série histórica das concentrações de bário no ponto GU0111P – Ribeirão Bonito, Aquífero Guarani	139
Gráfico 5.10.6 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0232P – Bauru, Aquífero Bauru	139
Gráfico 5.11.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0055P – Itapetininga, Aquífero Tubarão	145
Gráfico 5.12.1 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto BA0226P – Américo Campos, Aquífero Bauru	151
Gráfico 5.12.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0078P – Nova Granada, Aquífero Bauru	152

Gráfico 5.12.3 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0265P – Palestina, Aquífero Bauru.....	152
Gráfico 5.13.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0103P – Potirendaba, Aquífero Bauru	159
Gráfico 5.13.2 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 16	160
Gráfico 5.15.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0007P – Aparecida d'Oeste, Aquífero Bauru.....	171
Gráfico 5.15.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0026P – Dirce Reis, Aquífero Bauru.....	172
Gráfico 5.15.3 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0046P – Guzolândia, Aquífero Bauru	172
Gráfico 5.15.4 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0059P – Jales, Aquífero Bauru.....	172
Gráfico 5.15.5 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0125P – São João das Duas Pontes, Aquífero Bauru.....	173
Gráfico 5.15.6 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0277P – Santana da Ponte Pensa, Aquífero Bauru.....	173
Gráfico 5.15.7 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0293P – Guzolândia, Aquífero Bauru	173
Gráfico 5.15.8 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 18	174
Gráfico 5.16.1 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0006P – Andradina, Aquífero Bauru.....	179
Gráfico 5.16.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0141P – Sud Menucci, Aquífero Bauru	180
Gráfico 5.16.3 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 19	180
Gráfico 5.17.1 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0090P – Parapuã, Aquífero Bauru	185
Gráfico 5.17.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0149P – Valparaíso, Aquífero Bauru.....	186
Gráfico 5.17.3 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0149P – Valparaíso, Aquífero Bauru	186
Gráfico 5.17.4 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0211P – Pompéia, Aquífero Bauru.....	186
Gráfico 5.17.5 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 20.....	187
Gráfico 5.18.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0002P – Alfredo Marcondes, Aquífero Bauru.....	194
Gráfico 5.18.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0022P – Caiabu, Aquífero Bauru.....	194
Gráfico 5.18.3 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0040P – Flórida Paulista, Aquífero Bauru	194
Gráfico 5.18.4 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0052P – Inúbia Paulista, Aquífero Bauru	195
Gráfico 5.18.5 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0158P – Álvares Machado, Aquífero Bauru	195
Gráfico 5.18.6 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0289P – Oriente, Aquífero Bauru.....	195
Gráfico 5.18.7 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 21.....	196
Gráfico 6.1 – <i>Boxplot</i> das concentrações de Nitrato (mg N L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012.....	208
Gráfico 6.2 – <i>Boxplot</i> das concentrações de Cloreto (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012	208
Gráfico 6.3 – <i>Boxplot</i> das concentrações de Cálcio (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012	209
Gráfico 6.4 – <i>Boxplot</i> das concentrações de Potássio (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012	209
Gráfico 6.5 – Correlação entre Nitrato e Cloreto nas amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012.....	210
Gráfico 6.6 – Correlação entre Nitrato e Cloreto nas amostras de água subterrânea do ponto de Murutinga do Sul no período de 2010 a 2012.....	210
Gráfico 6.7 – <i>Boxplot</i> das concentrações de Nitrato (mg N L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Guarani no período de 2010 a 2012....	211
Gráfico 6.8 – <i>Boxplot</i> das concentrações de Cloreto (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Guarani no período de 2010 a 2012.....	211
Gráfico 6.9 – <i>Boxplot</i> das concentrações de Cálcio (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Guarani no período de 2010 a 2012.....	212
Gráfico 6.10 – <i>Boxplot</i> das concentrações de Potássio (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Guarani no período de 2010 a 2012 ..	212
Gráfico 6.11 – Variação dos níveis nos poços em um ciclo hidrológico.....	214
Gráfico 6.12 – Amplitude de variação dos níveis de água nos poços em dois ciclos hidrológicos	214
Gráfico 6.13 – Variação do aquífero freático em Barretos em função da pluviometria	215
Gráfico 7.2.1 – Série histórica do percentual de poços do Aquífero Bauru, segundo as concentrações de nitrato, no período de 1998 a 2012	224
Gráfico 7.2.2 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru, no período de 1998 a 2012	225
Gráfico 7.2.3 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Pré-Cambriano, no período de 1998 a 2012	226
Gráfico 7.2.4 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Serra Geral, no período de 1998 a 2012	226

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1 – Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas	21
Figura 2.2.1 – Poço piezométrico e pluviômetro.....	27
Figura 2.2.2 – Rede Piezométrica de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade no estado de São Paulo.....	29
Figura 4.1.1 – Classificação das águas do Aquífero Bauru, segundo o Diagrama de Piper	39
Figura 4.2.1 – Classificação das águas do Aquífero Serra Geral, segundo o Diagrama de Piper	40
Figura 4.3.1 – Classificação das águas do Aquífero Guarani, segundo o Diagrama de Piper	44
Figura 4.4.1 – Classificação das águas do Aquífero Tubarão, segundo o Diagrama de Piper.....	46
Figura 4.5.1 – Classificação das águas do Aquífero Pré-Cambriano, segundo o Diagrama de Piper.....	48
Figura 4.6.1 – Classificação das águas subterrâneas do Aquífero Taubaté, segundo o Diagrama de Piper	49
Figura 4.7.1 – Classificação das águas subterrâneas do Aquífero São Paulo, segundo o Diagrama de Piper.....	51
Figura 5.1 – Uso de águas subterrâneas para abastecimento público	62
Figura 5.1.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 2 – Paraíba do Sul	65
Figura 5.2.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 4 – Pardo.....	73
Figura 5.3.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 5 - Piracicaba, Capivari e Jundiáí	79
Figura 5.4.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 6 – Alto Tietê.....	89
Figura 5.5.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande	101
Figura 5.6.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 9 – Mogi Guaçu.....	107
Figura 5.7.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê	115
Figura 5.8.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul.....	123
Figura 5.9.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 12 - Baixo Pardo / Grande.....	131
Figura 5.10.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 13 - Tietê/Jacaré	135
Figura 5.11.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 14 - Alto Paranapanema.....	143
Figura 5.12.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 15 - Turvo/Grande	149
Figura 5.13.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 16 – Tietê / Batalha	157
Figura 5.14.1 – Localização dos poços de monitoramento da UGRHI 17 - Médio Paranapanema	163
Figura 5.15.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 18 – São José dos Dourados	169
Figura 5.16.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 19 – Baixo Tietê	177
Figura 5.17.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 20 - Aguapéí	183
Figura 5.18.1 – Localização dos pontos de monitoramento na UGRHI 21 - Peixe.....	191
Figura 5.19.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 22 - Pontal do Paranapanema.....	199

Sumário

1 • INTRODUÇÃO	15
Evolução da qualidade das águas subterrâneas	15
2 • REDES DE MONITORAMENTO	17
2.1 Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas.....	17
2.1.1 Estrutura da Rede	23
2.1.2 Seleção dos Pontos de Amostragem	23
2.1.3 Tratamento dos Dados	24
2.2 Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas.....	25
3 • PARÂMETROS, PADRÕES E ÍNDICES	31
3.1 Parâmetros de qualidade das águas subterrâneas.....	31
3.2 Padrões de Qualidade.....	32
3.3 Indicadores.....	35
4 • QUALIDADE DOS AQUÍFEROS	37
4.1 Aquífero Bauru	37
4.2 Aquífero Serra Geral	39
4.3 Aquífero Guarani	42
4.4 Aquífero Tubarão.....	44
4.5 Aquífero Pré-Cambriano	46
4.6 Aquífero Taubaté.....	49
4.7 Aquífero São Paulo	51
4.8 Evolução da qualidade dos aquíferos.....	53
5 • QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	61
5.1 UGRHI 2 – Paraíba do Sul.....	63
5.2 UGRHI 4 – Pardo.....	71
5.3 UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá.....	77
5.4 UGRHI 6 – Alto Tietê	87
5.5 UGRHI 8 – Sapucaí / Grande.....	99
5.6 UGRHI 9 – Mogi Guaçu	105
5.7 UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê.....	113
5.8 UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul	121
5.9 UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande	129
5.10 UGRHI 13 – Tietê / Jacaré.....	133
5.11 UGRHI 14 – Alto Paranapanema.....	141
5.12 UGRHI 15 – Turvo / Grande	147
5.13 UGRHI 16 – Tietê/Batalha.....	155
5.14 UGRHI 17 – Médio Paranapanema	161
5.15 UGRHI 18 – São José dos Dourados.....	167
5.16 UGRHI 19 – Baixo Tietê.....	175
5.17 UGRHI 20 – Aguapeí	181
5.18 UGRHI 21 – Peixe.....	189
5.19 UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema	197

6 • MONITORAMENTO INTEGRADO DE QUALIDADE E QUANTIDADE	203
7 • SÍNTESE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO	217
7.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas	218
7.2 Nitrato	221
7.3 Crômio	227
7.4 Fluoreto	229
7.5 Atividade estrogênica	230
7.6 Considerações Finais.....	231
8 • REFERÊNCIAS	233
9 • ANEXOS	237
Anexo 1 – Identificação das Substâncias Orgânicas Voláteis e Pontos Monitorados – Período 2010 a 2012	237
Anexo 2 – Identificação dos Agrotóxicos e Pontos Monitorados – Período 2010 a 2012	238
Anexo 3 – Metodologias Analíticas	240

1 • Introdução

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo é uma exigência legal atribuída à CETESB, desde os anos 1970. Os primeiros estudos sobre a poluição das águas subterrâneas foi elaborado com base em dados disponíveis nos cadastros da CETESB e do DAEE (CETESB,1977).

A rede estadual de monitoramento ambiental das águas subterrâneas começou a ser implantada nos anos 1990, com acompanhamento semestral sistemático da qualidade de água de poços utilizados para abastecimento público, instalados nos Aquíferos Guarani e Bauru. Nos anos posteriores, foram ampliados o número de pontos e de aquíferos monitorados e as substâncias analisadas.

Em 1996, foi publicado o primeiro relatório da série com os resultados das campanhas realizadas de 1990 a 1994 e, desde então, são publicados relatórios trienais que divulgam a avaliação da qualidade das águas subterrâneas para o público em geral e com a finalidade de subsidiar a gestão ambiental e dos recursos hídricos.

O monitoramento de qualidade foi estruturado de modo a atender não apenas à caracterização das águas subterrâneas brutas, como também aos seguintes objetivos: estabelecer Valores de Referência de Qualidade – VRQ para cada substância de interesse, por aquífero; avaliar as tendências das concentrações das substâncias monitoradas, em períodos de 10 anos; identificar áreas com alterações de qualidade; subsidiar as ações de prevenção e controle da poluição do solo e da água subterrânea, junto às Agências Ambientais; avaliar a eficácia dessas ações ao longo do tempo; subsidiar as ações de gestão da qualidade do recurso hídrico subterrâneo junto aos Comitês de Bacia Hidrográficas – CBHs; e subsidiar a classificação dos aquíferos, visando seu enquadramento, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/06.

O presente relatório apresenta os resultados do monitoramento da Rede de Qualidade das Águas Subterrâneas para o triênio 2010-2012. Entre poços tubulares e nascentes, foram avaliadas anualmente as águas subterrâneas de 230 pontos, que totalizaram, em função da substituição de poços desativados por problemas técnicos de operação, 240 pontos monitorados nesse período.

Aqui também são apresentados os primeiros resultados da Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade, operada em parceria com DAEE, e constituída por poços dedicados ao monitoramento dos aquíferos freáticos na área de afloramento do Bauru e Guarani, que se iniciou no segundo semestre de 2009.

Evolução da qualidade das águas subterrâneas

No primeiro período de monitoramento das águas subterrâneas, de 1990 a 1994, foi constatada a contaminação microbiológica, principalmente em poços do Aquífero Bauru, bem como alteração nas concentrações de nitrato (acima de $2,5 \text{ mg N L}^{-1}$) em alguns poços do Aquífero Bauru e Guarani, mostrando indícios de alteração da qualidade da água em função de atividade antrópica. As concentrações dos outros parâmetros analisados mantiveram-se estáveis, sem apresentar variações significativas (CETESB, 1996).

No triênio 1994-1997 constatou-se contaminação por nitrato, potássio, crômio total e parâmetros microbiológicos em 15% dos poços (21), principalmente no Aquífero Bauru. Esse relatório apontou que 72% dos municípios do Estado de São Paulo eram abastecidos total ou parcialmente por água subterrânea, atendendo a uma população estimada de 5.500.000 pessoas (CETESB, 1998).

Para avaliação da qualidade das águas no período de 1998 a 2000, adotou-se a análise estatística, que considerando a amplitude de variação dos resultados das concentrações das substâncias analisadas, definiu o 3º quartil como valor representativo da qualidade das águas subterrâneas, por Sistema Aquífero. O aumento da contaminação de nitrato e crômio, principalmente no Aquífero Bauru, foi constatado no período (CETESB, 2001).

Os resultados do triênio 2001-2003 mostraram que as águas subterrâneas do Estado eram de boa qualidade para consumo humano, embora a contaminação do Aquífero Bauru por nitrato e crômio se mantivesse; foram também verificadas elevadas concentrações de bário (CETESB, 2004).

O monitoramento em nascentes e fontes de água mineral localizadas na Bacia do Alto Tietê – UGRHI 6, foi introduzido no triênio 2004-2006. Nesse período houve pouca alteração na qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo, que continuavam a apresentar boa qualidade para o consumo humano. As desconformidades em relação ao padrão de potabilidade foram constatadas para as substâncias nitrato, crômio, bário, fluoreto, alumínio, ferro e manganês e parâmetros microbiológicos. O uso da água subterrânea para abastecimento público aumentou: 80% dos municípios eram abastecidos parcial ou exclusivamente por esse recurso (CETESB, 2007).

No triênio 2007-2009 foi introduzido o indicador de potabilidade das águas subterrâneas – IPAS, que indicou a variação anual entre 79 e 81% de amostras de águas subterrâneas brutas em conformidade com os padrões de potabilidade nacionais. Foi constatada a tendência de aumento das concentrações de nitrato nos Aquíferos Bauru, Pré-Cambriano e Serra Geral. As substâncias nitrato, crômio, fluoreto e bário foram aquelas que apresentaram maior número de desconformidades, além dos parâmetros microbiológicos, coliformes totais e bactérias heterotróficas, que ocorreram de forma sistemática em todas as UGRHIs (CETESB, 2010).

Os resultados do período de 2010-2012, apresentados a seguir, apontam para a redução relativa de número de poços com concentrações de nitrato acima do padrão de potabilidade (10 mg N L^{-1}) e do valor de prevenção (5 mg N L^{-1}) nos aquíferos em geral. As concentrações dessa substância, que até o período anterior apresentaram tendência de aumento para os Aquíferos Bauru, Pré-Cambriano e Serra Geral, mostram estabilização no Bauru e ligeira diminuição no Pré-Cambriano, enquanto continuam a aumentar no Serra Geral. Quando a avaliação é realizada por UGRHI observa-se tendência de aumento nas concentrações dessa substância no Aquífero Bauru nas UGRHIs 15, 16, 19 e 20.

As desconformidades em relação ao padrão de potabilidade continuam para as mesmas substâncias verificadas em anos anteriores e o IPAS do Estado de São Paulo apresentou uma ligeira queda de 80,1% em 2009 para 79,9% em 2012.

A partir de 2011 também foi realizada análise da atividade estrogênica, com objetivo de avaliar a ocorrência de substâncias que agem como interferentes endócrinos, ou seja, que possuem a capacidade de interferir na produção ou ação dos hormônios. A atividade foi observada em apenas três pontos com baixa significância.

E, finalmente, não foram observadas desconformidades para as substâncias orgânicas voláteis e agrotóxicos monitorados.

2 • Redes de Monitoramento

A rede estadual de monitoramento ambiental das águas subterrâneas foi implementada pela CETESB a partir de 1990, em função da crescente importância atribuída a esse bem como reserva estratégica complementar ao abastecimento por águas superficiais.

As bases legais para sua implantação são o Decreto Estadual nº 8468/76 e a Lei Estadual 6.134/88 que atribuem à CETESB a competência de monitorar e fiscalizar a qualidade das águas subterrâneas.

A Lei Estadual 13.542, de 8 de maio de 2009, que alterou a denominação da CETESB para Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e deu nova redação aos artigos 2º e 10 da Lei Estadual 118, de 29 de junho de 1973, também estabeleceu em seu artigo 2º, VI, a necessidade de “executar o monitoramento ambiental, em especial da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, do ar e do solo”, tornando essa atividade legalmente obrigatória.

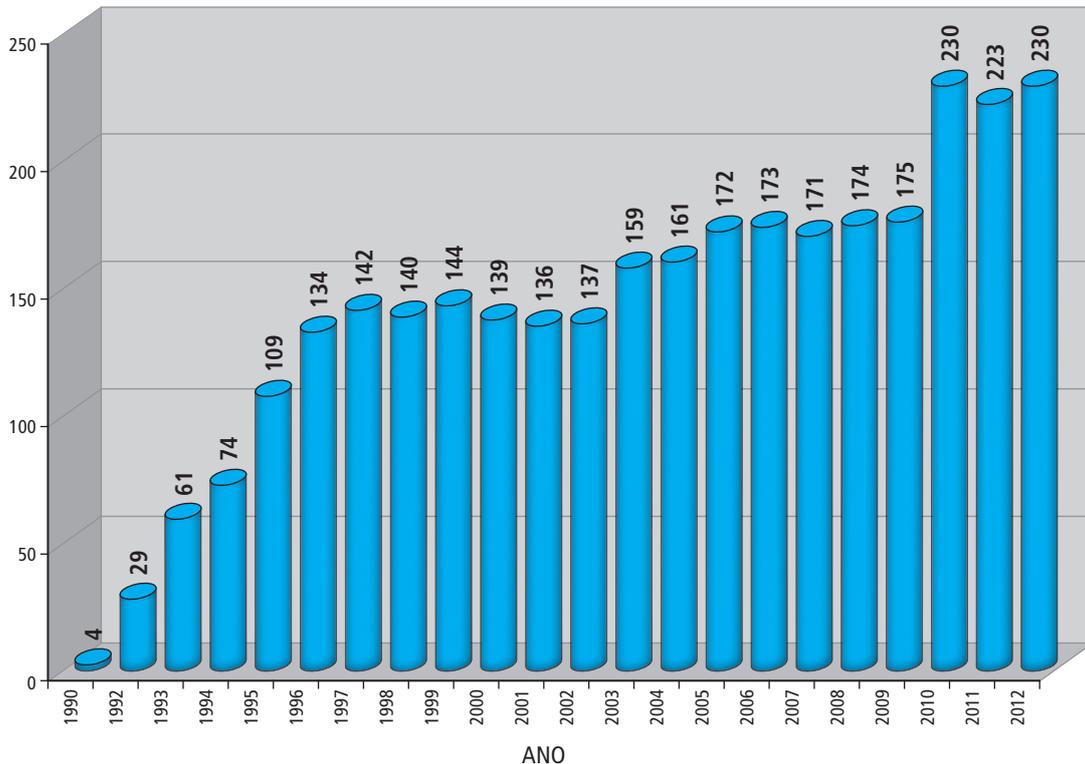
Ainda em 2009, a CETESB iniciou juntamente com o DAEE a operação de uma rede de monitoramento integrado de qualidade e quantidade das águas subterrâneas, com objetivo de mensuração do nível d’água e caracterização hidroquímica, de forma a conhecer a qualidade e o comportamento hidráulico das águas subterrâneas dos aquíferos freáticos no Estado de São Paulo.

2.1 Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas

A Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas, que tem por objetivo a avaliação da qualidade da água bruta utilizada para abastecimento público, evoluiu ao longo do tempo, com a ampliação do número de pontos, aquíferos e parâmetros monitorados.

Os critérios utilizados para a seleção dos aquíferos foram, em um primeiro momento, a utilização da água subterrânea para abastecimento público e a vulnerabilidade à contaminação. Contudo, a necessidade de ampliação do diagnóstico em função do uso extensivo desse recurso fez com que outros critérios fossem aplicados.

Os Aquíferos Bauru e Guarani foram os primeiros aquíferos monitorados. Até 1994, foi implementado o monitoramento de qualidade em 74 poços tubulares com determinação analítica de 17 parâmetros (Gráfico 2.1.1).

Gráfico 2.1.1 – Evolução do número de pontos da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas

Em 1997, a rede foi ampliada para mais de 140 pontos que também monitoraram as águas dos Aquíferos Taubaté, Tubarão e Pré-Cambriano, determinando 19 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, considerados como principais indicadores da qualidade das águas subterrâneas.

A determinação analítica foi ampliada para 34 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, no triênio seguinte, de 1998 a 2000.

De 2001 a 2003, 167 pontos foram monitorados, com a substituição e inclusão de alguns poços durante esse período. O número de parâmetros analisados também aumentou para 40 e houve aprimoramento da metodologia analítica, particularmente no que concerne à adequação dos limites de detecção e quantificação dos métodos.

Em 2003, iniciou-se também o monitoramento na Região Metropolitana de São Paulo (UGRHI 6 – Alto Tietê) no Aquífero Pré-Cambriano, com inclusão de análises para determinação de substâncias orgânicas nos poços da região.

Nascentes e fontes de água mineral, localizadas na UGRHI 6 – Alto Tietê, foram também incluídas no monitoramento no período de 2004 a 2006. Nos triênios seguintes houve aumento do número de pontos monitorados.

O fato da rede CETESB ser formada majoritariamente por poços de abastecimento público lhe confere a peculiaridade de intermitência, uma vez que alguns poços podem ser desativados temporariamente para reparos. No período de 2010 a 2012 foram monitorados 240 pontos diferentes, entretanto o máximo atingido foi de 230 pontos monitorados nos anos de 2010 e 2012, como se pode observar pelo Gráfico 2.1.1 e Tabela 2.1.1. Os pontos desativados permanentemente foram substituídos por novos pontos.

Tabela 2.1.1 – Número de poços monitorados por UGRHI e por Sistema Aquífero, 2010-2012

UGRHI	Bauru	Guarani	Pré-Cambriano	Passa Dois	São Paulo	Serra Geral	Taubaté	Tubarão	Total
2			4				6		10
4		11				2			13
5		2	9			1		7	19
6			23		4				27
8		7				3			10
9	1	8	3	1		2		2	17
10		1	4					5	10
11			7						7
12	1	1				5			7
13	1	15				2			18
14		1	3					5	9
15	13	1				2			16
16	6	3				1			10
17	2	2				5			9
18	12					1			13
19	6								6
20	12	1				1			14
21	15	1							16
22	6					3			9
TOTAL	75	54	53	1	4	28	6	19	240

Os Gráficos 2.1.2 e 2.1.3 e a Figura 2.1.1 mostram a distribuição dos pontos monitorados no período de 2010 a 2012, segundo sua localização nas UGRHIs e nos aquíferos de ocorrência no território paulista.

Gráfico 2.1.2 – Número de pontos monitorados por UGRHI – 2010-2012

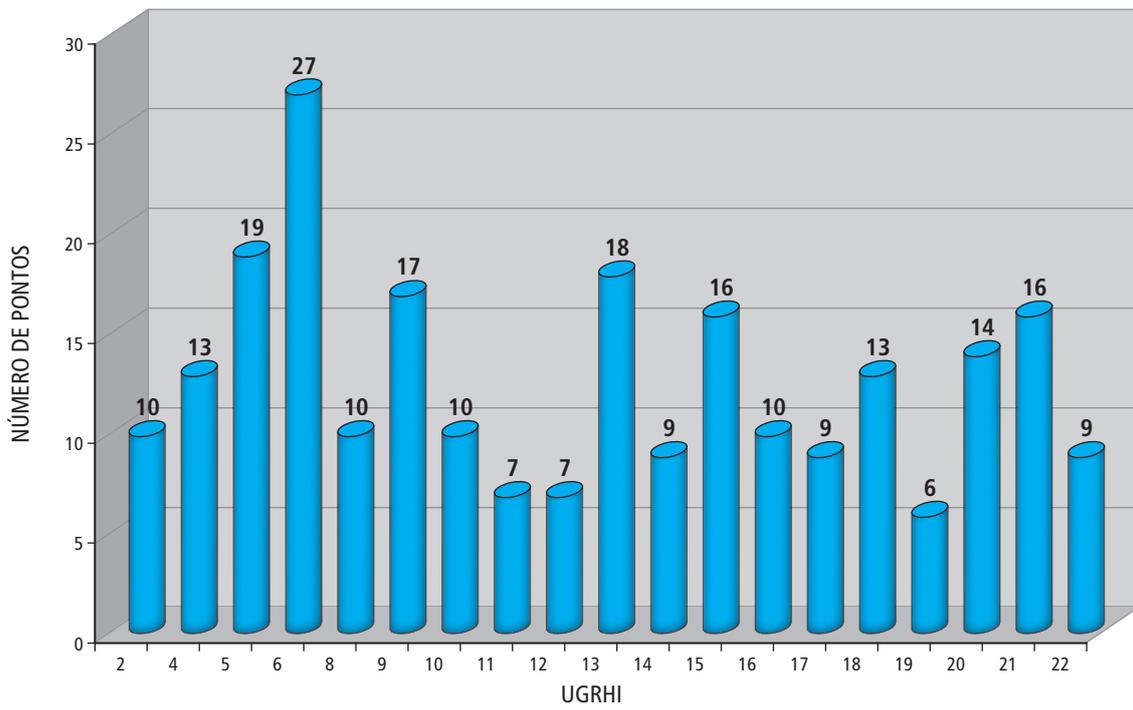
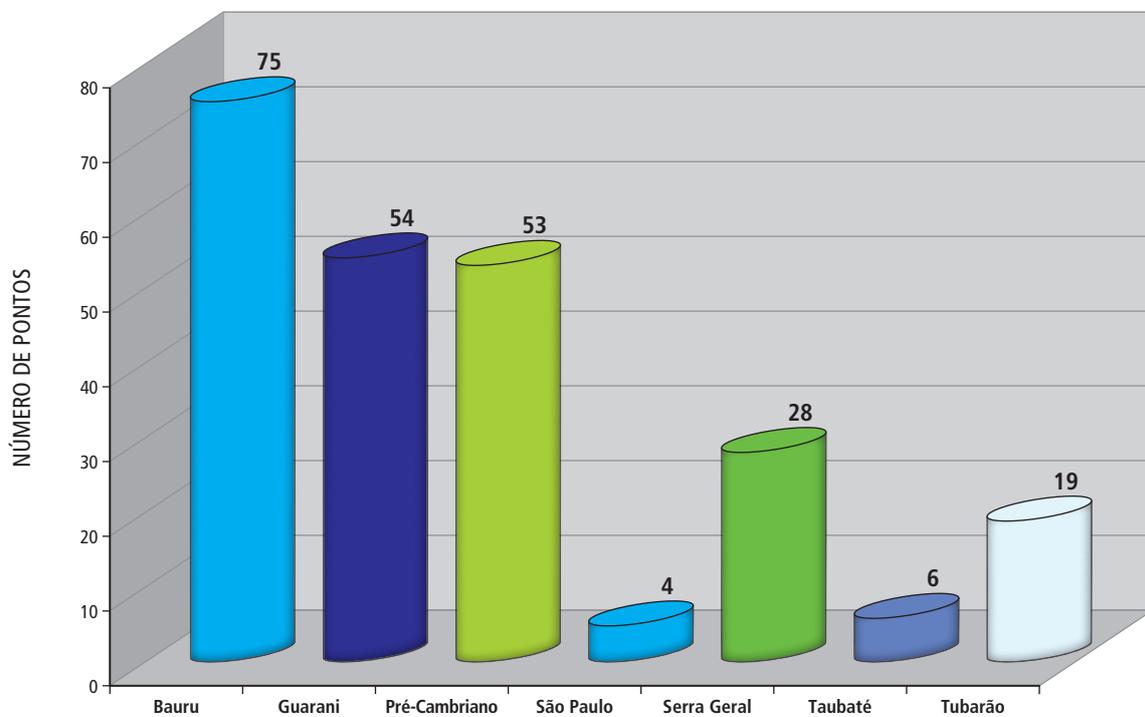
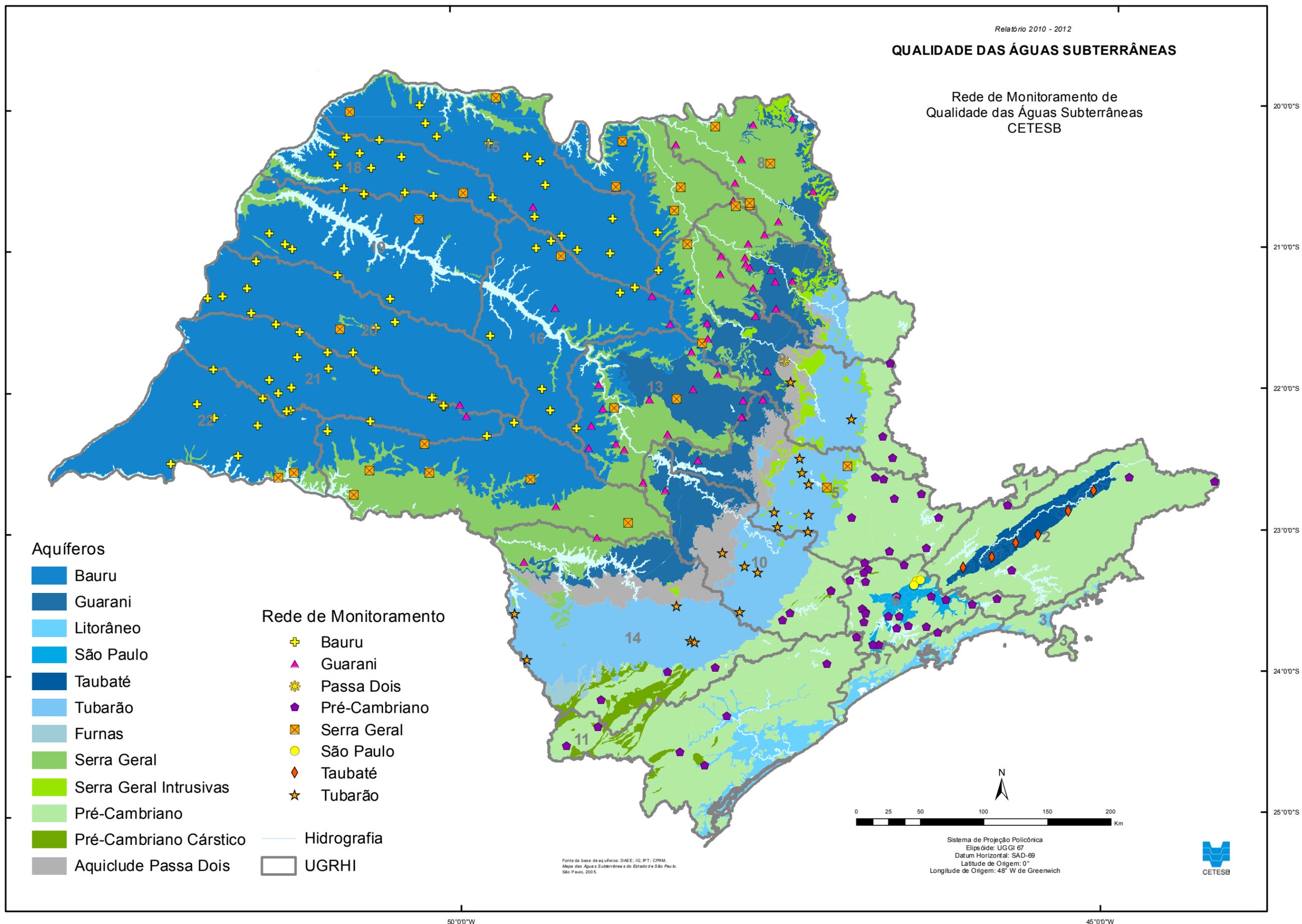


Gráfico 2.1.3 – Número de pontos monitorados por Sistema Aquífero – 2010-2012





2.1.1 Estrutura da Rede

A estrutura de funcionamento da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas é apresentada na Tabela 2.1.2, detalhando as fases de planejamento, implementação, avaliação de resultados e ações de controle.

Tabela 2.1.2 – Estrutura do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas

Planejamento	Determinação legal
	Objetivos do monitoramento
	Dimensionamento dos recursos humanos, financeiros e materiais envolvidos
	Atores sociais afetos
	Dimensionamento da coleta, acondicionamento e transporte das amostras
	Definição e capacidade analítica dos laboratórios
	Seleção do corpo hídrico a ser monitorado
	Seleção da área ou território a ser monitorado
	Seleção do poço ou nascente a ser monitorada
	Vistoria do poço para caracterização do uso do solo do entorno e georreferenciamento
	Definição dos parâmetros a serem amostrados
	Definição da frequência de amostragem
	Implementação
Realização das coletas	
Avaliação dos resultados	Controle de erros analíticos
	Armazenamento e compartilhamento das informações
	Interpretação estatística e espacial, avaliação de tendências
	Divulgação dos resultados
Tomada de decisão das ações por parte dos gestores, considerando os objetivos do monitoramento	Retroalimentação do sistema

O monitoramento conta com apoio das Agências Ambientais e dos laboratórios de Campinas, Cubatão, Limeira, Marília, Ribeirão Preto, São Paulo, Sorocaba e Taubaté, para amostragem semestral da água e realização das determinações analíticas.

2.1.2 Seleção dos Pontos de Amostragem

Os pontos utilizados para o monitoramento são poços tubulares e nascentes, selecionados de forma a abranger os diferentes aquíferos do Estado, em suas diversas áreas e forma de ocorrência. São consultados os cadastros de Poços do DAEE, SABESP, Prefeituras Municipais e os cadastros de empreendimentos licenciados pela CETESB.

Para os poços tubulares são utilizados os seguintes critérios: possuir licença de outorga do DAEE; construção de acordo com as normas ABNT NBR 12.244/92 e NBR 12.212/92; o material de construção do poço deve ser PVC ou aço inoxidável; os filtros devem estar localizados em um único aquífero; facilidade de acesso; medidas de proteção contra contaminação; e possuir ramal junto ao poço para coleta da amostra, antes de qualquer tratamento. Preferencialmente são escolhidos os poços utilizados para abastecimento público de água, os que possuem o nível d'água mais próximo da superfície e aqueles instalados a montante de fontes potenciais de poluição.

Os critérios para seleção das nascentes são: vazão contínua durante o ano todo, com preferência para nascentes com vazões maiores e protegidas de enxurradas; instalação de obras de captação, para facilitar a coleta de amostras; e acessibilidade.

A obtenção da autorização dos proprietários dos poços e nascentes para realização das amostragens também é condição necessária para inclusão de pontos na Rede.

Além das informações obtidas em cadastro, as vistorias de campo são necessárias para a avaliação do uso e ocupação do solo no entorno dos pontos, das condições locais dos poços e nascentes quanto à acessibilidade e condições de amostragem da água.

2.1.3 Tratamento dos Dados

Os resultados obtidos por meio das campanhas sistemáticas de amostragem constituem o banco de dados do monitoramento das águas subterrâneas da CETESB. Os dados são tratados e interpretados estatisticamente a cada 3 anos, que corresponde a uma série de 6 resultados analíticos. Dessas informações é possível determinar as características geoquímicas basais das águas, bem como avaliar as variações de qualidade e tendências, comparando-se com os resultados de campanhas anteriores.

Desde 2001, o terceiro quartil (75%) tem sido adotado como representativo do conjunto de amostras, ou seja, da qualidade da água do período analisado, servindo como referência para comparação entre diferentes períodos e para a definição de valores de referência de qualidade.

Os resultados analíticos são agrupados em função dos sistemas aquíferos monitorados. É realizada a análise estatística descritiva de todos os parâmetros, com a determinação de mínimos, máximos, medianas, 3º quartil e porcentagem de valores abaixo de limite de quantificação. As informações são tabuladas por aquífero para o Estado e para as UGRHI nas quais os pontos de monitoramento se localizam.

Nos relatórios de qualidade dos triênios de 1998-2000, 2001-2003 e 2004-2006, os resultados considerados anômalos com relação à série histórica ou que ultrapassaram o padrão de potabilidade foram excluídos do conjunto de dados para elaboração da análise estatística básica. A decisão da retirada desses valores foi tomada em função da necessidade de se estabelecer valores de referência de qualidade e do pressuposto de que esses valores refletiam a alteração da qualidade da água em função de atividades antrópicas.

As análises estatísticas desses três períodos foram refeitas no relatório de 2007-2009, considerando-se todos os dados, com o objetivo de avaliar a tendência de qualidade com base nos parâmetros utilizados como indicadores. Nesse período de 2010-2012 é seguido o mesmo critério.

No período de 2010-2012, foram retirados apenas os resultados devidos a erros analíticos, avaliados pelo conjunto da série e em concordância com os laboratórios executores. Os resultados analíticos da segunda

campanha de 2011 para metais não foram considerados na análise estatística para os pontos localizados nas UGRHs 2, 5, 6, 10, 11, 14 e em alguns pontos das demais unidades em função de problemas laboratoriais; foram considerados apenas os resultados de pH, alcalinidades, série nitrogenada, cloreto, sulfato, sólidos dissolvidos totais e sólidos totais. Por esse motivo o Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas-IPAS de 2011 também não foi calculado.

Os resultados analíticos, nesse período, possuem limites de quantificação–LQ diferentes para uma mesma substância em função das análises terem sido realizadas por diferentes laboratórios da CETESB. Essas diferenças são decorrentes, principalmente, do processo de modernização dos equipamentos laboratoriais que ainda não se completou. Na análise estatística, todos os resultados abaixo do limite de quantificação foram considerados iguais aos valores do LQ para compor a série de dados. Dessa forma, mínimos, máximos, medianas e terceiros quartis de substâncias com baixas concentrações na água estão expressos por valores precedidos do símbolo “<” (menor que), que representam os limites de quantificação – LQs da série (capítulo 4).

2.2 Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas

A Rede Integrada de Monitoramento de Quantidade e Qualidade das Águas Subterrâneas tem sido construída nos últimos anos pelos órgãos gestores de qualidade e quantidade no Estado de São Paulo, CETESB e DAEE. Em 2009, foi iniciada a partir da perfuração de 19 piezômetros, com recursos financeiros do CORHI-Fehidro. Essa rede vem sendo gradualmente ampliada, contando hoje com outros piezômetros em áreas urbanas e rurais (Tabela 2.2.1), e complementada com 14 piezômetros construídos e monitorados pela CPRM (Tabela 2.2.2), órgão federal responsável pelo monitoramento de qualidade e quantidade de águas subterrâneas, mediante utilização de recursos do PAC (programa federal de aceleração do crescimento). A rede integrada em São Paulo tem atualmente cerca de 50 postos. A meta é atingir 200 postos piezométricos.

A rede integrada na configuração atual enfoca o monitoramento do aquífero livre daqueles considerados os mais importantes mananciais no estado: os Sistemas Aquíferos Bauri e Guarani; que afloram em regiões que ocupam cerca 50% do Estado e onde o abastecimento é feito quase exclusivamente por água subterrânea.

Os objetivos são o monitoramento de qualidade e o monitoramento de quantidade (caracterização do nível d’água natural – piezometria e identificação de áreas com super-exploração), ambas as atividades com o objetivo de subsidiar a formulação de ações de planejamento e gestão da qualidade e quantidade dos recursos hídricos subterrâneos estaduais.

A Figura 2.2.1 mostra um dos poços piezométricos instalados e a Figura 2.2.2 apresenta a localização dos pontos no Estado de São Paulo.

A Rede Hidrológica Básica do DAEE, com cerca de 800 postos em operação, monitora também a pluviometria (chuvas), além de água superficial (vazões de rios), de forma a permitir a análise adequada de dados piezométricos. Seus dados detalhados estão disponibilizados em www.daee.sp.gov.br/hidrologia.

Os resultados analíticos de qualidade do período de 2010 a 2012 estarão disponíveis em <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/111-publicacoes-e-relatorios> a partir de maio de 2013.

Tabela 2.2.1 – Rede Piezométrica Integrada DAEE-CETESB em São Paulo

Município	Sistema Aquífero	Prefixo DAEE	Ponto CETESB	Início	Coordenadas		Medição de nível	Amostragem qualidade
					Latitude	Longitude		
Adamantina	Bauru	8C-501Z	Z-0001BA	2009	21° 26' 57"	51° 00' 38"	Diária	Semestral
Barretos	Bauru	5B-500Z	(b)	2007	20° 35' 51"	48° 39' 34"	Diária	(b)
Barretos	Bauru	5B-501Z	Z-0003BA	2009	20° 36' 07"	48° 39' 49"	Diária	Semestral
Bilac	Bauru	7C-500Z	Z-0004BA	2009	21° 23' 15"	50° 27' 06"	Diária	Semestral
Gália	Bauru	6D-501Z	Z-0007BA	2009	22° 19' 00"	49° 32' 00"	Diária	Semestral
Guaimbê	Bauru	6C-500Z	Z-0008BA	2009	21° 47' 09"	49° 49' 10"	Diária	Semestral
Guarani d'Oeste	Bauru	7B-500Z	Z-0009BA	2009	20° 04' 48"	50° 20' 14"	Diária	Semestral
Guzolândia	Bauru	7B-501Z	Z-0010BA	2009	20° 42' 14"	50° 42' 35"	Diária	Semestral
Indiana – Sítio N.S. Aparecida	Bauru	(a)	Z-0011BA	2009	22° 11' 46"	51° 12' 37"	Diária	Semestral
Luiziânia	Bauru	7C-501Z	Z-0012BA	2009	21° 40' 50"	50° 17' 43"	Diária	Semestral
Marília	Bauru	7D-500Z	Z-0013BA	2009	22° 19' 24"	50° 02' 00"	Diária	Semestral
Marília urbano – DAEE	Bauru	(a)	(b)	2009	22° 14' 44"	49° 55' 29"	Automática	(b)
Mirassolândia	Bauru	6B-500Z	Z-0014BA	2009	20° 36' 47"	49° 31' 55"	Diária	Semestral
Murutinga do Sul	Bauru	8C-500Z	Z-0015BA	2009	21° 05' 14"	51° 19' 50"	Diária	Semestral
Onda Verde	Bauru	6B-502Z	(b)	2009	20° 33' 32"	49° 10' 11"	Diária	(b)
Orindiuva	Bauru	6B-501Z	(b)	2009	20° 10' 46"	49° 22' 03"	Diária	(b)
Presidente Prudente – SP425	Bauru	(a)	Z-0016BA	2009	22° 11' 49"	51° 25' 53"	Diária	Semestral
São Pedro do Turvo	Bauru	6D-500Z	Z-0020BA	2009	22° 34' 59"	49° 49' 00"	Diária	Semestral
Vista Alegre do Alto	Bauru	5C-500Z	Z-0021BA	2009	21° 09' 40"	48° 37' 59"	Diária	Semestral
Analândia	Guarani	4D-500Z	Z-0002GU	2009	22° 07' 57"	47° 41' 21"	Diária	Semestral
Araraquara – Urbano Gramado	Guarani	5C-504Z	(b)	1992	21° 47' 09"	48° 08' 59"	Mensal	(b)
Araraquara – Urbano Paiva	Guarani	5C-502Z	(b)	1978	21° 49' 08"	48° 09' 55"	Mensal	(b)
Araraquara – Urbano Penit.	Guarani	5C-503Z	(b)	1990	21° 45' 52"	48° 08' 07"	Mensal	(b)
Araraquara – Urbano S. Grande	Guarani	5C-501Z	(b)	1977	21° 48' 43"	48° 13' 30"	Mensal	(b)
Bofete	Guarani	5E-500Z	(b)	2009	23° 03' 52"	48° 11' 04"	Diária	(b)
Descalvado	Guarani	4C-500Z	Z-0006GU	2009	21° 54' 25"	47° 35' 17"	Diária	Semestral
Ribeirão Bonito	Guarani	5D-501Z	Z-0017GU	2009	22° 02' 27"	48° 16' 04"	Diária	Semestral
Santa Maria da Serra	Guarani	5D-500Z	Z-0018GU	2009	22° 32' 20"	48° 10' 56"	Diária	Semestral
Sta Rita Passa Quatro (CP1)	Guarani	4C-504Z	(b)	2006	21° 35' 14"	47° 34' 34"	Quinzenal	(b)
Sta Rita Passa Quatro (CP2)	Guarani	4C-505Z	(b)	2006	21° 34' 45"	47° 35' 18"	Quinzenal	(b)
Sta Rita Passa Quatro (PDG1)	Guarani	4C-501Z	Z-0019GU	2006	21° 35' 14"	47° 34' 33"	Quinzenal	Semestral
Sta Rita Passa Quatro (PDG2)	Guarani	4C-502Z	(b)	2006	21° 37' 14"	47° 38' 27"	Quinzenal	(b)
Sta Rita Passa Quatro (PDG3)	Guarani	4C-503Z	(b)	2006	21° 36' 36"	47° 37' 48"	Quinzenal	(b)
Assis – sede Vêncio	S. Geral	(a)	(b)	2011	24° 24' 33"	53° 43' 11"	Semanal	(b)

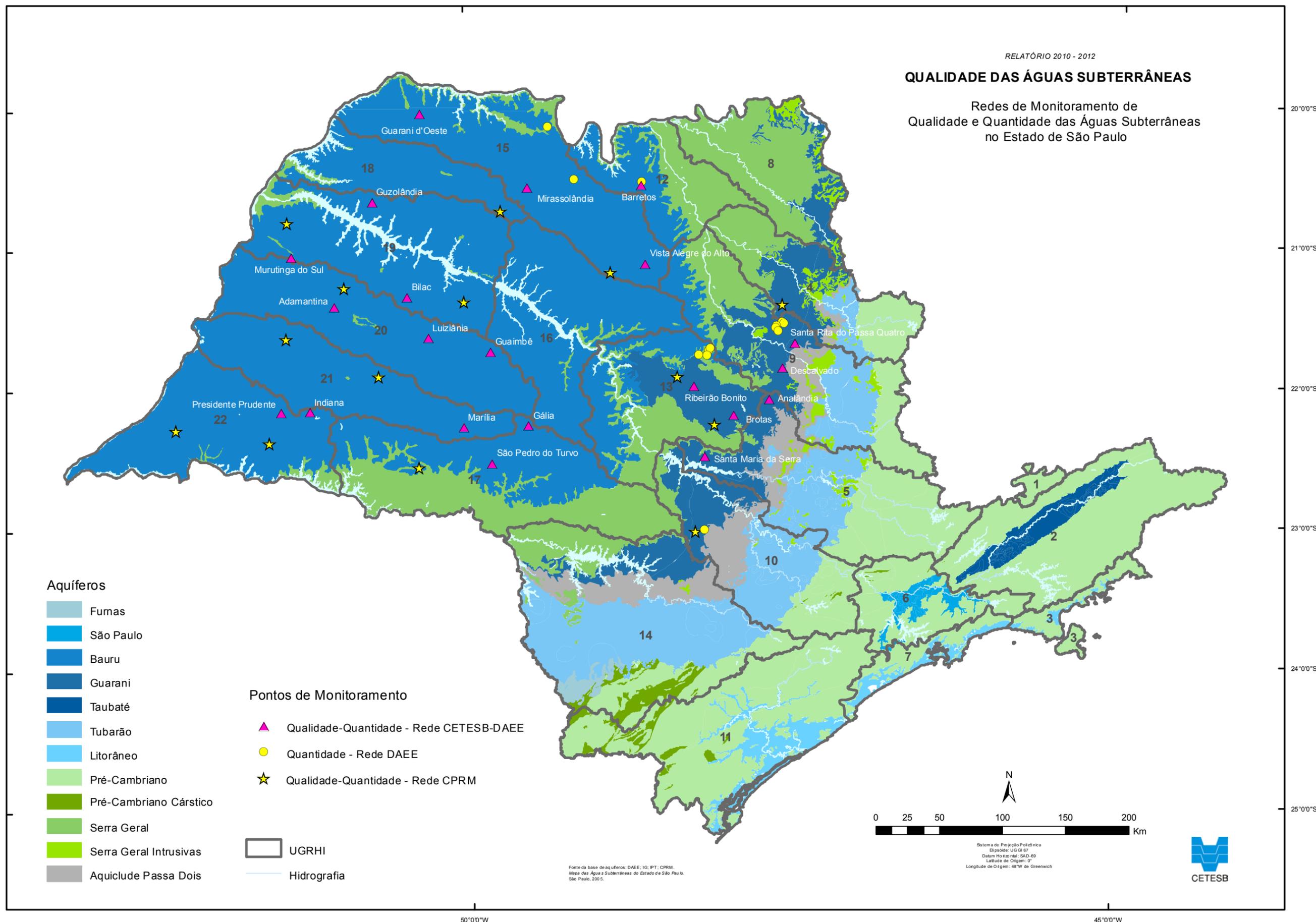
(a) As informações cadastrais básicas destes piezômetros ainda estão sendo compiladas

(b) Não é realizada amostragem para caracterização da qualidade

Tabela 2.2.2 – Rede Piezométrica da CPRM no Estado de São Paulo

Município	Sistema Aquífero	Prefixo CPRM	Latitude S	Longitude W
Andradina	Bauru	MNT/SP/AN01	20° 50' 38"	51° 21' 32"
Assis	Bauru	MNT/SP/AS01	22° 36' 22"	50° 22' 38"
Bastos	Bauru	MNT/SP/BS01	21° 57' 05"	50° 40' 42"
Flora Rica	Bauru	MNT/SP/FR01	21° 40' 30"	51° 23' 04"
Monte Aprazível	Bauru	MNT/SP/MA01	20° 46' 47"	49° 43' 55"
Narandiba	Bauru	MNT/SP/NB01	22° 24' 57"	51° 31' 36"
Penápolis	Bauru	MNT/SP/PN01	21° 25' 31"	50° 00' 58"
Pindorama	Bauru	MNT/SP/PD01	21° 13' 08"	48° 53' 52"
Teodoro Sampaio	Bauru	MNT/SP/TS01	22° 18' 41"	52° 14' 43"
Valparaíso	Bauru	MNT/SP/VP01	21° 19' 08"	50° 55' 55"
Boa Esperança do Sul	Guarani	MNT/SP/BE01	21° 58' 13"	48° 23' 30"
Bofete	Guarani	MNT/SP/BF01	23° 04' 46"	48° 15' 14"
Brotas	Guarani	MNT/SP/BT01	22° 18' 33"	48° 06' 25"
São Simão	Guarani	MNT/SP/SS01	21° 27' 09"	47° 35' 22"

Figura 2.2.1 – Poço piezométrico e pluviômetro



3 • Parâmetros, Padrões e Índices

3.1 Parâmetros de qualidade das águas subterrâneas

As características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas drenados e com o uso do solo. A qualidade da água subterrânea, portanto, é decorrente de processos físicos, químicos e biológicos que determinam uma grande variedade de substâncias presentes na água, decorrentes dos tipos litológicos e da atividade antropogênica, originária principalmente de cargas pontuais domésticas e industriais e de cargas difusas de origem urbana e rural.

Os parâmetros analisados para caracterização química e avaliação da qualidade da água subterrânea bruta no período de 2010 a 2012 foram:

Parâmetros Físicos: temperatura da água, sólidos dissolvidos totais e sólidos totais.

Parâmetros Químicos: pH, alcalinidade bicarbonato, alcalinidade carbonato, alcalinidade hidróxido, condutividade elétrica, dureza total, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio Kjeldhal total, carbono orgânico dissolvido, cloreto, fluoreto, sulfato e as concentrações totais de alumínio, arsênio, bário, berílio, boro, cádmio, cálcio, cobre, chumbo, cobalto, cromo, estanho, estrôncio, ferro, lítio, magnésio, manganês, níquel, potássio, sódio, titânio, vanádio e zinco.

Para os pontos localizados na UGRHI 6 – Alto Tietê, onde se insere a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, poço Roseira da UGRHI 2 e a nascente Paulínia da UGRHI 5 também foram determinados os compostos orgânicos voláteis, tendo em vista o histórico da industrialização. As análises ocorrem em amostras de 24 pontos de monitoramento (Anexo 1)

Para os pontos da Rede de Monitoramento de Qualidade localizados em áreas rurais ou próximos a elas e para os pontos da Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade foram também determinados alguns agrotóxicos legislados, conforme Anexo 2.

Parâmetros Microbiológicos: bactérias heterotróficas, *Escherichia coli*, coliformes totais e bacteriófagos F-específicos.

Atividade estrogênica: a partir de 2011 foi iniciada a avaliação dos interferentes endócrinos, por meio da determinação da atividade estrogênica. Interferentes endócrinos são compostos que possuem a capacidade de interferir na produção ou ação dos hormônios, podendo causar danos ao sistema reprodutor e imunológico de organismos superiores, especialmente organismos aquáticos. Estes compostos podem atingir os mananciais subterrâneos pela contaminação com esgoto doméstico ou pela percolação de pesticidas ou outros compostos aplicados no solo.

O uso da determinação de atividade estrogênica é uma ferramenta nova e promissora, mas ainda não existe um consenso sobre quais valores orientadores seriam mais seguros para a presença de interferentes endócrinos em águas naturais, embora compostos como o bisfenol A tenham sofrido restrições (inclusive sendo proibida no Brasil a comercialização de mamadeiras contendo este plastificante). No momento, a Europa discute o estabelecimento de critérios legislativos para os interferentes endócrinos e inúmeros trabalhos têm sido publicados sobre o assunto.

As metodologias analíticas utilizadas para determinação dos parâmetros descritos acima se encontram no Anexo 3.

3.2 Padrões de Qualidade

Do ponto de vista do controle de poluição das águas subterrâneas alguns instrumentos legais são utilizados para avaliar a evolução da sua qualidade.

A **Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 12/12/2011** (BRASIL, 2011), que substituiu a Portaria MS nº 518/04, estabelece os padrões de qualidade da água para o consumo humano, que são fixados com base em risco a saúde humana e, em alguns casos, em características organolépticas da água, conforme orientação da Organização Mundial da Saúde – OMS.

A **Lista de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas** (CETESB, 2005), que objetiva estabelecer critérios para proteção da qualidade dos solos e águas subterrâneas, foi publicada pela CETESB em 2001 e revisada e ampliada em 2005, sendo utilizada no gerenciamento de áreas contaminadas. Para as águas subterrâneas foram adotados apenas os valores de intervenção – VI, que indicam as concentrações máximas de determinadas substâncias acima das quais existe potencial de risco à saúde humana em um cenário genérico, enquanto para os solos foram também adotados os valores de referência de qualidade – VRQ e valores de prevenção – VP.

Os valores de intervenção para solos foram derivados a partir de modelo matemático de avaliação de risco à saúde humana (C-Soil). Para as águas subterrâneas, foram adotados como valores de intervenção os padrões de potabilidade, uma vez que foram definidos com base em risco à saúde humana, e os padrões de aceitação ao consumo humano da Portaria do Ministério da Saúde nº 1469/2000, em vigor à época.

Na lista de 2005, ampliada e revisada, os valores orientadores para manganês, etilbenzeno, tolueno e xileno, relacionados ao padrão de aceitação para consumo humano (Tabela 5 da Portaria MS nº 518/2004), foram substituídos pelas concentrações máximas definidas pela OMS com base em avaliação de risco a saúde humana¹ (WHO, 2004).

¹ Os valores orientadores para águas subterrâneas referentes a outras substâncias incluídas na listagem de 2005, que não constam da Portaria nº 2914/11, seguiram a mesma orientação ou foram calculados segundo a metodologia da OMS, adotando-se como peso corpóreo 70kg para uma pessoa adulta no Brasil (IBGE, 2004) e doses de máximo risco permitido calculadas por Baars *et al.* (2001). Adotou-se a fração de ingresso relativa à via consumo de água subterrânea igual a 10% e risco aceitável de câncer igual a 10^{-5} (um caso adicional de câncer a cada 100.000 pessoas) para as substâncias que apresentam, respectivamente, efeito não carcinogênico e efeito carcinogênico.

Em 2009, a **Resolução CONAMA nº 420 de 28/12/2009** publicou uma lista de valores orientadores para proteção da qualidade dos solos e águas subterrâneas visando o gerenciamento de áreas contaminadas em todo o Território Nacional. Os valores de intervenção do Estado de São Paulo, com algumas alterações, serviram de base para definição dos valores de investigação dessa lista.

Os valores de investigação para as substâncias alumínio, ferro e zinco da Resolução CONAMA foram calculados com base em risco a saúde humana, utilizando a metodologia da OMS, portanto, diferem de valores orientadores da lista paulista, baseados nos padrões de aceitação ao consumo humano da Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04, vigente na época.

A **Resolução CONAMA nº 396 de 03/04/2008**, que dispõe sobre a classificação e diretrizes para enquadramento das águas subterrâneas, definiu seis classes para enquadramento das águas subterrâneas segundo os usos preponderantes. As classes de água variam desde a qualidade mais protegida, Classe Especial, destinada à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e que contribuam para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial, até a Classe 5, de qualidade alterada por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não possuem requisitos de qualidade de uso. Foram estabelecidos valores máximos permitidos para as substâncias de interesse de forma a garantir água com qualidade adequada a cada uso específico.

Os valores de referência de qualidade para águas subterrâneas foram publicados no Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas 2004–2006, para cada um dos sistemas aquíferos do Estado de São Paulo (CETESB, 2007). Definiu-se como valor de referência para as substâncias inorgânicas o terceiro quartil (75%) da série de dados obtidos pela Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas no período de 1994 a 2006, expurgados aqueles resultados com valores superiores a soma da mediana e três vezes o desvio padrão (Tabela 3.2.1).

Esses valores devem ser considerados como valores-base (*background*) para o Estado de São Paulo, de forma a orientar ações de prevenção e controle de contaminação das águas subterrâneas.

Tabela 3.2.1 – Valores de Referência de Qualidade – VRQ das águas subterrâneas no Estado de São Paulo

Parâmetro	Unidade	Valor de Referência de Qualidade por Aquífero							VMP ^(a)
		Guarani	Bauru	Tubarão	Taubaté	São Paulo	Serra Geral	Pré-Cambriano	
pH	--	7,5	7,5	9,0	7,0	7,5	8,0	7,5	6,0-9,5 ^(b)
Temperatura	°C	28	26	26	26	26	26	24	--
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	160	240	410	145	160	170	240	--
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	120	200	375	155	150	145	190	1000
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	135	215	360	165	130	170	200	--
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	60	100	60	40	30	55	90	500
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	80	110	150	70	75	75	105	--
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	0	0	<2	0	0	0	<2	--
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	0	0	<2	0	0	0	<2	--
Alumínio Total	mg Al L ⁻¹	0,03	0,05	0,04	<0,15	0,04	0,04	0,07	0,2
Antimônio Total	mg Sb L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	--
Arsênio Total	mg As L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Bário Total	mg Ba L ⁻¹	0,08	0,25	0,08	0,10	0,15	0,08	0,08	0,7
Boro Total	mg B L ⁻¹	<0,03	<0,03	0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	--
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	5,5	8,5	6,5	5,0	3,5	6,0	4,5	--
Cálcio Total	mg Ca L ⁻¹	18,5	25	18,5	8,0	10	15,5	28,5	--
Cádmio Total	mg Cd L ⁻¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001	--	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	<0,01	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	<0,01	--
Cloreto Total	mg Cl L ⁻¹	1,5	5	10	1,5	1,5	1,5	5	250
Chumbo Total	mg Pb L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002	--	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Cobre Total	mg Cu L ⁻¹	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2
Cobalto Total	mg Co L ⁻¹	<0,01	<0,01	<0,01	--	<0,01	<0,01	<0,01	--
Cromo Total	mg Cr L ⁻¹	0,003	0,04	<0,001	<0,005	0,002	0,002	0,002	0,05
Ferro Total	mg Fe L ⁻¹	0,09	0,04	0,12	0,12	0,20	0,04	0,12	0,3
Fluoreto Total	mg F L ⁻¹	0,2	0,3	0,6	0,3	0,5	0,2	0,6	1,5
Magnésio Total	mg Mg L ⁻¹	3,5	8,0	4,0	1,0	2,5	4,0	5,5	--
Manganês Total	mg Mn L ⁻¹	0,01	<0,005	0,02	0,03	0,10	<0,005	0,03	0,1
Mercúrio Total	mg Hg L ⁻¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	0,3	1,5	0,2	0,02	0,2	0,5	0,4	10
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	0,005	<0,002	0,005	<0,001	<0,004	<0,002	0,005	0,1
Nitrogênio amoniacal	mg N L ⁻¹	0,005	0,04	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	1,25 ^(c)
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1	0,4	--
Níquel Total	mg Ni L ⁻¹	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	--
Potássio Total	mg K L ⁻¹	4,0	4,5	2,0	5,0	4,5	2,0	2,5	--
Selênio Total	mg Se L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002	--	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Sódio Total	mg Na L ⁻¹	7,0	15	25	20	20	14,5	14,5	200
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	<10	<10	20	<10	<10	<10	10	--
Vanádio Total	mg V L ⁻¹	<0,02	<0,02	<0,02	--	<0,02	<0,02	<0,02	0,05 ^(d)
Zinco Total	mg Zn L ⁻¹	<0,01	0,03	<0,01	0,02	0,02	0,02	<0,01	1,05 ^(e)

(a) VMP – valor máximo permitido, maioria definida pelo Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde;

(b) quanto ao pH, não se trata de um padrão, mas de recomendação de uma faixa de pH a ser mantida no sistema de distribuição de água para abastecimento;

(c) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹;

(d) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08; (e) VMP da Resolução CONAMA 420/09.

Devido à baixa concentração de algumas substâncias na água subterrânea, foi possível propor um único VRQ para todos os aquíferos (Tabela 3.2.2). O detalhamento da metodologia encontra-se em Barbour *et al.* (2006).

Tabela 3.2.2 – Proposta de Valores de Referência de Qualidade das Águas Subterrâneas

Substância	Valor de Referência de Qualidade para Água Subterrânea mg L ⁻¹
Antimônio	< 0,002
Arsênio	<0,002
Boro	<0,03
Cádmio	< 0,0001
Chumbo	< 0,002
Cobalto	<0,01
Cobre	<0,02
Merúrio	<0,0001
Níquel	<0,02
Selênio	<0,002

3.3 Indicadores

A Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas da CETESB é constituída basicamente por poços utilizados por concessionárias ou departamentos municipais responsáveis pelo abastecimento público de água.

A potabilidade das águas subterrâneas brutas é um dos indicadores de qualidade e qualquer desconformidade representa a necessidade de tratamentos adicionais da água, além da cloração, antes de ser distribuída para consumo humano. Sendo a Rede CETESB de Monitoramento de Qualidade formada por poços utilizados pelas concessionárias ou departamentos municipais responsáveis pelo abastecimento público de água, o indicador foi instituído em 2009.

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas representa o percentual das amostras de águas subterrâneas, considerando os parâmetros medidos nas duas campanhas semestrais da rede CETESB, em conformidade com o padrão de potabilidade para substâncias que representam risco à saúde e o padrão organoléptico, estabelecidos pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria MS nº 2914/2011.

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas foi calculado para as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHs, para os aquíferos e para o Estado de São Paulo.

O indicador possui três classes para classificação de qualidade das águas: ruim (0 – 33%), regular (33,1 – 67%) e boa (67,1 – 100%).

4 • Qualidade dos Aquíferos

As características dos aquíferos sedimentares e fraturados monitorados pela Rede CETESB são descritas sucintamente por meio das informações contidas no Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (DAEE *et al.*, 2005).

A caracterização hidroquímica dos aquíferos é realizada por meio da síntese dos resultados do monitoramento no período de 2010 a 2012, com a descrição estatística das concentrações máxima e mínima, a mediana e o 3º quartil de cada parâmetro, e da classificação das águas quanto ao íon dominante, realizada a partir de diagramas de Piper.

Os resultados analíticos do período serão disponibilizados no endereço eletrônico da CETESB a partir de maio de 2013.

4.1 Aquífero Bauru

O Aquífero Bauru é constituído pelas rochas dos Grupos Bauru e Caiuá; cuja sedimentação ocorreu em condições essencialmente desérticas e em condições de clima semi-árido com presença de água, conferindo-lhe heterogeneidade litológica. É constituído por arenitos, arenitos argilosos e siltitos, com ou sem cimentação carbonática, e caracteriza-se como uma unidade hidrogeológica sedimentar, permeável por porosidade granular que ocorre de forma livre a localmente semi-confinada a confinada em quase toda a porção oeste do Estado de São Paulo. Abrange totalmente as UGRHI 15, 18, 19, 20, 21 e 22 e parte das UGRHI 4, 8, 12, 13, 16 e 17, destacando-se assim, como um importante manancial.

Apresenta espessura média saturada de 75 m, atingindo entre 150 a 200 m na região de São José do Rio Preto e Presidente Prudente e de 300 m no Planalto Residual de Marília, condicionada pela morfologia da superfície e pelo substrato rochoso representado pelos basaltos da Formação Serra Geral.

Sendo um aquífero freático, a recarga é feita diretamente pela precipitação pluvial e o fluxo regional da água subterrânea se dá em direção às drenagens principais dos rios Turvo, São José dos Dourados, Tietê, Aguapeí, Peixe e Santo Anastácio, Paraná e Paranapanema. A vazão explorável varia de 10 até 120 m³ h⁻¹, com zonas de potencial mais elevado localizadas ao longo do rio Paraná e no Pontal do Paranapanema.

A Tabela 4.1.1, referente à síntese dos resultados de qualidade das águas do Aquífero Bauru no triênio 2010 a 2012, mostra de um modo geral que essas águas apresentaram distinções de suas características encontrando-se variação dos resultados para pH, dureza, condutividade e sódio. Também foram encontradas concentrações pontuais excessivas em desconformidade com os padrões para crômio e nitrato e, secundariamente, de bário, alumínio e ferro.

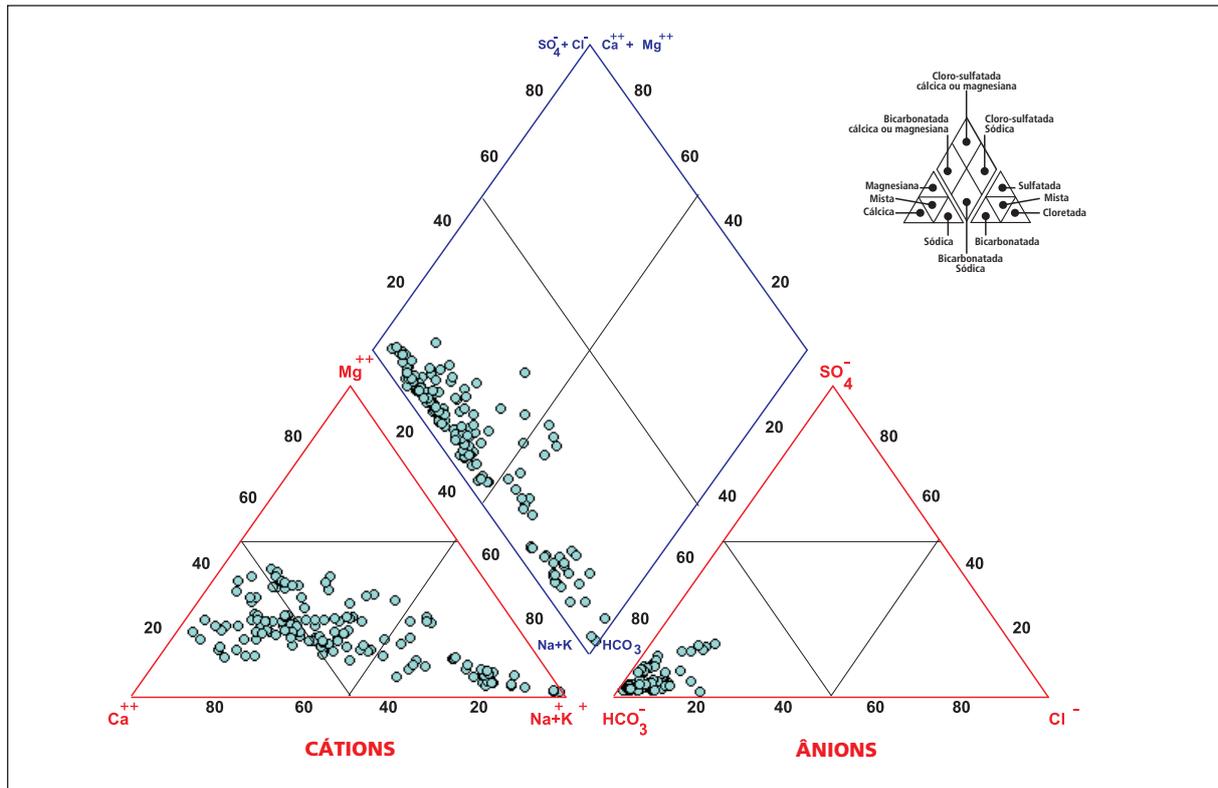
Tabela 4.1.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Bauru no período 2010 a 2012

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Bauru (75 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	5	9,4	7	7,1
Temperatura	°C	--	18	32,5	25	26
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	27	628	201	252
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	32	504	150	184
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	36	562	164	203,5
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	1,23	321	69,22	101,5
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	3	268	83	105
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	78	<2	<2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	<2	<2	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	<1	3	<1	1
Alumínio	mg Al L ⁻¹	0,2 ¹	<0,01	0,325	<0,01	<0,02
Arsênio	mg As L ⁻¹	0,01 ¹	<0,001	<0,005	--	--
Bário	mg Ba L ⁻¹	0,7 ¹	<0,005	0,972	0,15	0,24
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ¹	0,007	0,372	<0,1	<0,1
Cádmio	mg Cd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	0,082	98,6	18,9	27,6
Chumbo	mg Pb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,001	0,0875	<0,005	<0,005
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ¹	0,18	44,61	2,25	5,2
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	<0,005	0,066	<0,005	0,006
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	<0,002	0,094	0,017	0,03
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Estrôncio	mg Sr L ⁻¹	--	0,0114	3,22	0,185	0,4363
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,005	4,72	<0,02	<0,02
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	<0,02	1,57	0,13	0,22
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	<0,003	0,022	<0,01	0,01
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	<0,05	24,1	5,37	8,14
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,003	0,03	<0,02	<0,02
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0002	<0,0006	<0,0005	<0,0006
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,07 ¹	<0,001	0,013	<0,005	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	<0,03	19	2,07	4,445
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,001	0,61	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^{1a}	<0,05	0,18	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	<0,3	1,81	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	0,085	10,9	4,02	5,6
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	<0,1	73,4	9,26	17,3
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	0,11	16,5	<2	<2
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	<0,002	0,017	<0,005	<0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	0,0015	0,123	<0,01	0,02
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	<0,005	0,84	<0,02	0,04
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	0	1600	2	8
Coliformes Totais	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	presente em 5 das 354 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	presente em 2 das 354 amostras		ausente	ausente

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

A Figura 4.1.1 apresenta a classificação das águas subterrâneas, segundo o Diagrama de Piper, e mostra que as águas do Aquífero Bauru pertencem a dois tipos hidroquímicos, as bicarbonatadas cálcicas e cálcio-magnesianas, que predominam, e as bicarbonatadas sódicas secundariamente. O domínio das águas bicarbonatadas cálcicas e calco-magnesianas foi similar ao encontrado por Campos (1993) e Barison (2003).

Figura 4.1.1 – Classificação das águas do Aquífero Bauru, segundo o Diagrama de Piper



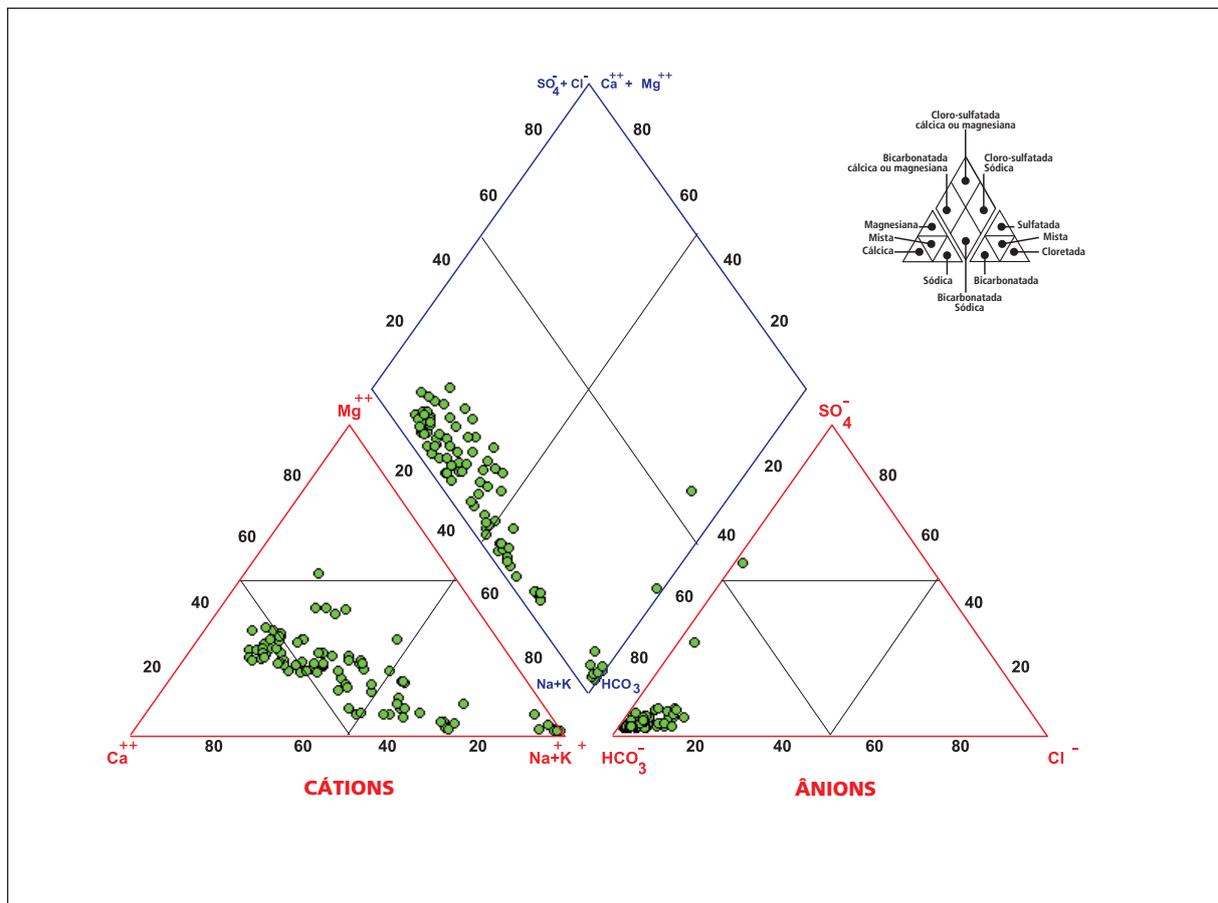
4.2 Aquífero Serra Geral

O Aquífero Serra Geral é unidade hidrogeológica fraturada, constituído pelos basaltos da Formação Serra Geral, originados a partir de intensa atividade vulcânica. Tem extensão regional, porém com condições aquíferas distintas, determinadas pelas discontinuidades; é subjacente ao Aquífero Bauru e recobre o Guarani.

Aflora numa extensão de cerca de 20.000 Km², estendendo-se por toda a região oeste e central do Estado; onde são encontrados importantes municípios como Ourinhos, São Carlos, Sertãozinho, Ribeirão Preto, São Joaquim da Barra e Franca. Sua espessura varia desde poucos metros, aumentando para oeste, até 2.000 metros. A recarga para esse aquífero se dá por meio de precipitação pluvial sobre solos basálticos, que atinge as zonas de alteração e fissuras da rocha matriz. Por se constituir em aquífero fissurado, sua potencialidade relaciona-se à densidade de fraturamento, grau de alteração dos horizontes vesiculares, sistemas de alimentação e inter-relação com outros aquíferos, não podendo ser aferida pelos parâmetros característicos dos aquíferos granulares.

O Diagrama de Piper, Figura 4.2.1, indica que as águas desse aquífero são preponderantemente bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e, secundariamente, bicarbonatadas sódicas.

Figura 4.2.1 – Classificação das águas do Aquífero Serra Geral, segundo o Diagrama de Piper



Os resultados da qualidade das águas desse aquífero obtidos para o triênio 2010 a 2012, apresentados na Tabela 4.2.1, mostram de modo geral águas pouco mineralizadas. Para os elementos alumínio, boro e chumbo as concentrações máximas ultrapassaram os valores máximos permitidos. Também foram encontradas pontualmente concentrações de nitrato acima do valor de prevenção da CETESB de 5 mg N L⁻¹.

