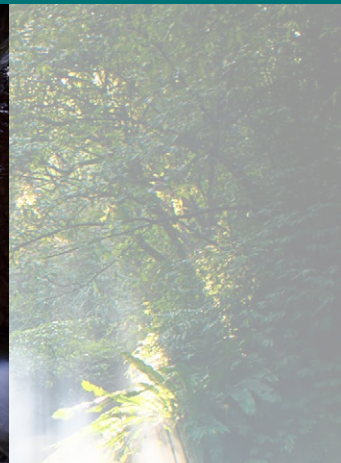
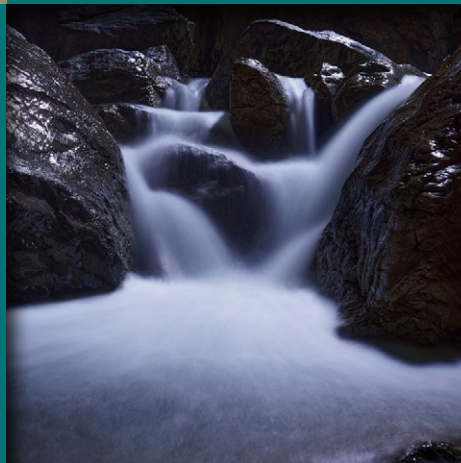


QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

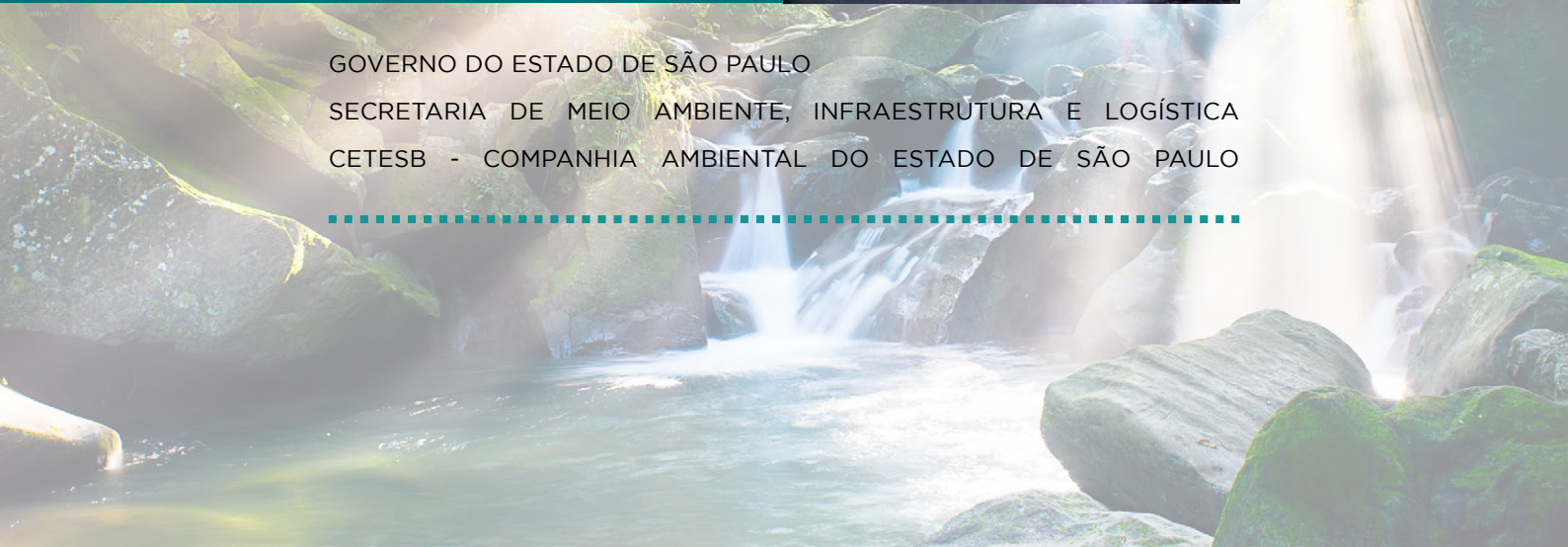


2023

B O L E T I M



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO



Governo do Estado de São Paulo
Tarcísio de Freitas - Governador do Estado de São Paulo

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
Natália Resende - Secretária de Estado

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Thomaz Miazaki de Toledo - Diretor-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Liv Nakashima Costa - Diretora

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Adriano Rafael Arrepia de Queiroz - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carolina Fiorillo Mariani - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

B O L E T I M

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

2023

SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo ▪ 2024

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)
Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo [recurso eletrônico] : boletim 2023 / CETESB ; Equipe técnica Rosângela Pacini Modesto (Coord.) ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2024.
1 arquivo de texto (30 p.) : il. color., PDF ; 4 MB + 5 ap. – (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103).

Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>.

ISBN 978-65-5577-095-7

1. Águas subterrâneas – poluição – controle 2. Águas subterrâneas – qualidade 3. Aquíferos 4. Poços - monitoramento 5. Poços tubulares 6. São Paulo (BR) 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

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2024.

