



2022-2024

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

BOLETIM SÍNTESE



Secretaria de
Meio Ambiente,
Infraestrutura e
Logística

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

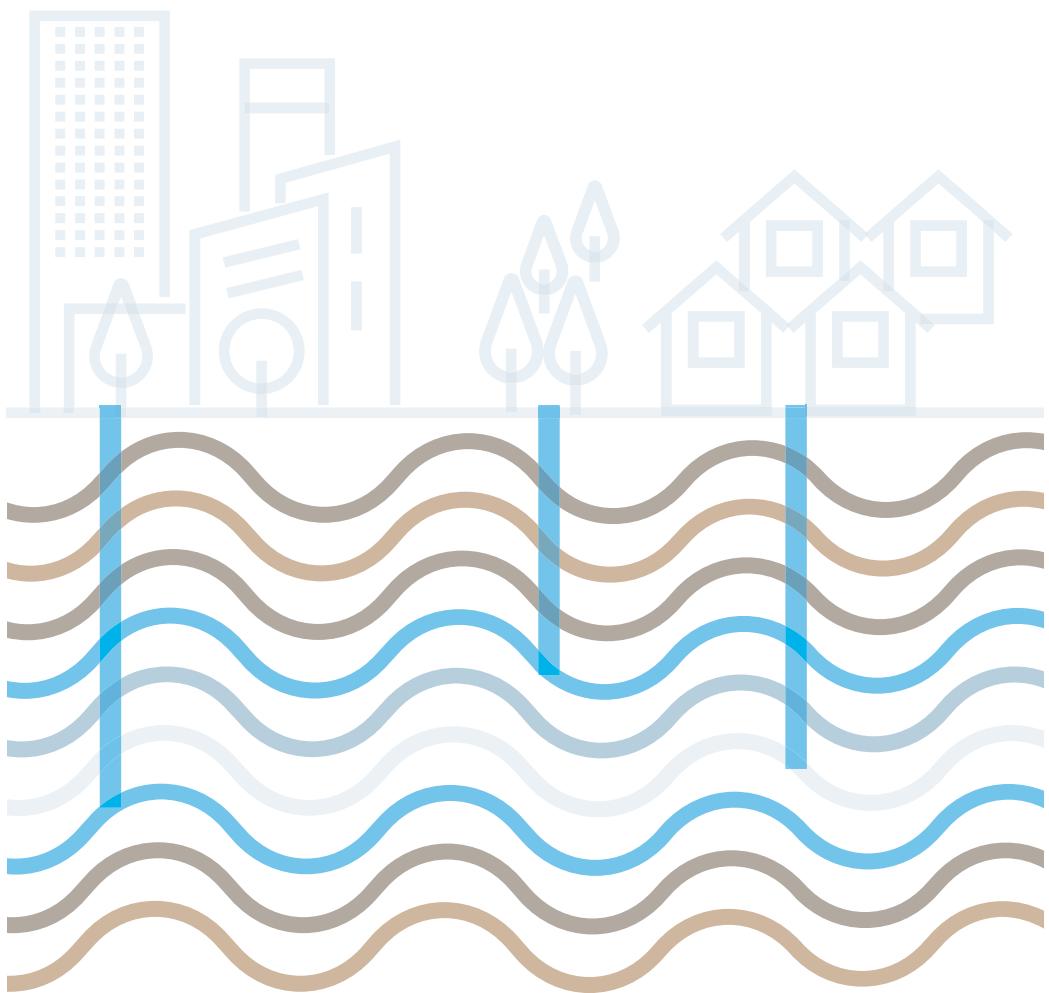
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Liv Nakashima Costa - Diretora

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

Diretoria de Qualidade Ambiental
Maria Helena R. B. Martins - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 2022-2024

BOLETIM SÍNTESE

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

São Paulo
2025

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Quím. Maria Helena R. B. Martins

Departamento de Qualidade Ambiental
Biól. Fábio Netto Moreno

Divisão de Qualidade das Águas e do Solo
Farm. Bioq. Lilian Barrella Peres

Setor das Águas Subterrâneas e do Solo
Eng. Agr. Paloma Ribeiro Bertoni

Equipe Técnica

Geóg. Rosângela Pacini Modesto (Coord.)	Eng. Agr. Paloma Ribeiro Bertoni
Arq. Fabiano Fernandes Toffoli	Téc. Adm. Marcos Lupertz Reis
Eng. Geól. Luand Roberto Aparecido Piassa	Biól. Gisela Vianna Menezes
Biól. Paulo Fernando Rodrigues	Est. Geóg. Felipe Ibanez Giuntini
Biól. Mara Magalhães Gaeta Lemos	Est. Gest. Amb. Lucineia Fernandes Lima

Amostragem e Análises Laboratoriais

Divisão de Amostragem	Divisão de Laboratório de Taubaté
Divisão de Laboratório de Campinas	Divisão de Microbiologia e Parasitologia
Divisão de Laboratório de Cubatão	Setor de Análises Toxicológicas
Divisão de Laboratório de Limeira	Setor de Química Inorgânica
Divisão de Laboratório de Marília	Setor de Química Orgânica
Divisão de Laboratório de Ribeirão Preto	Setor de Serviços Administrativos e Documentação
Divisão de Laboratório de Sorocaba	

Colaboração

Setor de Biblioteca e Memória Institucional - CETESB
Eng. Gré de Araújo Lobo – DAEE/CTH
Geól. José Eduardo Campos – DAEE/DRH

Editoração/ Diagramação

Lucas Lima/ Tikinet

Impressão

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

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
Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>

Listas

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1 – Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas no estado de São Paulo.....	12
Figura 2.2.1 –	22

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1.1.1.a – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, por UGRHI	14
Quadro 2.1.1.1.b – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, por aquífero	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1.1.2.b – Pontos de monitoramento do SAG, SAC e Serra Geral com concentrações de Nitrato acima de 5 mg N L ⁻¹ - Rede de Qualidade	17
Tabela 2.1.1.3 – Pontos de monitoramento com concentrações de Crômio Total acima do padrão de potabilidade (50 µg L ⁻¹) – Rede de Qualidade	18
Tabela 2.1.1.4.a – Substâncias orgânicas quantificadas nos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade.....	19
Tabela 2.2.1.1 – Pontos de monitoramento da Rede Integrada com concentrações de Nitrato acima de 5 mg N L ⁻¹ – Rede Integrada	23
Tabela 2.2.1.3 – Substâncias orgânicas quantificadas nos pontos de monitoramento da Rede Integrada	24

Sumário

Apresentação	11
1 • Introdução	12
2 • Redes de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo.....	13
2.1. Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas	13
2.1.1. Resultados da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas	13
2.1.1.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS	13
2.1.1.2 Nitrato	18
2.1.1.3 Crômio	20
2.1.1.4. Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica	21
2.2. Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas.....	23
2.2.1. Resultados da Rede de Monitoramento Integrada de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas	24
2.2.1.1 Nitrato	26
2.2.1.2 Crômio	27
2.2.1.3 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica	27
3 • Considerações Finais.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

Apresentação

Enfrentar os efeitos das mudanças climáticas — como ondas de calor, secas prolongadas e temperaturas severas — exige conhecimento, preparo e ação coordenada. A CETESB contribui com esse esforço por meio do monitoramento ambiental contínuo, que há décadas oferece dados confiáveis sobre a qualidade do ar, das águas interiores e subterrâneas, das praias e das águas costeiras no Estado de São Paulo.

Essas informações são essenciais para orientar políticas públicas, promover decisões baseadas em evidências e ampliar a consciência ambiental da população. Em 2024, os relatórios anuais mantêm o compromisso com a transparência e trazem uma visão atualizada sobre as condições ambientais do estado, reforçando a missão da Companhia de proteger os recursos naturais e fomentar um futuro sustentável.

As publicações estão disponíveis na página da CETESB, com linguagem acessível e rigor técnico, a serviço da sociedade, da comunidade científica e dos gestores públicos.

Com experiência, inovação e responsabilidade, seguimos avançando.

Boa leitura!

Thomaz Miazaki de Toledo
Diretor-Presidente da CETESB

1 • Introdução

Este Boletim tem como finalidade divulgar a síntese dos resultados do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas obtidos no triênio 2022 a 2024 e apresentar 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 semestralmente 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 monitoradas pela CETESB no estado de São Paulo;
- 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;
- subsidiar a classificação e enquadramento das águas subterrâneas, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008.

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 dos anos do nível freático dos aquíferos foi estruturada, em parceria com o então Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), atual Agência de Águas do Estado de São Paulo (SP-Águas), 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. O monitoramento desta Rede também possui frequência semestral.