Tabela 4.2.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Serra Geral no período 2010 a 2012

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Serra Geral (28 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	4,6	10,2	7	7,1
Temperatura	°C	--	19	31,1	25	26,5
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$	--	5	477	138	200
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L^{-1}	1000 ¹	<1	326	117	158
Sólidos Totais	mg L^{-1}	--	<1	334	133	180
Dureza Total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 ¹	<0,32	152	33,5	56
Alcalinidade Bicarbonato	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	--	<2	150	60	77
Alcalinidade Carbonato	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	--	0	138	0	2
Alcalinidade Hidróxido	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	--	0	<2	0	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L^{-1}	--	<1	18,9	<1	<1
Alumínio	mg Al L^{-1}	0,2 ¹	<0,001	0,412	0,013	0,02
Arsênio	mg As L^{-1}	0,01 ¹	<0,001	0,0051	--	--
Bário	mg Ba L^{-1}	0,7 ¹	0,00178	0,336	0,0179	0,04548
Berílio	mg Be L^{-1}	4 ⁴	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg B L^{-1}	0,5 ²	<0,003	0,591	<0,1	<0,1
Cádmio	mg Cd L^{-1}	0,005 ¹	<0,00001	<0,003	<0,003	<0,003
Cálcio	mg Ca L^{-1}	--	<0,05	43,1	10,8	16,3
Chumbo	mg Pb L^{-1}	0,01 ¹	<0,0005	0,0184	<0,005	<0,005
Cloreto	mg Cl L^{-1}	250 ¹	<0,03	12,1	1,2	2,5
Cobre	mg Cu L^{-1}	2 ¹	<0,0004	0,154	<0,005	<0,005
Crômio	mg Cr L^{-1}	0,05 ¹	<0,0001	0,0484	<0,003	0,003
Estanho	mg Sn L^{-1}	--	<0,004	<0,05	<0,05	<0,05
Estrôncio	mg Sr L^{-1}	--	<0,00002	0,799	0,075	0,127
Ferro	mg Fe L^{-1}	0,3 ¹	<0,00006	1,08	<0,02	<0,02
Fluoreto	mg F L^{-1}	1,5 ¹	<0,01	0,82	0,11	0,18
Lítio	mg Li L^{-1}	--	<0,00002	0,032	<0,01	<0,01
Magnésio	mg Mg L^{-1}	--	<0,05	13,2	2,81	4,32
Manganês	mg Mn L^{-1}	0,1 ¹	<0,00004	<0,03	<0,02	<0,02
Mercúrio	mg Hg L^{-1}	0,001 ¹	<0,0001	<0,0006	<0,0005	<0,0006
Níquel	mg Ni L^{-1}	0,07 ¹	<0,0003	<0,02	<0,005	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L^{-1}	10 ¹	<0,03	8,2	0,485	1,46
Nitrogênio Nitrito	mg N L^{-1}	1 ¹	<0,001	<0,1	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L^{-1}	1,25 ^{1a}	<0,01	0,3	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L^{-1}	--	<0,05	3	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L^{-1}	--	0,061	7,47	1,04	2,30
Sódio	mg Na L^{-1}	200 ¹	<0,1	124	8,21	25,8
Sulfato	$\text{mg SO}_4 \text{ L}^{-1}$	250 ¹	<0,2	66,42	<2	<2
Titânio	mg Ti L^{-1}	-	<0,001	0,0434	<0,005	<0,005
Vanádio	mg V L^{-1}	0,05 ⁴	<0,0002	0,122	0,0125	0,023
Zinco	mg Zn L^{-1}	1,05 ³	<0,00008	0,492	0,02	0,042
Bactérias Heterotróficas	UFC mL^{-1}	500 ¹	0	3500	2	17
Coliformes Totais	P/A 100 mL^{-1}	Ausente ¹	presente em 2 das 162 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100 mL^{-1}	Ausente ¹	ausente		ausente	ausente

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 $\text{mg NH}_3 \text{ L}^{-1}$) expresso em mg N L^{-1} .

4.3 Aquífero Guarani

O Aquífero Guarani é o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo. Está localizado na região centro-leste da América do Sul, abrangendo no território brasileiro os Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No Estado de São Paulo, ocorre em 76% do território, sendo sua área de afloramento cerca de 16.000 Km², inserida na Depressão Periférica.

É um aquífero granular, homogêneo e regionalmente livre a predominantemente confinado, composto por arenitos de granulação média a fina, depositados em ambiente fluvio-lacustre e eólico, que constituem a Formação Pirambóia, e pelos arenitos eólicos da Formação Botucatu, com granulação média a fina, muito bem selecionada e com alto grau de esfericidade.

A sua espessura varia de aproximadamente 100 m, na área aflorante, até mais de 400 m nas áreas centrais da Bacia, onde as rochas sedimentares encontram-se confinadas pelos espessos derrames basálticos da Formação Serra Geral.

A recarga do Aquífero Guarani ocorre principalmente nas áreas de afloramento, atravessada pelos Rios Tietê, Piracicaba, Mogi-Guaçu, Pardo e Paranapanema, além de outros de menor vazão, como os Rios do Peixe e São José dos Dourados. As zonas de fissuras dos basaltos da Formação Serra Geral, que confinam o Guarani na parte oeste do Estado, também contribuem para essa recarga.

Possui fluxo geral para oeste e vazões exploráveis de 20 a 40 m³ h⁻¹ e de 40 a 80 m³ h⁻¹ na porção livre desse aquífero. Na porção confinada essas vazões aumentam de leste para oeste, apresentando valores de 80 a 120 m³ h⁻¹, 120 a 250 m³ h⁻¹ e 250 a 360 m³ h⁻¹ na porção confinada.

Os dados apresentados na Tabela 4.3.1 mostram para o Aquífero Guarani águas fracamente salinas, com variação de resultados para pH, cloreto e sódio, assim como para a temperatura, cujos maiores valores estão relacionados à sua parte confinada.

Para os elementos zinco e boro as concentrações máximas determinadas ultrapassaram o VMP estabelecido para esses elementos, em apenas uma campanha para o zinco, na UGRHI 8, em sua porção livre, e em uma campanha para o boro na UGRHI 17 em sua porção confinada.

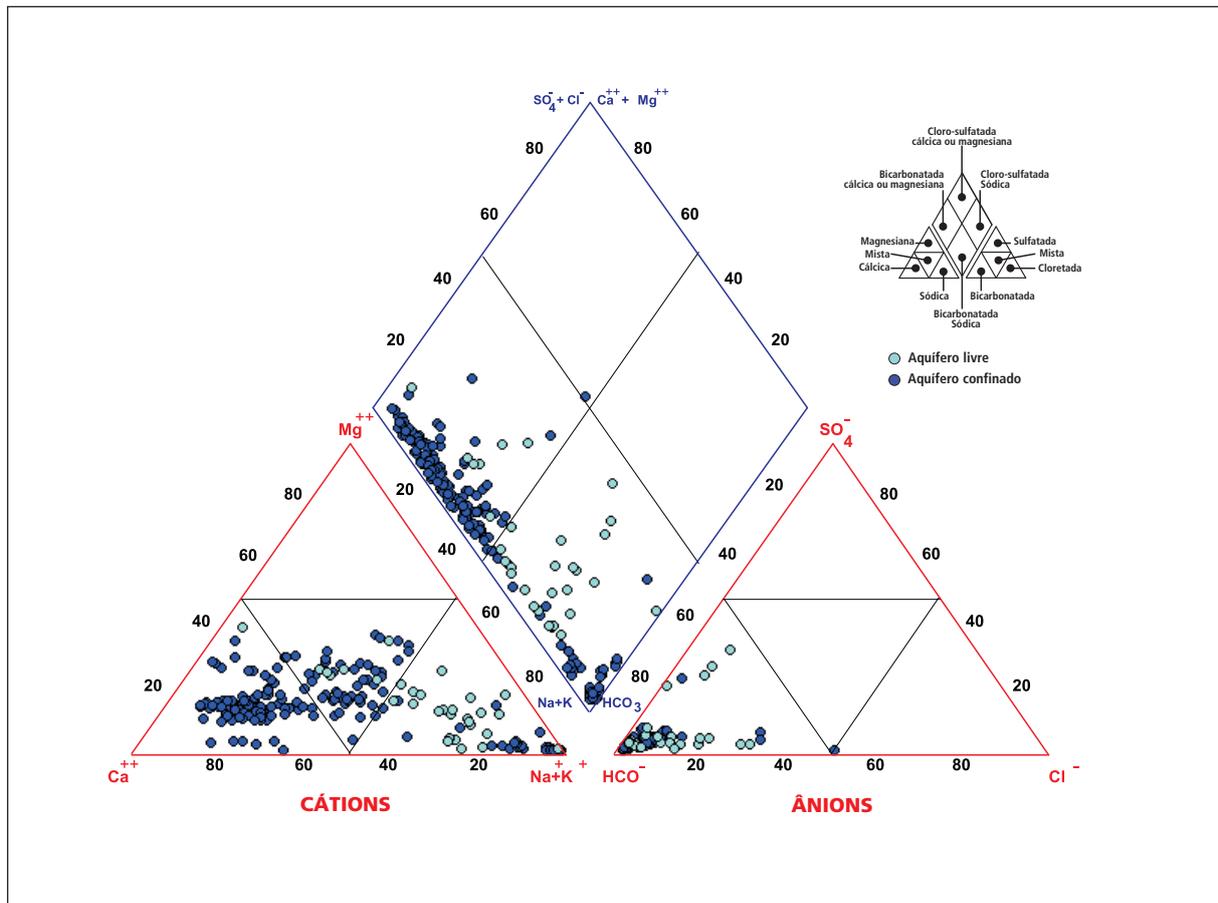
Segundo a classificação dada pelo Diagrama de Piper, as águas do Aquífero Guarani são predominantemente bicarbonatadas cálcicas ou bicarbonatadas mistas e, secundariamente, bicarbonatadas sódicas, conforme Figura 4.3.1. Observa-se também a presença de água classificada como clorossulfatada cálcica ou magnésiana.

Tabela 4.3.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Guarani no período 2010 a 2012

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Guarani (54 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	4,5	10,0	6,8	7,5
Temperatura	°C	--	19,0	46,0	26,6	30,0
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	10,7	740	133	181
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	32	324	90	122
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	37	376	103	146
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	< 0,32	160	22	62,2
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	7,00	155	59	86
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	202	0	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	< 2	0	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	< 1	9,34	< 1	< 1
Alumínio	mg Al L ⁻¹	0,2 ¹	< 0,001	0,42	0,012	< 0,02
Arsênio	mg As L ⁻¹	0,01 ¹	< 0,001	< 0,005	--	--
Bário	mg Ba L ⁻¹	0,7 ¹	0,00184	0,87	0,023	0,043
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	< 0,0003	0,655	< 0,1	< 0,1
Cádmio	mg Cd L ⁻¹	0,005 ¹	< 0,003	0,0034	< 0,003	< 0,003
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	< 0,05	53,8	6,61	19,0
Chumbo	mg Pb L ⁻¹	0,01 ¹	< 0,0005	0,0194	< 0,005	< 0,005
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ¹	0,1	17,9	0,515	1
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	0,0031	0,395	< 0,005	0,0063
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	0,0005	0,04	< 0,003	0,0035
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	< 0,004	0,05	< 0,05	< 0,05
Estrôncio	mg Sr L ⁻¹	--	0,00109	0,97	0,06	0,134
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	< 0,001	1,25	< 0,02	< 0,02
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,01	1,2	0,1	0,12
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	0,00002	0,032	< 0,01	< 0,01
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	< 0,02	7,51	1,58	2,98
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	< 0,0002	1,68	< 0,02	< 0,02
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,07 ¹	< 0,005	< 0,017	< 0,005	< 0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	< 0,03	7,16	0,2	0,285
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	< 0,001	0,1	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^{1a}	< 0,05	0,5	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	< 0,09	0,87	< 0,5	< 0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	< 0,1	75,5	3,12	4,98
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	< 0,1	109	4,69	14,6
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	0,09	13,9	< 1	< 2
Titânio	mg Ti L ⁻¹	--	< 0,001	0,05	< 0,005	< 0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	< 0,0002	0,0755	< 0,01	0,0114
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	< 0,00008	3,17	< 0,02	0,0385
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	0	> 5700	< 1	6
Coliformes Totais	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	presente em 1 das 248 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	ausente		ausente	ausente

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Figura 4.3.1 – Classificação das águas do Aquífero Guarani, segundo o Diagrama de Piper



4.4 Aquífero Tubarão

O Aquífero Tubarão tem sua porção aflorante localizada no centro leste do Estado, envolvendo parte das UGHRIs 4, 5, 9, 10 e 14, região de grande importância socioeconômica, da qual esse aquífero é um importante manancial.

É constituído por rochas que datam do Carbonífero Superior, depositadas em ambiente glacial continental, fluvial e lacustre, com ingressões marinhas e também em ambiente marinho raso, variações que o torna um aquífero extremamente heterogêneo e de difícil definição dos parâmetros hidrogeológicos. Apresenta também variações locais de vazão explorável, com faixas de 0 a 40 m³ h⁻¹ e predominância de 0 a 10 m³ h⁻¹.

A Tabela 4.4.1 apresenta a síntese dos resultados obtidos do período 2010 a 2012 e mostra que as águas do Aquífero Tubarão variam de doces a fracamente salinas, sendo que nesse triênio o pH variou de 5,9 a 9,7. Os elementos para os quais foram detectadas desconformidades são boro, chumbo, ferro, fluoreto, manganês e sódio.

O Aquífero Tubarão apresentou os resultados mais elevados de sulfato em comparação com os demais aquíferos, em especial nos pontos dos municípios Capela do Alto, Cesário Lange e Limeira. Resultados um pouco acima do 3º quartil também foram verificados nos pontos de Monte Mor, Rafard, Pirassununga, Tatuí e Iperó.

Tabela 4.4.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Tubarão no período 2010 a 2012

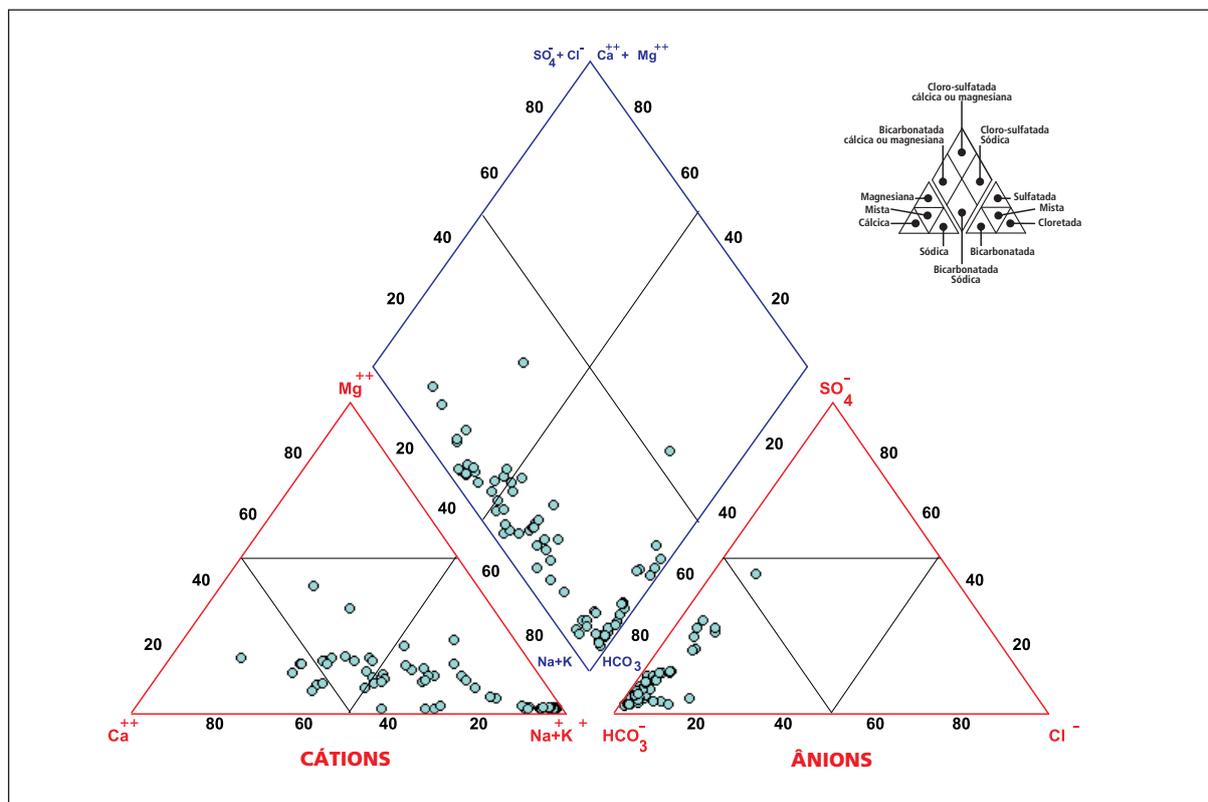
Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Tubarão (19 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	5,9	9,7	8,1	9,0
Temperatura	°C	--	18,2	39,0	24,5	26,0
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	8,9	968	215	307
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	<50	600	151	219
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	<50	612	166	231
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	<0,32	123	12,3	41,2
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<20	311	91	125
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	91	<10	20
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	<2	<2	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	<1	24,8	1,15	5,08
Alumínio	mg Al L ⁻¹	0,2 ¹	<0,001	0,504	<0,01	0,04
Arsênio	mg As L ⁻¹	0,01 ¹	<0,001	0,005	--	--
Bário	mg Ba L ⁻¹	0,7 ¹	0,00348	0,6088	0,0206	0,0491
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	<0,001	<0,01	<0,001	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ¹	<0,0003	0,865	0,055	<0,1
Cádmio	mg Cd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,00004	<0,003	<0,001	<0,003
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	<0,05	36,5	4,175	13,875
Chumbo	mg Pb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,0005	0,0571	<0,005	<0,005
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ¹	0,08	24,8	<1,0	2,83
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	<0,0004	0,2721	<0,005	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	<0,0001	<0,02	<0,003	<0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	<0,004	0,163	<0,05	<0,05
Estrôncio	mg Sr L ⁻¹	--	<0,005	0,781	0,084	0,170
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,00006	2,38	0,019	0,029
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	<0,01	2,5	<0,1	0,26
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	<0,00002	0,046	<0,01	0,014
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	<0,001	7,84	0,372	2,365
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,00004	0,77452	<0,01	<0,02
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0001	<0,0006	<0,0002	<0,0002
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,07 ¹	<0,00002	<0,02	<0,003	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	<0,01	0,73	<0,2	0,23
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,006	<0,1	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^{1a}	<0,05	0,5	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	<0,05	1,0	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	0,077	3,41	0,667	2,39
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	<0,1	264,6	26,45	66,8
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<0,5	160	6,5	12,0
Titânio	mg Ti L ⁻¹	--	<0,001	0,056	<0,003	0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	<0,0002	<0,03	<0,003	<0,01
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	<0,00008	0,2827	<0,02	0,0212
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	ausente	4400	2	7
Coliformes Totais	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	presente em 11 das 113 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	presente em 1 das 113 amostras		ausente	ausente

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

As concentrações mais elevadas de fluoretos nos poços do Aquífero Tubarão, encontrados nas UGRHIs 9, 10 e 14, de um modo geral podem ser atribuídas às condições naturais conforme descrito por Hypolito *et al.* (2010).

As águas desse aquífero apresentam-se preponderantemente como bicarbonatadas sódicas e, subordinadamente, como bicarbonatadas cálcicas e cloro-sulfatadas sódicas (Figura 4.4.1).

Figura 4.4.1 – Classificação das águas do Aquífero Tubarão, segundo o Diagrama de Piper



4.5 Aquífero Pré-Cambriano

O Aquífero Pré-Cambriano é um aquífero fraturado que aflora na porção leste do Estado, cobrindo uma área de aproximadamente 57.000 km², correspondente a parte das UGRHI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 e 14, onde estão instalados grandes centros urbanos como as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Sorocaba. É constituído por rochas pré-cambrianas (Cristalino) denominadas de ígneas e metamórficas tais como, granitos, gnaisses, mármore, filitos, xistos, etc.

O potencial hídrico destas rochas é limitado à ocorrência de camadas de rochas alteradas e de zonas de fissura, que propiciam a percolação e acúmulo da água subterrânea, o que resulta em grande variação das condições de produção com valores extremos entre 0 e 50 m³ h⁻¹, com média de 7 m³ h⁻¹.

A Tabela 4.5.1 mostra que, de um modo geral, as águas desse aquífero são pouco salinizadas e apresentam as menores temperaturas dentre os aquíferos monitorados. Como o Aquífero Tubarão, verificam-se pontos com concentrações elevadas de sulfato, fluoreto e sódio, caso de Santo Antonio da Posse e Amparo.

Tabela 4.5.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Pré-Cambriano no período 2010 a 2012

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Pré-Cambriano (53 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	4,7	9,6	6,9	7,4
Temperatura	°C	--	16,9	29	22,5	23,8
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	17,8	666	179	236
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	34	446	125	174
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	36	476	144	194
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	0,34	199	45,4	77,5
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0,33	193	72	100,5
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	24,6	<2	<2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	<10	<2	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	<1	26,2	1,3	3,4
Alumínio	mg Al L ⁻¹	0,2 ¹	<0,001	0,33	<0,01	0,056
Arsênio	mg As L ⁻¹	0,01 ¹	<0,0003	0,045	--	--
Bário	mg Ba L ⁻¹	0,7 ¹	<0,00004	0,6098	0,0233	0,0526
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	<0,001	<0,1	<0,001	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ¹	<0,0003	0,337	0,034	<0,1
Cádmio	mg Cd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,00002	<0,003	<0,001	<0,003
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	0,063	54,9	13,38	23,2
Chumbo	mg Pb L ⁻¹	0,01 ¹	0,0004	0,028	<0,005	<0,005
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ¹	0,25	64	3,33	5,13
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	<0,0004	0,44	<0,005	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	<0,0001	0,0311	<0,003	<0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	0,001	<0,05	<0,05	<0,05
Estrôncio	mg Sr L ⁻¹	--	<0,00002	1,462	0,107	0,194
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,00006	10,6	0,02	0,088
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,08	16	0,25	0,5
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	<0,00002	0,5254	0,01	0,0153
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	<0,001	23,6	2,7	5,31
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,00004	0,527	<0,02	0,0378
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0001	<0,0006	<0,0002	<0,0002
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,07 ¹	<0,0003	0,011	<0,003	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	<0,01	11,7	0,25	0,9
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,006	<0,1	<0,01	<0,02
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^{1a}	<0,01	<1	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	<0,05	1,12	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	<0,1	17	2	2,75
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	1,18	104,6	13,5	18,8
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<0,1	148	5,1	10
Titânio	mg Ti L ⁻¹	--	<0,0001	0,032	<0,003	<0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	0,0002	0,017	<0,003	<0,01
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	<0,00008	1,26	<0,02	0,024
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	0	5700	5	27
Coliformes Totais	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	Presente em 30 das 284 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	Presente em 5 das 285 amostras		ausente	ausente

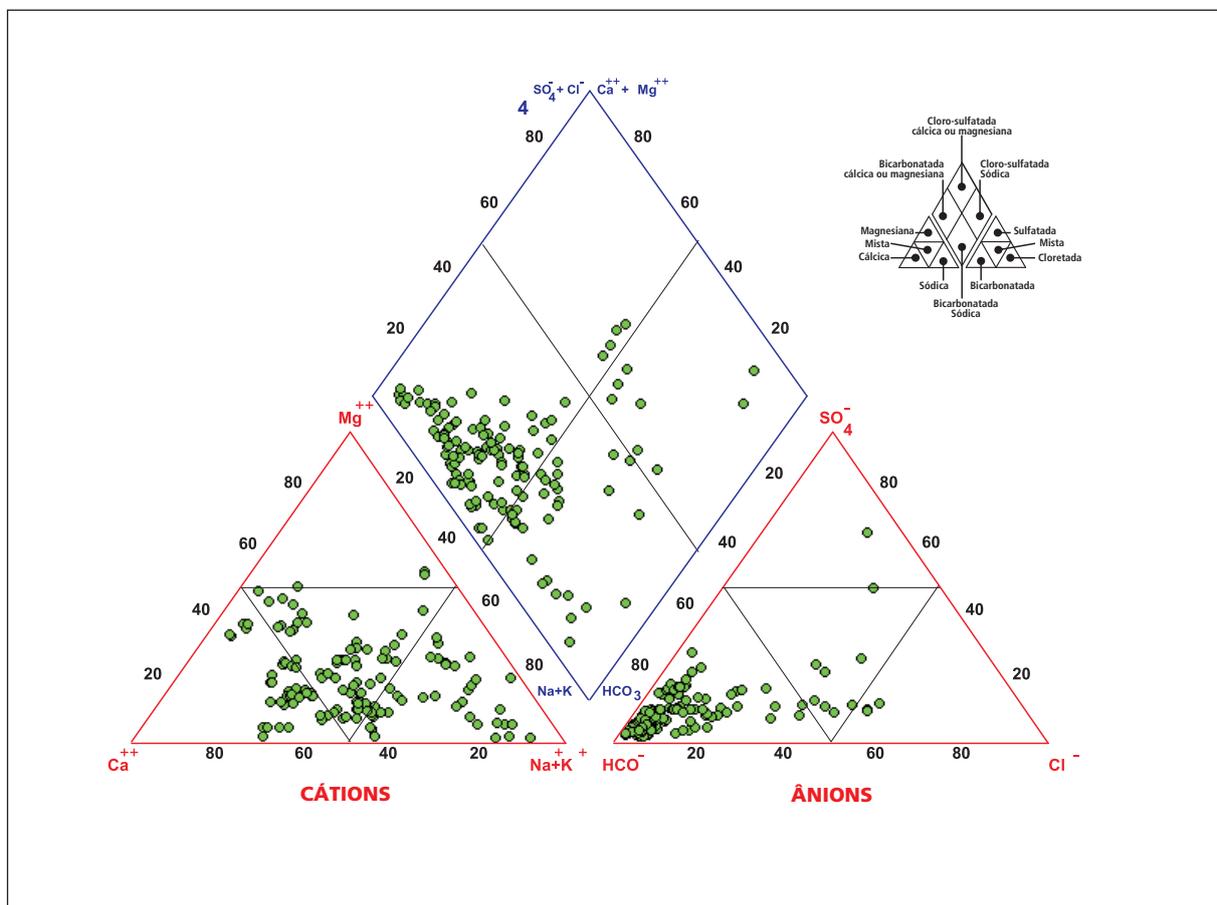
VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Em comparação com o panorama apresentado pelo triênio anterior, os valores apresentam-se semelhantes, com exceção do crômio, cuja concentração máxima quantificada ficou abaixo do valor máximo permitido. Por outro lado, esse aquífero apresenta o maior número de parâmetros com resultados desconformes, quando comparado aos demais. São encontradas concentrações elevadas para alumínio, arsênio, chumbo, ferro, fluoreto, manganês, nitrato e zinco.

As concentrações elevadas de fluoretos, de um modo geral podem ser atribuídas às suas características geológicas, conforme descrito por Hypolito *et al.* (2010).

A Figura 4.5.1 mostra a predominância nesse aquífero de águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e, subordinadamente bicarbonatadas sódicas. Também ocorrem águas cloro-sulfatadas sódicas e cloro-sulfatadas cálcicas ou magnesianas.

Figura 4.5.1 – Classificação das águas do Aquífero Pré-Cambriano, segundo o Diagrama de Piper



4.6 Aquífero Taubaté

O Aquífero Taubaté é composto por sedimentos terciários que afloram em extensa área com cerca de 2.340 km², no Vale do Rio Paraíba do Sul, porção leste do Estado denominada Bacia de Taubaté. A região é um importante eixo econômico entre São Paulo e Rio de Janeiro, abrangendo cidades de médio a grande porte como São José dos Campos, Jacareí, Taubaté e Aparecida (DAEE *et al.*, 2005).

É um aquífero com uma variada composição litológica, do tipo multicamadas com alternância de camadas arenosas ou aquíferas, fácies fluvial, argilosas ou confinantes, fácies lacustres ou planícies de inundação. Ocorre principalmente de forma livre, ou pouco confinada (DAEE *et al.*, 2005)

As vazões exploráveis variam de 40 a 80 m³ h⁻¹ e de 80 a 120 m³ h⁻¹, mas vazões menos favoráveis, inferiores a 10 m³ h⁻¹, ocorrem onde há predominância de argilitos e folhelhos com características de aquíclode, localizados entre os municípios de Taubaté e Pindamonhangaba.

A síntese dos resultados do monitoramento de 2010 a 2012 encontram-se na Tabela 4.6.1, mostrando águas de baixo teor de sais dissolvidos, nitratos, fluoretos, cloretos e sulfatos. Ferro e manganês foram os únicos elementos que apresentaram concentração acima do valor máximo permitido, além parâmetros microbiológicos, coliformes totais e bactérias heterotróficas.

As águas do Aquífero Taubaté podem ser classificadas, pelo Diagrama de Piper, como águas predominantemente bicarbonatadas sódicas e, secundariamente bicarbonatadas cálcicas (Figura 4.6.1).

Figura 4.6.1 – Classificação das águas subterrâneas do Aquífero Taubaté, segundo o Diagrama de Piper

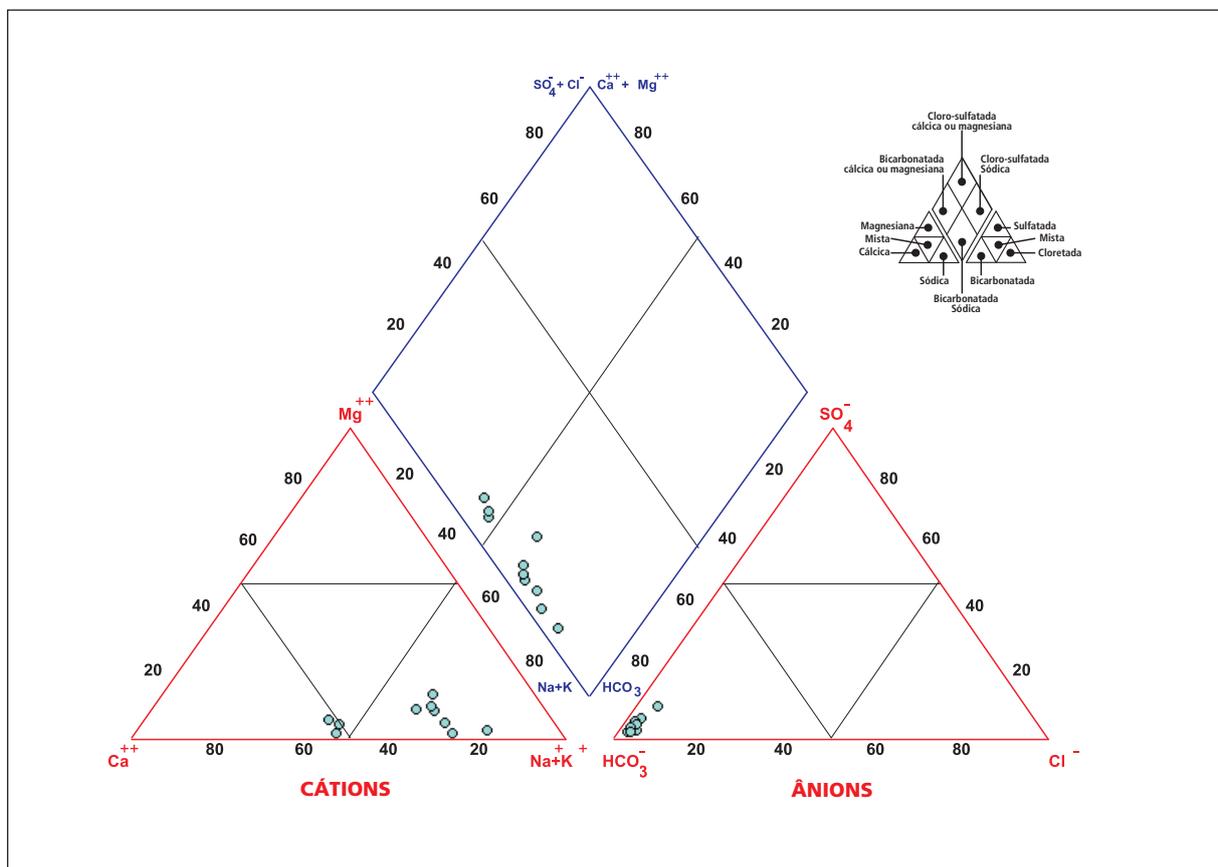


Tabela 4.6.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Taubaté no período 2010 a 2012

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Taubaté (6 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	5,83	7,7	6,99	7,45
Temperatura	°C	--	20	28,2	26	27
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	58	274	159	195
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	<50	142	80	94
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	<50	156	100	117
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	8,09	142,34	26,1	49,2
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	30	178	86	111
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	<1	15,6	2	4,6
Alumínio	mg Al L ⁻¹	0,2 ¹	<0,001	0,11	<0,01	<0,03
Arsênio	mg As L ⁻¹	0,01 ¹	0,001	0,0051	--	--
Bário	mg Ba L ⁻¹	0,7 ¹	0,0294	0,45717	0,0446	0,0935
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	<0,0003	<0,1	0,033	0,07
Cádmio	mg Cd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,00004	<0,003	<0,0007	<0,001
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	2,7	42,8	8,84	18,4
Chumbo	mg Pb L ⁻¹	0,01 ¹	0,0004	0,007	<0,005	<0,005
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ¹	0,57	7,8	<1	1,36
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	<0,0004	0,025	0,0042	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	<0,0001	<0,003	<0,001	<0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	<0,004	<0,05	<0,01	<0,05
Estrôncio	mg Sr L ⁻¹	--	0,0364	0,9236	0,114	0,22
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,00006	3,88	0,047	0,068
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,04	0,9	0,2	0,37
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	<0,00002	0,025	<0,0007	0,0094
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	0,067	8,8	0,8	2,1
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,0004	0,118	<0,02	0,046
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,07 ¹	<0,0003	0,01	<0,003	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	<0,06	0,3	<0,1	0,12
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^{1a}	<0,01	1,1	<0,5	<0,5
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	<0,05	1,97	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	1,42	23,7	3,61	4,49
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	6,463	72,6	19,6	30,3
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	0,83	4,71	1,8	2,84
Titânio	mg Ti L ⁻¹	--	<0,001	<0,01	<0,003	<0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	<0,0002	<0,01	<0,003	<0,003
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	<0,00008	0,236	0,00211	<0,02
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	0	1200	0	32
Coliformes Totais	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	presente em 4 das 35 amostras		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	ausente		ausente	ausente

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

4.7 Aquífero São Paulo

O Aquífero São Paulo ocorre na Bacia de São Paulo, ocupando uma área de 1000 km², onde está localizada a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.

É constituído por um pacote de rochas sedimentares com litologia variada, caracterizada por predominância de camadas argilosas, intercaladas por lentes de areia distribuídas irregularmente na porção central da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, o que lhe confere vazões explotáveis que variam de 10 a 40 m³h⁻¹. É um aquífero livre a semi-confinado, de porosidade primária e espessura média de 100 m, mas atingindo em algumas áreas, até 250 m.

Embora recobrando apenas 25% da área da Bacia do Alto Tietê, é o aquífero mais intensamente explorado na região. Conforme a síntese dos resultados apresentada na Tabela 4.7.1 apenas os elementos ferro e manganês apresentaram pontualmente concentrações acima dos valores máximos permitidos.

Segundo o Diagrama de Piper contido na Figura 4.7.1, as águas desse aquífero são predominantemente bicarbonatadas sódicas.

Figura 4.7.1 – Classificação das águas subterrâneas do Aquífero São Paulo, segundo o Diagrama de Piper

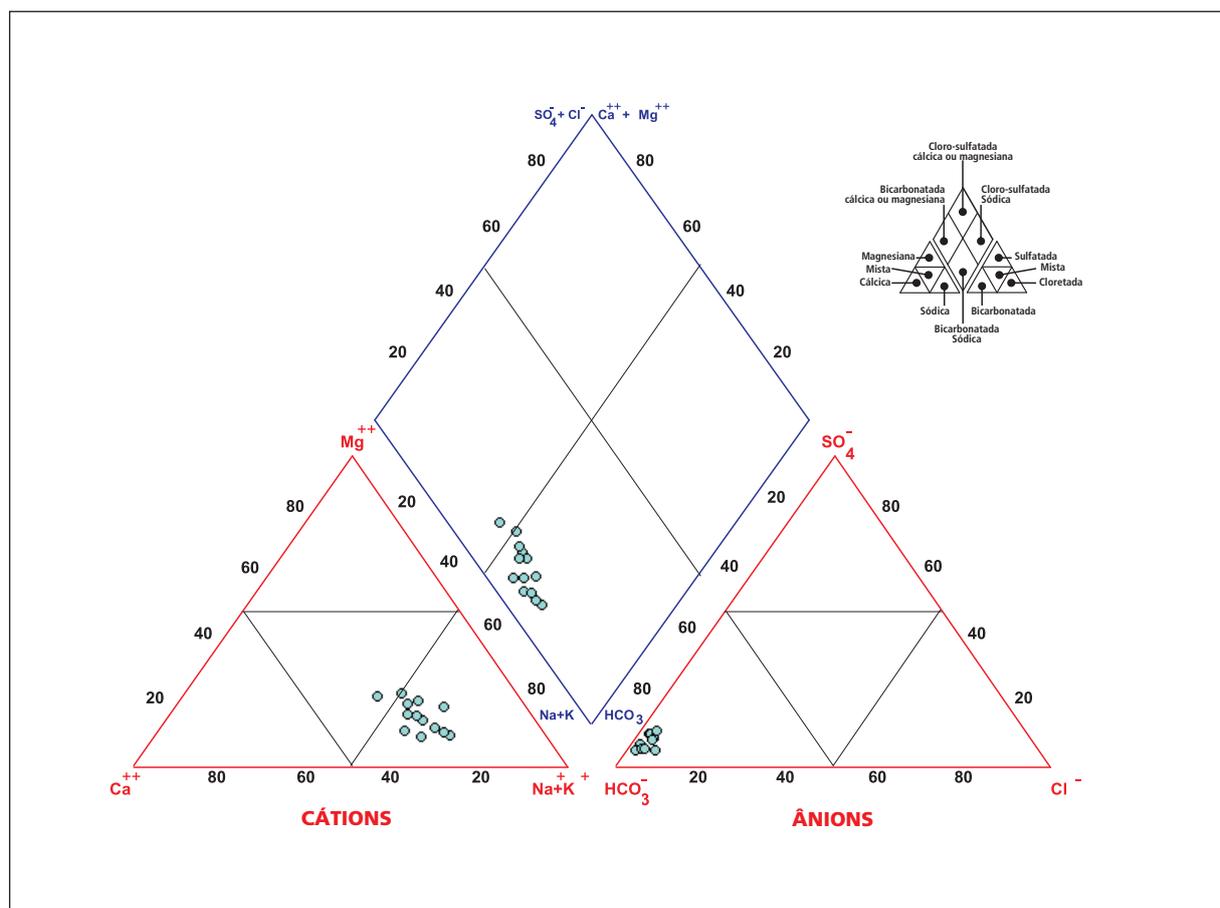


Tabela 4.7.1 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero São Paulo no período 2010 a 2012

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero São Paulo (4 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	6,3	7,4	6,8	7,1
Temperatura	°C	--	22,4	28,0	24,2	25,8
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	44	215	90,2	151
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	< 100	162	112	123
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	< 100	196	126	144
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	9,28	37,2	21,6	26,8
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	15,4	78,0	39,1	70,8
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	< 2	2,06	< 2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	< 2	< 2	< 2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	< 1	6,73	1	2,29
Alumínio	mg Al L ⁻¹	0,2 ¹	< 0,001	0,149	< 0,01	< 0,03
Arsênio	mg As L ⁻¹	0,01 ¹	< 0,003	< 0,005	--	--
Bário	mg Ba L ⁻¹	0,7 ¹	< 0,001	0,188	0,045	0,099
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	< 0,001	< 0,01	< 0,001	< 0,001
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	< 0,004	< 0,1	0,021	0,079
Cádmio	mg Cd L ⁻¹	0,005 ¹	< 0,00004	< 0,003	< 0,0007	< 0,001
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	1,883	11,3	5,26	6,863
Chumbo	mg Pb L ⁻¹	0,01 ¹	0,0005	0,009	< 0,005	< 0,005
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ¹	< 0,5	1,59	0,55	< 1
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	< 0,0004	0,009	< 0,005	0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	< 0,004	< 0,05	< 0,01	< 0,05
Estrôncio	mg Sr L ⁻¹	--	0,0219	0,1578	0,0896	0,1039
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	< 0,001	2,56	0,115	0,185
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	< 0,1	0,69	0,17	0,47
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	< 0,00002	0,015	< 0,0007	0,0081
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	0,943	2,81	1,97	2,23
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	< 0,00004	0,146	0,034	0,055
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	0,0001	< 0,0005	< 0,0001	< 0,0002
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,07 ¹	0,0003	< 0,005	< 0,002	< 0,003
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^{1a}	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	2,953	5,78	4,355	4,775
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	1,84	24,6	8,45	21,25
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<1	4,51	3,12	3,40
Titânio	mg Ti L ⁻¹	--	< 0,001	< 0,01	< 0,003	< 0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	< 0,00008	0,443	0,0076	< 0,02
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	0	1500	33,5	145
Coliformes Totais	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	ausente		ausente	ausente
<i>Escherichia coli</i>	P/A 100 mL ⁻¹	ausente ¹	ausente		ausente	ausente

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para consumo humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

4.8 Evolução da qualidade dos aquíferos

Os valores obtidos para o 3º quartil por parâmetro monitorado a cada triênio, do período 1998 a 2012, e sistematizados por aquífero são apresentados nas Tabelas 4.8.1 a 4.8.7.

Destaca-se o aumento das concentrações de nitrogênio nitrato no Aquífero Serra Geral e sua estabilização nos Aquíferos Bauru e Pré-Cambriano. Para os Aquíferos Taubaté, Guarani e Serra Geral verifica-se uma tendência de aumento nos valores de condutividade associada ao incremento de sódio. Além disso, é possível observar uma elevação dos teores de potássio nos Aquíferos Bauru e Guarani.

As concentrações de cloreto aumentaram no Aquífero Serra Geral, que associado ao incremento observado para o nitrato podem indicar contribuição antrópica principalmente relativa às fossas e redes coletoras.

Diferentemente do triênio anterior às concentrações de bário nos diversos aquíferos não mostraram tendência de aumento. Para o zinco ocorreu tendência de aumento nos Aquíferos Bauru, Serra Geral, Guarani e Tubarão.

Observa-se que as concentrações de cromo no Aquífero Bauru vêm se mantendo em 0,03 mg L⁻¹ desde o triênio 2004-2006. No Aquífero Tubarão as concentrações de sódio e fluoreto reduziram.

Em relação aos parâmetros microbiológicos, os Aquíferos Pré-Cambriano e Tubarão foram os que apresentaram maior número de desconformidades para coliformes totais, cerca de 10% das amostras. *Escherichia coli* foram encontradas em cerca de 1 a 2% das amostras dos Aquíferos Bauru, Serra Geral, Tubarão e Pré-Cambriano.

Tabela 4.8.1 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Bauru por triênio no período 1998 a 2012

Parâmetro	Unidade	VMP	1998-00	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12
pH	--	6,0-9,5 ¹	7,8	7,8	7,6	7,3	7,1
Temperatura	°C	--	26	25	26	26	26
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	235	244	252	253	252
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	193	196	202	187	184
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	-	-	223	202	204
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	104	97	100	100	102
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	116	107	112	112	105
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	<2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	15,2	7,8	3,4	4,5	1
Alumínio	mgAl L ⁻¹	0,2 ¹	0,05	0,04	0,06	<0,02	<0,02
Antimônio	mgSb L ⁻¹	0,001 ¹	--	--	<0,002	--	--
Arsênio	mgAs L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	--	0,0003	--
Bário	mgBa L ⁻¹	0,7 ¹	<0,4	0,24	0,24	0,26	0,24
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	--	--	--	<0,005	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	--	<0,03	<0,03	0,03	<0,1
Cádmio	mgCd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001	--	<0,003
Cálcio	mgCa L ⁻¹	--	27,4	27,1	24,4	27,8	27,6
Chumbo	mgPb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004	<0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	--	--	--	<0,006	--	--
Cloreto	mgCl L ⁻¹	250 ¹	6,0	4,5	4,7	5,2	5,2
Cobalto	mgCo L ⁻¹	0,07 ³	--	<0,01	--	--	--
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	--	<0,01	<0,01	<0,01	0,006
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	--	<0,05
Estrôncio	mgSr L ⁻¹	--	--	--	--	0,365	0,436
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,12	<0,03	<0,01	<0,01	<0,02
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,31	0,28	0,28	0,20	0,22
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	--	--	--	--	0,01
Magnésio	mgMg L ⁻¹	--	9,6	8,3	6,8	7,6	8,14
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,009	<0,006	<0,005	<0,005	<0,02
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0003	<0,0001	--	--	<0,0006
Níquel	mgNi L ⁻¹	0,07 ¹	--	<0,02	--	--	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	2,78	2,88	3,91	4,99	4,45
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,005	<0,002	<0,004	0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ¹	0,02	0,05	0,05	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,06	0,15	0,15	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	4,8	4,5	4,3	4,5	5,6
Selênio	mgSe L ⁻¹	0,01 ¹	--	<0,002	--	--	--
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	14,2	15,0	16,2	14	17,3
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<10	<10	<10	<10	<2
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	--	--	--	--	<0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	--	0,02	--	--	0,02
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	--	--	0,03	0,02	0,04
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	41	1	0	7	8

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Tabela 4.8.2 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Serra Geral por triênio no período 1998 a 2012

Parâmetro	Unidade	VMP	1998-00	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12
pH	--	6,0-9,5 ¹	8,0	8,0	7,7	7,2	7,1
Temperatura	°C	--	26	27	26	26,5	26,5
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	141	172	166	169	200
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	129	139	152	130	158
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	134	--	170	148	180
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	56	57	48	49	56
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	83	76	68	71	77
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	12,6	7,2	2,8	3,7	<1
Alumínio	mgAl L ⁻¹	0,2 ¹	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02
Antimônio	mgSb L ⁻¹	0,001 ¹	--	--	<0,002	--	--
Arsênio	mgAs L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	--	0,0006	--
Bário	mgBa L ⁻¹	0,7 ¹	<0,4	<0,08	0,03	0,05	0,05
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	--	--	--	<0,005	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	--	<0,03	<0,03	0,03	<0,1
Cádmio	mgCd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001	--	<0,003
Cálcio	mgCa L ⁻¹	--	16,0	15,2	12,5	13,6	16,3
Chumbo	mgPb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004	<0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	--	--	<0,006	--	--	--
Cloreto	mgCl L ⁻¹	250 ¹	1,8	1,5	1,2	1,5	2,5
Cobalto	mgCo L ⁻¹	0,07 ³	--	<0,01	<0,01	--	--
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	--	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	--	<0,05
Estrôncio	mgSr L ⁻¹	--	--	--	--	0,124	0,127
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,12	<0,03	<0,01	0,01	<0,02
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,18	0,26	0,18	0,16	0,18
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	--	--	--	--	<0,01
Magnésio	mgMg L ⁻¹	--	4,9	4,52	3,2	3,3	4,32
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,009	<0,006	<0,005	0,005	<0,02
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0003	<0,0001	<0,0001	--	<0,0006
Níquel	mgNi L ⁻¹	0,07 ¹	--	<0,02	--	--	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	0,30	0,46	0,66	0,84	1,46
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,005	--	<0,004	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ¹	0,02	<0,05	<0,05	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,08	0,15	0,24	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	2,5	2,7	2,1	2,12	2,30
Selênio	mgSe L ⁻¹	0,01 ¹	--	<0,002	--	--	--
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	17,5	12,6	16,2	15,3	25,8
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<10	<10	<10	<10	<2
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	--	--	--	--	<0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	--	<0,02	--	--	0,023
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	--	--	0,02	0,03	0,04
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	28	5	5	10	17

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Tabela 4.8.3 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Guarani por triênio no período 1998 a 2012

Parâmetro	Unidade	VMP	1998-00	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12
pH	--	6,0-9,5 ¹	7,6	7,0	7,4	7,1	7,5
Temperatura	°C	--	28	28,2	28	29	30
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	153	160	164	161	181
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	113	118	125	113	122
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	--	--	137	129	146
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	62	56	63	58	62
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	88	78	79	77	86
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	<2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	11	3,4	2,5	3,5	< 1
Alumínio	mgAl L ⁻¹	0,2 ¹	0,03	0,02	0,05	0,03	< 0,02
Antimônio	mgSb L ⁻¹	0,001 ¹	--	--	<0,002	--	--
Arsênio	mgAs L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	--	0,0007	--
Bário	mgBa L ⁻¹	0,7 ¹	<0,4	0,08	0,05	0,05	0,043
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	--	--	--	<0,005	< 0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	--	<0,03	<0,03	<0,03	< 0,1
Cádmio	mgCd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001	--	< 0,003
Cálcio	mgCa L ⁻¹	--	18,8	17,6	18,3	18,8	19,0
Chumbo	mgPb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004	< 0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	--	--	<0,006	--	--	--
Cloreto	mgCl L ⁻¹	250 ¹	1,5	1,0	1,2	1,2	1
Cobalto	mgCo L ⁻¹	0,07 ³	--	<0,01	--	--	--
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	--	<0,01	<0,01	<0,01	0,0063
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	0,003	0,004	0,003	0,003	0,0035
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	--	< 0,05
Estrôncio	mgSr L ⁻¹	--	--	--	--	0,112	0,134
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,12	<0,02	0,01	0,01	< 0,02
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,20	0,24	0,16	0,16	0,12
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	--	--	--	--	< 0,01
Magnésio	mgMg L ⁻¹	--	4,2	4,0	2,73	2,8	2,98
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,009	<0,006	0,005	0,005	< 0,02
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0003	<0,0001	--	--	< 0,0006
Níquel	mgNi L ⁻¹	0,07 ¹	--	<0,02	--	--	< 0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	0,3	0,3	0,3	0,31	0,285
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,005	<0,003	0,004	<0,01	< 0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ¹	0,02	<0,05	0,05	<0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,08	0,15	0,2	<0,5	< 0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	4,0	4,2	4,0	4,1	5,0
Selênio	mgSe L ⁻¹	0,01 ¹	--	<0,002	--	--	--
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	7,0	7,9	7,2	6,5	14,6
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<10	<10	<10	<10	< 2
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	--	--	--	--	< 0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	--	<0,02	--	--	0,0114
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	--	--	0,01	0,02	0,04
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	21	7	1	5	6

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Tabela 4.8.4 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Tubarão por triênio no período 1998 a 2012

Parâmetro	Unidade	VMP	1998-00	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12
pH	--	6,0-9,5 ¹	9,0	8,9	9,0	8,8	9,0
Temperatura	°C	--	26	26	26	26	26,0
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	440	405	385	387	307
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	352	417	343	259	219
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	--	--	361	267	231
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	51	68	63	48	41
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	154	149	153	149	125
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	23	2	2	32	20
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	2	2	<2	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	23,7	6,4	3,1	5,7	5,08
Alumínio	mgAl L ⁻¹	0,2 ¹	0,05	0,03	0,04	0,02	0,04
Antimônio	mgSb L ⁻¹	0,001 ¹	--	--	<0,002	--	--
Arsênio	mgAs L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	--	--	--
Bário	mgBa L ⁻¹	0,7 ¹	<0,4	0,08	0,08	0,08	0,05
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	--	--	--	<0,005	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	--	0,07	0,04	0,04	<0,1
Cádmio	mgCd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,003
Cálcio	mgCa L ⁻¹	--	16,7	25,5	18,4	16,0	13,9
Chumbo	mgPb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004	<0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	--	--	<0,006	--	--	--
Cloreto	mgCl L ⁻¹	250 ¹	12,9	16,0	10,2	5,3	2,83
Cobalto	mgCo L ⁻¹	0,07 ³	--	<0,01	--	--	--
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	--	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	<0,0005	<0,0005	0,001	<0,002	<0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	--	<0,05
Estrôncio	mgSr L ⁻¹	--	--	--	--	0,23	0,17
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,12	0,02	0,07	0,03	0,03
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,78	0,49	0,56	0,4	0,26
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	--	--	--	--	0,014
Magnésio	mgMg L ⁻¹	--	2,8	3,8	3,9	3,4	2,4
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,009	0,03	0,03	0,03	<0,02
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0003	<0,0001	--	--	<0,0002
Níquel	mgNi L ⁻¹	0,07 ¹	--	<0,02	--	--	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	0,20	0,23	0,22	<0,2	0,23
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,005	--	<0,004	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ¹	0,07	0,06	0,09	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,37	0,38	0,48	0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	2,5	2,4	2,1	2,1	2,4
Selênio	mgSe L ⁻¹	0,01 ¹	--	<0,002	--	--	--
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	103	89	90,9	85,9	66,8
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	20,0	--	17,7	15,5	12,0
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	--	--	--	--	0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	--	<0,02	--	--	<0,01
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	--	--	<0,01	0,01	0,0212
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	14	10	14	9	7

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Tabela 4.8.5 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Pré-Cambriano por triênio no período 1998 a 2012

Parâmetro	Unidade	VMP	1998-00	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12
pH	--	6,0-9,5 ¹	7,8	7,8	7,5	7,3	7,4
Temperatura	°C	--	24	25	24	24	23,8
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	251	260	245	256	236
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	186	201	196	196	174
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	188	--	199	204	194
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	89	106	81	76	78
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	107	110	99	108	100,5
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	<2	<2	<2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	<2	<2	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	19,2	5,7	4,8	6,2	3,4
Alumínio	mgAl L ⁻¹	0,2 ¹	<0,10	0,05	0,09	0,06	0,06
Antimônio	mgSb L ⁻¹	0,001 ¹	--	--	<0,002	--	--
Arsênio	mgAs L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	--
Bário	mgBa L ⁻¹	0,7 ¹	<0,4	<0,08	0,07	0,07	0,05
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	--	--	--	<0,005	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	--	<0,03	<0,03	<0,03	<0,1
Cádmio	mgCd L ⁻¹	0,005 ¹	0,0003	<0,0001	<0,0001	--	<0,003
Cálcio	mgCa L ⁻¹	--	29,7	32,0	25,1	24,0	23,2
Chumbo	mgPb L ⁻¹	0,01 ¹	0,002	<0,002	<0,002	<0,004	<0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	--	--	<0,006	<0,01	--	--
Cloreto	mgCl L ⁻¹	250 ¹	4,5	4,5	5,0	5,93	5,13
Cobalto	mgCo L ⁻¹	0,07 ³	--	<0,01	<0,01	--	--
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	--	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	0,001	0,002	0,001	<0,002	<0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	--	<0,05
Estrôncio	mgSr L ⁻¹	--	--	--	--	0,165	0,194
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	0,12	0,07	0,10	0,10	0,09
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,70	0,67	0,68	0,50	0,50
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	--	--	--	--	0,0153
Magnésio	mgMg L ⁻¹	--	6,9	6,3	5,0	4,4	5,3
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0003	<0,0001	<0,0001	--	<0,0002
Níquel	mgNi L ⁻¹	0,07 ¹	--	<0,02	<0,02	--	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	0,25	0,55	0,56	0,89	0,9
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,005	--	<0,004	<0,01	<0,02
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ¹	0,05	0,07	0,08	<0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,30	0,35	0,49	0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	3,2	3,0	2,3	2,2	2,8
Selênio	mgSe L ⁻¹	0,01 ¹	--	<0,002	<0,002	--	--
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	15,8	16,5	15,5	15,1	18,8
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	14,0	14,8	10,5	10,3	10
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	--	--	--	--	<0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	--	<0,02	<0,02	--	<0,01
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	--	--	0,01	0,02	0,02
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	20	28	50	23	27

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Tabela 4.8.6 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero Taubaté por triênio no período 1998 a 2012

Parâmetro	Unidade	VMP	1998-00	2001-03	2004-06	2007-09	2010-12
pH	--	6,0-9,5 ¹	7,2	7,1	7,0	7,3	7,5
Temperatura	°C	--	26	26	25,5	25	27
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	130	146	160	200	195
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	144	146	156	155	94
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	--	147	162	156	117
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	41	40	40	44	49
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	71	68	69	99	111
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	0
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	0	0	0	0	0
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	13,7	--	3,3	3,5	4,6
Alumínio	mgAl L ⁻¹	0,2 ¹	<0,01	<0,15	<0,15	<0,02	<0,03
Antimônio	mgSb L ⁻¹	0,001 ¹	--	--	<0,002	--	--
Arsênio	mgAs L ⁻¹	0,01 ¹	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	--
Bário	mgBa L ⁻¹	0,7 ¹	<0,4	0,11	0,10	0,10	0,09
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	--	--	--	<0,005	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	--	<0,03	0,06	0,04	0,07
Cádmio	mgCd L ⁻¹	0,005 ¹	0,009	<0,005	<0,005	--	<0,001
Cálcio	mgCa L ⁻¹	--	11,9	8,2	12,0	16,1	18,4
Chumbo	mgPb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,05	<0,04	<0,04	<0,004	<0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	--	--	--	--	--	--
Cloreto	mgCl L ⁻¹	250 ¹	1,1	1,0	1,5	1,2	1,4
Cobalto	mgCo L ⁻¹	0,07 ³	--	<0,01	--	--	--
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	--	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	0,010	<0,005	<0,005	<0,002	<0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	--	--	--	--	<0,05
Estrôncio	mgSr L ⁻¹	--	--	--	--	0,178	0,22
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	0,22	<0,07	0,10	0,11	0,07
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,41	0,30	0,32	0,26	0,37
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	--	--	--	--	0,0094
Magnésio	mgMg L ⁻¹	--	0,78	0,63	1,15	1,54	2,1
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	0,05	0,02	0,03	0,03	0,05
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0003	<0,001	--	--	<0,0002
Níquel	mgNi L ⁻¹	0,07 ¹	--	<0,02	--	--	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	<0,01	0,02	0,01	0,20	0,12
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	--	--	<0,001	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ¹	0,05	0,04	0,23	0,34	<0,5
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,08	0,08	0,33	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	4,1	3,4	5,0	3,7	4,5
Selênio	mgSe L ⁻¹	0,01 ¹	--	<0,002	--	--	--
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	20,3	19,4	22,7	19,6	30,3
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<10	<10	<10	<10	2,84
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	--	--	--	--	<0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	--	--	--	--	<0,003
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	--	--	0,02	0,02	<0,02
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	0	0	102,5	0	32

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Tabela 4.8.7 – Resultados do 3º Quartil para o Aquífero São Paulo por triênio no período 1998 a 2012

Parâmetro	Unidade	VMP	2004-06	2007-09	2010-12
pH	--	6,0-9,5 ¹	7,2	7,0	7,1
Temperatura	°C	--	27	26	26
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	145	127	151
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	132	128	123
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	144	137	144
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	32	30	27
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	69	83	71
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2	<2	< 2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2	<2	< 2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	3,7	3,6	2,3
Alumínio	mgAl L ⁻¹	0,2 ¹	0,04	0,06	< 0,03
Antimônio	mgSb L ⁻¹	0,001 ¹	<0,002	--	--
Arsênio	mgAs L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	--	--
Bário	mgBa L ⁻¹	0,7 ¹	0,14	0,11	0,10
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	--	--	< 0,001
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	<0,03	<0,03	0,079
Cádmio	mgCd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,0001	--	< 0,001
Cálcio	mgCa L ⁻¹	--	8,7	7,7	6,9
Chumbo	mgPb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	<0,004	< 0,005
Cianeto	mg CN L ⁻¹	--	--	--	--
Cloreto	mgCl L ⁻¹	250 ¹	1,2	0,5	< 1
Cobalto	mgCo L ⁻¹	0,07 ³	--	--	--
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	<0,01	<0,01	0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	0,002	<0,001	< 0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	--	--	< 0,05
Estrôncio	mgSr L ⁻¹	--	--	--	0,104
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	0,19	0,25	0,19
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	0,37	0,19	0,47
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	--	--	0,0081
Magnésio	mgMg L ⁻¹	--	2,4	2,4	2,2
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	0,10	0,10	0,06
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0001	--	<0,0002
Níquel	mgNi L ⁻¹	0,07 ¹	<0,02	--	< 0,003
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	<0,2	<0,2	< 0,2
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,004	<0,01	< 0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ¹	0,07	0,1	< 0,1
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	0,30	0,5	< 0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	4,5	5,23	4,78
Selênio	mgSe L ⁻¹	0,01 ¹	<0,002	--	--
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	17,3	--	21,3
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<10	<10	3,4
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	--	--	< 0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05 ⁴	<0,02	--	< 0,003
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	0,03	0,05	< 0,02
Bactérias Heterotróficas	UFC mL ⁻¹	500 ¹	44	90	145

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

5 • Qualidade das Águas Subterrâneas por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

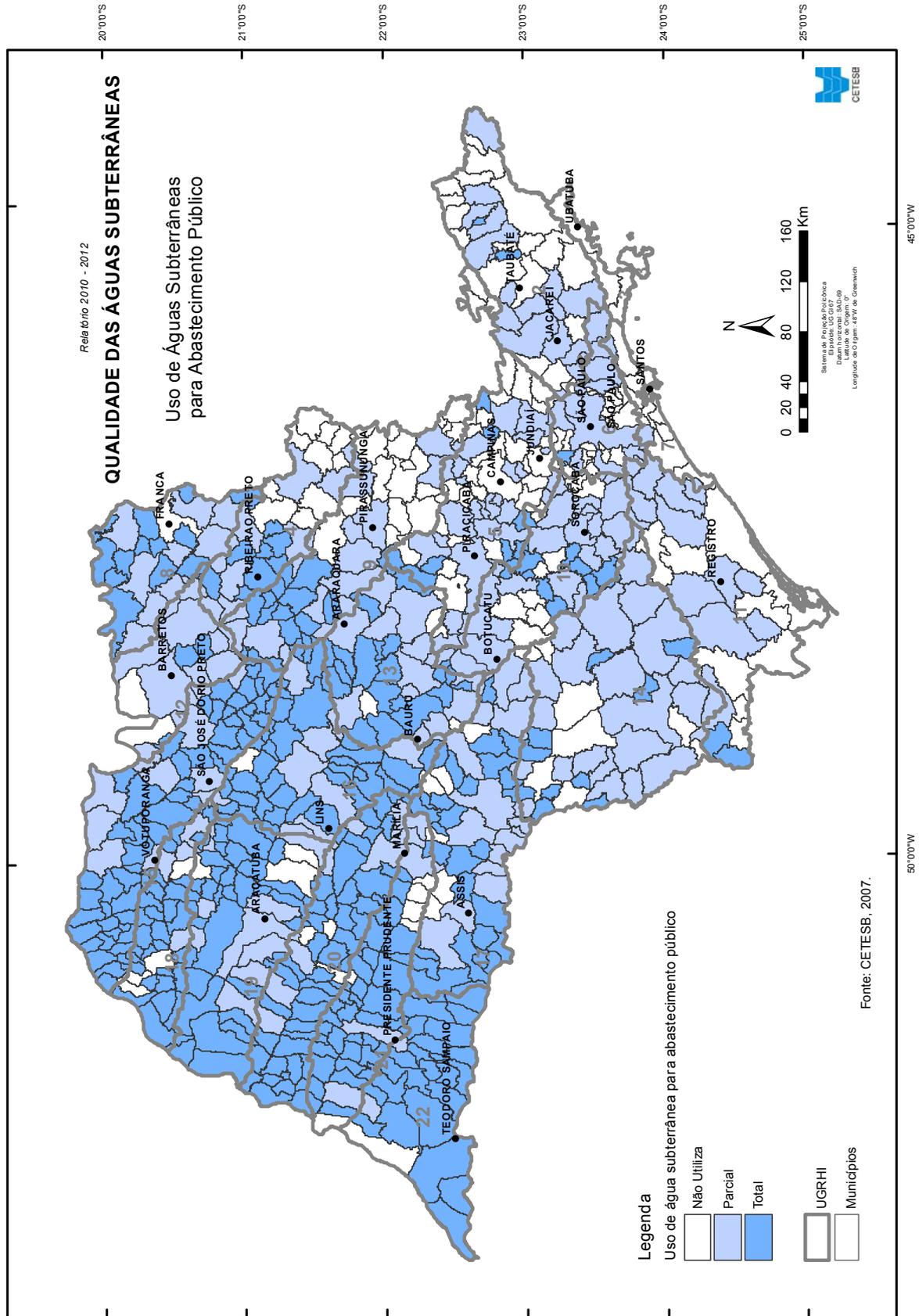
Os resultados do monitoramento no período de 2010 a 2012 estão organizados neste capítulo considerando as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs e os aquíferos nelas contidos, uma vez que a UGRHI é o espaço territorial para gestão dos recursos hídricos estabelecido pela legislação incidente e que a Resolução 22, de 24 de maio de 2002, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, definiu diretrizes para a inserção das águas subterrâneas no instrumento Plano de Recursos Hídricos, elaborados por bacia hidrográfica.

São apresentadas a caracterização sócio-econômica de cada UGRHI, a localização dos pontos de monitoramento, as desconformidades em relação aos padrões de qualidade e a série histórica dos resultados dos parâmetros que indicam alteração da qualidade das águas subterrâneas.

Os resultados são relativos às 19 das 22 UGRHIs, tendo em vista que o monitoramento ainda não abrange a área das UGRHIs: 1 – Mantiqueira, 3 – Litoral Norte e 7 – Baixada Santista.

O uso das águas subterrâneas para o abastecimento público nos municípios do Estado de São Paulo é apresentado na Figura 5.1, mostrando a importância desse recurso principalmente para as UGRHIs da região oeste do Estado. As águas do Aquífero Bauru são largamente utilizadas e, na maioria dos casos, é o único recurso hídrico aproveitado para esse fim. Na região leste, o uso das águas subterrâneas assume menor importância para o sistema público de distribuição de água à população, sendo utilizado majoritariamente como recurso complementar às águas superficiais captadas para essa finalidade.

Figura 5.1 – Uso de águas subterrâneas para abastecimento público



5.1 UGRHI 2 – Paraíba do Sul



Esta UGRHI, composta por 34 municípios, abriga 4,8% da população paulista, sendo que 93,4% dos habitantes vivem em áreas urbanas. Nessa UGRHI, as águas subterrâneas são pouco usadas para abastecimento público, menos da metade dos municípios a utilizam em complementação às águas superficiais captadas para essa finalidade. As demais características são apresentadas na Tabela 5.1.1.

Tabela 5.1.1 – Características da UGRHI 2 – Paraíba do Sul

Municípios (34)	Aparecida; Arapeí; Areias; Bananal; Caçapava; Cachoeira Paulista; Canas; Cruzeiro; Cunha; Guararema; Guaratinguetá; Igaratá; Jacareí; Jambuí; Lagoinha; Lavrinhas; Lorena; Monteiro Lobato; Natividade da Serra; Paraibuna; Pindamonhangaba; Piquete; Potim; Queluz; Redenção da Serra; Roseira; Santa Branca; Santa Isabel; São José do Barreiro; São José dos Campos; São Luís do Paraitinga; Silveiras; Taubaté; Tremembé.		
População (IBGE, estimativa 2012)	2.027.938 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano e Taubaté		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	21,0	2,94	14
Área de drenagem	14.444 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Paraibuna e Paraitinga, formadores do Paraíba do Sul e os Rios Parateí, Jaguari e Una. Reservatórios de Paraibuna, Paraitinga, Santa Branca e Jaguari.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	91%	63%	
Principais atividades econômicas	Inserida no principal eixo econômico do país, destaca-se pela diversidade de seu parque industrial, sobressaindo-se a indústria aeronáutica, automobilística, papel e celulose, química, mecânica, eletroeletrônica e extrativista, além de centros de pesquisa tecnológica com mão-de-obra especializada. Em relação às atividades não industriais, observa-se a existência crescente de loteamentos. Nas áreas rurais, predominam a pecuária extensiva e o cultivo de eucalipto, matéria-prima para a indústria de papel e celulose. Há ainda a presença de culturas de subsistência como arroz, feijão e milho.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural remanescente cobre 20,6% do total da UGRHI e encontra-se bastante fragmentada, com predominância de remanescentes da Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, além da Floresta Estacional Semidecídua e Campos de Altitude.		

Atualmente são dez pontos de monitoramento nessa UGRHI, todos poços tubulares utilizados para abastecimento público, que captam água do Aquífero Pré-Cambriano e do Aquífero Taubaté, cujas características estão descritas na Tabela 5.1.2. A Figura 5.1.1 apresenta o mapa da UGRHI 2 com a localização dos pontos de monitoramento.

Tabela 5.1.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 2 – Paraíba do Sul

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Bananal	PC0200P	P1 – Sabesp – Distrito Rancho Grande	Pré-Cambriano	22 a 101	5	22° 40' 19"	44° 11' 51"
Caçapava	TA0021P	P21A – Sabesp	Taubaté	93 a 196	47	23° 07' 59"	45° 42' 28"
Guararema	TA0189P	P4 – Sabesp	Taubaté	20 a 62	6	23° 18' 58"	46° 06' 39"
Jambeiro	PC0060P	P4 – Sabesp	Pré-Cambriano	48 a 199	0	23° 19' 32"	45° 44' 26"
Lorena	TA0198P	P21 – Sabesp	Taubaté	84 a 217	81	22° 45' 06"	45° 07' 13"
Monteiro Lobato	PC0260P	P1 – São Benedito – Sabesp	Pré-Cambriano	30 a 250	*	22° 52' 07"	45° 46' 36"
Roseira	TA0201P	P7 – Sabesp	Taubaté	82 a 206	33	22° 54' 14"	45° 18' 40"
São José dos Campos	TA0128P	P108A – Sabesp	Taubaté	78 a 152	72	23° 14' 05"	45° 53' 28"
Silveiras	PC0283P	P1 – Sabesp	Pré-Cambriano	12 a 140	1	23° 51' 16"	46° 57' 09"
Taubaté	TA0185P	P1 – Sabesp – Sede Marlene Miranda	Taubaté	24 a 116	18	23° 04' 23"	45° 32' 32"

* s. d. – sem dados

Obs. As amostras dos pontos da UGRHI 2 são coletadas nos meses de abril (1º) e outubro (2º) de cada ano.

As Tabelas 5.1.3 e 5.1.4 e os Gráficos 5.1.1 a 5.1.7 apresentam as desconformidades que ocorrem nos Aquíferos Pré-Cambriano e Taubaté.

Figura 5.1.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 2 – Paraíba do Sul

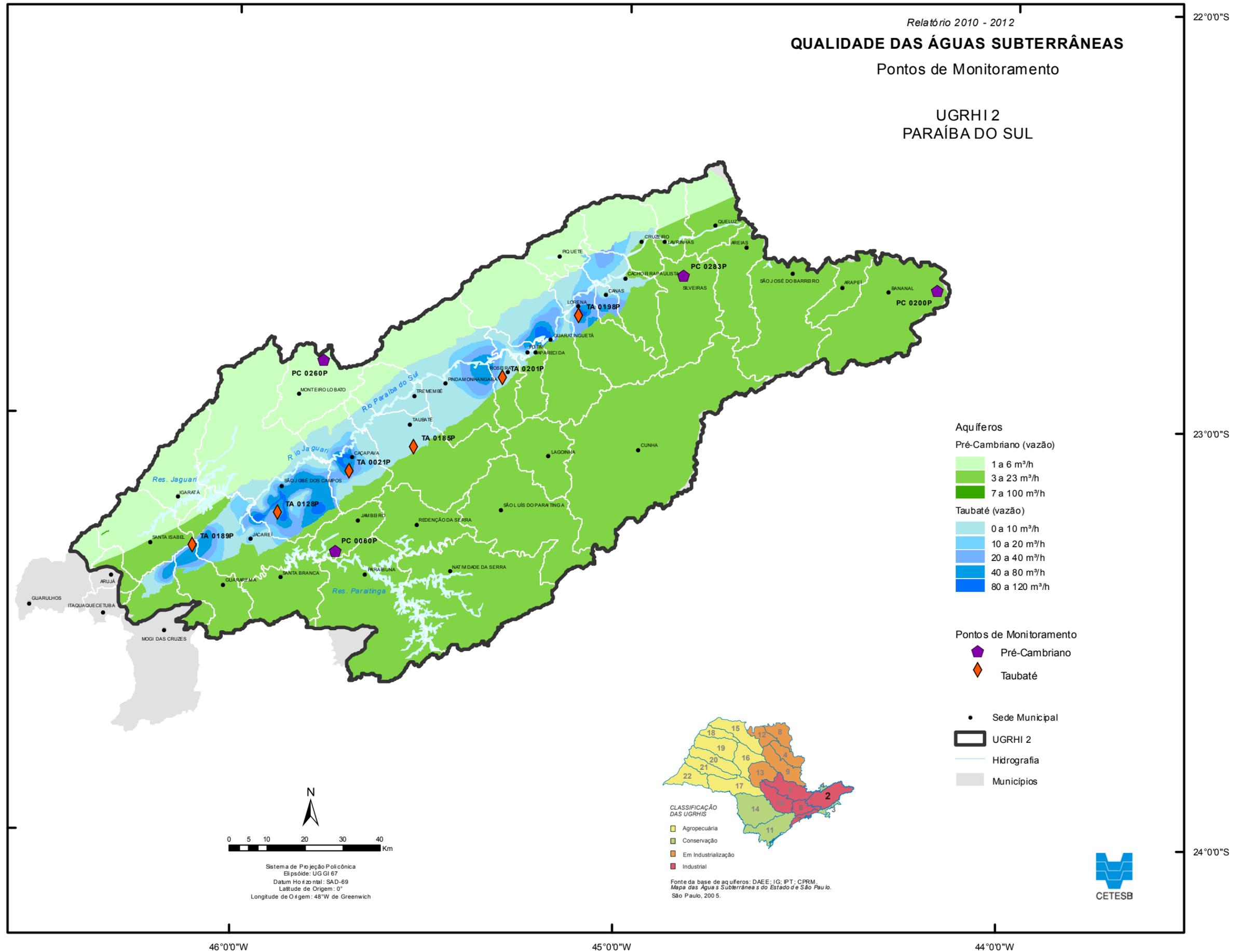


Tabela 5.1.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 2 – Paraíba do Sul

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Bananal	PC0200P	Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1 ^a -2010	0,2170	0
				2 ^a -2010	0,1960	
				1 ^a -2011	0,2028	
				1 ^a -2012	0,1392	
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a /2010	2,44	5
				2 ^a /2010	1,72	
				1 ^a /2011	1,913	
				1 ^a /2012	2,00	
Jambeiro	PC0060P	Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2012	Presente	0
Monteiro Lobato	PC0260P	Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1 ^a -2010	0,1293	*
				2 ^a -2010	0,1040	
				1 ^a -2011	0,1471	
				2 ^a -2012	0,1180	
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a /2010	5,07	*
				2 ^a /2010	7,10	
				1 ^a /2011	6,47	
				1 ^a /2012	8,89	
		<i>E. coli</i>	Ausente	1 ^a -2011	Presente	*
		Coliformes totais	Ausente	2 ^a -2010		*
2 ^a -2011	Presente					
1 ^a -2012						
Silveiras	PC0283P	<i>E. coli</i>	Ausente	1 ^a -2010	Presente	0
				1 ^a -2012	Presente	0
		Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	0
				1 ^a -2012	Presente	0

* O monitoramento teve início no período de 2010-2012.