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Biól. Carolina Fiorillo Mariani
Diretora

Departamento de Qualidade Ambiental

Quím. Maria Helena R. B. Martins

Divisão de Qualidade das Águas e do Solo

Biól. Fábio Netto Moreno

Setor das Águas Subterrâneas e do Solo

Geóg. Rosângela Pacini Modesto

Equipe Técnica

Geóg. Rosângela Pacini Modesto (Coord.)

Arq. Fabiano Fernandes Toffoli

Téc. Adm. Marcos Lupertz Reis

Geól. Arthur Coculo Pavese

Geóg. Marise Carrari Chamani

Geól. Geraldo Gilson de Camargo

Est. Tomás de Paula Ullmann

Est. Gabriela Rodrigues Kusznievicz

Amostragem e Análises Laboratoriais

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

Setor de Serviços Administrativos e Documentação

Divisão de Laboratório de Sorocaba

Divisão de Laboratório de Taubaté

Divisão de Microbiologia e Parasitologia

Setor de Análises Toxicológicas

Setor de Química Inorgânica

Setor de Química Orgânica

Projeto Gráfico

Vera Severo

Editoração

Phábrica Produções:

Alecsander Coelho, Daniela Bissiguini, Ércio Ribeiro, Paulo Ciola, Kauê Rodrigues e Rebeca Tonello

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 05459-900 - São Paulo-SP - Brasil

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

Listas

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1.1 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas por UGRHI	19
Quadro 2.1.2 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas por Sistema Aquífero	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1.4.1 – Concentrações de Crômio Total acima do padrão de potabilidade (50 µg/L) em 2023 – Rede de Qualidade.....	22
Tabela 2.1.5.1 – Concentrações de Nitrato acima do Valor de Prevenção (5mg N/L) e do padrão de potabilidade - VMP (10 mg N/L), por campanha de monitoramento em 2023 – Rede de Qualidade.	23
Tabela 2.2.1 – Concentrações de Nitrato acima do Valor de Prevenção (5mg N/L) e do padrão de potabilidade (10 mg N/L), por campanha de monitoramento em 2023 – Rede Integrada.	25

Sumário

1 • Introdução	15
2.1 Rede Estadual de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas.....	17
2.1.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS	18
2 • Qualidade das Águas Subterrâneas em 2023	17
2.1.2 Parâmetros microbiológicos	20
2.1.3 Ferro, Manganês e Fluoreto	21
2.1.4 Crômio.....	21
2.1.5 Nitrato	22
2.1.6 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica.....	24
2.2 Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas.....	24
2.2.1 Nitrato	24
2.2.2 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica.....	25
3 • Considerações finais.....	27
• Referências	29
• Apêndices	
Apêndice A	
Apêndice B	
Apêndice C	
Apêndice D	
Apêndice E.....	

Apresentação

Inspirar mudanças de comportamento e fomentar políticas públicas para a proteção dos recursos naturais e promoção de um futuro sustentável é possível por meio da conscientização da população, baseada na transparência e qualidade das informações sobre a situação do meio ambiente. A missão da Companhia é divulgar o conhecimento adquirido ao longo das décadas de monitoramento ambiental para que a sociedade, a comunidade científica e os administradores públicos possam utilizar esses dados na preservação ambiental.

Os dados gerados são amplamente divulgados, satisfazendo o interesse da população em conhecer a qualidade do ar, das águas dos rios, represas e poços subterrâneos utilizados para o abastecimento público, bem como as condições das praias.

Na página da CETESB na internet, estão disponíveis os relatórios da edição 2023, que sintetizam os relatórios em linguagem direta e refinada, promovendo uma postura mais interativa com a comunidade interessada. Novas oportunidades virão em 2024, sendo enfrentadas com a experiência, esforço e inovação característicos da CETESB.

Boa leitura!

Thomaz Miazaki de Toledo
Diretor-Presidente da CETESB

Resumo Executivo

A CETESB realiza o monitoramento de qualidade das águas subterrâneas em duas redes estaduais de monitoramento. No ano de 2023, o monitoramento ocorreu em 320 pontos da Rede de Qualidade, composta por poços tubulares e nascentes, e em 74 poços de monitoramento da Rede de Qualidade e Quantidade.

Na Rede de Qualidade foram coletadas 629 amostras de águas subterrâneas, das quais 411 amostras estiveram conformes aos padrões nacionais de potabilidade, o que resultou no Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS do estado de São Paulo igual a 65,3 no ano de 2023, sinalizando qualidade Regular da água bruta extraída dos aquíferos, que é destinada principalmente ao abastecimento público. O indicador ficou abaixo do IPAS de 2022, cujo valor obtido foi 70,8, demonstrando piora da qualidade da água bruta que passou da classificação Boa para Regular.

Resultados que não atenderam aos padrões nacionais de potabilidade, definidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, foram observados em alguns poços para os parâmetros Alumínio, Arsênio, Bário, Chumbo, Crômio, Ferro, Manganês, Mercúrio, Sódio, Urânio, Sólidos Dissolvidos Totais, Fluoreto, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal, em suas frações totais, e os indicadores microbiológicos Coliformes Totais e *Escherichia coli*. A análise da série histórica do monitoramento identifica persistência de não conformidade desses parâmetros em alguns poços.