2 • Redes de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo

2.1. Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas

Durante o período 2022-2024, foram monitorados semestralmente 320 pontos representativos de oito aquíferos, com análise de mais de sessenta parâmetros, entre substâncias inorgânicas, orgânicas, microbiológicas, de atividade estrogênica e substâncias emergentes. Ao longo dos anos, a rede foi sendo ampliada em termos de representatividade territorial e sistemas aquíferos até atingir as características atuais (Figura 2.1.1).

2.1.1. Resultados da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas

Em 2022, a Rede contava com 317 pontos de monitoramento, nos quais foram coletadas 624 amostras; já em 2023, a Rede com 320 pontos possibilitou a coleta de 629 amostras. Finalmente em 2024, das 640 amostras previstas para o ano, foram coletadas 636 amostras. Portanto, no triênio, foram realizadas 1889 amostras das 1914 previstas. A ausência das amostras deveu-se fundamentalmente à manutenção dos poços ou sua desativação, impedindo assim a coleta.

2.1.1.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS

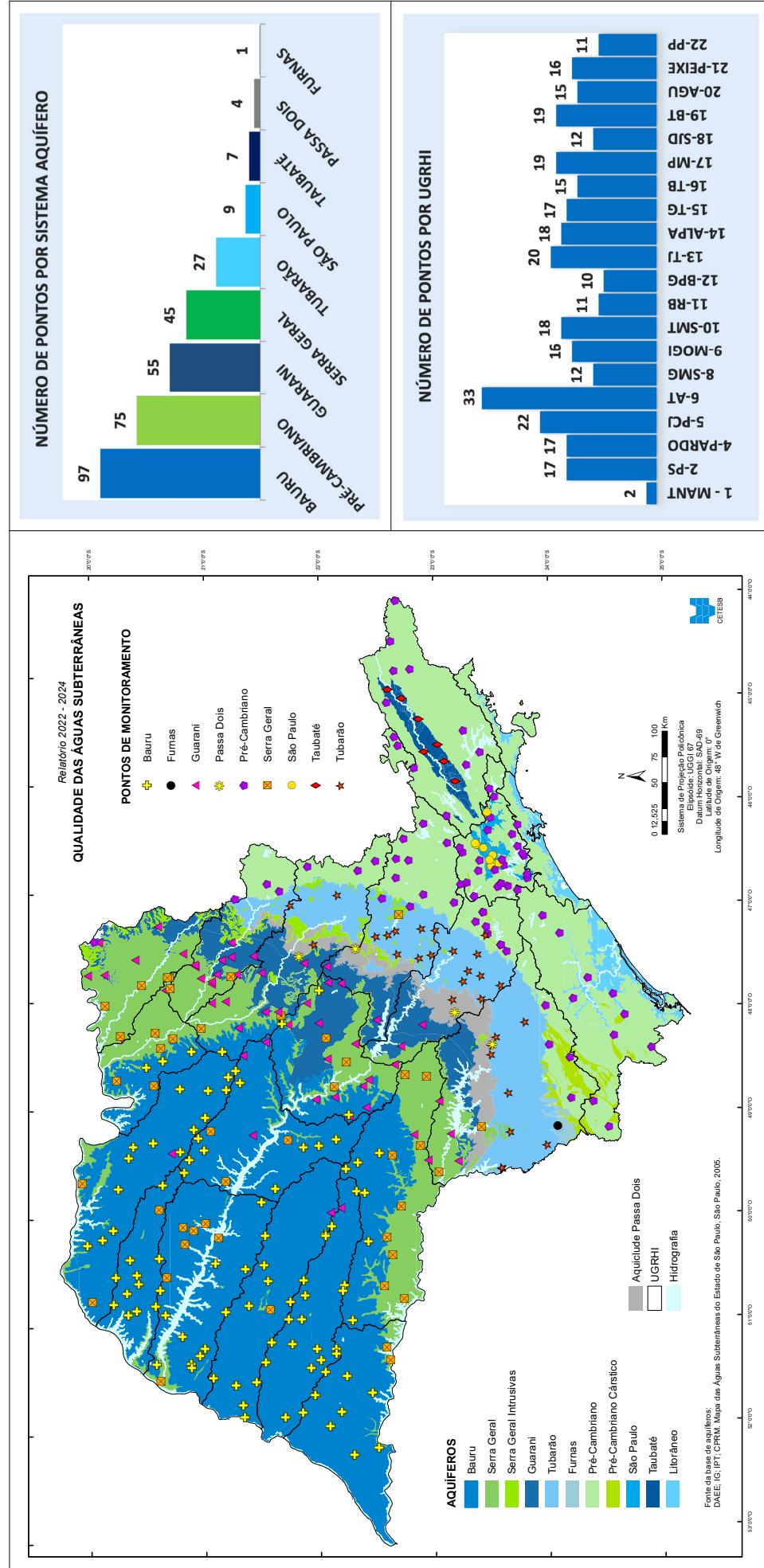
O IPAS representa o percentual de amostras de águas subterrâneas em conformidade com os padrões nacionais de potabilidade segundo a Portaria GM/MS n º 888/2021, que define os limites máximos permitidos que representam risco à saúde humana e organolépticos das águas destinadas ao consumo humano. O indicador é calculado a partir dos resultados obtidos pela Rede de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, e possui 3 classes de qualidade:

Qualidade	IPAS
Boa	67,1 - 100
Regular	33,1 - 67
Ruim	0 - 33

Resumidamente, o indicador demonstra as condições de potabilidade das águas brutas monitoradas pela CETESB. O IPAS é aplicado distintamente nas Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – UGRH e nos Sistemas Aquíferos monitorados.

De um modo geral, as águas subterrâneas monitoradas pela CETESB apresentam as mesmas desconformidades identificadas ao longo da série histórica de dados. O IPAS do estado de São Paulo no ano de 2022 apresentou o melhor resultado, 70,8, caracterizando a qualidade como Boa, sendo que em 2023 houve uma queda no índice para 65,3, qualidade Regular, e em 2024 apresentou uma pequena melhora para 66,7, permanecendo na faixa de qualidade Regular.

Figura 2.1.1 – Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo



Como nos anos anteriores, a contaminação microbiológica ocorreu de forma disseminada nos poços monitorados das UGRHIs e Sistemas Aquíferos, sendo que das 1881 amostras coletadas no triênio, 357 apresentaram alguma contaminação microbiológica, notadamente por Coliformes Totais (356). Relativamente às outras desconformidades observadas, verificou-se a presença das frações totais de Alumínio, Arsênio, Bário, Chumbo, Crômio, Ferro, Manganês, Mercúrio, Sódio, Urânio e Zinco, além da ultrapassagem dos Valores Máximos Permitidos de Sólidos Totais Dissolvidos (SDT) e os ânions Nitrato, Fluoreto, Sulfato, além de Nitrogênio Amoniacial.

Relativamente aos pontos monitorados nas UGRHIs, observa-se que as 5 – PCJ, 9 - Mogi, 10 – Sorocaba-Médio Tietê, 14 – Alto Paranapanema, e 22 – Pontal do Paranapanema apresentaram Qualidade Boa das águas subterrâneas nos três anos, com contaminação microbiológica disseminada em todas elas. Na UGRHI 5 e 9, as principais desconformidades foram de Fluoreto e de Ferro e Manganês. Na UGRHI 10, além desses três parâmetros, verificou-se a presença constante de Arsênio, Sódio e SDT. Na UGRHI 14, Ferro e Manganês e na UGRHI 22, Bário e Nitrato.

Nas UGRHIs 4 – Pardo, 6 – Alto Tietê, 8 - Sapucaí Grande, 12 – Baixo Pardo-Grande, 13 Tietê Jacaré 15 – Turvo – Grande16 – Tietê- Batalha, 17 – Médio Paranapanema e 20 – Aguapeí verificou-se alternância de qualidade Regular e Boa no triênio. Na UGRHI 4, ressalta-se a presença de Alumínio, enquanto nas UGRHI 6 e 13, a presença de Arsênio, Bário, Ferro, Manganês e Zinco, além de Nitrato observado de forma isolada. Nas UGRHIs situadas na porção noroeste e oeste do estado, como as UGRHIs 15 e 16, verificou-se a presença de Crômio e Nitrato, além da presença pontual de Chumbo e Ferro. Nas UGRHI 17 e 20, observou-se a presença recorrente de Bário e Nitrato.