Gráfico 5.1.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0200P – Bananal, Aquífero Pré-Cambriano

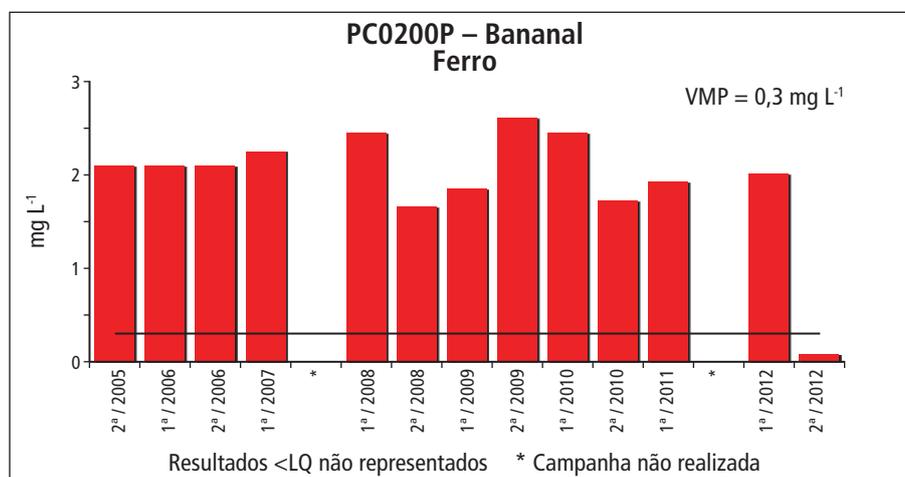


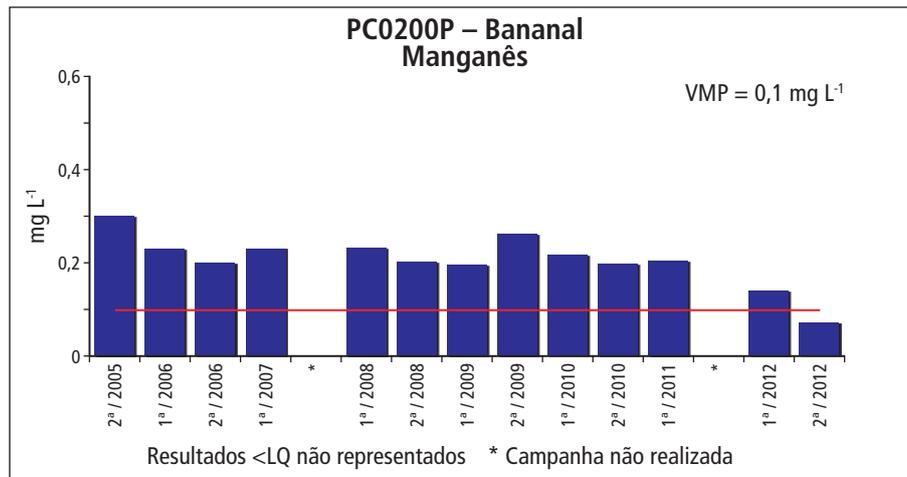
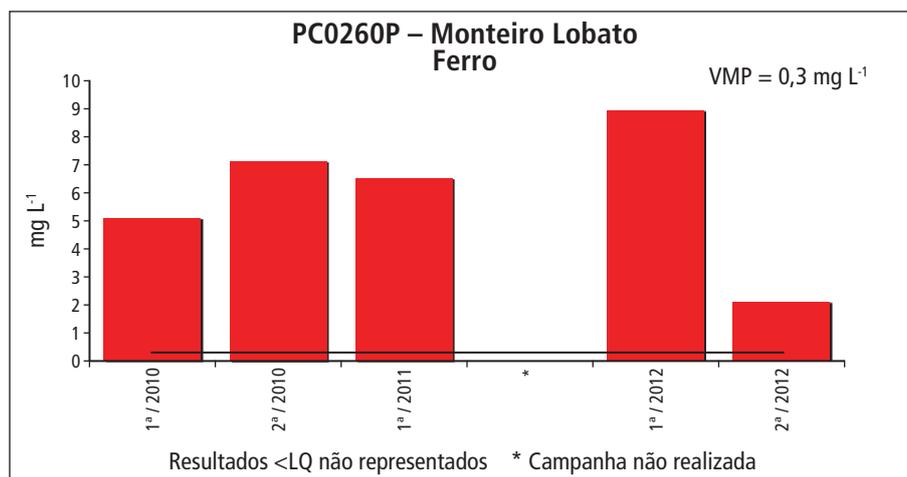
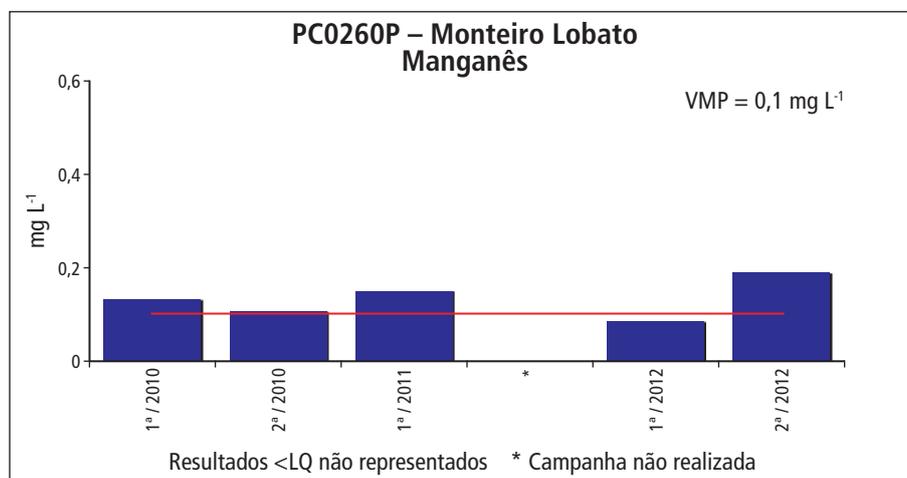
Gráfico 5.1.2 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0200P – Bananal, Aquífero Pré-Cambriano**Gráfico 5.1.3** – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0260P – Monteiro Lobato, Aquífero Pré-Cambriano**Gráfico 5.1.4** – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0260P – Monteiro Lobato, Aquífero Pré-Cambriano

Tabela 5.1.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Taubaté na UGRHI 2 – Paraíba do Sul

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Caçapava	TA0021P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL	1ª/2011	1200	0
		Coliformes totais	Ausente	1ª/2011	Presente	1
				1ª/2012		
Guararema	TA0189P	Coliformes totais	Ausente	2ª/2011	Presente	0
				1ª/2012	Presente	
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª/2010	0,659	4
				2ª/2010	0,927	
				1ª/2011	0,323	
Roseira	TA0201P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	2ª/2012	3,88	0
		Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	2ª/2012	0,1180	0
		Coliformes totais	Ausente	2ª/2010	Presente	0
Taubaté	TA0185P	Coliformes totais	Ausente	1ª/2011	Presente	0

Gráfico 5.1.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TA0189 P – Guararema, Aquífero Taubaté

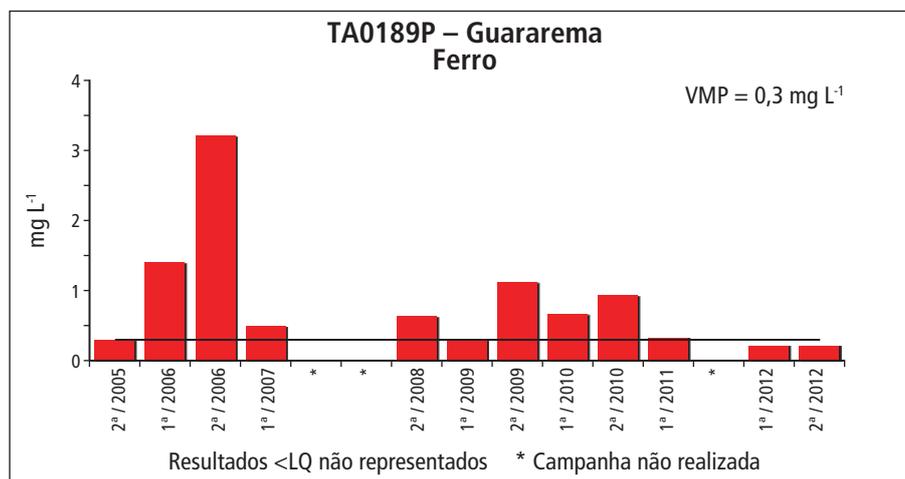
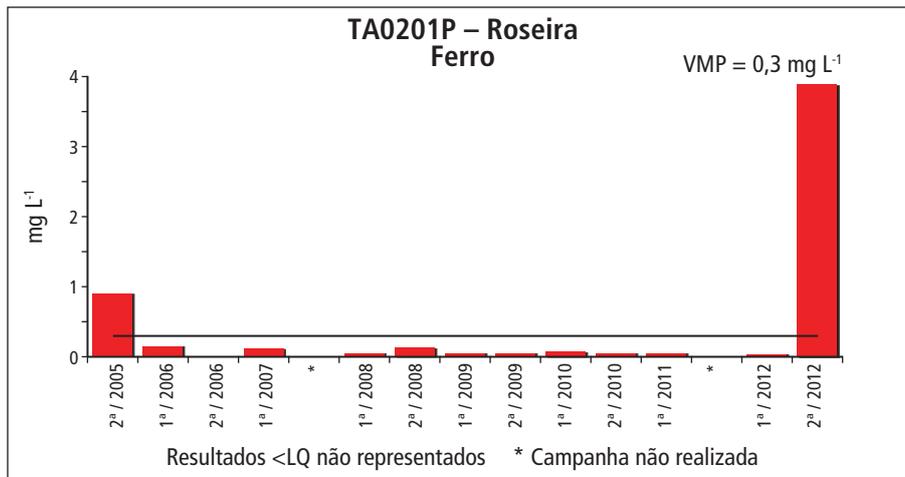
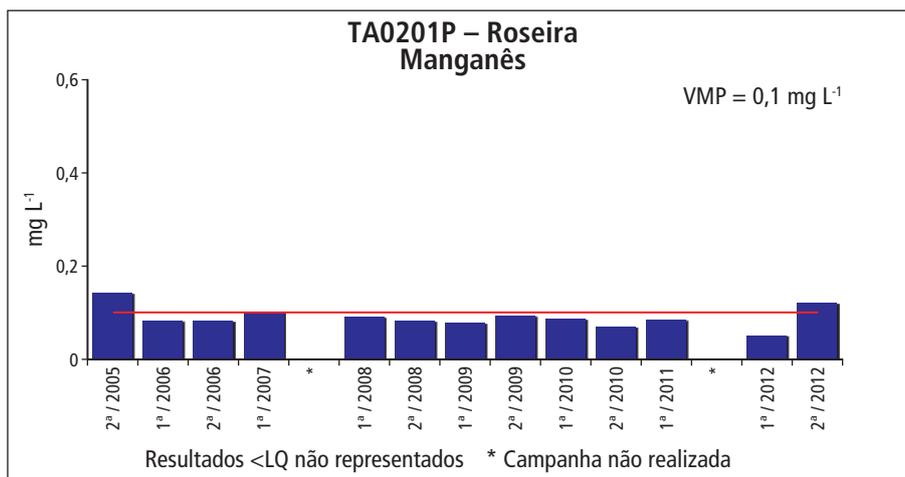


Gráfico 5.1.6 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TA0201P – Roseira, Aquífero Taubaté**Gráfico 5.1.7** – Série histórica das concentrações de manganês no ponto TA0201P – Roseira, Aquífero Taubaté

5.2 UGRHI 4 – Pardo



Esta UGRHI é composta por 23 municípios e, de acordo com a projeção do IBGE para 2012, abriga em seu território 2,7% da população do Estado, dos quais 95% vivem em áreas urbanas. Nessa UGRHI, pouco mais da metade dos municípios utilizam as águas subterrâneas para abastecimento público e alguns poucos usam exclusivamente esse recurso para esse fim. As demais características encontram-se na Tabela 5.2.1.

Tabela 5.2.1 – Características da UGRHI 4 – Pardo

Municípios (23)	Altinópolis; Brodowski; Caconde; Cajuru; Casa Branca; Cássia dos Coqueiros; Cravinhos; Divinolândia; Itobi; Jardinópolis; Mococa; Ribeirão Preto; Sales Oliveira; Santa Cruz da Esperança; Santa Rosa do Viterbo; São José do Rio Pardo; São Sebastião da Gramma; São Simão; Serra Azul; Serrana; Tambaú; Tapiratiba; Vargem Grande do Sul.		
População (IBGE, estimativa 2012)	1.128.619 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral, Guarani, Tubarão e Pré-Cambriano.		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	14,0	4,88	34
Área de drenagem	8.993 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio Pardo, desde a sua nascente até a foz do Rio Mogi-Guaçu, com 240 km de extensão. Reservatórios Euclides da Cunha, Graminha, Caconde e Limoeiro, Armando de Sales Oliveira.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta		Tratamento
	99%		84%
Principais atividades econômicas	Atividades agroindustriais voltadas para a extração e refino de óleos vegetais, papel e celulose, usinas de açúcar e álcool, bem como de indústrias alimentícias. No ramo industrial vale destacar, também, as indústrias do setor de instrumentação médico-hospitalar, de precisão e de automação. Verifica-se um grande número de loteamentos e o incremento do comércio varejista.		
Vegetação remanescente	Essa UGRHI apresenta 8,2% de sua área total com remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, com alto grau de fragmentação.		

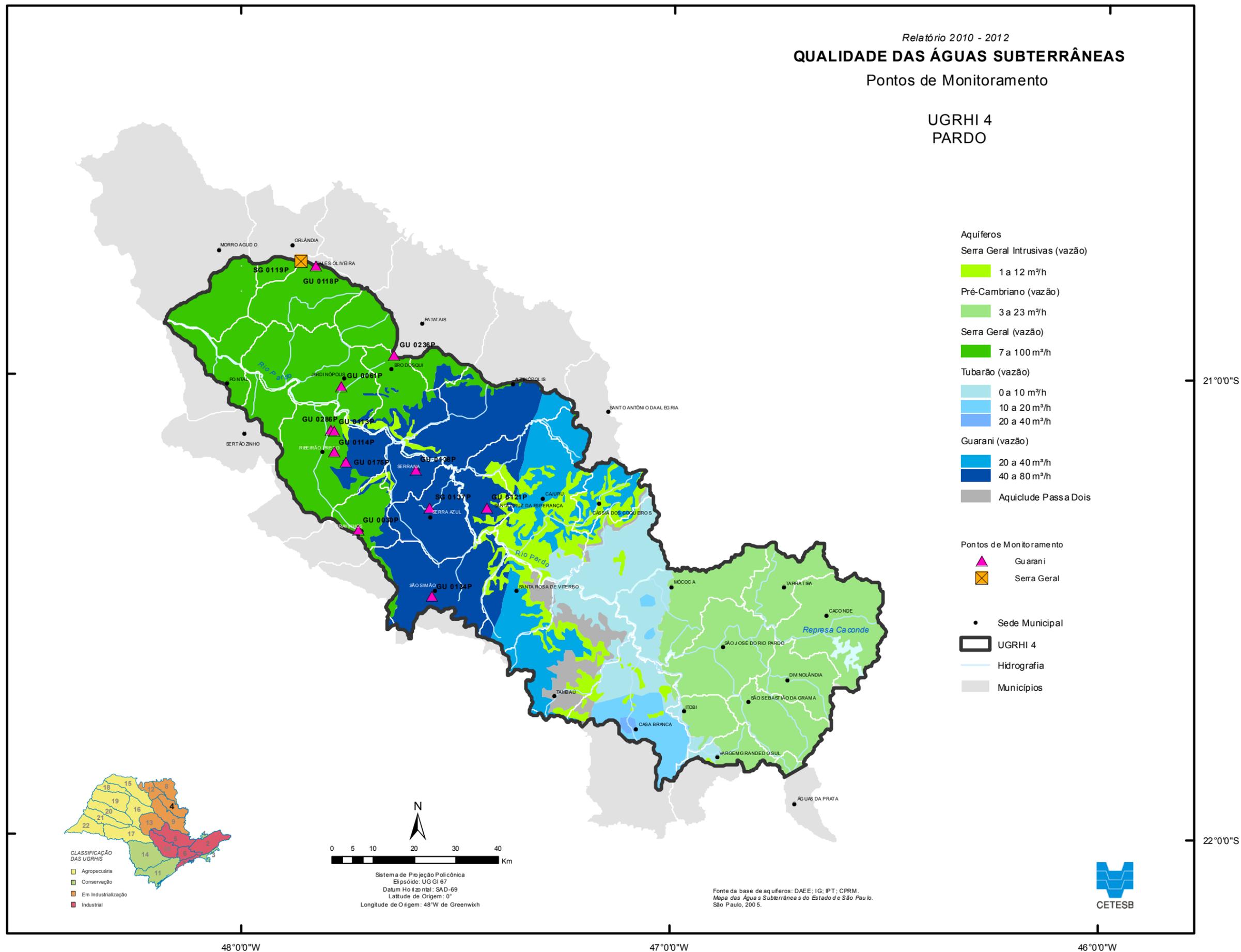
São treze os pontos de monitoramento localizados na UGRHI 4, todos poços tubulares utilizados para abastecimento público. Desses, doze captam água do Aquífero Guarani e um capta água do Aquífero Serra Geral. As características dos pontos de monitoramento e localização estão descritas na Tabela 5.2.2 e Figura 5.2.1.

Tabela 5.2.2 – Pontos de monitoramento na UGRHI 4 – Pardo

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Brodowski	GU0236P	Prefeitura, Sede	Guarani	350 a 600	250	20° 57' 33"	47° 38' 44"
Cravinhos	GU0030P	Prefeitura J. Itamarati	Guarani	280 a 505	214	21° 20' 22"	47° 43' 42"
Jardinópolis	GU0061P	Prefeitura Poço Fincotti	Guarani	183 a 331	123	21° 01' 33"	47° 46' 06"
Ribeirão Preto	GU0113P	P125 – DAERP	Guarani	102 a 192	21	21° 07' 27"	47° 47' 02"
Ribeirão Preto	GU0114P	P137 – DAERP	Guarani	125 a 230	35	21° 10' 11"	47° 47' 02"
Ribeirão Preto	GU0175P	P176 – DAERP	Guarani	*	34	21° 11' 29"	47° 45' 30"
Ribeirão Preto	GU0286P	P102 – DAERP	Guarani	106 a 172	48	21°07'17"	47°47'36"
Sales Oliveira	GU0118P	Prefeitura P3 – Distrito Industrial	Guarani	355 a 529	247	20° 45' 54"	47° 49' 33"
Sales Oliveira	SG0119P	P3 – Prefeitura Distr. Industrial	Serra Geral	30 a 70	15	20° 45' 19"	47° 51' 42"
Santa Cruz da Esperança	GU0121P	P2 – SABESP	Guarani	91 a 194	55	21° 17' 25"	47° 25' 51"
São Simão	GU0134P	P2 – São Luiz Prefeitura	Guarani	38 a 180	24	21° 29' 02"	47° 33' 28"
Serra Azul	GU0137P	P1 – DAEE	Guarani	58 a 190	7	21° 17' 27"	47° 33' 41"
Serrana	GU0138P	P1 – Prefeitura	Guarani	17 a 170	14	21° 12' 31"	47° 35' 45"

* s. d. – sem dados

Obs. As amostras dos pontos da UGRHI 4 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.



As Tabelas 5.2.3 e 5.2.4 indicam as desconformidades do Aquífero Guarani e do Aquífero Serra Geral nessa UGRHI. Os Gráficos 5.2.1 e 5.2.2 apresentam a série histórica desses resultados.

Tabela 5.2.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Guarani na UGRHI 4 – Pardo

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Ribeirão Preto	GU0286P	Coliformes totais	Ausente	2ª-2012	Presente	*
São Simão	GU0134P	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	1ª-2010	0,4200	4
				2ª-2010	0,3550	
				2ª-2011	0,3250	
				1ª-2012	0,2620	
		2ª-2012	0,2760	0		
		Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹		1ª-2010	0,1390
				2ª-2010	0,1250	

* O monitoramento teve início no período de 2010-2012.

Gráfico 5.2.1 – Série histórica dos resultados de alumínio no ponto GU0134P – São Simão, Aquífero Guarani

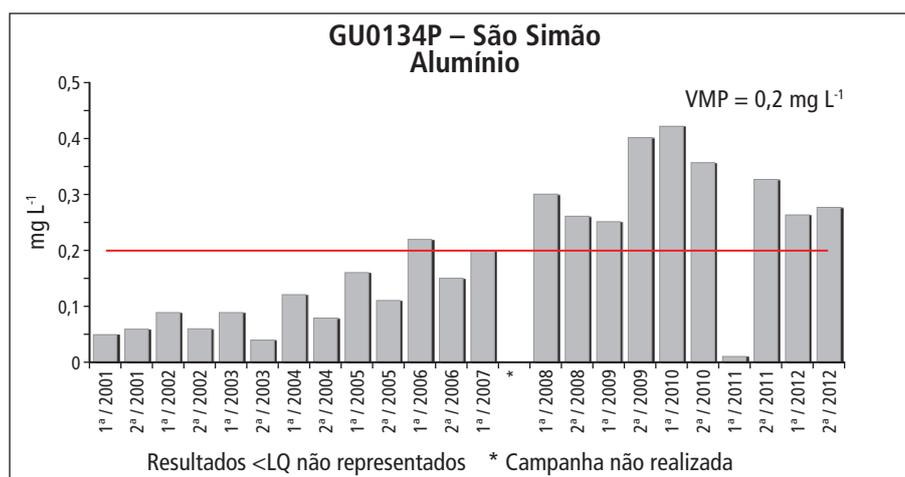
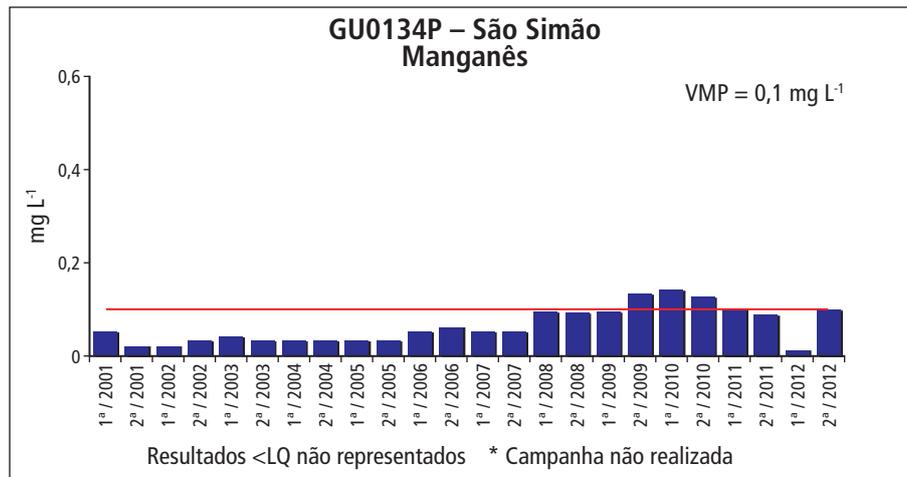
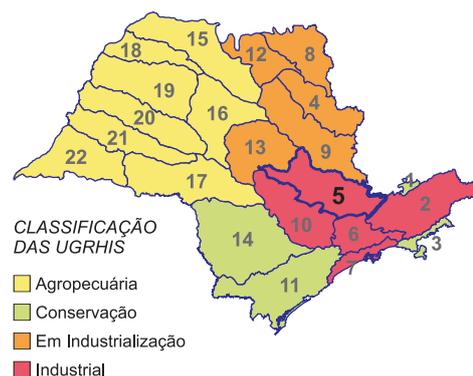


Gráfico 5.2.2 – Série histórica dos resultados de manganês no ponto GU0134P – São Simão, Aquífero Guarani**Tabela 5.2.4** – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 4 – Pardo

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Sales de Oliveira	SG0119P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1ª/2010	760	1

Neste período também foi realizada a pesquisa de bacteriófagos F-específicos em todas as amostras da rede de monitoramento. Esse parâmetro é sugerido como indicador da presença de vírus entéricos (GRABOW, 2001) que podem atingir os mananciais subterrâneos pela contaminação com esgotos domésticos. Os bacteriófagos foram detectados em apenas uma campanha, no Aquífero Serra Geral para o poço SG0119P, localizado em Sales Oliveira (5 UFP 100 mL⁻¹).

5.3 UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá



Esta UGRHI é composta por 57 municípios e, de acordo com a projeção do IBGE para 2012, compreende mais de 12% da população do Estado, sendo que 96% dos habitantes vivem em áreas urbanas. As águas subterrâneas são utilizadas para abastecimento público em cerca de dois terços dos municípios, na maioria como complementação às águas superficiais (CETESB, 2007). As demais características da UGRHI estão na Tabela 5.3.1.

Tabela 5.3.1 – Características da UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá

Municípios (57*)	Águas de São Pedro; Americana; Amparo; Analândia; Artur Nogueira; Atibaia; Bom Jesus dos Perdões; Bragança Paulista; Campinas; Campo Limpo Paulista; Capivari; Charqueada; Cordeirópolis; Corumbataí; Cosmópolis; Elias Fausto; Holambra; Hortolândia; Indaiatuba; Ipeúna; Iracemápolis; Itatiba; Itupeva; Jaguariúna; Jarinu; Joanópolis; Jundiá; Limeira; Louveira; Mombuca; Monte Alegre do Sul; Monte Mor; Morungaba; Nazaré Paulista; Nova Odessa; Paulínia; Pedra Bela; Pedreira; Pinhalzinho; Piracaia; Piracicaba; Rafard; Rio Claro; Rio das Pedras; Saltinho; Salto; Santa Bárbara d’Oeste; Santa Gertrudes; Santa Maria da Serra; Santo Antonio de Posse; São Pedro; Sumaré; Tuiuti; Valinhos; Vargem; Várzea Paulista; Vinhedo.		
População (IBGE, estimativa 2012)	5.194.705 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano, Tubarão, Guarani e Serra Geral.		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m³ s ⁻¹)	Demanda (m³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	22,0	9,37	42
Área de drenagem	15.303 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Piracicaba, Capivari, Capivari-Mirim, Jundiá, Jundiá-Mirim, Piraí, Atibaia, Corumbataí, Jaguari, Camanducaia, Pirapitingui e Jacaré. Reservatórios de Salto Grande em Americana, Atibainha, Cachoeira e Jaguari.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	88%	60%	
Principais atividades econômicas	Essa Região comporta um parque industrial moderno, diversificado e composto por segmentos de natureza complementar. Possui uma significativa estrutura agrícola e industrial e desempenha atividades terciárias de expressiva especialização. Destaca-se a presença de importantes centros de pesquisas científica e tecnológica. No setor industrial, cabe citar as indústrias voltadas para o setor de telecomunicações e informática, refinaria de petróleo, papel e celulose, usinas sucroalcooleiras, além de produtos alimentícios e têxtil.		
Vegetação remanescente	Remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado encontram-se extremamente fragmentados cobrindo 7,2% da área total desta UGRHI.		

* Os limites da bacia hidrográfica desta UGRHI incluem ainda quatro municípios mineiros: Camanducaia, Extrema, Itapeva e Toledo.

Essa UGRHI é considerada crítica quanto ao suprimento da demanda por água superficial, no entanto, o recurso hídrico subterrâneo disponível é pouco utilizado, cerca de 5% apenas.

São 19 pontos de monitoramento localizados na UGRHI 5, sendo duas nascentes e 17 poços tubulares. Desses, sete captam água do Aquífero Tubarão, nove do Aquífero Pré-Cambriano e dois do Aquífero Guarani. As características dos pontos de monitoramento e localização estão descritas na Tabela 5.3.2 e na Figura 5.3.1.

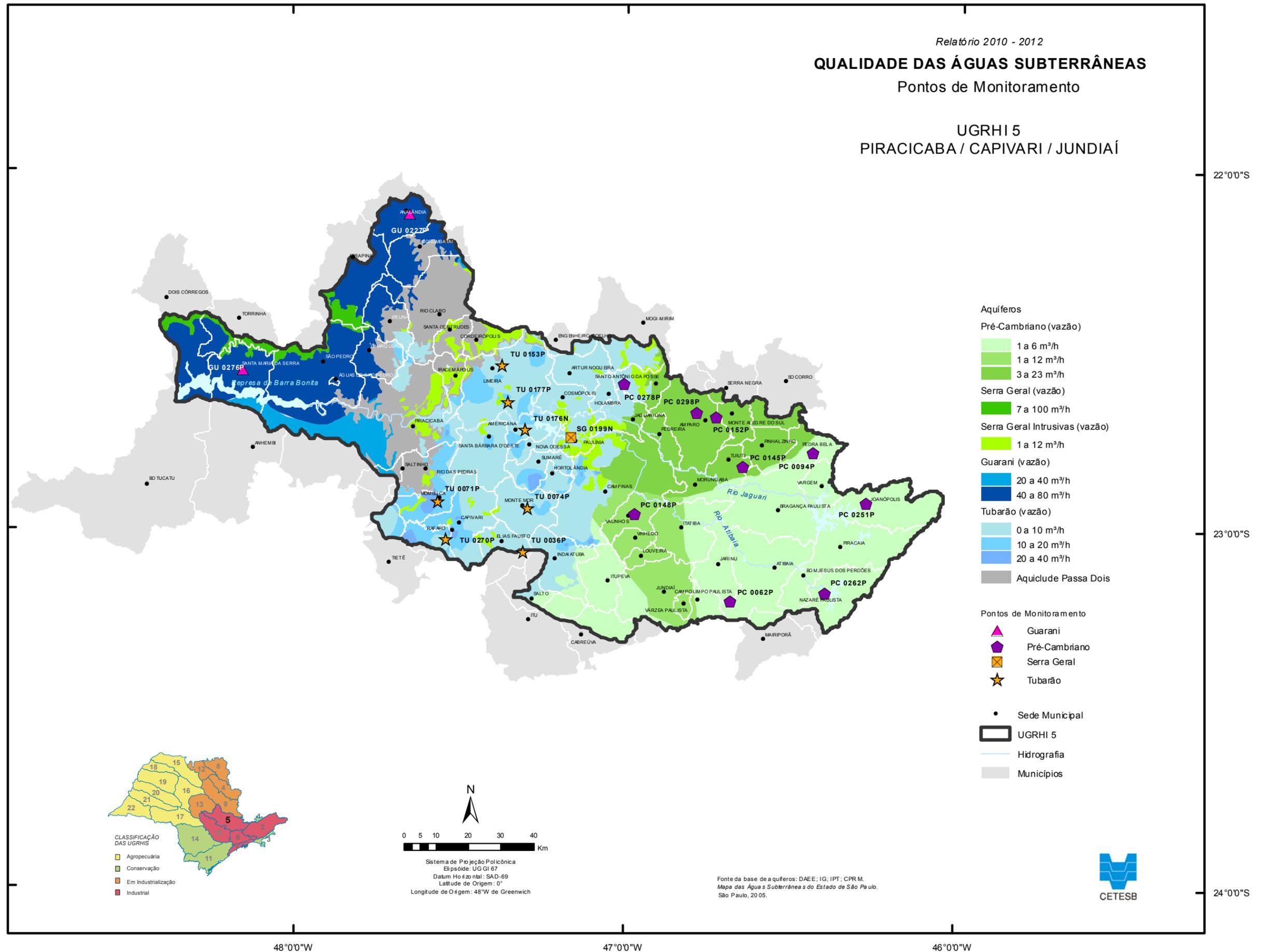
Tabela 5.3.2 – Pontos de monitoramento na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Americana	TU0176N	Bica Cariobinha	Tubarão	Nascente	0	22° 43' 48"	47° 18' 09"
Amparo	PC0152P	Poço artesiano – Indústria de Papel Fernandez	Pré-Cambriano	11 a 121	19	22° 41' 34"	46° 43' 40"
Amparo	PC0298P	P2 Prefeitura Jardim Vitória	Pré-Cambriano	11 a 150	2	22°40'53"	46°47'23"
Analândia	GU0227P	P6 Morada do Sol	Guarani	48 a 200	78	22° 07' 48"	47° 39' 04"
Elias Fausto	TU0036P	P4 – Sabesp	Tubarão	42 a 162	6	23° 04' 11"	47° 18' 26"
Jarinu	PC0062P	P1 – Sabesp	Pré-Cambriano	16 a 200	0	23° 12' 26"	46° 40' 55"
Joanópolis	PC0251P	Poço do Bairro do Mosquito – Sabesp	Pré-Cambriano	17 a 210	6	22° 57' 34"	46° 18' 10"
Limeira	TU0153P	TRW – Varga S/A	Tubarão	176 a 488	106	22° 33' 05"	47° 22' 19"
Limeira	TU0177P	Águas de Limeira – Bairro Tatu	Tubarão	*	*	22° 39' 07"	47° 21' 15"
Mombuca	TU0071P	P1 – Sabesp	Tubarão	102 a 203	30	22° 55' 45"	47° 33' 59"
Monte Mor	TU0074P	P3 – Sabesp	Tubarão	40 a 350	7	22° 56' 55"	47° 17' 47"
Nazaré Paulista	PC0262P	Poço Bairro Cuiabá – Sabesp	Pré-Cambriano	21 a 233	7	23° 10' 51"	46° 23' 59"
Paulínia	SG0199N	Nascente Fontanário de Paulínia	Serra Geral	Nascente	0	22° 45' 09"	47° 09' 51"
Pedra Bela	PC0094P	P2 – Sabesp –	Pré-Cambriano	37 a 180	0	22° 47' 31"	46° 26' 21"
Rafard	TU0270P	Prefeitura Poço 23 – DAEE	Tubarão	*	69	23° 02' 06"	47° 32' 24"
Santa Maria da Serra	GU0276P	P3 – Sabesp – Sede	Guarani	37 a 49	0	22° 33' 49"	48° 09' 00"
Santo Antonio de Posse	PC0278P	BEEF Snacks do BR Ind. Com.	Pré-Cambriano	171 a 300	54	22° 36' 09"	47° 00' 24"
Tuiuti	PC0145P	P1 – Sabesp, Poço Arraial	Pré-Cambriano	26 a 141	1	22° 49' 57"	46° 38' 48"
Valinhos	PC0148P	Prefeitura Poço San Fernando	Pré-Cambriano	19 a 150	2	22°57' 56"	46° 58' 21"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 5 são coletadas nos meses de abril (1ª) e outubro (2ª) de cada ano.

Figura 5.3.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá



As Tabelas 5.3.3 e 5.3.4 e os Gráficos 5.3.1 a 5.3.11 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Pré-Cambriano e Tubarão, nessa UGRHI.

Tabela 5.3.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Amparo	PC0152P	Fluoreto	1,5 mg F L ⁻¹	1ª/2010	11	6
				2ª/2010	13	
				1ª/2011	12	
				2ª/2011	16	
Pedra Bela	PC0094P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª/2010	>5700	0
		Coliformes totais	Ausente	1ª/2010	Presente	3
Sto Antonio de Posse	PC0278P	Fluoreto	1,5 mg F L ⁻¹	1ª/2010	8	*
				1ª/2011	9	
				2ª/2011	13	
				1ª/2012	8	
		2ª/2012	9			
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª/2011	9,15	*
Valinhos	PC0148P	Coliformes totais	Ausente	1ª/2010	Presente	1

* O monitoramento teve início no período de 2010-2012.

Gráfico 5.3.1 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto PC0152P – Amparo, Aquífero Pré-Cambriano

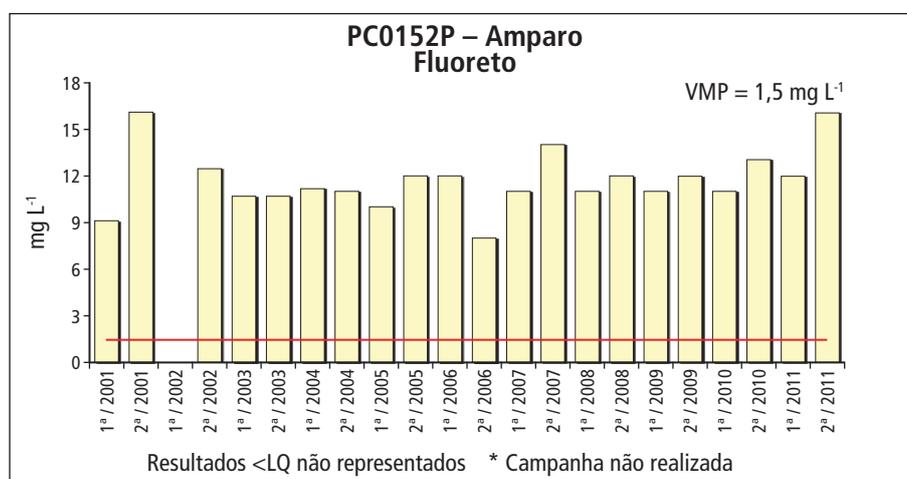


Gráfico 5.3.2 – Série histórica dos resultados para fluoreto no ponto PC0278P – Santo Antonio de Posse, Aquífero Pré-Cambriano

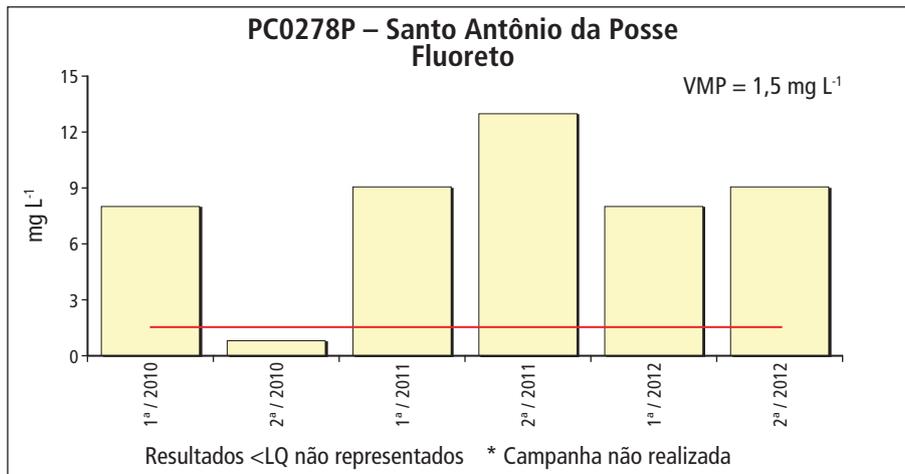


Gráfico 5.3.3 – Série histórica dos resultados para ferro no ponto PC0278P – Santo Antonio de Posse, Aquífero Pré-Cambriano

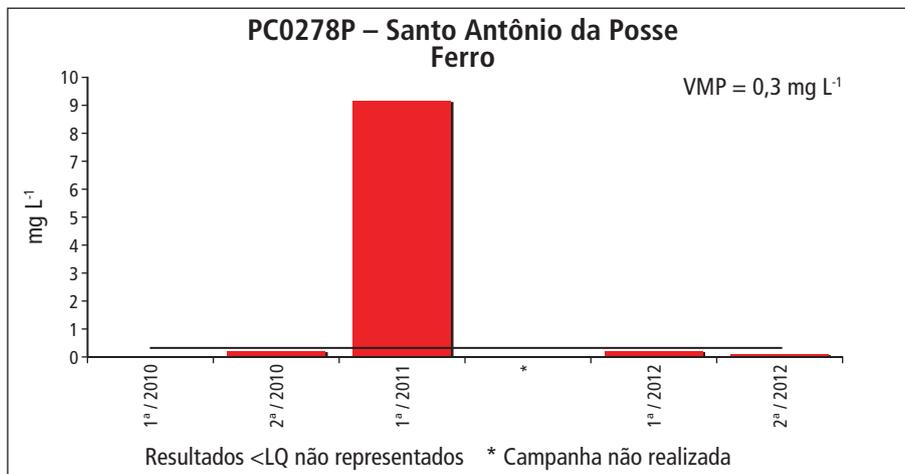


Tabela 5.3.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Americana	TU0176P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2010	2600	0
Elias Fausto	TU0036P	Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	1ª-2010	0,0120	0
				1ª-2012	0,0571	
		Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1ª-2010	0,5140	0
				1ª-2011	0,1245	
				1ª-2012	0,7745	
				2ª-2012	0,1200	
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª/2010	0,3900	0
				1ª/2012	0,5720	
		<i>E. coli</i>	Ausente	1ª-2011	Presente	0
		Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	2
2ª-2010	Presente					
1ª-2011	Presente					
1ª-2012	Presente					
Limeira	TU0153P	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	2ª-2010	0,5040	0
		Boro	0,5 mg B L ⁻¹	1ª-2010	0,5300	0
		Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	2ª-2010	0,0120	0
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	2ª/2010	2,3800	0
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2010	1300	0
	TU0177P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2010	1200	0
Monte Mor	TU0074P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª/2010	0,6230	0
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1ª-2010	660	0
		Coliformes totais	Ausente	2ª-2010	Presente	0
Rafard	TU0270P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	*

* O monitoramento teve início no período de 2010-2012.

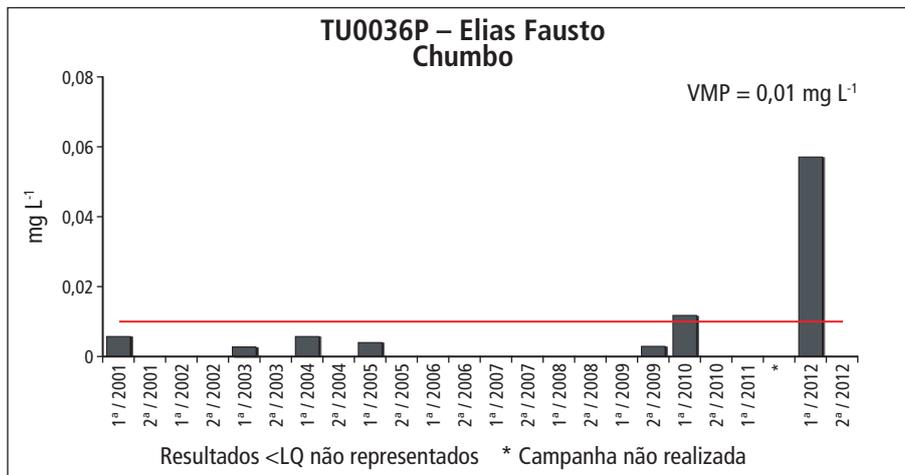
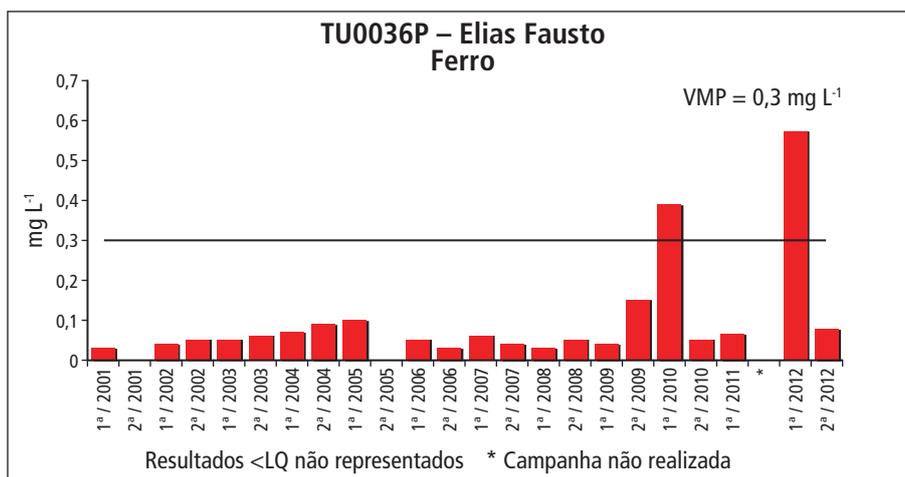
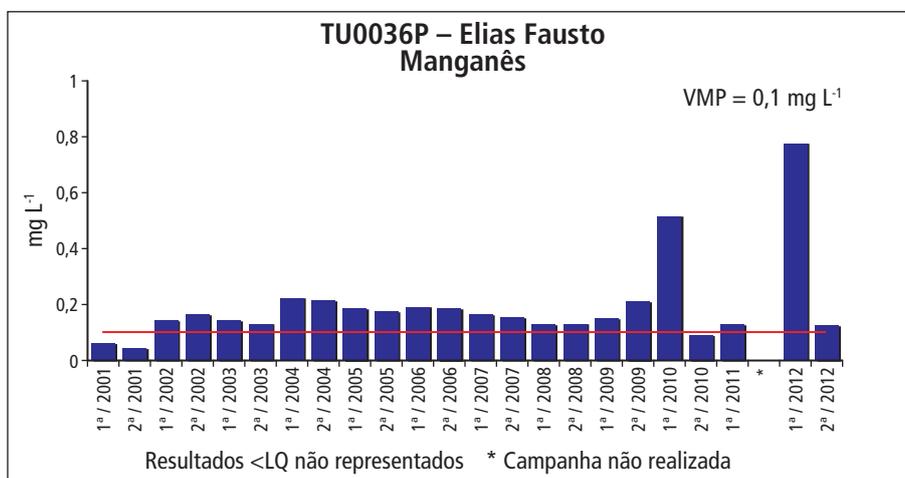
Gráfico 5.3.4 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto TU0036P – Elias Fausto, Aquífero Tubarão**Gráfico 5.3.5** – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0036P – Elias Fausto, Aquífero Tubarão**Gráfico 5.3.6** – Série histórica das concentrações de manganês no ponto TU0036P – Elias Fausto, Aquífero Tubarão

Gráfico 5.3.7 – Série histórica dos resultados para alumínio no ponto TU0153P – Limeira, Aquífero Tubarão

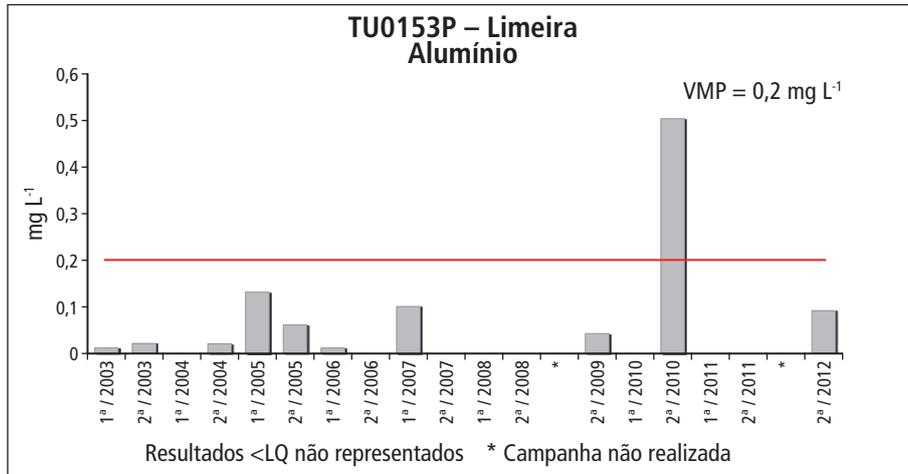


Gráfico 5.3.8 – Série histórica dos resultados para boro no ponto TU0153P – Limeira, Aquífero Tubarão

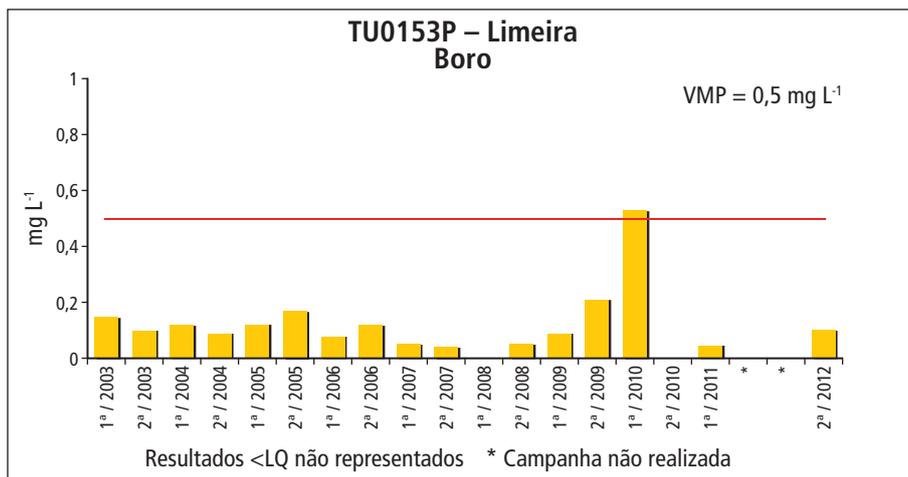


Gráfico 5.3.9 – Série histórica dos resultados para chumbo no ponto TU0153P – Limeira, Aquífero Tubarão

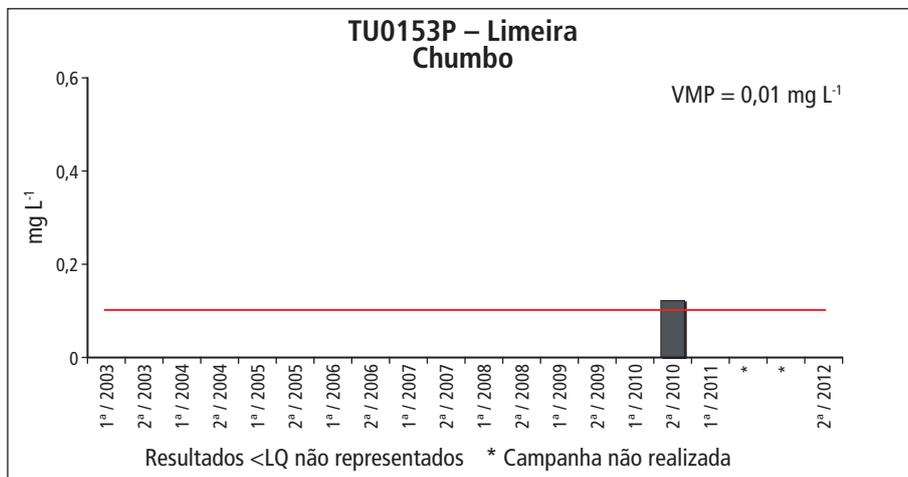


Gráfico 5.3.10 – Série histórica dos resultados para ferro no ponto TU0153P – Limeira, Aquífero Tubarão

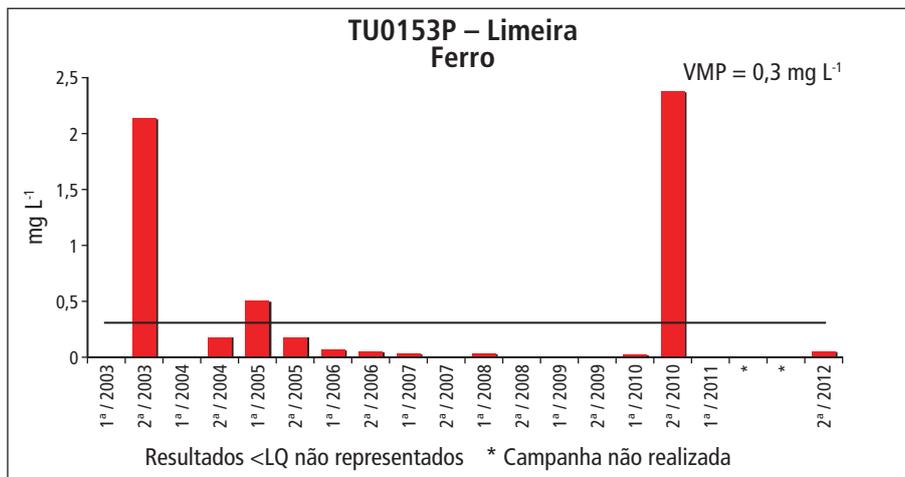
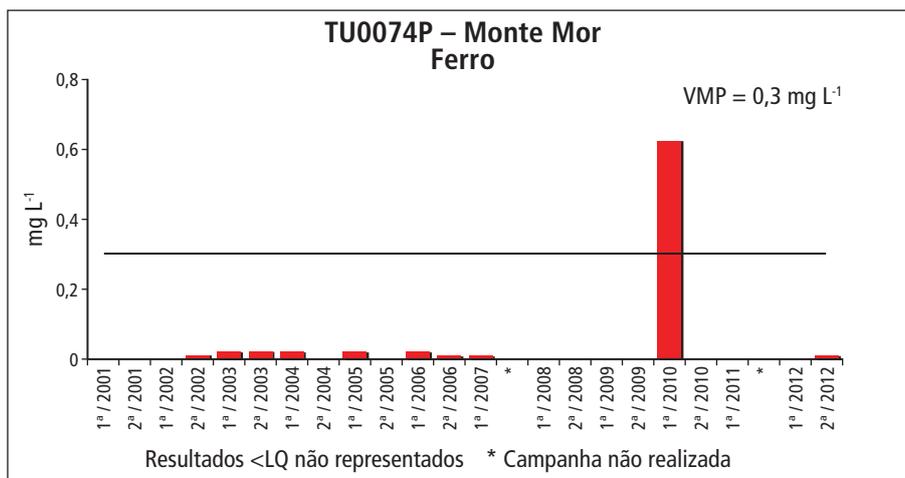
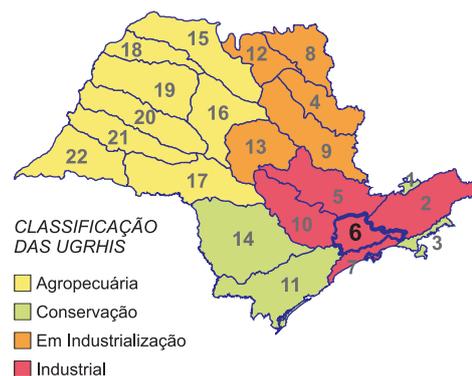


Gráfico 5.3.11 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0074P – Monte Mor, Aquífero Tubarão



5.4 UGRHI 6 – Alto Tietê



Esta UGRHI, composta por 34 municípios, concentra 47,2% da população do Estado, sendo que 98,87% dos habitantes vivem em áreas urbanas. Nessa UGRHI, que abriga a Região Metropolitana de São Paulo, as águas subterrâneas são pouco utilizadas para abastecimento público; esse recurso é captado em alguns municípios para complementar o volume de água distribuído à população. As demais características são apresentadas na Tabela 5.4.1.

Tabela 5.4.1 – Características da UGRHI 6 – Alto Tietê

Municípios (34)	Arujá; Barueri; Biritiba Mirim; Caieiras; Cajamar; Carapicuíba; Cotia; Diadema; Embu; Embu-Guaçu; Ferraz de Vasconcelos; Francisco Morato; Franco da Rocha; Guarulhos; Itapeverica da Serra; Itapevi; Itaquaquecetuba; Jandira; Mairiporã; Mauá; Mogi das Cruzes; Osasco; Pirapora do Bom Jesus; Poá; Ribeirão Pires; Rio Grande da Serra; Salesópolis; Santana de Parnaíba; Santo André; São Bernardo do Campo; São Caetano do Sul; São Paulo; Suzano; Taboão da Serra.		
População (IBGE, estimativa 2012)	19.790.807 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano e São Paulo		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	11,0	3,91	35,5
Área de drenagem	5.868 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Tietê, Claro, Paraitinga, Biritiba-Mirim, Jundiaí, Taiaçupeba-Mirim, Embu-Guaçu, Embu-Mirim, Cotia, Baquirivu-Guaçu, Tamanduateí, Pinheiros, Juqueri e Córregos Aricanduva e Cabuçu de Baixo. Reservatórios: Billings, Rio Grande, Rio das Pedras, Ribeirão do Campo, Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba, Jundiaí, Taiaçupeba, Pedro Beicht, Cachoeira da Graça, Juqueri ou Paiva Castro, Edgard de Souza, Pirapora, Águas Claras e Guarapiranga.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	88%	54%	
Principais atividades econômicas	Esta região constitui-se no maior pólo de riqueza nacional e responde pela geração de cerca de 15% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. A metrópole de São Paulo, concentrando o comando do grande capital privado nacional, centraliza a sede dos mais importantes complexos industriais, comerciais e financeiros que controlam as atividades econômicas do País. Abriga uma série de serviços sofisticados, definidos pela interdependência dos setores, que se integram e se complementam. O setor de serviços é o mais expressivo e mostra uma grande complementaridade com a indústria. Ressalta-se, ainda, o setor de transportes, de serviços técnicos às empresas, de saúde e de telecomunicações.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural corresponde a 27,2% da área total, com remanescentes da Floresta Ombrófila Densa, que ocorre de forma contínua na sua porção S, SE, SO e centro-norte, bem como de forma fragmentada por toda a UGRHI. Ocorrem fragmentos de Cerrados, em área restrita, em sua porção norte. Destacam-se os municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo, Mogi das Cruzes, Cotia e Salesópolis, com significativas áreas com mata nativa.		

Os vinte e sete pontos de monitoramento são poços utilizados para abastecimento público de água, serviços, produção de águas minerais, além de nascentes e estão distribuídos nos Aquíferos Pré-Cambriano e São Paulo. A Tabela 5.4.2 e a Figura 5.4.1 apresentam as características e a localização desses pontos na UGRHI 6 – Alto Tietê.

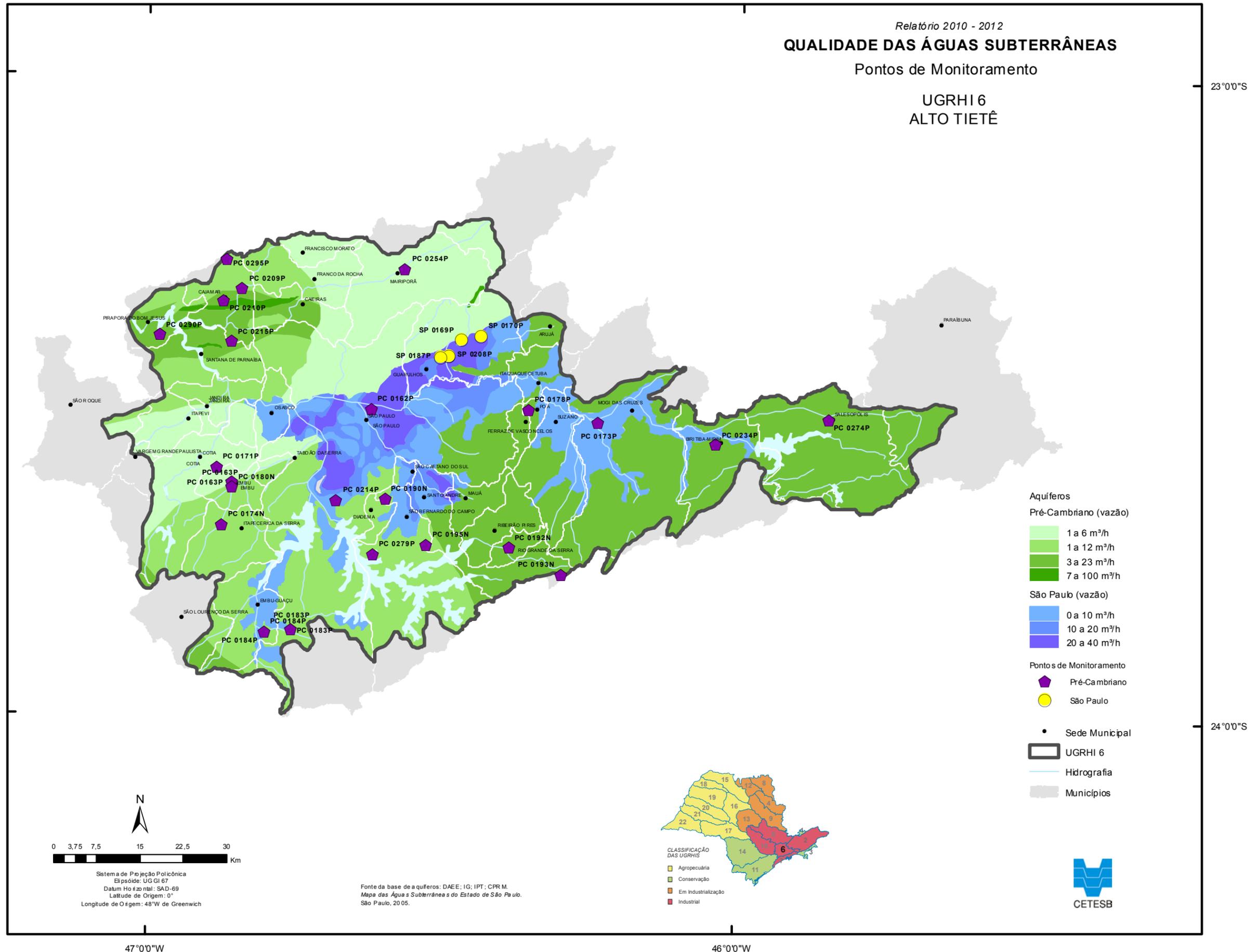
Tabela 5.4.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 6 – Alto Tietê

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Biritiba-Mirim	PC0234P	Poço Irohi – Sabesp	Pré-Cambriano	6 a 140	7	23° 34' 26"	46° 02' 19"
Cajamar	PC0209P	P4 – Sabesp	Pré-Cambriano	*	11	23° 20' 11"	46° 50' 32"
Cajamar	PC0210P	P3 – Sabesp	Pré-Cambriano	*	5	23° 21' 21"	46° 52' 26"
Cajamar	PC0295P	P1 Sabesp – Distrito de Jordanésia	Pré-Cambriano	24 a 215	5	23°17'28"	46°52'11"
Cotia	PC0171P	P2, Cotia Foods	Pré-Cambriano	*	*	23° 36' 54"	46° 53' 02"
Embu	PC0163P	Empresa de Águas Criss LTDA	Pré-Cambriano	53 a 262	23	23° 38' 22"	46° 51' 25"
Embu	PC0180N	Empresa de Águas Criss LTDA	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 38' 47"	46° 51' 24"
Embu-Guaçu	PC0184P	P2 – Sabesp	Pré-Cambriano	31 a 150	1	23° 52' 20"	46° 48' 04"
Guarulhos	SP0169 P	P14 – SAAE	São Paulo	124 a 218	112	23° 24' 52"	46° 28' 22"
Guarulhos	SP0170P	P17 – SAAE	São Paulo	129 a 235	*	23° 24' 32"	46° 26' 15"
Guarulhos	SP0187P	P2 – DAEE, Aeroporto	São Paulo	78 a 238	43	23° 26' 21"	46° 29' 29"
Guarulhos	SP0208P	P6 – Aeroporto	São Paulo	*	*	23° 26' 21"	46° 29' 30"
Itapeverica da Serra	PC0174N	Crystal Fonte Del Rey – Mineração Zullu	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 32' 31"	46° 14' 28"
Mairiporã	PC0254P	P7 – Sabesp – Jardim Sandra	Pré-Cambriano	27 a 154	3	23° 18' 16"	46° 34' 02"
Mogi das Cruzes	PC0173P	SPAL	Pré-Cambriano	*	*	23° 32' 31"	46° 14' 28"
Pirapora do Bom Jesus	PC0290P	P4 – Sabesp	Pré-Cambriano	32 a 133	4	23°24'36"	46°58'54"
Poá	PC0178P	Mineração Planeta Água	Pré-Cambriano	*	*	23° 31' 21"	46° 21' 23"
Rio Grande da Serra	PC0192N	Fontanário	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 44' 16"	46° 23' 14"
Salesópolis	PC0274P	Poço Vila Bragança, Sabesp	Pré-Cambriano	37 a 49	0	23° 31' 59"	45° 50' 52"
Santana de Parnaíba	PC0215P	P5 – Sabesp	Pré-Cambriano	*	*	23° 25' 11"	46° 51' 36"
Santo André	PC0193N	Paranapiacaba	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 46' 46"	46° 17' 53"
São Bernardo do Campo	PC0190N	Nascente Taboão	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 39' 45"	46° 35' 51"
São Bernardo do Campo	PC0195N	Nascente Sítio do Pica-Pau Amarelo	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 44' 07"	46° 31' 40"
São Bernardo do Campo	PC0279P	Poço Ideal 1, Sabesp	Pré-Cambriano	40 a 161	0	24° 22' 52"	47° 55' 51"
São Paulo	PC0162P	Escola Técnica Federal – DAEE	Pré-Cambriano	43 a 320	34	23° 31' 22"	46° 37' 21"
São Paulo	PC0183P	P1 – Sabesp, Parelheiros	Pré-Cambriano	82 a 240	0	23° 52' 08"	46° 45' 22"
São Paulo	PC0214P	P1 – Fonte Sonja	Pré-Cambriano	76 a 204	30	23° 39' 57"	46° 40' 50"

* s. d. – sem dados

Obs. As amostras dos pontos da UGRHI 6 são coletadas nos meses de abril (1ª) e outubro (2ª) de cada ano.

Figura 5.4.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 6 – Alto Tietê



As Tabelas 5.4.3 e 5.4.4 e os Gráficos 5.4.1 a 5.4.16 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Pré-Cambriano e São Paulo, nessa UGRHI.

Tabela 5.4.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 6 – Alto Tietê

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Biritiba Mirim	PC0234P	Arsênio Total	0,01 mg As L ⁻¹	2 ^a -2012	0,0107	*
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a -2011	0,6270	*
				1 ^a -2012	0,7598	
				2 ^a -2012	0,9090	
		Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1 ^a -2011	0,1001	*
Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2012	Presente	*		
Cajamar	PC0295P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2 ^a -2012	>5700	*
Embu	PC0163P	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	2 ^a -2012	0,2640	0
	PC0180N	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	1 ^a -2012	0,3270	2
				2 ^a -2012	0,3300	
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2 ^a -2010	2200	0
1 ^a -2012	>5700					
Pirapora	PC0290P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1 ^a -2012	930	*
Poá	PC0178P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1 ^a -2010	520	0
				2 ^a -2010	630	
Rio Grande Serra	PC0192N	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	1 ^a -2011	0,2100	0
				2 ^a -2012	0,2180	
São Bernardo do Campo	PC0279P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a -2010	1,3000	*
				2 ^a -2010	0,3200	
				1 ^a -2011	0,5610	
	Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1 ^a -2010	0,1536	*	
			2 ^a -2010	0,1280		
			1 ^a -2011	0,1862		
	Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2011	Presente	*	
	PC0190N	Nitrogênio Nitrato	10 mg N L ⁻¹	1 ^a -2010	11,7	5
				1 ^a -2011	10,9	
PC0195N	Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	0	
			2 ^a -2010	Presente		

Tabela 5.4.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano, na UGRHI 6 – Alto Tietê (conclusão)

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
São Paulo	PC0162 P	Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	1 ^a -2011	0,0130	1
				2 ^a -2012	0,0102	
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a -2011	0,3630	0
				Fluoreto	1,5 mg F L ⁻¹	1 ^a -2010
		2 ^a -2010	2,4600			
		1 ^a -2011	2,2800			
		2 ^a -2011	2,2500			
		1 ^a -2012	2,0100			
		2 ^a -2012	2,3400			
		Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	0
	2 ^a -2011			Presente		
	PC0183 P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a -2010	1,4000	6
				2 ^a -2010	1,4500	
				1 ^a -2011	0,7970	
1 ^a -2012				0,3876		
2 ^a -2012				1,5000		
Manganês		0,1 mg Mn L ⁻¹	1 ^a -2010	0,1584	0	
			2 ^a -2010	0,1550		
			1 ^a -2011	0,1874		
			1 ^a -2012	0,1097		
			2 ^a -2012	0,1780		
Coliformes totais	Ausente	2 ^a -2010	Presente	1		
Santo André	PC0193P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1 ^a -2012	>5700	4
		Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	2
				2 ^a -2010	Presente	

* O monitoramento teve início no período de 2010-2012.

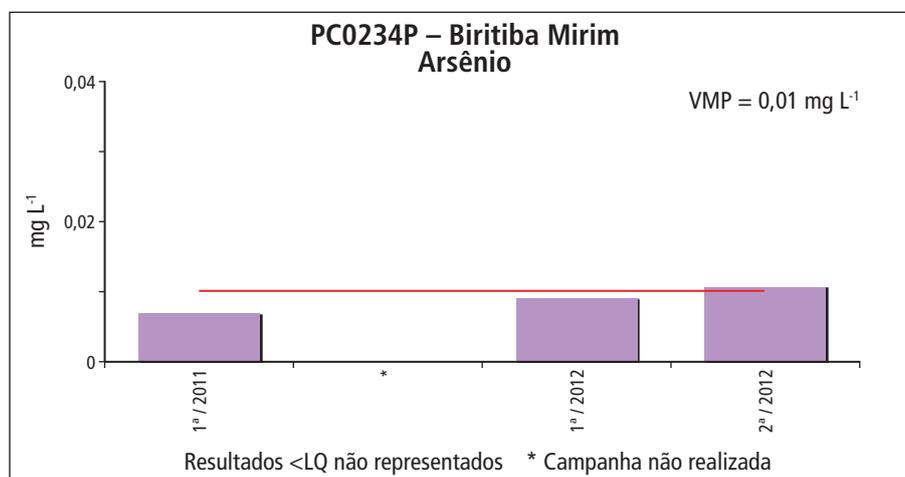
Gráfico 5.4.1 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano

Gráfico 5.4.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0234P – Biritiba Mirim, Aquífero Pré-Cambriano

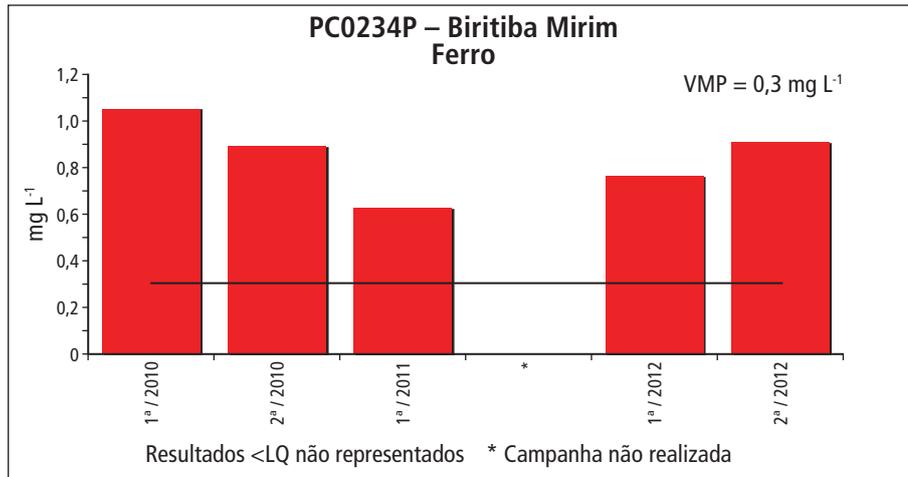


Gráfico 5.4.3 – Série histórica das concentrações de alumínio no ponto PC0163P – Embu, Aquífero Pré-Cambriano

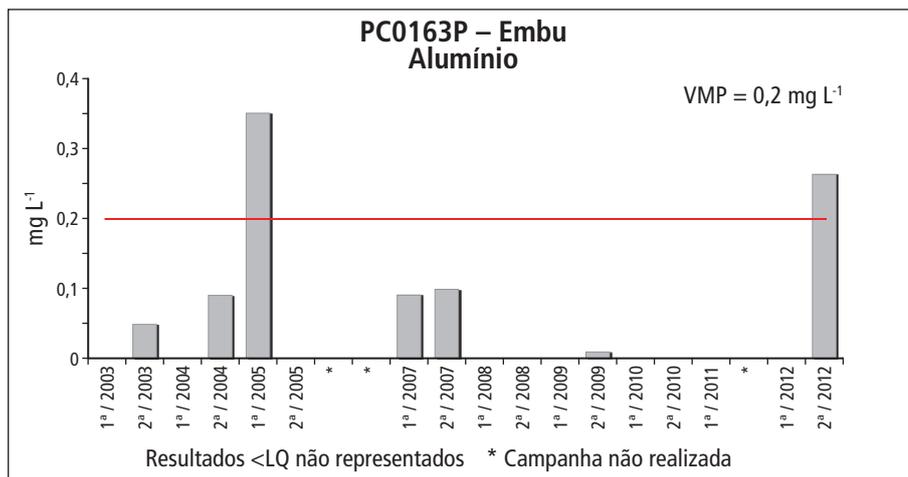


Gráfico 5.4.4 – Série histórica das concentrações de alumínio no ponto PC0180N – Embu, Aquífero Pré-Cambriano

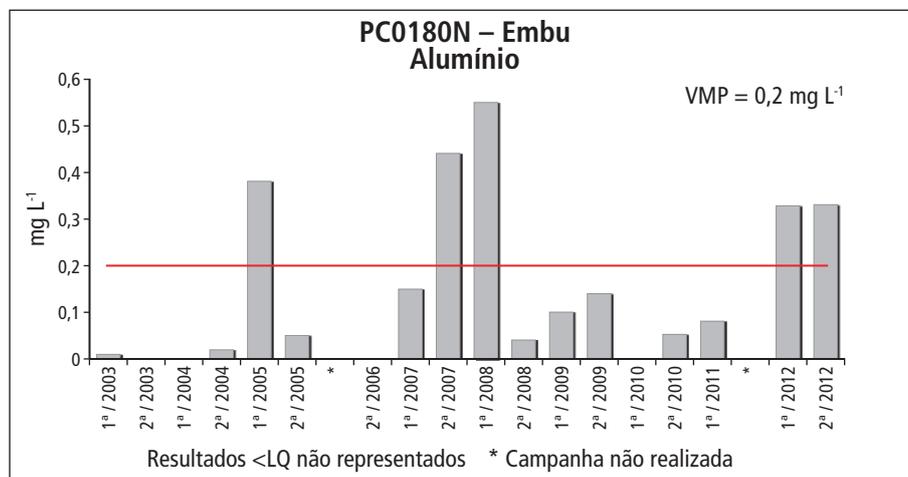


Gráfico 5.4.5 – Série histórica das concentrações de alumínio no ponto PC0192N – Rio Grande da Serra, Aquífero Pré-Cambriano

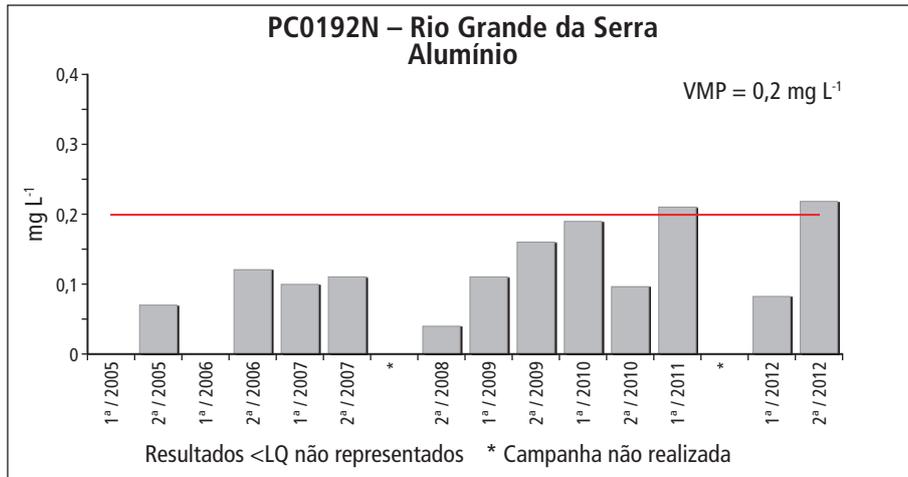


Gráfico 5.4.6 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0279P – São Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano

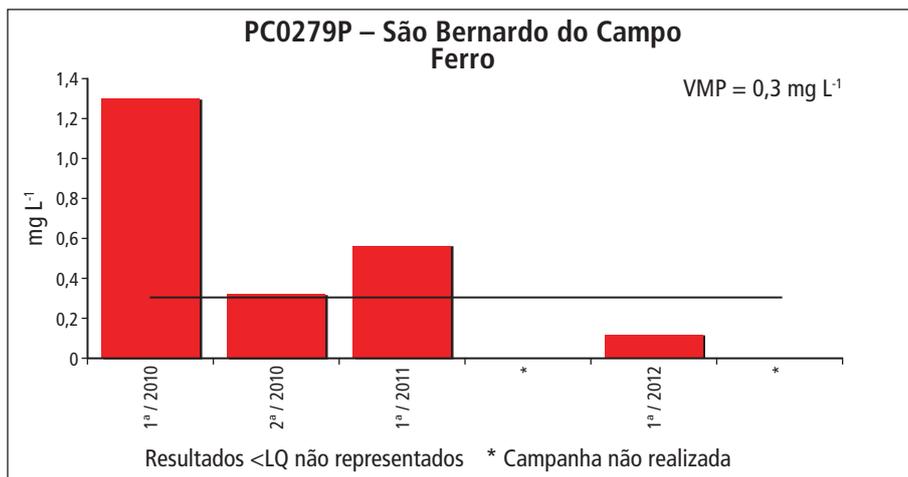


Gráfico 5.4.7 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0279P – S. Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano

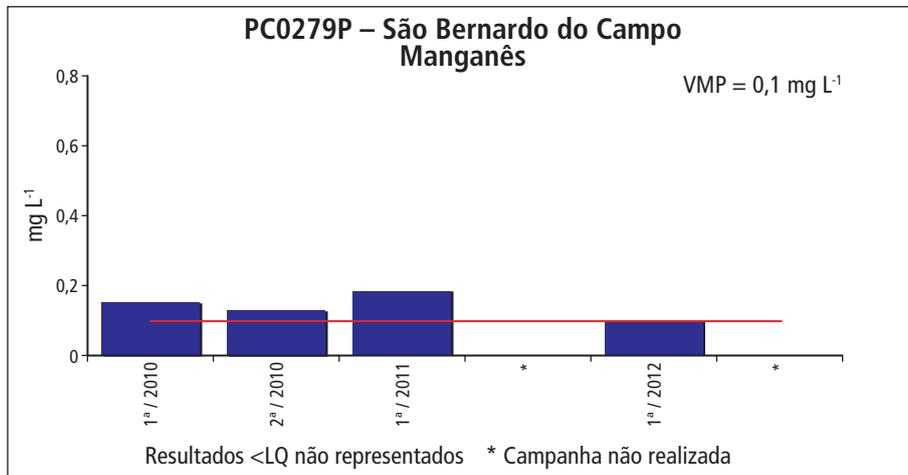


Gráfico 5.4.8 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto PC0190N – São Bernardo do Campo, Aquífero Pré-Cambriano

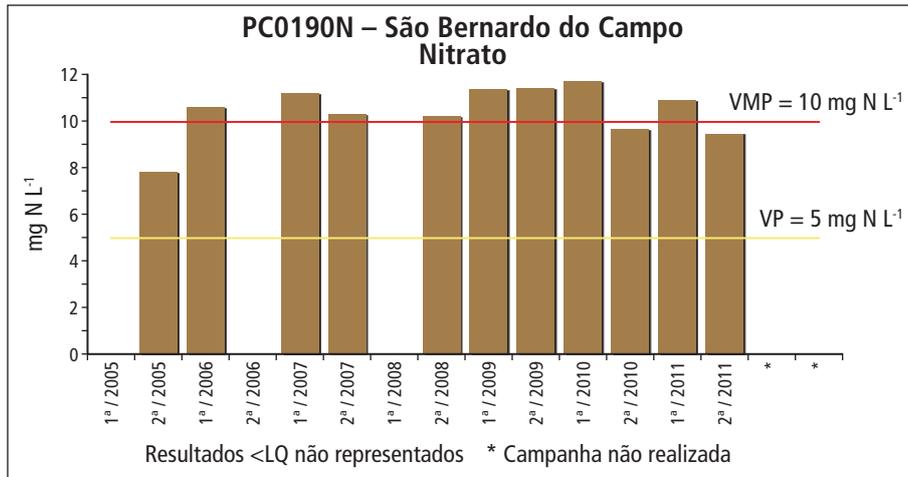


Gráfico 5.4.9 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano

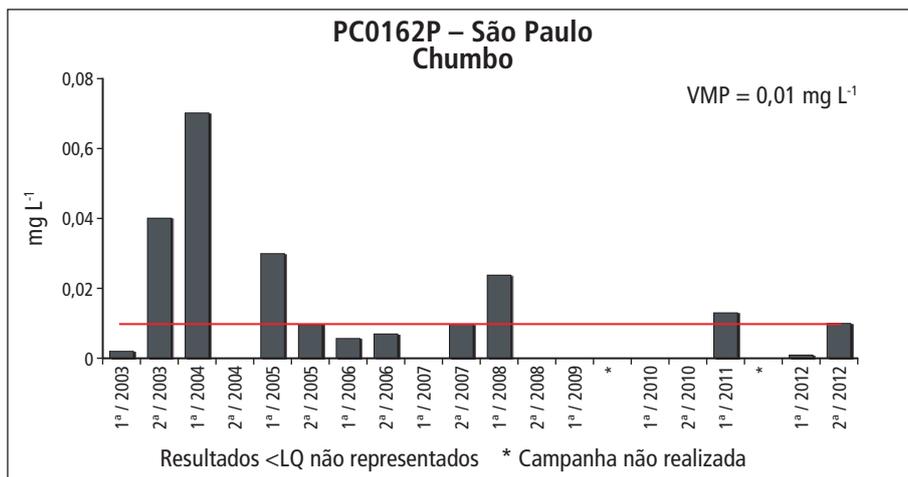


Gráfico 5.4.10 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano

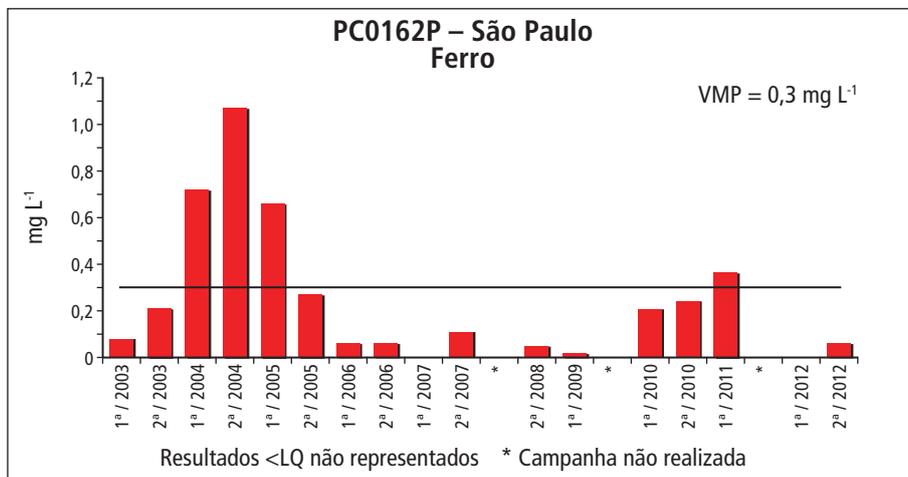


Gráfico 5.4.11 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto PC0162P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano

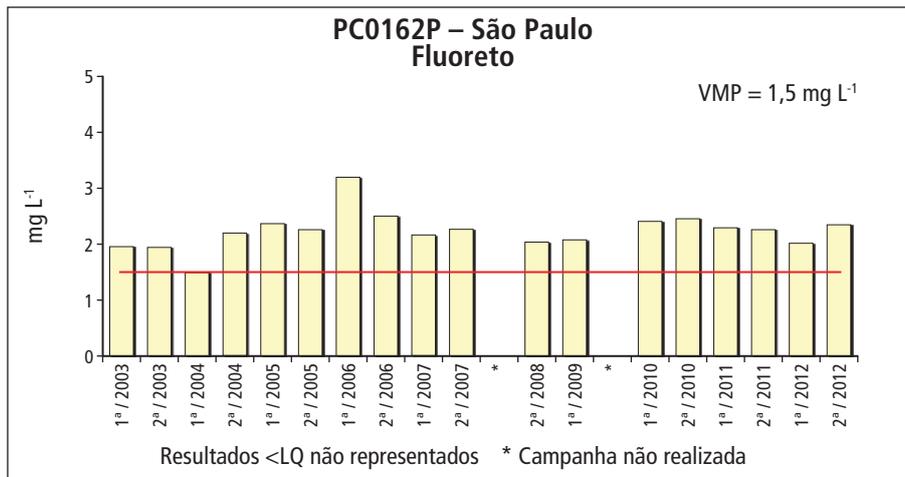


Gráfico 5.4.12 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0183P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano

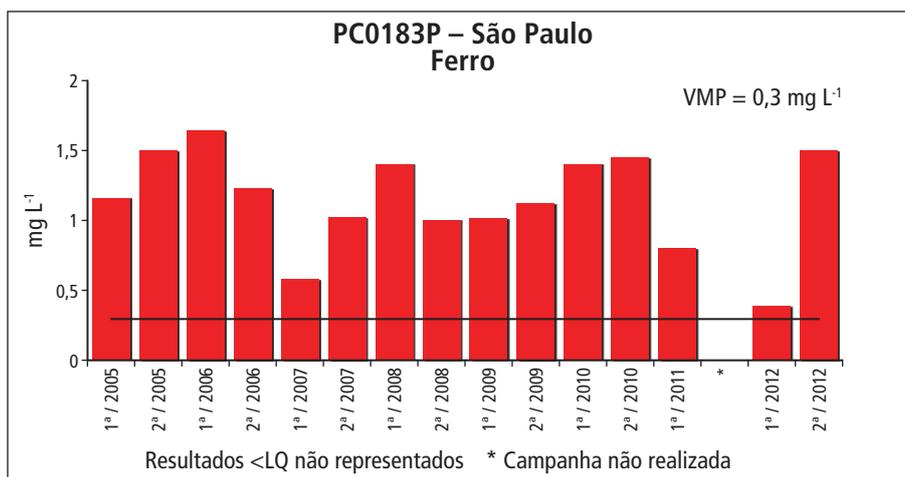


Gráfico 5.4.13 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0183P – São Paulo, Aquífero Pré-Cambriano

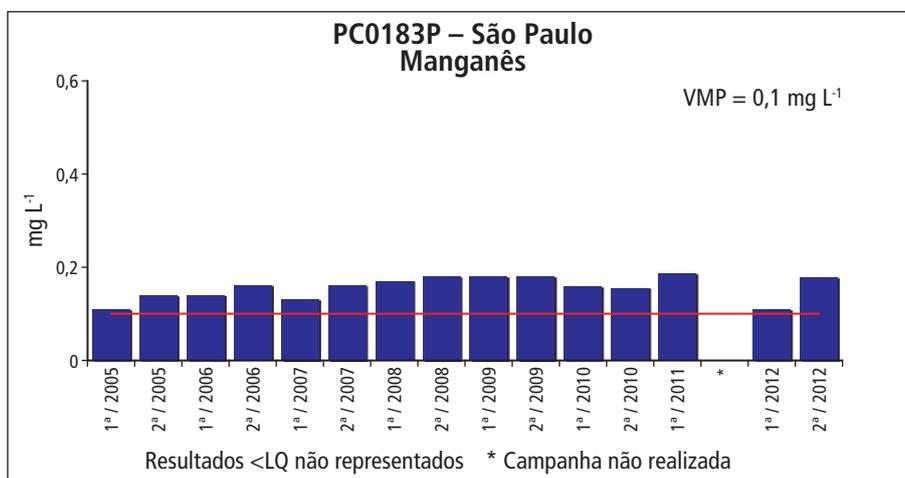


Tabela 5.4.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero São Paulo, na UGRHI 6 – Alto Tietê

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Guarulhos	SP0169P	Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	2 ^a -2012	0,1460	0
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a -2012	0,4822	4
	SP0170P	Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	2 ^a -2012	0,1270	0
	SP0187P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2 ^a -2011	1500	1
	SP0208P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	2 ^a -2010	2,5600	0
				2 ^a -2012	0,4130	

Gráfico 5.4.14 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto SP0169P – Guarulhos, Aquífero São Paulo

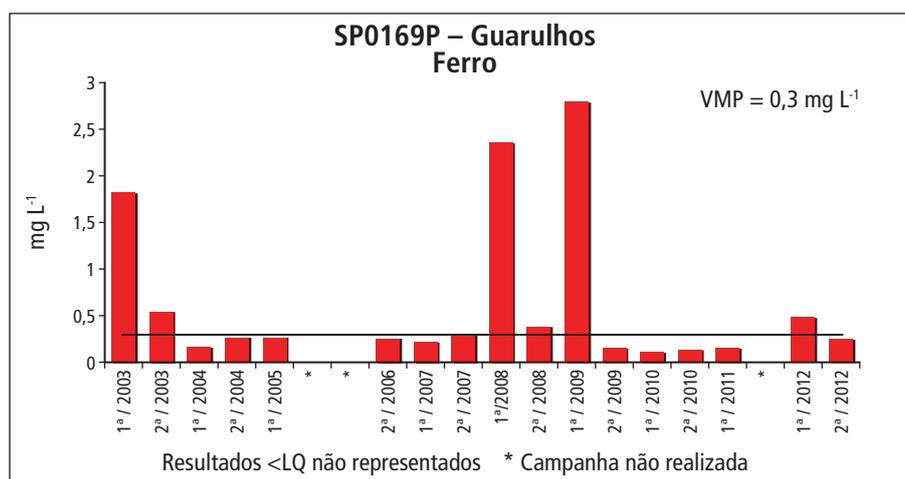


Gráfico 5.4.15 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto SP0169P – Guarulhos, Aquífero São Paulo

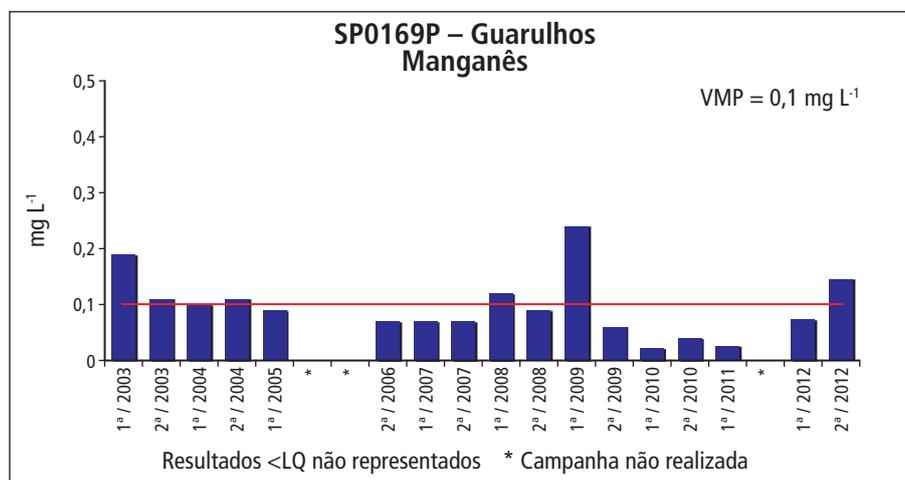
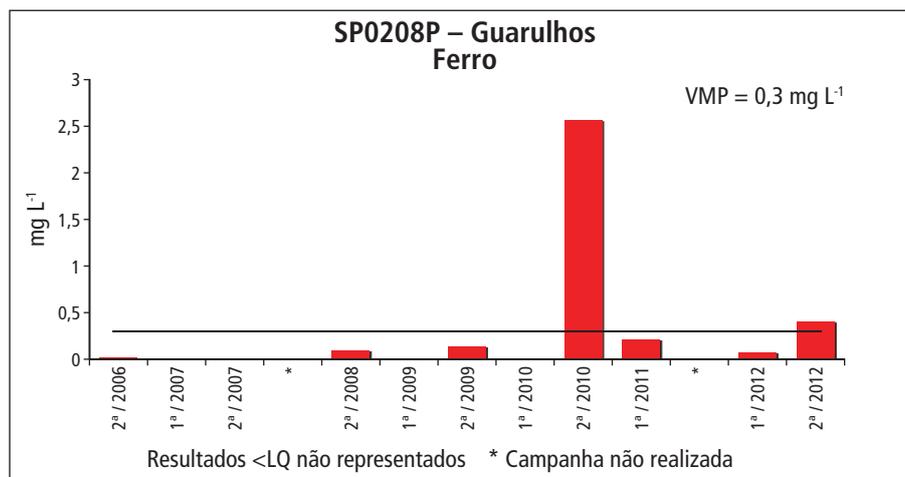


Gráfico 5.4.16 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto SP0208P – Guarulhos, Aquífero São Paulo

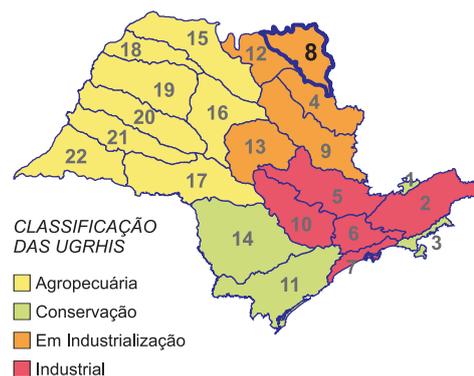
A Tabela 5.4.5 apresenta os resultados obtidos para as substâncias orgânicas voláteis acima do limite de quantificação. As substâncias detectadas em sete amostras do Aquífero Pré-Cambriano, em concentrações muito inferiores aos valores máximos permitidos, pertencem ao grupo dos trihalometanos. Normalmente, em águas tratadas, os trihalometanos podem ser formados no processo de desinfecção com cloro.

Tabela 5.4.5 – Substâncias Orgânicas Voláteis detectadas no triênio 2010-2012

Parâmetro	VMP (µg L ⁻¹)	Município	Ponto CETESB	1 ^a -2010	1 ^a -2011	2 ^a -2011
Clorofórmio	100	Cajamar	PC0209P	--	3,10	3,84
		Santana do Parnaíba	PC0215P	9,59	--	--
		São Bernardo do Campo	PC0190N	--	--	12,4
		Biritiba Mirim	PC0234P	--	2,76	--
Dibromoclorometano	100	Biritiba Mirim	PC0234P	--	4,66	--
Bromo diclorometano	100	Biritiba Mirim	PC0234P	--	3,70	--
		Salesópolis	PC0274P	--	2,60	--

VMP – Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde

5.5 UGRHI 8 – Sapucaí / Grande



Nesta UGRHI, composta por 22 municípios, vivem aproximadamente 2% da população do Estado, sendo que 94% dos habitantes residem em áreas urbanas. Segundo dados de 2006, todos os municípios fazem uso, total ou parcialmente de águas subterrâneas para abastecimento público (CETESB, 2007). Nessa UGRHI afloram os Aquíferos Serra Geral e Guarani. As demais características são apresentadas na Tabela 5.5.1.

Tabela 5.5.1 – Características da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande

Municípios (22)	Aramina; Batatais; Buritizal; Cristais Paulista; Franca; Guaíra; Guará; Igarapava; Ipuã; Itirapuã; Ituverava; Jeriquara; Miguelópolis; Nuporanga; Patrocínio Paulista; Pedregulho; Restinga; Ribeirão Corrente; Rifaina; Santo Antonio da Alegria; São Joaquim da Barra; São José da Bela Vista.		
População (IBGE, estimativa 2012)	679.660 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral e Guarani		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	18,0	0,81	4
Área de drenagem	9.125 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Sapucaí, do Carmo e Grande; Ribeirão dos Bagres. Reservatórios: Estreito, Jaguará, Igarapava e Volta Grande (Rio Grande).		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	100%	92%	
Principais atividades econômicas	A indústria calçadista de Franca destaca-se como uma das maiores do país, com grande produção para exportação. Distingue-se também a indústria alimentícia, principalmente de laticínios. Na agricultura predominam as pastagens e os cultivos de cana-de-açúcar e soja.		
Vegetação remanescente	Os remanescentes florestais dessa UGRHI encontram-se extremamente fragmentados, perfazendo 6,6% de sua área, com vegetação natural composta pela Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado.		

No período 2010-2012 foram monitorados dez poços tubulares, que captam água dos Aquíferos Guarani e Serra Geral para abastecimento público. A Tabela 5.5.2 apresenta às características desses pontos de monitoramento e a Figura 5.5.1 sua localização.

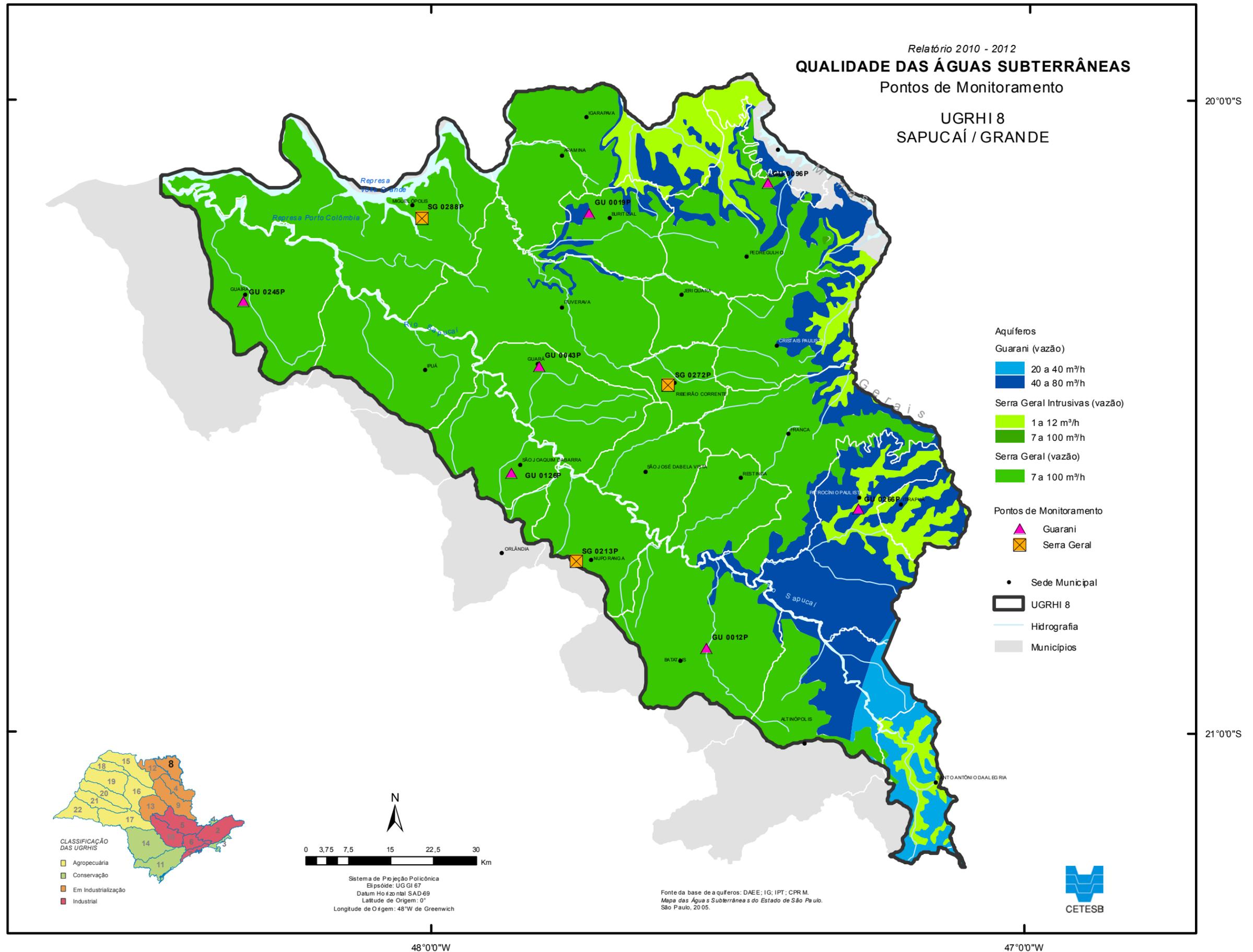
Tabela 5.5.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Batatais	GU0012P	P1 – Santa Cruz, Sabesp	Guarani	148 a 260	88	20° 52' 09"	47° 32' 12"
Buritizal	GU0019P	P3 – Sabesp	Guarani	113 a 262	82	20° 10' 55"	47° 44' 11"
Guaira	GU0245P	P3-Guaritá, Prefeitura	Guarani	*	*	20° 19' 17"	48° 18' 51"
Guará	GU0043P	P6 – DAEE/Pref.	Guarani	267 a 427	59	20° 25' 24"	47° 49' 09"
Miguelópolis	SG0288P	P4 – Sabesp	Serra Geral	*	*	20° 10' 49"	48° 01' 42"
Nuporanga	SG0213P	Poço 05 Centro de lazer Prefeitura	Serra Geral	15 a 140	23	20° 43' 59"	47° 45' 22"
Patrocínio Paulista	GU0266P	Poço Marumbé, Prefeitura.	Guarani	*	*	20° 38' 58"	47° 16' 58"
Pedregulho	GU0096P	P1 – Sabesp	Guarani	49 a 116	11	20° 08' 02"	47° 26' 14"
Ribeirão Corrente	SG0272P	Sabesp, P2, próx. Cór. dos Mendes	Serra Geral	7 a 120	5	20° 27' 15"	47° 36' 08"
São Joaquim da Barra	GU0126P	P15 – DAEE/Pref.	Guarani	334 a 581	140	20° 35' 36"	47° 51' 55"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 8 são coletadas nos meses de março (1º) e setembro (2º) de cada ano.

Figura 5.5.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 8 – Sapucaí / Grande



As Tabelas 5.5.3 e 5.5.4 e o Gráfico 5.5.1 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Guarani e Serra Geral nessa UGRHI.

Tabela 5.5.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 8 – Sapucaí / Grande

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Pedregulho	GU0096P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2010	>5700	1
		Zinco	1,05 mg Zn L ⁻¹	2ª-2010	3,17	1

Gráfico 5.5.1 – Série histórica das concentrações de zinco no ponto GU0096P – Pedregulho, Aquífero Guarani

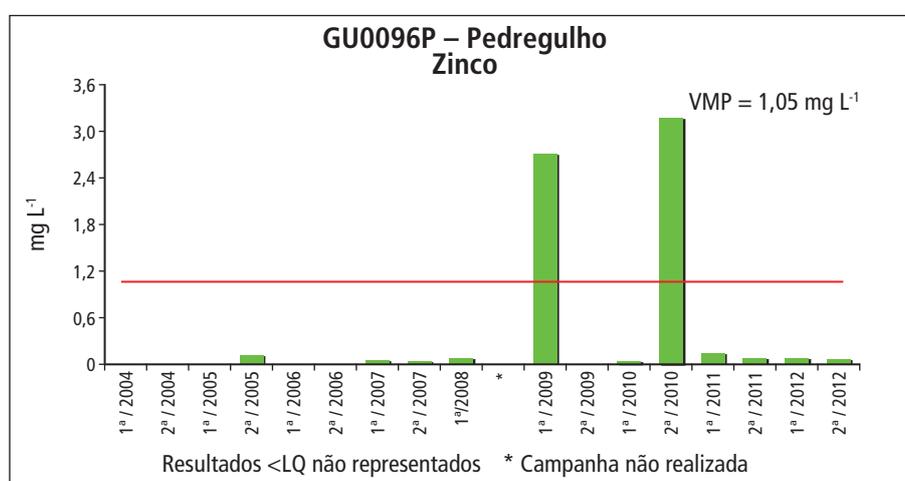


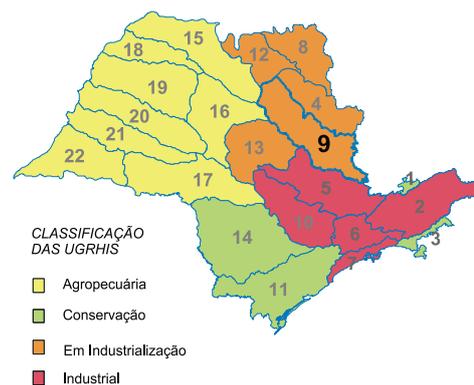
Tabela 5.5.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 8 – Sapucaí / Grande

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Miguelópolis	SG0288P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª-2010	0,8980	*
		Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	*
Ribeirão Corrente	SG0272P	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	2ª-2012	0,4120	*
		Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	2ª-2012	0,0184	*
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	2ª-2012	1,0800	*

*O monitoramento teve início no período de 2010-2012.

Nesse período foram verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no poço SG0288P, localizado em Miguelópolis, que capta água do Aquífero Serra Geral.

5.6 UGRHI 9 – Mogi Guaçu



Esta UGRHI é composta por 38 municípios, concentra 3,5% da população do Estado, sendo que 93,61% dos habitantes vivem em áreas urbanas. Cerca de 50% dos municípios se utilizam parcial ou totalmente de águas subterrâneas para abastecimento público (CETESB, 2007). Essa UGRHI é a que possui maior número de aquíferos aflorantes em seu território, como mostra a Tabela 5.6.1, entre outras características.

Tabela 5.6.1 – Características da UGRHI 9 – Mogi Guaçu

Municípios (38)	Aguai; Águas da Prata; Águas de Lindóia; Américo Brasiliense; Araras; Barrinha; Conchal; Descalvado; Dumont; Engenheiro Coelho; Espírito Santo do Pinhal; Estiva Gerbi; Guariba; Guataporã; Itapira; Jaboticabal; Leme; Lindóia; Luís Antônio; Mogi Guaçu; Mogi Mirim; Motuca; Pirassununga; Pitangueiras; Pontal; Porto Ferreira; Pradópolis; Rincão; Santa Cruz da Conceição; Santa Cruz das Palmeiras; Santa Lucia; Santa Rita do Passa Quatro; Santo Antonio do Jardim; São João da Boa Vista; Serra Negra; Sertãozinho; Socorro; Taquaral.		
População (IBGE, estimativa 2012)	1.473.997 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano, Serra Geral, Serra Geral Intrusivas, Tubarão, Guarani, Bauru, Aquíclode Passa Dois		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	24,0	2,43	10
Área de drenagem	1.948 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Mogi-Guaçu, do Peixe e Jaguari-Mirim.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	97%	56%	
Principais atividades econômicas	Predominam as atividades do setor primário, destacando-se a agropecuária. As principais culturas são cana-de-açúcar, laranja e milho, além de pastagens. No setor secundário predomina a agroindústria como usinas de açúcar e álcool, óleos vegetais e bebidas, além de frigoríficos e indústria de papel e celulose. O turismo é outra atividade importante, com a presença das estâncias hidrominerais de Águas da Prata, Águas de Lindóia, Lindóia, Serra Negra e Socorro.		
Vegetação remanescente	Cerca de 5,9% da área total da UGRHI está coberta por vegetação natural com remanescente de Cerrado e Floresta Estacional Semidecídua, em condição de extrema fragmentação.		

Os pontos que fazem parte da Rede de Monitoramento são 17 poços tubulares utilizados para abastecimento público, que captam água dos Aquíferos Bauru, Guarani, Pré-Cambriano, Serra Geral, Tubarão e do Aquicludo Passa Dois. As características e localização desses poços estão na Tabela 5.6.2 e Figura 5.6.1.

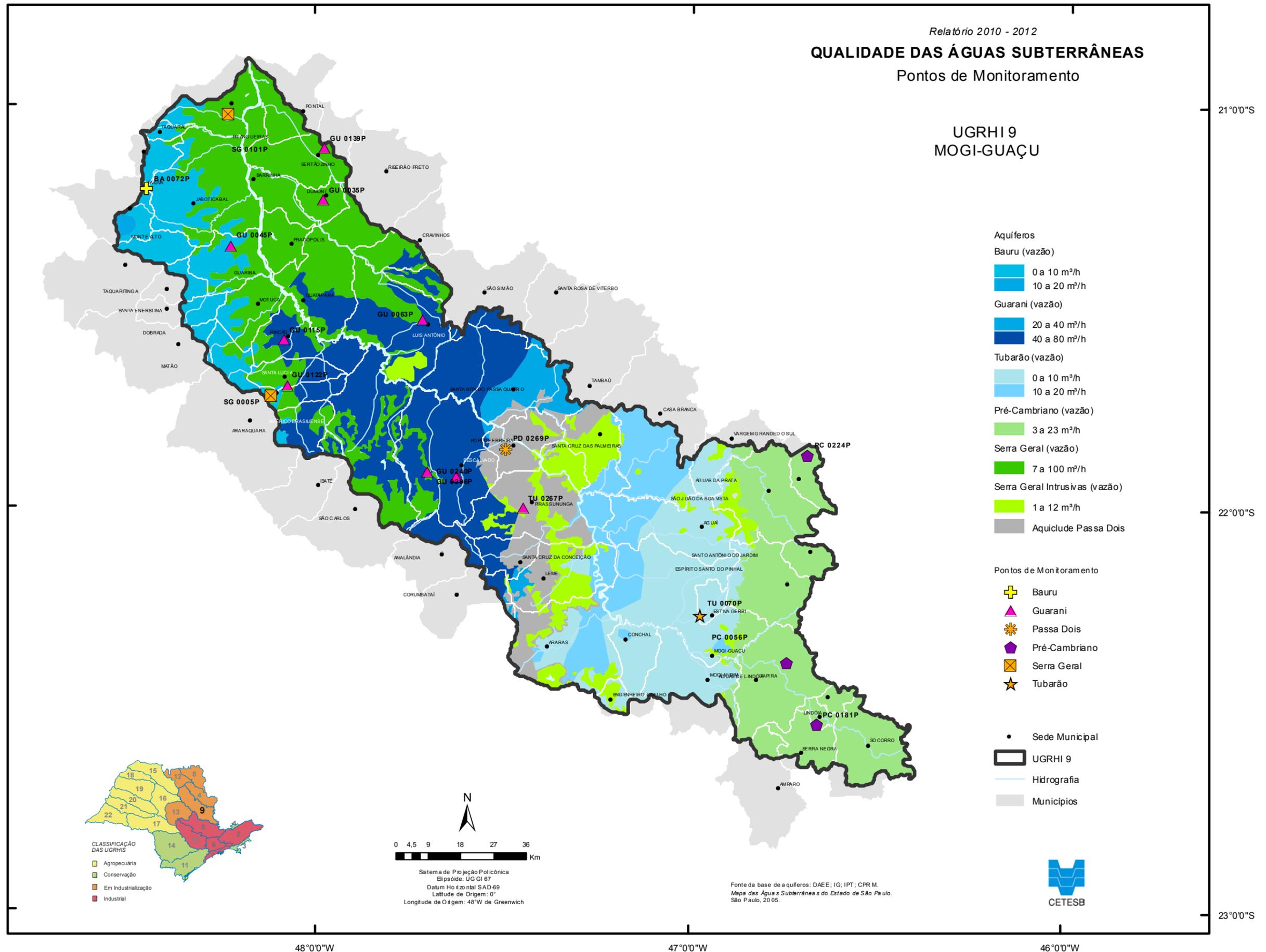
Tabela 5.6.2 – Pontos de monitoramento da UGRHI 9 – Mogi Guaçu

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Águas da Prata	PC0224P	Águas da Prata Ltda (Pq. das Águas da Prata)	Pré-Cambriano	*	*	21° 52' 19"	46° 41' 22"
Américo Brasiliense	SG0005P	P4 – DAEE	Serra Geral	23 a 120	0	21° 43' 43"	48° 06' 56"
Descalvado	GU0240P	Bosque do Tamanduá	Guarani	*	*	21° 55' 42"	47° 37' 21"
Descalvado	GU0296P	Prefeitura Poço Bosque do Tamanduá	Guarani	82 a 158	48	21°55'45"	47°37'23"
Dumont	GU0035P	P181 – DAEE	Guarani	240 a 341	104	21° 14' 32"	47° 58' 40"
Guariba	GU0045P	P1 – DAEE/Sabesp	Guarani	220 a 591	96	21° 21' 17"	48° 13' 23"
Itapira	PC0056P	Prefeitura – Barão Ataliba Nogueira	Pré-Cambriano	6 a 113	1	22° 23' 22"	46° 44' 26"
Lindóia	PC0181P	Prefeitura Poço da Laje	Pré-Cambriano	36 a 220	190	22° 32' 29"	46° 39' 33"
Luís Antônio	GU0063P	P5 – DAEE/Prefeitura	Guarani	74 a 167	68	21° 32' 19"	47° 42' 49"
Mogi Guaçu	TU0070P	Samambaia, Prefeitura	Tubarão	15 a 150	39	22° 16' 11"	46° 58' 28"
Monte Alto	BA0072P	P1 – SABESP	Bauru	52 a 116	89	21° 12' 43"	48° 26' 41"
Pirassununga	TU0267P	Cia Muller	Tubarão	*	*	22° 00' 23"	47° 26' 41"
Pitangueiras	SG0101P	P7 – Prefeitura J. Bela Vista	Serra Geral	20 a 250	40	21°1'40"	48°13'44"
Porto Ferreira	PD 0269 P	Prefeitura	Passa Dois	*	*	21° 51' 31"	47° 29' 32"
Rincão	GU0115P	P3 – DAEE/Prefeitura	Guarani	121 a 205	61	21° 35' 20"	48° 04' 57"
Santa Lúcia	GU0122P	P2 – DAEE/Prefeitura	Guarani	149 a 237	100	21° 42' 07"	48°04' 25"
Sertãozinho	GU0139P	P24 – Prefeitura	Guarani	118 a 293	75	21° 06' 44"	47° 58' 29"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 9 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

Figura 5.6.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 9 – Mogi Guaçu



As Tabelas 5.6.3, 5.6.4 e 5.6.5 e os Gráficos 5.6.1 a 5.6.7 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Guarani, Pré-Cambriano e Tubarão para essa UGRHI.

Tabela 5.6.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani na UGRHI 9 – Mogi Guaçu

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Dumont	GU0035P	Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	2ª-2012	0,0102	0
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	2ª-2012	0,3080	0
Santa Lúcia	GU0122P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª-2010	1,2500	0
		Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	0

Gráfico 5.6.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto GU0122P – Santa Lúcia, Aquífero Guarani

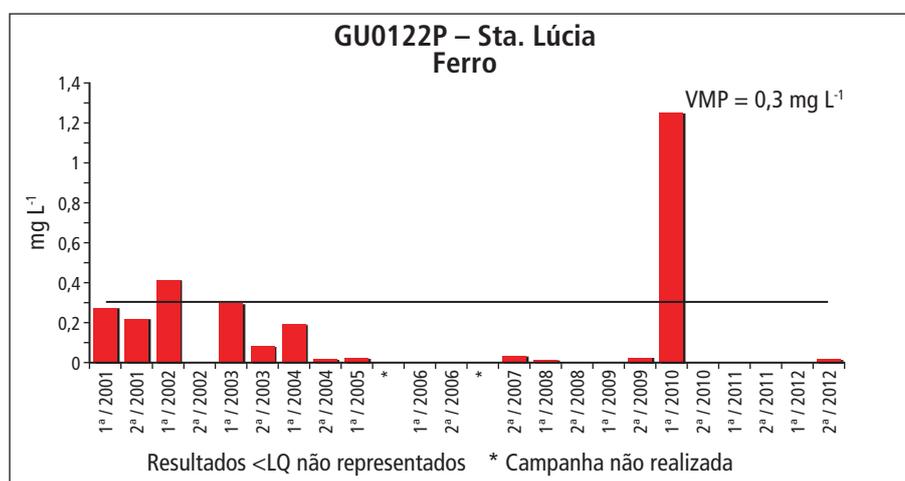


Tabela 5.6.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 9 – Mogi Guaçu

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Itapira	PC0056P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	2ª-2010	0,3640	4
				2ª-2012	1,3600	
		Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	2ª-2012	0,1100	0
		Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	2
Lindóia	PC0181P	Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	1ª-2011	0,0280	0
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª-2011	0,8140	2
				1ª-2012	1,8300	
		Coliformes totais	Ausente	2ª-2010	Presente	3
1ª-2011						

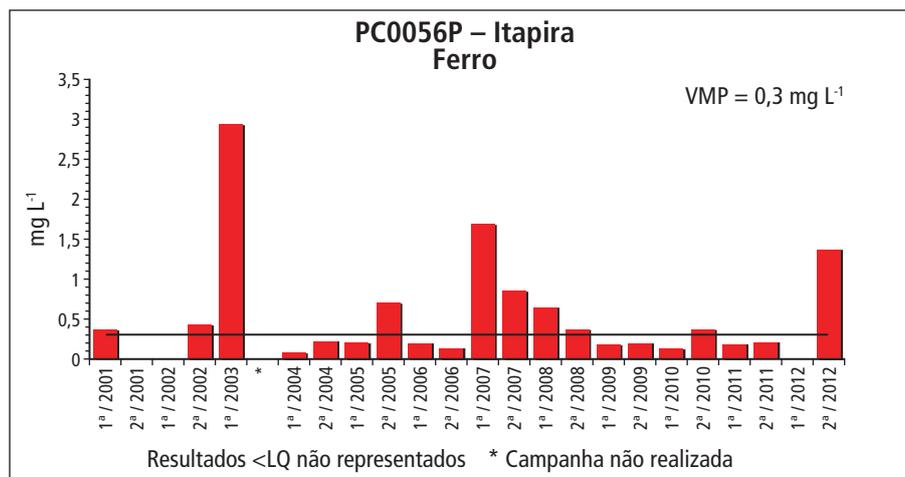
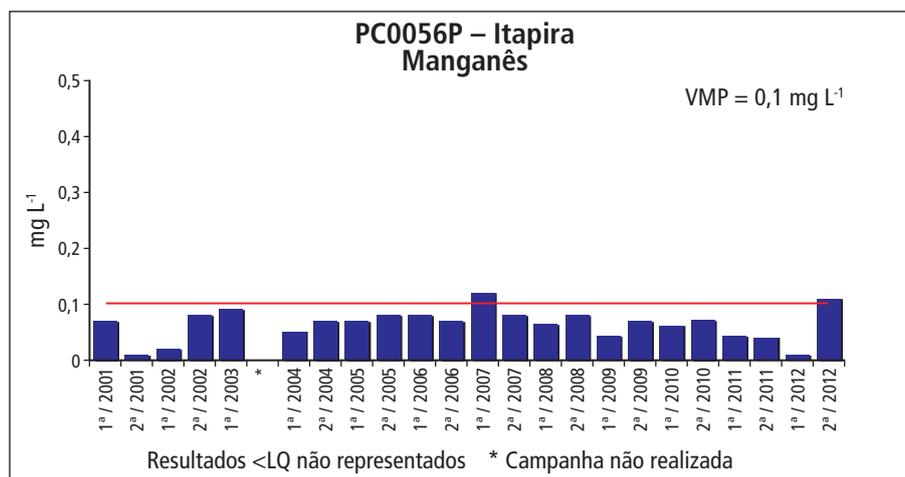
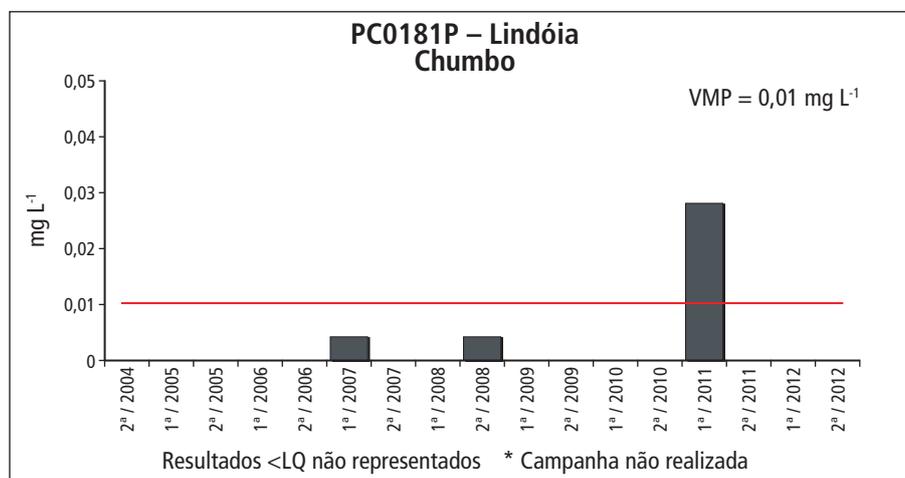
Gráfico 5.6.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0056P – Itapira, Aquífero Pré-Cambriano**Gráfico 5.6.3** – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0056P – Itapira, Aquífero Pré-Cambriano**Gráfico 5.6.4** – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto PC0181P – Lindóia, Aquífero Pré-Cambriano

Gráfico 5.6.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0181P – Lindóia, Aquífero Pré-Cambriano

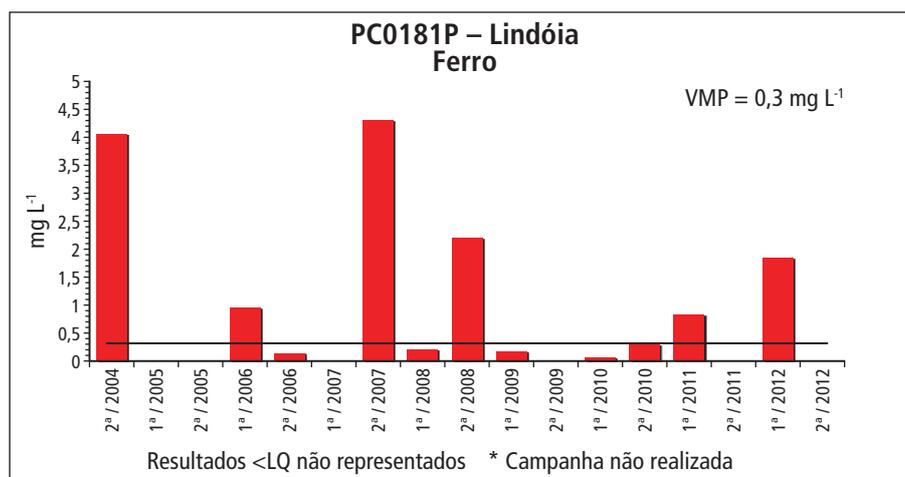
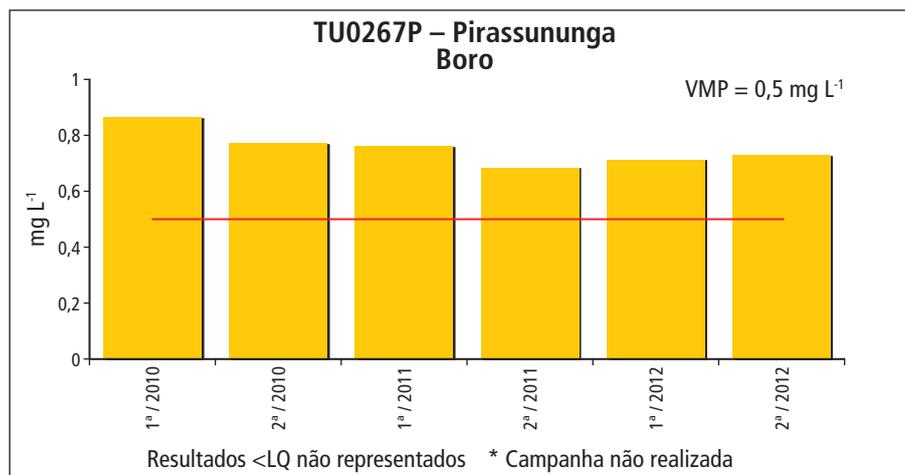
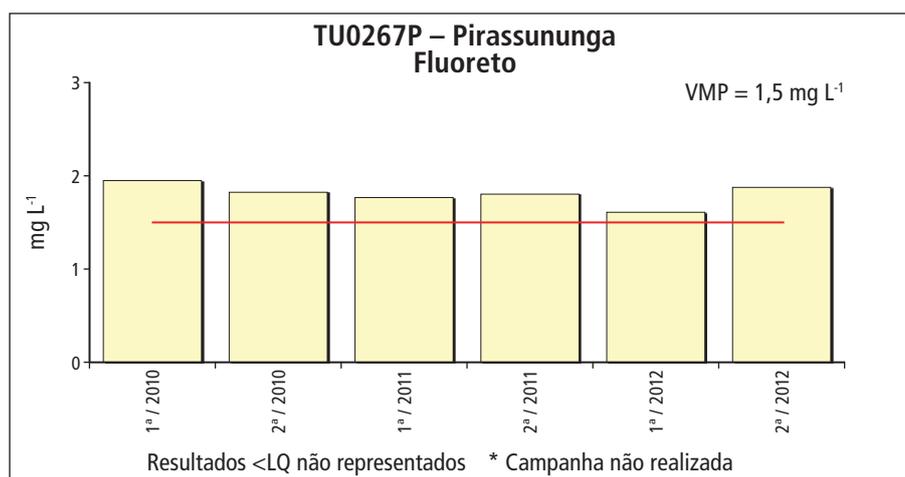


Tabela 5.6.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 9 – Mogi Guaçu

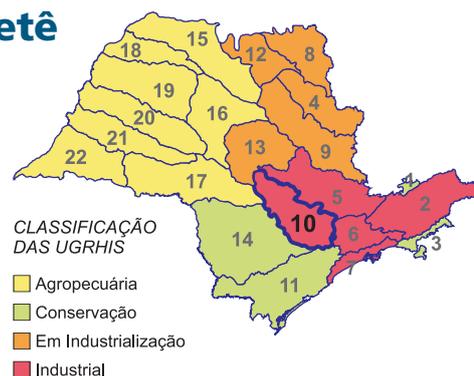
Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Mogi Guaçu	TU0070P	Coliformes totais	Ausente	2ª-2012	Presente	0
Pirassununga	TU0267P	Boro	0,5 mg B L ⁻¹	2ª-2012	1,36	*
				1ª-2010	0,865	
				2ª-2010	0,769	
				1ª-2011	0,759	
				2ª-2011	0,683	
				1ª-2012	0,713	
				2ª-2012	0,730	
		Fluoreto	1,5 mg F L ⁻¹	1ª-2010	1,94	*
				2ª-2010	1,82	
				1ª-2011	1,76	
				2ª-2011	1,79	
				1ª-2012	1,60	
				2ª-2012	1,87	

*O monitoramento teve início no período de 2010-2012

Gráfico 5.6.6 – Série histórica das concentrações de boro no ponto TU0267P – Pirassununga, Aquífero Tubarão**Gráfico 5.6.7** – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto TU0267P – Pirassununga, Aquífero Tubarão

Nesta UGRHI encontrou-se resultado positivo para bacteriófagos F-específicos em apenas uma campanha, para um poço dos Aquíferos Bauru, Tubarão e Passa Dois, respectivamente, BA0072P, localizado em Monte Alto (3 UFP 100 mL⁻¹), TU0267P em Pirassununga (3 UFP 100 mL⁻¹) e PD0269P em Porto Ferreira (1 UFP 100 mL⁻¹). Esse parâmetro é sugerido como indicador da presença de vírus entéricos e pode atingir os mananciais subterrâneos por meio de contaminação por esgotos domésticos.

5.7 UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê



Composta por 34 municípios, esta UGRHI abriga 4,5% da população do Estado, sendo que 88,5% dos habitantes vivem em áreas urbanas. A maioria dos municípios utiliza parcialmente o recurso hídrico subterrâneo para abastecimento público de água. As demais características constam da Tabela 5.7.1.

Tabela 5.7.1 – Características da UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê

Municípios (34)	Alambari; Alumínio; Anhembi; Araçariguama; Araçoiaba da Serra; Bofete; Boituva; Botucatu; Cabreúva; Capela do Alto; Cerquillo; Cesário Lange; Conchas; Ibiúna; Iperó; Itu; Jumirim; Laranjal Paulista; Mairinque; Pereiras; Piedade; Porangaba; Porto Feliz; Quadra; Salto; Salto de Pirapora; São Roque; Sarapuí; Sorocaba; Tatuí; Tietê; Torre de Pedra; Vargem Grande Paulista; Votorantim.		
População (IBGE, estimativa 2012)	1.888.284 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano, Serra Geral, Tubarão, Guarani		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	17,0	1,14	6
Área de drenagem	11,829 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Tietê, Sorocaba, Pirajibu, Ipanema, Tatuí e Sarapuí. Reservatórios: Ituparanga (Rio Sorocaba).		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	87%	73%	
Principais atividades econômicas	Predomina a atividade industrial, com destaque para os ramos da indústria alimentícia, metalúrgica e extrativista. Na agricultura, o cultivo de cana-de-açúcar, milho e hortaliças e pecuária extensiva e são os mais significativos. Registra-se uma forte urbanização com elevado número de loteamentos.		
Vegetação remanescente	Remanescentes florestais da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado extremamente fragmentados cobrem 15,0% do total dessa UGRHI.		

A qualidade da água dos aquíferos é avaliada pela CETESB por meio de dez pontos de monitoramento, dos quais oito são poços tubulares que captam água para abastecimento público, e um poço tubular e uma nascente que exploram água mineral. As características dos poços e sua localização são apresentadas na Tabela 5.7.2. e Figura 5.7.1.

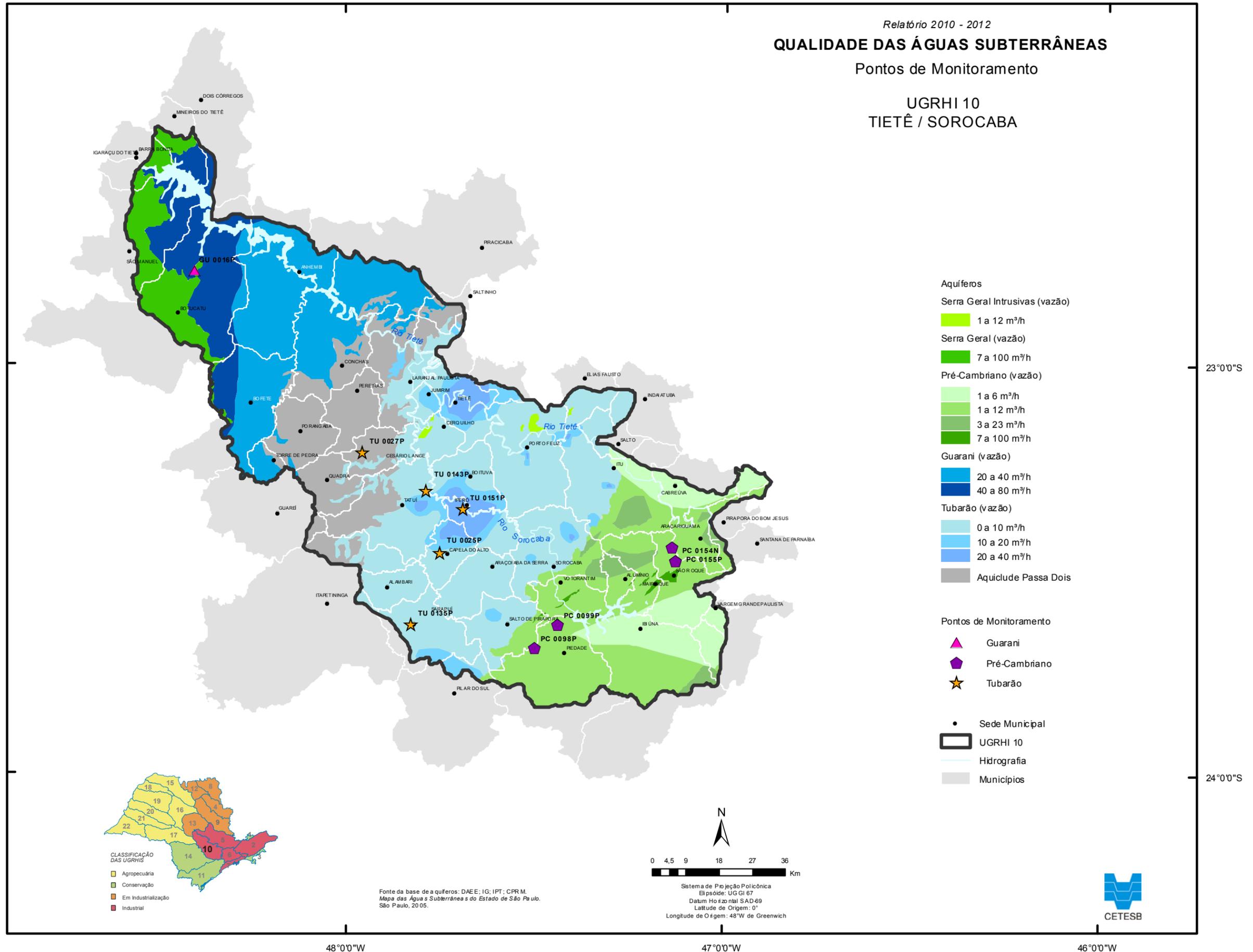
Tabela 5.7.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Botucatu	GU0016P	P2 – Sabesp	Guarani	54 a 110	42	22° 46' 35"	48° 23' 58"
Capela do Alto	TU0025P	P6 – Sabesp	Tubarão	48 a 368	0	23° 27' 56"	47° 45' 11"
Cesário Lange	TU0027P	P4 – Sabesp	Tubarão	95 a 244	21	23° 13' 15"	47° 57' 30"
Iperó	TU0151P	P04 – Sabesp	Tubarão	20 a	47	23° 21' 35"	47° 41' 30"
Piedade	PC0098P	P1 – Sabesp – B. dos Leites	Pré-Cambriano	32 a 251	1	23° 42' 03"	47° 30' 04"
Piedade	PC0099P	P1A, Sabesp – B. Jurupará	Pré-Cambriano	10 a 180	1	23° 38' 39"	47° 26' 25"
São Roque	PC0154N	Mineração Estância São Roque	Pré-Cambriano	Nascente	0	23° 29' 11"	47° 07' 39"
São Roque	PC0155P	Mineração São Roque	Pré-Cambriano	32 a 186	14	23° 29' 10"	47° 07' 41"
Sarapuí	TU0135P	P3 – Sabesp	Tubarão	47 a 294	0	23° 38' 28"	47° 49' 38"
Tatuí	TU0143P	P1 – Sabesp	Tubarão	18 a 101	3	23° 18' 51"	47° 47' 22"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 10 são coletadas nos meses de abril (1ª) e outubro (2ª) de cada ano.

Figura 5.7.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê



As Tabelas 5.7.3 e 5.7.4 e os Gráficos 5.7.1 a 5.7.5 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Pré-Cambriano e Tubarão para essa UGRHI.

Tabela 5.7.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Piedade	PC0099P	Arsênio	0,01 mg As L ⁻¹	1ª-2012	0,0450	4
				2ª-2012	0,0309	
São Roque	PC0155P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2012	860	4
		Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	0

Gráfico 5.7.1 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0099P – Piedade, Aquífero Pré-Cambriano

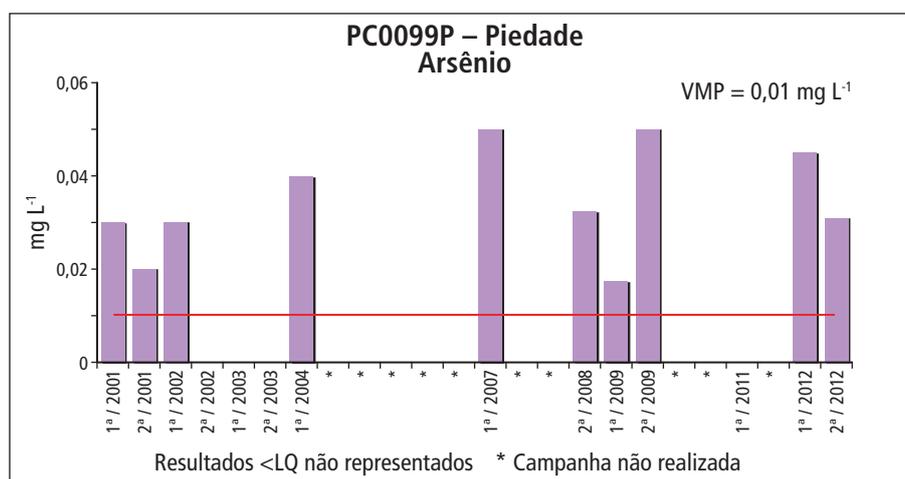


Tabela 5.7.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 10 – Sorocaba / Médio Tietê

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Capela do Alto	TU0025P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	2ª-2012	1,5200	0
				1ª-2011	0,1818	
		Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1ª-2012	0,1211	0
				2ª-2012	0,5180	
Cesário Lange	TU0027P	Fluoreto	1,5 mg F L ⁻¹	1ª-2010	1,63	3
				2ª-2010	1,73	
		Sódio	200 mg Na L ⁻¹	1ª-2010	264,6	5
				2ª-2010	234	
				2ª-2012	221	

Gráfico 5.7.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0025P – Capela do Alto, Aquífero Tubarão

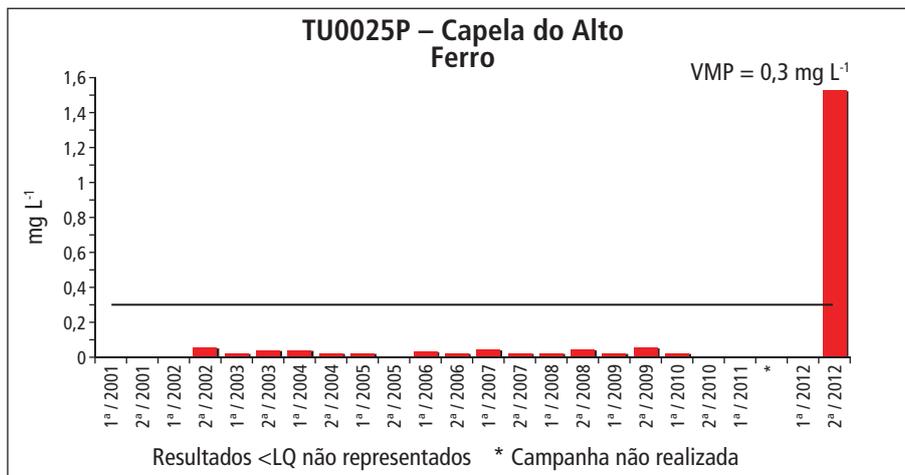


Gráfico 5.7.3 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto TU0025P – Capela do Alto, Aquífero Tubarão

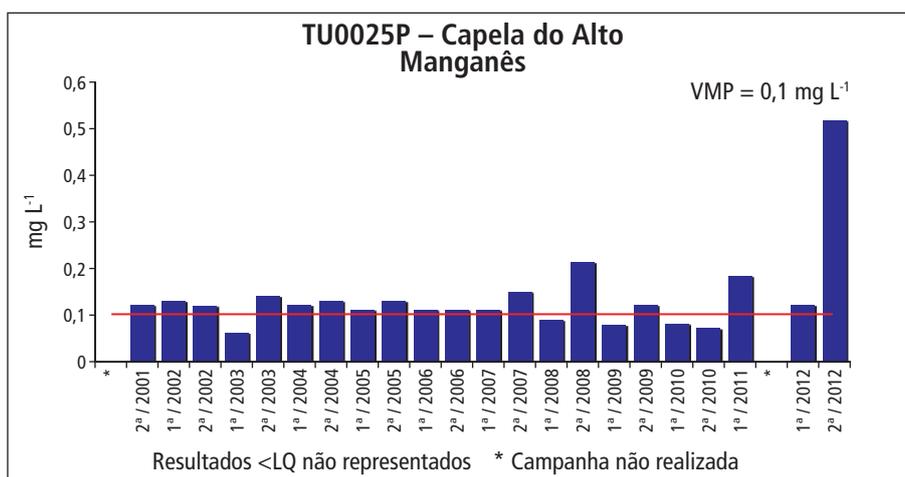


Gráfico 5.7.4 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto TU0027P – Cesário Lange, Aquífero Tubarão

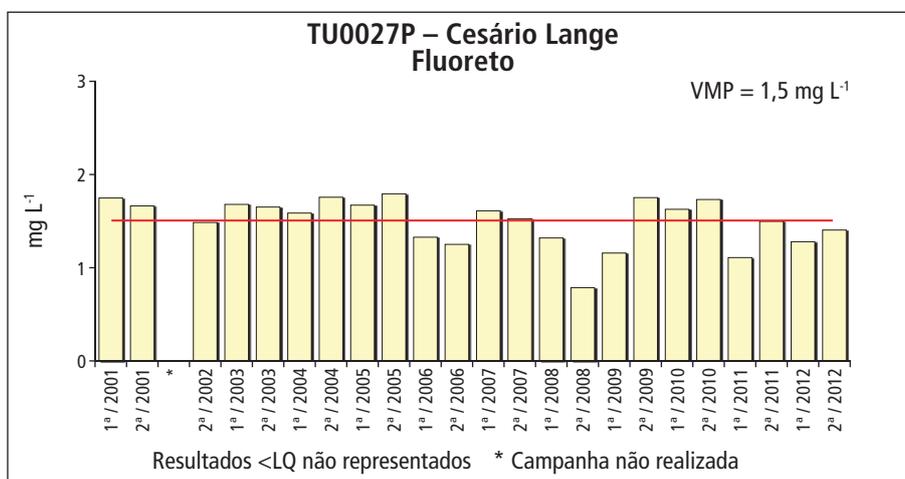
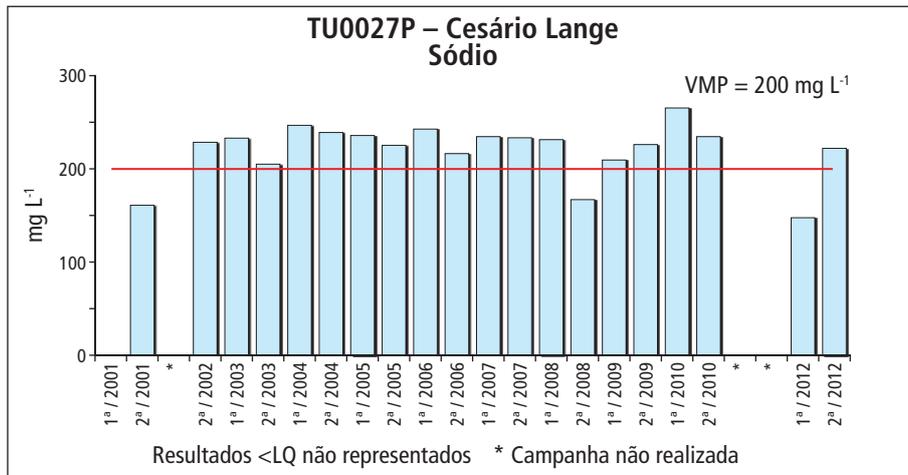


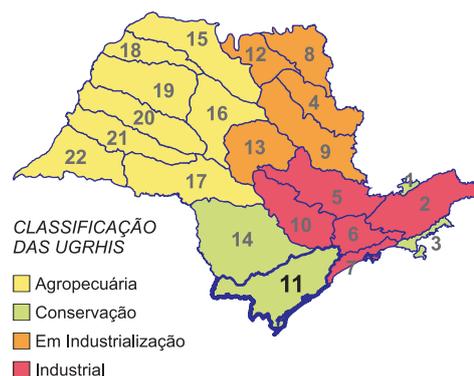
Gráfico 5.7.5 – Série histórica das concentrações de sódio no ponto TU0027P – Cesário Lange, Aquífero Tubarão



Nesta UGRHI encontrou-se resultado positivo para bacteriófagos F-específicos em apenas uma campanha, para dois poços que exploram água do Aquífero Tubarão: TU0135P, localizado em Sarapuí (3 UFP 100 mL⁻¹); e TU0149P em Iperó (8 UFP 100 mL⁻¹). Esse parâmetro é sugerido como indicador da presença de vírus entéricos e pode atingir os mananciais subterrâneos por meio de esgotos domésticos.

Neste período foram verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no poço GU0016P, localizado em Botucatu, que capta água do Aquífero Guarani.

5.8 UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul



Nesta UGRHI, composta por 23 municípios, vive aproximadamente 1% da população do Estado, sendo que 71 % dos habitantes estão em áreas urbanas. As demais características estão descritas na Tabela 5.8.1.

Tabela 5.8.1 – Características da UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul

Municípios (23)	Apiaiá; Barra do Chapéu; Barra do Turvo; Cajati; Cananéia; Eldorado; Iguape; Ilha Comprida; Iporanga; Itaóca; Itapirapuã Paulista; Itariri; Jacupiranga; Juquiá; Juquitiba; Miracatu; Pariquera-Açu; Pedro de Toledo; Registro; Ribeira; São Lourenço da Serra; Sete Barras; Tapiraí.		
População (IBGE, estimativa 2012)	366.004 habitantes		
Aquíferos Livres	Litorâneo, Pré-Cambriano e Pré-Cambriano Cárstico		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	67,0	3,06	4,5
Área de drenagem	11,829 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Juquiá, Ribeira, Ribeira de Iguape		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	65%	58%	
Principais atividades econômicas	As atividades econômicas são diversificadas. Na agricultura predomina a cultura da banana e do chá; na mineração as extrações de areia e calcário. O turismo ambiental e a pesca também se destacam.		
Vegetação remanescente	Esta UGRHI apresenta um dos maiores índices de vegetação natural do Estado, que correspondem a 66,2% de sua superfície, onde são encontrados remanescentes contínuos de Mata Atlântica, representados pela Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecídua e ecossistemas associados de Restinga e Manguezais, além de ecossistemas insulares e ambientes de cavernas.		

Nessa unidade são monitorados sete poços tubulares utilizados para abastecimento público. A totalidade dos poços capta águas do Aquífero Pré-Cambriano. A Tabela 5.8.2 apresenta suas características e a Figura 5.8.1, a localização dos pontos de monitoramento.

Tabela 5.8.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape e Litoral Sul

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Apiáí	PC0228P	P1 – Sabesp, Bairro do Encapoeirado	Pré-Cambriano	25 a 180	3	24° 27' 19"	48° 55' 38"
Cajati	PC0237P	P1 – Sabesp – Vila Deco	Pré-Cambriano	68 a 118	9	24° 43' 46"	48° 06' 01"
Eldorado	PC0243P	P1 – Sabesp Barra do Braço	Pré-Cambriano	28 a 81	3	24° 38' 10"	48° 17' 36"
Itapirapuã Paulista	PC0248P	P2 – Sabesp – Sede	Pré-Cambriano	40 a 118	1	24° 35' 15"	49° 10' 21"
Miracatu	PC0257P	Poço P1 – Sabesp	Pré-Cambriano	2 a 130	0	24° 00' 30"	47° 09' 21"
São Lourenço da Serra	PC0280P	Poço do Despézio – Sabesp	Pré-Cambriano	*	*	22° 39' 49"	44° 51' 04"
Sete Barras	PC0282P	P2 – Sabesp – Ribeirão da Serra	Pré-Cambriano	29 a 222	2	23° 44' 59"	46° 37' 06"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 11 são coletadas nos meses de abril (1ª) e outubro (2ª) de cada ano.

A Tabela 5.8.3 e os Gráficos 5.8.1 a 5.8.6 apresentam as desconformidades no Aquífero Pré-Cambriano para essa UGRHI.

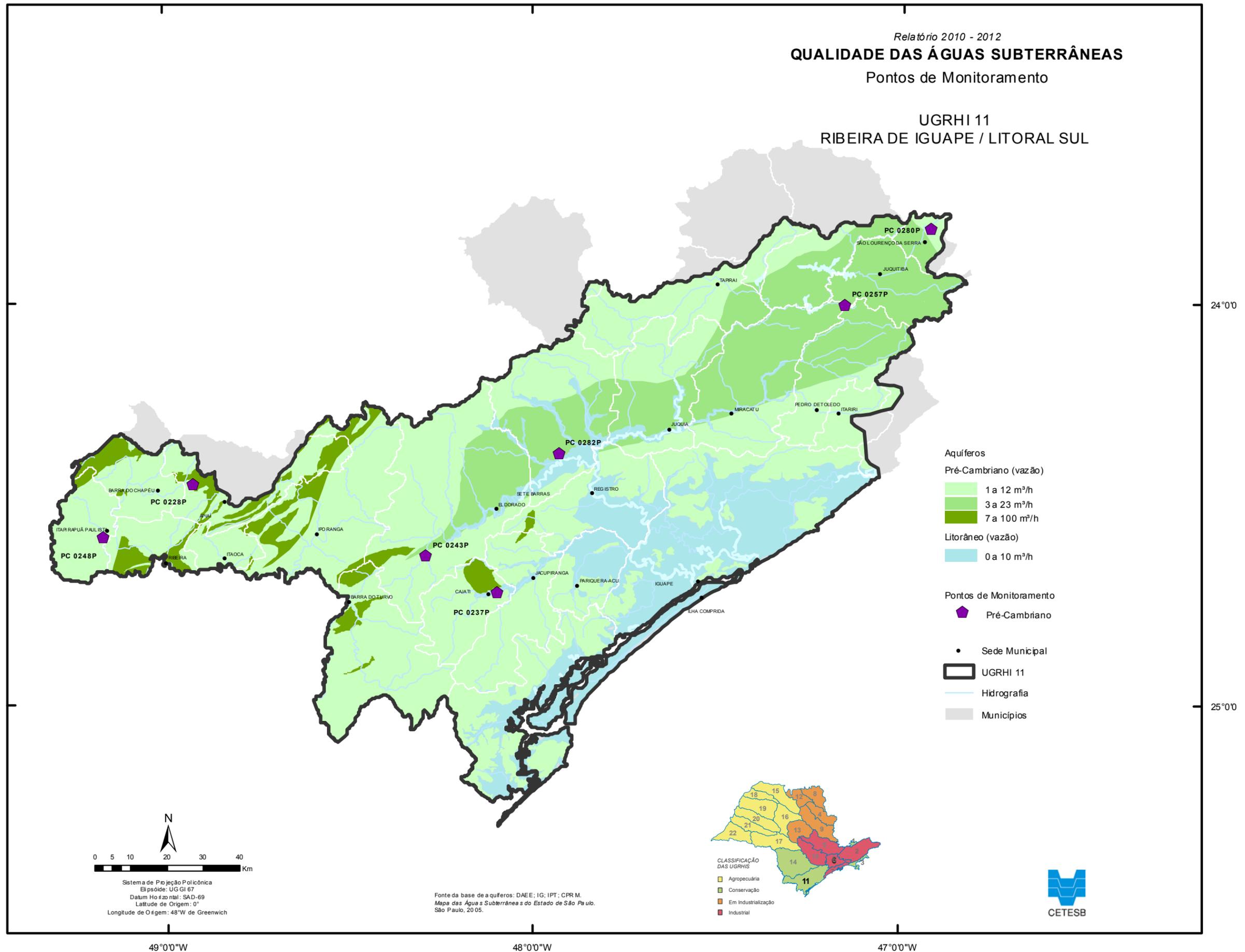


Tabela 5.8.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Pré-Cambriano na UGRHI 11

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Cajati	PC0237P	Arsênio	0,01 mg As L ⁻¹	1 ^a -2012	0,0130	*
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1 ^a -2011	>5700	*
		<i>E. coli</i>	Ausente	1 ^a -2012	Presente	*
		Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2012	Presente	*
Eldorado	PC0243P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a -2010	0,5310	*
				1 ^a -2011	1,0220	*
				2 ^a -2012	1,8100	*
		<i>E. coli</i>	Ausente	1 ^a -2011	Presente	*
				2 ^a -2011		*
		Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	*
				1 ^a -2011		*
				2 ^a -2011		*
				1 ^a -2012		*
				2 ^a -2012		*
Miracatu	PC0257P	Arsênio	0,01 mg As L ⁻¹	1 ^a -2012	0,0120	*
		Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	1 ^a -2012	0,0223	*
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a -2010	5,0700	*
				2 ^a -2010	2,6300	*
				1 ^a -2012	2,3200	*
				2 ^a -2012	10,600	*
		Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1 ^a -2010	0,1489	*
				2 ^a -2010	0,1310	*
				1 ^a -2011	0,1374	*
				1 ^a -2012	0,1145	*
				2 ^a -2012	0,5270	*
		Zinco	1,05 mg Zn L ⁻¹	1 ^a -2012	1,2550	*
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1 ^a -2011	>5700	*
Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	*		
		2 ^a -2010		*		
		1 ^a -2011		*		
Sete Barras	PC0282P	Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1 ^a -2010	0,2690	*
				2 ^a -2010	0,2500	*
				1 ^a -2011	0,2907	*
				1 ^a -2012	0,1848	*
				2 ^a -2012	0,1970	*
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1 ^a -2010	2,6600	*
				2 ^a -2010	1,0700	*
				1 ^a -2011	0,5370	*
				1 ^a -2012	1,0519	*
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1 ^a -2010	5700	*
Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	*		

*O monitoramento teve início no período de 2010-2012

Gráfico 5.8.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0243P – Eldorado, Aquífero Pré-Cambriano

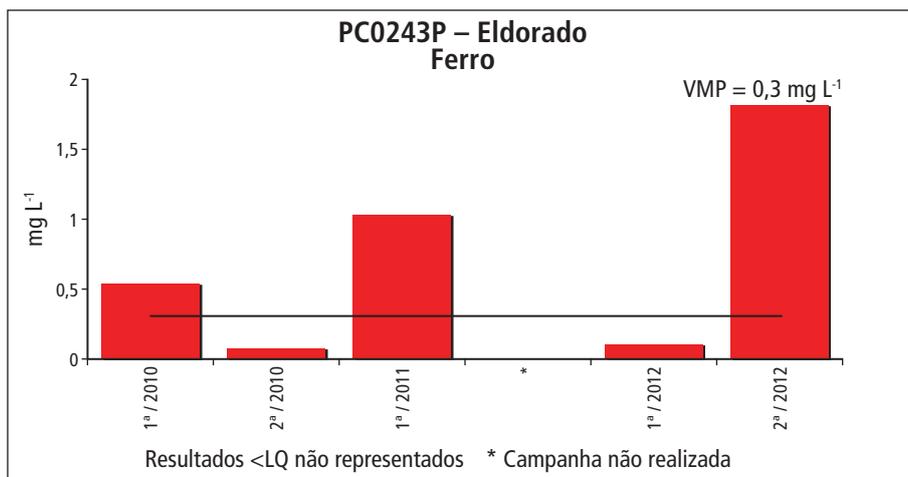


Gráfico 5.8.2 – Série histórica das concentrações de arsênio no ponto PC0257P – Miracatu, Aquífero Pré-Cambriano

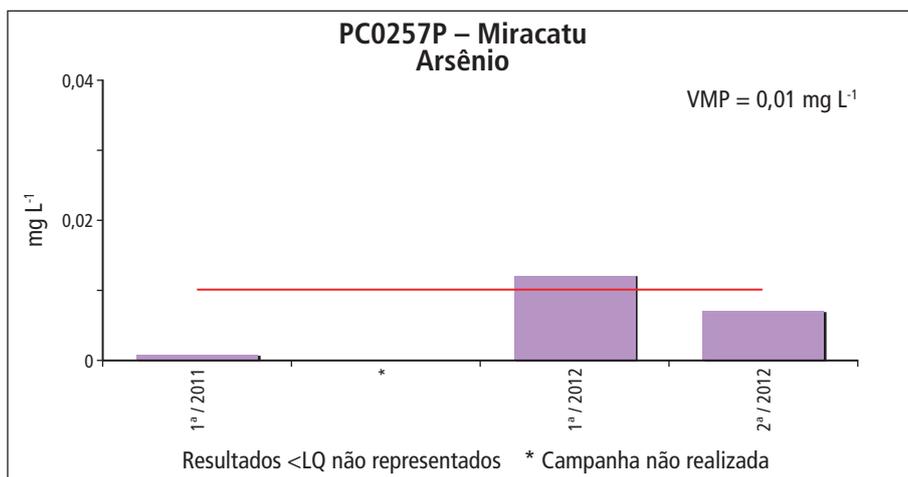


Gráfico 5.8.3 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0257P – Miracatu, Aquífero Pré-Cambriano

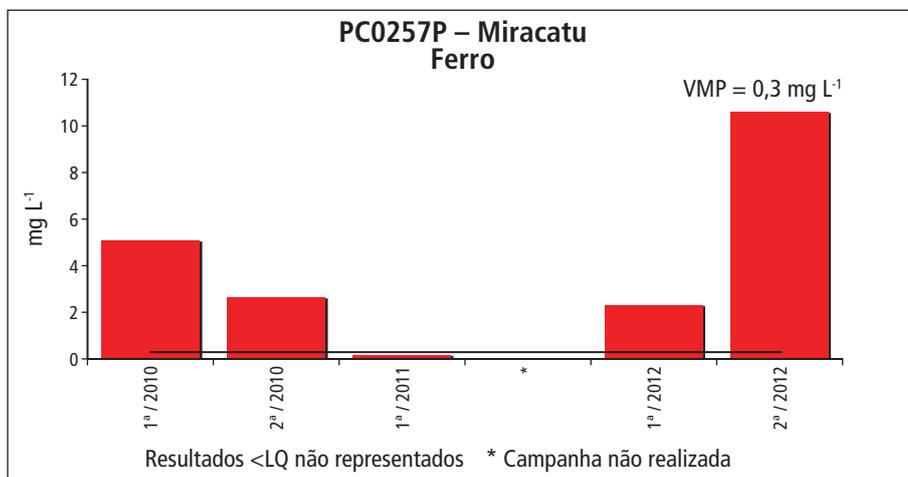


Gráfico 5.8.4 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0257P – Miracatu, Aquífero Pré-Cambriano

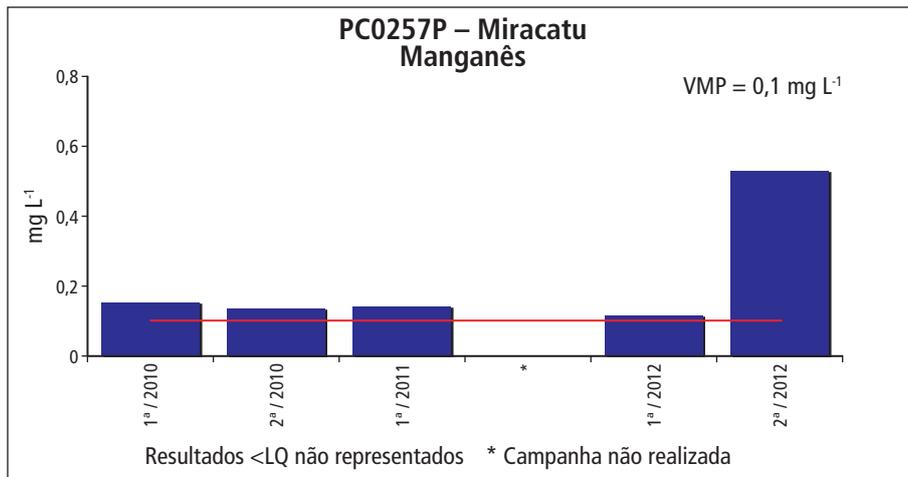


Gráfico 5.8.5 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto PC0282P – Sete Barras, Aquífero Pré-Cambriano

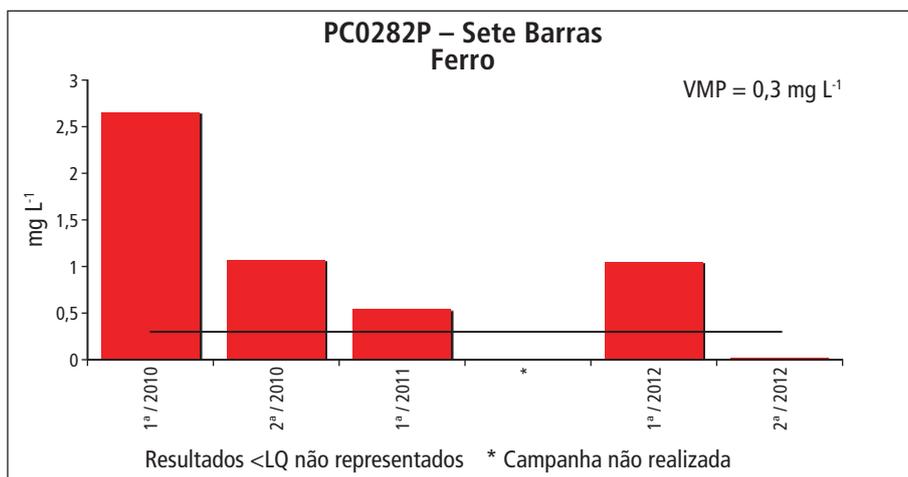
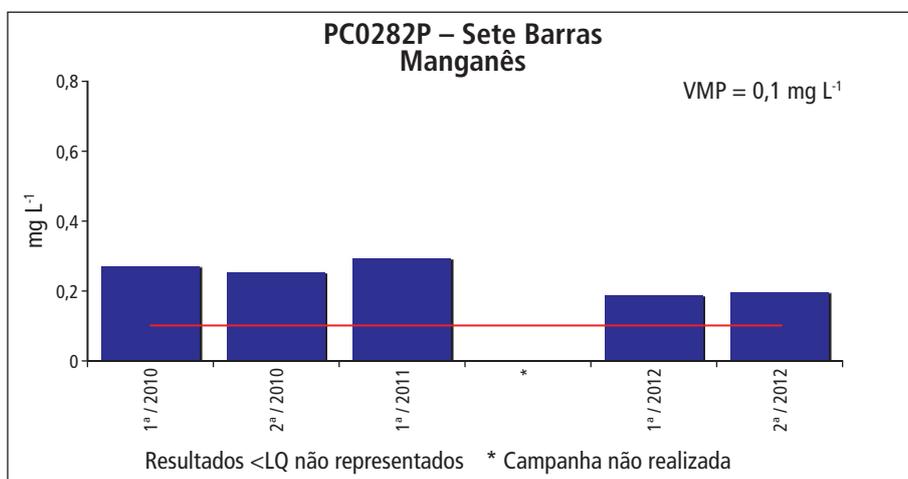
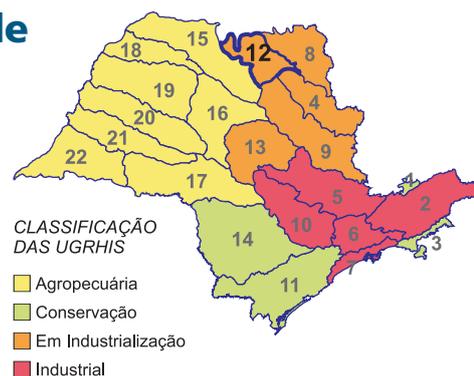


Gráfico 5.8.6 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto PC0282P – Sete Barras, Aquífero Pré-Cambriano



5.9 UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande



Nesta UGRHI, composta por 12 municípios, vive aproximadamente 1% da população do Estado, sendo que 95% dos habitantes vivem em áreas urbanas. Segundo dados de 2006, o abastecimento público é realizado total ou parcialmente por meio de captação de água subterrânea, pela maioria dos municípios da região (CETESB, 2007). Nessa UGRHI afloram os Aquíferos Serra Geral e Guarani. As demais características estão descritas na Tabela 5.9.1.