Por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI, o IPAS indicou qualidade Boa da água em oito delas, com valores decrescentes na seguinte ordem: 14-Alto Paranapanema> 22-Pontal do Paranapanema e 5-Piracicaba-Capivari e Jundiaí> 10-Sorocaba-Médio Tietê> 17-Médio Paranapanema> 20-Peixe> 06-Alto Tietê> 9-Mogi, e qualidade Regular na seguinte ordem: 8-Sapucaí Mirim-Grande> 16-Tietê-Batalha> 12-Pardo-Grande>4-Pardo> 13-Tietê-Jacaré> 19-Baixo Tietê e 1-Mantiqueira> 21-Peixe> 2-Paraíba do Sul> 11-Ribeira> 18-São José dos Dourados.

O IPAS calculado para cada sistema aquífero demonstrou qualidade Boa da água com valores decrescentes na seguinte ordem: Furnas> Aquicluda Passa Dois > Guarani> Tubarão. A qualidade Regular da água ficou evidenciada para os sistemas aquíferos: Pré-Cambriano> Serra Geral> São Paulo> Bauru.

As não conformidades da qualidade da água bruta observadas nos poços tubulares da Rede de Qualidade em relação aos padrões de potabilidade indicam a necessidade de seu tratamento para adequação ao consumo humano, cuja atribuição é dos departamentos municipais ou das concessionárias que operam os sistemas de abastecimento público de água e, no caso das soluções alternativas, dos proprietários ou responsáveis de poços. Já o controle e a vigilância da qualidade da água distribuída à população é competência das Coordenadorias de Vigilância em Saúde – COVISA municipais, coordenadas pelo Centro de Vigilância Sanitária – CVS da Secretaria de Estado da Saúde.

Na Rede Integrada Qualidade-Quantidade foram analisadas 148 amostras de água bruta, cujos resultados comparados aos padrões nacionais de potabilidade, se mostraram mais elevados para os parâmetros Alumínio, Bário, Chumbo, Ferro, Manganês, Níquel, Zinco e Nitrato e Nitrogênio Amoniacal.

As substâncias orgânicas voláteis, semivoláteis e agrotóxicos analisados tiveram todos seus resultados abaixo dos padrões legais em ambas as redes de monitoramento e, para a maioria, os resultados ficaram abaixo do limite de quantificação laboratorial. Apenas 4 substâncias voláteis e semivoláteis analisadas foram quantificadas, de um total de 130 analisadas, e 25 agrotóxicos de 115 analisados foram quantificados em concentrações baixas.

1 • Introdução

Este Boletim tem como finalidade divulgar uma síntese dos resultados do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas obtidos em 2023 e realizar uma análise comparativa dos resultados, principalmente em relação aos padrões nacionais de potabilidade, utilizados como referência, com o propósito de ressaltar os parâmetros cujas concentrações superaram os valores máximos permitidos e de quantificar o número de amostras desconformes.

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas é realizado pela CETESB desde 1990 em poços tubulares e nascentes utilizados, principalmente, para abastecimento público, configurando a Rede Estadual de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas. Essa rede tem como objetivos: caracterizar a qualidade das águas subterrâneas brutas; estabelecer Valores de Referência de Qualidade – VRQ por sistema aquífero para cada substância de interesse; avaliar as tendências das concentrações das substâncias monitoradas; identificar áreas com alterações de qualidade; subsidiar as ações de prevenção e controle da poluição do solo e da água subterrânea e de gestão da qualidade do recurso hídrico subterrâneo; avaliar a eficácia dessas ações ao longo do tempo; e subsidiar a classificação e enquadramento das águas subterrâneas, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008. As características da Rede de Qualidade são apresentadas no Apêndice A.

Em 2009, objetivando avaliar alterações da qualidade decorrentes do uso e ocupação do solo, bem como avaliar a variação sazonal e as alterações ao longo do anos do nível freático dos aquíferos foi estruturada, em parceria com o DAEE, a Rede Estadual de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade, constituída por poços dedicados exclusivamente ao monitoramento do nível d'água e da qualidade da porção mais superficial do aquífero freático, cujas características podem ser verificadas no Apêndice A.

Os parâmetros analisados semestralmente são detalhados no Apêndice B, bem como os padrões utilizados como referência para análise dos resultados obtidos e o cálculo do Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS para a Rede de Qualidade, que retrata em especial a condição de qualidade da água subterrânea bruta extraída para abastecimento público.

2 • Qualidade das Águas Subterrâneas em 2023

Na Rede de Qualidade, do total de 640 amostras previstas, apenas onze não foram coletadas, devido a imprevistos causados por serviços de manutenção ou desativação de poços sob responsabilidade de departamentos municipais ou concessionárias de água. Na Rede de Integrada de Qualidade e Quantidade, foram coletadas todas as 148 amostras previstas.