As UGRHIs 2 – Paraíba do Sul, 11 – Litoral Sul-Ribeira do Iguape, 18 – São José dos Dourados, 19 – Baixo Tietê e 21 – Peixe apresentaram qualidade regular durante o triênio analisado. Verifica-se que na UGRHI 2 é constante a presença de Ferro, Manganês, Urânio e Fluoreto, na UGRHI 11 as concentrações de Chumbo, Ferro e Manganês também são constantes. Como observado anteriormente, as UGRHIs localizadas na porção oeste do estado como as UGRHIs 18, 19 e 21 - Peixe mostraram resultados acima dos padrões de potabilidade recorrentes para Crômio e Nitrato; na UGRHI 19 verificou-se ainda a presença de Fluoreto, Sódio, Sulfato e SDT superior aos padrões nacionais para consumo humano.

Finalmente, UGRHI 1- Mantiqueira apresentou qualidade de água considerada Ruim em 2022 e Regular nos demais períodos, devido à contaminação microbiológica.

Considerando a qualidade das águas, verifica-se que em 2022 os Sistemas Aquíferos Bauru (SAB) e Pré-Cambriano (SAC) assim como o Aquíclide Passa Dois apresentaram qualidade Regular enquanto os demais sistemas apresentaram qualidade Boa. Em 2023, os Sistemas Aquíferos Bauru, Guarani (SAG), Tubarão (SAT) e Furnas (AF) mantiveram a qualidade Boa, enquanto os Sistemas Aquíferos Serra Geral (SASG), Taubaté (SATA) e São Paulo (SASP) diminuíram a qualidade de Boa para Regular, e o SAC e o Aquíclide Passa Dois melhoraram a qualidade para Boa. No ano de 2024 as classes de qualidade foram mantidas em relação ao ano de 2023 para todos os Sistemas Aquíferos, com exceção do Serra Geral que passou de uma qualidade Regular para Boa, e do Pré-Cambriano e do Aquíclide Passa Dois que passou de Boa para Regular.

O IPAS para o triênio pode ser visualizado por UGRHI e Sistema Aquífero nos Quadros 2.1.1.1.a e 2.1.1.1.b.

Quadro 2.1.1.1.a – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, por UGRHI

UGRHI	2022		2023		2024	
	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes
1	25,0	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	50,0	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	50,0	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
2	61,8	Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	48,5	AlumínioFerro , Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	47,1	Ferro, Manganês, Fluoreto, Urânio, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
4	67,6	Alumínio, Fluoreto, Manganês, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	63,6	Alumínio, Manganês, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	69,7	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
5	86,4	Fluoreto, Coliformes Totais	81,8	Fluoreto, Manganês , Mercúrio, Nitrogênio Amoniacal	82,9	Ferro, Manganês, Fluoreto, Coliformes Totais
6	67,3	Ferro, Manganês, Zinco, Coliformes Totais	68,8	Arsênio, Bário, Ferro, Manganês, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sódio, Zinco, Coliformes Totais	60,6	Arsênio, Bário, Ferro, Manganês, Nitrato, Coliformes Totais
8	83,3	Coliformes Totais	66,7	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	82,6	Coliformes Totais
9	75,0	Chumbo, Ferro, Fluoreto, Coliformes Totais	67,7	Chumbo, Ferro, Fluoreto, Coliformes Totais	70,0	Ferro, Fluoreto, Manganês, Coliformes Totais
10	69,7	Arsênio, Fluoreto, Sódio, Coliformes Totais	74,2	Arsênio, Fluoreto, Manganês, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Coliformes Totais	72,2	Arsênio, Ferro, Fluoreto, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Manganês, Coliformes Totais
11	45,5	Ferro, Manganês, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	45,5	Chumbo, Ferro, Manganês, Coliformes Totais	36,4	Chumbo, Ferro, Manganês, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
12	85,0	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	65,0	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	85,0	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
13	72,5	Bário, Manganês, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	62,5	Alumínio, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	53,8	Alumínio, Ferro, Manganês, Nitrato, Zinco, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
14	86,7	Ferro, Coliformes Totais	97,4	Ferro	91,2	Manganês, Coliformes Totais
15	76,5	Fluoreto, Nitrato, Coliformes Totais	57,6	Crômio, Ferro, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	79,4	Crômio, Fluoreto, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
16	86,7	Crômio, Coliformes Totais	65,5	Crômio, Coliformes Totais	71,0	Chumbo, Crômio, Ferro, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
17	73,7	Bário, Nitrato, Coliformes Totais	73,0	Bário, Nitrato, Coliformes Totais	55,3	Bário, Fluoreto, Mercúrio, Nitrato, Coliformes Totais
18	62,5	Crômio, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	37,5	Crômio, Nitrato, Coliformes Totais	41,7	Alumínio, Crômio, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
19	60,5	Crômio, Fluoreto, Sulfato, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	50,0	Crômio, Fluoreto, Sulfato, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	60,5	Crômio, Fluoreto, Sódio, Sulfato, Sólidos Dissolvidos Totais, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
20	60,0	Bários, Chumbo, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	70,0	Bário, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	65,5	Bário, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
21	46,7	Bário, Nitrato, Coliformes Totais	46,9	Bário, Crômio, Nitrato, Sódio, Coliformes Totais	56,3	Bário, Crômio, , Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. Coli</i>
22	85,7	Coliformes Totais	81,8	Bário, Nitrato, Coliformes Totais	100	
Estado	70,8		65,3		66,7	

Qualidade das águas subterrâneas:



Boa (67,1-100%)



Regular (33,1-67%)



Ruim (0-33%)

Quadro 2.1.1.1.b – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, por aquífero

Aquífero	2022		2023		2024	
	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes
Bauru	63,5	Bário, Chumbo, Crômio, Manganês, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	55,0	Bário, Crômio, Ferro, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	60,3	Bário, Crômio, Chumbo, Ferro, Manganês, Nitrato, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
Serra Geral	77,5	Fluoreto, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Coliformes Totais	65,2	Crômio, Fluoreto, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	71,1	Fluoreto, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Mercúrio, Coliformes Totais
Guarani	78,9	Alumínio, Bário, Ferro, Fluoreto, Manganês, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	76,1	Alumínio, Ferro, Manganês, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	78,1	Alumínio, Ferro, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>
Tubarão	84,9	Fluoreto, Manganês, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais	75,9	Fluoreto, Manganês, Mercúrio, Nitrogênio Amoniacal, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais	78,0	Fluoreto, Manganês, Sólidos Dissolvidos Totais, Sódio, Coliformes totais
Pré-Cambriano	63,9	Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	67,6	Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Zinco, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	62,7	Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes totais, <i>E. coli</i>
Taubaté	85,7	Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	53,8	Alumínio, Ferro, Manganês, Coliformes Totais, <i>E. coli</i>	64,3	Ferro, Manganês, Coliformes totais, <i>E. coli</i>
São Paulo	73,3	Arsênio, Ferro, Coliformes Totais	55,6	Arsênio, Bário, Ferro, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Nitrato, Coliformes Totais	50,0	Arsênio, Bário, Ferro, Manganês, Nitrato
Aquiclude Passa Dois	62,5	Fluoreto	87,5	Fluoreto	57,1	Ferro, Fluoreto, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais
Furnas	100		100		100	
Estado	70,8		65,3		66,7	

Qualidade das águas subterrâneas:



Boa (67,1-100%)



Regular (33,1-67%)



Ruim (0-33%)

2.1.1.2 Nitrato

Em águas subterrâneas, o Nitrato apresenta-se comumente em baixas concentrações, sendo as concentrações acima de 5 mg N L⁻¹ indicadoras de contaminação antrópica (FEITOSA *et al.*, 2008), valor esse adotado pela CETESB como Valor de Prevenção, enquanto o consumo da água com concentrações de Nitrato acima de 10 mg N L⁻¹ (Portaria GM/MS n° 888/2021) pode gerar riscos à saúde humana, aumentando a probabilidade de ocorrência de doenças como a metahemoglobinemia (cianose) e o câncer gástrico.

O Sistema Aquífero Bauru - SAB, que é um aquífero livre e possui vasta área de afloramento no território paulista vem apresentando, de forma absoluta e proporcional, o maior número de poços com resultados de Nitrato superiores ao padrão de potabilidade demonstrando sua vulnerabilidade à contaminação por essa substância (CETESB, 2001, 2004, 2007, 2010, 2013, 2016, 2019; 2022; Modesto *et al.*, 2009).

As Tabelas 2.1.1.2a e 2.1.1.2b apresentam os resultados das análises de Nitrato realizadas nos poços da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas para o triênio 2022-2024.