Tabela 5.9.1 – Características da UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande

Municípios (12)	Altair; Barretos; Bebedouro; Colina; Colômbia; Guaraci; Icém; Jaborandi; Morro Agudo; Orliândia; Terra Roxa; Viradouro.		
População (IBGE, estimativa 2012)	336.220 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral e Guarani		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	10,0	1,53	15
Área de drenagem	7.239 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio Pardo, desde a foz do Rio Mogi-Guaçu até a foz no Rio Grande (120 km) e Rio Grande, desde a Usina Porto Colômbia até a Usina Marimondo (140km). Reservatórios: Porto Colômbia e Marimondo (Rio Grande).		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta		Tratamento
	99%		69%
Principais atividades econômicas	A agroindústria é expressiva, destacando-se as culturas de cana-de-açúcar, laranja e soja, além da pecuária que abastecem os frigoríficos, as processadoras de suco de laranja e as usinas de açúcar e álcool. Há também beneficiadoras de borracha natural.		
Vegetação remanescente	Possui 6,0 % de sua área total coberta por vegetação natural remanescente, com significativa fragmentação de ecossistemas compostos pela Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, sobressaindo-se a ocorrência de fragmentos de vegetação de várzea.		

Nessa unidade são monitorados sete poços tubulares utilizados para abastecimento público. Desses, cinco captam água do Aquífero Serra Geral e estão localizados nos municípios de Barretos, Colômbia, Morro Agudo, Nuporanga e Terra Roxa. O sexto ponto encontra-se no município de Orlandia, captando água do Aquífero Guarani e o sétimo pertence ao município de Bebedouro e capta do Aquífero Bauru. A Tabela 5.9.2 apresenta as características desses poços e a Figura 5.9.1, a localização dos poços de monitoramento.

Tabela 5.9.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Barretos	SG0231P	SAAE, Poço de Ibitu	Serra Geral	*	*	20° 36' 52"	48° 45' 55"
Bebedouro	BA0233P	Poço Jordana – Distrito Industrial II	Bauru	55 a 115	32	20° 56' 36"	48° 27' 00"
Colômbia	SG0029P	P1 – Sabesp	Serra Geral	10 a 150	2	20° 17' 45"	48° 42' 58"
Morro Agudo	SG0075P	P3 – Santo Inácio, Prefeitura.	Serra Geral	24 a 150	89	20° 37' 27"	48° 16' 31"
Nuporanga	SG0212P	P02 – Fazenda São José, Prefeitura	Serra Geral	16 a 100	23	20° 44' 59"	47° 45' 23"
Orlandia	GU0086P	P1 – DAEE/ Prefeitura	Guarani	206 a 375	157	20° 43' 02"	47° 52' 48"
Terra Roxa	SG0285P	P4 – Sabesp, Sede	Serra Geral	16 a 100	2	20° 46' 57"	48° 19' 33"

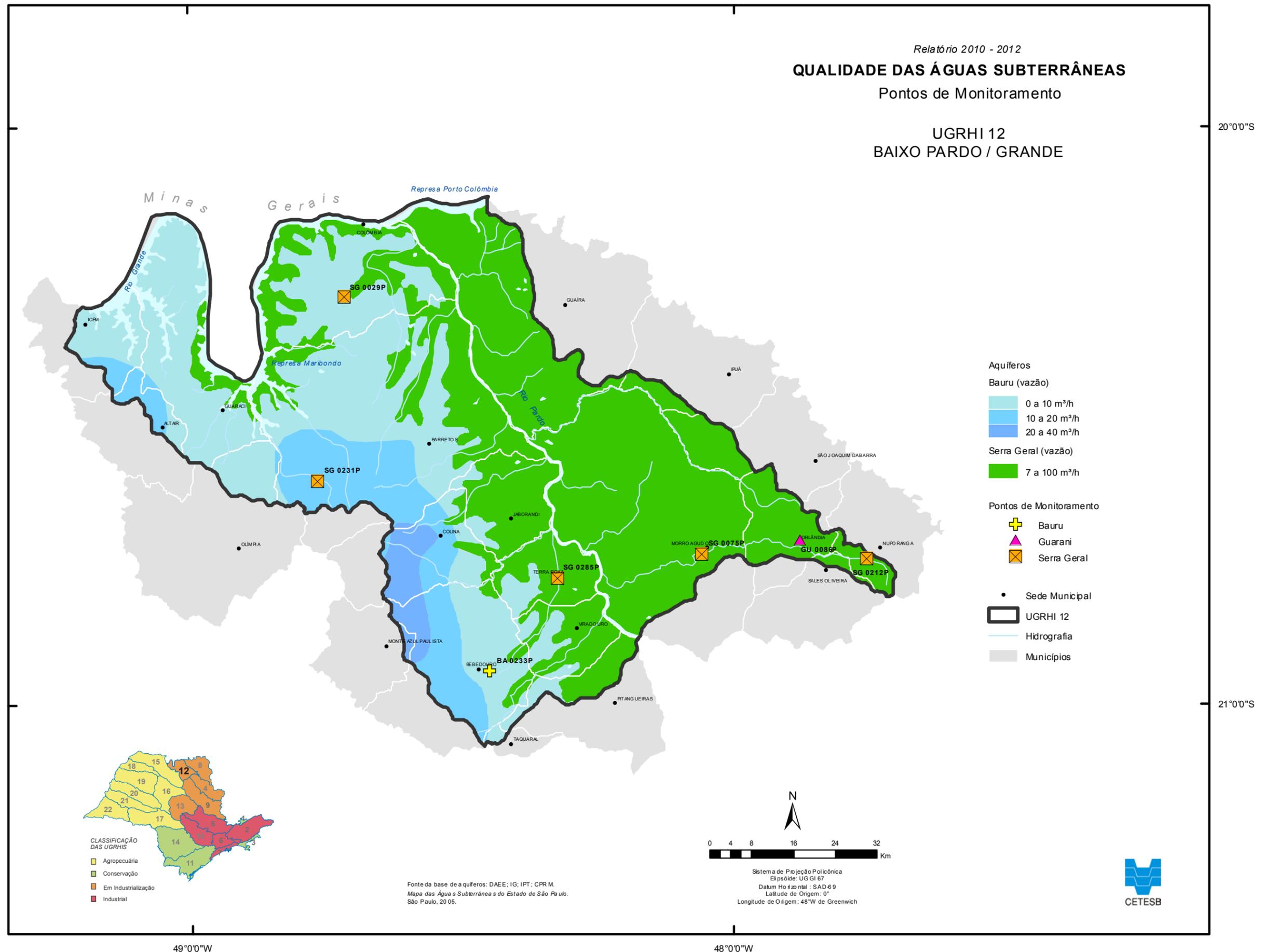
* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 12 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

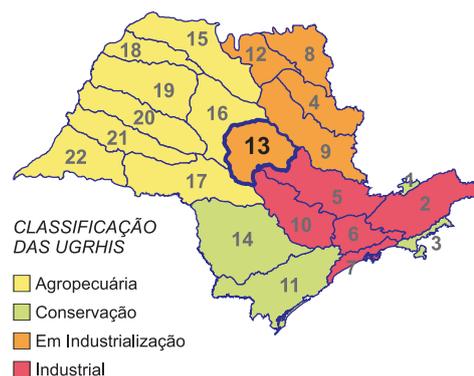
Nos pontos da UGRHI 12 não foram verificados resultados acima dos padrões de potabilidade e valores orientadores de intervenção. Foi verificado apenas um resultado positivo para bacteriófagos F-específicos em uma única amostra do poço SG0075P, localizado em Morro Agudo (10 UFP 100 mL⁻¹), no Aquífero Serra Geral. Esse parâmetro é sugerido como indicador da presença de vírus entéricos e pode atingir os mananciais subterrâneos pela contaminação por esgotos domésticos.

Nesse período foram verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no poço GU0086P, localizado em Orlandia, que capta água do Aquífero Guarani.

Figura 5.9.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande



5.10 UGRHI 13 – Tietê / Jacaré



Nesta UGRHI, composta por 34 municípios, vive 3,6% da população do Estado, sendo que 96% dos habitantes moram em áreas urbanas. Há uso das águas subterrâneas para abastecimento público em todos os municípios da região, sendo que 50% deles usam exclusivamente essas águas. (CETESB, 2007). As demais características da UGRHI estão descritas na Tabela 5.10.1.

Tabela 5.10.1 – Características da UGRHI 13 – Tietê / Jacaré

Municípios (34)	Agudos; Araraquara; Arealva; Areiópolis; Bariri; Barra Bonita; Bauru; Boa Esperança do Sul; Bocaina; Boracéia; Borebi; Brotas; Dois Córregos; Dourado; Gavião Peixoto; Jacanga; Ibaté; Ibatinga; Igarçu do Tietê; Itaju; Itapuí; Itirapina; Jaú; Lençóis Paulista; Macatuba; Mineiros do Tietê; Nova Europa; Pederneiras; Ribeirão Bonito; São Carlos; São Manuel; Tabatinga; Torrinha; Trabiju.		
População (IBGE, estimativa 2012)	1.493.635 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral e Guarani		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	10,0	4,97	50
Área de drenagem	11.779 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio Tietê – da barragem da Usina Hidrelétrica de Barra Bonita até a barragem da Usina Hidrelétrica de Ibatinga, Rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira. Reservatórios: Bariri, Ibatinga e Lobo.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta		Tratamento
	97%		59%
Principais atividades econômicas	Na agroindústria, evidenciam-se usinas de açúcar e destilarias de álcool, a cultura da laranja e a pecuária extensiva. As indústrias de calçados, bem como a de máquinas e equipamentos, além do tecnopólo na região de São Carlos completam o cenário das atividades econômicas existentes nesta região.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural remanescente, que cobre 7,1 % do total da área da UGRHI encontra-se bastante fragmentada, com predominância de remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado.		

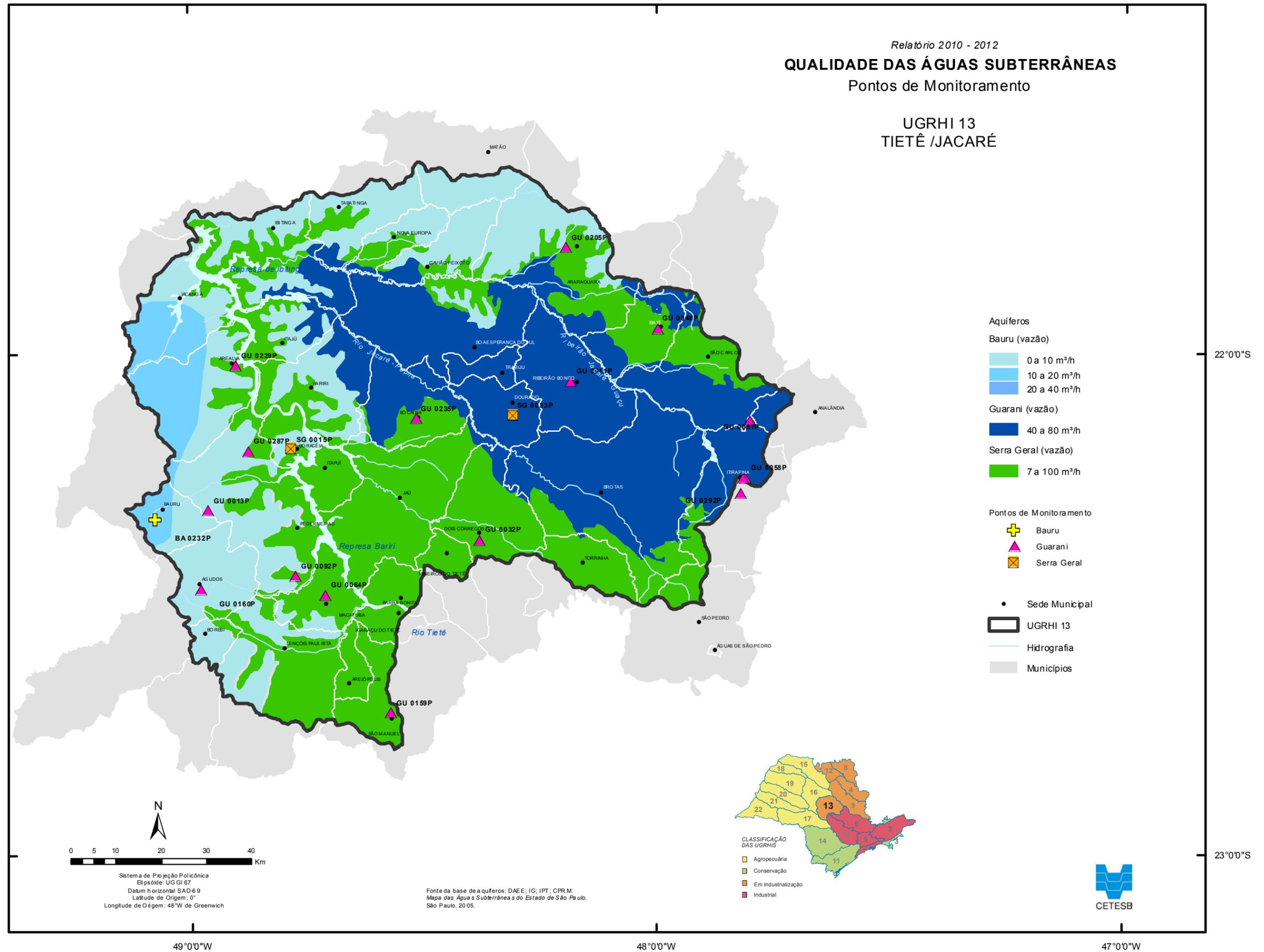
Os 18 pontos de monitoramento nessa UGRHI são poços tubulares utilizados para abastecimento público, e captam água dos Aquíferos Guarani, Bauru e Serra Geral. As características e localização dos poços podem ser visualizadas na Tabela 5.10.2 e na Figura 5.10.1.

Tabela 5.10.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Agudos	GU0160P	P15-Sabesp	Guarani	189 a 347	71	22° 28' 17"	48° 58' 46"
Araraquara	GU0205P	Prefeitura – Poço Santana	Guarani	187 a 369	91	21° 47' 29"	48° 11' 44"
Arealva	GU0229P	P6 – Sabesp	Guarani	320 a 490	21	22° 01' 35"	48° 54' 07"
Bauru	GU0013P	Poço do DAE	Guarani	86 a 297	59	22° 18' 54"	48° 57' 44"
Bauru	BA0232P	P1 – DAEE 212-0009 SESI	Bauru	41 a 47	19	22° 19' 55"	49° 04' 39"
Bocaina	GU0235P	P2 – Sabesp – DAEE	Guarani	176 a 301	73	22° 08' 00"	48° 30' 59"
Boracéia	SG0015P	P1 – Sabesp	Serra Geral	11 a 200	0	22° 11' 28"	48° 47' 02"
Dois Córregos	GU0032P	P3 – DAEE/ Prefeitura.	Guarani	377 a 539	175	22° 22' 32"	48° 22' 50"
Dourado	SG0033P	P3 – Sabesp	Serra Geral	12 a 115	4	22° 07' 31"	48° 18' 36"
Ibaté	GU0048P	DAEE/P1 – Prefeitura	Guarani	201 a 327	123	21° 57' 11"	47° 59' 58"
Itirapina	GU0057P	Pedágio km 216, DER	Guarani	*	*	22° 08' 16"	47° 48' 09"
Itirapina	GU0058P	P1 – DAEE/ Prefeitura	Guarani	40 a 107	0	22° 15' 07"	47° 48' 42"
Itirapina	GU0292P	P2 DAEE/ Prefeitura	Guarani	63 a 138	5	22°15'13"	47°48'55"
Macatuba	GU0064P	Sabesp Matadouro	Guarani	136 a 248	19	22° 29' 03"	48° 42' 40"
Pederneiras	GU0092P	Distr. Vanglória, Sabesp	Guarani	132 a 167	31	22° 26' 46"	48° 46' 35"
Pederneiras	GU0287P	P3 – Sabesp Santelmo	Guarani	355 a 415	21	22°11' 48"	48° 52' 32"
Ribeirão Bonito	GU0111P	Prefeitura J. Centenário	Guarani	30 a 80	52	22° 03' 57"	48° 11' 03"
São Manuel	GU0159P	P3 – Sabesp	Guarani	163 a 386	115	22° 43' 12"	48° 34' 17"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 13 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.



As Tabelas 5.10.3 a 5.10.5 e os Gráficos 5.10.1 a 5.10.6 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Serra Geral, Guarani e Bauru nessa UGRHI.

Tabela 5.10.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Dourado	SG0033P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1ª-2010	1100	3

Tabela 5.10.4 – Desconformidades da qualidade das águas o Aquífero Guarani na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado Desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Dois Córregos	GU0032P	Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	2ª-2011	1,6800	0
Ibaté	GU0048P	Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	1ª-2012	0,0110	0
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1ª-2012	1800	1
Itirapina	GU0057P	Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	1ª-2012	0,0194	0
		Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª-2012	1,0200	0
		Manganês	0,1 mg Mn L ⁻¹	1ª-2012	0,8680	0
	GU0058P	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	1ª-2010	0,2120	1
Pederneiras	GU0092P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2011	590	1
Ribeirão Bonito	GU0111P	Bário	0,7 mg Ba L ⁻¹	2ª-2011	0,754	1
				1ª-2012	0,851	
				2ª-2012	0,87	

Gráfico 5.10.1 – Série histórica das concentrações de chumbo no ponto GU0057P – Itirapina, Aquífero Guarani

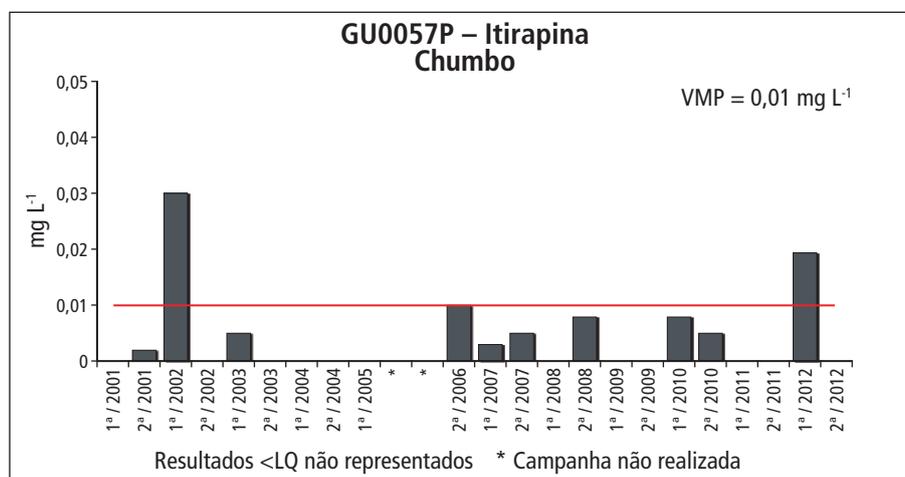


Gráfico 5.10.2 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto GU0057P – Itirapina, Aquífero Guarani

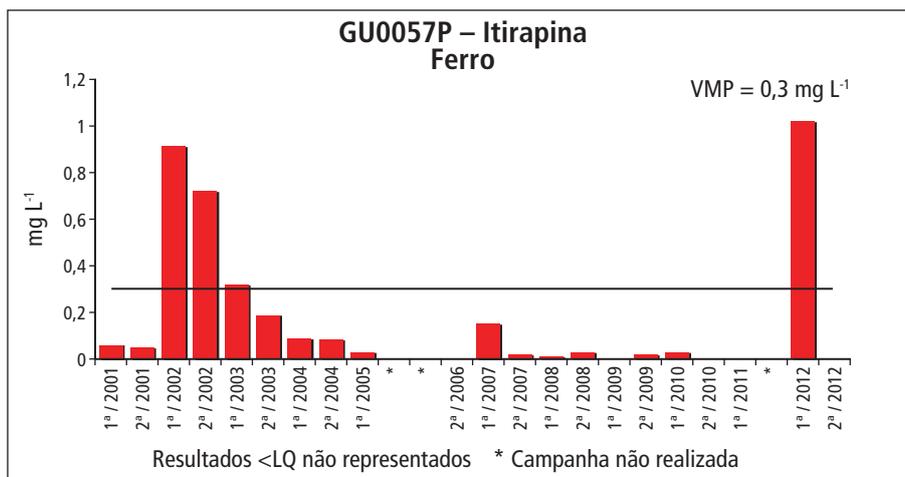


Gráfico 5.10.3 – Série histórica das concentrações de manganês no ponto GU0057P – Itirapina, Aquífero Guarani

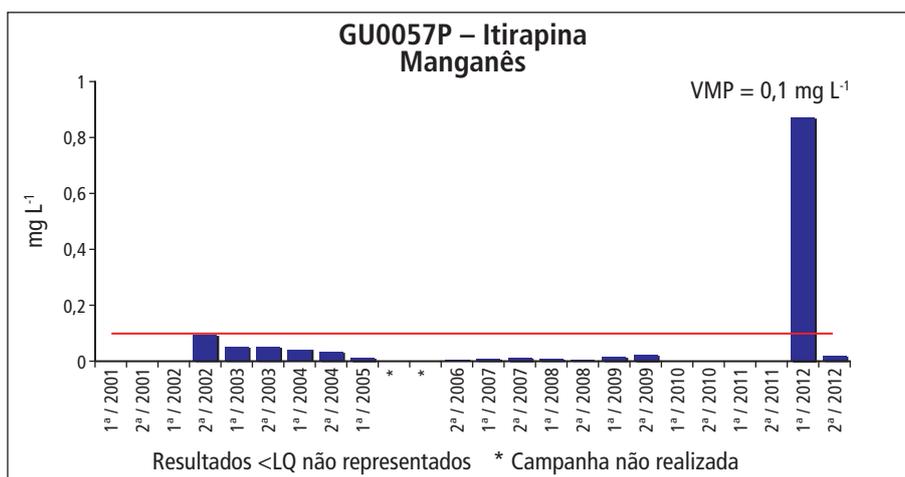


Gráfico 5.10.4 – Série histórica das concentrações de alumínio no ponto GU0058P – Itirapina, Aquífero Guarani

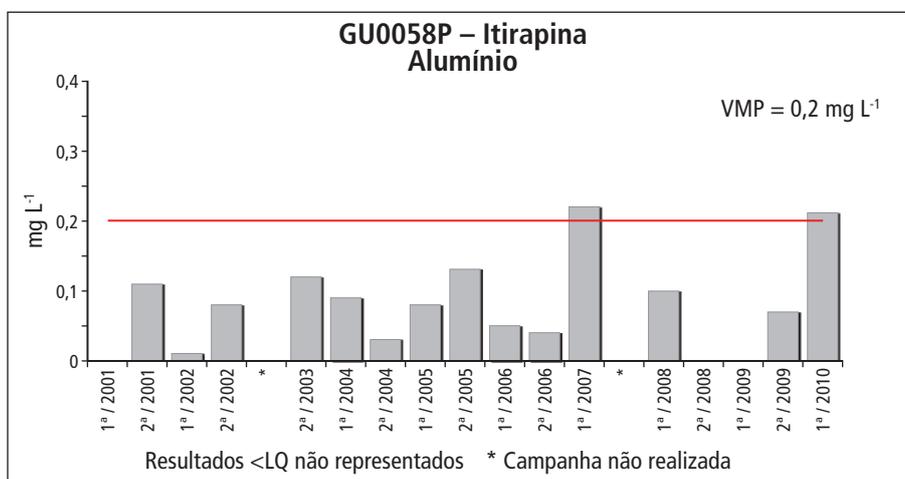


Gráfico 5.10.5 – Série histórica das concentrações de bário no ponto GU0111P – Ribeirão Bonito, Aquífero Guarani

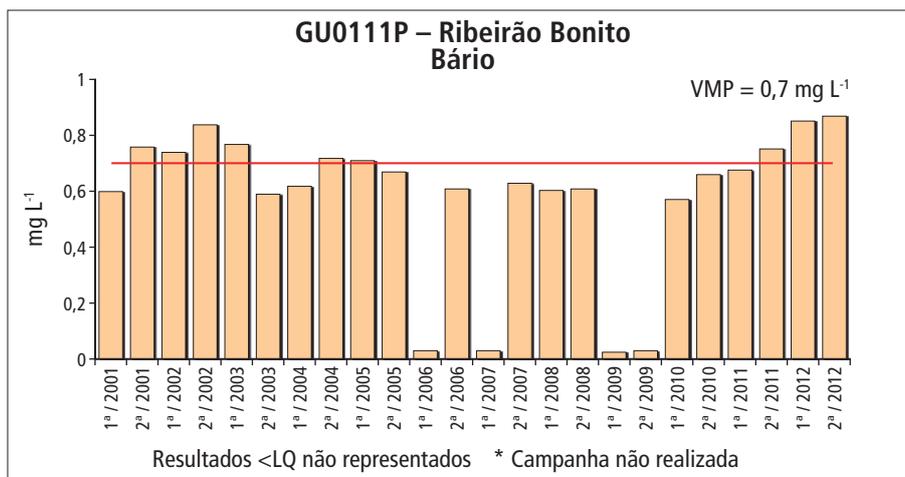
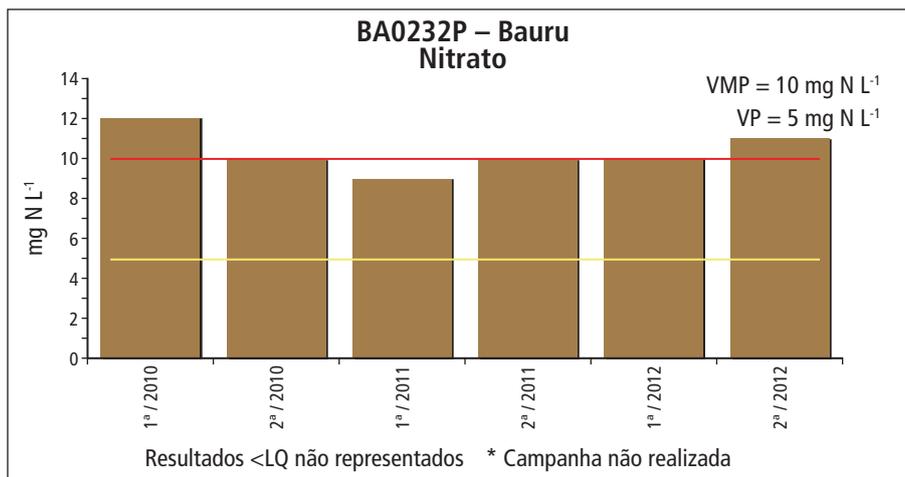


Tabela 5.10.5 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Bauru	BA0232P	Nitrogênio Nitrato	10 mg N L ⁻¹	1ª-2010	12	*
				2ª-2012	11	*
		Coliformes totais	Ausente	2ª-2010	Presente	*

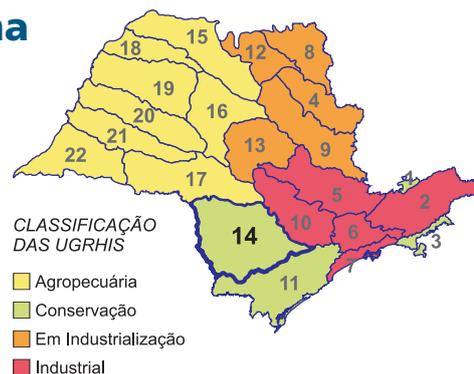
* O monitoramento teve início no período de 2010-2012.

Gráfico 5.10.6 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0232P – Bauru, Aquífero Bauru



Neste período foram verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no poço GU0111P, localizado em Ribeirão Bonito, que capta água do Aquífero Guarani.

5.11 UGRHI 14 – Alto Paranapanema



Nesta UGRHI, composta por 34 municípios, vive aproximadamente 1,7% da população do Estado, sendo que 80% dos habitantes em áreas urbanas. Segundo dados de 2006, o abastecimento público é realizado na maioria dos municípios parcialmente por meio de captação de água subterrânea, alguns utilizam exclusivamente esse recurso e poucos utilizam exclusivamente água superficial (CETESB, 2007). As demais características estão descritas na Tabela 5.11.1.

Tabela 5.11.1 – Características da UGRHI 14 – Alto Paranapanema

Municípios (34)	Angatuba; Arandu; Barão de Antonina; Bernardino de Campos; Bom Sucesso de Itararé; Buri; Campina do Monte Alegre; Capão Bonito; Coronel Macedo; Fartura; Guapiara; Guareí; Ipaussu; Itaberá; Itai; Itapetininga; Itapeva; Itaporanga; Itararé; Manduri; Nova Campina; Paranapanema; Pilar do Sul; Piraju; Ribeirão Branco; Ribeirão Grande; Riversul; São Miguel Arcanjo; Sarutaiá; Taguaí; Taquarituba; Taquarivaí; Tejupá; Timburi.		
População (IBGE, estimativa 2012)	728.438 habitantes		
Aquíferos Livres	Pré-Cambriano, Serra Geral, Furnas, Tubarão, Guarani		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	30,0	0,17	0,5
Área de drenagem	22.689 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Paranapanema, Apiaí-Guaçu, Taquari, Itapetininga, Itararé e Ribeirão das Almas. Reservatórios: Xavantes, Jurumirim e Paineiras.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	90%	82%	
Principais atividades econômicas	A agropecuária é a atividade mais importante, com destaque para a pastagem extensiva, em menor escala cultura do milho e do feijão. A extração e transformação de bens minerais estão presentes nos municípios de Ribeirão Grande, Guapiara, Itapeva, Bom Sucesso do Itararé, Ribeirão Branco e Nova Campina.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural corresponde a 20% de sua área total, com remanescentes da Floresta Ombrófila Densa em contato com a Floresta Ombrófila Mista, além de fragmentos da Floresta Estacional Semidecídica e Cerrado.		

Nessa unidade são monitorados nove poços tubulares utilizados para abastecimento público. Desses, cinco poços captam águas do Aquífero Tubarão, três do Pré-Cambriano e um do Guarani. A Tabela 5.11.2 apresenta as características e a Figura 5.11.1, a localização dos pontos de monitoramento.

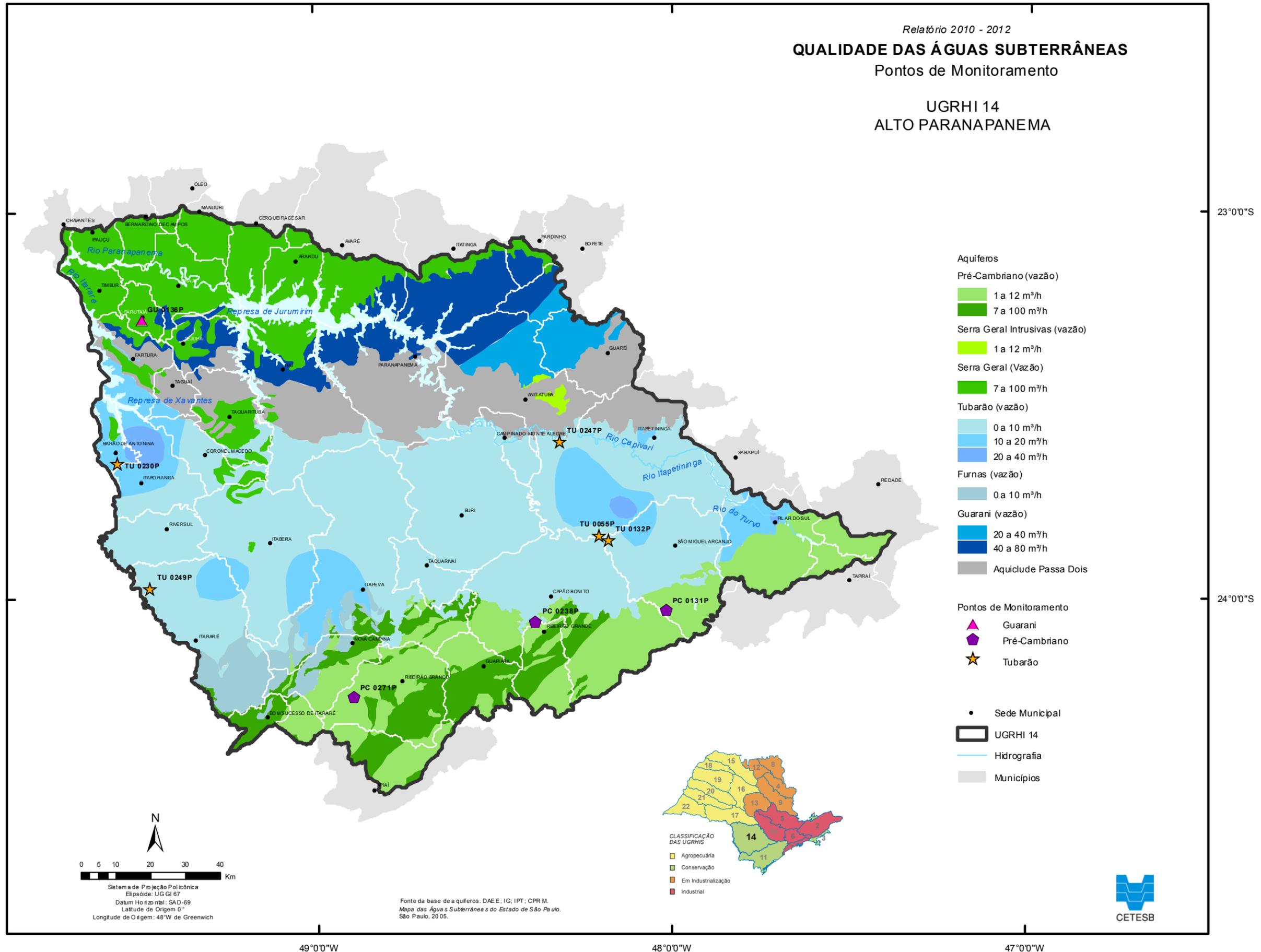
Tabela 5.11.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 14 – Alto Paranapanema

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Barão de Antonina	TU0230P	P4 – Sabesp – Sede – Margem esquerda da Água dos Pedrocas	Tubarão	*	7	23° 38' 56"	49° 33' 52"
Capão Bonito	PC0238P	P1 – Sabesp – Terreno do Sr. João Cezario Mendes – Ferreira dos Matos	Pré-Cambriano	35 a 60	1	24° 04' 00"	48° 23' 06"
Itapetininga	TU0055P	P2 – Sabesp	Tubarão	10 a 224	35	23° 50' 33"	48° 12' 18"
	TU0247P	P1 – Sabesp – Bairro Rechan	Tubarão	18 a 203	4	23° 36' 01"	48° 18' 58"
Itararé	TU0249P	P2 – Sabesp – Santa Cruz dos Lopes	Tubarão	18 a 288	73	23° 58' 27"	49° 28' 09"
Ribeirão Branco	PC0271P	P1 – Sabesp – Margem do rio Taquari-Guaçu – Itaboa	Pré-Cambriano	96 a 135	4	24° 15' 42"	48° 53' 53"
São Miguel Arcanjo	PC0131P	P1 – Sabesp Abaitinga	Pré-Cambriano	24 a 151	2	24° 02' 19"	48° 01' 02"
	TU0132P	P1A – Sabesp Pocinhos	Tubarão	30 a 59	0	23° 51' 15"	48° 10' 42"
Sarutaiá	GU0136P	P1 – Sabesp	Guarani	71 a 141	8	23° 16' 44"	49° 29' 01"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 14 são coletadas nos meses de abril (1ª) e outubro (2ª) de cada ano.

Figura 5.11.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 14 – Alto Paranapanema



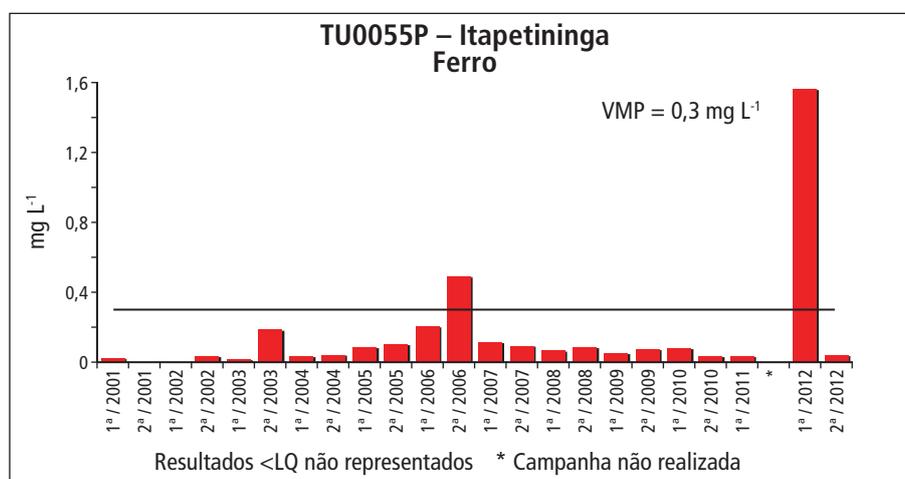
A Tabela 5.11.3 e o Gráfico 5.11.1 apresentam as desconformidades para o Aquífero Tubarão, nessa UGRHI.

Tabela 5.11.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Tubarão na UGRHI 14 – Alto Paranapanema

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Barão de Antonina	TU0230P	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	1ª-2012	0,3220	*
Itapetininga	TU0055P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	1ª-2012	1,5622	0
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1ª-2012	4400	0
		Coliformes totais	Ausente	1ª-2012	Presente	1
Itararé	TU0249P	Fluoreto	1,5 mg F L ⁻¹	2ª-2011	2,5	*

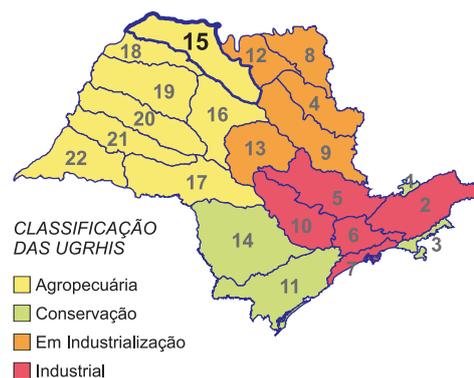
*O monitoramento teve início no período 2010-2012

Gráfico 5.11.1 – Série histórica das concentrações de ferro no ponto TU0055P – Itapetininga, Aquífero Tubarão



Nesta UGRHI encontrou-se resultado positivo para bacteriófagos F-específicos em apenas uma amostra dos pontos GU0136P localizado em Sarutaiá (11 UFP 100 mL⁻¹), Aquífero Guarani, e TU0230P em Barão de Antonina (3 UFP 100 mL⁻¹), Aquífero Tubarão. Esse parâmetro é sugerido como indicador da presença de vírus entéricos, que podem atingir os mananciais subterrâneos por meio de contaminação de esgotos domésticos.

5.12 UGRHI 15 – Turvo / Grande



Composta por 64 municípios, esta UGRHI abriga 3% da população paulista, com 93% dos habitantes vivendo em áreas urbanas. Todos os municípios captam águas subterrâneas para o abastecimento público de água, sendo que mais de 50% utilizam exclusivamente esse recurso. As demais características estão descritas na Tabela 5.12.1.

Tabela 5.12.1 – Características da UGRHI 15 – Turvo / Grande

Municípios (64)	Álvares Florence; Américo de Campos; Ariranha; Aspásia; Bálsamo; Cajobi; Cândido Rodrigues; Cardoso; Catanduva; Catiguá; Cedral; Cosmorama; Dolcinópolis; Embaúba; Estrela d'Oeste; Fernando Prestes; Fernandópolis; Guapiaçu; Guarani d'Oeste; Indiaporã; Ipiúá; Macedônia; Meridiano; Mesópolis; Mira Estrela; Mirassol; Mirassolândia; Monte Alto; Monte Azul Paulista; Nova Granada; Novais; Olímpia; Onda Verde; Orindiúva; Ouroeste; Palestina; Palmares Paulista; Paraíso; Paranapuã; Parisi; Paulo de Faria; Pedranópolis; Pindorama; Pirangi; Pontes Gestal; Populina; Riolândia; Santa Adélia; Santa Albertina; Santa Clara d'Oeste; Santa Rita d'Oeste; São José do Rio Preto; Severínia; Tabapuã; Taiaçu; Taiúva; Tanabi; Turmalina; Uchôa; Urânia; Valentim Gentil; Vista Alegre do Alto; Vitória Brasil; Votuporanga.		
População (IBGE, estimativa 2012)	1.251.655 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	13,0	4,39	34
Área de drenagem	15.925 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio São Domingos, Ribeirão da Onça, Rios Turvo, Preto e Grande, desde a Usina Hidrelétrica de Marimbondo até a foz no Rio Paranaíba. Reservatórios: Água Vermelha e Ilha Solteira (parcial).		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	98%	82%	
Principais atividades econômicas	Presença marcante da atividade agroindustrial, com destaque para as culturas de laranja e cana-de-açúcar. A região de Catanduva concentra um grande número de usinas de açúcar e álcool. Destaca-se também as culturas de milho e feijão, em menor escala nas demais áreas dessa UGRHI.		
Vegetação remanescente	Cerca de 7% da área total dessa UGRHI perfazem a área coberta por vegetação nativa com fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua e Formação Arbórea/Arbustiva em região de Várzea e Savana.		

Os pontos de monitoramento são dezesseis poços tubulares, com finalidade de abastecimento público. Treze poços retiram água do Aquífero Bauru, dois do Serra Geral e um capta água do Aquífero Guarani. As suas características e localização são apresentadas na Tabela 5.12.2 e na Figura 5.12.1.

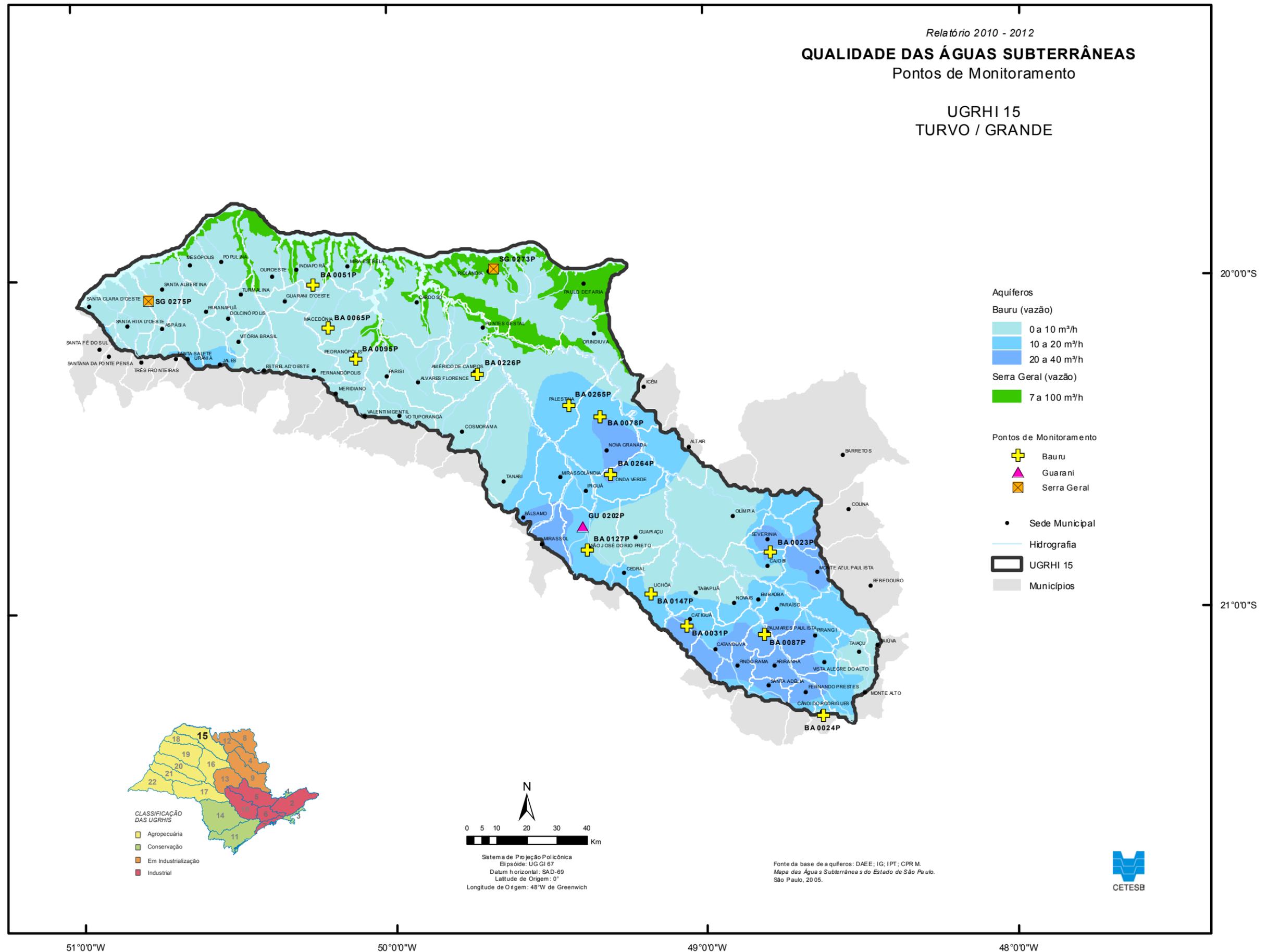
Tabela 5.12.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 15 – Turvo/Grande

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Américo Campos	BA0226P	Poço Cohab do Banespinha	Bauru	*	59	20° 17' 47"	49° 43' 16"
Cajobi	BA0023P	P1 – Sabesp	Bauru	5 a 112	63	20° 50' 25"	48° 47' 32"
Cândido Rodrigues	BA0024P	P4 – Sabesp	Bauru	66 a 104	36	21° 19' 49"	48° 37' 30"
Catiguá	BA0031P	P3 – Prefeitura	Bauru	15 a 102	26	21° 03' 34"	49° 03' 44"
Indiaporã	BA0051P	P1 – Tupinambá, Sabesp	Bauru	37 a 87	30	20° 01' 31"	50° 14' 24"
Macedônia	BA0065P	P3 – Sabesp	Bauru	55 a 174	22	20° 09' 12"	50° 11' 47"
Nova Granada	BA0078P	P1 – Mangaratu, Sabesp	Bauru	20 a 79	0	20° 25' 47"	49° 19' 55"
Onda Verde	BA0264P	P2 – Sabesp	Bauru	63 a 154	44	20° 36' 08"	49° 18' 00"
Palestina	BA0265P	Poço do Recinto	Bauru	*	*	20° 23' 33"	49° 25' 59"
Palmares Paulista	BA0087P	P3 – Sabesp	Bauru	55 a 112	44	21° 05' 09"	48° 48' 42"
Pedranópolis	BA0095P	P1 – Sabesp	Bauru	27 a 86	11	20° 14' 53"	50° 06' 29"
Riolândia	SG0273P	Sabesp, P3 – próx. Matadouro	Serra Geral	7 a 150	5	19° 58' 57"	49° 39' 59"
Santa Albertina	SG0275P	Sabesp, P5 – próx. Ribeirão Jacu	Serra Geral	16 a 100	3	20° 03' 58"	50° 45' 50"
São José do Rio Preto	BA0127P	P219 – Sede DAEE	Bauru	28 a 68	22	20° 49' 43"	49° 22' 40"
São José do Rio Preto	GU0202P	P7, Santo Antônio – Prefeitura/SEMAE	Guarani	721 a 1292	92	20° 45' 36"	49° 23' 28"
Uchoa	BA0147P	P2 DAEE/ Prefeitura	Bauru	36 a 120	30	20° 57' 41"	49° 10' 30"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 15 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

Figura 5.12.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 15 – Turvo/Grande



As Tabelas 5.12.3 e 5.12.4 e os Gráficos 5.12.1, 5.12.2 e 5.12.3 apresentam as desconformidades no Aquífero Bauru nessa UGRHI.

Tabela 5.12.3 – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, Aquífero Bauru

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Américo Campos	BA0226P	Fluoreto	1,5 mg F L ⁻¹	2ª-2012	1,57	*
Cajobi	BA0023P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	0
Nova Granada	BA0078P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	2ª-2011	0,053	0
Onda Verde	BA0264P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	*
Palestina	BA0265P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	2ª-2010	0,052	*
Palmares Paulista	BA0087P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2010	Presente	0
São José R. Preto	BA0127P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2011	Presente	0
Uchoa	BA0147P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2012	1600	0
		Coliformes totais	Ausente	2ª-2012	Presente	0

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

Gráfico 5.12.1 – Série histórica das concentrações de fluoreto no ponto BA0226P – Américo Campos, Aquífero Bauru

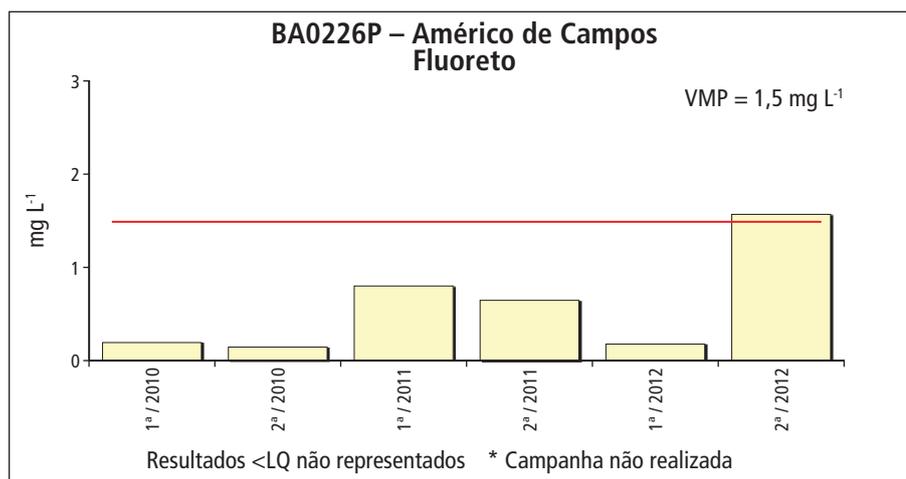
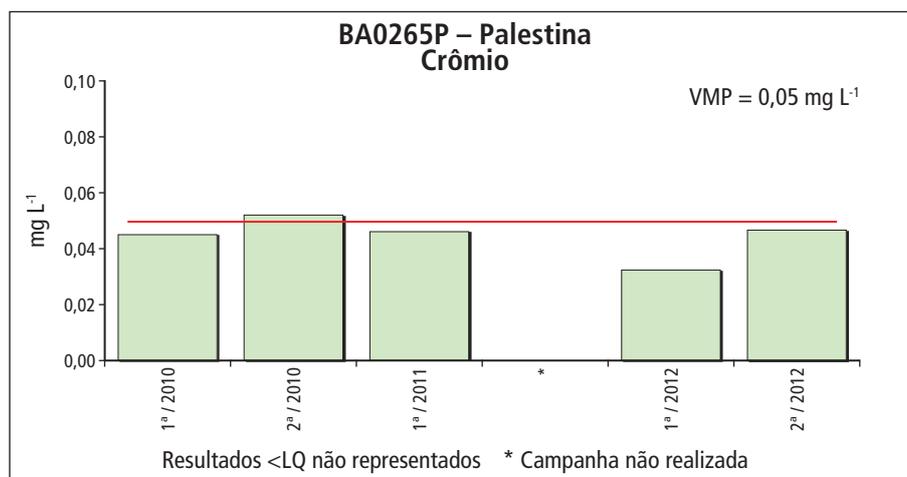
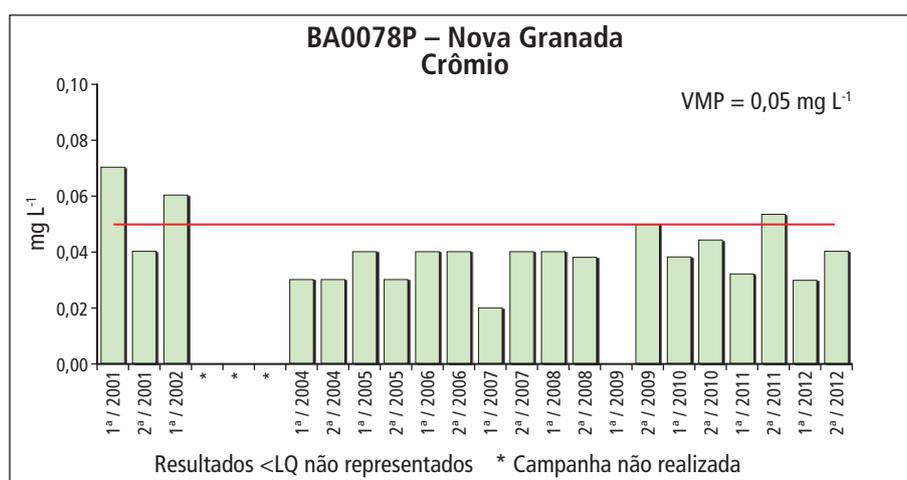


Gráfico 5.12.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0265P – Palestina, Aquífero Bauru**Gráfico 5.12.3** – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0078P – Nova Granada, Aquífero Bauru**Tabela 5.12.4** – Desconformidades de qualidade das águas subterrâneas na UGRHI 15 – Turvo/Grande, Aquífero Serra Geral

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Riolândia	SG0273P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2011	Presente	*

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

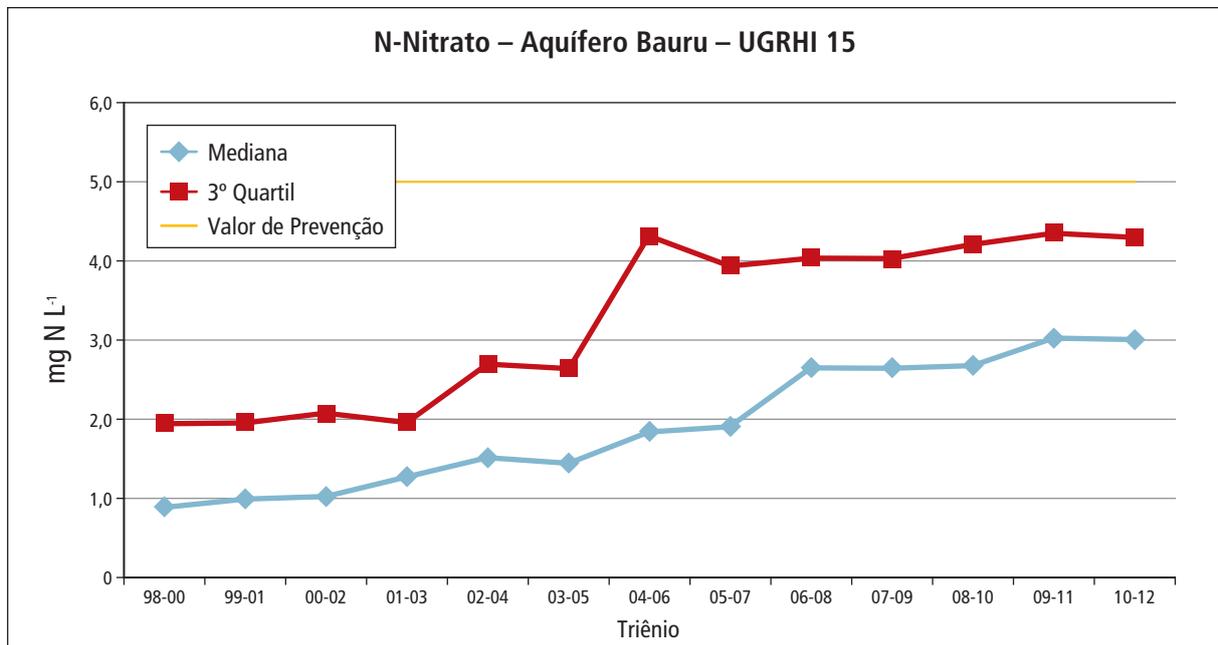
Resultados positivos para bacteriófagos F-específicos foram encontrados em apenas duas amostras do Aquífero Bauru: BA0024P localizado em Cândido Rodrigues (3 UFP 100 mL⁻¹) e BA0031P em Catiguá (16 UFP 100 mL⁻¹). Esse parâmetro é sugerido como indicador da presença de vírus entéricos e pode atingir os mananciais subterrâneos por meio de esgotos domésticos.

Alguns poços apresentaram teores elevados de vanádio, acima do valor para consumo humano proposto na Resolução CONAMA nº 396/08 (0,05 mg L⁻¹), variando entre 0,05 mg L⁻¹ e 0,07 mg L⁻¹. Essa condição foi observada para o poço GU0202P – São José do Rio Preto, BA0226P – Américo Campos e SG0275P – Santa Albertina.

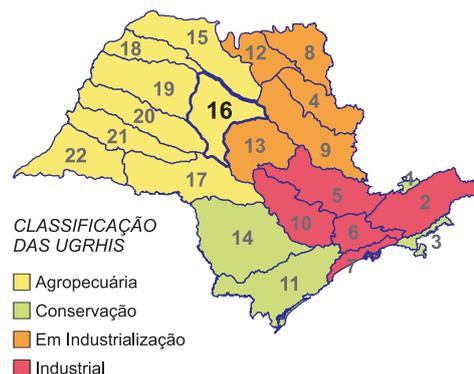
Quatro poços que captam água do Aquífero Bauru, BA0023P – Cajobi, BA0265P – Palestina, BA0095P – Pedranópolis e BA0127P – São José do Rio Preto, apresentaram concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) em pelo menos uma campanha, destacando-se o ponto de São José do Rio Preto, onde observou-se esta condição em todas as campanhas.

Destaca-se a tendência de incremento nas concentrações de nitrato nos últimos 12 anos, como pode ser visualizado pelos valores de mediana e 3º quartil (percentil 75) apresentados no Gráfico 5.12.4, tendência somente observada na UGRHI 15 e 16.

Gráfico 5.12.4 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 15



5.13 UGRHI 16 – Tietê/Batalha



Nesta UGRHI, composta por 33 municípios, vive 1,2% da população do Estado, sendo que 91% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Em 79% dos municípios, o abastecimento público de água é realizado exclusivamente por meio de captação de águas subterrâneas, nos demais esse recurso é utilizado parcialmente para esse fim (CETESB, 2007). Outras características estão descritas na Tabela 5.13.1.

Tabela 5.13.1 – Características da UGRHI 16 – Tietê / Batalha

Municípios (33)	Adolfo; Avaí; Bady Bassitt; Balbinos; Borborema; Cafelândia; Dobrada; Elisiário; Guaíçara; Guarantã; Ibirá; Irapuã; Itajobi; Itápolis; Jaci; Lins; Marapoama; Matão; Mendonça; Nova Aliança; Novo Horizonte; Pirajuí; Piratininga; Pongai; Potirendaba; Presidente Alves; Reginópolis; Sabino; Sales; Santa Ernestina; Taquaritinga; Uru; Urupês.		
População (IBGE, estimativa 2012)	518.778 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	9,0	1,98	22
Área de drenagem	13.149 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio Tietê, da barragem da Usina Hidrelétrica de Ibitinga até a barragem da Usina Hidrelétrica de Promissão e Reservatório de Promissão.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	97%	74%	
Principais atividades econômicas	Entre as atividades econômicas destacam-se aquelas relativas aos setores, primário e secundário, com a cultura de cana-de-açúcar localizada principalmente em Matão e Novo Horizonte, e a pecuária de leite e de corte na região de Lins. Presença de usinas de açúcar e álcool, bem como laticínios, frigoríficos e curtumes.		
Vegetação remanescente	Remanescentes extremamente fragmentados de vegetação natural ocupam aproximadamente 6,5% da área da UGRHI. As principais formações são a Floresta Estacional Semidecídua e a Savana.		

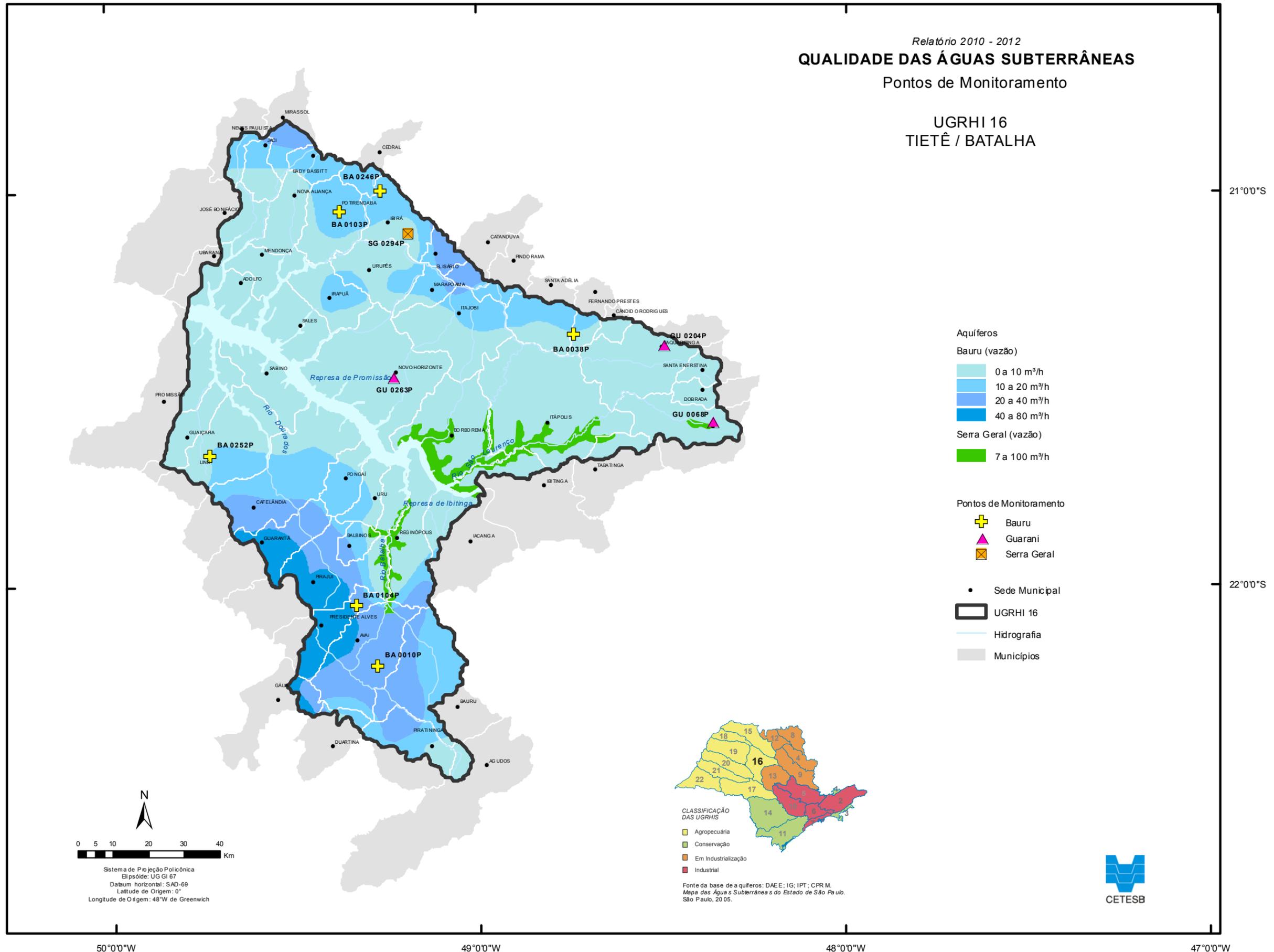
São dez os pontos de monitoramento localizados nessa UGRHI, todos poços tubulares utilizados para abastecimento público que captam água nos Aquíferos Bauru, Guarani e Serra Geral. A Tabela 5.13.2 apresenta as características dos poços e a Figura 5.13.1 onde se localizam.

Tabela 5.13.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 16 – Tietê/Batalha

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Avai	BA0010P	P1 – Sabesp	Bauru	20 a 52	28	22° 12' 16"	49° 16' 38"
Fernando Prestes	BA0038P	P3 – Sabesp	Bauru	31 a 81	26	21° 21' 52"	48° 44' 38"
Ibirá	BA0246P	P1 – Vila Ventura, Sabesp	Bauru	60 a 100	25	23° 39' 37"	47° 17' 52"
Ibirá	SG0294P	Fonte Nova Jorrante	Serra Geral	16 a 300	0	21°06'31"	49°11'05"
Lins	BA0252P	P22 – Sabesp	Bauru	34 a 141	29	21° 40' 08"	49° 43' 39"
Matão	GU0068P	P22 – DAEE/Prefeitura	Guarani	365 a 443	115	21° 35' 34"	48° 21' 41"
Novo Horizonte	GU0263P	P1 – DAEE – Sede	Guarani	*	14	21° 28' 28"	49° 13' 41"
Potirendaba	BA0103P	P10 – Cooperativa, DAEE	Bauru	44 a 115	26	21° 02' 58"	49°22' 18"
Presidente Alves	BA0104P	P1 – Sabesp	Bauru	28 a 76	22	22° 03' 05"	49° 20' 03"
Taquaritinga	GU0204P	P10 – DAEE / Prefeitura	Guarani	282 a 501	63	21° 23' 48"	48° 29' 39"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 16 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.



As Tabelas 5.13.3 e 5.13.4 e o Gráfico 5.13.1 apresentam as desconformidades nos Aquíferos Bauru e Guarani, nessa UGRHI.

Tabela 5.13.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 16 – Tietê / Batalha

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Avaiá	BA0010P	Ferro	0,3 mg Fe L ⁻¹	2 ^a -2011	4,7200	0
Ibirá	BA0246P	Alumínio	0,2 mg Al L ⁻¹	1 ^a -2011	0,3250	*
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1 ^a -2010	540	*
				1 ^a -2011	1400	
		Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2011	Presente	*
2 ^a -2012						
Potirendaba	BA0103P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	1 ^a -2010	0,066	4
				2 ^a -2010	0,065	
				2 ^a -2011	0,076	
				2 ^a -2012	0,0732	

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

Gráfico 5.13.1 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0103P – Potirendaba, Aquífero Bauru

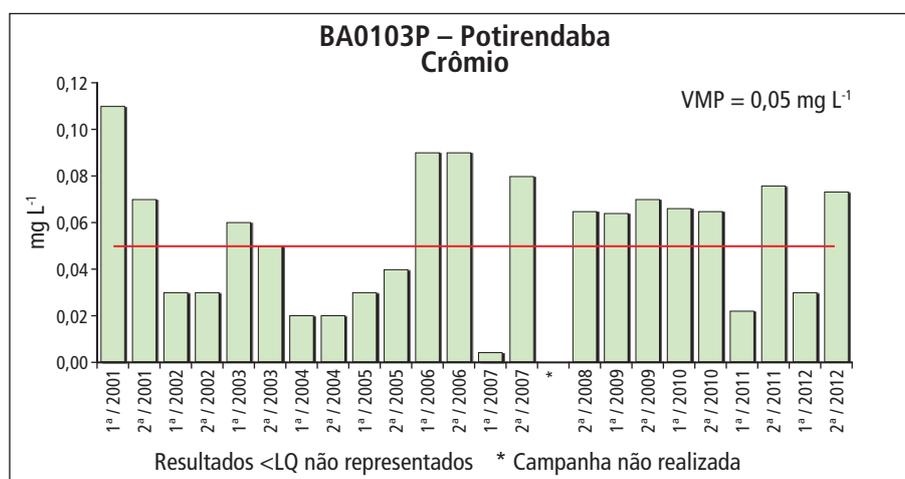


Tabela 5.13.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani, na UGRHI 16 – Tietê / Batalha

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Matão	GU0068P	Zinco	1,05 mg Zn L ⁻¹	2 ^a -2012	1,47	0

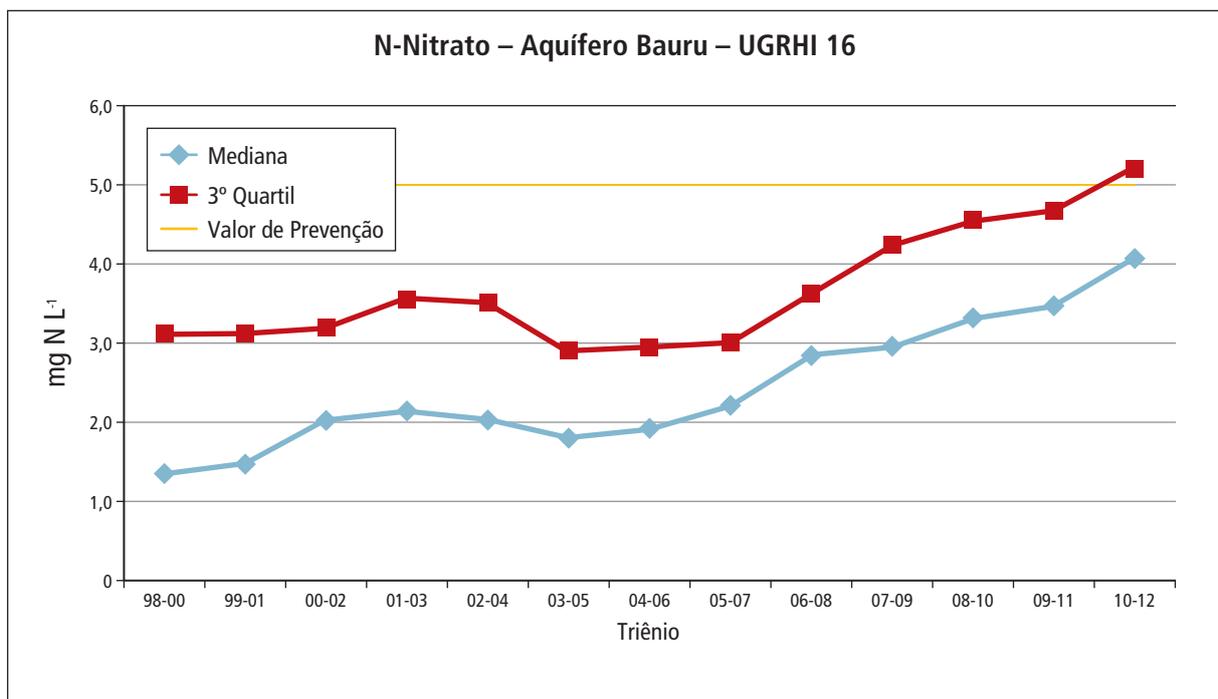
Os bacteriófagos F-específicos foram encontrados em apenas uma amostra do poço GU0204P – Taquaritinga (1 UFP 100 mL⁻¹), do Aquífero Guarani. Esse parâmetro é sugerido como indicador da presença de vírus entéricos.

Alguns poços apresentaram teores elevados de vanádio, acima do valor para consumo humano estabelecido na Resolução CONAMA nº 396/08 (0,05 mg L⁻¹), variando entre 0,05 mg L⁻¹ e 0,09 mg L⁻¹. Essa condição foi observada para BA0103P – Potirendaba e SG0294P – Ibirá, poços dos Aquíferos Bauru e Serra Geral.

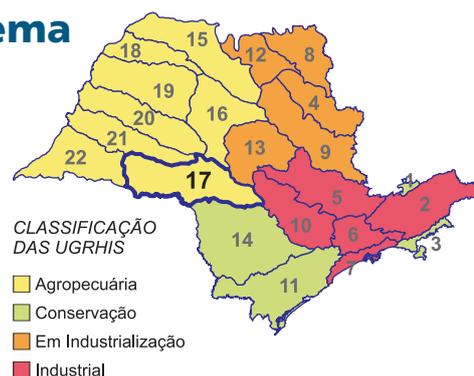
Os poços BA0010P – Avaí, BA0246P – Ibirá, BA0103P – Potirendaba e BA0104P – Presidente Alves, que captam água do Aquífero Bauru e o poço GU0068P – Matão do Aquífero Guarani apresentaram concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) em pelo menos uma campanha. Destaca-se o poço de Avaí que apresentou concentrações acima de 5 mg N L⁻¹ em todas as amostras.

A tendência de incremento nas concentrações de nitrato nos últimos 12 anos para o Aquífero Bauru, pode ser visualizada no Gráfico 5.13.2, com 3º quartil ultrapassando o valor de prevenção.

Gráfico 5.13.2 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 16



5.14 UGRHI 17 – Médio Paranapanema



Nesta UGRHI, composta por 42 municípios, vive 1,6% da população do Estado, sendo que cerca de 91% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Na maioria dos municípios, o abastecimento público de água é realizado parcialmente por meio de captação de águas subterrâneas e em alguns municípios totalmente (CETESB, 2007). As demais características estão descritas na Tabela 5.14.1.

Tabela 5.14.1 – Características da UGRHI 17 – Médio Paranapanema

Municípios (42)	Águas de Santa Bárbara; Alvinlândia; Assis; Avaré; Cabrália Paulista; Campos Novos Paulista; Cândido Mota; Canitar; Cerqueira César; Chavantes; Cruzália; Duartina; Echaporã; Espírito Santo do Turvo; Fernão; Florínia; Gália; Iaras; Ibirarema; Itatinga; João Ramalho; Lucianópolis; Lupércio; Maracá; Ocaçu; Óleo; Ourinhos; Palmital; Paraguaçu Paulista; Pardinho; Paulistânia; Pedrinhas Paulista; Platina; Pratânia; Quatá; Rancharia; Ribeirão do Sul; Salto Grande; Santa Cruz do Rio Pardo; São Pedro do Turvo; Tarumã; Ubirajara.		
População (IBGE, estimativa 2012)	672.890 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral, Bauru		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	17,0	0,71	4
Área de drenagem	16.749 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio Paranapanema e seus afluentes, desde o Reservatório da Usina Hidrelétrica de Xavantes até a Usina Hidrelétrica de Capivara e Rios Capivara e Turvo. Reservatório: Capivara.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	97%	93%	
Principais atividades econômicas	A agropecuária é a principal atividade econômica, com ênfase na pecuária extensiva e na cultura da cana-de-açúcar que, juntas, respondem por mais de 1/3 do valor da produção regional, além dos cultivos de soja e milho. Destaca-se, ainda, a suinocultura, que detém um quarto da produção do Estado.		
Vegetação remanescente	Remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado extremamente fragmentados cobrem aproximadamente 8% do total da UGRHI.		