A avaliação de qualidade anual foi realizada por meio da análise comparativa entre os resultados obtidos em 2023 e os padrões nacionais de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021 e do cálculo do Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS para a Rede de Qualidade.

2.1 Rede Estadual de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas

Das 629 amostras de águas subterrâneas coletadas na Rede de Qualidade, 411 amostras se mostraram conformes aos padrões nacionais de potabilidade e 218 tiveram resultados acima dos padrões para um ou mais parâmetros analisados, entre eles: Alumínio (4 amostras), Arsênio (3), Bário (5), Chumbo (1), Crômio (24), Ferro (32), Manganês (31), Mercúrio (2), Sódio (5), Urânio (3), Sólidos Dissolvidos (5), Fluoreto (13), Nitrato (12) e Nitrogênio Amoniacal (2), em suas frações totais, e os indicadores microbiológicos Coliformes Totais (130) e *Escherichia coli* (20).

As 218 amostras de água não conformes se distribuem em três grupos: a) 107 amostras (49%) são associadas apenas aos parâmetros do grupo microbiológico; b) 88 amostras (40,5%) correlacionadas apenas aos parâmetros do grupo inorgânico; c) 23 amostras (10,5%) referentes a não conformidade de ambos os grupos.

O número de amostras e os parâmetros não conformes frente aos padrões de potabilidade, bem como os pontos de monitoramento em que foram observados, são semelhantes aos anos anteriores, como demonstra a série histórica de dados publicada pela CETESB em seus boletins e relatórios de qualidade (2004, 2007, 2010, 2013, 2016, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023).

O Apêndice C resume as informações sobre as amostras coletadas e resultados desconformes por ponto de monitoramento no ano de 2023. Os parâmetros inorgânicos com maior número de não conformidades são Crômio, Ferro, Manganês, Fluoreto e Nitrato.

2.1.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS

Em 2023, a conformidade das amostras em relação aos padrões nacionais de potabilidade foi verificada em 411 de um total de 629 amostras, resultando em um IPAS estadual de 65,3 que caracteriza qualidade Regular para as águas subterrâneas. Esse resultado indica uma piora em relação a 2022, que registrou qualidade Boa com IPAS de 70,8.

Os indicadores calculados por sistema aquífero e Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI são apresentados nos Quadros 2.1.1 e 2.1.2.

Quadro 2.1.1.1 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas por Sistema Aquífero

Aquífero	2022		2023	
	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes
Bauru	63,5	Bário, Coliformes Totais, Chumbo, Crômio, Manganês, Nitrato, <i>Escherichia coli</i>	55	Bário, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i> , Crômio, Ferro, Nitrato
Serra Geral	77,5	Fluoreto, Sódio, Sólidos Totais Dissolvidos, Sulfato, Coliformes Totais	65,2	Coliformes Totais, Crômio, <i>Escherichia coli</i> , Fluoreto, Sódio, Sólidos Totais Dissolvidos
Guarani	78,9	Alumínio, Bário, Manganês, Ferro, Fluoreto, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	76,1	Alumínio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i> , Ferro, Manganês
Tubarão	84,9	Fluoreto, Manganês, Sólidos Totais Dissolvidos, Sódio	75,9	Fluoreto, Manganês, Mercúrio, Nitrogênio Amoniacal, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais
Pré-Cambriano	63,9	Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	67,6	Arsênio, Chumbo, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i> , Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Zinco
Taubaté	85,7	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	53,8	Alumínio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i> , Ferro, Manganês
São Paulo	73,3	Arsênio, Ferro, Coliformes Totais	55,6	Arsênio, Bário, Coliformes Totais, Ferro, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Nitrato
Furnas	100		100	
Aquicluda Passa Dois	62,5	Fluoreto	87,5	Fluoreto
Estado	70,8		65,3	

Boa (67,1 -100%)

Regular (33,1 - 67%)

Ruim (0 -33%)

Quadro 2.1.1.2 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas por UGRHI

UGRHI	2022		2023	
	IPAS	Parâmetros desconformes	IPAS	Parâmetros desconformes
1	25	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	50	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
2	61,8	Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	48,5	Alumínio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i> , Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio
4	67,6	Alumínio, Fluoreto, Manganês, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	63,6	Alumínio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i> , Manganês
5	86,4	Fluoreto, Coliformes Totais	81,8	Fluoreto, Manganês, Mercúrio, Nitrogênio Amoniacal
6	67,3	Ferro, Manganês, Zinco, Coliformes Totais	68,8	Arsênio, Bário, Coliformes Totais, Ferro, Manganês, Nitrato, Sólidos Totais Dissolvidos, Sódio, Zinco
8	83,3	Coliformes Totais	66,7	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
9	75	Chumbo, Ferro, Fluoreto, Coliformes Totais	67,7	Coliformes Totais, Chumbo, Ferro, Fluoreto
10	69,7	Arsênio, Fluoreto, Sódio, Coliformes Totais	74,2	Arsênio, Coliformes Totais, Fluoreto, Manganês, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais
11	45,5	Ferro, Manganês, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	45,5	Coliformes Totais, Chumbo, Ferro, Manganês
12	85	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	65	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
13	72,5	Bário, Manganês, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	62,5	Alumínio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
14	86,7	Ferro, Coliformes Totais	97,4	Ferro
15	76,5	Fluoreto, Nitrato, Coliformes Totais	57,6	Coliformes Totais, Crômio, <i>Escherichia coli</i> , Ferro, Nitrato
16	86,7	Crômio, Coliformes Totais	65,5	Coliformes Totais, Crômio
17	73,7	Bário, Nitrato, Coliformes Totais	73	Bário, Coliformes Totais, Nitrato
18	62,5	Crômio, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	37,5	Coliformes Totais, Crômio, Nitrato
19	60,5	Crômio, Fluoreto, Sulfato, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	50	Coliformes Totais, Crômio, <i>Escherichia coli</i> , Fluoreto, Nitrato, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato
20	60	Bárrios, Chumbo, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	70	Bário, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i> , Nitrato
21	46,7	Bário, Nitrato, Coliformes Totais	46,9	Bário, Crômio, Coliformes Totais, Nitrato, Sódio
22	85,7	Coliformes Totais	81,8	Bário, Coliformes Totais, Nitrato
Estado	70,8		65,3	