Tabela 2.1.1.2.a – Pontos de monitoramento do SAB com concentrações de Nitrato acima de 5 mg N L⁻¹ - Rede de Qualidade

UGRHI	Município	Ponto	Nitrogênio Nitrato (mg N L ⁻¹)					
			1 ^a /2022	2 ^a /2022	1 ^a /2023	2 ^a /2023	1 ^a /2024	2 ^a /2024
13	Bauru	BA00385P	13,6	13,1	5,8	-	13,3	15,0
15	Onda Verde	BA00264P	5,4	-	-	7,0	-	-
	Pedranópolis	BA00095P	-	-	-	-	-	5,4
16	Santa Adélia	BA00332P	6,7	6,0	6,0	-	-	-
	São José do Rio Preto	BA00127P	14,0	13,0	13,0	16,0	11,0	13,0
17	Uchôa	BA00147P	6,2	6,0	-	6,0	-	5,2
	Avaí	BA00010P	-	6,0	-	6,3	6,9	6,1
18	Quatá	BA00377P	18,9	18,6	17,4	17,6	18,1	17,0
19	Guzolândia	BA00293P	13,1	12,0	12,0	6,0	7,0	6,3
	Jales	BA00059P	7,3	9,0	12,0	7,0	6,0	7,0
20	Pereira Barreto	BA00379P	5,2	5,3	-	6,3	5,7	5,5
	Andradina	BA00387P	19,8	-	-	-	-	-
21	Clementina	BA00028P	10,6	11,6	13,7	15,0	15,0	11,0
	Dracena	BA00241P	10,7	-	-	-	-	-
	Monte Castelo	BA00073P	7,2	7,8	7,7	8,2	7,8	7,9
	Nova Independência	BA00079P	7,1	5,9	5,5	5,6	5,8	6,3
	Parapuã	BA00409P	5,9	5,9	5,7	5,7	5,5	5,1
	Pompéia	BA00203P	6,6	7,2	6,4	-	-	-
	Tupã	BA00146P	6,6	6,8	8,4	6,8	7,7	6,3
	Valparaíso	BA00149P	-	-	-	5,1	-	CANC
22	Bastos	BA00339P	10,6	9,1	11,5	11,8	12,3	11,7
	Flórida Paulista	BA00040P	-	-	5,2	9,1	8,5	7,6
	Inúbia Paulista	BA00052P	10,4	6,6	6,6	6,6	6,7	7,1
	Mariápolis	BA00066P	5,3	-	-	-	-	-
22	Pirapozinho	BA00424P	NI	9,6	17,6	8,6	8,8	8,6

Destaque em negrito para resultados superiores ao padrão de potabilidade de 10 mg N L⁻¹; '-' resultados inferiores a 5 mg N L⁻¹.
CANC - cancelada, NI - não implantado.

Tabela 2.1.1.2.b – Pontos de monitoramento do SAG, SAC e Serra Geral com concentrações de Nitrato acima de 5 mg N L⁻¹ - Rede de Qualidade

UGRHI	Município	Ponto ¹	Nitrogênio Nitrato (mg N L ⁻¹)					
			1 ^a /2022	2 ^a /2022	1 ^a /2023	2 ^a /2023	1 ^a /2024	2 ^a /2024
4	São José do Rio Pardo	PC00390P	5,6	-	-	6,0	-	5,4
5	Amparo	PC00404P	-	-	-	-	-	6,0
6	São Paulo	PC00428P	-	-	-	-	6,0	-
	São Paulo	SP00425P	NI	NI	8,2	14,6	7,0	12,3
8	Miguelópolis	SG00288P	-	7,0	-	-	-	-
9	Itapira	PC00328P	7,7	6,9	7,1	5,5	7,1	7,8
10	Botucatu	GU00406P	-	-	-	-	6,0	-
11	Apiaí	PC00228P	-	5,2	-	5,3	5,3	5,1
12	Orlândia	GU00086P	-	6,0	7,0	7,0	8,0	7,2
13	Jaú	SG00389P	-	-	-	-	-	5,1
	Ribeirão Bonito	GU00111P	7,3	8,0	7,0	6,0	-	6,5
21	Marília	GU00207P	-	-	-	-	-	5,0

¹ Letras iniciais do ponto correspondem aos aquíferos: GU - Guarani; PC - Pré-Cambriano; SG - Serra Geral; e SP - São Paulo.

Destaque em negrito para resultados superiores ao padrão de potabilidade de 10 mg N L⁻¹; '-' resultados inferiores a 5 mg N L⁻¹.

NI - poço foi integrado à Rede a partir de 2023.

No SAB, as concentrações de Nitrato ultrapassaram o padrão de potabilidade, de 10 mg N L⁻¹, em 11 poços, contabilizando 35 amostras, ou seja, 6% do total analisado. Em 71 amostras de 25 poços, os resultados ficaram acima do Valor de Prevenção de 5 mg N L⁻¹.

Esses resultados confirmam a vulnerabilidade do SAB à contaminação por Nitrato, visto que dos 574 resultados obtidos na Rede de Qualidade, 106 apresentaram concentrações acima dos valores de prevenção e do padrão de potabilidade, o que equivale a 18% do total das amostras nesse período.

Por outro lado, no Sistema Aquífero Guarani - SAG, nenhum poço apresentou resultado maior do que o padrão de potabilidade, enquanto quatro poços mostraram concentrações acima do Valor de Prevenção, para 12 amostras (4% do total). No Sistema Aquífero Pré-Cambriano (SAC) como no SAG, nenhum poço ultrapassou o padrão de potabilidade, mas, no triênio, em 15 amostras (3% do total) de 5 poços foram anotadas ultrapassagens do Valor de Prevenção. No Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), o Nitrato foi detectado entre 5 e 10 mg N L⁻¹ em 2 amostras (1% do total) de dois poços.

Todos os poços do SAB listados na Tabela 2.1.1.2a mostraram situação semelhante aos triênios analisados anteriormente, quais sejam 2013-2015, 2016-2018 e 2019-2021. Para os poços dos outros sistemas aquíferos que tiveram concentrações acima do Valor de Prevenção, o mesmo ocorre.

2.1.1.3 Crômio

A presença do Crômio Total em água subterrânea pode ser oriunda de fontes naturais ou antrópicas. Fontes naturais são constituídas por minerais que contêm Crômio, cuja dissolução pode ocorrer sob condições específicas de pH e potencial Redox em subsuperfície, culminando na transferência desse elemento para a fase dissolvida. Já as fontes antrópicas constituem-se de processos industriais de galvanoplastia, siderurgia, fundição, de fabricação de cimento, pilhas, baterias e de produtos químicos utilizados em pigmentos e

curtumes, aterros sanitários e industriais mal operados, e por meio da aplicação de fertilizantes fosfatados e da disposição de resíduos em solo agrícola. A toxicidade do Crômio depende do seu estado de oxidação, sendo que a forma oxidada de Crômio (Hexavalente - Cr VI) é mais tóxica que a forma reduzida (trivalente – Cr III). A exposição a concentrações elevadas de Crômio Hexavalente por inalação, ingestão ou contato dérmico, pode gerar riscos à saúde humana e provocar problemas respiratórios, gastrointestinais, hematológicos, reprodutivos e de desenvolvimento (ATSDR, 2012).

Desde 1996, quando do início do monitoramento do Crômio Total na Rede de Qualidade, a CETESB vem sistematicamente constatando concentrações elevadas desse metal nas águas subterrâneas do SAB.

O terceiro quartil das concentrações de Crômio Total no SAB apresentou variação trienal de 30 a 37,4 µg L⁻¹ no período de 2004 a 2024, consideravelmente acima dos demais sistemas aquíferos monitorados. No presente triênio o 3º quartil de Crômio Total no SAB de 30,6 µg L⁻¹ representa oito vezes o valor encontrado no SASG, dez vezes nos SAG e SAT e Aquífero Furnas, e mais de quarenta vezes os valores encontrados nos Sistemas Aquíferos, São Paulo e Tubarão. A Tabela 2.1.1.3. apresenta os 13 poços do SAB cujas concentrações de Crômio Total ultrapassaram o padrão de potabilidade de 50 µg L⁻¹ no triênio 2022-2024, de 60 amostras (10%) e uma amostra de poço SASG.