São nove os pontos de monitoramento localizados nessa UGRHI, todos poços tubulares utilizados para abastecimento público, captando água dos Aquíferos Bauru, Serra Geral e Guarani. A Tabela 5.14.2 apresenta as características dos poços e a Figura 5.14.1, onde se localizam.

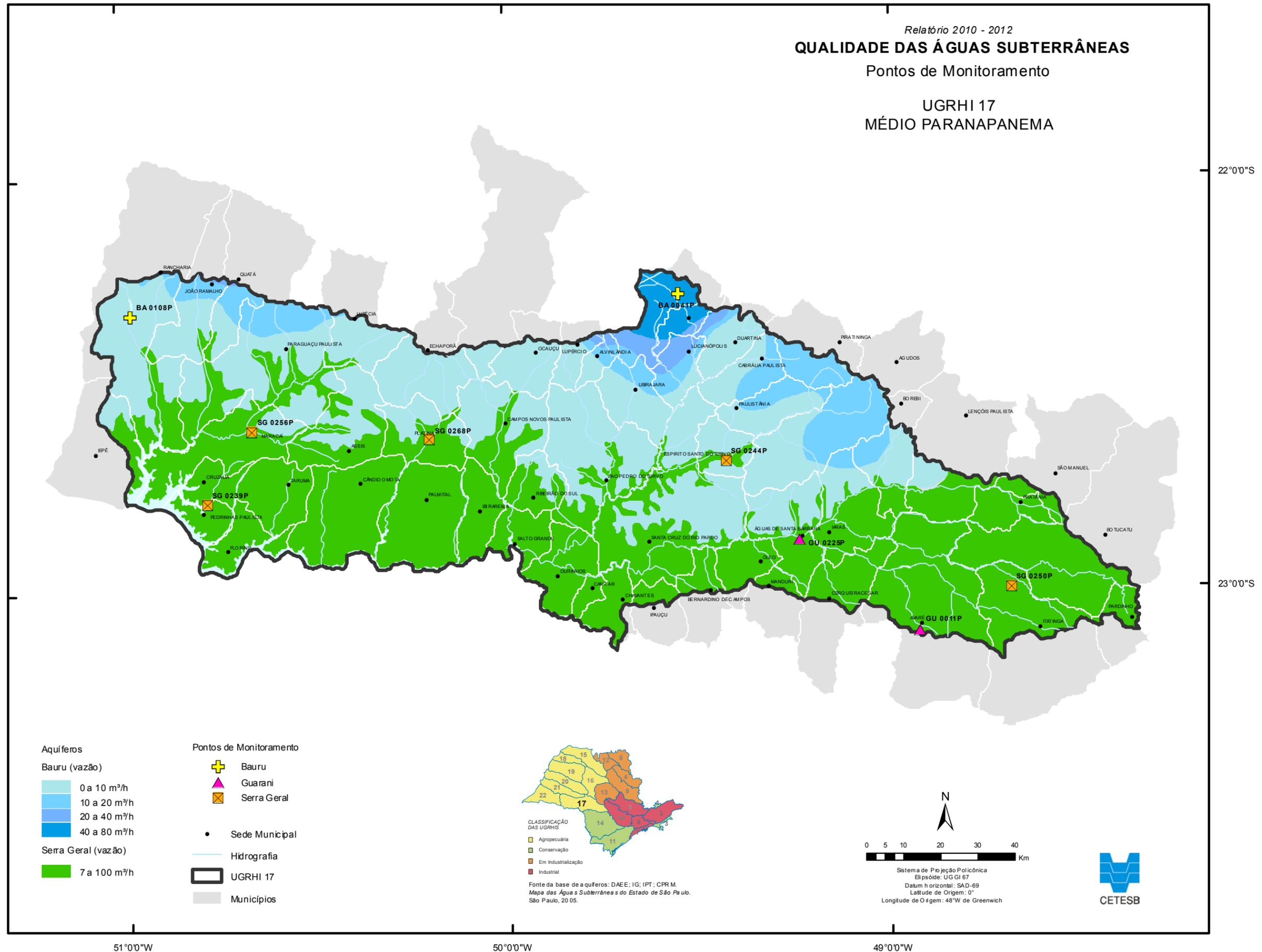
Tabela 5.14.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 17 – Médio Paranapanema

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Águas de Santa Bárbara	GU0225P	P2 – Sabesp – Sede – Ao lado do ginásio de esportes	Guarani	246 a 351	37	22° 53' 13"	49° 14' 20"
Avaré	GU001P	P6 – Sabesp	Guarani	280 a 419	172	23° 06' 29"	48° 55' 27"
Cruzália	SG0239P	P3 – Sabesp – Pedrinhas	Serra Geral	6 a 120	2	22° 46' 52"	50° 46' 54"
Espírito Santo do Turvo	SG0244P	P2 – Sabesp – Espírito Santo do Turvo	Serra Geral	32 a 150	4	22° 41' 38"	49° 25' 40"
Gália	BA0041P	P2 – Sabesp	Bauru	132 a 194	13	22° 17' 20"	49° 32' 59"
Itatinga	SG0250P	P1 – Sabesp Junto à antiga estação Sorocabana – Lobo	Serra Geral	31 a 70	36	23° 00' 10"	48° 41' 09"
Maracá	SG0256P	P1 – Sabesp. Próximo ao Ribeirão do Corvo	Serra Geral	13 a 65	5	22° 36' 40"	50° 39' 43"
Platina	SG0268P	P1 – Sabesp – Sede	Serra Geral	15 a 74	1	22° 38' 13"	50° 12' 00"
Rancharia	BA0108P	Balneário, DAEE/Prefeitura	Bauru	28 a 93	22	22° 19' 45"	50° 58' 33"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 17 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

Figura 5.14.1 – Localização dos poços de monitoramento da UGRHI 17 – Médio Paranapanema



As Tabelas 5.14.3 e 5.14.4 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Serra Geral e Guarani nessa UGRHI.

Tabela 5.14.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Itatinga	SG0250P	Boro	0,5 mg B L ⁻¹	1ª-2011	0,591	*
Maracá	SG0256P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	1ª-2012	3500	*

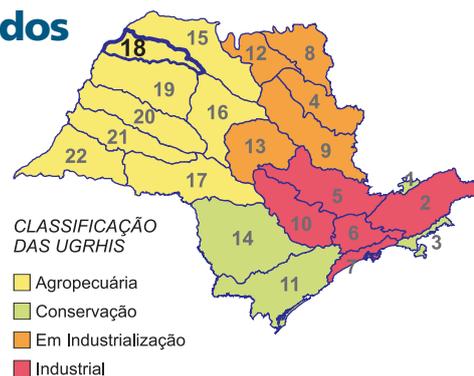
*O monitoramento teve início no período 2010-2012

Tabela 5.14.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Guarani, na UGRHI 17 – Médio Paranapanema

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Águas de Santa Bárbara	GU0225P	Boro	0,5 mg B L ⁻¹	1ª-2011	0,655	*

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

5.15 UGRHI 18 – São José dos Dourados



Nesta UGRHI, composta por 25 municípios, vive pouco mais de 0,5% da população do Estado, sendo que 88% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Na maioria dos municípios, o abastecimento público de água é realizado exclusivamente por meio de captação de águas subterrâneas e, nos demais, esse recurso é utilizado parcialmente para esse fim (CETESB, 2007). As demais características estão descritas na Tabela 5.15.1.

Tabela 5.15.1 – Características da UGRHI 18 – São José dos Dourados

Municípios (25)	Aparecida d'Oeste; Auriflama; Dirce Reis; Floreal; General Salgado; Guzolândia; Ilha Solteira; Jales; Marinópolis; Monte Aprazível; Neves Paulista; Nhandeara; Nova Canaã Paulista; Palmeira d'Oeste; Pontalinda; Rubinéia; Santa Fé do Sul; Santa Salete; Santana da Ponte Pensa; São Francisco; São João das Duas Pontes; São João de Iracema; Sebastianópolis do Sul; Suzanópolis; Três Fronteiras.		
População (IBGE, estimativa 2012)	225.572 habitantes		
Aquíferos Livres	Serra Geral e Bauru		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	4,0	0,23	6
Área de drenagem	6.783 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios São José dos Dourados e Paraná, desde a foz do Rio Paranaíba até a barragem do Reservatório de Ilha Solteira.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	98%	96%	
Principais atividades econômicas	Predomina a atividade agropecuária, com ênfase no cultivo de cana-de-açúcar e de laranja, além de pastagens. A interdependência de setores que se integram e se complementam pode ser verificada pela presença de usinas de açúcar e álcool e curtumes.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural encontra-se bastante reduzida, representando apenas 6,5% de sua área total, com remanescentes de Cerrado e da Floresta Estacional Semidecídua bastante fragmentados.		

São treze os pontos de monitoramento localizados nessa UGRHI, todos são poços tubulares utilizados para abastecimento público e captando água dos Aquíferos Bauru e Serra Geral. A Tabela 5.15.2 apresenta as características dos poços e a Figura 5.15.1, onde se localizam.

Tabela 5.15.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 18 – São José dos Dourados

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Aparecida d'Oeste	BA0007P	P3 – Sabesp	Bauru	49 a 110	0	20° 26' 28"	50° 51' 31"
Dirce Reis	BA0026P	P2 – Sabesp	Bauru	47 a 98	26	20° 27' 50"	50° 36' 22"
Floreal	BA0039P	P3 – Sabesp	Bauru	37 a 107	12	20° 40' 14"	50° 08' 37"
General Salgado	BA0219P	PPS3 – Sabesp	Bauru	72 a 152	55	20° 38'35"	50° 21'30"
Guzolândia	BA0046P	P3 – Sabesp	Bauru	115 a 183	35	20° 39' 13"	50° 39' 47"
Guzolândia	BA0293P	P5 – Sabesp	Bauru	40 a 174	34	20°39'04"	50°39'57"
Jales	BA0059P	P4 – Sabesp	Bauru	36 a 142	19	20° 15' 54"	50° 32' 37"
Monte Aprazível	BA0259P	P1 – Sabesp	Bauru	*	40	20° 41' 11"	49° 41' 39"
Nova Canaã Paulista	BA0077P	Sabesp P1 – Socimbra	Bauru	53 a 89	19	20° 22' 05"	50° 53' 41"
Santana da Ponte Pensa	BA0277P	P5 – Sede Sabesp	Bauru	54 a 126	21	20° 14' 31"	50° 47' 29"
São Francisco	BA0291P	P3 Sabesp	Bauru	66 a 142	37	20°21'21"	50°41'35"
São João das Duas Pontes	BA0125P	PPS1 – Sabesp	Bauru	90 a 114	56	20° 23' 21"	50° 22' 48"
Sebastianópolis do Sul	SG0281P	P3 – Sede Sabesp	Serra Geral	52 a 180	62	22° 36' 09"	47° 00' 24"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 18 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

A Tabela 5.15.3 e os Gráficos 5.15.1 a 5.15.7 apresentam as desconformidades para o Aquífero Bauru nessa UGRHI.

Figura 5.15.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 18 – São José dos Dourados

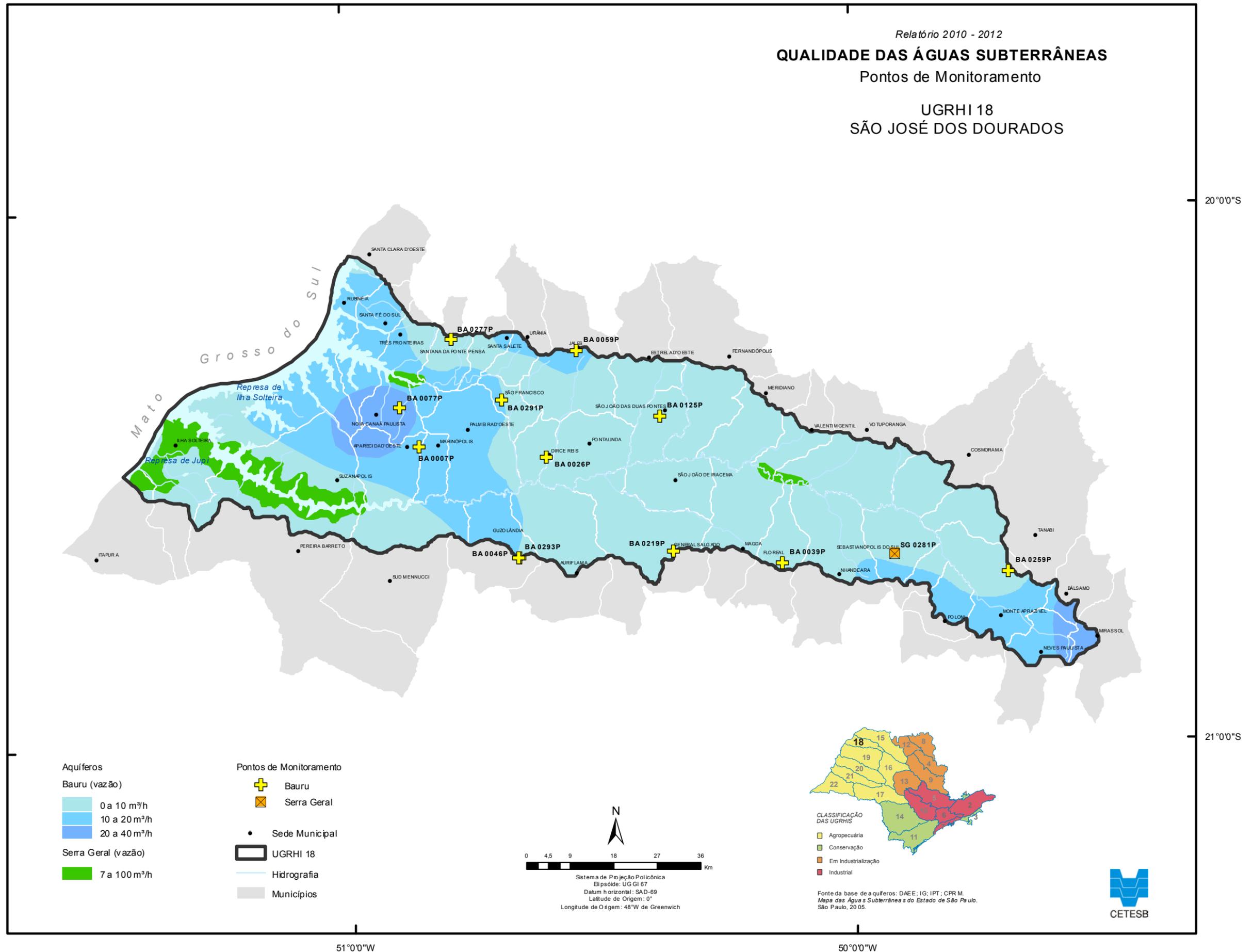


Tabela 5.15.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru na UGRHI 18 – São José dos Dourados

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Aparecida d'Oeste	BA0007P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	2 ^a -2012	0,056	5
Dirce Reis	BA0026P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	1 ^a -2010	0,058	4
				2 ^a -2010	0,069	
				2 ^a -2011	0,063	
				2 ^a -2012	0,072	
		Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	0
Guzolândia	BA0046P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	1 ^a -2010	0,059	6
	BA0293 P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	1 ^a -2012	0,063	*
		Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2 ^a -2010	900	*
		Coliformes totais	Ausente	2 ^a -2010	Presente	*
Jales	BA0059P	Nitrogênio nitrato	10 mg N L ⁻¹	1 ^a -2010	11,3	1
Monte Aprazível	BA0259P	Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	*
Nova Canaã Paulista	BA0077P	Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	1 ^a -2012	0,025	0
São João Das Pontes	BA0125P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	1 ^a -2010	0,057	0
				2 ^a -2010	0,07	
				1 ^a -2011	0,052	
				2 ^a -2011	0,063	
				2 ^a -2012	0,082	
Santana da Ponte Pensa	BA0277P	Chumbo	0,01 mg Pb L ⁻¹	1 ^a -2012	0,088	*
		Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	2 ^a -2010	0,054	*
				2 ^a -2012	0,057	

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

Gráfico 5.15.1 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0007P – Aparecida d'Oeste, Aquífero Bauru

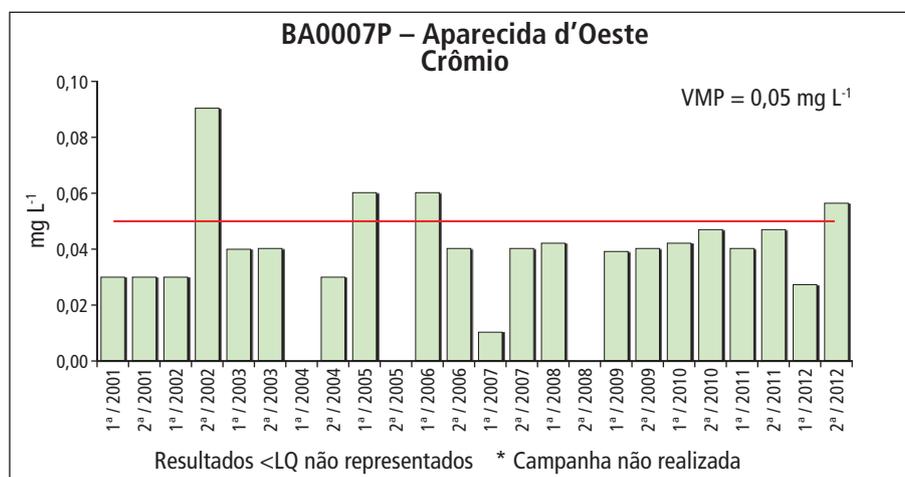


Gráfico 5.15.2 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0026P – Dirce Reis, Aquífero Bauru

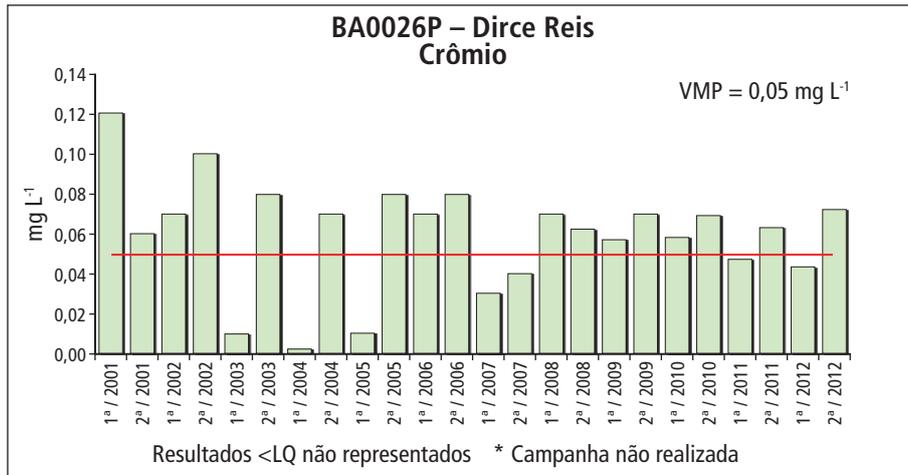


Gráfico 5.15.3 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0046P – Guzolândia, Aquífero Bauru

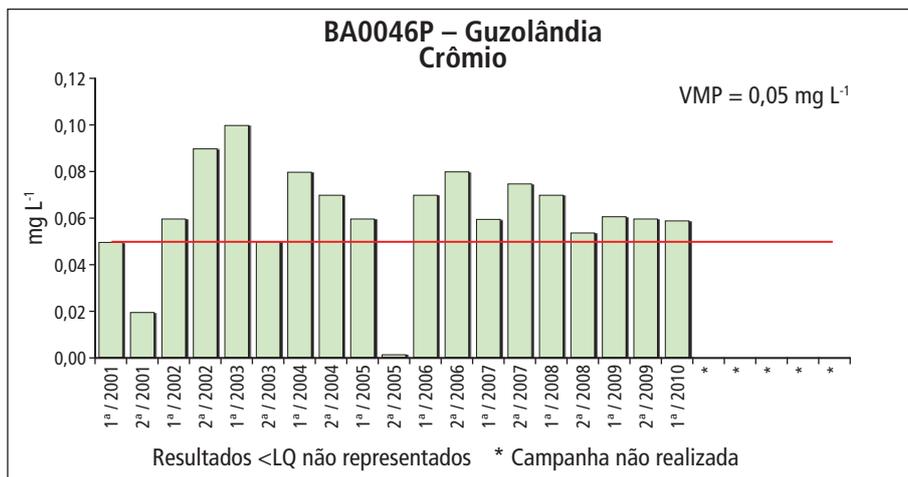


Gráfico 5.15.4 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0059P – Jales, Aquífero Bauru

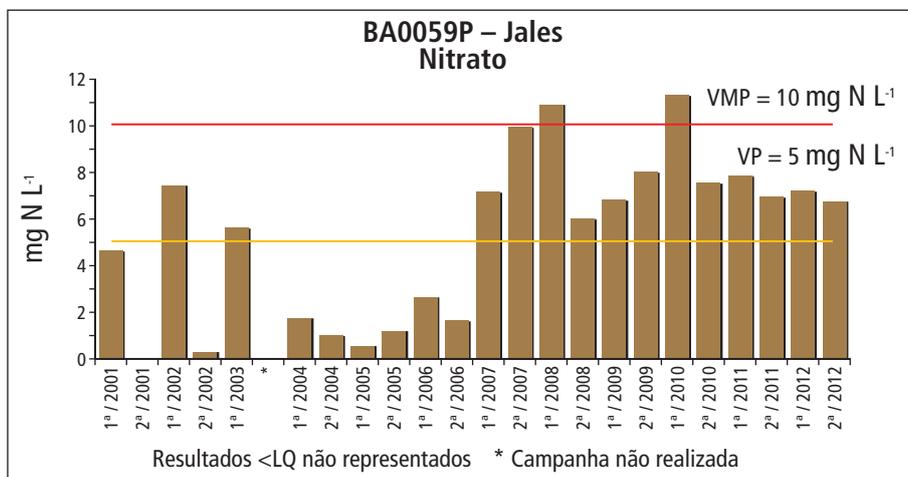


Gráfico 5.15.5 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0125P – São João das Duas Pontes, Aquífero Bauru

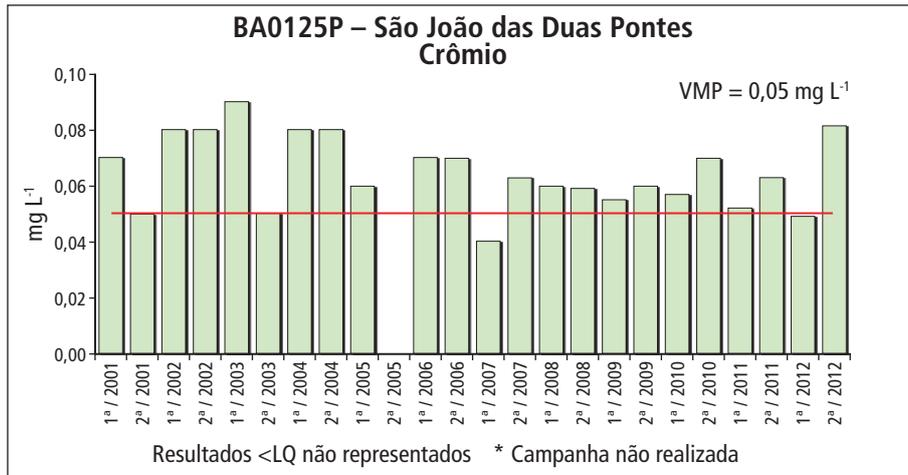


Gráfico 5.15.6 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0277P – Santana da Ponte Pensa, Aquífero Bauru

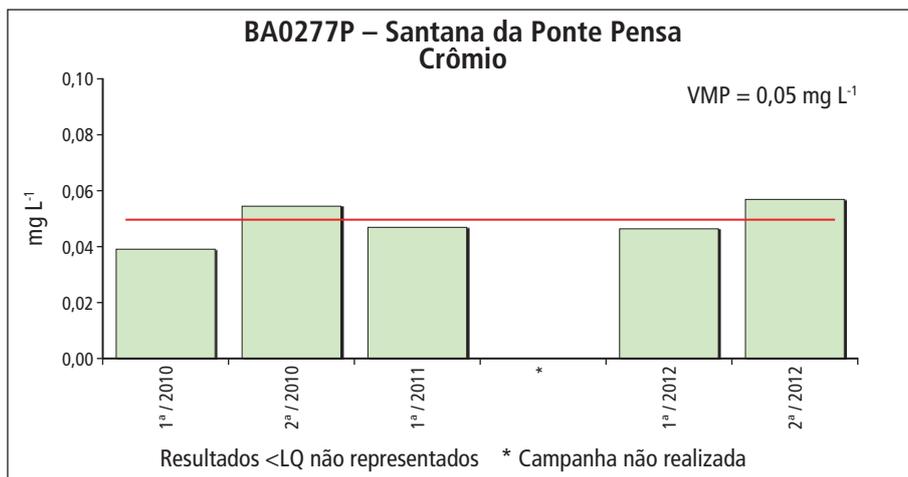
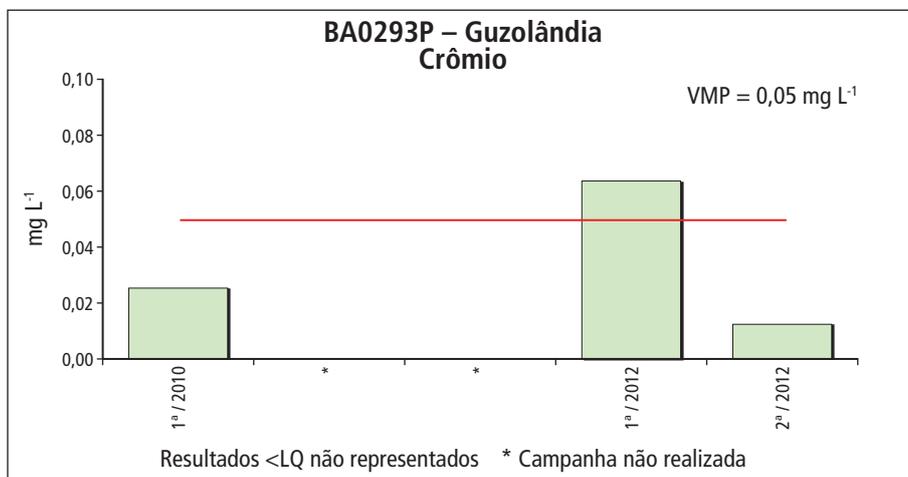


Gráfico 5.15.7 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0293P – Guzolândia, Aquífero Bauru

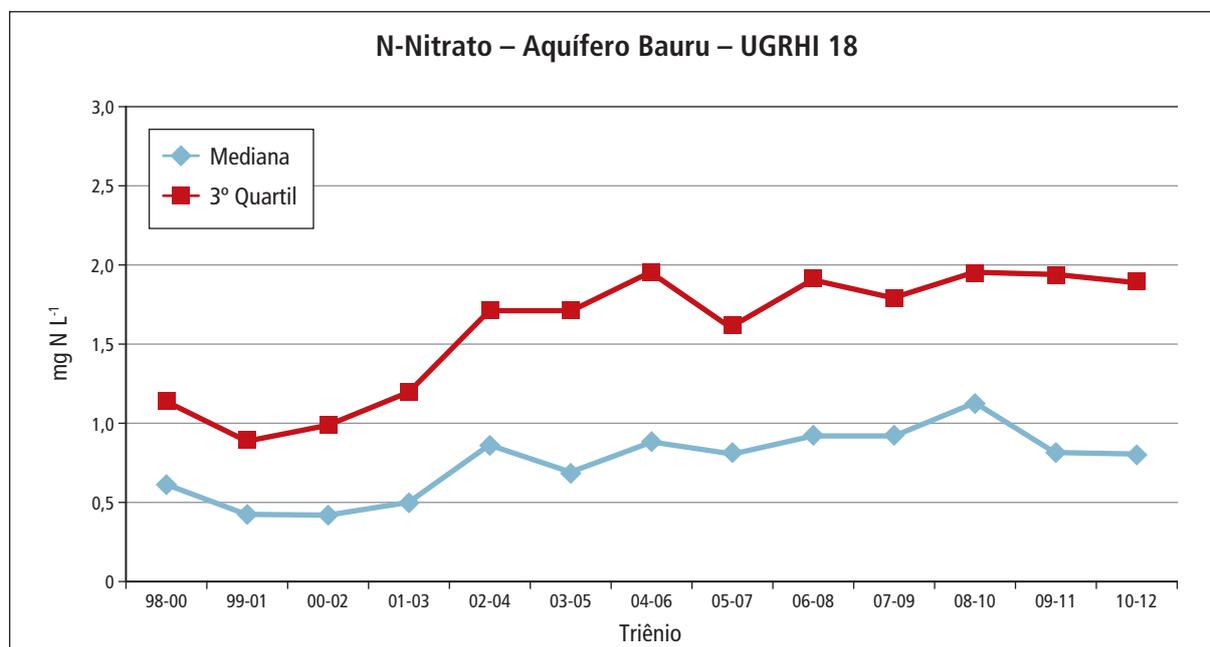


O poço de SG0281P – Sebastianópolis que explota água do Serra Geral apresenta teores elevados de vanádio, acima do valor para consumo humano definido na Resolução CONAMA nº 396/08 (0,05 mg L⁻¹), variando entre 0,09 mg L⁻¹ e 0,1 mg L⁻¹.

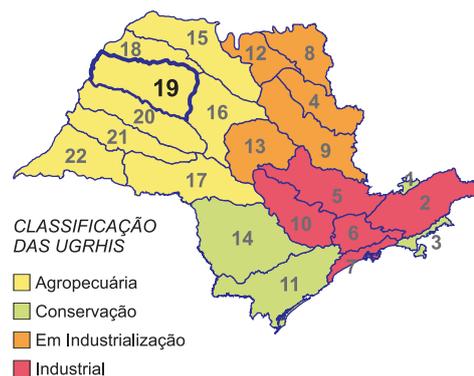
No caso do nitrato também se observou concentrações acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido no poço do BA0293P, localizado em Guzolândia.

A evolução das concentrações de nitrato nos últimos 14 anos para o Aquífero Bauru, realizada por meio da mediana e 3º quartil mostra um acréscimo entre 2000 e 2010 e, atualmente observa-se uma tendência de estabilização (Gráfico 5.15.8).

Gráfico 5.15.8 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 18



5.16 UGRHI 19 – Baixo Tietê



Nesta UGRHI, composta por 42 municípios, vive 1,8% da população do Estado, sendo que 92% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Na maioria dos municípios, o abastecimento público de água é totalmente realizado por meio de captação de águas subterrâneas. As demais características estão descritas na Tabela 5.16.1.

Tabela 5.16.1 – Características da UGRHI 19 – Baixo Tietê

Municípios (42)	Alto Alegre; Andradina; Araçatuba; Avanhandava; Barbosa; Bento de Abreu; Bilac; Birigui; Braúna; Brejo Alegre; Buritama; Castilho; Coroados; Gastão Vidigal; Glicério; Guaraçai; Guararapes; Itapura; José Bonifácio; Lavinia; Lourdes; Macaabal; Magda; Mirandópolis; Monções; Murutinga do Sul; Nipoã; Nova Castilho; Nova Luzitânia; Penápolis; Pereira Barreto; Planalto; Poloni; Promissão; Rubiácea; Santo Antonio do Aracanguá; Sud Mennucci; Turiúba; Ubarana; União Paulista; Valparaíso; Zacarias.		
População (IBGE, estimativa 2012)	763.812 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	9,0	0,95	10
Área de drenagem	15.588 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio Tietê, desde a barragem da Usina Hidrelétrica de Promissão até sua foz no Rio Paraná. Rio Paraná, desde a barragem de Ilha Solteira até a ilha denominada Ilha Comprida. Reservatórios: Nova Avanhandava e Três Irmãos no Rio Tietê; Jupia, no Rio Paraná.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta		Tratamento
	98%		96%
Principais atividades econômicas	Predominam as atividades econômicas agroindustriais caracterizadas pela interdependência dos setores, que se integram e se complementam. Na área rural prevalece a cultura de cana-de-açúcar e as pastagens para criação de bovinos de corte que abastecem, respectivamente, usinas de açúcar e álcool e indústrias calçadista e alimentícia.		
Vegetação remanescente	Cerca de 5,5% da área total dessa UGRHI é coberta com fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, um dos menores índices com remanescentes de vegetação natural do Estado de São Paulo.		

Os seis pontos de monitoramento localizados nessa UGHRI são poços tubulares que captam água dos Aquíferos Bauru e Serra Geral e têm a finalidade de abastecimento público. Estão localizados nos municípios: Andradina, Bilac, Guaraçá, Murutinga do Sul, Nova Luzitânia e Sud Mennucci. A Tabela 5.16.2 apresenta as características e a Figura 5.16.1, a localização dos pontos de monitoramento.

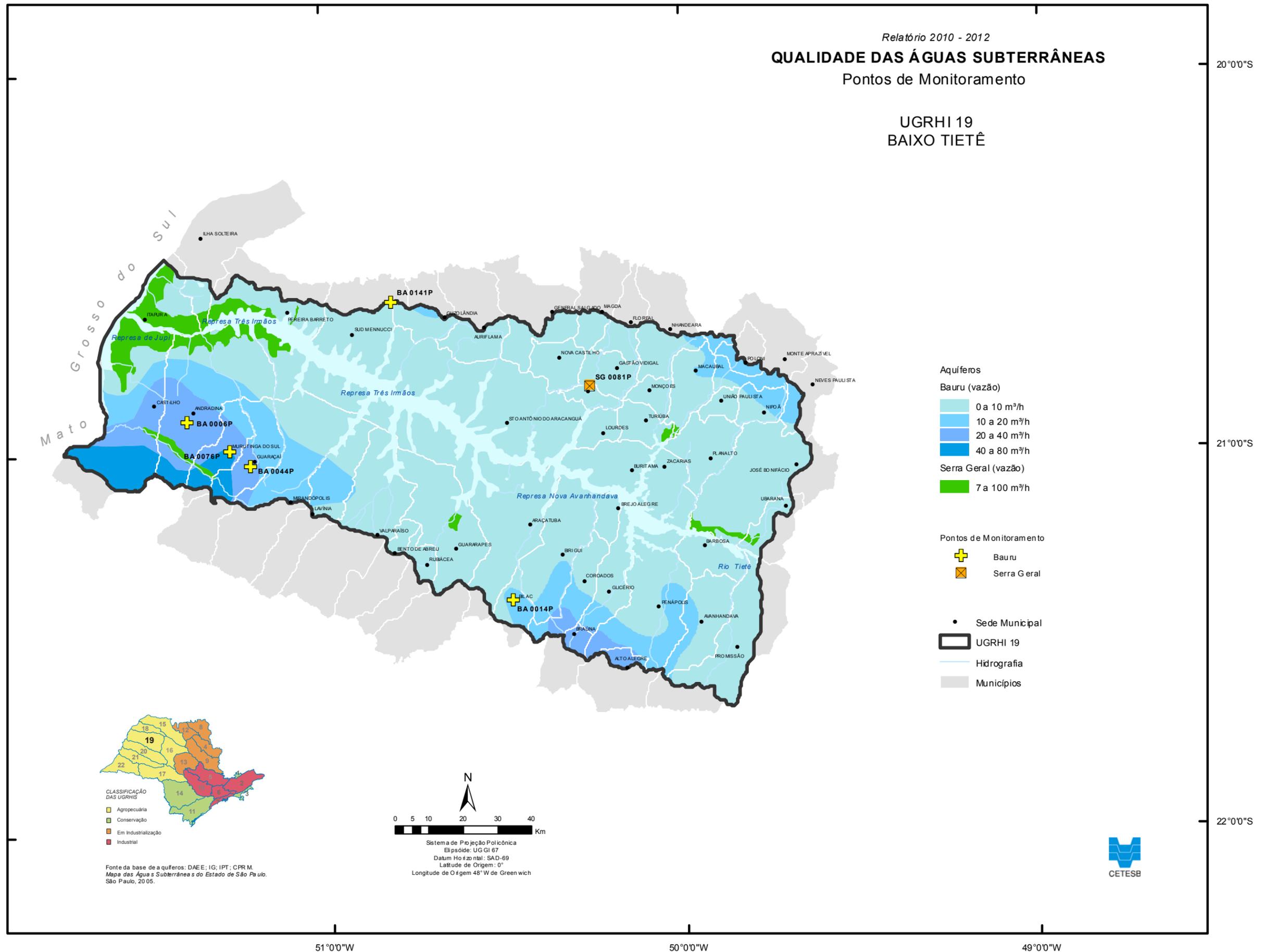
Tabela 5.16.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 19 – Baixo Tietê

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Andradina	BA0006P	P26 – DAEE	Bauru	54 a 102	26	20° 54' 48"	51° 23' 19"
Bilac	BA0014P	P7 – DAEE / Prefeitura	Bauru	26 a 122	22	21° 23' 47"	50° 28' 57"
Guaraçá	BA0044P	P9 – DAEE / Prefeitura	Bauru	56 a 166	52	21° 01' 55"	51° 12' 46"
Murutinga do Sul	BA0076P	P5 – DAEE / Prefeitura	Bauru	35 a 130	15	20° 59' 32"	51° 16' 19"
Nova Luzitânia*	SG0081P	P6 – Sabesp	Serra Geral	25 a 230	4	20° 50' 09"	50° 15' 27"
Sud Mennucci	BA0141P	P2 – Sabesp	Bauru	67 a 152	37	20° 36' 28"	50° 48' 53"

*Atenção: As informações desse poço foram publicadas incorretamente no relatório anterior (CETESB, 2010).

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI19 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

Figura 5.16.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 19 – Baixo Tietê



A Tabela 5.16.3 e os Gráficos 5.16.1 e 5.16.2 apresentam as desconformidades para o Aquífero Bauru e a Tabela 5.16.4, as desconformidades para o Aquífero Serra Geral nessa UGRHI.

Tabela 5.16.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 19 – Baixo Tietê

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Andradina	BA0006P	Nitrogênio nitrato	10 mg N L ⁻¹	1 ^a -2010	19	6
				2 ^a -2010		
				1 ^a -2011	18	
				2 ^a -2011	19	
				1 ^a -2012		
				2 ^a -2012	17	
		<i>E. Coli</i>	Ausente	1 ^a -2012	Presente	0
Coliformes totais	Ausente	2 ^a -2010	Presente	0		
		1 ^a -2012				
Bilac	BA0014P	Coliformes totais	Ausente	1 ^a -2010	Presente	0
Murutinga do Sul	BA0076P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2 ^a -2011	550	1
		Coliformes totais	Ausente	2 ^a -2012	Presente	2
Sud Mennucci	BA0141P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	2 ^a -2011	0,057	0
				1 ^a -2012	0,0537	
				1 ^a -2011	0,052	
				2 ^a -2011	0,063	
				2 ^a -2012	0,0815	

Gráfico 5.16.1 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0006P – Andradina, Aquífero Bauru

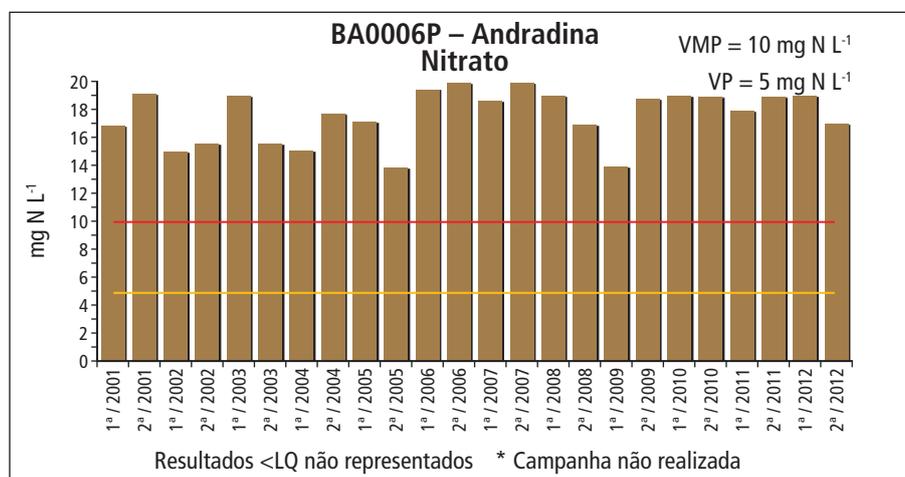
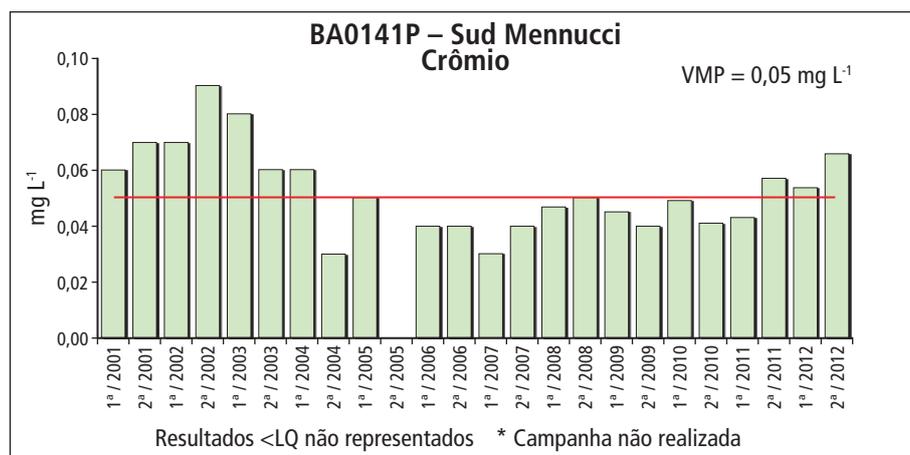
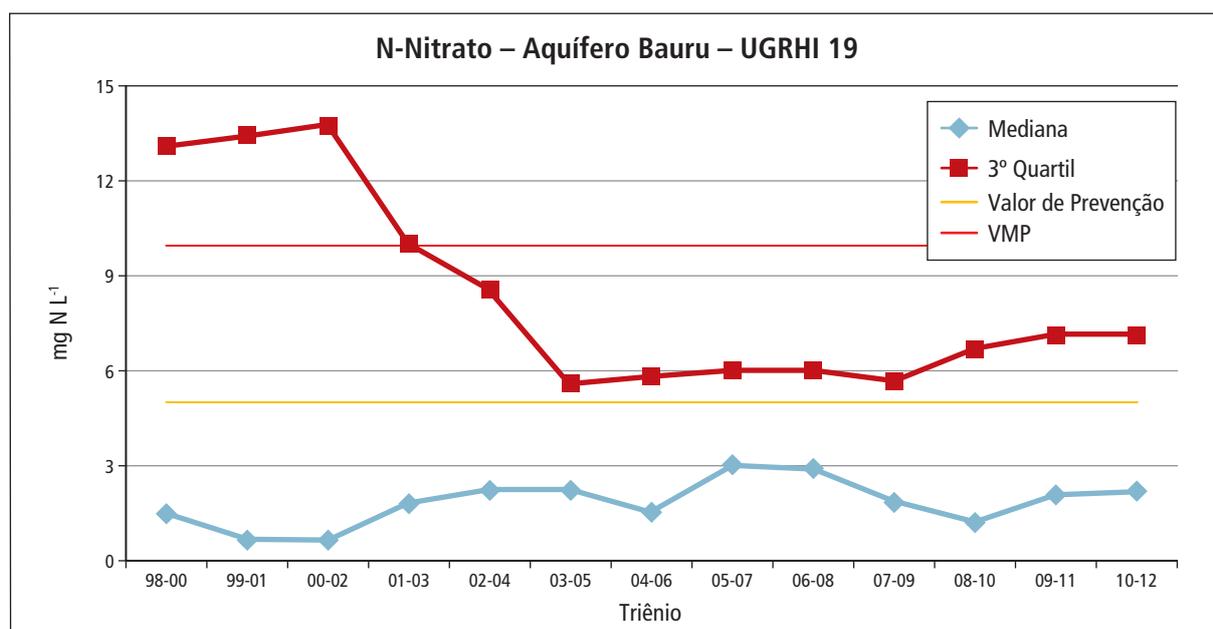


Gráfico 5.16.2 – Série histórica das concentrações de crômio no ponto BA0141P – Sud Menucci, Aquífero Bauru**Tabela 5.16.4** – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 19 – Baixo Tietê

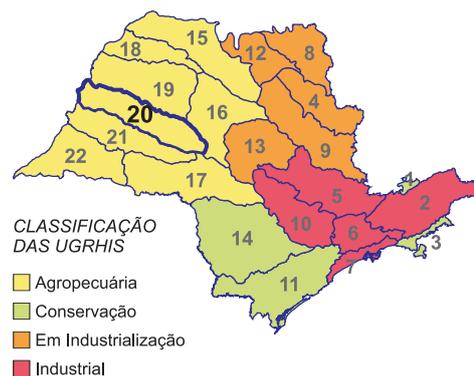
Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Nova Luzitânia	SG0081P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2011	820	0

Neste período foram verificadas concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) em todas as amostras do poço BA0076P, localizado em Murutinga do Sul, que explora água do Aquífero Bauru.

A evolução das concentrações de nitrato nos últimos 14 anos para o Aquífero Bauru, realizada por meio da mediana e 3º quartil (Gráfico 5.16.3) mostra que, desde 1998, o 3º quartil é superior ao valor de prevenção e não há uma tendência de reversão desse quadro.

Gráfico 5.16.3 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 19

5.17 UGRHI 20 – Aguapeí



Esta UGRHI é composta por 32 municípios, onde vive 0,9% da população paulista, com 89% dos habitantes concentrados em áreas urbanas. Nessa UGRHI, quase a totalidade dos municípios utilizam exclusivamente o recurso hídrico subterrâneo para abastecimento público de água (CETESB, 2007). As demais características da UGRHI estão descritas na Tabela 5.17.1.

Tabela 5.17.1 – Características da UGRHI 20 – Aguapeí

Municípios (32)	Álvaro de Carvalho; Arco Íris; Clementina; Dracena; Gabriel Monteiro; Garça; Getulina; Guaimbê; Herculândia; Iacri; Júlio Mesquita; Lucélia; Luiziânia; Monte Castelo; Nova Guataporanga; Nova Independência; Pacaembu; Panorama; Parapuã; Paulicéia; Piacatu; Pompéia; Queiroz; Quintana; Rinópolis; Salmourão; Santa Mercedes; Santópolis do Aguapeí; São João do Pau d’Alho; Tupã; Tupi Paulista; Vera Cruz.		
População (IBGE, estimativa 2012)	366.739 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	13,0	1,1	8
Área de drenagem	13.196 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rios Aguapeí, Paraná, Feio ou Tibiriçás, Caingangue, Ribeirões Aguapeí-Mirim, Feio ou Lajeado, Iacri, Sapé e Claro.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	98%	98%	
Principais atividades econômicas	Predomina a atividade agropecuária com destaque para a expressiva área de pastagens, além das culturas de milho, cana-de-açúcar, café e amendoim. No setor mineral, destaca-se a extração de areia e de argila, esta última para abastecer as olarias.		
Vegetação remanescente	Apresenta 7% de sua área total com remanescentes, que se apresentam em geral bastante fragmentados, da Floresta Estacional Semidecídua e Formação Arbórea/Arbustiva em região de várzea.		

Nessa UGRHI, a Rede de monitoramento conta com 14 pontos, todos poços tubulares com finalidade de abastecimento público que captam água dos Aquíferos Bauru, Serra Geral e Guarani. As características e localização desses pontos estão na Tabela 5.17.2 e na Figura 5.17.1.

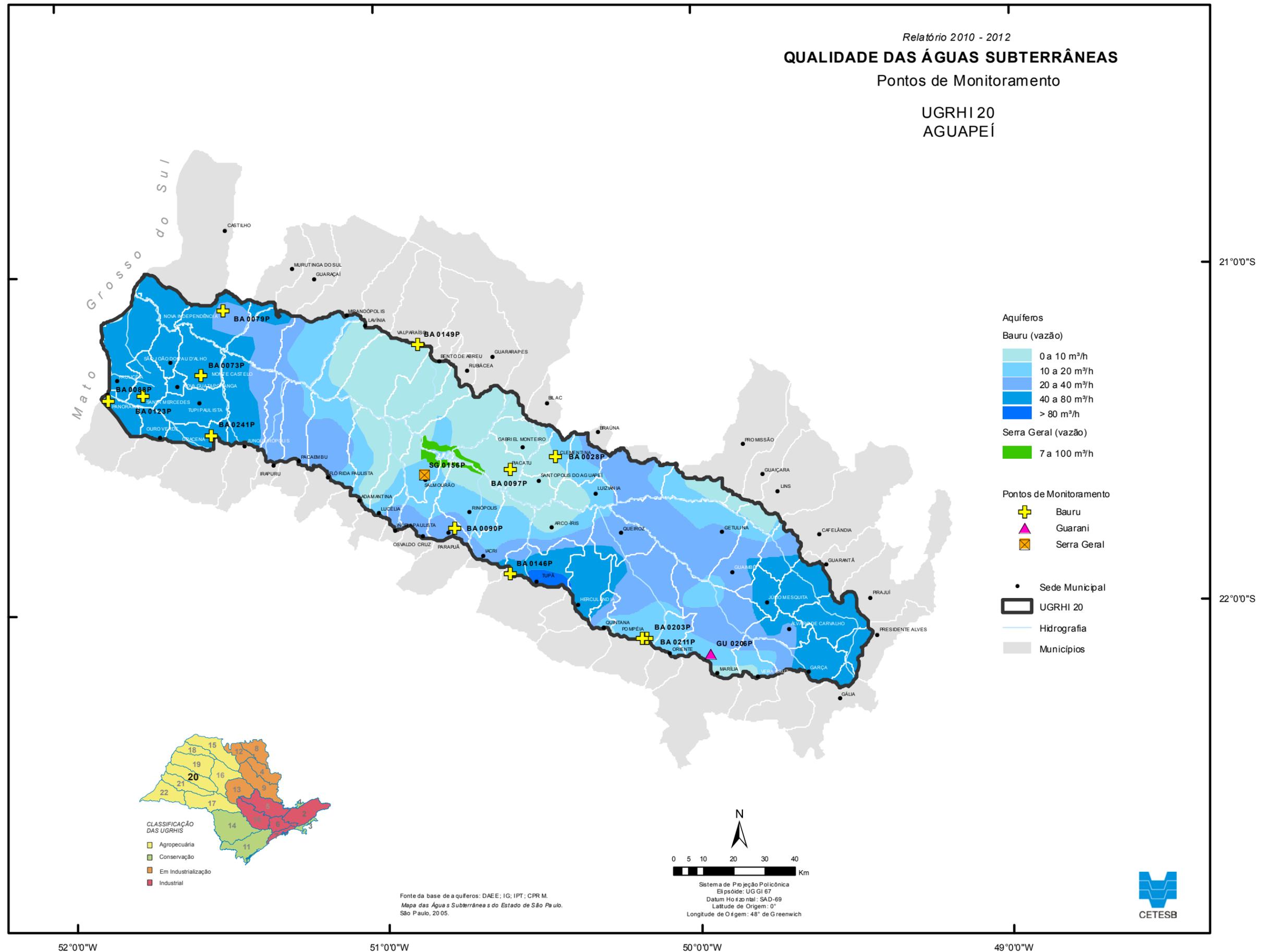
Tabela 5.17.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 20 – Aguapeí

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Clementina	BA0028P	P4 – DAEE	Bauru	22 a 84	33	21° 33' 39"	50° 26' 46"
Dracena	BA0241P	P1 – DAEE	Bauru	110 a 206	59	21° 28' 37"	51° 32' 10"
Marília	GU0206P	P3 – DAEM	Guarani	*	*	22° 09' 11"	49° 57' 36"
Monte Castelo	BA0073P	DAEE	Bauru	32 a 98	17	21° 17' 58"	51° 33' 54"
Nova Independência	BA0079P	P26 – DAEE/ Prefeitura	Bauru	32 a 86	7	21° 06' 30"	51° 29' 25"
Panorama	BA0088P	DAEE	Bauru	64 a 100	42	21° 22' 01"	51° 51' 38"
Parapuã	BA0090P	P5 – Sabesp	Bauru	55 a 173	22	21° 46' 05"	50° 46' 15"
Piacatu	BA0097P	P4 – Sabesp	Bauru	88 a 142	14	21° 35' 47"	50° 33' 47"
Pompéia	BA0203P	P1 – SAAE	Bauru	52 a 233	134	22° 06' 04"	50° 09' 44"
Pompéia	BA0211P	SAAE, Poço Caixa d'Água	Bauru	*	*	22° 06' 10"	50° 10' 40"
Salmourão	SG0156P	P6 – Sabesp	Serra Geral	110 a 200	95	21° 36' 26"	50° 51' 48"
Santa Mercedes	BA0123P	Sabesp	Bauru	82 a 153	23	21° 21' 22"	51° 44' 58"
Tupã	BA0146P	P1 – Sabesp	Bauru	38 a 114	10	21° 54' 16"	50° 35' 47"
Valparaíso	BA0149P	P42 – DAEE	Bauru	66 a 166	30	21° 13' 12"	50° 52' 40"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 20 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

Figura 5.17.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 20 – Aguapeí



A Tabela 5.17.3 e os Gráficos 5.17.1 a 5.17.4 apresentam as desconformidades para o Aquífero Bauru, nessa UGRHI.

Tabela 5.17.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 20 – Aguapeí

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Clementina	BA0028P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2012	Presente	1
Nova Independência	BA0079P	<i>E. Coli</i>	Ausente	2ª-2012	Presente	0
		Coliformes totais	Ausente	2ª-2010	Presente	4
				2ª-2012	Presente	
Parapuã	BA0090P	Nitrogênio nitrato	10 mg N L ⁻¹	1ª-2010	12	1
Pompéia	BA0211P	Bário	0,7 mg Ba L ⁻¹	1ª-2011	0,703	4
				1ª-2012	0,786	
				2ª-2012	0,972	
Tupã	BA0146P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2011	Presente	3
Valparaíso	BA0149P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	2ª-2011	0,053	1
		Nitrogênio Nitrato	10 mg N L ⁻¹	1ª-2010	12	0
		Coliformes totais	Ausente	2ª-2012	Presente	2

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

Gráfico 5.17.1 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0090P – Parapuã, Aquífero Bauru

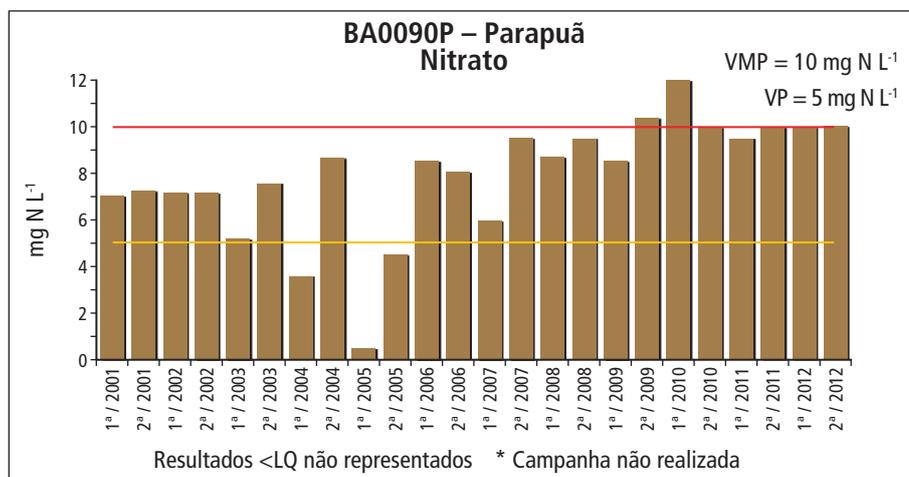


Gráfico 5.17.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0149P – Valparaíso, Aquífero Bauru

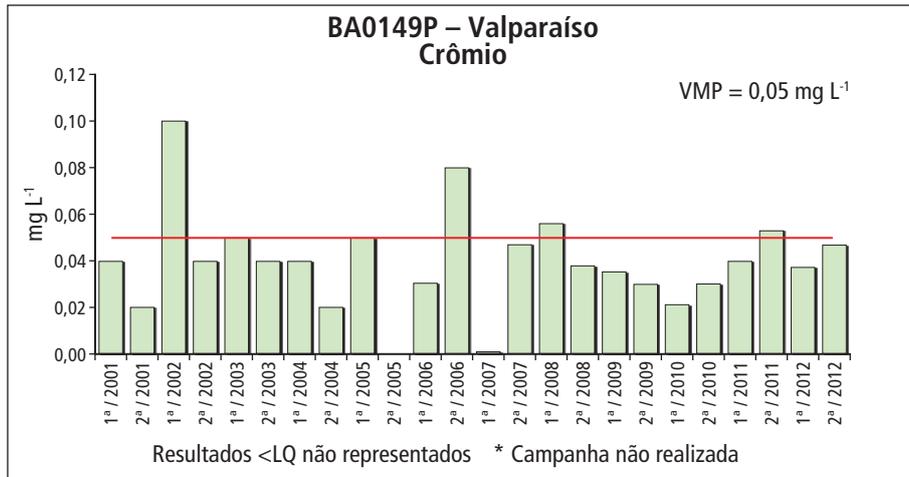


Gráfico 5.17.3 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0149P – Valparaíso, Aquífero Bauru

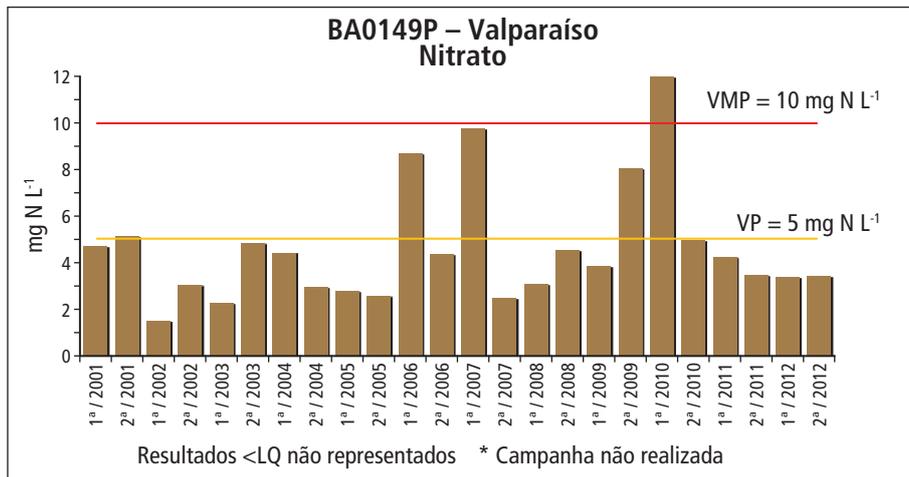
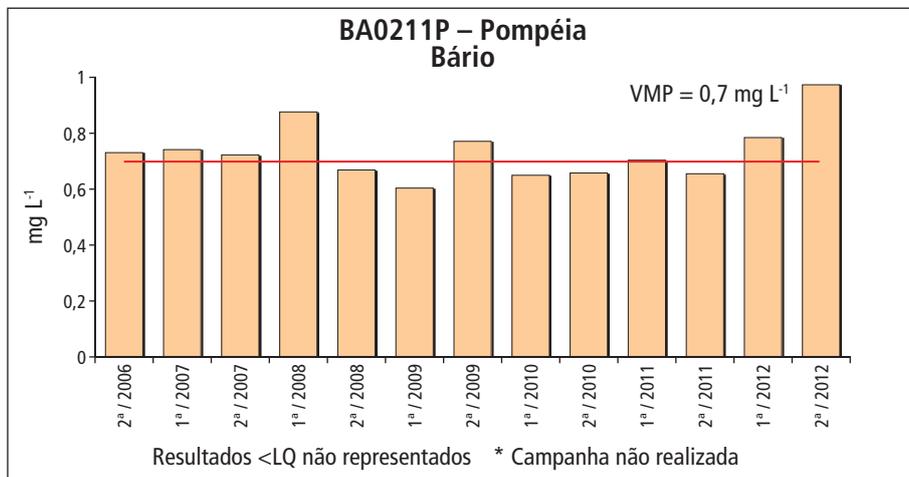


Gráfico 5.17.4 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0211P – Pompéia, Aquífero Bauru



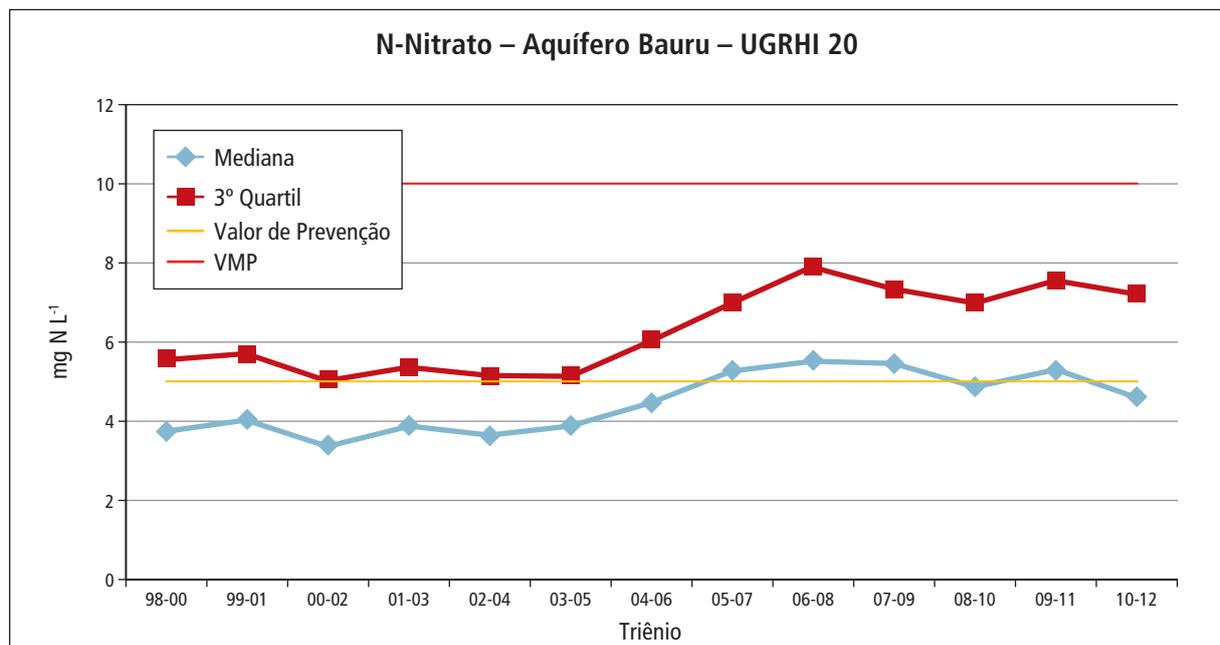
No poço BA0149P, do Aquífero Bauru, localizado em Valparaíso (1 UFP 100 mL⁻¹), houve resultado positivo para bacteriófagos F-específicos em apenas uma amostra. Esse parâmetro é sugerido como indicador da presença de vírus entéricos, provenientes de esgotos domésticos.

O poço SG0156P – Salmourão que explora água do Serra Geral apresentou teores elevados de vanádio, acima do valor para consumo humano definido na Resolução CONAMA nº 396/08 (0,05 mg L⁻¹), com valores entre 0,08 mg L⁻¹ e 0,15 mg L⁻¹.

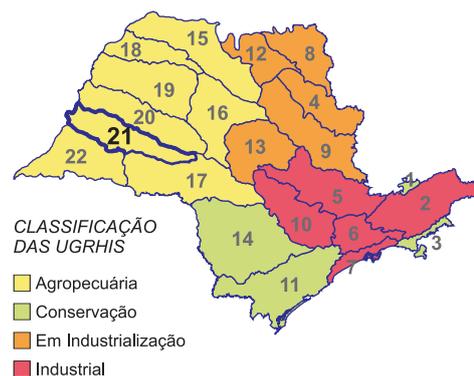
Cinco poços que captam água do Aquífero Bauru apresentaram concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹), em pelo menos uma amostra: BA0073P – Monte Castelo; BA0079P – Nova Independência; BA0123P – Santa Mercedes; e BA0203P – Pompéia. Todas as amostras dos poços BA0028P – Clementina e BA0146P – Tupã tiveram resultados acima do valor de prevenção.

A evolução das concentrações de nitrato nos últimos 14 anos, realizada por meio da mediana e 3º quartil (Gráfico 5.17.5), mostra que desde 2003 o 3º quartil é superior ao valor de prevenção e há uma leve tendência de reversão desse quadro no último triênio.

Gráfico 5.17.5 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 20



5.18 UGRHI 21 – Peixe



Nesta UGRHI, composta por 26 municípios, vive aproximadamente 1% da população do Estado, sendo que 91% dos habitantes concentram-se em áreas urbanas. Na maioria dos municípios, o abastecimento público de água é totalmente realizado por meio de captação de águas subterrâneas (CETESB, 2007). As demais características estão descritas na Tabela 5.18.1.

Tabela 5.18.1 – Características da UGRHI 21 – Peixe

Municípios (26)	Adamantina; Alfredo Marcondes; Álvares Machado; Bastos; Borá; Caiabu; Emilianópolis; Flora Rica; Flórida Paulista; Indiana; Inúbia Paulista; Irapuru; Junqueirópolis; Lutécia; Mariápolis; Marília; Martinópolis; Oriente; Oscar Bressane; Osvaldo Cruz; Ouro Verde; Piquerobi; Pracinha; Ribeirão dos Índios; Sagres; Santo Expedito.		
População (IBGE, estimativa 2012)	462.636 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	9,0	0,6	6,5
Área de drenagem	10.769 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio do Peixe, formado pela confluência de vários rios, córregos e ribeirões e Reservatório de Quatiara.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	88%	45%	
Principais atividades econômicas	Caracteriza-se pelo predomínio absoluto de pastagens, além da presença de cana-de-açúcar e amendoim. A atividade agroindustrial pode ser verificada pela presença de usinas de açúcar e álcool, curtumes, além de indústrias ramo de produtos alimentícios no município de Marília. Merece destaque a avicultura de postura no município de Bastos, conhecida como a capital do ovo.		
Vegetação remanescente	Remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Formação Arbórea/Arbustiva em região de várzea extremamente fragmentados cobrem 7% da área da UGRHI.		

Os 16 pontos de monitoramento localizados nessa UGRHI são poços tubulares que captam água do Aquífero Bauru e do Aquífero Guarani e têm a finalidade de abastecimento público. Estão localizados nos municípios: Alfredo Marcondes, Álvares Machado, Caiabu, Flórida Paulista, Indiana, Inúbia Paulista, Irapuru, Lupércio, Mariápolis, Marília, Oriente, Presidente Prudente, Quatá e Sagres. A Tabela 5.18.2 apresenta as características e a Figura 5.18.1, a localização dos pontos de monitoramento.

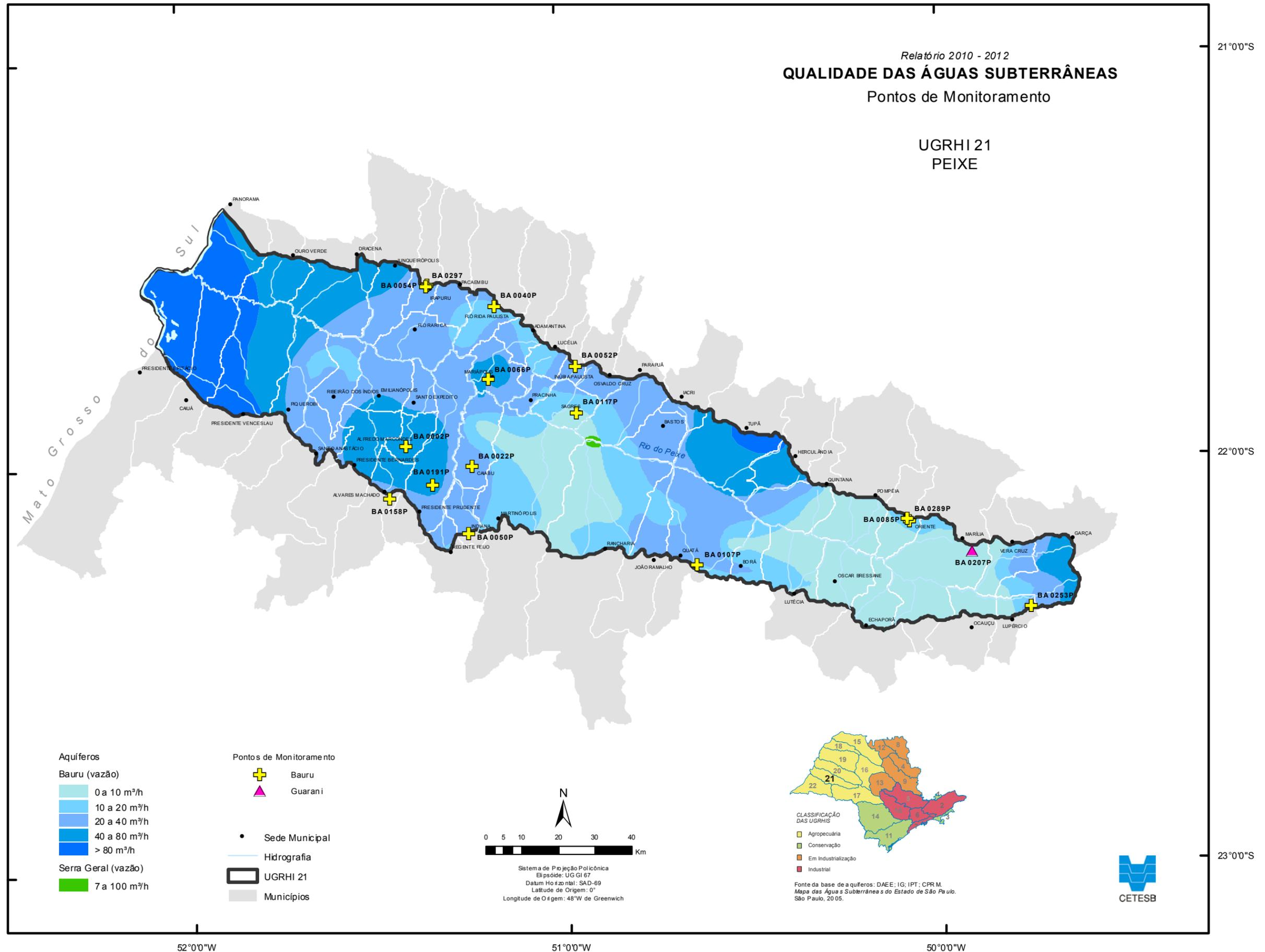
Tabela 5.18.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 21 – Peixe

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Alfredo Marcondes	BA0002P	P3 – Sabesp	Bauru	84 a 192	52	21° 57' 30"	51° 24' 42"
Álvares Machado	BA0158P	P10 – Sabesp	Bauru	70 a 252	79	22° 05' 08"	51° 27' 36"
Caiabu	BA0022P	P2 – Sabesp	Bauru	85 a 185	45	22° 00' 43"	51° 14' 24"
Flórida Paulista	BA0040P	P7 – Sabesp	Bauru	81 a 195	14	21° 36' 58"	51° 10' 18"
Indiana	BA0050P	P4 – Prefeitura	Bauru	*	44	22° 10' 32"	51° 15' 04"
Inúbia Paulista	BA0052P	P4 – Sabesp	Bauru	70 a 204	42	21° 46' 07"	50° 57' 39"
Irapuru	BA0054P	P13 – Prefeitura	Bauru	60 a 190	64	21° 33' 45"	51° 20' 52"
Irapuru	BA0297P	P1 – Prefeitura	Bauru	114 a 194	*	21°33'51"	51°21'10"
Lupércio	BA0253P	P1 – Sabesp – Santa Terezinha	Bauru	57 a 272	122	22° 22' 40"	49° 45' 41"
Mariápolis	BA0066P	P2 – Sabesp	Bauru	94 a 220	35	21° 47' 29"	51° 11' 32"
Marília	GU0207P	DAEM – Poço Bairro Marajó	Guarani	*	*	22° 14' 24"	49° 54' 58"
Oriente	BA0085P	DAEE – Antonio Reis	Bauru	51 a 244	144	22° 09' 47"	50° 04' 56"
Oriente	BA0289P	P13 – Sabesp	Bauru	122 a 259	131	22°09'32"	50°05'16"
Presidente Prudente	BA0191P	P2 – Sabesp	Bauru	95 a 191	87	22° 03' 15"	51° 20' 42"
Quatá	BA0107P	Indústria Açucareira	Bauru	35 a 108	30	22° 15' 53"	50° 38' 48"
Sagres	BA0117P	P2 – Sabesp	Bauru	33 a 132	39	21° 52' 32"	50° 57' 32"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 21 são coletadas nos meses de março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

Figura 5.18.1 – Localização dos pontos de monitoramento na UGRHI 21 – Peixe



A Tabela 5.18.3 e os Gráficos 5.18.1 a 5.18.6 apresentam as desconformidades para o Aquífero Bauru, nessa UGRHI.