Boa (67,1 -100%)

Regular (33,1 - 67%)

Ruim (0 -33%)

Calculado por sistema aquífero, o IPAS classificou como Boa a qualidade para as águas dos sistemas aquíferos Furnas, Guarani, Tubarão e Pré-Cambriano e do Aquíclode Passa Dois, enquanto a qualidade Regular foi observada nos sistemas aquíferos Serra Geral, São Paulo, Bauru e Taubaté.

A qualidade da água classificada pelo IPAS foi Boa para as 8 UGRHIs, listadas em ordem decrescente do indicador: 14 – Alto Paranapanema; 22 – Pontal do Paranapanema; 5-Piracicaba Capivari e Jundiá; 10 – Sorocaba Médio Tietê; 17 – Médio Paranapanema; 20 – Peixe; 6 – Alto Tietê; e 9 – Mogi. Já a qualidade Regular foi identificada em 12 UGRHIs: 8 – Sapucaí-Mirim Grande; 16 – Tietê Batalha; 12 – Pardo Grande; 4 – Pardo; 13 – Tietê-Jacaré; 15 – Turvo-Grande; 1 – Mantiqueira; 19-Baixo Tietê; 2 – Paraíba do Sul; 21 – Peixe; 11- Ribeira do Iguape; e 18-São José dos Dourados.

O parâmetro Bactérias Heterotróficas, que teve o seu valor máximo permitido - VMP suprimido na versão atual dos padrões nacionais de potabilidade, publicada pela Portaria GM/MS nº888/2021, não foi utilizado no cálculo do IPAS de 2022 e 2023.

2.1.2 Parâmetros microbiológicos

A presença de Coliformes Totais foi verificada em 130 amostras, sendo que também foi identificada a presença de *Escherichia coli* em 20 dessas amostras. Em relação ao total de amostras analisadas representam 20,7% e 3%, respectivamente.

As UGRHIs com os maiores percentuais de amostras com presença de Coliformes Totais em relação ao total de amostras coletadas em seu território foram: 19 – Baixo Tietê (57,1%); 1 – Mantiqueira (50%); 12 – Baixo Pardo-Grande (35%); 13 – Tietê-Jacaré (35%); 8 – Sapucaí Mirim-Grande (33.3%) e 15 – Turvo-Grande (33%). A análise por sistemas aquíferos demonstra que os percentuais de amostras não conformes estão no intervalo de 11 a 19% para Pré-Cambriano, São Paulo e Tubarão, enquanto para os demais sistemas aquíferos os percentuais variam de 40 a 65%.

2.1.3 Ferro, Manganês e Fluoreto

Os resultados não conformes de Ferro e Manganês foram observados majoritariamente (~70%) no Sistema Aquífero Pré-Cambriano ou Cristalino (SAC), sendo recorrente nos últimos cinco anos em 11 poços; secundariamente, ocorreram também nos sistemas aquíferos Taubaté, São Paulo, Bauru e Guarani.

O maior número de amostras não conformes de Fluoreto foram associadas também ao SAC (46%), secundariamente ao Tubarão (30%) e ao Serra Geral (15%).

2.1.4 Crômio

As concentrações de Crômio acima do padrão de potabilidade são observadas pelo monitoramento da CETESB predominantemente no Sistema Aquífero Bauru - SAB, sendo eventualmente registradas em outros aquíferos, como o Serra Geral que em 2023 apresentou uma amostra não conforme.

No SAB foram observadas 23 amostras não conformes no ano de 2023, provenientes de 13 poços de

monitoramento, representando 12% das amostras analisadas e 14,4% dos poços monitorados nesse sistema aquífero. O Quadro 2.1.4.1 apresenta os municípios onde estão localizados esses poços e as concentrações de Crômio obtidas.