Tabela 2.1.1.3 – Pontos de monitoramento com concentrações de Crômio Total acima do padrão de potabilidade (50 µg L⁻¹) – Rede de Qualidade

UGRHI	Município	Ponto ¹	Crômio Total (µg L ⁻¹)					
			1 ^a /2022	2 ^a /2022	1 ^a /2023	2 ^a /2023	1 ^a /2024	2 ^a /2024
15	Palestina	BA00265P	-	-	56,0	56,8	64,7	63,8
16	Adolfo	SG00333P	-	-	-	66,1	-	-
	Bady Bassitt	BA00334P	-	64,5	-	-	72,0	75,8
	Ibirá	BA00246P	-	-	-	50,9	134	123
	Potirendaba	BA00103P	69,0	-	75,6	77,7	74,1	77,9
18	Dirce Reis	BA00026P	-	-	66,0	61,6	58,1	63,9
	General Salgado	BA00384P	-	53,3	74,0	67,3	61,0	-
	Guzolândia	BA00293P	57,9	-	-	54,7	-	-
	Pontalina	BA00325P	60,6	-	68,0	65,4	60,9	59,8
	Santana da Ponte Pensa	BA00277P	70,4	56,2	77,1	73,5	68,8	86,9
	São João das Duas Pontes	BA00125P	58,1	-	57,0	56,9	60,3	51,4
21	Alfredo Marcondes	BA00002P	76,4	82,7	86,7	78,1	72,6	69,5
	Alvares Machado	BA00158P	61,5	64,2	86,1	66,0	64,6	54,1
	Flórida Paulista	BA00040P	59,7	69,6	69,1	-	-	-

¹ Letras iniciais do ponto correspondem aos aquíferos: BA- Bauru; e SG - Serra Geral.

'-' resultados inferiores a 50 µg L⁻¹.

2.1.1.4. Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica

No triênio 2022 a 2024 foram realizados ensaios das substâncias orgânicas definidas como agrotóxicos, substâncias orgânicas voláteis - VOCs e semivoláteis - SVOCs, fenóis, ensaios de atividade estrogênica – BLYEs, além de cafeína, frequentemente utilizada como indicador de contaminação por esgoto sanitário.

Na Rede de Qualidade foram realizados ensaios de substâncias orgânicas e de atividade estrogênica em 178 pontos perfazendo um total de 700 amostras e 35.871 substâncias analisadas no período. A atividade estrogênica foi determinada em 41 pontos, totalizando 157 ensaios.

Apenas 39 amostras de água apresentaram uma ou mais substâncias com resultados acima do limite de quantificação laboratorial, sendo identificadas 15 substâncias diferentes, conforme Tabela 2.1.1.4. Todos os resultados obtidos são inferiores aos padrões de potabilidade ou valores orientadores definidos para proteção à saúde humana, para aquelas substâncias presentes na legislação nacional.

As substâncias com maior ocorrência foram: Clorofórmio (14), utilizado para limpeza e desinfecção; Dimetoato (8) e Imidacloprido (3), inseticidas empregados em plantações; Metolacloro (4) e Tebutiuron (3), herbicidas aplicados em plantações e pastagens. Para as demais substâncias, em sua maioria, foi registrado apenas um evento.

Tabela 2.1.1.4.a – Substâncias orgânicas quantificadas nos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade (Continua)

UGRHI	Município	Ponto ¹	Parâmetro	Data Amostra	Resultado ($\mu\text{g L}^{-1}$)	VMP ($\mu\text{g L}^{-1}$)
4	Mococa	PC00357P	Dimetoato	05/10/2022	0,0028	1,2 ^{a,c}
	Santa Cruz da Esperança	GU00121P	Dimetoato	28/09/2022	0,0031	1,2 ^{a,c}
	São Simão	GU00134P	Imidacloprido	29/03/2023	0,0473	NL
				25/03/2024	0,0424	
				19/09/2024	0,0772	
			p,p'-DDD (TDE)	28/09/2022	0,003	1 ^{a,c}
				29/03/2023	0,005	
	Serrana	GU00138P	Dimetoato	28/09/2022	0,0031	1,2 ^{a,c}
6	São Paulo	SP00417P	Bromodiclorometano	30/06/2022	7,61	100 ^{a,f}
			Clorofórmio	01/07/2022	48,6	
9	Américo Brasiliense	SG00005P	Clorofórmio	18/10/2023	5,82	100 ^{a,f}
	Duomnt	GU00035P	Clorofórmio	05/03/2024	9,04	100 ^{a,f}
	Itapira	PC00328P	Clorpirifós-etílico	12/09/2022	0,06	30 ^{a,c}
	Pitangueiras	SG00101P	Tebutiuron	09/03/2022	0,1375	NL
				14/09/2022	0,0401	
				11/09/2023	0,0352	
10	Capela do Alto	TU00400P	Cloreto de Metileno	09/10/2023	13,6	20 ^a
	São Roque	PC00154N	Clorofórmio	29/03/2022	3,44	100 ^{a,f}
	Sorocaba	TU00426P	Clorofórmio	16/10/2023	2,76	100 ^{a,f}
12	Barretos	BA00359P	Clorofórmio	01/09/2022	3,52	100 ^{a,f}
	Colômbia	SG00029P	2,4-Diclorofenol	05/09/2023	0,11	200 ^a
	Morro Agudo	SG00075P	Clorofórmio	19/09/2023	2,99	100 ^{a,f}
	Orlândia	GU00086P	Cafeína	14/03/2023	0,03	NL
			Clorofórmio	14/03/2023	5,05	
				19/09/2023	4,32	
				12/03/2024	5,16	
			Di-n-octil ftalato	10/09/2024	6,35	100 ^{a,f}
				10/09/2024	0,1	

Tabela 2.1.1.4.a – Substâncias orgânicas quantificadas nos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade (Conclusão)

UGRHI	Município	Ponto ¹	Parâmetro	Data Amostra	Resultado ($\mu\text{g L}^{-1}$)	VMP ($\mu\text{g L}^{-1}$)
13	Bocaina	GU00235P	Clorofórmio	13/09/2023	3,32	100 ^{a,f}
	Dourado	SG00033P	Clorofórmio	13/09/2023	2,9	100 ^{a,f}
	São Carlos	BA00388P	Clorofórmio	09/03/2023	2,73	100 ^{a,f}
15	Américo de Campos	BA00226P	Dimetoato	20/09/2022	0,0036	1,2 ^{a,c}
	Cândido Rodrigues	BA00024P	Aldrin	12/09/2023	0,004	0,03 ^{a,b,c}
	Nova Granada	BA00078P	Dimetoato	21/09/2022	0,0028	1,2 ^{a,c}
19	Guaraçáí	BA00044P	Dieldrin	29/03/2022	0,01	0,03 ^{a,b,c}
	Itapura	SG00307P	Dimetoato	27/09/2022	0,0027	1,2 ^{a,c}
			Metolacloro	27/09/2022	0,12	10 ^a
				19/09/2023	0,19	
				12/03/2024	0,36	
				10/09/2024	0,2	
	Pereira Barreto	BA00379P	Dimetoato	29/09/2022	0,0033	1,2 ^{a,c}
20	Rubiacea	BA00337P	Metoxicloro	02/04/2024	0,02	20 ^e
22	Nantes	SG00261P	Dimetoato	26/09/2022	0,0037	1,2 ^{a,c}

¹ Letras iniciais do ponto correspondem aos aquíferos: BA - Bauru; GU - Guarani.^a Portaria GM/MS nº 888/2021.^b Decisão de Diretoria CETESB nº 125/2021/E de 09/12/2021.^c Somatória dos isômeros e/ou metabólitos.^d Resolução de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde^e Resolução Conama nº 396/2008^f Trihalometanos totais

VMP - Valor máximo permitido.

NL-Não tem na legislação nacional.

O ensaio de atividade estrogênica foi positivo para apenas um ponto de monitoramento da Rede de Qualidade, no poço de São Simão (GU00134P) com 0,16 ng eq. E2 L^{-1} na segunda campanha de monitoramento de 2024. Este resultado está abaixo dos valores de referência de 3,8 e 7 ng/L equivalentes de estradiol recomendados como valores orientadores em água para abastecimento destinado ao consumo humano (Brand et al., 2013; Mennes, 2004).

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 é constituída por poços dedicados ao monitoramento da qualidade e da variação do nível d'água, localizados nas áreas de afloramento dos Sistemas Aquíferos Guarani (SAG) e Bauru (SAB).

O monitoramento de qualidade (CETESB) e de quantidade (SP-Águas), por meio da variação do nível d'água, possibilita maior conhecimento ao longo do tempo e a formulação de ações de gestão conjunta da qualidade e quantidade dos recursos hídricos subterrâneos.

A Rede Integrada foi ampliada em 2023, contando atualmente com 74 pontos de monitoramento. A evolução da rede e a distribuição dos pontos de monitoramento no território paulista podem ser observadas na Figura 2.2.