Tabela 5.18.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 21 – Peixe

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Alfredo Marcondes	BA0002P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	1 ^a -2010	0,064	5
				2 ^a -2010	0,081	
				1 ^a -2011	0,069	
				2 ^a -2011	0,068	
				1 ^a -2012	0,094	
				2 ^a -2012	0,081	
Álvares Machado	BA0158P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	1 ^a -2010	0,059	5
				2 ^a -2010	0,071	
				1 ^a -2011	0,068	
				2 ^a -2011	0,061	
				1 ^a -2012	0,07	
				2 ^a -2012	0,07	
Caiabu	BA0022P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	1 ^a -2010	0,055	5
				2 ^a -2010	0,063	
				1 ^a -2011	0,057	
				2 ^a -2011	0,055	
				1 ^a -2012	0,066	
				2 ^a -2012	0,071	
Flórida Paulista	BA0040P	Crômio	0,05 mg Cr L ⁻¹	2 ^a -2012	0,062	3
Inúbia Paulista	BA0052P	Nitrogênio nitrato	10 mg N L ⁻¹	1 ^a -2010	11	1
Oriente	BA0289P	Bário	0,7 mg Ba L ⁻¹	1 ^a -2012	0,713	*
				2 ^a -2012	0,796	

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

Gráfico 5.18.1 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0002P – Alfredo Marcondes, Aquífero Bauru

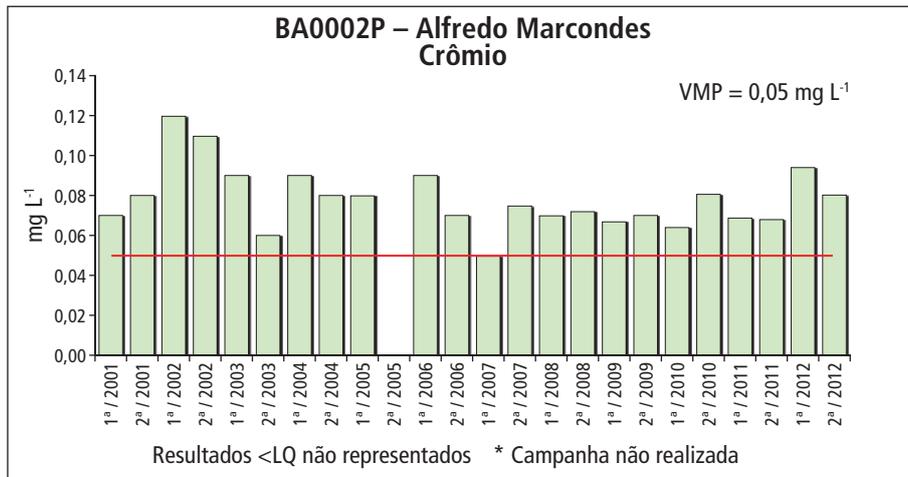


Gráfico 5.18.2 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0022P – Caiabu, Aquífero Bauru

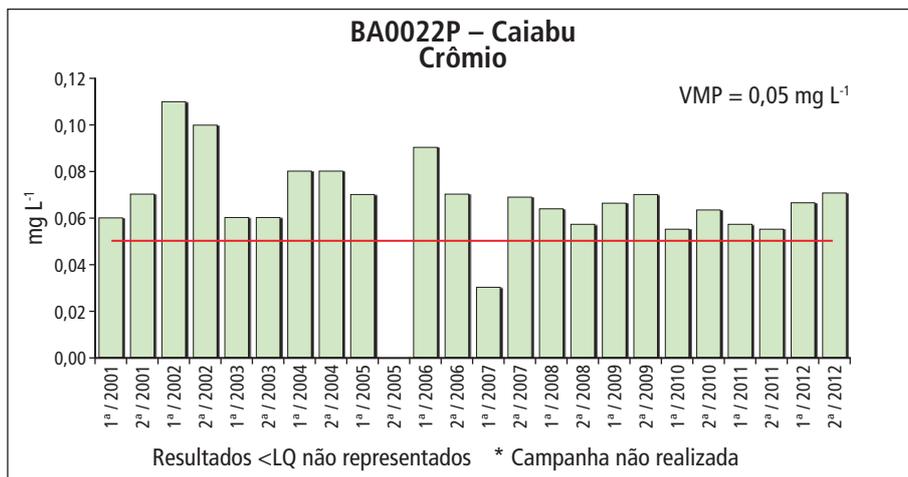


Gráfico 5.18.3 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0040P – Flórida Paulista, Aquífero Bauru

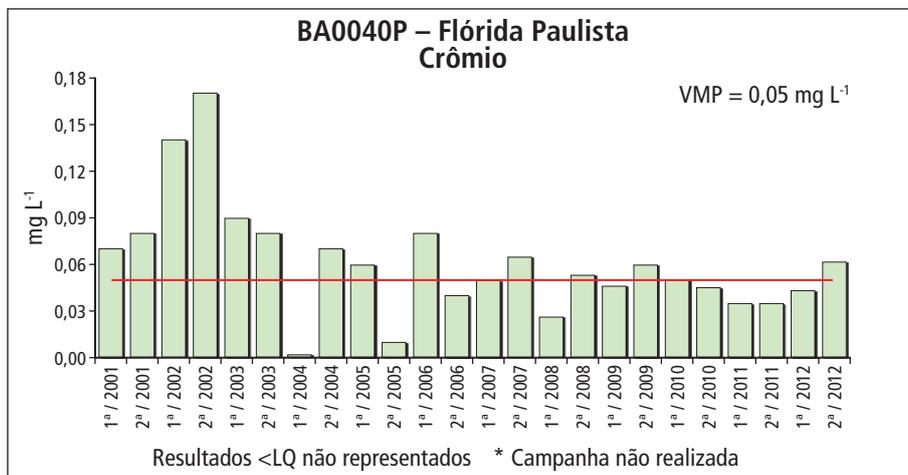


Gráfico 5.18.4 – Série histórica das concentrações de nitrato no ponto BA0052P – Inúbia Paulista, Aquífero Bauru

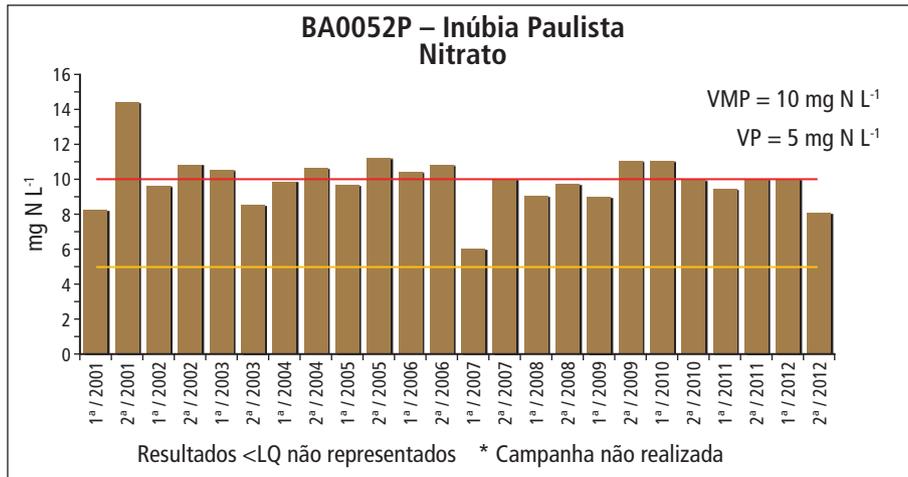


Gráfico 5.18.5 – Série histórica das concentrações de cromo no ponto BA0158P – Álvares Machado, Aquífero Bauru

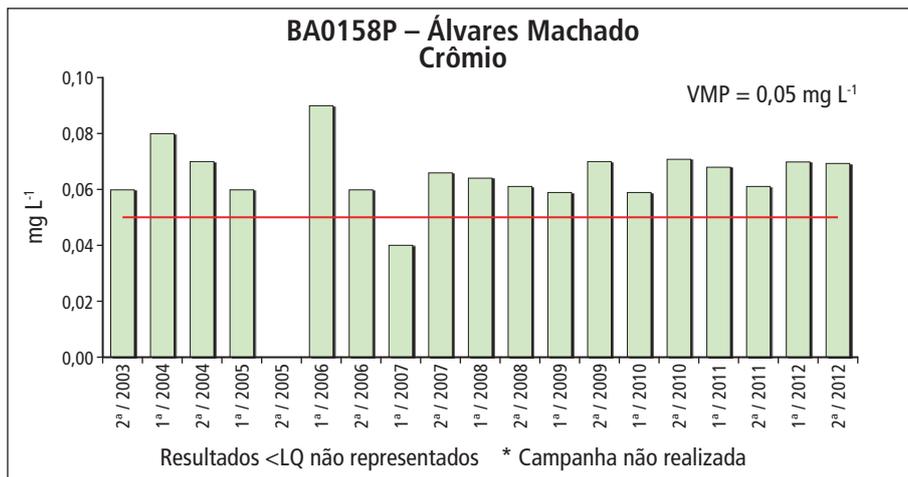
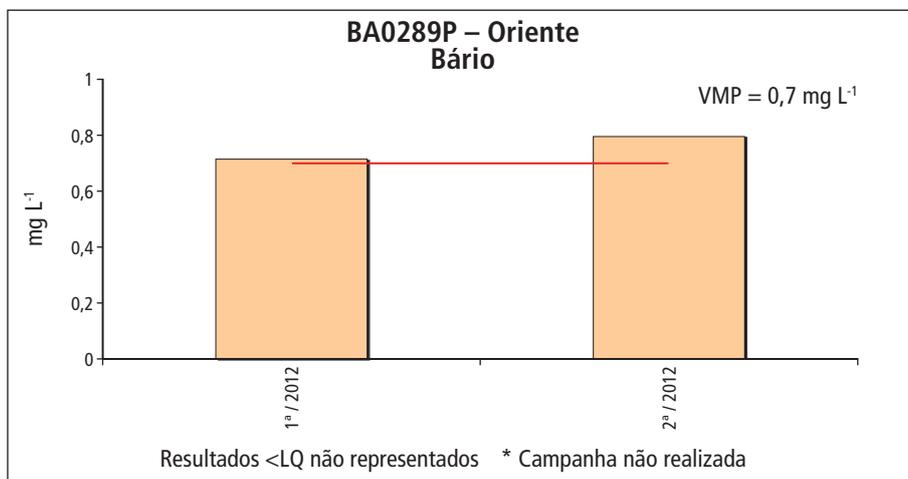


Gráfico 5.18.6 – Série histórica das concentrações de bário no ponto BA0289P – Oriente, Aquífero Bauru

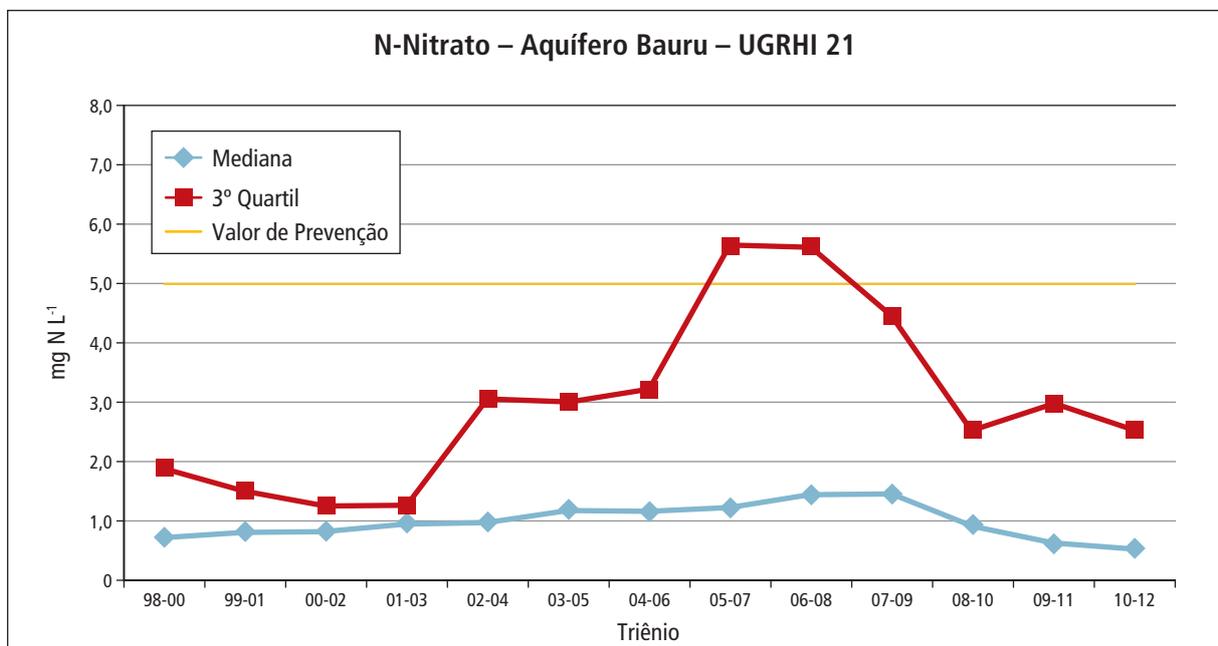


Três poços desta UGRHI apresentam teores elevados de vanádio, acima do valor para consumo humano estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/08 ($0,05 \text{ mg L}^{-1}$), com valores entre $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, são eles: BA0158P, localizado em Álvares Machado; BA0191P em Presidente Prudente; e BA0002P em Alfredo Marcondes.

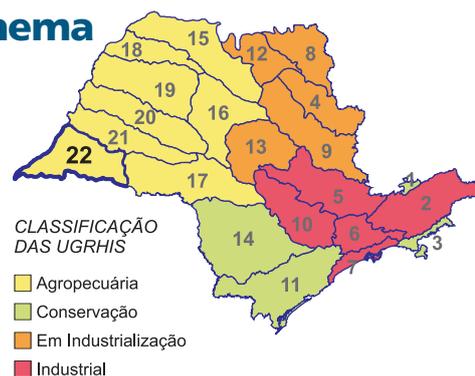
Concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L^{-1}), mas inferiores ao valor máximo permitido (10 mg N L^{-1}), foram verificadas em pelo menos uma amostra nos poços BA0040P – Flórida Paulista e BA0066P – Mariápolis.

A tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru nos últimos 14 anos pode ser visualizada pelos valores de mediana e 3º quartil, no Gráfico 5.18.7, que evidencia redução a partir de 2009.

Gráfico 5.18.7 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru – UGRHI 21



5.19 UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema



Nesta UGRHI, composta por 21 municípios, vive aproximadamente 1% da população do Estado, sendo que 90 % dos habitantes estão concentrados em áreas urbanas. Segundo dados de 2006, o abastecimento público é realizado em praticamente todos os municípios exclusivamente por meio de captação de água subterrânea (CETESB, 2007). Nessa UGRHI afloram os Aquíferos Bauru e Serra Geral. As demais características estão descritas na Tabela 5.19.1.

Tabela 5.19.1 – Características da UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema

Municípios (21)	Anhumas; Caiuá; Estrela do Norte; Euclides da Cunha Paulista; Iepê; Marabá Paulista; Mirante do Paranapanema; Nantes; Nandiba; Pirapozinho; Presidente Bernardes; Presidente Epitácio; Presidente Prudente; Presidente Venceslau; Regente Feijó; Rosana; Sandovalina; Santo Anastácio; Taciba; Tarabai; Teodoro Sampaio.		
População (IBGE, estimativa 2012)	482.679 habitantes		
Aquíferos Livres	Bauru e Serra Geral		
Utilização da água subterrânea (DAEE, 2009)	Reserva explotável (m ³ s ⁻¹)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Utilização (%)
	13,0	0,80	6
Área de drenagem	12.395 km ²		
Principais rios e reservatórios	Rio Santo Anastácio, Rio Paranapanema e seus afluentes, desde a Usina Hidrelétrica de Capivara até sua foz, no Rio Paraná.		
Coleta e tratamento de esgotos – 2012	Coleta	Tratamento	
	97%	88%	
Principais atividades econômicas	A agroindústria constitui a principal base da economia regional, destacando-se as usinas de açúcar e álcool, frigoríficos e abatedouros. Devido à interdependência de setores que se integram e se complementam, há extensas áreas de pastagens e cultivos de cana-de-açúcar, milho e soja. Observa-se, também, um aumento no número de loteamentos e do comércio varejista.		
Vegetação remanescente	A vegetação natural, que cobre 8% da área dessa UGRHI, encontra-se bastante fragmentada, com predominância de remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua e Formação Arbórea/Arbustiva em região de várzea.		

Nessa unidade são monitorados nove poços tubulares utilizados para abastecimento público. Desses, sete captam água do Aquífero Bauru e dois do Serra Geral. A Tabela 5.19.2 apresenta as características e a Figura 5.19.1, a localização dos pontos de monitoramento.

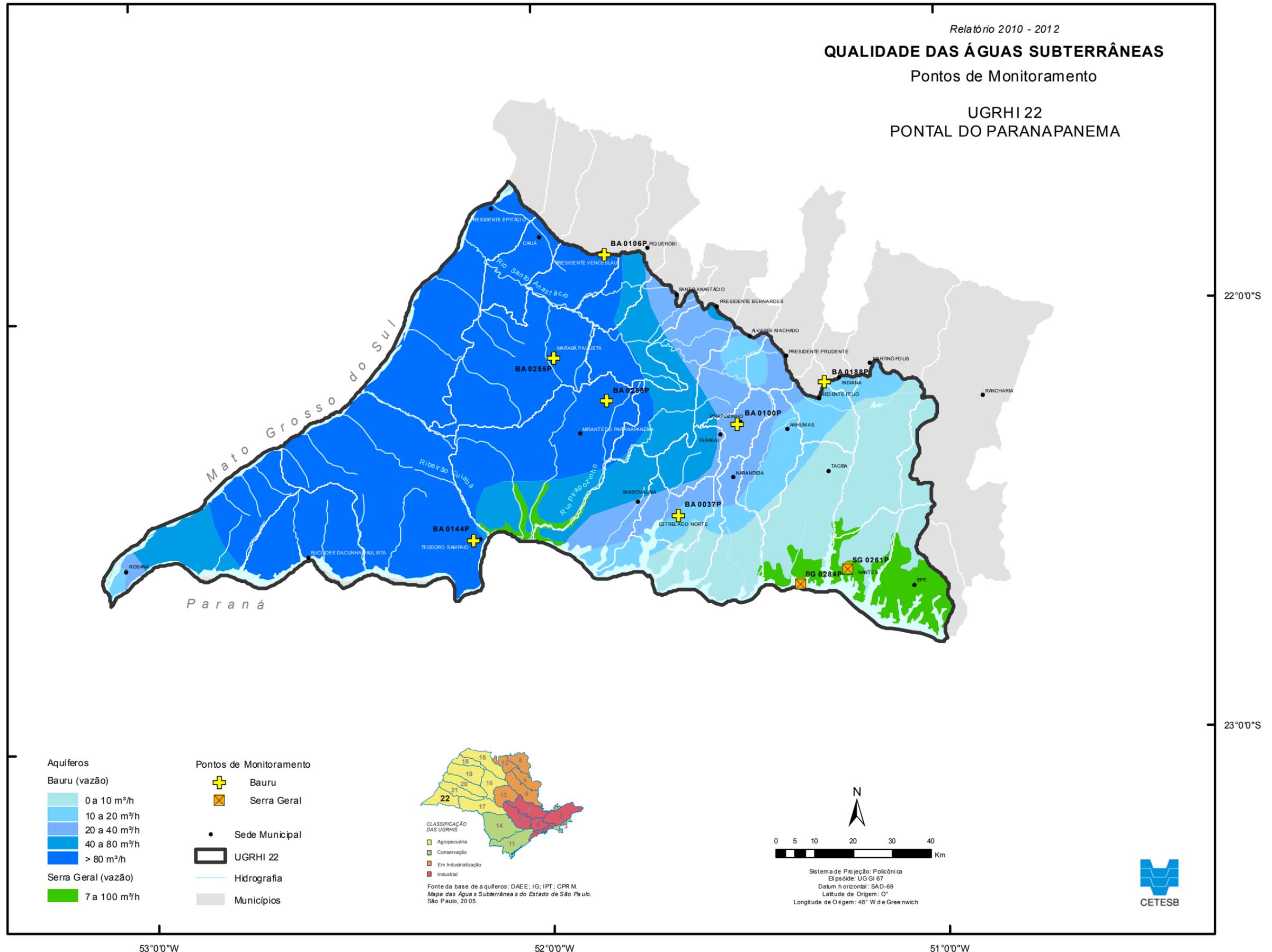
Tabela 5.19.2 – Pontos de Monitoramento na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Profundidade de captação (m)	Nível Estático (m)	Latitude (S)	Longitude (O)
Estrela do Norte	BA0037P	P2 – Sabesp	Bauru	56 a 162	84	22° 29' 09"	51° 39' 38"
Marabá Paulista	BA0255P	P4 – Sabesp	Bauru	64 a 194	54	22° 06' 46"	51° 57' 53"
Mirante do Paranapanema	BA0258P	P2 – Sabesp	Bauru	53 a 152	29	22° 12' 51"	51° 50' 01"
Nantes	SG0261P	P1 – Prefeitura	Serra Geral	20 a 200	*	22° 37' 08"	51° 14' 22"
Pirapozinho	BA0100P	P6 – Sabesp	Bauru	59 a 219	13	22° 16' 29"	51° 30' 24"
Presidente Venceslau	BA0106P	DAEE/Prefeitura Reservatório Vila Sumaré	Bauru	141 a 233	74	21° 52' 25"	51° 49' 53"
Regente Feijó	BA0188P	P17 – Sabesp	Bauru	85 a 269	90	22° 10' 55"	51° 17' 10"
Taciba	SG0284P	Usina Capivara	Serra Geral	12 a 100	15	22° 39' 05"	51° 21' 28"
Teodoro Sampaio	BA0144P	P5 – Sabesp	Bauru	78 a 150	70	22° 31' 56"	52° 10' 31"

* s. d. – sem dados

Obs.: As amostras dos pontos da UGRHI 22 são coletadas em março (1ª) e setembro (2ª) de cada ano.

Figura 5.19.1 – Localização dos pontos de monitoramento da UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema



As Tabelas 5.19.3 e 5.19.4 apresentam as desconformidades para os Aquíferos Bauru e Serra Geral nessa UGRHI.

Tabela 5.19.3 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Bauru, na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Marabá Paulista	BA0255P	Coliformes totais	Ausente	1ª-2012	Presente	*

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

Tabela 5.19.4 – Desconformidades de qualidade das águas do Aquífero Serra Geral, na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Taciba	SG0284P	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL ⁻¹	2ª-2011	1100	*

*O monitoramento teve início no período 2010-2012

6 • Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade

O monitoramento da qualidade das águas dos Aquíferos Bauru e Guarani nos pontos da rede integrada foi realizado nas profundidades de 8 a 40 metros e sua caracterização hidroquímica pode ser visualizada na síntese dos resultados, que apresenta as concentrações mínima e máxima, a mediana e o 3º quartil de cada parâmetro (Tabelas 6.1, 6.2 e 6.3).

Os valores calculados como 3º quartil mostram valores de condutividade elétrica, cálcio, sódio, potássio, dureza e nitrato mais elevados para o Aquífero Bauru quando comparados aos do Aquífero Guarani.

No Aquífero Bauru, o nitrato ultrapassa o padrão de potabilidade de 10 mg N L⁻¹ nos pontos de Murutinga do Sul, Vista Alegre do Alto e, principalmente, de Luiziânia com resultados até quatro vezes superior ao padrão. As concentrações nos pontos de Gália e Guarani d'Oeste ultrapassam o valor de prevenção de 5 mg N L⁻¹ (Tabela 6.4).

Nas proximidades dos poços instalados em Luiziânia, Murutinga do Sul e Vista Alegre do Alto foram registradas, respectivamente, a existência de um curral, uma fossa séptica e cultivo de cana-de-açúcar, quando foram realizados o levantamento preliminar e a primeira amostragem de qualidade. Em Gália e Guarani d'Oeste há a presença de fossa e criação de animais em área aberta nas proximidades dos poços.

Os Gráficos 6.1 a 6.4 mostram a distribuição dos resultados do período 2010 a 2012, para nitrato, cloreto, cálcio e potássio, com destaque para os valores atípicos que correspondem aos poços localizados nos municípios citados acima.

As correlações entre cloreto e nitrato para as amostras do Aquífero Bauru e do ponto de Murutinga do Sul, estão entre 0,7 e 0,8 (Gráficos 6.5 e 6.6). Para os pontos de Luiziânia e Vista Alegre do Sul são inferiores a 0,5. Para o Aquífero Guarani, a correlação entre cloreto e nitrato é inferior a 0,01.

As concentrações do nitrato no Aquífero Guarani tiveram máximo de 2,61 mg N L⁻¹ para cinco poços monitorados. Os Gráficos *boxplot* de nitrato e potássio mostram maior homogeneidade dos resultados obtidos nas amostras de água do Guarani, enquanto para cálcio e cloreto, há similaridade com os do Aquífero Bauru (Gráficos 6.7 a 6.11).

No Aquífero Bauru, concentrações de bário acima do padrão de potabilidade foram encontradas em todas as amostras de Luiziânia (1,35 a 3,85 mg L⁻¹) e em uma amostra de Murutinga do Sul (0,30 a 0,78 mg L⁻¹).

Em Murutinga do Sul e Barretos, as concentrações de chumbo são superiores ao valor máximo permitido – VMP em todas as amostras (0,012 a 0,065 mg L⁻¹); em Mirassolândia, Presidente Prudente e Vista Alegre do Sul de uma a duas amostras são superiores ao VMP. Níquel em concentração acima do máximo permitido foi verificado em uma única amostra em Luiziânia.

Alumínio, ferro e manganês com concentrações pouco acima do VMP (padrão organoléptico) foram observados em algumas amostras desse aquífero.

No Aquífero Guarani, concentrações de ferro muito acima do valor máximo permitido foram verificadas em Analândia (12,2 a 24,7 mg L⁻¹) e Brotas (3,4 a 16,3 mg L⁻¹). Alumínio e manganês, assim como no Bauru, foram observados em concentrações apenas um pouco acima do padrão nesses mesmos pontos.

Tabela 6.1 – Pontos da rede de monitoramento integrado de Qualidade e Quantidade

Município	Ponto CETESB	UGRHI	Descrição	Sistema Aquífero	Profundidade dos filtros (m)	Nível Estático (m)	Latitude S	Longitude O
Adamantina	Z-0001BA	21	Fazenda Japi DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	14 a 36	17	21° 26' 57"	51° 00' 38"
Analândia	Z-0002GU	5	Sítio Sonho Meu DAEE	Guarani	14 a 36	6	22° 07' 57"	47°41' 21"
Barretos	Z-0003BA	12	Chácara do Brejo DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	14 a 36	9	20° 36' 07"	48° 39' 49"
Bilac	Z-0004BA	19	Estância Rodrigues DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	8 a 26	10	21° 23' 15"	50° 27' 06"
Brotas	Z-0005BA	13	Estação Campo Alegre	Guarani	61 a 150	17	22° 14' 36"	47° 57' 45"
Descalvado	Z-0006GU	9	Granja Eldorado DAEE	Guarani	12 a 46	9	21° 54' 25"	47° 35' 17"
Gália	Z-0007BA	17	Sítio Santo Antonio DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	14 a 36	5	22° 19' 00"	49° 32' 00"
Guaimbê	Z-0008BA	20	Fazenda Califórnia DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	8 a 26	9	21° 47' 09"	49° 49' 10"
Guarani d' Oeste	Z-0009BA	15	Sítio Santo Amaro DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	14 a 36	9	20° 04' 48"	50° 20' 14"
Guzolândia	Z-0010BA	18	Sítio São José DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	8 a 26	5	20° 42' 14"	50° 42' 35"
Indiana	Z-0011BA	21	Sítio N. S. Aparecida DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	4 a 18	4	22° 11' 46"	51° 12' 37"
Luiziânia	Z-0012BA	20	Fazenda Bom Retiro DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	8 a 26	12	21° 40' 50"	50° 17' 43"
Marília	Z-0013BA	21	Fazenda Santa Emília DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	*	28	22° 19' 24"	50° 02' 00"
Mirassolândia	Z-0014BA	15	Chácara N.S. Aparecida DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	14 a 36	5	20° 36' 47"	49° 31' 55"
Murutinga do Sul	Z-0015BA	19	Fazenda Boa Vista DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	8 a 26	9	21° 05' 14"	51°19' 50"
Presidente Prudente	Z-0016BA	22	Estância Santa Fé DAEE	Bauru (Aq. Adamantina)	14 a 36	19	22° 11' 49"	51° 25' 53"
Ribeirão Bonito	Z-0017GU	13	Estação Sampaio Vidal	Guarani	14 a 36	9	22° 02' 27"	48° 16' 04"
Santa Maria da Serra	Z-0018GU	5	Sítio Santa Apolônia I	Guarani	14 a 36	9	22° 32' 20"	48° 10' 56"
Santa Rita do Passa Quatro	Z-0019GU	9	Pé de Gigante IF Faz. Cara Preta	Guarani	*	*	21° 35' 14"	47° 34' 33"
São Pedro do Turvo	Z-0020BA	17	Sítio Concórdia	Bauru (Aq. Adamantina)	14 a 36	10	22° 34' 59"	49°49' 00"
Vista Alegre do Alto	Z-0021BA	15	Fazenda Santa Terezinha	Bauru (Aq. Adamantina)	14 a 36	8	21° 09' 40"	48° 37' 59"

* s. d. – sem dados

Tabela 6.2 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Bauru no período de 2010-2012 – Rede de Monitoramento Integrado

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Bauru (15 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	4,2	8,7	5,4	5,9
Temperatura	°C	--	21,4	33,2	25,5	26,8
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	10	689	70	158
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	100	534	100	106
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	100	544	100	122
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	0,32	234	19	44,8
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	2	135,9	10,9	19,9
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	1	<2	<2	<2
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<1	<2	<2	<2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	<1	13,7	1,72	3,49
Alumínio	mg Al L ⁻¹	0,2 ¹	0,02	0,537	0,033	0,075
Arsênio	mg As L ⁻¹	0,01 ¹	<0,001	<0,005	---	---
Bário	mg Ba L ⁻¹	0,7 ¹	0,013	3,85	0,109	0,318
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	<0,020	<0,100	<0,100	<0,100
Cádmio	mg Cd L ⁻¹	0,005 ¹	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	<0,05	45,3	4,98	11,4
Chumbo	mg Pb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,005	0,065	<0,005	0,0085
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ¹	<0,5	105	2,13	5,84
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	<0,005	0,0115	<0,005	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	<0,003	0,037	0,004	0,004
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Estrôncio	mg Sr L ⁻¹	--	<0,005	1,035	0,0366	0,1015
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,005	0,377	0,0234	0,0638
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	<0,1	0,38	<0,1	<0,1
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	<0,003	0,021	<0,01	<0,01
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	<0,05	34,2	1,89	4,33
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,003	0,473	<0,02	0,0237
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0002	<0,0006	<0,0005	<0,0005
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,07 ¹	<0,003	0,0895	<0,005	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	<0,1	42,4	0,915	4,62
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^{1a}	<0,1	0,26	<0,1	0,11
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	<0,5	1,02	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	<0,1	36,0	4,53	6,955
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	<0,1	25,3	2,73	5,015
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<1,0	9,37	<1,0	<1,0
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	<0,003	0,011	<0,005	<0,005
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	<0,003	0,083	<0,02	<0,02

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Tabela 6.3 – Síntese dos resultados de qualidade das águas subterrâneas para o Aquífero Guarani no período de 2010-2012 – Rede de Monitoramento Integrado

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aquífero Guarani (6 pontos)			
			Mínimo	Máximo	Mediana	3º Quartil
pH	--	6,0-9,5 ¹	3,9	7,4	5,65	6,55
Temperatura	°C	--	22,7	36,0	24,8	25,8
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	--	10	110	35	50
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	1000 ¹	<100	<100	<100	<100
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	--	<100	140	<100	<100
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500 ¹	0,32	42,7	5,60	9,55
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2,0	43,0	9,54	16,03
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	--	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	--	<1	9,03	2,29	3,25
Alumínio	mg Al L ⁻¹	0,2 ¹	<0,01	0,332	<0,02	0,041
Arsênio	mg As L ⁻¹	0,01 ¹	<0,001	<0,006	<0,005	<0,005
Bário	mg Ba L ⁻¹	0,7 ¹	<0,001	0,187	0,067	0,147
Berílio	mg Be L ⁻¹	4 ⁴	<0,001	<0,1	<0,01	<0,01
Boro	mg B L ⁻¹	0,5 ²	<0,02	0,287	<0,1	<0,1
Cádmio	mg Cd L ⁻¹	0,005 ¹	0,0005	0,007	<0,003	<0,003
Cálcio	mg Ca L ⁻¹	--	<0,05	9,73	1,08	1,485
Chumbo	mg Pb L ⁻¹	0,01 ¹	<0,005	0,423	<0,005	<0,013
Cloreto	mg Cl L ⁻¹	250 ¹	<0,5	11,1	0,73	<1,0
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2 ¹	<0,005	0,006	<0,005	<0,005
Crômio	mg Cr L ⁻¹	0,05 ¹	<0,003	0,0073	<0,003	<0,003
Estanho	mg Sn L ⁻¹	--	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Estrôncio	mg Sr L ⁻¹	--	<0,005	0,052	0,014	0,019
Ferro	mg Fe L ⁻¹	0,3 ¹	<0,005	24,7	0,050	7,88
Fluoreto	mg F L ⁻¹	1,5 ¹	<0,1	1,03	<0,1	<0,1
Lítio	mg Li L ⁻¹	--	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01
Magnésio	mg Mg L ⁻¹	--	<0,05	4,48	0,461	1,52
Manganês	mg Mn L ⁻¹	0,1 ¹	<0,003	0,661	0,0277	0,0686
Mercúrio	mg Hg L ⁻¹	0,001 ¹	<0,0002	<0,0006	<0,0005	<0,0005
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,07 ¹	<0,003	0,005	<0,005	<0,005
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	10 ¹	0,03	2,61	0,40	1,10
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	1 ¹	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	1,25 ^{1a}	<0,1	0,37	0,1	0,13
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg N L ⁻¹	--	<0,5	0,64	<0,5	<0,5
Potássio	mg K L ⁻¹	--	<0,1	6,8	1,93	3,55
Sódio	mg Na L ⁻¹	200 ¹	<0,1	2,54	<0,1	0,559
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250 ¹	<1	10,4	<1	<1
Titânio	mg Ti L ⁻¹	-	<0,003	0,009	<0,005	0,006
Vanádio	mg V L ⁻¹	0,05	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco	mg Zn L ⁻¹	1,05 ³	0,003	13,3	<0,020	<0,020

VMP – (1) Padrão de Potabilidade da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; (2) Valor Orientador de Intervenção estabelecido pela CETESB; (3) Resolução CONAMA 420/09; (4) VMP para Consumo Humano da Resolução CONAMA 396/08; (a) Valor do Padrão Organoléptico de Potabilidade para Amônia (1,5 mg NH₃ L⁻¹) expresso em mg N L⁻¹.

Tabela 6.4 – Amplitude das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012

UGRHI	Município	Ponto CETESB	Amplitude das concentrações de N-Nitrato (mg N L ⁻¹)	
			Mínimo	Máximo
12	Barretos	Z-0003BA	<0,20	<0,20
15	Guarani d'Oeste	Z-0009BA	4,65	6,71
	Mirassolândia	Z-0014BA	<0,20	<0,20
	Vista Alegre do Alto	Z-0021BA	9,14	14,1
17	Gália	Z-0007BA	3,14	5,07
	São Pedro do Turvo	Z-0020BA	0,61	0,98
18	Guzolândia	Z-0010BA	<0,20	0,29
19	Bilac	Z-0004BA	0,40	0,74
	Murutinga do Sul	Z-0015BA	4,17	18,8
20	Adamantina	Z-0001BA	0,32	0,64
	Guaimbê	Z-0008BA	1,30	1,66
	Luiziânia	Z-0012BA	8,64	42,3
21	Marília	Z-0013BA	3,02	4,53
22	Indiana	Z-0011BA	0,31	0,85
	Presidente Prudente	Z-0016BA	0,33	3,01

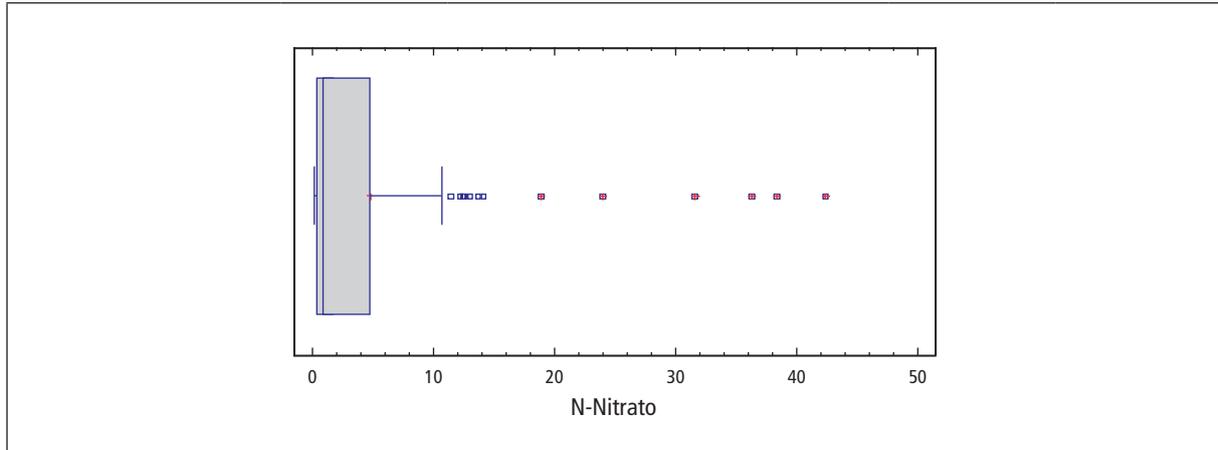
Em Brotas, também foram observadas concentrações de chumbo e cádmio acima do padrão de potabilidade, e zinco acima do valor de investigação, com concentrações de 3,4 a 13,3 mg L⁻¹.

As análises de herbicidas fenoxiácidos clorados e triazinas, entre outros, e de pesticidas organofosforados e organoclorados, realizadas nos 21 pontos da rede integrada, não identificaram nenhuma substância com concentração acima do limite de quantificação.

A avaliação da atividade estrogênica identificou em 2012, do total de 21 pontos monitorados, apenas um ponto, em Analândia, onde foram encontrados 0,11 e 0,38 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol no primeiro e segundo semestres, respectivamente.

Esses resultados indicam uma atividade muito baixa, pouco acima do limite de quantificação do método (0,1 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol) e bem abaixo dos valores utilizados para derivação de critérios de qualidade visando consumo humano (3,8 e 7 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol).

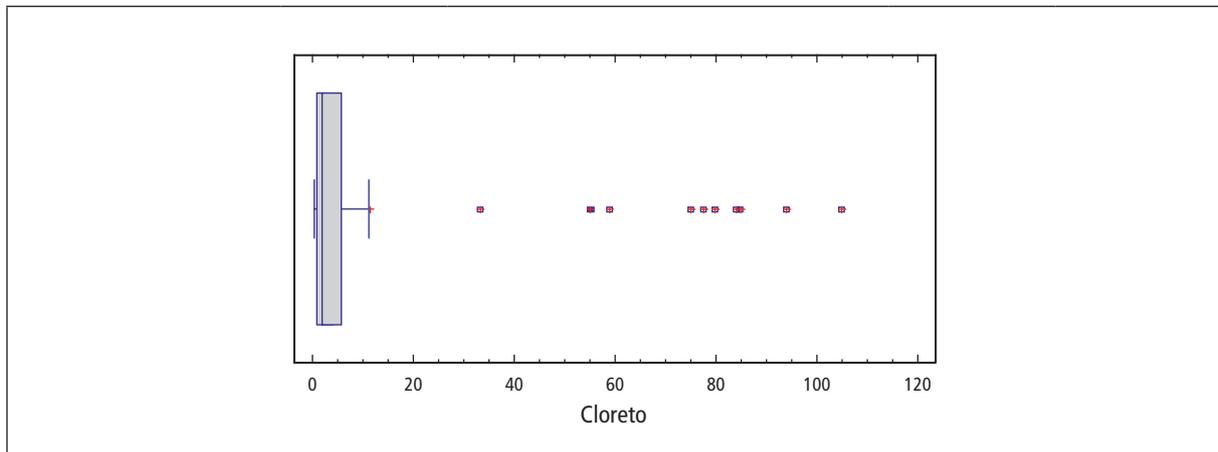
Gráfico 6.1 – *Boxplot* das concentrações de Nitrato (mg N L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012



Município	Amostra	Valor	Município	Amostra	Valor
Luiziânia	1º/2012	42.4	Murutinga do Sul	2º/2012	13.7
Luiziânia	2º/2012	38.3	Murutinga do Sul	2º/2011	13,0
Luiziânia	2º/2010	36.3	Vista Alegre do Alto	2º/2011	12.6
Luiziânia	2º/2011	31.6	Vista Alegre do Alto	2º/2012	12.4
Luiziânia	1º/2011	24,0	Vista Alegre do Alto	1º/2012	12.2
Murutinga do Sul	1º/2012	18.8	Vista Alegre do Alto	1º/2010	11.4
Vista Alegre do Alto	1º/2011	14.1	Murutinga do Sul	2º/2010	10.7

Os valores atípicos aparecem listados em ordem decrescente de concentrações de nitrato, com identificação do local e período de coleta da amostra.

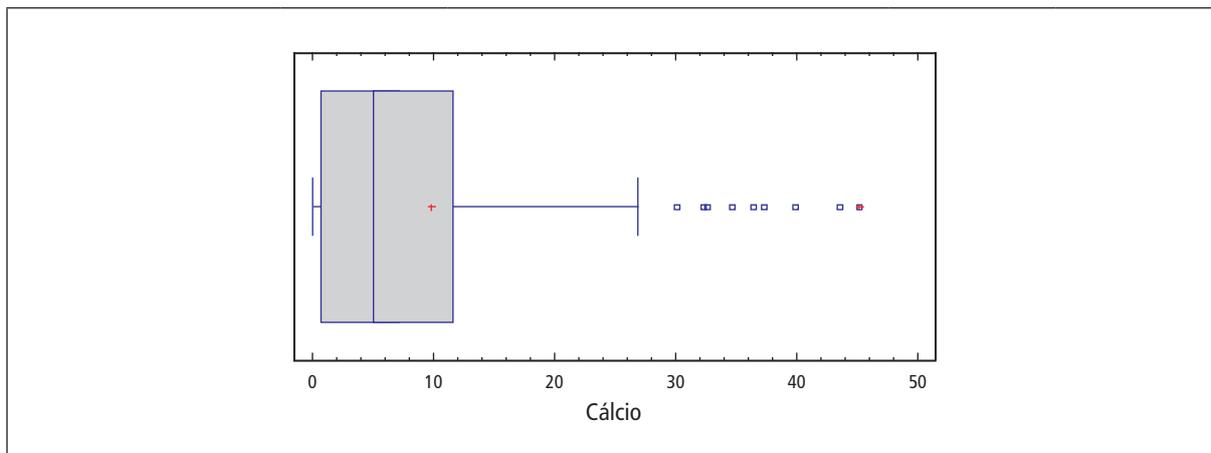
Gráfico 6.2 – *Boxplot* das concentrações de Cloreto (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012



Município	Amostra	Valor	Município	Amostra	Valor
Luiziânia	2º/2010	105	Luiziânia	1º/2010	75,2
Luiziânia	2º/2011	94,2	Murutinga do Sul	1º/2011	59,2
Luiziânia	2º/2012	85	Murutinga do Sul	2º/2012	55,3
Luiziânia	1º/2012	84,1	Murutinga do Sul	2º/2011	55,2
Luiziânia	1º/2011	79,9	Murutinga do Sul	1º/2010	33,4
Murutinga do Sul	1º/2012	77,5	Vista Alegre do Alto	1º/2011	11,2

Os valores atípicos aparecem listados em ordem decrescente de concentrações de cloreto, com identificação do local e período de coleta da amostra.

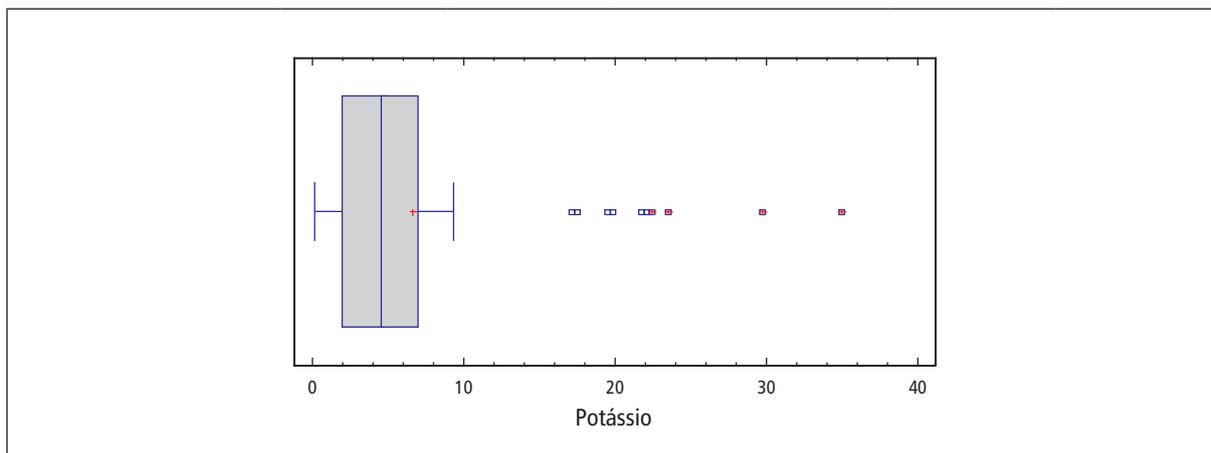
Gráfico 6.3 – *Boxplot* das concentrações de Cálcio (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012



Município	Amostra	Valor	Município	Amostra	Valor
Murutinga do Sul	1º/2012	45.3	Mirassolândia	1º/2010	32.7
Murutinga do Sul	2º/2012	43.7	Luiziânia	1º/2012	32.3
Murutinga do Sul	2º/2010	40.0	Mirassolândia	1º/2011	32.3
Luiziânia	2º/2010	37.3	Mirassolândia	2º/2012	30.2
Mirassolândia	2º/2010	36.5	Luiziânia	1º/2011	26.9
Mirassolândia	1º/2012	34.7	Luiziânia	2º/2012	25.9

Os valores atípicos aparecem listados em ordem decrescente de concentrações de cálcio, com identificação do local e período de coleta da amostra.

Gráfico 6.4 – *Boxplot* das concentrações de Potássio (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012



Município	Amostra	Valor	Município	Amostra	Valor
Luiziânia	1º/2010	35.0	Murutinga do Sul	1º/2010	21.8
Murutinga do Sul	1º/2012	29.8	Murutinga do Sul	2º/2012	19.9
Luiziânia	1º/2012	23.5	Luiziânia	2º/2012	19.5
Murutinga do Sul	1º/2011	22.5	Luiziânia	1º/2011	17.5

Os valores atípicos aparecem listados em ordem decrescente de concentrações de potássio, com identificação do local e período de coleta da amostra.

Gráfico 6.5 – Correlação entre Nitrato e Cloreto nas amostras de água subterrânea do Aquífero Bauru no período de 2010 a 2012

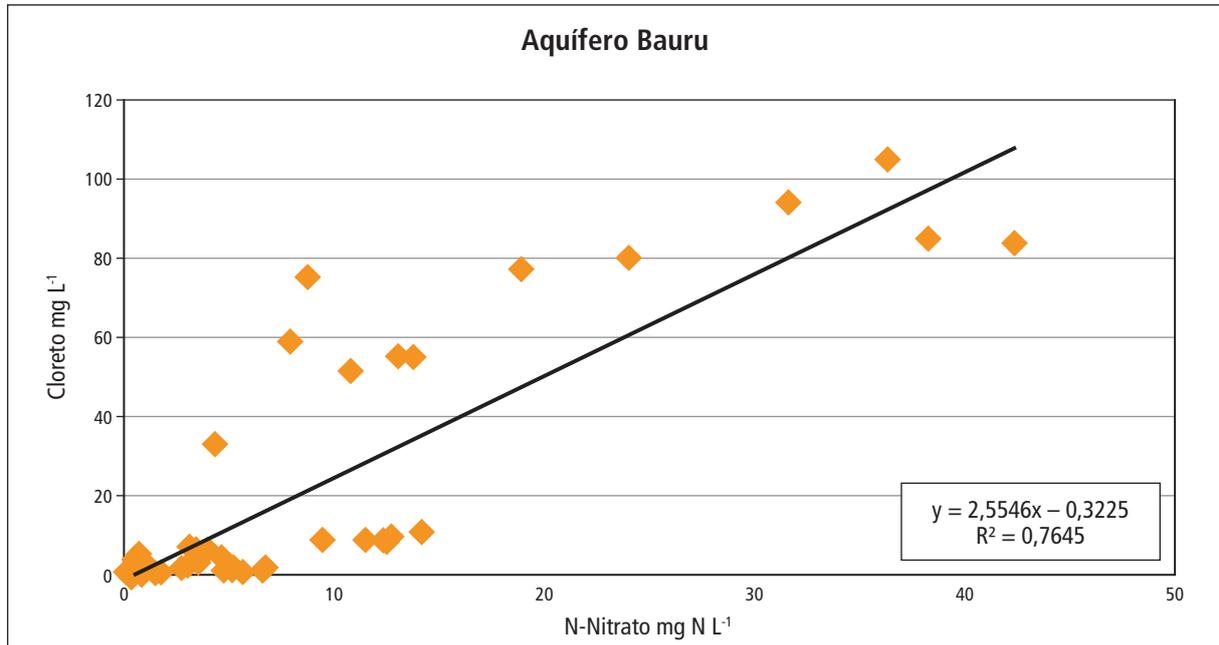


Gráfico 6.6 – Correlação entre Nitrato e Cloreto nas amostras de água subterrânea do ponto de Murutinga do Sul no período de 2010 a 2012

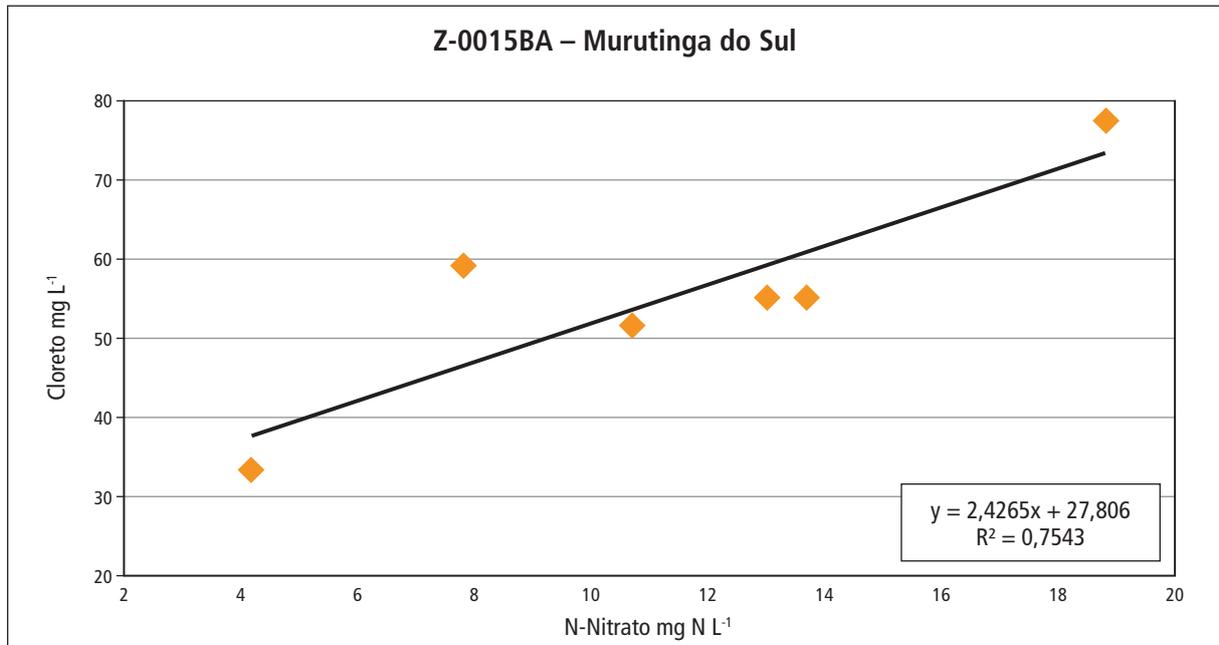
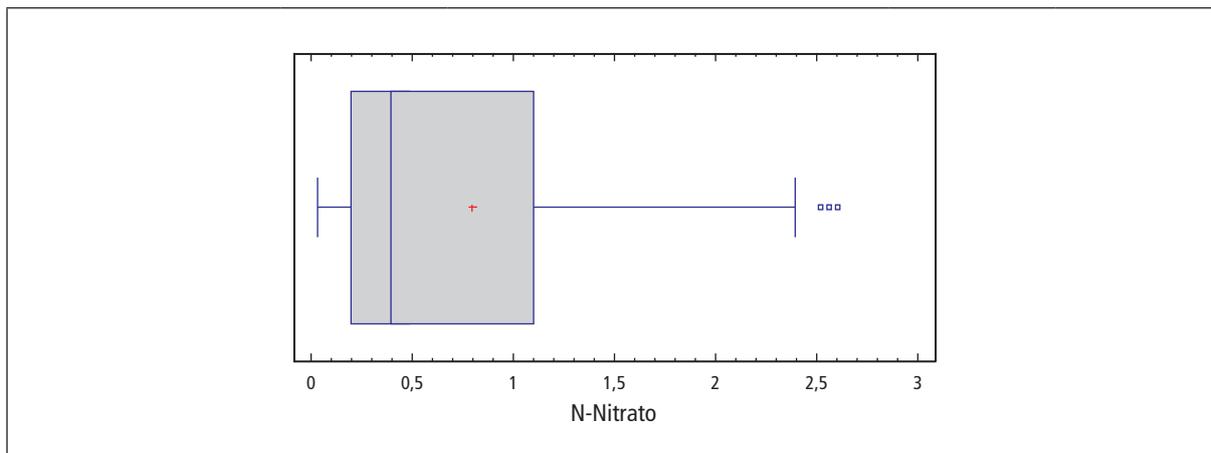


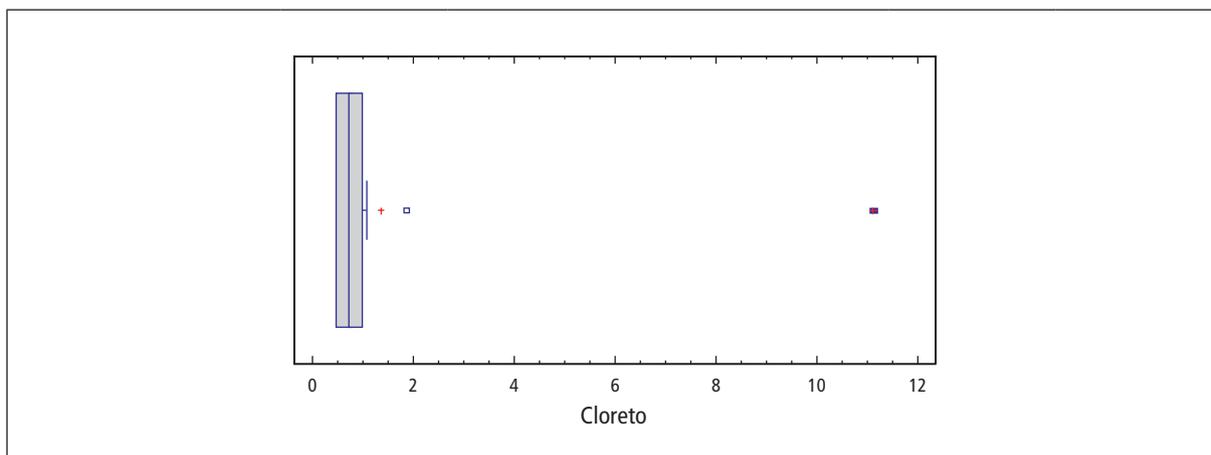
Gráfico 6.7 – *Boxplot* das concentrações de Nitrato (mg N L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Guarani no período de 2010 a 2012



Município	Amostra	Valor	Município	Amostra	Valor
Santa Maria da Serra	2º/2010	2.61	Santa Maria da Serra	2º/2012	2.10
Santa Maria da Serra	1º/2011	2.57	Brotas	2º/2012	1.20
Analândia	1º/2012	2.52	Brotas	1º/2011	1.14
Santa Maria da Serra	1º/2010	2.3	Ribeirão Bonito	1º/2011	1.11
Santa Maria da Serra	1º/2012	2.36	Descalvado	1º/2011	1.09

Os valores atípicos aparecem listados em ordem decrescente de concentrações de nitrato, com identificação do local e período de coleta da amostra.

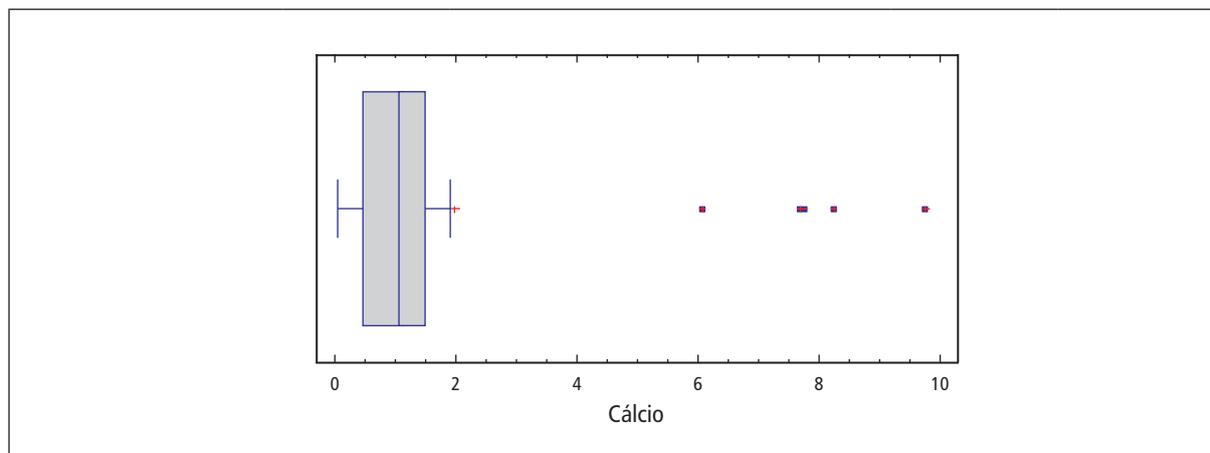
Gráfico 6.8 – *Boxplot* das concentrações de Cloreto (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Guarani no período de 2010 a 2012



Município	Amostra	Valor	Município	Amostra	Valor
Descalvado	1º/2011	11.1	Analândia	1º/2010	1.11
Ribeirão Bonito	1º/2011	11.1	Analândia	1º/2011	1.07
Santa Rita do Passa Quatro	2º/2010	1.88	Analândia	1º/2012	1,0

Os valores atípicos aparecem listados em ordem decrescente de concentrações de cloreto, com identificação do local e período de coleta da amostra.

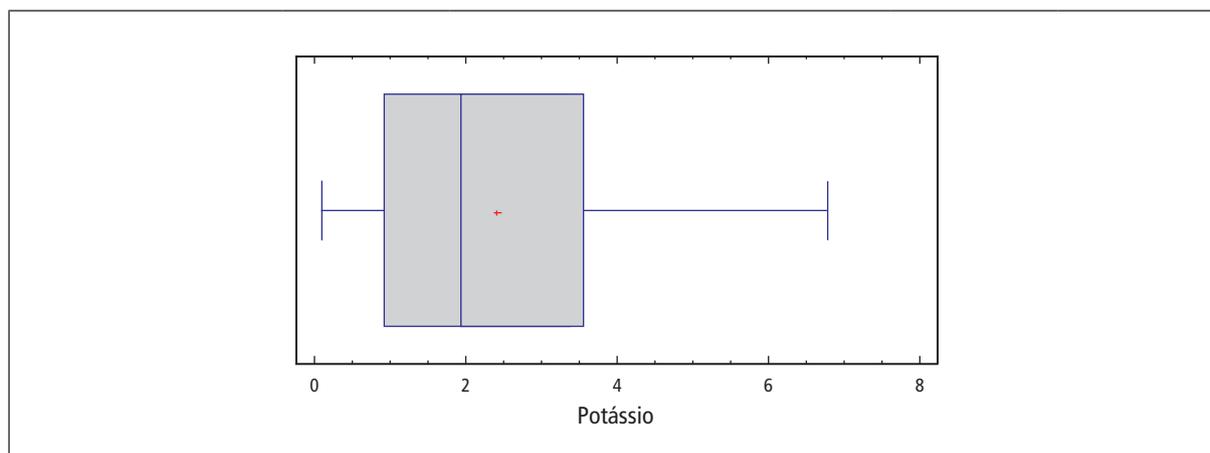
Gráfico 6.9 – *Boxplot* das concentrações de Cálcio (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Guarani no período de 2010 a 2012



Município	Amostra	Valor	Município	Amostra	Valor
Analândia	1º/2010	9.73	Analândia	1º/2011	7.66
Analândia	2º/2010	8.23	Analândia	2º/2012	6.06
Analândia	1º/2012	7.73	Descalvado	1º/2010	1.93

Os valores atípicos aparecem listados em ordem decrescente de concentrações de cálcio, com identificação do local e período de coleta da amostra.

Gráfico 6.10 – *Boxplot* das concentrações de Potássio (mg L^{-1}) das amostras de água subterrânea do Aquífero Guarani no período de 2010 a 2012



Município	Amostra	Valor	Município	Amostra	Valor
Santa Rita do Passa Quatro	1º/2012	6.8	Descalvado	2º/2012	5.03
Descalvado	1º/2012	6.68	Santa Rita do Passa Quatro	2º/2012	4.56

No monitoramento de quantidade, de um modo geral, os piezômetros apresentaram variações anuais inferiores a 5 metros no período 2009-2011. No entanto, uma avaliação mais detalhada deverá considerar a localização e as características construtivas dos piezômetros, assim como aspectos geológicos e geomorfológicos, uso e ocupação do solo, clima, insolação e evapotranspiração, entre outros elementos que interferem na infiltração, escoamento e recarga dos aquíferos, dados que ainda estão sendo levantados.

O ano hidrológico adotado foi de outubro a setembro. Pode-se verificar que a variação do nível de água nesses dois anos hidrológicos está na faixa de 0,7 m a 4,8 m (Tabela 6.5). Não há também, diferenças significativas entre os valores medidos nos Aquíferos Bauru e Guarani (Gráficos 6.11 e 6.12).

Tabela 6.5 – Amplitude anual de níveis de água na Rede Piezométrica

Município	Sistema Aquífero	Prefixo DAEE	Ponto CETESB	Variação do nível d'água (m)	
				2009-2010	2010-2011
Analândia	Guarani	4D-500Z	Z-0002GU	0,7	0,7
Bofete	Guarani	5E-500Z	-	1,6	1,2
Descalvado	Guarani	4C-500Z	Z-0006GU	2,0	2,6
Ribeirão Bonito	Guarani	5D-501Z	Z-0017GU	2,2	1,9
Santa Maria da Serra	Guarani	5D-500Z	Z-0019GU	2,0	2,1
Adamantina	Bauru	8C-501Z	Z-0001BA	3,9	2,2
Barretos	Bauru	5B-501Z	Z-0003BA	1,1	0,8
Bilac	Bauru	7C-500Z	Z-0004BA	3,4	1,3
Gália	Bauru	6D-501Z	Z-0007BA	1,6	1,3
Guarani d'Oeste	Bauru	7B-500Z	Z-0009BA	0,7	2,0
Guzolândia	Bauru	7B-501Z	Z-0011BA	2,6	2,2
Marília	Bauru	7D-500Z	Z-0013BA	1,5	0,7
Mirassolândia	Bauru	6B-500Z	Z-0014BA	1,4	1,7
Murutinga do Sul	Bauru	8C-500Z	Z-0015BA	2,1	1,3
Orindiuva	Bauru	6B-501Z	-	1,5	4,8
São Pedro do Turvo	Bauru	6D-500Z	Z-0020BA	2,4	1,0
Vista Alegre do Alto	Bauru	5C-500Z	Z-0021BA	2,2	1,5

Gráfico 6.11 – Variação dos níveis nos poços em um ciclo hidrológico

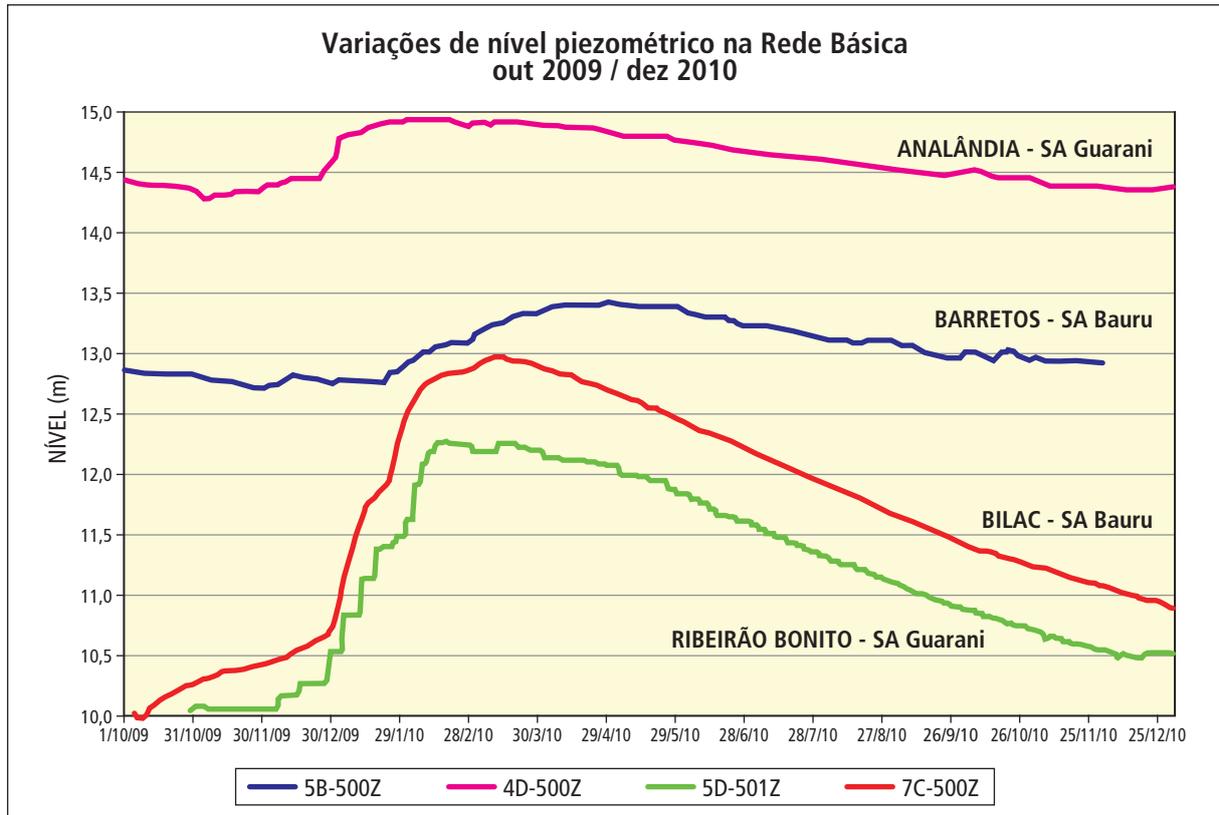
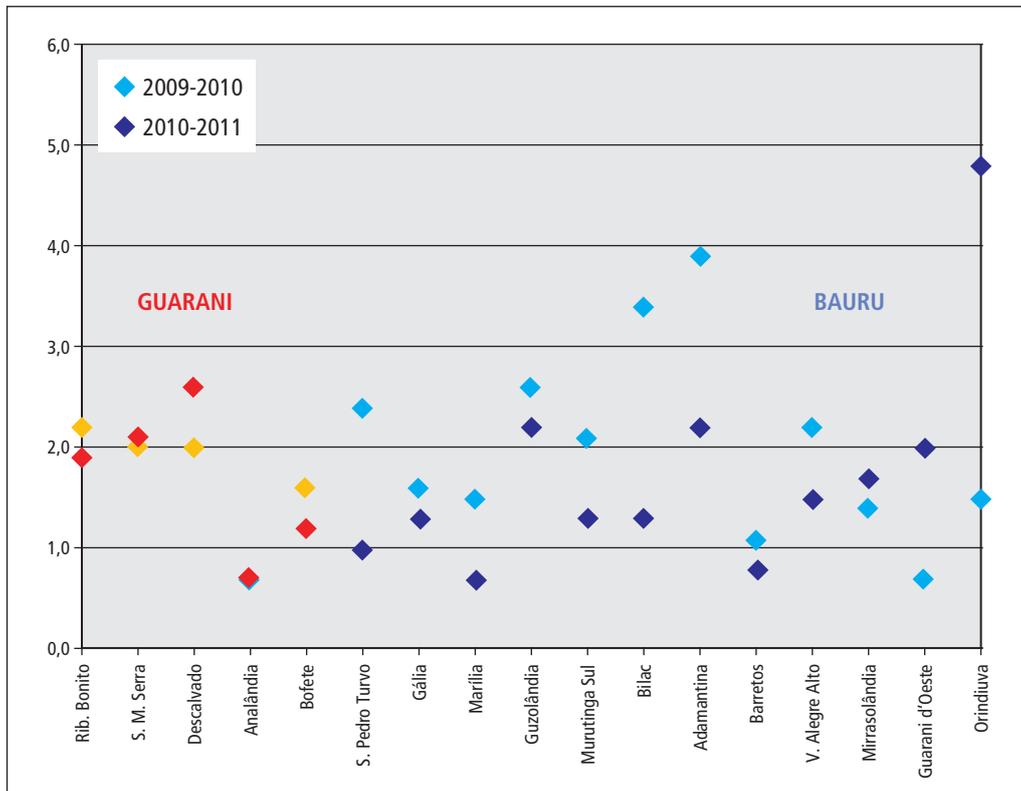


Gráfico 6.12 – Amplitude de variação dos níveis de água nos poços em dois ciclos hidrológicos

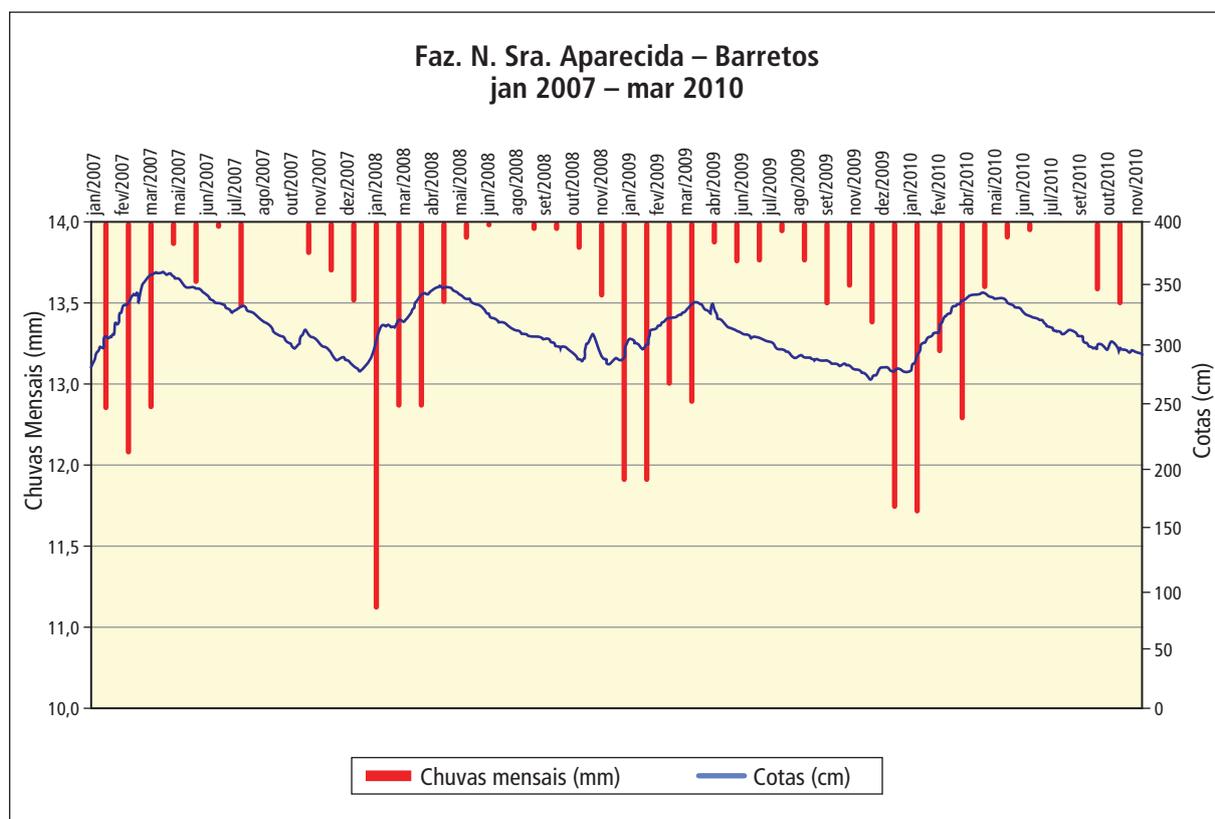


O Gráfico 6.13 mostra a variação do nível do aquífero freático em função das precipitações mensais observadas desde o início de operação (2007) de um posto piezométrico instalado em Barretos (SP), região do Aquífero Bauru.

A variação anual do nível no piezômetro nesse local é de cerca de 1m. Pode-se também ver claramente o tempo de resposta do nível da água subterrânea às precipitações e à ausência delas (o período chuvoso, em São Paulo, inicia-se em outubro e termina em março).

Embora, não se observem comportamentos distintos entre os Aquíferos Bauru e Guarani é necessário aguardar novos dados e um maior número de poços para uma análise mais consistente.

Gráfico 6.13 – Variação do aquífero freático em Barretos em função da pluviometria



7 • Síntese da Qualidade das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo

A qualidade das águas subterrâneas avaliada pelo Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, definido a partir do percentual de amostras em conformidade com os padrões definidos na Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, passou de 80% em 2009 (CETESB, 2010) para 79,9% em 2012. Apesar de ser ligeiramente inferior ao período anterior, o índice demonstra que não houve alteração significativa na qualidade das águas de 2010 a 2012, ou seja, de um modo geral as águas subterrâneas do Estado de São Paulo são de boa qualidade.

No período de 2010 a 2012, o monitoramento das águas subterrâneas permitiu registrar desconformidades em relação aos padrões de potabilidade para as substâncias nitrato, fluoreto, alumínio, arsênio, bário, chumbo, cromo, ferro, manganês e sódio, além de parâmetros microbiológicos. As substâncias boro e zinco também foram observadas em concentrações superiores aos valores orientadores de intervenção ou investigação estabelecidos, respectivamente, em nível estadual e nacional.

O nitrato, substância com tendência de aumento nos Aquíferos Bauru, Pré-Cambriano e Serra Geral, desde o final dos anos noventa do século passado, nesse triênio continuou mostrando essa tendência para o Aquífero Serra Geral e estabilização das concentrações nos outros dois aquíferos. No entanto, o Bauru continua sendo o aquífero com maior concentração de nitrato, ao mesmo tempo que se verificam novos registros de contaminação das águas de poços localizados nas áreas urbanizadas de alguns municípios.

As concentrações de cromo no Aquífero Bauru acima do valor de intervenção, já divulgadas por diversos estudos, continuam a mostrar tendência de estabilização nos poços monitorados pela CETESB.

As concentrações de bário acima do valor máximo permitido ocorreram nos Aquíferos Bauru e Guarani, em apenas três municípios: Ribeirão Bonito (UGRHI 13), Pompéia (UGRHI 20) e Oriente (UGRHI 21). As desconformidades para fluoreto continuam a ocorrer no Aquífero Tubarão, nas UGRHIs 9 e 10, e no Aquífero Pré-Cambriano, nas UGRHIs 5 e 6.

Para vanádio foram observadas elevadas concentrações em alguns poços dos Aquíferos Serra Geral, Guarani e Bauru das UGRHIs 15, 16, 18, 20 e 21.

O zinco em concentrações superiores ao valor de investigação da Resolução CONAMA 420/09 foram observados em apenas três poços, dos municípios Matão, Pedregulho e Miracatu.

O chumbo foi verificado em concentrações superiores ao padrão em apenas oito poços, localizados nos Aquíferos Pré-Cambriano, Tubarão, Guarani, Bauru e Serra Geral; entretanto, somente o PC0162P – São Paulo possui um histórico frequente de desconformidade. No Aquífero Pré-Cambriano, o arsênio foi observado em concentrações acima do valor máximo permitido em uma amostra dos poços de Biritiba Mirim e Cajati, novos na rede de monitoramento, e também no PC0099P – Piedade, cujas desconformidades fazem parte de seu histórico.

O poço localizado no município de Pirassununga apresentou em todas as amostras concentrações elevadas de boro indicando a necessidade de estudo sobre sua origem.

Os parâmetros manganês, alumínio e ferro ultrapassaram os padrões organolépticos de potabilidade da Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, entretanto, a maioria dessas ocorrências não ultrapassou os valores de investigação da Resolução CONAMA nº 420/09, que foram derivados com base em risco à saúde humana.

A presença de coliformes totais e *Escherichia coli* foi verificada, respectivamente, em cerca de 20% e 3% dos poços monitorados, na maioria dos aquíferos e das UGRHs. Os Aquíferos Taubaté e Pré-Cambriano e UGRHs 2, 11 e 19 tiveram maior percentual de poços com essa desconformidade. Bactérias heterotróficas em desacordo com a legislação foram observadas em 12% dos poços monitorados.

Os primeiros resultados de qualidade para a rede de monitoramento integrado qualidade-quantidade também identificaram valores acima dos padrões de potabilidade para alumínio, bário, chumbo, ferro, manganês, níquel e nitrato no Aquífero Bauru e alumínio, cádmio, chumbo, ferro e manganês no Aquífero Guarani.

A avaliação detalhada dos resultados para IPAS, nitrato, crômio, fluoreto e atividade estrogênica será realizada nos itens 7.1 a 7.5 deste capítulo.

7.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS calculado a partir dos resultados obtidos na Rede de Qualidade, por unidade de gerenciamento de recursos hídricos e por aquífero, é apresentado nas Tabelas 7.1.1 e 7.1.2. Para orientar a avaliação da qualidade, considerou-se a classificação do IPAS, descrita no capítulo 3, ou seja, que representa três categorias de qualidade: ruim (0 - 33%), regular (33,1% - 67%) e boa (67,1 - 100%).

O indicador destaca as desconformidades de qualidade da água bruta em relação aos padrões de potabilidade definidos na legislação nacional. Para as substâncias alumínio, manganês, ferro e sódio, os padrões se referem à aceitação da água ao consumo humano, definido por características organolépticas (gosto, cor e odor), que não representam risco a saúde.

Embora em 2010 a Rede de Qualidade tenha aumentado em 30% o número de pontos, não houve reflexo significativo nos resultados do IPAS por UGRHI ou aquífero.

A qualidade das águas vem sendo considerada boa nas UGRHs 4-Pardo, 8-Sapucaí e Grande, 9-Mogi-Guaçu, 12-Baixo Pardo e Grande, 13-Tietê/Jacaré, 15-Turvo/Grande, 16-Tietê/Batalha, 17-Médio Paranapanema, 20-Aguapeí e 22-Pontal do Paranapanema, desde 2007, quando o cálculo do IPAS foi iniciado.

Os menores valores de IPAS em 2010 e 2012 foram aqueles obtidos nas UGRHs 2-Paraíba do Sul, 5-Piracicaba, Capivari e Jaguari, 6-Alto Tietê, 10 – Sorocaba e Médio Tietê, 11-Ribeira do Iguape e Litoral Sul, 18 – São José dos Dourados e 19 – Baixo Tietê e 21 – Peixe e dos Aquíferos Pré-Cambriano, Taubaté e São Paulo, que apresentaram qualidade de água regular. Desde 2007, a qualidade das águas nesses locais e aquíferos variam entre boa e regular. Para o Aquífero São Paulo em 2008, houve registro de qualidade ruim para as águas subterrâneas.

Quando o indicador é calculado para os aquíferos, encontrou-se o menor valor para o Aquífero São Paulo no ano de 2012, com qualidade regular, apesar da qualidade boa em 2010. Em 2008, apresentou qualidade ruim, o que demonstra uma grande variação do IPAS.

Tabela 7.1.1 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS para os anos 2009, 2010 e 2012, por UGRHI

UGRHI	2009		2010		2012	
	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes
2	62,5	Ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais	60,0	Ferro, manganês, <i>E. coli</i> , coliformes totais	57,9	Ferro, manganês, coliformes totais
4	90,9	Alumínio, manganês	87,5	Alumínio, manganês, bactérias heterotróficas	87,5	Alumínio, coliformes totais
5	75	Fluoreto, manganês, coliformes totais	61,1	Fluoreto, manganês, ferro, chumbo, coliformes totais, bactérias heterotróficas	87,9	Fluoreto, manganês, ferro, chumbo, coliformes totais
6	79,5	Alumínio, ferro, fluoreto, manganês, nitrato, bactérias heterotróficas, coliformes totais	64,6	Fluoreto, nitrato, ferro, manganês, coliformes totais, bactérias heterotróficas	62,2	Fluoreto, alumínio, arsênio, chumbo, ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais
8	91,7	Bactérias heterotróficas	89,5	Ferro, coliformes totais, bactérias heterotróficas	95,0	Alumínio, chumbo, ferro
9	87,5	Bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>E. coli</i>	81,3	Fluoreto, ferro, coliformes totais	80,6	Fluoreto, chumbo, ferro, coliformes totais
10	65	Arsênio, ferro, fluoreto, manganês, sódio, bactérias heterotróficas	90,0	Fluoreto, sódio	65	Arsênio, ferro, manganês, bactérias heterotróficas
11		sem informação	64,3	Ferro, manganês, coliformes totais, bactérias heterotróficas	50	Arsênio, chumbo, ferro, manganês, <i>E. coli</i> , coliformes totais
12	87,5	Bactérias heterotróficas	100,0	-	100	-
13	85,7	Bactérias heterotróficas	87,9	Nitrato, alumínio, coliformes totais, bactérias heterotróficas	85,3	Nitrato, chumbo, ferro, manganês, bário, bactérias heterotróficas
14	100	-	100,0	-	88,9	Alumínio, ferro, coliformes totais, bactérias heterotróficas
15	100	-	87,5	Crômio, coliformes totais	93,8	Fluoreto, coliformes totais, bactérias heterotróficas
16	75	Crômio, ferro, nitrato	83,3	Crômio, bactérias heterotróficas	90,0	Crômio, coliformes totais
17	100	-	100,0	-	94,4	Bactérias heterotróficas
18	62,5	Crômio, <i>E. coli</i>	59,1	Nitrato, crômio, coliformes totais, bactérias heterotróficas	70,8	Chumbo, crômio
19	58,3	Nitrato, coliformes totais	75,0	Nitrato, coliformes totais	58,3	Nitrato, crômio, <i>E. coli</i> , coliformes totais
20	81,5	Bário, nitrato, coliformes totais	89,3	Nitrato, coliformes totais	85,7	Bário, <i>E. coli</i> , coliformes totais
21	65,4	Crômio, nitrato, bactérias heterotróficas	74,1	Nitrato, crômio	67,9	Crômio, bário
22	100	-	100,0	-	94,4	Coliformes totais
Estado	80,1		80,1		79,9	

Qualidade das águas subterrâneas: ■ Ruim (0-33%); ■ (33,1%-67%); ■ Boa (67,1%-100%)

Obs.: O IPAS 2011 não foi calculado em função do cancelamento dos resultados de metais da 2ª campanha de 2011.

Tabela 7.1.2 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS para os anos 2009, 2010 e 2012, por aquífero

Aquífero	2009		2010		2012	
	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes
Bauru	77,6	bário, crômio, nitrato, bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>Escherichia coli</i>	78,0	crômio, nitrato, bactérias heterotróficas, coliformes totais	78,5	bário, chumbo, crômio, fluoreto, nitrato, coliformes totais, bactérias heterotróficas, <i>Escherichia coli</i>
Serra Geral	89,3	bactérias heterotróficas	94,34	ferro, coliformes totais, bactérias heterotróficas	96,4	alumínio, chumbo, ferro, bactérias heterotróficas
Guarani	90,2	alumínio, ferro, manganês, nitrato, bactérias heterotróficas	95,05	alumínio, ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais	92,1	alumínio, bário, chumbo, ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais
Tubarão	82,1	fluoreto, manganês, sódio	68,42	alumínio, chumbo, ferro, manganês, sódio, fluoreto, coliformes totais, bactérias heterotróficas	71,1	alumínio, chumbo, ferro, fluoreto, manganês, sódio, bactérias heterotróficas, coliformes totais
Pré-Cambriano	67,8	arsênio, ferro, fluoreto, manganês, nitrato, bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>Escherichia coli</i>	64,29	ferro, fluoreto, manganês, nitrato, bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>Escherichia coli</i>	65,2	alumínio, arsênio, chumbo, ferro, fluoreto, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>Escherichia coli</i>
Taubaté	66,7	ferro, coliformes totais, bactérias heterotróficas	75	ferro, coliformes totais	72,7	ferro, manganês, coliformes totais
São Paulo	87,5	alumínio, ferro, manganês, coliformes totais, bactérias heterotróficas	87,5	ferro	50,0	ferro, manganês
Estado	80,1		80,1		79,9	

Qualidade das águas subterrâneas: ■ Ruim (0-33%); ■ (33,1%-67%); ■ Boa (67,1%-100%)

Obs.: O IPAS 2011 não foi calculado em função do cancelamento dos resultados de metais da 2ª campanha de 2011.

As águas do Aquífero Pré-Cambriano também apresentaram qualidade regular em 2010 e 2012. Nos demais aquíferos, a qualidade permaneceu boa nesses dois anos.

Apesar do IPAS baixo, as desconformidades do Aquífero São Paulo são relativas ao padrão de potabilidade de ferro e manganês, que representam características organolépticas indesejáveis para o consumo da água in natura. O mesmo não ocorre para o Aquífero Pré-Cambriano, cujas desconformidades são para substâncias com potencial de risco à saúde, como arsênio e chumbo, indicando a necessidade de tratamento da água para o consumo.

Para o Aquífero Bauru o indicador mostra boa qualidade das águas apesar das elevadas concentrações de nitrato e crômio detectadas. Isso ocorre porque é o aquífero de maior área de afloramento do Estado, abrangendo diversas UGRHs que apresentam condições de qualidade diferenciadas, de boa a regular.

7.2 Nitrato

Nas águas subterrâneas é comum a ocorrência de baixos teores do íon nitrato, substância que representa o estágio final da degradação da matéria orgânica. Em concentrações acima de 5 mg N L⁻¹ é indicativo de contaminação antrópica (FEITOSA e MANOEL FILHO, 2000) e acima de 10 mg N L⁻¹ pode causar risco à saúde humana, com aparecimento de doenças como a metahemoglobinemia (cianose) e o câncer gástrico.

A concentração de 5,0 mg N L⁻¹ de nitrato nas águas subterrâneas tem sido utilizada pela CETESB como valor de prevenção para definir ações preventivas e regras para aplicação de resíduos em solos agrícolas, nos processos de licenciamento e fiscalização ambiental.

A concentração de 10 mg N L⁻¹, valor estabelecido como padrão de potabilidade pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, é definida como valor orientador de intervenção para gerenciamento de áreas contaminadas.

As principais fontes antrópicas difusas, fornecedoras de compostos nitrogenados são: aplicação de fertilizantes orgânicos e sintéticos nitrogenados, utilização de fossas sépticas ou negras, vazamentos das redes coletoras de esgoto e influência de rios contaminados na zona de captação de poços. Segundo Reynolds-Vargas *et al.* (2006) o nitrato é o contaminante que apresenta a maior frequência em aquíferos de todo o mundo. São utilizados mundialmente como indicadores de poluição das águas subterrâneas devido a sua alta mobilidade, podendo atingir extensas áreas (VARNIER *et al.*, 2010).

A contaminação de aquíferos por compostos nitrogenados nos seus diferentes estados de oxidação: nitrogênio amoniacal e albuminóide, nitrito e nitrato e suas diversificadas procedências tem sido documentada em todo o mundo. Foster *et al.* (2002) constaram que na maioria das cidades de países em desenvolvimento, o rápido crescimento da população urbana tem resultado em grandes áreas com fossas sépticas para tratamento de esgotos. Os contaminantes comumente associados a estes sistemas, além dos compostos nitrogenados (estágios de decomposição do nitrogênio orgânico → amônia → nitrito → nitrato), são os contaminantes microbiológicos (bactérias patogênicas, vírus e protozoários) e em alguns casos, substâncias orgânicas sintéticas.

No Brasil, segundo a Agência Nacional das Águas (BRASIL, 2006) a falta de saneamento na zona urbana vem acarretando elevadas concentrações de nitrato na água subterrânea, além da presença de bactérias patogênicas e vírus. O percentual de domicílios particulares permanentes atendidos por rede geral de esgoto sanitário no Estado de São Paulo, em 2009, foi de 91,78%, segundo pesquisa IBGE (2011). Além disso, nas duas últimas décadas houve grande aumento das áreas cultivadas, onde o uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, orgânicos ou sintéticos, tem favorecido o aparecimento de nitrato nas águas subterrâneas das áreas rurais, onde outras fontes também devem ser consideradas, como a criação de animais.

Estudos realizados associam as concentrações elevadas de nitrato em poços que captam água desse aquífero às porções mais antigas das áreas urbanas, onde se concentraram fossas negras e sépticas, a vazamentos de redes coletoras de esgotos e áreas de deposição de resíduos (GODOY, 2004; GIAFFERIS e OLIVEIRA, 2006; VARNIER *et al.* 2009 e 2010; IG/DAEE, 2011) e também em áreas rurais (CASAGRANDE, 2009).

Resultados recentes do projeto “Padrões de Ocupação Urbana e Contaminação por Nitrato nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, Centro-Oeste do Estado de São Paulo”, executado pelo Instituto Geológico/SMA, permitiram avaliar as tendências de incremento nas concentrações de nitrato nas águas subterrâneas, ao longo do tempo e espaço, frente aos padrões de ocupação urbana nos municípios de Bauru, Marília e Presidente Prudente. Foi estabelecida a correspondência entre concentrações mais elevadas de nitrato com as áreas mais antigas e áreas densamente ocupadas dos núcleos urbanos, onde há presença de fossas desativadas, rede coletora de esgotos mais antiga e com maior possibilidade de vazamento (VARNIER *et al.*, 2012).

O estudo permitiu definir critérios de zoneamento das áreas urbanas em função da probabilidade de ocorrência de concentrações de nitrato, associadas à idade e densidade de urbanização e uma série de propostas de medidas de proteção, no que concerne a monitoramento, medidas reguladoras, técnicas construtivas de poços e planejamento urbano (VARNIER *et al.*, 2012).

A avaliação das áreas rurais dos municípios de São José do Rio Preto e Bauru são objeto de contrato pela CETESB, com recursos FEHIDRO, e está sendo executado pelo LEBAC da UNESP – Rio Claro, visando identificar as concentrações de nitrato em poços e estabelecer correlações com uso e ocupação do solo. O estudo encontra-se em fase de conclusão, uma vez que já foram realizados o levantamento das características das atividades rurais e duas campanhas de amostragem da água.

Os resultados da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas do triênio 2010-2012 mostram que houve redução no número de poços com concentrações elevadas de nitrato. Oito poços ultrapassaram o padrão de potabilidade e vinte e dois poços tiveram pelo menos uma amostra com resultado entre 5 e 10 mg N L⁻¹, ou seja, respectivamente 3% e 9% dos poços monitorados. No período 2007-2009 (CETESB, 2010) foram registrados resultados acima do valor máximo permitido em oito poços (5%) e acima do valor de prevenção e abaixo da potabilidade em trinta poços (17%). Observou-se em alguns poços a diminuição das concentrações de nitrato (Tabela 7.2.1).

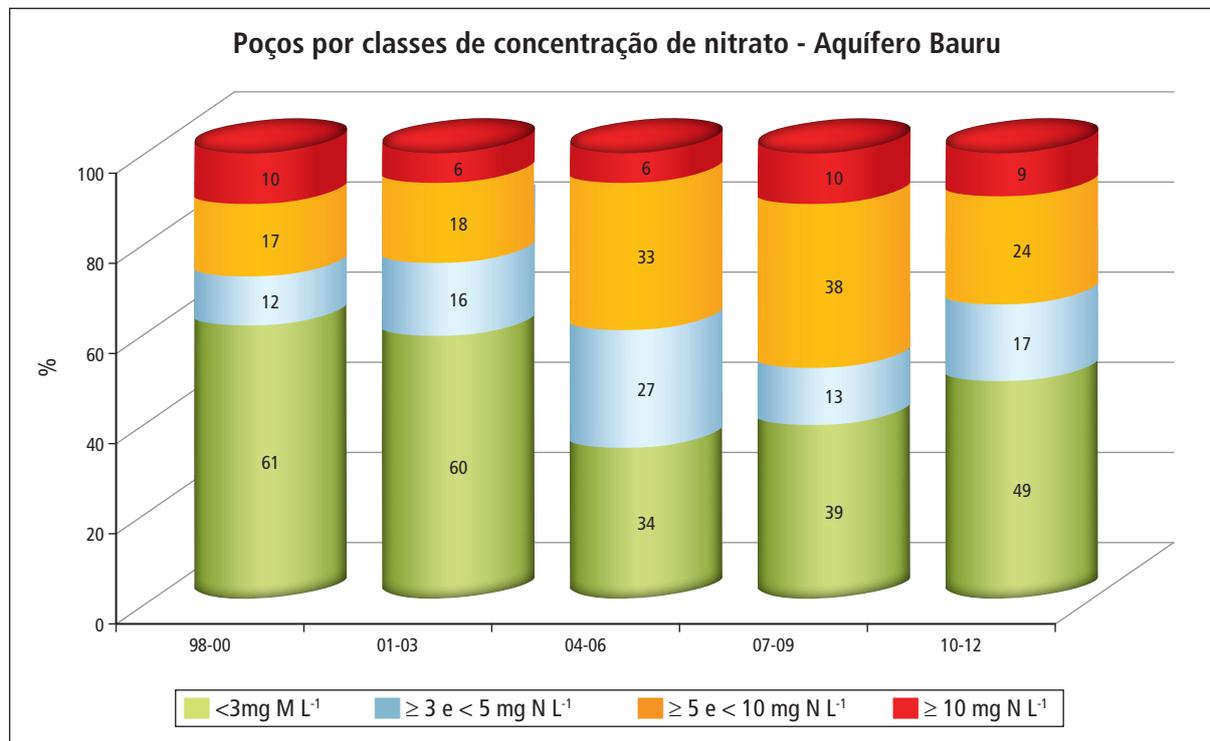
O Bauru é o aquífero que tem o maior número de pontos com concentrações acima do valor máximo permitido, com 9% dos poços monitorados, e acima do valor de prevenção, com 24% dos poços monitorados. A tendência de diminuição do número de poços com concentrações que ultrapassam o valor máximo permitido e de prevenção ocorre desde o triênio 2007-2009 (Gráfico 7.2.1). Este fato pode estar relacionado à melhoria de saneamento com implantação de redes coletoras de esgotos.

Tabela 7.2.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de nitrato acima do valor de prevenção (5 mg N L⁻¹) ou do valor máximo permitido (10 mg N L⁻¹) no período de 2001 a 2012

Aquífero	UGRHI	Município	Ponto CETESB	Amplitude de Variação do N-Nitrato no Triênio (mg N L ⁻¹)				
				2001-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012	
Bauru	13	Bauru	BA 0232P	--	--	--	9 – 12	
	15	Cajobi	BA 0023P	0,50 – 1,65	0,87 – 6,15	2,26 – 7,51	2,64 – 7,2	
		Catiguá	BA 0031P	0,36 – 0,92	0,43 – 2,06	1,91 – 6,93	2,49 – 3,01	
		Macedônia	BA 0065P	0,38 – 2,35	<0,20 – 5,19	0,99 – 1,84	0,1 – 2,12	
		Palestina	BA 0265P	--	--	--	4,33 – 5,19	
		Pedranópolis	BA 0095P	0,96 – 2,70	0,47 – 5,08	4,00 – 4,64	4,18 – 5,4	
		São José do Rio Preto	BA 0127P	0,68 – 4,80	0,38 – 7,92	6,96 – 8,39	8,26 – 9,14	
		Uchôa	BA 0147P	0,38 – 4,80	1,16 – 6,90	2,66 – 3,79	3,16 – 4,44	
	16	Avaiá	BA 0010P	3,47 – 5,30	0,21 – 4,52	4,77 – 6,57	5,19 – 8,61	
		Ibirá	BA 0246P	--	--	--	4,08 – 5,65	
		Potirendaba	BA 0103P	0,43 – 1,43	0,4 – 1,22	1,16 – 2,11	0,12 – 5,7	
		Presidente Alves	BA 0104P	2,35 – 3,30	<0,20 – 3,37	2,98 – 4,09	3,46 – 6,58	
	18	Dirce Reis	BA 0026P	<0,05 – 5,75	0,31 – 1,02	1,02 – 1,57	0,89 – 2,17	
		Floreal	BA 0039P	0,44 – 1,75	<0,20 – 5,92	0,49 – 0,72	0,41 – 0,75	
		General Salgado	(a)	0,44 – 1,75	<0,20 – 3,34	5,19 – 5,35	0,11 – 3,08	
		Guzolândia	BA 0293P	--	--	--	2,79 – 8,61	
		Jales	BA 0059P	0,04 – 7,4	0,54 – 2,61	5,98 – 10,9	6,71 – 11,3	
	19	Andradina	BA 0006P	15,0 – 19,2	13,9 – 28,6	14,0 – 20,0	17 – 19	
		Bilac	BA 0014P	1,86 – 2,61	2,60 – 3,47	<0,10 – 5,32	<0,1 – 3,77	
		Guaraçaí	BA 0044P	<0,30 – 0,485	<0,30 – <0,30	0,2 – 5,63	0,23 – 1,35	
		Murutinga do Sul	BA 0076P	5,60 – 22,1	5,69 – 11,6	4,65 – 7,03	5,85 – 7,63	
		Clementina	BA 0028P	2,93 – 4,36	<0,30 – 5,97	6,67 – 7,89	6,78 – 8	
		Monte Castelo	BA 0073P	4,22 – 5,34	5,00 – 8,03	4,42 – 8,68	3,73 – 5,72	
		Nova Independência	BA 0079P	1,47 – 5,72	3,75 – 7,83	5,47 – 7,21	4,27 – 8,14	
	20	Panorama	BA 0088P	2,16 – 2,92	2,45 – 3,24	2,67 – 6,03	2,05 – 3,87	
		Parapuã	BA 0090P	5,19 – 7,57	0,45 – 8,66	5,95 – 10,4	9,5 – 12	
		Pompéia	BA 0211P	--	--	1,6 – 12,4	1,77 – 2,37	
		Pompéia	BA 0203P	--	7,17	3,97 – 8,24	2,46 – 8,7	
		Santa Mercedes	BA 0123P	3,22 – 5,66	3,66 – 6,06	4,19 – 5,10	3,1 – 5,46	
		Tupã	BA 0146P	5,12 – 6,51	0,43 – 6,86	6,72 – 8,37	7,08 – 10	
		Valparaíso	BA 0149P	1,57 – 4,84	2,65 – 8,70	2,52 – 9,77	3,42 – 12	
		Alfredo Marcondes	BA 0002P	<0,30 – 0,713	<0,20 – <0,30	<0,10 – 9,23	0,03 – 0,26	
	21	Álvares Machado	BA 0158P	<0,3	0,3 – 1,62	0,1 – 12,2	<0,03 – 0,28	
		Caiabú	BA 0022P	<0,30 – 0,83	<0,20 – <0,30	0,11 – 5,95	<0,03 – 0,38	
		Flórida Paulista	BA 0040P	0,822 – 3,73	2,87 – 8,06	<0,30 – 9,22	4,65 – 8,28	
		Inúbia Paulista	BA 0052P	8,18 – 14,4	9,62 – 11,2	5,95 – 11,0	8,05 – 11	
		Irapuru	BA 0054P	<0,30 – 0,985	<0,20 – 6,06	<0,10 – 7,01	0,06 – 0,29	
		Mariápolis	BA 0066P	0,909 – 1,31	1,12 – 2,29	<0,3 – 2,51	1,98 – 5,89	
		Oriente (b)	BA0085P	--	--	1,13 – 5,63	2,32	
		Presidente Prudente	BA 0191P	--	1,29 – 6,06	0,47 – 1,70	0,33 – 1,81	
		Quatá	BA 0107P	0,45 – 10,7	0,382 – 5,72	<0,03 – 0,15	0,62 – 2,39	
		Sagres	BA 0117P	0,98 – 1,26	1,21 – 7,07	2,07 – 6,63	0,5 – 9,08	
		22	Teodoro Sampaio	BA 0144P	0,36 – 0,998	<0,30 – 6,78	0,55 – 1,57	0,82 – 1,12
	Serra Geral	8	Miguelópolis	SG 0288P	--	--	--	0,27 – 8,2
		13	Boracéia	SG 0015P	<0,3 – 0,35	<0,2 – <0,3	0,17 – 5,25	0,1 – 0,41
			Dourado	SG 0033P	0,05 – 0,48	0,20 – 7,91	0,68 – 7,03	0,71 – 0,94
	22	Regente Feijó	SG 0188P	--	<0,20 – 8,88	<0,1 – 3,96	0,03 – 0,25	
Guarani	10	Botucatu	GU 0016P	<0,20 – 4,81	<0,20 – 6,66	4,63 – 5,70	4,72 – 5,7	
	12	Orlândia	GU 0086P	1,6 – 6,0	4,75 – 10,2	<0,2 – 7,23	0,05 – 6,76	
	13	Bauru	GU 0013P	<0,3 – <0,3	<0,2 – 11,7	<0,1 – 5,32	<0,03 – 0,27	
		Ribeirão Bonito	GU 0111P	2,44 – 6,60	<0,20 – 6,93	0,50 – 7,10	6,27 – 7,16	
16	Matão	GU 0068P	<0,01 – 0,14	0,1 – 0,42	<0,2 – 13,7	0,15 – 0,28		
Pré-Cambriano	6	São Bernardo Campo (c)	PC 0190N	--	<0,2 – 7,81	10,2 – 11,4	9,44 – 11,7	

(a) Entre 2001 e 2008 foi monitorado o poço BA 0042P e, a partir de 2009, está sendo monitorado o poço BA 0219P; (b) Poço desativado a partir da segunda campanha de 2010; (c) Nascente desativada a partir da 1ª campanha de 2012.

Gráfico 7.2.1 – Série histórica do percentual de poços do Aquífero Bauru, segundo as concentrações de nitrato, no período de 1998 a 2012

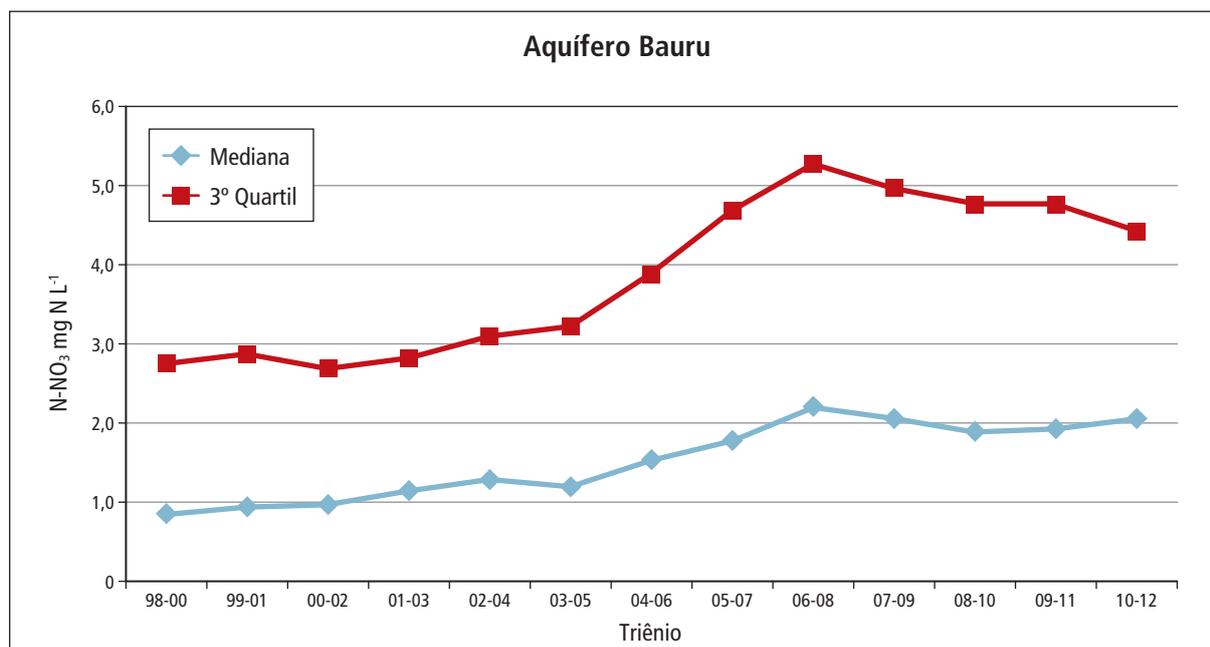


O Aquífero Bauru apresenta os valores mais elevados de mediana (2,0 mg N L⁻¹) e 3º quartil (4,5 mg N L⁻¹) dentre os aquíferos monitorados, mostrando ainda para a mediana uma leve tendência de aumento no período 2010-2012, enquanto para o 3º quartil está ocorrendo uma tendência de queda a partir do triênio 2007-2009 (Gráfico 7.2.2). Esses valores indicam que embora as concentrações mais elevadas de nitrato estejam diminuindo, refletindo inclusive na redução de número de poços contaminados, há uma tendência de aumento naqueles poços cujas concentrações são inferiores a 5 mg N L⁻¹.

Para os pontos da rede de monitoramento integrado, que monitoram o aquífero freático, em áreas rurais, o 3º quartil do nitrato obtido também é elevado, 4,6 mg N L⁻¹, entretanto, a mediana é um pouco inferior a 1 mg N L⁻¹.

O Aquífero Bauru é o principal manancial de água para a maioria dos municípios do oeste paulista e deve ser protegido contra a poluição para o uso sustentável (MODESTO *et al.*, 2009), preocupação a ser considerada na a gestão dos recursos hídricos principalmente nas UGRHIs 15, 16, 19 e 20 que ainda continuam a mostrar tendência de elevação das concentrações de nitrato ou a presença de poços com concentrações elevadas desse poluente.

O maior número de poços com concentrações elevadas de nitrato continua a ser verificado na UGRHI 20, que apresenta 57% dos poços com valores acima de 5 mg L⁻¹. A mediana está acima de 4,5 mg L⁻¹ e 3º quartil acima 7 mg L⁻¹. Na UGRHI 19 também são verificadas elevadas concentrações desse poluente e o 3º quartil permanece superior a 7 mg L⁻¹, como pode ser verificado no capítulo 5.

Gráfico 7.2.2 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Bauru, no período de 1998 a 2012

A tendência de aumento das concentrações de nitrato nas águas do Bauru é bem caracterizada nas UGRHs 15 e 16, com valores de medianas na ordem de 3 mg N L⁻¹ e 4 mg N L⁻¹ e 3º quartil de 4 e 5 mg N L⁻¹, respectivamente.

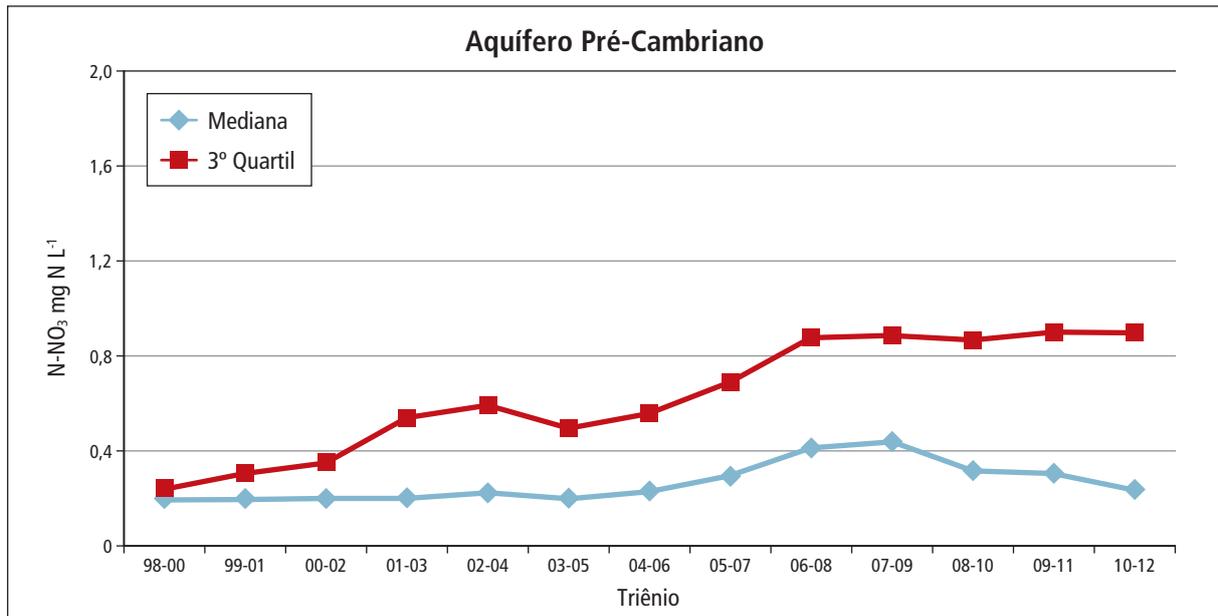
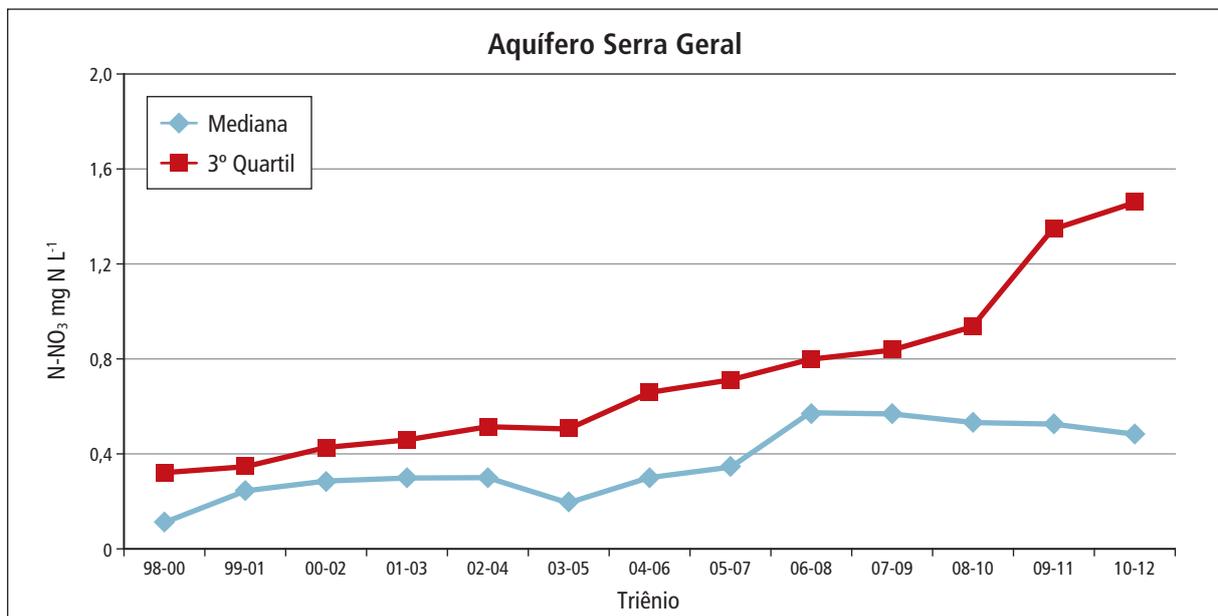
Nos Aquíferos Guarani e Serra Geral, menos de 5% dos poços apresentam concentrações superiores ao valor de prevenção e no Pré-Cambriano, em apenas uma nascente foi ultrapassado o padrão de potabilidade.

Nos Gráficos 7.2.2 a 7.2.4 pode-se observar a evolução das concentrações de nitrato nos últimos quatorze anos para os Aquíferos Pré-Cambriano e Serra Geral, que assim como o Bauru, apresentavam tendência de elevação nas concentrações de nitrato até o triênio 2007-2009.

O Aquífero Serra Geral mostrou uma acentuada tendência de aumento no 3º quartil, embora na mediana tenha ocorrido o inverso, respectivamente com valores de 0,9 e 0,24 mg N L⁻¹. No Aquífero Pré-Cambriano, o 3º quartil apresentou estabilização e a mediana tendência de redução, com valores de 1,46 e 0,48 mg N L⁻¹.

A tendência de redução das medianas pode estar sendo influenciada pela redução dos limites de quantificação das análises químicas efetuadas nesse período em relação aos anteriores. É necessário, portanto, aguardar os resultados do próximo período de monitoramento para confirmar tal tendência.

Os resultados, embora bem inferiores aos do Aquífero Bauru, indicam que também nos Aquíferos Serra Geral e Pré-Cambriano existe alteração da qualidade da água por nitrato, decorrente de atividades antropogênicas. Nos últimos quatorze anos, as concentrações de nitrato dobraram ou triplicaram se considerados os valores do 3º quartil.

Gráfico 7.2.3 – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Pré-Cambriano, no período de 1998 a 2012**Gráfico 7.2.4** – Tendência das concentrações de nitrato no Aquífero Serra Geral, no período de 1998 a 2012

Na primeira avaliação dos resultados da Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade foi possível verificar concentrações elevadas de nitrato no Aquífero Bauru em áreas rurais para os poços de Luizânia, Murutinga do Sul e Vista Alegre do Alto, associadas às atividades de criação de gado e cultivo de cana-de-açúcar e à presença de fossa séptica próxima ao ponto de monitoramento.

7.3 Crômio

Em 1977, a presença de crômio nas águas subterrâneas foi verificada, em concentrações que ultrapassam o padrão de potabilidade, na Formação Adamantina do Grupo Bauru, em poços profundos do município de Urânia (ALMODOVAR, 2000). Posteriormente, foi constatado que concentrações anômalas do elemento ocorriam em outros municípios do noroeste paulista, localizados nos domínios das UGRHIs 15-Turvo/Grande, 16-Tietê /Batalha, 18-São José dos Dourados, 19-Baixo Tietê, 20-Aguapeí, 21-Peixe e 22-Pontal do Paranapanema. A sua quantificação em cerca de 50 municípios do oeste paulista, levou à realização de estudos conduzidos pelo Instituto de Geociências da USP quanto à origem do mesmo (HIRATA, 2004).

O crômio possui dois estados de oxidação no ambiente natural: o hexavalente (Cr^{6+}), mais tóxico, e o trivalente (Cr^{3+}). Concentrações elevadas de crômio podem causar risco à saúde humana, com aparecimento de doenças como o câncer no sistema gastrointestinal.

A presença de crômio nas águas subterrâneas pode estar relacionada à contribuição de rochas, fontes naturais que o disponibilizam por meio de lixiviação dos minerais contendo crômio, cromita principalmente, e às atividades antrópicas relacionadas aos processos industriais: galvanoplastias, siderurgia, fundições, indústria do cimento e de pilhas e na fabricação de produtos químicos utilizados em pigmentos e curtumes.

Os estudos de identificação da relação água-rocha e hidrogeoquímica do crômio na água subterrânea de poços em Urânia, realizados por Marcolan *et al.* (2008) e Bertolo *et al.* (2009), com a coleta de amostras contínuas de rocha para análises mineralógicas e químicas e de amostras estratificadas de água subterrânea, indicaram a existência de dois fatores responsáveis pela presença do metal na água. O primeiro foi a presença do mineral diopsídio cromífero no arenito, com concentrações de cromo de 1.000 a 6.000 ppm. O segundo foi a estratificação hidroquímica do aquífero, com águas mais profundas apresentando pH anormalmente alcalino (superior a 10, variando de 8,5 a 10,7) e águas mais rasas com pH neutro a ligeiramente ácido. A presença de óxidos de manganês e carbonato de cálcio, que elevam o pH da água, favorecem as reações geoquímicas de passagem do crômio da fase sólida para a água, na forma de Cr^{3+} (diopsídios), seguida de reação de oxidação do mesmo para Cr^{6+} . Os elevados valores de pH também favorecem a dessorção e mobilização do íon Cr^{6+} para a água. As concentrações de crômio provavelmente estão associadas também a intensidade de bombeamento para captação de água.

Outras fontes antrópicas também podem originar a contaminação por crômio: lixões, aterros sanitários e industriais, incineradores, fertilizantes fosfatados, assim como a disposição de resíduos industriais em solos agrícolas, como lodos gerados por curtumes, que constitui uma atividade industrial frequente e de grande abrangência na parte ocidental do Estado de São Paulo. Portanto, em função da intensa atividade agrícola e a presença de vários curtumes instalados há décadas nessa região deve-se avaliar todas as possíveis fontes de contaminação das águas subterrâneas por esse metal.

A Tabela 7.3.1 apresenta a relação dos poços monitorados pela CETESB que, no período 2001 a 2012, mostraram concentrações de crômio acima do valor de intervenção. Esses poços representam 27% dos poços monitorados que captam água do Aquífero Bauru. Na Rede de Monitoramento Integrado nenhum poço apresentou concentrações desse elemento em desconformidade com o padrão.

No Aquífero Pré-Cambriano, neste triênio, não foram observadas concentrações pontuais de crômio total superiores a $0,05 \text{ mg L}^{-1}$, anteriormente presentes na UGRHI 6 – Alto Tietê.

Tabela 7.3.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de crômio acima do valor máximo permitido (0,05 mg L⁻¹), no período de 2001 a 2012

Aquífero	UGRHI	Município	Ponto CETESB	Amplitude de Variação do Crômio Total no Triênio (mg L ⁻¹)			
				2001-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012
Bauru	15	Catiguá	BA 0031P	0,03 – 0,12	0,02 – 0,03	0,002 – 0,03	0,016 – 0,021
		Nova Granada	BA 0078P	0,04 – 0,07	0,03 – 0,04	0,02 – 0,05	0,0296 – 0,053
		Palestina	BA 0265P	-	-	-	0,0322 – 0,052
		Uchoa	BA 0147P	0,02 – 0,12	0,02 – 0,02	0,003 – 0,024	0,019 – 0,0296
	16	Potirendaba	BA 0103P	0,03 – 0,11	0,02 – 0,09	0,004 – 0,08	0,022 – 0,076
	18	Aparecida d'Oeste	BA 0007P	0,03 – 0,09	0,02 – 0,06	0,01 – 0,042	0,0272 – 0,0563
		Dirce Reis	BA 0026P	0,06 – 0,12	0,002 – 0,08	0,04 – 0,07	0,0431 – 0,0722
		Floreal	BA 0039P	0,03 – 0,09	0,02 – 0,08	0,024 – 0,04	0,029 – 0,0448
		General Salgado	(a)	0,03 – 0,09	0,05 – 0,08	0,02 – 0,102	0,026 – 0,0342
		Guzolândia	(b)	0,02 – 0,10	0,002 – 0,08	0,054 – 0,075	0,0114 – 0,0634
		Jales	BA 0059P	0,009 – 0,06	<0,0005 – 0,006	0,01 – 0,034	0,01 – 0,0432
		Nova Canaã Paulista	BA 0077P	0,01 – 0,39	0,0009 – 0,03	0,02 – 0,04	0,0208 – 0,04
		Santana da Ponte Pensa	BA 0277P	-	-	-	0,039 – 0,057
		São João das Duas Pontes	BA 0125P	0,05 – 0,09	0,06 – 0,08	0,04 – 0,063	0,0489 – 0,0815
	19	Sud Menucci	BA 0141P	0,06 – 0,09	0,03 – 0,06	0,03 – 0,05	0,041 – 0,0658
	20	Valparaíso	BA 0149P	0,02 – 0,10	0,02 – 0,08	0,001 – 0,056	0,021 – 0,053
	21	Alfredo Marcondes	BA 0002P	0,06 – 0,12	0,07 – 0,09	0,05 – 0,075	0,064 – 0,094
		Álvares Machado	BA 0158P	0,06	0,06 – 0,09	0,04 – 0,07	0,059 – 0,071
		Caiabu	BA 0022P	0,06 – 0,11	0,07 – 0,09	0,03 – 0,07	0,055 – 0,0708
		Flórida Paulista	BA 0040P	0,07 – 0,17	0,002 – 0,08	0,04 – 0,065	0,035 – 0,062

(a) Entre 2001 a 2008 foi monitorado o poço BA 0042P e a partir da 1ª campanha de 2010 está sendo monitorado o poço BA 0219P. (b) Entre 2001 a 1ª campanha de 2010 foi monitorado o poço BA0046P e a partir da 2ª campanha de 2010 está sendo monitorado o poço BA0293P.

É importante mencionar que nessas UGRHIs, o recurso hídrico subterrâneo é a principal fonte de abastecimento público e a água distribuída à população deve receber tratamento adequado antes da sua distribuição. Como a remoção de crômio é onerosa, em alguns municípios onde ocorrem altas concentrações, as concessionárias optaram por trazer água de municípios vizinhos, como é o caso do município de Urânia (CETESB, 2007).

Em função dos riscos à saúde humana, as concentrações de crômio na água captada devem ser monitoradas pelos usuários desse recurso, em especial aqueles que fazem uso das águas subterrâneas como solução alternativa de abastecimento.

7.4 Fluoreto

O flúor é encontrado na natureza na forma dos minerais fluorita e apatita, principalmente. Sua ocorrência está relacionada com soluções hidrotermais e pneumatolíticas em zonas orogênicas ativas presentes e pretéritas e tem seu valor basal na crosta terrestre situado na faixa de 0,05 ppm, sendo que valores maiores são considerados anomalias geoquímicas, cujas concentrações, se muito significativas, podem ser consideradas jazidas minerais (CETESB, 2007).

Alguns processos industriais e agroindustriais são fontes de flúor para o meio ambiente, entre eles podem ser citados as fundições, as cerâmicas, as indústrias de fertilizantes e de rações animais, os abatedouros de animais, entre outras.

Poços monitorados no Aquífero Pré-Cambriano e no Aquífero Tubarão vêm apresentando concentrações de fluoreto que ultrapassam o valor máximo permitido, o que representa risco à saúde humana, podendo provocar fluorose e fluorosteoporose.

No monitoramento da CETESB, foram identificados cinco pontos onde as concentrações de fluoreto na água ultrapassam o valor máximo permitido (Tabela 7.4.1). Destacam-se os poços de captação industrial da UGRHI 5, Aquífero Pré-Cambriano, com concentrações oito vezes superiores ao máximo permitido. O poço de Amparo (PC0152P) foi desativado no ano de 2012 e a indústria de Santo Antonio da Posse não está ativa.

Tabela 7.4.1 – Pontos de monitoramento que apresentaram concentrações de fluoreto acima do valor máximo permitido (1,5 mg L⁻¹), no período de 2001 a 2012

Aquífero	UGRHI	Município	Ponto CETESB	Concentrações máximas e mínimas no Triênio (mg L ⁻¹)			
				2001-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012
Tubarão	9	Pirassununga	TU0267P	-	-	-	1,6 – 1,94
	10	Cesário Lange	TU0027P	1,49 – 1,75	1,25 – 1,79	0,79 – 1,75	1,11 – 1,73
Pré-Cambriano	5	Amparo	PC0152P	9,1 – 16,1	8 – 12	11 – 14	11 – 16
		Santo Antônio da Posse	PC0278P	-	-	-	0,8 – 13
	6	São Paulo	PC0162P	1,94 – 1,96	1,5 – 3,2	2,03 – 2,27	2,01 – 2,46

Perroni *et al.* (1985), que estudaram a presença de teores anômalos de fluoreto no Aquífero Tubarão, verificaram concentrações de <2 até 17 mg L⁻¹, com aumento gradativo de leste para oeste do Estado e teores mais elevados associados às águas mais salinas, alcalinas e classificadas como clorossulfatadas e bicarbonatadas sódicas. Hipolyto *et al.* (2010) também estudaram as anomalias de fluoretos nas águas de poços dos Aquíferos Tubarão e Cristalino, na região de Salto e Indaiatuba, que são águas predominantemente do tipo bicarbonatadas e bicarbonatadas-sulfatadas, com altas concentrações de bicarbonato e sódio e valores de pH entre 7,5 e 10,0. Segundo esses autores a fonte de fluoreto nos Aquíferos Tubarão e Cristalino pode estar associada à percolação de fluidos hidrotermais relacionada aos derrames de lava do Mesozóico associados à abertura do Atlântico Sul e/ou hidrólise de minerais e argilominerais ricos em flúor.

Essas características hidroquímicas são muito similares as do poço TU0027P (Cesário Lange), que apresenta águas com pH alcalino e anomalias para fluoreto e sódio.

Komati (2008), estudando a ocorrência de flúor nas águas de abastecimento público do município de Amparo, no Aquífero Pré-Cambriano, encontrou concentrações inferiores àquelas encontradas pela CETESB no ponto PC0152P, e concluiu que os seus resultados são compatíveis com as rochas e minerais encontradas na região e, por esse motivo, refletem melhor a qualidade da água no município de Amparo.

Estudos realizados sobre as concentrações naturais de flúor em águas subterrâneas do Estado de São Paulo têm reportado sobre a ocorrência de anomalias de fluoreto nos diversos aquíferos da Bacia do Paraná (FRANK *et al.*, 2007).

Na Rede de Monitoramento Integrado foram observadas concentrações de fluoretos próximas de 1,0 mg L⁻¹ em poços que monitoram águas do Aquífero Guarani. Teores elevados tem sido relatados e associados a características geológicas (KIMMELMANN, *et al.* 1990; FRAGA, 1992).

7.5 Atividade estrogênica

A presença de contaminantes no meio ambiente é sem dúvida um motivo de preocupação, especialmente aqueles que podem afetar o sistema endócrino (hormonal) e interferir nos processos de desenvolvimento dos seres humanos e da fauna. Atualmente, tem se adotado o termo interferentes endócrinos (IE) para se referir a esses contaminantes, como forma de harmonizar as inúmeras denominações encontradas na literatura como por exemplo, EDCs (do inglês Endocrine Disrupting Chemicals), desreguladores endócrinos, estrogênios ambientais, entre outros.

Para a detecção desses interferentes endócrinos (IE), à luz do conhecimento atual, tem se utilizado biosensores *in vitro* como BLYES, YES, ER CALUX®, entre outros. Esses biosensores são reconhecidamente excelentes ferramentas bioanalíticas, que se baseiam na ação biológica numa mistura complexa, em contraste com as análises químicas que detectam e quantificam as substâncias individualmente. Entretanto, para fins confirmatórios é essencial uma investigação mais detalhada com o uso de métodos cromatográficos para aquelas amostras que apresentam atividade elevada.

A avaliação da atividade estrogênica (um tipo de interferência endócrina) para fins de triagem (screening) tem sido usada em amostras de águas superficiais, subterrâneas e de abastecimento, com destaque para países como a Holanda e Inglaterra. Neste contexto, a CETESB, de forma pioneira, adotou no ano de 2011 o teste BLYES (Bioluminescent Yeast Estrogen Screen) no monitoramento das águas subterrâneas do Estado de São Paulo.

Ainda não foram definidos valores considerados seguros para a atividade estrogênica em água subterrânea. Existem, porém, trabalhos científicos a fim de estabelecer valores de ação para proteção da saúde humana, com valores de 3,8 e 7 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol (MENNES, 2004; BRAND *et al.*, dados ainda não publicados). Esses valores são usados para definir critérios de qualidade da água destinada ao consumo humano.

O monitoramento de alguns pontos de coleta de águas subterrâneas do Estado de São Paulo teve início em 2011. Numa primeira fase foram avaliados todos os 21 pontos da Rede de Monitoramento Integrado da Qualidade e Quantidade e 12 pontos da Rede de Monitoramento da Qualidade, selecionados em função de sua maior vulnerabilidade, totalizando 33 pontos de amostragem.

Os resultados obtidos no ano de 2011 mostraram que nenhum ponto avaliado apresentou atividade estrogênica detectável. Em 2012, do total de 33 pontos monitorados, os pontos Barretos (SG231P) e Murutinga do Sul (BA0076P) apresentaram atividade estrogênica em uma das campanhas de coleta (0,19 e 0,16 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol respectivamente) e em Analândia (Z-0002GU) foram encontrados 0,11 e 0,38 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol no primeiro e segundo semestres, respectivamente.

Com base nesses resultados, observa-se que o valor de atividade estrogênica mais elevado encontrado nestes locais foi 0,38 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol, considerada uma atividade baixa, pouco acima do limite de quantificação do método (0,1 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol) e também uma atividade muito baixa se a compararmos aos valores utilizados para derivação de critérios de qualidade visando consumo humano (3,8 e 7 ng L⁻¹ equivalentes de estradiol).

Para continuidade dos estudos na rede de monitoramento das águas subterrâneas, a avaliação da atividade estrogênica será realizada novamente nos locais citados que apresentaram resultados positivos e em novos pontos no próximo triênio (2013-2015).

7.6 Considerações Finais

O monitoramento das águas subterrâneas realizado pela CETESB tem identificado problemas regionais que requerem atenção dos órgãos gestores de meio ambiente, recursos hídricos e saúde, de concessionárias e de consumidores de água.

A vulnerabilidade do Aquífero Bauru à contaminação por nitrato tem sido destacada em todos os relatórios, na medida em que as concentrações apresentam tendência de aumento desde a implantação da rede de monitoramento. Embora nesse triênio tenha se observado redução dos poços contaminados na Rede CETESB, continuam as comunicações sobre elevadas concentrações de nitrato em áreas urbanas, realizadas pelos órgãos gestores DAEE e Vigilância Sanitária. Os estudos apontam a necessidade de ampliação e melhoria das redes públicas de coleta e tratamento de esgotos nas áreas urbanizadas e de expansão urbana.

Nas áreas rurais, a aplicação de insumos nitrogenados, sejam de origem sintética ou derivados de resíduos orgânicos e efluentes industriais ou domésticos, requerem a atuação conjunta dos órgãos de meio ambiente, agricultura e recursos hídricos no sentido de disciplinar e garantir a adoção de boas práticas agrícolas para a manutenção da qualidade desse recurso hídrico, largamente utilizado para abastecimento público de água.

Como no relatório anterior, destaca-se que a presença de cromo em concentrações acima do padrão de potabilidade no Aquífero Bauru, fato largamente conhecido, necessita de ações de prevenção à contaminação antropogênica, de modo a não aumentar a concentração natural onerando o abastecimento público de água.

As desconformidades dos parâmetros microbiológicos, verificadas sistematicamente em todas as UGRHIs, podem estar associadas tanto aos sistemas de tratamento de esgotos nas áreas próximas aos pontos monitorados como à deficiência sanitária dos perímetros de proteção dos poços. Além disso, observa-se que os poços estão instalados em áreas adensadas, que em muitos casos impedem o cumprimento do artigo 25 do Decreto Estadual 32.955 de 7 de fevereiro de 1991, que estabelece a instalação de perímetros de alerta contra poluição no entorno dos poços, cuja área é delimitada pela distância percorrida pelas águas do aquífero no tempo de trânsito de 50 dias, tomando-se como base o ponto de captação. Nesse perímetro deve haver disciplina das extrações, controle máximo de fontes poluidoras implantadas e restrições a novas atividades potencialmente poluidoras.

Recomenda-se que os municípios e os órgãos responsáveis pelo abastecimento público adotem medidas para a prevenção à poluição, planejando áreas destinadas à captação das águas subterrâneas para esse uso específico, de modo a delimitar as áreas de proteção quando da instalação de poços ou conjunto de poços tubulares, assim como, a manutenção periódica das instalações de proteção dos poços para evitar a contaminação.

Aos usuários de soluções alternativas de abastecimento, mantém-se a recomendação de monitoramento sistemático das águas, considerando no mínimo os parâmetros desconformes apontados nesse relatório e aqueles potenciais contaminantes, cuja ocorrência na região de instalação dos poços é conhecida, de modo a garantir a proteção de sua saúde.

O monitoramento tem se mostrado importante no conhecimento da qualidade das águas subterrâneas e a ampliação das redes é uma meta contínua. Nesse sentido, recursos captados pelo DAEE e CETESB possibilitarão a instalação de aproximadamente cinquenta novos poços na rede integrada nos próximos quatro anos, permitindo a avaliação conjunta dos aspectos qualitativos e quantitativos das águas subterrâneas.

Ainda no sentido de melhorar o diagnóstico da qualidade das águas, julga-se importante a atuação dos comitês de bacia na promoção de estudos e monitoramento de maior detalhe, bem como a integração das informações obtidas pelas concessionárias e órgãos municipais responsáveis pelo abastecimento público de água e os órgãos gestores DAEE, CETESB e Vigilância Sanitária.

8 • Referências

ALMODOVAR, M.L.M. **A origem natural da poluição por cromo no aquífero Adamantina, município de Urânia (SP)**. 2000. 199 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

BAARS, A.J. et al. **Re-evaluation of human toxicological maximum permissible risk levels**. The Netherlands, Bilthoven: RIVM, 2001. 297 p. (RIVM report 711701025).

BARBOUR, E. D. A. et al. Metodologia para o estabelecimento de valores de referência de qualidade para águas subterrâneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR: ABAS, 2006.

BARISON, M. R. **Estudo Hidroquímico na Porção Meridional do Sistema Aquífero na porção Meridional do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo**. 2003.153f. Tese (Doutorado em Geociências e Ciências Exatas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BERTOLO, R.A.; MARCOLAN, L.N.O., BOUROTTE, C.L.M. Relações água-rocha e a hidrogeoquímica do cromo na água subterrânea de poços de monitoramento multiníveis de Urânia, SP, Brasil. **Revista do Instituto de Geociências - USP**, v. 9, n. 2, p. 47-62, junho 2009. Disponível em www.revistas.usp.br/guspssc/article/download/27463/29235. Acesso em 07 mar. 2013.

BONOTTO, D. M. Doses from Rn-222, Ra-226, and Ra-228 in groundwaters from Guarani aquifer, South America. **Journal of Environmental Radioactivity**, Oxford, v. 76, p. 319-335, 2004.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 145, n. 66, 7 abr. 2008. Seção 1, p. 66-68. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=07/04/2008&jornal=1&pagina=66&totalArquivos=88>>. Acesso em 05 jun.2008.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 146, n. 249, 30 dez. 2009. Seção 1, p 81-84. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=30/12/2009&jornal=1&pagina=81&totalArquivos=104>>. Acesso em: mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde FUNASA. Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, nº1-E, 21 jan. 2001, Seção 1, p.19-23. Republicada no DO nº 38-E, 22 fev. 2001. Seção 1, p.39. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=02/01/2001&jornal=1&pagina=19&totalArquivos=446>>. Acesso em: mar 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004, Seção 1, p.266-270. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=26/03/2004&jornal=1&pagina=266&totalArquivos=92>>. Acesso em: mar 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 148, n. 239, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=14/12/2011&jornal=1&pagina=39&totalArquivos=192>>. Acesso em: mar. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno setorial de recursos hídricos: saneamento**. Brasília: MMA, 2006. 68p.

CASAGRANDE, L. A. R. **Ocorrência de nitrato nas águas subterrâneas na Unidade de Gerenciamento Hídrico Tiête-Jacaré**. 2009. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

CAMPOS, H. C. N. S. **Caracterização e cartografia das províncias hidrogeoquímicas do Estado de São Paulo**. 1993. 117 f. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

CETESB (São Paulo). **Proposta para monitoramento da qualidade das águas subterrâneas: bacia sedimentar de Taubaté**. São Paulo, s.d. 30 p.

_____. **Poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo: estudo preliminar**. São Paulo, 1977. 88 p.

CETESB (São Paulo). **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1996. 90p.

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo - 1997**. São Paulo, 1998. 106 p. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo 1998-2000**. São Paulo, 2001. 96 p. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo 2001-2003**. São Paulo, 2004. 103p + anexos (Série Relatórios).

_____. Decisão de diretoria nº 195-2005- E, de 23 de novembro de 2005. Dispõe sobre a aprovação dos valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo 2005, em substituição aos valores orientadores de 2001, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de São Paulo - Poder Executivo**, SP, 3 de dezembro de 2005, seção 1, v.115, n.227, p.22-23. Disponível em: <http://www.imprensaoficial.com.br/PortalIO/DO/BuscaDO2001Documento_11_4.aspx?link=/2005/executivo%2520secao%2520i/dezembro/03/pag_0022_9MNRLK9H9CDeFV5TE6H1SHGM1.pdf&pagina=22&data=03/12/2005&caderno=Executivo%20&paginaordenacao=10022> Acesso em: mar. 2013.

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo 2004-2006**. São Paulo, 2007. 197p. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo 2007-2009**. São Paulo, 2010. 258p. (Série Relatórios).

COELHO, R. O. **Estudo hidroquímico e isotópico do Aquífero Bauru, sudoeste do estado de São Paulo**. 1996. 103 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. **Hidrologia Subterrânea**. Barcelona: Ed. Omega, 1976. Tomo I. 1154p.

DAEE (São Paulo) et al. **Mapa de águas subterrâneas do estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE: IPT: IG: CPRM, 2005. 3 v. Escala 1:1.000.000

DIAS, C.L. **Critérios para projeto de rede de monitoramento de águas subterrâneas - proposta de implantação na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP**. 2005. 159 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

- DINIZ, H. N.; MAGACHO, M. R. Ocorrência de fluorose na cidade de Lorena relacionada com a presença de fluoretos nas águas de poços tubulares profundos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43, 2006, Aracajú, SE. **Boletim de Resumos...** São Paulo: SBGEO, 2006. v. 1. p. 69.
- FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 2 ed. Fortaleza: CPRM, 2000. 391 p.
- FOSTER, S. et al. **Groundwater quality protection: a guide for water utilities, municipal authorities and environmental agencies**. Washington, D.C: World Bank, 2002. 103 p.
- FRAGA, C. G. **Origem de fluoreto em águas subterrâneas dos sistemas aquíferos Botucatu e Serra Geral da bacia do Paraná**. São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1992, 178p. (Tese de Doutorado).
- FRANK, H. T. et al. Contaminação de flúor dos aquíferos da Bacia do Paraná derivada da desgaseificação de intrusivas da formação serra geral: nova hipótese. In: ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 15.; SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO SUL-SUDESTE, 1., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, RS: ABAS, 2007. Disponível em: <http://www.museum.in.ufrgs.br/Frank_et_al_2007.pdf>. Acesso em 15 abr. de 2010.
- GIAFFERIS, G. P.; OLIVEIRA, E. L. Investigação da qualidade das águas subterrâneas do município de Bauru. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR: ABAS, 2006.
- GRABOW, WOK. Bacteriophages: Update on application as models for viruses in water. **Water SA**, South Africa, v. 27, n. 2, p. 251-269, 2001.
- GODOY, M.T.F. et al. Contaminação das águas subterrâneas por nitrato em Presidente Prudente - SP, Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 63, n. 2, p. 208-214, 2004.
- HIRATA, R. Ocorrência de nitrato e cromo natural em águas subterrâneas. In CICLO DE REUNIÕES TÉCNICAS DO PROÁGUA, 2. 2004, São Paulo, SP. **Palestra...** São Paulo: Centro de Vigilância Sanitária, 2004.
- HYPOLITO, R.; EZAKI, S.; PÉREZ-AGUILAR, A.. Fluoreto nas águas subterrâneas dos aquíferos Tubarão e Cristalino, região de Salto-Indaiatuba (SP). **Revista Escola de Minas**. Ouro Preto. v. 63, n.4, Out./Dez., 2010.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL 2003. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.
- IBGE. **Estimativas das populações residentes, em 1º de julho de 2009, segundo os municípios**. Brasília: IBGE, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP_2009_TCU.pdf>. Acesso em: 21 mar.2010.
- IBGE. **Habitação e Infraestrutura Urbana: esgoto sanitário – nível de atendimento**. Brasília: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil-estado/index.php>>. Acesso em: 25 mar.2013.
- IG/DAEE (São Paulo). **Projeto São José do Rio Preto: restrição e controle do uso de água subterrânea**. São Paulo: SMA:SRH, 2011. 140P. (Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos, n.4).
- KIMMELMANN E SILVA, A. A. Considerações sobre anomalias de fluoreto no Sistema Aquífero Botucatu-Pirambóia, na Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 6., 1990, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: ABAS, 1990. p. 107-111.
- KOMATI, S. H. **Flúor em água e prevalência de fluorose no Estado de São Paulo**. 2008. Dissertação. (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, 2008.
- MARCOLAN, L.N.O.; BOUROTTE, C.L.M.; BERTOLO, R.A. Estratificação das concentrações de cromo hexavalente nas águas subterrâneas do Aquífero Adamantina, Município de Urânia, SP, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15., 2008, Natal. **Anais...** Natal, RN: ABAS, 2008. Disponível em: <aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/.../15770> Acesso em: 14 mar.2013.
- MENNES, W. Assessment of human health risks for oestrogenic activity detected in water samples, using the ER-CALUX assay. **Memo**. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands, 2004.

MODESTO, R.C. et al. Evolução das concentrações de nitrato no Sistema Aquífero Bauru no estado de São Paulo - 1992 a 2007. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 1., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP: CIMAS, 2009.

PERRONI, J. C. A. et al. Ocorrências de fluoreto nos aquíferos da bacia do Paraná no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., 1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP: SBG, 1985. v. 2, p. 503-514.

SANSEVERINO et al. Use of *Saccharomyces cerevisiae* BLYES expressing bacterial bioluminescence for rapid, sensitive detection of estrogenic compounds. **Appl. and Environ. Microbiology**, v.71, p. 4455-4460, 2005.

São Paulo (Estado). Secretaria de Saneamento e Secretaria de Recursos Hídricos. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo**. São Paulo: SSRH/CRHi, 2011. 208p.

_____. **Lei Estadual nº 118, de 29 de junho de 1973**. Autoriza a Constituição de uma sociedade por ações, sob denominação de CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle da Poluição das Águas, e dá providências correlatas. Com alterações posteriores. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Institucional/documentos/lei_118_1973.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2013.

_____. **Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976**. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Com alterações posteriores. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/estadual/decretos/1976_Dec_Est_8468.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2013.

_____. **Lei Estadual nº 13.542, de 08 de maio de 2009**. Altera a denominação da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e dá nova redação aos artigos 2º e 10 da Lei nº118, de 29 de junho de 1973. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, v. 119, n. 85, 9 mai.2009. Seção 1, p.1. Atualizado em 25.03.2013. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.542,%20de%2008.05.2009.htm>>. Acesso em 23 mar. 2013.

_____. **Lei Estadual nº 13.577, de 08 de julho de 2009**. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, v. 119, n. 127, 9 jul. 2009. Seção 1, p. 1-3. Disponível em: <http://www.imprensaoficial.com.br/PortalIO/DO/BuscaDO2001Documento_11_4.aspx?link=/2009/executivo%2520secao%2520ii/julho/09/pag_0001_ARONK3ES724PGe8DERUIOLEP3J2.pdf&pagina=1&data=09/07/2009&caderno=Executivo%20I&paginaordenacao=10001>. Acesso em: 22 fev. 2013.

_____. **Lei Estadual 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. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/1988_Lei_Est_6134.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2013.

SRACEK O & HIRATA R. C. A. Geochemical and stable isotopic evolution of the Guarani Aquifer System in the state of São Paulo, Brazil. **Hydrogeology Journal**, v. 10, p. 643-655, 2002.

VARNIER, C; GUERRA, S. P.; HIRATA, R. Metodologia de avaliação dos padrões de ocupação urbana e contaminação por nitrato nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, Centro-Oeste do estado de São Paulo In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 1., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP: CIMAS, 2009.

VARNIER, C. et al. Nitrato nas águas subterrâneas do sistema aquífero Bauru, área urbana do município de Marília (SP). **Rev. Inst. Geológico**, São Paulo, v. 31, n. 1/22, p. 1-21, 2010.

VARNIER, C. Padrões de Ocupação Urbana e Contaminação por Nitrato nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, Centro-Oeste do Estado de São Paulo. **Relatório Científico Final**. Fapesp, São Paulo, 2012. p. 22.

WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. 3rd ed. Geneva : WHO, 2004. 494p.

9 • Anexos

Anexo 1 – Identificação das Substâncias Orgânicas Voláteis e Pontos Monitorados – Período 2010 a 2012

Anexo 1 – Rede de Monitoramento de Qualidade de Águas Subterrâneas – Substâncias Orgânicas Voláteis analisadas por ponto

UGRHI	Município	Ponto CETESB	Sistema Aquífero	Campanha			
				1ª/2010	2ª/2010	1ª/2011	2ª/2011
2	Roseira	TA0201P	Taubaté	1,1,1,2-Tetracloroetano; 1,1,1-Tricloroetano; 1,1,2,2-Tetracloroetano; 1,1,2-Tricloroetano; 1,1-Dicloro-1-Propeno; 1,1-Dicloroetano; 1,1-Dicloroetano; 1,2,3-Triclorobenzeno; 1,2,3-Tricloropropano; 1,2,4-Triclorobenzeno; 1,2,4-Trimetilbenzeno; 1,2-Dibromoetano; 1,2-Diclorobenzeno; 1,2-Dicloroetano; 1,2-Dicloropropano; 1,3,3,5-Triclorobenzeno; 1,3,5-Trimetilbenzeno; 1,3-Diclorobenzeno; 1,3-Dicloropropano; 1,4-Diclorobenzeno; 1-Cloro-2-Metilbenzeno; 1-Cloro-4-Metilbenzeno; Benzeno; Bromobenzeno; Bromoclorometano; Bromodichlorometano; Bromofórmio; cis-1,2-Dicloroetano; Cloro de Metileno; Cloro de Vinila; Clorobenzeno; Clorofórmio; Dibromoclorometano; Dibromometano; Estireno; Etilbenzeno; Hexaclorobutadieno; Isopropilbenzeno; m,p-Xileno; n-Butilbenzeno; n-Propilbenzeno; o-Xileno; p-Isopropitolueno; sec-Butilbenzeno; terc-Butilbenzeno; Tetracloroeto de Carbono; Tetracloroetano; Tolueno; Trans-1,2-Dicloroetano; e Tricloroetano			
5	Paulinia	SG0199N	Serra Geral				
6	Biritiba-Mirim	PC0234P	Pré-Cambriano				
	Cajamar	PC0209P	Pré-Cambriano				
	Cotia	PC0171P	Pré-Cambriano				
	Embu	PC0163P	Pré-Cambriano				
		PC0180N	Pré-Cambriano				
	Embu-Guaçu	PC0184P	Pré-Cambriano				
	Guarulhos	SP0169P	São Paulo				
		SP0170P	São Paulo				
		SP0187P	São Paulo				
		SP0208P	São Paulo				
	Itapeperica da Serra	PC0174N	Pré-Cambriano				
	Mairiporã	PC0254P ^(a)	Pré-Cambriano				
	Mogi das Cruzes	PC0173P	Pré-Cambriano				
	Poá	PC0178P	Pré-Cambriano				
	Rio Grande da Serra	PC0192N	Pré-Cambriano				
	Salesópolis	PC0274P	Pré-Cambriano				
Santana do Parnaíba	PC0215P ^(b)	Pré-Cambriano					
Santo André	PC0193N	Pré-Cambriano					
São Bernardo do Campo	PC 0190 N	Pré-Cambriano					
	PC0195N	Pré-Cambriano					
São Paulo	PC 0162P	Pré-Cambriano					
	PC0183P	Pré-Cambriano					
	PC0214P	Pré-Cambriano					

(a) Poço não amostrado na 2ª/2010

(b) Poço amostrado somente na 2ª/2010 e 1ª/2011

Anexo 2 – Identificação dos Agrotóxicos e Pontos Monitorados – Período 2010 a 2012

Anexo 2a – Rede de Monitoramento de Qualidade de Águas Subterrâneas – Agrotóxicos analisados por ponto

Município	Sistema Aquífero	UGRHI	Ponto CETESB	Campanha					
				1ª/2010	2ª/2010	1ª/2011	2ª/2011	1ª/2012	
Macedônia	Bauru	15	BA0065P	2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina		2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina	Atrazina Simazina Ametrina	--	
Nova Granada	Bauru	15	BA0078P						
Cajati	Pré-Cambriano	11	PC0237P						
Eldorado	Pré-Cambriano	11	PC0243P				--		--
Barão de Antonina	Tubarão	14	TU0230P				2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina		
Piedade	Pré-Cambriano	10	PC0098P	2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina			Bentazona Atrazina Simazina Ametrina	2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Bentazona Atrazina Simazina Ametrina Metolaclo Molinato Pendimetalina Permetrina Propanil Aldrin Dieldrin alfa HCH beta HCH cis Clordano trans Clordano Endossulfan I delta HCH Endossulfan II Endossulfan Sulfato Endrin Heptacloro Heptacloro Epóxido Hexaclorobenzeno Lindano (gama HCH) Metoxicloro Mirex pp'DDD pp'DDE pp'DDT Clorpirifos Demeton O Demeton S Gution Malation Paration	
Murutinga do Sul	Bauru	19	BA0076P				2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina		
Salmourão	Serra Geral	20	SG0156P	--			2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina Ametrina		
Nuporanga	Serra Geral	12	SG0212P	2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina			2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina		
Palmares Paulista	Bauru	15	BA0087P				2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina		Atrazina Simazina Ametrina
Floreal	Bauru	18	BA0039P				2,4 D 2,4,5 T 2,4,5 TP Atrazina Simazina		Atrazina Simazina Ametrina
Barretos	Serra Geral	12	SG0231P						
Bocaina	Guarani	13	GU0235P	--			Atrazina Simazina		

Anexo 2b – Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas –
Agrotóxicos analisados por ponto

Município	Sistema Aquífero	UGRHI	Ponto CETESB	Campanha	
				1ª/2011	2ª/2011
Adamantina	Bauru	21	Z0001BA	2,4D 2,4,5T 2,4,5TP Bentazona Atrazina Simazina	2,4D 2,4,5T 2,4,5TP Bentazona Ametrina Atrazina Simazina
Analândia	Guarani	5	Z0002GU		
Barretos	Bauru	12	Z0003BA		
Bilac	Bauru	19	Z0004BA		
Brotas	Guarani	13	Z0005GU		
Descalvado	Guarani	9	Z0006GU		
Guaimbê	Bauru	20	Z0008BA		
Luiziânia	Bauru	20	Z0012BA		
Murutinga do Sul	Bauru	19	Z0015BA		
Ribeirão Bonito	Guarani	13	Z0017GU		
Santa Maria da Serra	Guarani	5	Z0018GU		
Santa Rita do Passa Quatro	Guarani	9	Z0019GU		
São Pedro do Turvo	Bauru	17	Z0020BA		
Vista Alegre do Alto	Bauru	15	Z0021BA		
Presidente Prudente	Bauru	22	Z0016BA		
Indiana	Bauru	21	Z0011BA		
Marília	Bauru	21	Z0013BA		
Gália	Bauru	17	Z0007BA	2,4D 2,4,5T 2,4,5TP Atrazina Simazina	
Guarani D' Oeste	Bauru	15	Z0009BA	2,4D 2,4,5T 2,4,5TP Bentazona Ametrina Atrazina Simazina	
Guzolândia	Bauru	18	Z0010BA		
Mirassolândia	Bauru	15	Z0014BA		

Anexo 3 – Metodologias Analíticas

Anexo 3 – Metodologias analíticas utilizadas no monitoramento de qualidade de água subterrânea

Parâmetro	Unidade	Métodos Analíticos
Coleta e preservação de amostras	-	Seção 1060 ^(a)
pH	UpH	Peagâmetro Método 4500 ^(a)
Temperatura	°C	Seção 2550 ^(a)
Condutividade Elétrica	µS cm ⁻¹	Seção 2510B ^(a)
Sólidos Totais Dissolvidos	mg L ⁻¹	Método 2540 D ^(a) gravimetria. Sólidos Dissolvidos a 103-105°C Método ABNT NBR ^(b) 10664 Gravimetria
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	Método 2540 B ^(a) gravimetria. Sólidos totais a 103-105°C Método ABNT NBR ^(b) 10664 Gravimetria
Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 2340B ^(a)
Alcalinidade Hidróxido	mg CaCO ₃ L ⁻¹	Método 2320 ^(a) Potenciometria com eletrodo combinado
Alcalinidade Bicarbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	Método 2320 ^(a) Potenciometria com eletrodo combinado
Alcalinidade Carbonato	mg CaCO ₃ L ⁻¹	Método 2320 ^(a) Potenciometria com eletrodo combinado
Carbono Orgânico Dissolvido	mg C L ⁻¹	Método 5310, item B ^(a) . Método de combustão – infra vermelho.
Alumínio Total	mg Al L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Arsênio Total	mg As L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Bário Total	mg Ba L ⁻¹	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B ^(a) Método 6010C ^(c)
Berílio Total	mg Be L ⁻¹	Método 6010C ^(c)
Boro	mg B L ⁻¹	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B ^(a) Método 6010C ^(c)
Cádmio Total	mg Cd L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Cálcio Total	mg Ca L ⁻¹	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 3120-B ^(a) Método 6010C ^(c)
Chumbo Total	mg Pb L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Cloreto Total	mg Cl L ⁻¹	Método 4500-Cl, Ítem G ^(a) Colorimetria automática com tiocianato de mercúrio Método 4110C ^(a) Cromatografia Iônica
Cobre	mg Cu L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Crômio Total	mg Cr L ⁻¹	Método 3113 ^(a) Espectrometria de absorção atômica-forno de grafite Método 6010C ^(c)
Estanho Total	mg Sn L ⁻¹	Método 6010C ^(c)
Estrôncio Total	mg Sr L ⁻¹	Método 6010C ^(c)
Ferro Total	mg Fe L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Fluoreto Total	mg F L ⁻¹	Método 4500-F, itens B e C ^(a) Potenciometria com eletrodo íon seletivo Método 4110C ^(a) Cromatografia Iônica
Lítio Total	mg Li L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)

Anexo 3 – Metodologias analíticas utilizadas no monitoramento de qualidade de água subterrânea (conclusão)

Parâmetro	Unidade	Métodos Analíticos
Magnésio Total	mg Mg L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Manganês Total	mg Mn L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Merúrio Total	mg Hg L ⁻¹	Método 3112 ^(a) Espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio
Níquel	mg Ni L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Lítio	mg N L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Nitrogênio Amoniacal	mg N L ⁻¹	ISO 1173 ^(d) Colorimetria automática com ácido dicloro isocianídrico Métodos 4500 NH3 B e 4110 B ^(a) Destilação e cromatografia iônica Métodos 4500 NH3 F (a) NBR 10560C ^(d) Método do Fenato ISO 14911 ^(d) Cromatografia Iônica
Nitrogênio Nitrato	mg N L ⁻¹	Método 4110C ^(a) Cromatografia Iônica
Nitrogênio Nitrito	mg N L ⁻¹	Método 4110C ^(a) Cromatografia Iônica
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg K L ⁻¹	ISO 11732 ^(c) e Método 4500 Norg, item b ^(a) Digestão ácida e determinação colorimétrica automática com ácido dicloro isocianídrico Métodos 4500 Norg e 4500 NH3 B e 4110 B ^(a) Digestão ácida, destilação e cromatografia iônica. ISO 14911 ^(c) Cromatografia Iônica
Potássio Total	mg Na L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Sódio Total	mg SO4 L ⁻¹	Método 3120-B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010C ^(c)
Sulfato Total	mg Ti L ⁻¹	Método 4110 C ^(a) Cromatografia iônica. Método 4500 E ^(a)
Titânio Total	mg V L ⁻¹	Método 6010 C ^(c)
Vanádio	mg Zn L ⁻¹	Método 3120 B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010 C ^(c)
Zinco	UFC mL ⁻¹	Método 3120 B ^(a) Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio-ICP/OES Método 6010 C ^(c)
Bactérias Heterotróficas (Contagem Padrão)	P/A 100 mL ⁻¹	Seções 9215 B e 9223 B ^(a)
Coliformes Totais	P/A 100 mL ⁻¹	Seções 9215 B e 9223 B ^(a)
<i>Escherichia coli</i>	Pres/Ausente	Seções 9215 B e 9223 B ^(a)
Bacteriófagos F-específicos	UFP 100 mL ⁻¹	Método 1602 ^(c) – Determinação de bacteriófagos F-específicos e colifagos somáticos em amostras de água pela técnica de camada simples de agar, 2001.
Atividade estrogênica	ng eq. Estradiol L ⁻¹	Extração em fase sólida e atividade estrogênica por BLYES, de acordo com Sanseverino <i>et al.</i> , 2005.
Substâncias Orgânicas Voláteis	µg L ⁻¹	Método EPA 8260 C – Volatile Organics by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (CG/MS) Rev.3. – SW 846 – Test Methods for Evaluating Solid Waste, 1998 ^(c)
Herbicidas Fenoxiácidos Clorados	µg L ⁻¹	Método EPA-8151A Chlorinated Herbicides by Gas Chromatography Using Methylation or Pentafluorobenzoylation – SW 846 – 1998 ^(c)
Herbicidas Triazinas	µg L ⁻¹	Método EPA 8141B – Organophosphorus Compounds by Gas Chromatography Capillary Column Technique – Rev. 02 – SW 846 – 1998 ^(c)
Pesticidas Organoclorados	µg L ⁻¹	Método EPA 8081B Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography Rev.02 – SW 846 – 1998 ^(c)
Pesticidas Organofosforados	µg L ⁻¹	Método EPA 8141B – Rev.02-Organophosphorus Compounds by Gas Chromatography Capillary Column Technique – SW 846 – 1998 ^(c)
Herbicidas Metolacloro; Molinato, Pendimetalina, Permitrina, Propanil	µg L ⁻¹	Método EPA 8141B – Rev.02-Organophosphorus Compounds by Gas Chromatography Capillary Column Technique – SW 846 – 1998 ^(c)

(a) 21ª ou 22ª Edições do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA AWWA WEF); (b) Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR ABNT); (c) United States Environmental Protection Agency (USEPA); (d) International Standardization Organization (ISO).