As fontes desse metal para a água subterrânea podem ser naturais ou antrópicas. As fontes naturais são os minerais que contêm Crômio em sua composição e o disponibilizam por meio de dissolução. As fontes antrópicas estão associadas aos processos industriais como galvanoplastia, siderurgia, fundição, fabricação de cimento, de pilhas e baterias e de produtos químicos utilizados em pigmentos e curtumes. Alguns estudos indicam origem natural, como Marcolan *et al.* (2008) e Bertolo *et al.* (2009), que realizaram pesquisa em Urânia, e associaram a presença do metal dissolvido na água à ocorrência do mineral diopsídio cromífero no arenito, sob condições de pH alcalino em maiores profundidades do aquífero.

Tabela 2.1.4.1 – Concentrações de Crômio Total acima do padrão de potabilidade (50 µg/L) em 2023 – Rede de Qualidade

UGRHI	Município	Sistema Aquífero	Ponto	Crômio (µg/L)	
				1º/2023	2º/2023
15	Palestina	Bauru	BA00265P	56,0	56,8
16	Adolfo	Serra Geral	SG00333P	19,1	66,1
	Ibirá	Bauru	BA00246P	49,9	50,9
	Potirendaba	Bauru	BA00103P	75,6	77,7
18	Dirce Reis	Bauru	BA00026P	66,0	61,6
	General Salgado	Bauru	BA00384P	74,0	67,3
	Guzolândia	Bauru	BA00293P	30,5	54,7
	Pontalinda	Bauru	BA00325P	68,0	65,4
	Santana Da Ponte Pensa	Bauru	BA00277P	77,1	73,5
	São João Das Duas Pontes	Bauru	BA00125P	57,0	56,9
19	Sud Mennucci	Bauru	BA00382P	56,8	52,2
21	Alfredo Marcondes	Bauru	BA00002P	86,7	78,1
	Alvares Machado	Bauru	BA00158P	86,1	66,0
	Florida Paulista	Bauru	BA00040P	69,1	23,4

Resultados em **vermelho** estão acima do padrão de potabilidade de Crômio de 50 µg/L, em **verde** abaixo desse padrão.

2.1.5 Nitrato

A série histórica dos resultados de Nitrato obtidos na Rede de Qualidade demonstra concentrações acima do padrão de potabilidade com destaque para o Sistema Aquífero Bauru, semelhante aos resultados do monitoramento realizado pelos departamentos ou concessionárias de água e coordenadorias municipais de vigilância em saúde, evidenciando a necessidade de tratamento da água para atendimento a esses padrões para o abastecimento público. Outros sistemas aquíferos ocasionalmente apresentam resultados acima do padrão.

No Sistema Aquífero Bauru, de 191 amostras de água coletadas em 2023, 11 apresentaram resultados de Nitrato superiores ao padrão de potabilidade (10 mg N/L), oriundas de 7 poços, correspondendo a 5,8%

das amostras e 7,2% dos poços representativos desse sistema aquífero (Quadro 2.1.5.1). Concentrações acima do Valor de Prevenção - VP (5 mg N/L) foram registradas em 23 amostras de água coletadas de 22 poços, ou seja 12% das amostras do SAB.

No Sistema Aquífero São Paulo, um poço apresentou um resultado de Nitrato acima do padrão de potabilidade e outro acima de VP. Amostras com resultados entre 5 mg N/L e 10 mg N/L também foram encontrados sistemas aquíferos Guarani e Pré-Cambriano, em 2 e 3 poços respectivamente.

Tabela 2.1.5.1 – Concentrações de Nitrato acima do Valor de Prevenção (5mg N/L) e do padrão de potabilidade - VMP (10 mg N/L), por campanha de monitoramento em 2023 – Rede de Qualidade.

UGRHI	Município	Sistema Aquífero	Ponto	Nitrato (mg N/L)	
				1º/2023	2º/2023
4	São José do Rio Pardo	Pré-Cambriano	PC00390P	5,00	6,00
6	São Paulo	São Paulo	SP00425P	8,15	14,60
9	Itapira	Pré-Cambriano	PC00328P	7,10	5,51
11	Apiaí	Pré-Cambriano	PC00228P	4,49	5,26
12	Orlândia	Guarani	GU00086P	7,00	7,00
13	Ribeirão Bonito	Guarani	GU00111P	7,00	6,00
	Bauru	Bauru	BA00385P	5,76	3,15
15	Onda Verde	Bauru	BA00264P	4,00	7,00
	Santa Adélia	Bauru	BA00332P	<i>n.a.</i>	6,00
	São José do Rio Preto	Bauru	BA00127P	13,00	16,00
	Uchoa	Bauru	BA00147P	5,00	6,00
16	Avaí	Bauru	BA00010P	4,90	6,33
17	Quatá	Bauru	BA00377P	17,43	17,59
18	Guzolândia	Bauru	BA00293P	12,00	6,00
	Jales	Bauru	BA00059P	12,00	7,00
19	Pereira Barreto	Bauru	BA00379P	3,03	6,34
20	Clementina	Bauru	BA00028P	13,70	14,97
	Monte Castelo	Bauru	BA00073P	7,66	8,17
	Nova Independência	Bauru	BA00079P	5,45	5,64
	Parapuã	Bauru	BA00409P	5,66	5,70
	Pompeia	Bauru	BA00203P	6,39	2,88
	Tupã	Bauru	BA00146P	8,36	6,76
	Valparaíso	Bauru	BA00149P	3,24	5,14
21	Bastos	Bauru	BA00339P	11,53	11,78
	Flórida Paulista	Bauru	BA00040P	5,22	9,08
	Inúbia Paulista	Bauru	BA00052P	6,57	6,58
22	Pirapozinho	Bauru	BA00424P	17,62	8,58

n.a – não analisado.