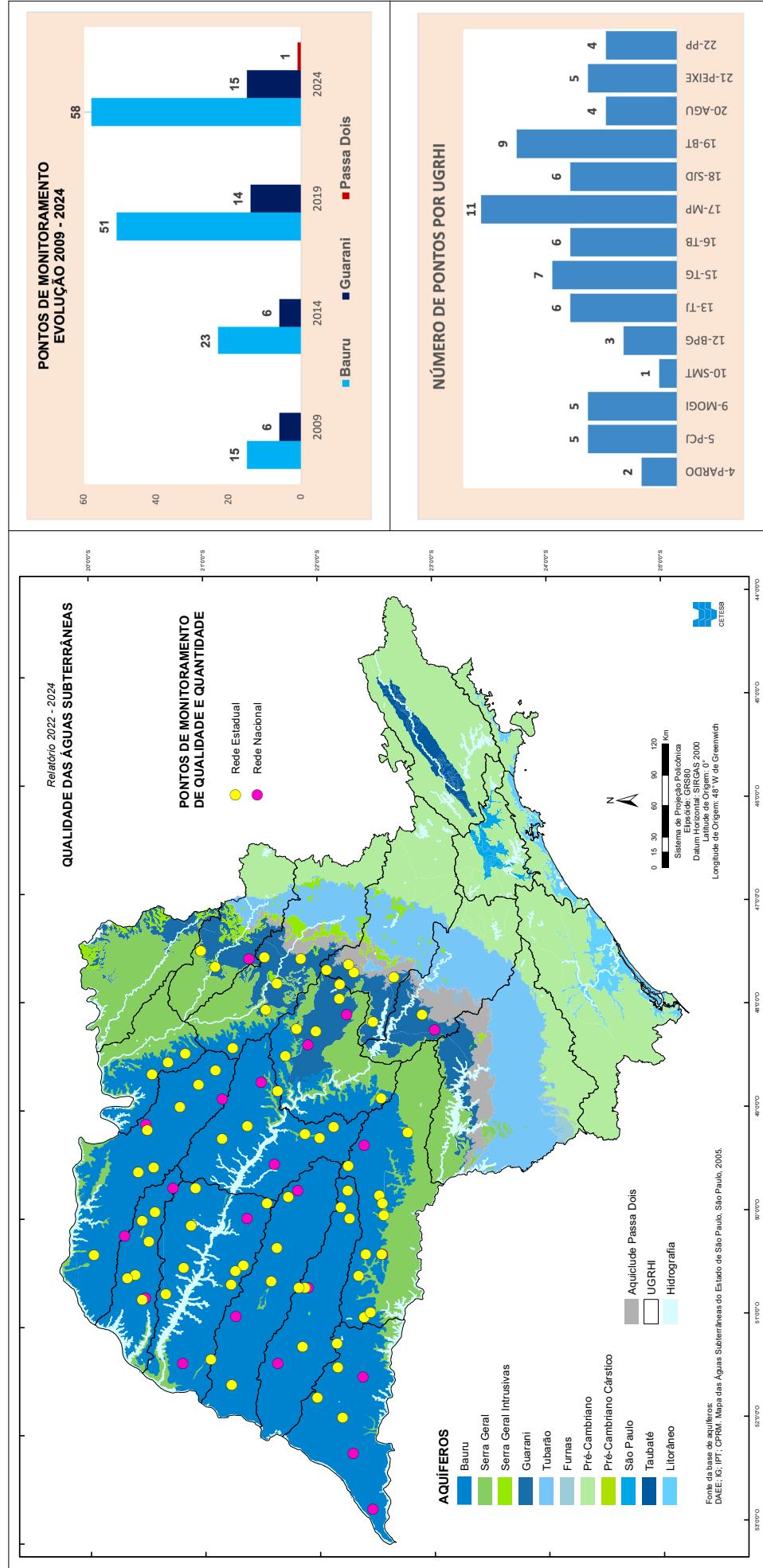
Além da rede estadual, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM monitora no estado de São Paulo 24 poços da rede nacional RIMAS.

2.2.1. Resultados da Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas

Excetuados os parâmetros microbiológicos, os parâmetros analisados na Rede Integrada são os mesmos da Rede de Qualidade, considerando ainda que está prevista a totalidade de ensaios de agrotóxicos nos pontos dessa rede, o que não ocorre na Rede de Qualidade.

Em 2022 na Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas foram analisadas 125 amostras de água de 63 piezômetros, e com a expansão de Rede em 2023, foram realizadas as 148 amostras previstas. Já em 2024, problemas operacionais impediram a realização de uma amostra, sendo, portanto, coletadas 147 amostras.

Figura 2.2.1 –



Atualmente, a Rede conta com 58 pontos no SAB. No triênio, foram coletadas 335 amostras no SAB, sendo que, em comparação com os padrões nacionais de potabilidade e organolépticos, 108 apresentaram concentrações acima desses valores máximos permitidos. Nesse Sistema Aquífero, as maiores desconformidades apresentadas são para os metais Ferro, Manganês e Alumínio, e em menor presença, Chumbo e Nitrato. No SAG, 15 poços são monitorados, sendo que no triênio foram realizadas 84 amostragens. Desse montante, 31 amostras apresentaram concentrações acima dos valores máximos permitidos na legislação sanitária, principalmente para Ferro, Manganês e Alumínio, em também para Chumbo e Zinco e, em uma amostra, Cádmio. Ressalte-se que essas águas não são destinadas ao consumo humano.

É importante considerar que, em razão das características dos poços, suas águas podem conter excesso de sólidos, o que impede a determinação de alguns parâmetros.

2.2.1.1 Nitrato

Concentrações de Nitrato em áreas rurais, onde estão localizados os pontos dessa rede, estão associadas principalmente com o uso de fertilizantes nitrogenados, com a aplicação de efluentes na agricultura e com o pastorejo de animais (CASAGRANDE, 2009; MOURA *et al.*, 2013, 2015; MOURA, 2014).

Na Rede Integrada, foram observadas concentrações de Nitrato acima de 5 mg N L⁻¹ somente no SAB, em 14 dos 58 poços desse sistema aquífero. De 328 amostras analisadas, 69 resultados foram obtidos acima de 5 mg N L⁻¹, ou seja 21% dos resultados. Desse percentual praticamente a metade (10%) representa resultados acima de 10 mg N L⁻¹, como mostra a Tabela 2.2.1.1.

Tabela 2.2.1.1 – Pontos de monitoramento da Rede Integrada com concentrações de Nitrato acima de 5 mg N L⁻¹ – Rede Integrada

UGRHI	Município	Ponto	Nitrogênio Nitrato (mg N L ⁻¹)					
			1 ^a /2022	2 ^a /2022	1 ^a /2023	2 ^a /2023	1 ^a /2024	2 ^a /2024
15	Guarani D'Oeste	BA05009Z	7,1	7,9	5,6	8,3	8,5	8,8
	Paraíso	BA05056Z	10,8	-	12,0	11,3	11,5	12,1
	Tanabi	BA05064Z	11,7	11,4	8,2	8,8	9,2	10,2
	Vista Alegre do Alto	BA05021Z	11,1	10,8	11,1	10,4	9,7	9,9
17	Gália	BA05007Z	8,2	10,3	11,7	11,6	6,0	8,0
18	Magda	BA05025Z	41,9	31,7	28,0	44,4	CANC	30,2
19	Araçatuba	BA05031Z	12,9	9,8	10,8	9,5	8,8	9,0
	Guararapes	BA05033Z	8,5	8,2	8,4	7,8	8,3	8,0
	Promissão	BA05059Z	8,4	7,5	8,4	11,1	8,5	8,8
	Santo Antônio do Aracanguá	BA05063Z	-	-	-	-	7,1	7,5
20	Luziânia	BA05012Z	26,1	22,8	28,9	26,7	23,5	20,9
	Monte Castelo	BA05051Z	-	17,0	25,9	9,6	18,0	13,7
22	Mirante do Paranapanema	BA05050Z	12,4	-	-	-	-	-
	Santo Anastácio	BA05062Z	-	-	-	5,4	5,5	5,4

Destaque em negrito para resultados superiores ao padrão de potabilidade de 10 mg N L⁻¹; '-' resultados inferiores a 5 mg N L⁻¹.
CANC - cancelada.

2.2.1.2 Crômio

Nos poços de monitoramento da Rede Integrada de Qualidade e Quantidade não foram detectadas concentrações superiores ao valor máximo permitido (VMP) de Crômio Total. No período 2022 a 2024, o valor do 3º quartil do SAB foi de $7,42 \mu\text{g L}^{-1}$, enquanto no SAG foi de $1,6 \mu\text{g L}^{-1}$, demonstrando menores concentrações na porção mais superficial desses aquíferos.

2.2.1.3 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica

Na Rede Integrada foram realizados ensaios para os mesmos grupos de substâncias orgânicas executados na Rede de Qualidade, totalizando 40.578 análises em 416 amostras.

Resultados acima do limite de quantificação laboratorial totalizaram 133, correspondentes a 39 substâncias orgânicas diferentes, presentes isoladamente ou em grupos em 81 amostras (19,5% do total). O percentual de amostras com resultados quantificados é superior a três vezes aos obtidos para a Rede de Qualidade, uma vez que as amostras de água são coletadas na porção mais rasa dos aquíferos, portanto, com maior potencial de contaminação pelas atividades antrópicas.

As substâncias mais presentes nas amostras foram os inseticidas Tiametoxan (13), Clotianidida (7), Fipronil (6) e Imidacloprido (6), os herbicidas 2,4D (11), Atrazina (8) Sulfentrazona (8), Amicarbazona (6) e S-metolacloro (5), o indicador Cafeína (11), e o plastificante Dimetil Ftalato (6). A Tabela 7.4.2 apresenta os resultados obtidos para todas as substâncias.

Tabela 2.2.1.3 – Substâncias orgânicas quantificadas nos pontos de monitoramento da Rede Integrada (Continua)

UGRHI	Município	Ponto ¹	Parâmetro	Data Amostra	Resultado ($\mu\text{g L}^{-1}$)	VMP ($\mu\text{g L}^{-1}$)
4	Altinópolis	GU05042Z	2,4-D	04/06/2024	0,386	30 ^a
			Clotianidina	29/05/2023	0,62	NL
				22/10/2024	0,339	NL
			Tiametoxan	29/05/2023	0,942	36 ^a
				22/10/2024	0,482	36 ^a
5	Analândia	GU05002Z	Amicarbazona	20/09/2023	0,11	NL
				25/03/2024	0,03	NL
	Ipeúna	GU05057Z	2,4-D	03/06/2024	0,052	30 ^a
				13/11/2024	3,2842	30 ^a
9	Santa Maria da Serra	GU05018Z	Cafeína	20/09/2022	0,02	NL
	Descalvado	GU05006Z	Cafeína	21/09/2022	0,04	NL
			Naftaleno		0,03	60 ^b
	Jaboticabal	BA05034Z	Clotianidina		0,7071	NL
			Hexazinona	04/06/2024	0,1135	NL
			Tiametoxan		3,9316	36 ^a
	Santa Rita do Passa Quatro	GU05019Z	Cafeína	27/03/2024	0,05	NL
10	São Carlos	GU05040Z	Cafeína	21/11/2022	0,05	NL
			S-metolacloro	23/10/2023	0,075	NL
10	Conchas	GU05047Z	Acetamiprídio	18/05/2023	0,155	NL

Tabela 2.2.1.3– Substâncias orgânicas quantificadas nos pontos de monitoramento da Rede Integrada (Continua)

UGRHI	Município	Ponto ¹	Parâmetro	Data Amostra	Resultado (µg L ⁻¹)	VMP (µg L ⁻¹)
12	Colina	BA05080Z	Carbendazim	30/05/2023	0,027	120 ^a
			Fipronil		0,253	1,2 ^a
13	Brotas	GU05005Z	Azinfos-metil (Gution)	30/03/2022	0,05	NL
			Carbazole	08/10/2024	0,02	NL
			Di-n-octil ftalato		0,03	NL
	Itirapina	GU05067Z	2,4-D	03/06/2024	1,2431	30 ^a
	Lençóis Paulista	BA05036Z	Sulfentrazena	22/05/2023	0,399	NL
				17/10/2023	0,808	
				20/05/2024	0,122	
			Tebutuiron	22/05/2023	0,494	NL
				20/05/2024	0,296	
			Tiametoxan	17/10/2023	0,43	36 ^a
15	Ribeirão Bonito	GU05017Z	2,4-D	08/10/2024	0,105	30 ^a
			Cafeína		0,03	NL
			Carbazole		0,03	NL
			Dietil Ftalato		0,02	4,8 ^b
			Ametrina	27/09/2023	0,092	60 ^a
			Atrazina		0,219	2 ^{a,c}
	Guarani D’Oeste	BA05009Z	Clorpirifós-etílico	21/03/2023	2,82	30 ^{a,c}
			Epoxinacozol		0,12	60 ^a
			S-metolacloro	27/09/2023	0,165	NL
	Olímpia	BA05054Z	Tiametoxan		0,362	36 ^a
			Clorpirifós-etílico	31/05/2023	0,05	30 ^{a,c}
			Imidacloprido	31/05/2023	0,237	NL
			Tiametoxan	31/05/2023	0,196	36 ^a
			2,4-D	29/10/2024	0,238	30 ^a
15	Onda Verde	BA05055Z	Amicarbazona	31/05/2023	0,137	NL
			Imidacloprido	31/05/2023	0,119	NL
					0,1595	
			Sulfentrazena	31/05/2023	0,379	NL
				29/10/2024	0,5402	
	Paraíso	BA05056Z	Alacloro	30/05/2023	0,19	20 ^a
			Carbendazim	05/06/2024	0,0171	120 ^a
			Sulfentrazena	30/05/2023	0,188	NL
	Vista Alegre do Alto	BA05021Z	Atrazina	27/09/2023	0,011	2 ^{a,c}
			Clotianidina		0,11	NL
			Imidacloprido		4,099	NL
			Tiametoxan		0,168	36 ^a

Tabela 2.2.1.3– Substâncias orgânicas quantificadas nos pontos de monitoramento da Rede Integrada (Continua)

UGRHI	Município	Ponto ¹	Parâmetro	Data Amostra	Resultado (µg L ⁻¹)	VMP (µg L ⁻¹)
16	Avaí	BA05022Z	Atrazina	28/09/2023	0,094	2 ^{a,c}
	Ibitinga	BA05024Z	Atrazina	27/09/2023	0,838	2 ^{a,c}
			Atrazina+S-clorotriazina		1,026	
	Novo Horizonte	BA05053Z	Cafeína	29/11/2022	0,05	NL
			Dimetil Ftalato		0,06	14 ^b
17	Reginópolis	BA05028Z	Atrazina	28/09/2023	0,182	2 ^{a,c}
	Agissê	BA05077Z	2,4-D	22/05/2024	0,0695	30 ^a
	Águas de Santa Bárbara	BA05041Z	Ciproconazol	18/05/2023	0,322	30 ^a
			Tebuconazol		0,37	180 ^a
	Campos Novos Paulista	BA05046Z	2,4-D	21/05/2024	14,2653	30 ^a
	Lutécia	BA05049Z	Haloxifope-R-Metílico	16/10/2024	6,703	NL
	Paraguaçu Paulista	BA05037Z	Cafeína	20/07/2022	0,03	NL
			Dimetil Ftalato		0,08	14 ^b
			Di-n-octil ftalato		0,03	NL
18	São Pedro do Turvo	BA05020Z	Clorpirifós-etílico	16/10/2023	0,39	30 ^{a,c}
	Magda	BA05025Z	Amicarbazona	22/02/2023	1,385	NL
				27/09/2023	0,709	NL
				11/04/2024	0,485	NL
			Clomazona	22/02/2023	0,116	NL
			Diuron	22/02/2023	0,0866	20 ^a
			Fipronil	22/02/2023	0,204	1,2 ^a
				27/09/2023	0,141	1,2 ^a
				11/04/2024	0,227	1,2 ^a
			Hexazinona	11/04/2024	0,206	NL
			Imidacloprido	27/09/2023	0,112	NL
				11/04/2024	0,139	NL
			Sulfentrazona	27/09/2023	1,781	NL
				11/04/2024	1,138	NL
			Tebutuiron	27/09/2023	0,459	NL
	Votuporanga	BA05029Z	Tiametoxan	27/09/2023	0,583	36 ^a
				11/04/2024	0,219	36 ^a
			2,4-D	11/04/2024	0,076	30 ^a
			Atrazina	27/09/2023	0,0804	2 ^{a,c}
			Atrazina+S-clorotriazina		0,949	2 ^{a,c}
			Fipronil	11/04/2024	0,147	1,2 ^a
			Picoxistrobina		0,179	NL