Resultado em verde é igual ou inferior ao VP (5mg N/L), em amarelo é superior ao VP e inferior ou igual ao padrão de potabilidade (10 mg N/L) e em vermelho superior ao padrão de potabilidade.

Os teores de Nitrato na água subterrânea são geralmente baixos, sendo que concentrações superiores a 5 mg N/L são indicadoras de contaminação antrópica (FEITOSA *et al.*, 2008) provenientes de fontes como fossas sépticas ou negras, vazamento de rede de esgotamento sanitário, influência de rios contaminados na zona de captação de poços e uso de fertilizantes nitrogenados. As concentrações superiores a 10 mg N/L representam risco à saúde humana, podendo desencadear doenças como metahemoglobinemia e câncer do sistema digestório.

2.1.6 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica

As substâncias orgânicas analisadas nas amostras de água subterrânea foram os agrotóxicos dos grupos I e II, substâncias orgânicas voláteis e semivoláteis, descritas no Apêndice B.

Os agrotóxicos do grupo I foram analisados em 62 amostras de água de 32 pontos de monitoramento e os agrotóxicos do grupo II em 41 amostras de 21 pontos. Ensaio analítico para fenóis e outras substâncias voláteis e semivoláteis foram realizados em 137 amostras de 71 pontos de monitoramento.

Apenas 14 amostras apresentaram concentrações quantificáveis para essas substâncias, porém nenhuma delas com resultados acima dos valores máximos permitidos. As substâncias quantificadas foram Clorofórmio, Diclorometano, 2,4-Diclorofenol, Cafeína, e os agrotóxicos Aldrin, p,p'-DDD (TDE), Imidacloprido e Metolaclo e S-Metolaclo, cujas concentrações e poços estão descritos no Apêndice C.

A atividade estrogênica foi avaliada em 56 amostras de água de 32 poços e todos os resultados foram inferiores ao Limite de Quantificação (1 ng/L equivalentes de estradiol), que por sua vez é inferior aos valores de referência de 3,8 e 7 ng/L equivalentes de estradiol para a água destinada ao abastecimento público, citado em artigos científicos (BRAND *et al.*, 2013; MENNES, 2004). A avaliação da atividade estrogênica, realizada pelo teste de BLYES, é uma triagem para identificação da presença de interferentes endócrinos, capazes de interferir no desenvolvimento de seres humanos e da fauna.

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

As 148 amostras de água da Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas foram coletadas em 74 piezômetros, que monitoram a porção mais rasa dos aquíferos, em profundidade média de 40 m.

Os ensaios analíticos realizados foram os mesmos executados na Rede de Qualidade, com exceção dos parâmetros microbiológicos, e os resultados, comparados aos padrões de potabilidade, demonstraram concentrações totais acima desses padrões para: Alumínio (2); Bário (5); Chumbo (12); Ferro (19), Manganês (14); Níquel (1); Zinco (1); Nitrato (13); e Nitrogênio amoniacal (1). Esses resultados são apresentados no Apêndice D.

2.2.1 Nitrato

As concentrações de Nitrato acima do Valor de Prevenção (5 mg N/L) e do padrão de potabilidade (10 mg N/L) foram verificadas apenas no Sistema Aquífero Bauru, demonstrando sua vulnerabilidade também na porção mais rasa do aquífero. Em relação ao total das amostras analisadas no SAB (115), 8,6% dos resultados ficaram no intervalo de 5 mg N/L a 10 mg N/L, e 11,7 % acima de 10 mg N/L, como mostra a Tabela 2.2.1.1.

2.2.1.1 – Concentrações de Nitrato acima do Valor de Prevenção (5mg N/L) e do padrão de potabilidade (10 mg N/L), por campanha de monitoramento em 2023 – Rede Integrada.

UGRHI	Município	Sistema Aquífero	Ponto	Nitrato (mg N/L)	
				1ª/2023	2ª/2023
15	Guarani d'Oeste	Bauru	BA05009Z	5,57	8,26
	Paraíso	Bauru	BA05056Z	12	11,3
	Tanabi	Bauru	BA05064Z	8,19	8,81
	Vista Alegre do Alto	Bauru	BA05021Z	11,1	10,4
17	Gália	Bauru	BA05007Z	11,7	11,6
18	Magda	Bauru	BA05025Z	28	44,4
19	Araçatuba	Bauru	BA05031Z	10,8	9,53
	Guararapes	Bauru	BA05033Z	8,39	7,8
	Promissão	Bauru	BA05059Z	8,35	11,1
20	Luziânia	Bauru	BA05012Z	28,9	26,7
	Monte Castelo	Bauru	BA05051Z	25,9	9,58
22	Santo Anastácio	Bauru	BA05062Z	5,44	3,82

Resultado em verde é igual ou inferior ao VP (5mg N/L), em amarelo é superior ao VP e inferior ou igual ao padrão de potabilidade (10 mg N/L) e em vermelho superior ao padrão de potabilidade.