Tabela 2.2.1.3– Substâncias orgânicas quantificadas nos pontos de monitoramento da Rede Integrada (Conclusão)

UGRHI	Município	Ponto ¹	Parâmetro	Data Amostra	Resultado ($\mu\text{g L}^{-1}$)	VMP ($\mu\text{g L}^{-1}$)
19	Bilac	BA05004Z	Amicarbazona	29/10/2024	1,334	NL
	Guararapes	BA05033Z	Clorantraniliprol	23/03/2023	0,117	NL
	José Bonifácio	BA05035Z	Trifluralina	12/06/2024	0,02	20 ^a
	Murutinga do Sul	BA05015Z	2,4-D	23/05/2024	6,858	30 ^a
	Promissão	BA05059Z	Acetamiprido	28/10/2024	0,394	NL
			Atrazina	28/10/2024	0,111	2 ^{a,c}
			Cafeína	18/07/2022	0,07	NL
				07/11/2022	0,07	NL
			Dimetil Ftalato	19/07/2022	0,06	14 ^b
				08/11/2022	0,29	14 ^b
			Fipronil	06/11/2023	0,141	1,2 ^a
20	Luiziânia	BA05012Z	Cafeína	23/11/2022	0,31	NL
			Picloram	28/10/2024	2,18	60 ^a
	Monte Castelo	BA05051Z	2,4-D	23/05/2024	0,8151	30 ^a
	Piacatu	BA05058Z	Carbendazim	23/05/2023	0,003333	120 ^a
21	Caiabu	BA05045Z	Dietil Ftalato	20/07/2022	0,17	4,8 ^b
			Dimetil Ftalato	21/07/2022	0,2	14 ^b
				09/11/2022	0,07	14 ^b
			Metolacloro	24/05/2023	0,24	10 ^a
				18/10/2023	0,15	10 ^a
			S-metolacloro	25/05/2023	0,218	NL
				23/05/2024	0,1379	NL
				17/10/2024	0,081	NL
	Iaci	BA05074Z	Atrazina	19/10/2023	0,1	2 ^{a,c}
			Carbendazim	19/10/2023	0,136	120 ^a
			Clomazona	19/10/2023	0,107	NL
			Clotianidina	23/05/2023	0,216	NL
				19/10/2023	0,678	NL
				17/10/2024	0,110	NL
			Tiametoxan	23/05/2023	0,275	36 ^a
				19/10/2023	2,401	36 ^a
				23/05/2024	0,2473	36 ^a
				17/10/2024	0,116	36 ^a
	Marilia	BA05030Z	trans-Permetrina	13/04/2022	0,1	20 ^{a,c}
22	Indiana	BA05011Z	cis-Permetrina	14/06/2022	0,12	20 ^d
			Heptacloro		0,006	0,03 ^{c,e}
			S-Metolacloro	29/10/2024	0,33234	NL

¹ Letras iniciais do ponto correspondem aos aquíferos: BA - Bauru; GU - Guarani.^a Portaria GM/MS nº 888/2021.^b Decisão de Diretoria CETESB nº 125/2021/E de 09/12/2021.^c Somatória dos isômeros e/ou metabólitos.^d Resolução de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde^e Resolução Conama nº 396/2008

VMP - Valor máximo permitido.

NL-Não tem na legislação nacional.

O ensaio de atividade estrogênica foi quantificado para os pontos de monitoramento de Indiana (BA05011Z) e Caiabu (BA05045Z) na primeira campanha de 2022, com 0,20 e 0,25 ng eq. E2 L⁻¹, respectivamente, e o ponto de Colina (BA05080Z) em três campanhas consecutivas, 2^a/2023, 1^a e 2^a de 2024, com os resultados de 0,12 a 0,16 ng eq. E2 L⁻¹. Estes resultados estão abaixo dos valores de referência de 3,8 e 7 ng/L equivalentes de estradiol recomendados como valores orientadores em água para abastecimento destinado ao consumo humano (Brand et al., 2013; Mennes, 2004).

3 • Considerações Finais

Esse boletim apresentou sucintamente os resultados do monitoramento da qualidade das águas subterrâneas realizados no triênio 2022-2024.

Verifica-se que o Indicador de Qualidade das Águas Subterrâneas estadual, calculado com resultados obtidos na Rede de Qualidade, mostrou as águas subterrâneas monitoradas do estado apresentaram qualidade Regular nos anos 2023 e 2024, enquanto em 2022 a qualidade da água foi Boa.

As desconformidades identificadas na água bruta em relação aos padrões de potabilidade e organolépticos, neste triênio, repetem as mesmas condições observadas historicamente. No Sistema Aquífero Bauru, destacam-se as ocorrências de Crômio e Nitrato, além do Bário que também é registrado em poços dos Sistemas Aquíferos Guarani e São Paulo. Concentrações elevadas de Fluoreto são verificadas nos Sistemas Aquíferos Guarani, Serra Geral, Tubarão e Pré-Cambriano.

A presença de Coliformes Totais, Bactérias Heterotróficas e *Escherichia coli* ocorreu em todos os Sistemas Aquíferos e UGRHIs monitorados. A contaminação microbiológica ocorre geralmente associada a condições construtivas inadequadas dos poços, sem os cuidados com a proteção sanitária, mas também pode estar associada às condições de vulnerabilidade do aquífero. Fatores locacionais dos poços, como proximidades a fossas, sistemas sépticos, áreas de disposição de resíduos e atividades pecuárias também contribuem para essa contaminação. Condições sanitárias adequadas dos poços e de seus perímetros imediatos de proteção tendem a diminuir a sua ocorrência, bem como definição e controle de fontes de poluição.

Na Rede de Qualidade foram também quantificadas substâncias orgânicas, agrotóxicos e subprodutos de cloração para desinfecção da água, como trihalometanos totais, porém abaixo dos valores máximos permitidos na legislação nacional.

Na Rede Integrada, que em 2023 teve a incorporação de 11 novos poços, observou-se que as desconformidades apresentadas repetem a série histórica, com destaque para o Nitrato. As substâncias orgânicas, com resultados inferiores aos valores máximos permitidos presentes na legislação nacional superaram em número aquelas presentes na Rede de Qualidade, o que era esperado, uma vez que as águas monitoradas são mais rasas e possuem maior potencial de contaminação devido às atividades humanas.

REFERÊNCIAS

ATSDR. **Toxicological profile for chromium**. Atlanta, Georgia, 2012. 592 p. Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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: 30 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n.190, 03.out.2017. Disponível em: Suplemento, p. 443-449. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-de-consolidacao-no-5-de-3-de-outubro-de-2017.pdf/view>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_24_05_2021_rep.html>. Acesso em: 30 out. 2025.

CASAGRANDE, L. A. R. **Ocorrência de nitrato em nas águas subterrâneas na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Tietê-Jacaré**. 2009. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4321>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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-erelatorios/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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-erelatorios/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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-erelatorios/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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-erelatorios/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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-erelatorios/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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-erelatorios/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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-erelatorios/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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-erelatorios/>>. Acesso em: 30 out. 2025.

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: 30 out. 2025.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** 3.ed. Fortaleza: CPRM, 2008. 812 p. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/14818>. Acesso em: 30 out. 2025.

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.P.; DIAS, C.L.; TOFFOLI, F.F.; VALE, F.R.C. Evolução das concentrações de nitrato no Sistema Aquífero Bauru no estado de São Paulo - 1992 a 2007. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 23, 2009. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 1º Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, São Paulo. 2009. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22015>>. Acesso em: 30 out. 2025.

MOURA C.C. de et al. Avaliação das concentrações de nitrato no aquífero Bauru em áreas rurais. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 27, 2013. Suplemento: Anais de eventos. Trabalho apresentado ao 3º Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27471>>. Acesso em: setembro 2022.

MOURA C.C. de. **Ocorrência de nitrato nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru em áreas rurais**. 2014. 344 p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/123820>>. Acesso em: 30 out. 2022.

MOURA C.C. de et al. Concentrações de nitrato nas águas subterrâneas em áreas rurais do município de São José do rio Preto (SP). **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 268-284, 2015. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27980>>. Acesso em: 30 out. 2025.



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

Acompanhe as redes sociais da CETESB:



[Site: cetesb.sp.gov.br](http://cetesb.sp.gov.br)



[Facebook: facebook.com/cetesbsp](https://facebook.com/cetesbsp)



[Linkedin: linkedin.com/company/cetesb](https://linkedin.com/company/cetesb)



[Instagram: instagram.com/cetesbsp](https://instagram.com/cetesbsp)



[SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp](https://soundcloud.com/cetesbsp)