2.2.2 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica

Os agrotóxicos foram analisados nas 148 amostras dos 74 pontos de monitoramento. A maioria dos resultados ficou abaixo do limite de quantificação laboratorial e, portanto, abaixo dos padrões legais. Apenas 31 amostras (20,9%) apresentaram uma ou mais substâncias orgânicas quantificáveis, cujas concentrações por ponto de monitoramento estão descritas no Apêndice D. As substâncias quantificadas foram: Acetamipride, Alacloro, Ametrina, Amicarbazona, Atrazina, Atrazina+s-clorotriazina, Carbendazim, Carfentrazona-etílica, Ciproconazol, Clomazona, Clorantraniliprol, Clorpirifós-etílico, Clotianidina, Diuron, Epoxinacozol, Fipronil, Imidacloprido, Metolacoloro, S-metolacoloro, Sulfentrazona, Tebuconazol, Tebutiuron e Tiametoxan.

Os ensaios de atividade estrogênica foram realizados em 64 amostras de água coletadas em 55 piezômetros da Rede Integrada. Todos os resultados obtidos são inferiores ao limite de quantificação do método (1 ng/L equivalentes de estradiol).

3 • Considerações finais

Os resultados de 2023 indicam um IPAS de 65,3, inferior ao registrado no ano anterior (70,8), mas não evidenciam variações significativas em comparação aos dados históricos obtidos nas redes de monitoramento, com base em um programa de monitoramento robusto que analisou 629 amostras com ensaios físicos, químicos, microbiológicos e toxicológicos.

O monitoramento contínuo e a análise dos resultados de qualidade das redes de águas subterrâneas executados pela CETESB são fundamentais para identificar tendências, possíveis variações sazonais e a evolução do Índice de Potabilidade das Águas Subterrâneas (IPAS). Esta ferramenta tem se mostrado essencial para a tomada de decisões e para planejamento de estratégias de gestão deste importante recurso hídrico utilizado no abastecimento público de cerca de 80% dos municípios do estado de São Paulo.

As principais conclusões do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas de 2023 estão contidas no Resumo Executivo que inicia este Boletim.

Referências

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. Geologia USP, Série Científica, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 47-62, jun. 2009.

BRAND, W. et al. Trigger values for investigation of hormonal activity in drinking water and its sources using CALUX bioassays. **Environmental International: a journal of environmental**. USA, Rockville Pike, v. 55, p. 109–118, May 2013.

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://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=07/04/2008&jornal=1&pagina=66>>. Acesso em: setembro 2023.

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: <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2017/09/resolucao-conama-420-2009-gerenciamento-de-acs.pdf>>. Acesso em: agosto 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor 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, 04 de mai. 2021, Seção 1, p. 127. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: agosto 2023.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 1998-2000**. São Paulo, 2001. 96 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2023.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2001-2003**. São Paulo, 2004. 211 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2023.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2004-2006**. São Paulo, 2007. 197 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2007-2009**. São Paulo, 2010. 258 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2010-2012**. São Paulo, 2013. 242 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2013-2015**. São Paulo, 2016. 308 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2016-2018**. São Paulo, 2019. 291 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo. Boletim 2017**. São Paulo, 2018. 81p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo. Boletim 2019**. São Paulo, 2020. 92p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo. Boletim 2020**. São Paulo, 2021. 81p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Decisão de Diretoria nº 125-2021-E, de 09 de dezembro de 2021**. Dispõe sobre a Aprovação da Atualização da Lista de Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, Seção I, São Paulo, ed. 131 (240), 17 de dez. 2021, p. 60. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/DD-125-2021-E-Atualizacao-dos-Valores-Orientadores-paa-solo-e-aguas-subterraneas.pdf>>. Acesso em: novembro 2022.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2019-2021**. São Paulo, 2022. 242 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo. Boletim 2022**. São Paulo, 2023. 65p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2024.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3.ed. Fortaleza: CPRM, 2008. 812 p. Disponível em: [https:// https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/14818](https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/14818). Acesso em: out 2024.

HEALTH CANADA, 1989. **Guidelines for Canadian drinking water quality: Guideline technical document - Azinphos-methyl**. Disponível em: <<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-azinphos-methyl.html>>. Acesso em: outubro 2022.






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. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 22, 2008. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 15º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal, RN, 2008.

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.



Secretaria de  **SÃO PAULO**
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística GOVERNO DO ESTADO

Acompanhe as redes sociais da CETESB:

-  Site: cetesb.sp.gov.br
-  Facebook: facebook.com/cetesbsp
-  LinkedIn: linkedin.com/company/cetesb
-  Instagram: instagram.com/cetesbsp
-  SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp