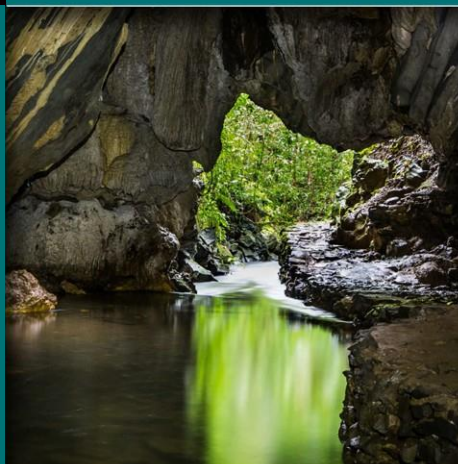


# QUALIDADE DA S Á G U A S SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO



# 2022

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 Arrepiá de Queiroz - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental  
Carolina Fiorillo Mariani - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental  
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora

---

# QUALIDADE DA S Á G U A S 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

2022

SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo | 2023

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

C418q CETESB (São Paulo)

Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo [recurso eletrônico] : boletim 2020 / CETESB ; Equipe técnica Rosângela Pacini Modesto ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2023.

1 arquivo de texto (65 p.) : il. color., PDF ; 5 MB. – Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103

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

ISBN 978-65-5577-009-4

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

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 2023.

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/Diagramação

Phábrica de Produções:  
Alecsander Coelho, Daniela Bissiguini, Ércio Ribeiro e Paulo Ciola

## 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](http://www.cetesb.sp.gov.br)



# Listas

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1 - Distribuição dos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade por Sistema Aquífero .....	18
Figura 2.1.2 - Distribuição dos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade por UGRHI.....	18
Figura 2.1.3 - Localização dos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade .....	19
Figura 2.2.1 - Distribuição dos pontos de monitoramento da Rede Integrada por Sistema Aquífero e UGRHI.....	20
Figura 2.2.2 - Localização dos pontos de monitoramento da Rede Integrada.....	21

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.3.1 - Parâmetros analisados.....	23
Quadro 4.1.1.1 - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas por Sistema Aquífero .....	28
Quadro 4.1.1.2 - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas por UGRHI .....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1.2.1 - Concentrações de Nitrato acima de 5,0 mg N/L em 2022 - Rede de Qualidade (continua) .....	30
Tabela 4.1.2.1 - Concentrações de Nitrato acima de 5,0 mg N/L em 2022 - Rede de Qualidade (conclusão) .....	31
Tabela 4.1.3.1 - Concentrações de Crômio Total acima de 50 µg/L no SAB em 2022 - Rede de Qualidade .....	32
Tabela 4.1.4.1 - Substâncias orgânicas quantificadas na Rede de Qualidade em 2022 .....	33
Tabela 4.2.1.1 - Concentrações de Nitrato superior a 5 mg N/L no SAB em 2022 - Rede Integrada .....	34
Tabela 4.2.2.1 - Substâncias orgânicas quantificadas na Rede Integrada em 2022.....	35
Tabela 4.2.2.2 - Atividade estrogênica quantificada na Rede Integrada em 2022.....	36





# Sumário

<b>1 • Introdução</b> .....	<b>15</b>
<b>2 • Redes de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas</b> .....	<b>17</b>
2.1 Rede Estadual de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas .....	17
2.2 Rede Estadual de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas .....	20
<b>3 • Parâmetros, Padrões e Indicadores</b> .....	<b>23</b>
3.1 Parâmetros analisados .....	23
3.2 Padrões de Qualidade .....	24
3.3 Indicadores .....	25
<b>4 • Qualidade das Águas Subterrâneas em 2022</b> .....	<b>27</b>
4.1 Rede Estadual de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas .....	27
4.1.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS .....	28
4.1.2 Nitrato .....	30
4.1.3 Crômio .....	32
4.1.4 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica .....	32
4.2 Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas .....	33
4.2.1 Nitrato .....	34
4.2.2 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica .....	35
<b>• Referências</b> .....	<b>37</b>
<b>• Apêndices</b> .....	<b>39</b>
Apêndices A .....	39
Apêndices B .....	61



# Apresentação

A CETESB tem como missão institucional desenvolver e acompanhar a execução das políticas públicas ambientais e de desenvolvimento sustentável, assegurando a melhoria contínua da qualidade do meio ambiente de forma a atender às expectativas da sociedade no Estado de São Paulo.

Dentre as formas de atendimento das expectativas da sociedade, podemos citar dois níveis. O primeiro se refere à proteção e controle ambiental em si. O segundo se revela na informação sobre a qualidade ambiental e na transparência com que as informações geradas são transmitidas à população.

A melhoria contínua da qualidade ambiental pressupõe o conhecimento das condições ambientais, por meio de sua avaliação. Nesse sentido, as redes de monitoramento de qualidade ambiental da CETESB fornecem um diagnóstico de situação, indicando as áreas que necessitam de maior ou menor controle das fontes de poluição, orientando as ações de fiscalização. Identificam também áreas preservadas, cujo desenvolvimento deve ser efetuado de forma sustentável para que não sejam atingidos níveis indesejáveis de degradação.

Além disso, os dados gerados pelas redes de monitoramento permitem avaliar a evolução temporal da qualidade dos meios, a conformidade com a legislação ambiental, bem como subsidiam tomadas de decisão, tais como aquelas relativas ao licenciamento ambiental e à gestão dos recursos ambientais, e políticas públicas relacionadas à qualidade do ar, das águas interiores, subterrâneas, litorâneas e costeiras.

A comunicação da situação da qualidade ambiental para a sociedade se dá intensamente, por intermédio de vários meios de comunicação como: sítio eletrônico, publicações, aplicativo para dispositivos móveis da CETESB. Neste último, por exemplo, podem ser consultados os dados de qualidade do ar em tempo real e as condições de balneabilidade das praias litorâneas.

Além da divulgação frequente dos dados de monitoramento da qualidade ambiental, estão sendo disponibilizadas na página da CETESB na internet as seguintes publicações: Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas, de Qualidade das Águas Interiores, de Qualidade das Águas Costeiras, de Qualidade do Ar e o Boletim de Qualidade das Águas Subterrâneas, referentes ao ano de 2022. Esses documentos trazem maior detalhamento técnico, e são referência para especialistas e para áreas acadêmicas, em razão de sua qualidade e da postura de vanguarda adotada pela CETESB, que confere ineditismo em análises ambientais no Brasil.

Novos desafios e oportunidades estão por vir e a CETESB, com a competência técnica acumulada ao longo de sua existência, dará continuidade ao seu trabalho na busca da melhoria contínua da qualidade do meio ambiente no Estado de São Paulo.

Boa leitura!

**Thomaz Miazaki de Toledo**  
Diretor-Presidente da CETESB



# Resumo Executivo

O monitoramento de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo foi realizado pela CETESB em 317 pontos da Rede de Qualidade, composta por poços tubulares e nascentes, e em 63 piezômetros que integram a Rede de Qualidade e Quantidade no ano de 2022.

Na Rede de Qualidade foram coletadas 624 amostras de águas subterrâneas, das quais 442 amostras estiveram conformes aos padrões nacionais de potabilidade. Nas demais amostras, resultados acima dos padrões foram observados para os parâmetros Alumínio, Arsênio, Bário, Chumbo, Ferro, Manganês, Sódio, Urânio, Sólidos Dissolvidos, Fluoreto, Sulfato, Nitrogênio Nitrato, 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 nos mesmos poços.

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS do estado de São Paulo ficou em 70,8% no ano de 2022, sinalizando qualidade Boa da água bruta extraída dos aquíferos, que é destinada principalmente ao abastecimento público. Com pequena elevação do indicador em relação ao ano anterior (69,4%), verifica-se que a qualidade Boa vem sendo mantida.

Por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI, o IPAS indicou qualidade Boa da água em treze delas, com valores decrescentes na seguinte ordem: 14-Alto Paranapanema> 16-Tietê-Batalha> 5-Piracicaba-Capivari-Jundiá> 22-Pontal do Paranapanema> 12-Baixo Pardo-Grande > 8-Sapucaí Mirim-Grande> 15-Turvo-Grande> 9-Mogi-Guaçu> 17-Médio Paranapanema> 13-Tietê-Jacaré > 10-Sorocaba-Médio Tietê> 4-Pardo> 6-Alto Tietê; qualidade Regular em seis, na seguinte ordem: 18-São José dos Dourados> 2-Paraíba do Sul> 19-Baixo Tietê> 20-Aguapeí> 21-Peixe> 11-Ribeira do Iguape e Litoral Sul; e qualidade Ruim apenas na UGRHI 1-Mantiqueira.

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

As não conformidades da qualidade da água bruta observadas nos poços tubulares da Rede de Qualidade indicam a necessidade de seu tratamento para adequação aos padrões de potabilidade, sendo esta atribuição 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 depósitos. 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 126 amostras de água coletadas em 63 pontos de monitoramento. Tendo como referência os padrões nacionais de potabilidade, os parâmetros com concentrações mais elevadas foram Alumínio, Bário, Cádmiio, Chumbo, Ferro, Manganês, Zinco e Nitrato.

Nenhuma das substâncias orgânicas analisadas foi observada acima dos valores máximos permitidos pela legislação brasileira ou dos limites internacionais utilizados como referência. Em 17 amostras da Rede de Qualidade foram quantificadas uma ou mais das seguintes substâncias: Clorpirifós, p.p'-DDD, Dieldrin, Dimetoato, Metolacoloro, Tebutiurom, Clorofórmio e Bromodictlorometano. Na Rede Integrada foram detectadas em 14 amostras uma ou mais das seguintes substâncias: Cafeína, Ftalatos, Naftaleno, Gution, Permetrina e Heptacloro.

A Atividade Estrogênica foi observada acima do limite de quantificação laboratorial em apenas dois pontos de monitoramento da Rede Integrada, porém em concentrações inferiores aos valores de referência de qualidade para água de abastecimento.

De modo geral, os resultados obtidos em 2022 não diferem daqueles obtidos em anos anteriores.

# 1 • Introdução

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 dos aquíferos, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008.

Em 2009 foi estruturada a Rede Estadual de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade, em parceria com o DAEE, constituída por poços dedicados exclusivamente ao monitoramento do nível d'água e da qualidade da porção mais superficial do aquífero freático, 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.

Este Boletim tem como finalidade divulgar os resultados do monitoramento de qualidade das águas subterrâneas obtidos em 2022 e realizar uma análise comparativa dos resultados, principalmente em relação aos padrões nacionais de potabilidade, utilizados como referência em ambas as redes, com o propósito de ressaltar os parâmetros cujas concentrações superaram os valores máximos permitidos e de quantificar o número de amostras desconformes. Para a Rede de Qualidade, que retrata primordialmente a condição de qualidade da água subterrânea bruta extraída para abastecimento público, foi calculado o Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos e por Sistema Aquífero. Os Capítulos 2 e 3 descrevem as características das duas redes de monitoramento e os parâmetros analisados nas amostras de água; e o Capítulo 4 apresenta a avaliação da qualidade.





## 2 • Redes de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas

### 2.1 Rede Estadual de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas

A Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas é formada por 309 poços tubulares, destinados basicamente ao abastecimento público, e por 8 nascentes, totalizando 317 pontos de monitoramento localizados em vinte UGRHIs do território paulista. Nas UGRHIs 3-Litoral Norte e 7-Baixada Santista não há pontos de monitoramento devido, principalmente, ao baixo índice de utilização das águas subterrâneas para o consumo humano em decorrência da cunha salina.

Iniciada em 1990, a Rede CETESB de Qualidade foi sendo desenhada ao longo dos anos de forma a ser representativa da extensão territorial das UGRHIs e da área de afloramento dos Sistemas Aquíferos do estado de São Paulo. Suas principais características no ano de 2022 podem ser observadas nas Figuras 2.1.1, 2.1.2 e 2.1.3..

Os poços desativados definitivamente pelos responsáveis pela captação de água, devido a problemas, como custo ou dificuldade de manutenção do poço e redução de sua vazão, são substituídos na Rede por novos poços selecionados na mesma UGRHI e Sistema Aquífero, de modo a manter a representatividade espacial e da unidade aquífera. Os poços substituídos em 2022 estão identificados no Apêndice A.

Figura 2.1.1 - Distribuição dos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade por Sistema Aquífero

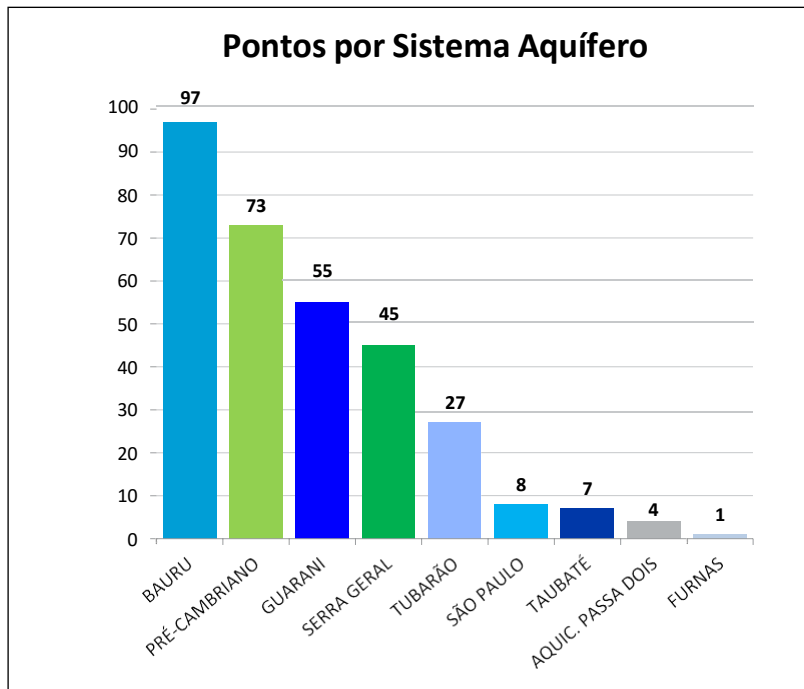


Figura 2.1.2 - Distribuição dos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade por UGRHI

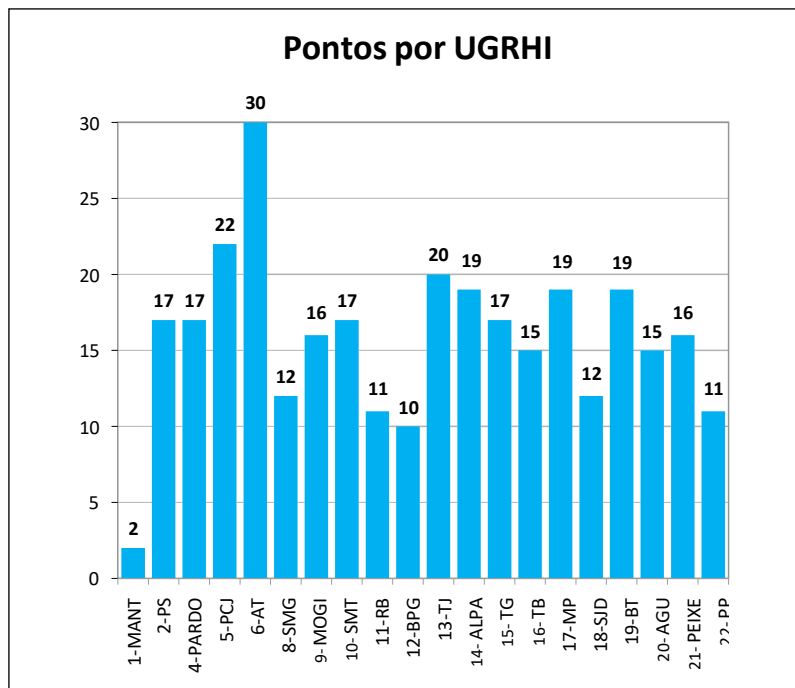
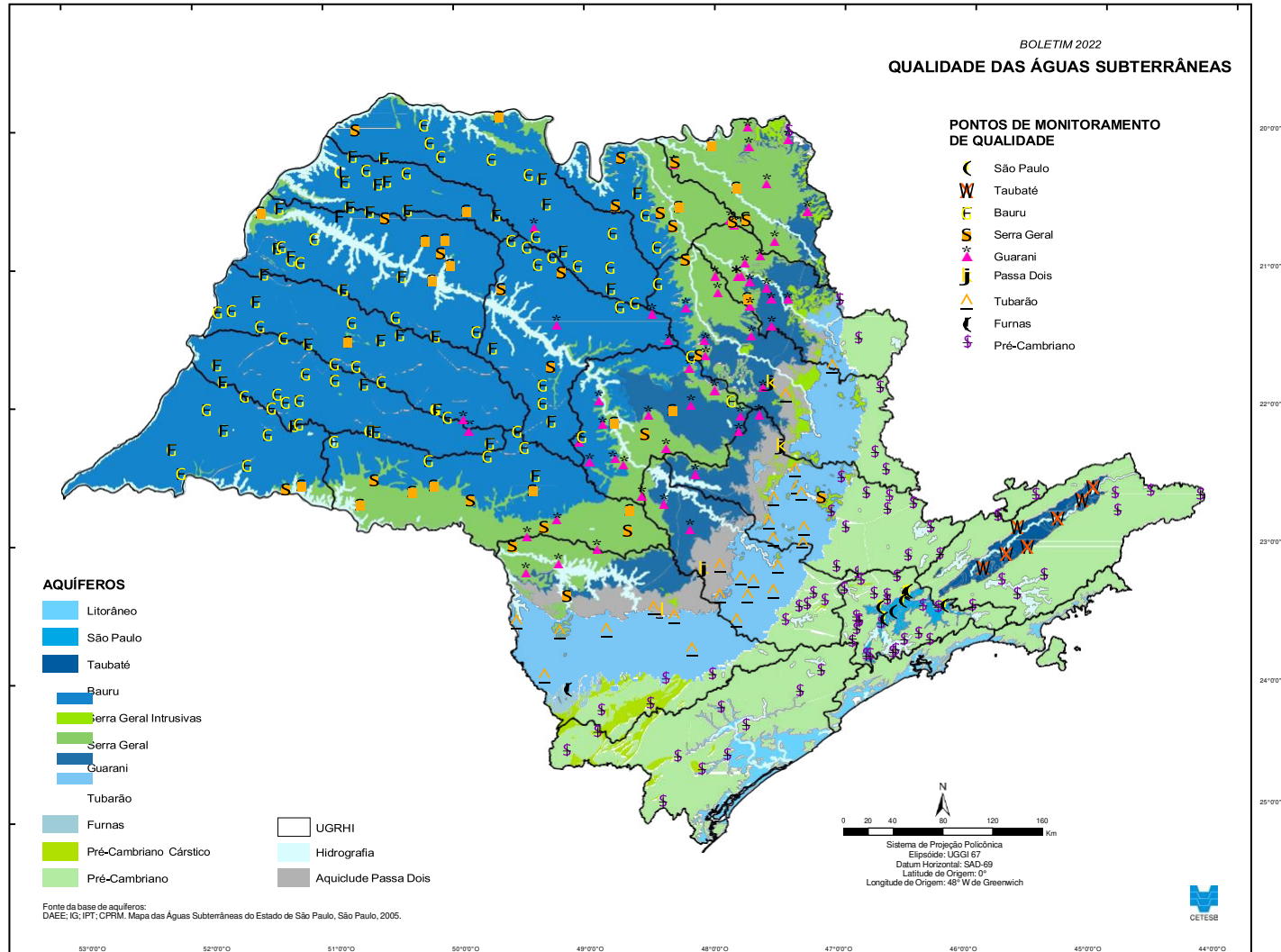


Figura 2.1.3 - Localização dos pontos de monitoramento da Rede de Qualidade



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

A operação da Rede Estadual de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade é de responsabilidade conjunta da CETESB e DAEE quanto aos aspectos de qualidade e de quantidade, respectivamente.

A Rede Integrada é constituída por piezômetros instalados pela CETESB e DAEE, utilizados exclusivamente para o monitoramento da porção livre dos sistemas aquíferos Bauru e Guarani. O monitoramento de qualidade, iniciado em 2009, foi realizado em 63 pontos no ano de 2022.

A distribuição de pontos por UGRHI e Sistema Aquífero é apresentada na Figura 2.2.1 e 2.2.2.

Figura 2.2.1 - Distribuição dos pontos de monitoramento da Rede Integrada por Sistema Aquífero e UGRHI

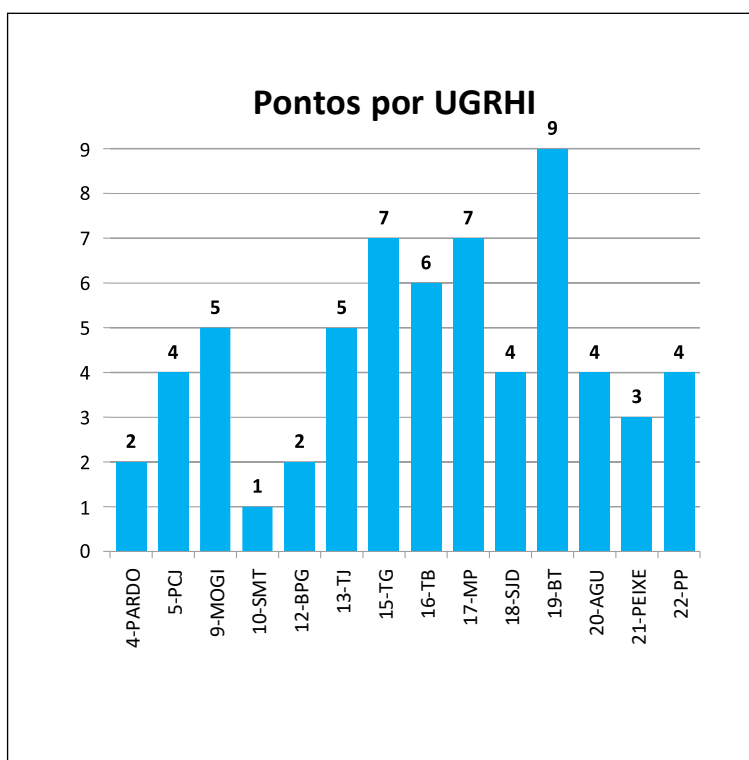
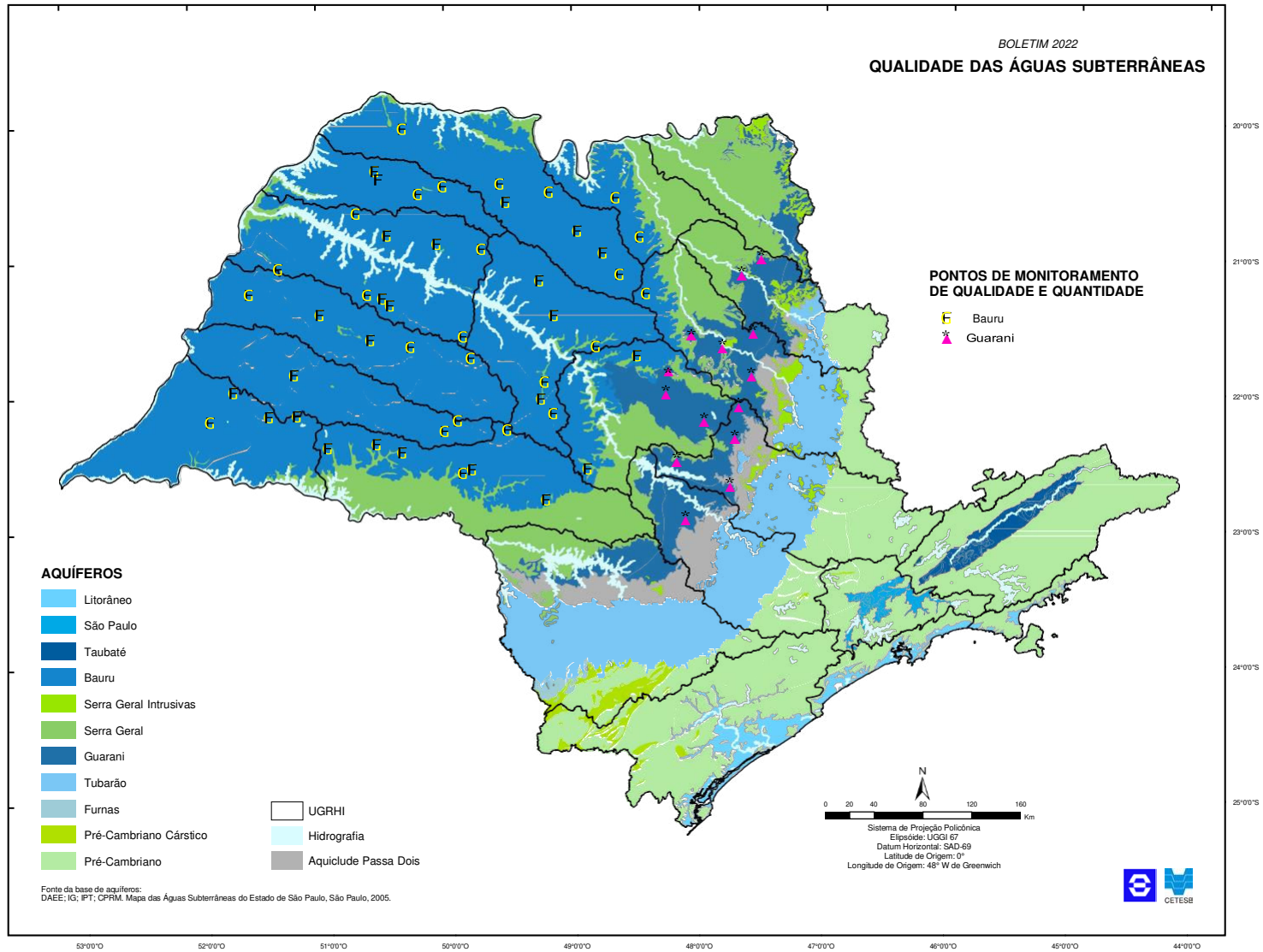


Figura 2.2.2 - Localização dos pontos de monitoramento da Rede Integrada





## 3 • Parâmetros, Padrões e Indicadores

### 3.1 Parâmetros analisados

Em ambas as redes de monitoramento são determinados mais de cinquenta parâmetros de qualidade, entre físicos, inorgânicos, orgânicos, microbiológicos e bioanalíticos (atividade estrogênica), os quais estão descritos no Quadro 2.3.1.

Quadro 2.3.1 - Parâmetros analisados

Grupo	Parâmetros
Físicos	Temperatura da água e do ar, Sólidos Dissolvidos Totais. (1)
Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i> , Bactérias Heterotróficas e Coliformes Totais (2) (3)
Químicos inorgânicos	pH, Alcalinidade Bicarbonato, Alcalinidade Carbonato, Alcalinidade Hidróxido, Condutividade Elétrica, Dureza Total, Nitrogênio Nitrato, Nitrogênio Nitrito, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrogênio Kjeldahl Total, Carbono Orgânico Dissolvido, Cloreto, Fluoreto, Sulfato e as concentrações totais de Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Berílio, Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Crômio, Crômio Hexavalente, Estanho, Estrôncio, Ferro, Lítio, Magnésio, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Potássio, Prata, Selênio, Sódio, Titânio, Urânio, Vanádio e Zinco (4).
Químicos orgânicos: Agrotóxicos Grupo I	Alaclor, Aldrin, alfa-Hexaclorociclohexano (alfa-HCH), Ametrina, Atrazina, beta-Hexaclorociclohexano (beta-HCH), cis-Clordano, cis-Permetrina, Clorpirifós (Clorpirifós etílico), Clorpirifós-oxon, delta-Hexaclorociclohexano (delta-HCH), Demeton O, Demeton S, Dieldrin, Docecacloro pentaciclodecano, Endossulfan I, Endossulfan Sulfato, Endossulfan II, Endrin, Endrin Aldeído, Endrin Cetona, Etil Paration, Gution (Azinfos-Metil), Heptacloro, Heptacloro Epóxico, Hexaclorobenzeno (HCB), Lindano (gama-Hexaclorociclohexano (gama-HCH)), Malation, Metil Paration, Metolacloro, Metoxicloro, Molinato, p,p'-DDE, p,p'-DDT, p,p'-DDD (TDE), Pendimetalina, Pentaclorobenzeno, Profenofós, Propanil, Simazina, Toxafeno 28, Toxafeno 50, Toxafeno 62, trans-Clordano, trans-Permetrina, Trifuralina,
Químicos orgânicos: Agrotóxicos - Grupo II	2,4,5-T, 2,4,5-TP, 2,4-D, Aldicarbe, Aldicarbe Sulfona, Aldicarbe Sulfóxido, Azoxistrobina, Bentazona, Carbaril, Carbazim, Carbofurano, Carbossulfano, Ciproconazol, Diurom, Fipronil, Imidacloprido, MCPA, Metomil, Tebuconazol, Tebutiurum, Tiametoxam, Tiodicarbe, Triclorfon
Químicos orgânicos: Fenóis	Pentaclorofenol (PCP), 2,4-Diclorofenol, 2-Clorofenol, 3,4-Diclorofenol, 2,4,6-Triclorofenol, 2,3,4,6-Tetraclorofenol, 2,4,5-Triclorofenol, 2,3,4,5-Tetraclorofenol
Químicos orgânicos: Substâncias Voláteis e Semivoláteis	1,2-Dicloropropano, Clorobenzeno, 1,3,5-Triclorobenzeno, Hexaclorobutadieno, Bromoclorometano, 1,1-Dicloro-1-propeno, n-Propilbenzeno, Dibromofluormetano, 1,2,4-Triclorobenzeno, sec-Butilbenzeno, Bromodiclorometano, Estireno, Etilbenzeno, Tolueno, 1,1,1,2-Tetracloroetano, 1,2-Dibromoetano, 1,1-Dicloroetano, Tetracloro de Carbono, 1,2,3-Tricloropropano, m-Xileno + p-Xileno, Bromofórmio, n-Butilbenzeno, Isopropilbenzeno (Cumeno), 1,2,4-Trimetilbenzeno, 1,2-Diclorobenzeno, Tricloroetano, o-Xileno, Benzeno, Cis-1,2-Dicloroetano, terc-Butilbenzeno, 1,2-Dicloroetano, Cloreto de Metileno (Diclorometano), Bromobenzeno, Tetracloroetano, 1,1-Dicloroetano, 1,1,1-Tricloroetano, 1,1,2-Tricloroetano, 2-Clorotolueno, 1,3,5-Trimetilbenzeno, trans-1,2-Dicloroetano, Naftaleno, 1,4-Diclorobenzeno, 1,3-Dicloropropano, Cloreto de Vinila, Dibromoclorometano, 1,1,2,2-Tetracloroetano, Clorofórmio, 4-Clorotolueno, 2,2-Dicloropropano, 1,3-Diclorobenzeno, p-Isopropiltolueno, 4-bromofluorbenzeno, Dibromometano, 1,2,3-Triclorobenzeno
Bioanalíticos	Atividade estrogênica (ensaio BLYES)

(1) Na Rede Integrada, também são aferidos os seguintes parâmetros de campo: Chuvas, Coloração Visual, Profundidade do Nível de Água, Tempo de Estabilização para coleta, Vazão da coleta, Volume purgado, Oxigênio Dissolvido, Potencial Redox e Turbidez.

(2) Na Rede Integrada, não são realizados os parâmetros microbiológicos.

(3) A Portaria GM/MS nº 888/2021 retirou da potabilidade a Contagem de Bactérias Heterotróficas, entretanto esse ensaio continua a ser realizado, de modo a avaliar a concentração desse grupo de microorganismos, considerando sua série histórica.

(4) Em algumas amostras também foram determinadas as frações dissolvidas dos metais.

A frequência de análise desses parâmetros é semestral. As campanhas de amostragem dos pontos da Rede de Qualidade são realizadas em dois períodos, março e abril no primeiro semestre, e setembro e outubro no segundo; na Rede Integrada esses períodos se estendem a maio e novembro, respectivamente.

A determinação de agrotóxicos, substâncias voláteis e semivoláteis e atividade estrogênica é realizada nos pontos das redes por sistema de rodízio, ou seja, um conjunto de cerca de 60 pontos são selecionados por um período de 3 anos, os quais são substituídos no período seguinte. O critério utilizado para a seleção dos pontos é o potencial de contaminação da água por essas substâncias, devido ao uso e ocupação do solo e à proximidade de fontes potenciais de poluição.

## 3.2 Padrões de Qualidade

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas tem como referência os instrumentos legais descritos abaixo, que fixaram valores máximos permitidos para as substâncias presentes na água, principalmente considerando o risco à saúde humana:

- **Portaria GM/MS nº 888 de 04/05/2021** (BRASIL, 2021), que estabelece os padrões nacionais de potabilidade para substâncias químicas inorgânicas e orgânicas que representam risco à saúde humana e os padrões organolépticos de potabilidade que provocam estímulos sensoriais, que afetam a aceitação para consumo humano (cor, odor, sabor, textura etc.);
- **Lista de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas** (CETESB, 2021), que instituiu os Valores de Intervenção - VI para substâncias que representam risco à saúde humana; os VI são coincidentes com os padrões nacionais de potabilidade baseados em risco à saúde humana para aquelas substâncias legisladas pelo Ministério da Saúde;
- **Resolução CONAMA nº 420 de 28/12/2009**, que definiu a lista de valores orientadores para proteção da qualidade dos solos e das águas subterrâneas em todo o Território Nacional, com base nos Valores de Intervenção do estado de São Paulo vigente à época;
- **Resolução CONAMA nº 396 de 03/04/2008**, que dispõe sobre a classificação e diretrizes para enquadramento das águas subterrâneas; e
- **Valores de Referência de Qualidade para Águas Subterrâneas** (CETESB, 2007), que representam os valores-base (background) para os aquíferos do estado de São Paulo e foram fixados com base no terceiro quartil (75%) da série de resultados obtidos pela Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas no período de 1994 a 2006, expurgados aqueles resultados com valores superiores à soma da mediana e três vezes o desvio padrão.



A CETESB tem adotado o como Valor de Prevenção para Nitrato a concentração de 5 mg/L, que representa um alerta para o incremento dessa substância na água.

Embora ainda não tenham sido estabelecidos valores máximos permitidos para Atividade Estrogênica em águas naturais nas legislações estadual e federal, alguns autores sugerem valores orientadores de 3,8 e 7 ng/L equivalentes de estradiol para a água destinada ao abastecimento público (BRAND *et al.*, 2013; MENNES, 2004).

### 3.3 Indicadores

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS é definido pelo percentual de amostras conformes em relação ao total de amostras de água bruta coletadas no ano, representando a qualidade das águas da Rede de Qualidade nas categorias Boa (67,1-100%), Regular (33,1-67%) e Ruim (0-33%). A amostra conforme é aquela que apresenta resultados de todos os parâmetros analisados inferiores ou iguais aos padrões nacionais de potabilidade definidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021.



## 4 • Qualidade das Águas Subterrâneas em 2022

Após o período da pandemia do Coronavírus, no qual as atividades do monitoramento estiveram reduzidas, a operação das redes de monitoramento voltou à sua normalidade. Na Rede de Qualidade, do total de 634 previstas, apenas dez amostras 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, foram coletadas todas as 126 amostras previstas.

A avaliação de qualidade anual foi realizada por meio da análise comparativa entre os resultados obtidos em 2022 e os padrões nacionais de potabilidade pela estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021 e do cálculo do Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas. As análises estatísticas e classificação hidroquímica das águas, que exigem um maior número de resultados, são publicadas apenas nos relatórios de qualidade trienais.

### 4.1 Rede Estadual de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas

Na Rede de Qualidade foram coletadas 624 amostras de águas subterrâneas, das quais 442 amostras se mostraram conformes aos padrões nacionais de potabilidade e 182 tiveram resultados acima dos padrões para um ou mais parâmetros analisados, entre eles: Alumínio, Arsênio, Bário, Chumbo, Ferro, Manganês, Sódio, Urânio, Sólidos Dissolvidos, Fluoreto, Sulfato, Nitrogênio Nitrato, em suas frações totais, e os indicadores microbiológicos Coliformes Totais e *Escherichia coli*. Nenhuma das substâncias orgânicas analisadas foi detectada em concentrações superiores aos respectivos padrões de potabilidade.

As amostras não conformes se distribuem em três grupos: 85 amostras (46,7% das amostras não conformes) cujos parâmetros desconformes pertencem somente ao grupo microbiológico; 74 amostras (40,7%) com parâmetros desconformes relativos apenas ao grupo inorgânico; e 23 amostras (12,6%) com desconformidades referentes a ambos os grupos.

Neste Boletim não foi contabilizada a não conformidade do parâmetro Bactérias Heterotróficas, uma vez que o seu valor máximo permitido (VMP) foi suprimido na versão atual dos padrões nacionais de potabilidade, publicada pela Portaria GM/MS nº888/2021. Bactérias heterotróficas são aquelas que utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono, estando incluídas neste grupo tanto bactérias patogênicas como aquelas pertencentes ao grupo dos coliformes. De acordo com estudos epidemiológicos, foi concluído que, na ausência de contaminação fecal, não há uma associação direta entre as concentrações de bactérias heterotróficas na água de consumo humano e efeitos à saúde na população geral (BARTRAM, 2003 apud CETESB, 2006).

O número de amostras e os parâmetros não conformes aos padrões de potabilidade, bem como os pontos de monitoramento nos quais ocorrem, são semelhantes aos anos anteriores, como demonstra a série histórica de dados publicada pela CETESB em seus relatórios de qualidade trienais (CETESB, 2001; 2004; 2007; 2010; 2013; 2016; 2019; 2022).

O Apêndice A resume as informações de amostras coletadas e resultados desconformes por ponto de monitoramento no ano de 2022.

#### 4.1.1 Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS

A conformidade das amostras em relação aos padrões nacionais de potabilidade foi verificada em 442 de um total de 624 amostras, nas demais amostras um ou mais parâmetros mostraram concentrações acima de seu respectivo VMP.

O IPAS calculado para o Estado de São Paulo foi de 70,8% em 2022, ligeiramente superior ano de 2021 que registrou 69,4%, representando ambos qualidade Boa da água. Os indicadores calculados por sistema aquífero e UGRHI são apresentados nos Quadros 4.1.1.1 e 4.1.1.2.

Quadro 4.1.1.1 - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas por Sistema Aquífero

Aquífero	2021		2022	
	IPAS	Parâmetros Desconformes	IPAS	Parâmetros Desconformes
Bauru	62,6	Bário, Crômio, Manganês, Nitrato, Tetracloroeteno, Tricloroeteno, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	63,5	Bário, Coliformes Totais, Chumbo, Crômio, Manganês, Nitrato, <i>Escherichia coli</i>
Serra Geral	74	Fluoreto, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	77,5	Fluoreto, Sódio, Sólidos Totais Dissolvidos, Sulfato, Coliformes Totais
Guarani	74,8	Alumínio, Bário, Ferro, Manganês, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	78,9	Alumínio, Bário, Manganês, Ferro, Fluoreto, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
Tubarão	82,4	Ferro, Fluoreto, Manganês, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Coliformes Totais	84,9	Fluoreto, Manganês, Sólidos Totais Dissolvidos, Sódio
Pré-Cambriano	66,1	Alumínio, Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	63,9	Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
Taubaté	69,2	Ferro, Manganês, Coliformes Totais	85,7	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
São Paulo	71,4	Ferro, Bactérias Heterotróficas	73,3	Arsênio, Ferro, Coliformes Totais
Furnas	100		62,5	Fluoreto
Aquiclude Passa Dois	25	Alumínio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Coliformes Totais	100	
Estado	69,4		70,8	

Boa (67,1-100%)

Regular (33,1-67%)

Ruim (0-33%)

Quadro 4.1.1.2 - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas por UGRHI

UGRHI	2021		2022	
	IPAS	Parâmetros desconformes	IPAS	Parâmetros desconformes
1	50	Ferro, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	25	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
2	53,1	Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	61,8	Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
4	68,8	Alumínio, Manganês, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	67,6	Alumínio, Fluoreto, Manganês, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
5	87,2	Alumínio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Coliformes Totais	86,4	Fluoreto, Coliformes Totais
6	65,9	Alumínio, Arsênio, Ferro, Fluoreto, Manganês, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	67,3	Ferro, Manganês, Zinco, Coliformes Totais
8	61,9	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	83,3	Coliformes Totais
9	67,9	Fluoreto, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	75	Chumbo, Ferro, Fluoreto, Coliformes Totais
10	71,9	Arsênio, Ferro, Fluoreto, Manganês, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Bactérias Heterotróficas	69,7	Arsênio, Fluoreto, Sódio, Coliformes Totais
11	55	Alumínio, Chumbo, Ferro, Manganês, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	45,5	Ferro, Manganês, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
12	75	Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	85	Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
13	69,4	Alumínio, Bário, Manganês, Nitrogênio Nitrato, Tetracloroetano, Tricloroetano, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	72,5	Bário, Manganês, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
14	87,1	Chumbo, Ferro, Coliformes Totais	86,7	Ferro, Coliformes Totais
15	69	Fluoreto, Nitrato, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais	76,5	Fluoreto, Nitrato, Coliformes Totais
16	80	Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, Crômio, <i>Escherichia coli</i>	86,7	Crômio, Coliformes Totais
17	68,6	Bário, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	73,7	Bário, Nitrato, Coliformes Totais
18	50	Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, Crômio	62,5	Crômio, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
19	59,1	Crômio, Fluoreto, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>	60,5	Crômio, Fluoreto, Sulfato, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
20	82,4	Bário, Nitrato, Coliformes Totais	60	Bárrios, Chumbo, Nitrato, Coliformes Totais, <i>Escherichia coli</i>
21	56,3	Bário, Crômio, Nitrato, Coliformes Totais	46,7	Bário, Nitrato, Coliformes Totais
22	92,9	Coliformes Totais	85,7	Coliformes Totais
Estado	69,4		70,8	

Boa (67,1-100%)

Regular (33,1-67%)

Ruim (0-33%)

A qualidade Boa da água foi observada com valores crescentes do indicador em treze UGRHIs: 6 - Alto Tietê; 4 - Pardo; 10 - Sorocaba-Médio Tietê; 13 - Tietê-Jacaré; 17 - Médio Paranapanema; 9 - Mogi-Guaçu; 15 - Turvo-Grande; 8 - Sapucaí Mirim-Grande; 12 - Baixo Pardo-Grande; 22 - Pontal do Paranapanema; 5 - Piracicaba-Capivari-Jundiá; 14 - Alto Paranapanema; e 16 - Tietê-Batalha; essas duas últimas com a mesma pontuação. A qualidade Regular da água foi obtida em seis UGRHIs, com valores crescentes do indicador : 11 -Ribeira do Iguape-Litoral Sul; 21 - Peixe; 20 - Aguapeí; 19 - Baixo Tietê; 2 - Paraíba do Sul; e 18 - São José dos Dourados; enquanto a qualidade Ruim foi verificada apenas na UGRHI 1 - Mantiqueira.

O IPAS calculado por sistema aquífero demonstra qualidade Regular da água para Furnas, Bauru e Pré-Cambriano e qualidade Boa para São Paulo, Serra Geral, Guarani, Tubarão, Taubaté e Aquiclude Passa Dois.

#### 4.1.2 Nitrato

A série histórica dos resultados de Nitrato obtidos na Rede de Qualidade demonstra concentrações elevadas e constantes com destaque para o Sistema Aquífero Bauru, semelhante aos resultados do monitoramento realizado por departamentos ou concessionárias de água e coordenadorias municipais de vigilância em saúde, e representa um problema para adequação da potabilidade da água para o abastecimento público de água. Os sistemas aquíferos Guarani, Pré-Cambriano e Serra Geral também apresentam poços com resultados elevados de Nitrato, porém em número bem menor.

A Tabela 4.1.2.1 apresenta as concentrações de Nitrato aferidas acima dos Valores de Prevenção (5 mg N/L) e do padrão de potabilidade (10mg N/L) considerando as duas campanhas de 2022.

**Tabela 4.1.2.1** - Concentrações de Nitrato acima de 5,0 mg N/L em 2022 - Rede de Qualidade (continua)

Sistema Aquífero	UGRHI	Município	Ponto	Amostra	Nitrato (mg N/L)
BA	13	Bauru	BA00385P	03/03/2022	13,62
				01/09/2022	13,09
	15	Onda Verde	BA00264P	23/03/2022	5,42
				08/03/2022	6,68
		Santa Adélia	BA00332P	08/09/2022	6,00
				23/03/2022	14,0
		São José do Rio Preto	BA00127P	21/09/2022	13,0
				23/03/2022	6,16
	Uchoa	BA00147P	13/09/2022	6,00	
			08/09/2022	6,02	
	16	Avaí	BA00010P	13/09/2022	7,00
				Potirendaba	BA00103P
	17	Quatá	BA00377P	26/09/2022	18,6
				16/03/2022	13,1
	18	Guzolândia	BA00293P	28/09/2022	12,0
				17/03/2022	7,27
		Jales	BA00059P	29/09/2022	9,0
				15/03/2022	19,79
19	Andradina	BA00387P	15/03/2022	5,23	
			29/09/2022	5,30	
	Pereira Barreto	BA00379P			

Tabela 4.1.2.1 - Concentrações de Nitrato acima de 5,0 mg N/L em 2022 - Rede de Qualidade (conclusão)

Sistema Aquífero	UGRHI	Município	Ponto	Amostra	Nitrato (mg N/L)
BA	20	Clementina	BA00028P	07/04/2022	<b>10,6</b>
				06/10/2022	<b>11,63</b>
		Dracena	BA00241P	22/03/2022	<b>10,71</b>
		Monte Castelo	BA00073P	15/03/2022	7,20
				29/09/2022	7,80
		Nova Independência	BA00079P	15/03/2022	7,13
				29/09/2022	5,90
		Parapuã	BA00409P	07/04/2022	5,94
	26/09/2022			5,87	
	Pompeia	BA00203P	07/04/2022	6,62	
			26/09/2022	7,20	
	Tupã	BA00146P	07/04/2022	6,57	
			04/10/2022	6,75	
	21	Bastos	BA00339P	07/04/2022	<b>10,6</b>
				26/09/2022	9,05
		Inúbia Paulista	BA00052P	22/03/2022	<b>10,4</b>
06/10/2022	6,59				
Mariápolis	BA00066P	22/03/2022	5,25		
22	Pirapozinho	BA00424P	13/09/2022	9,59	
GU	12	Orlândia	GU00086P	20/09/2022	6,00
	13	Ribeirão Bonito	GU00111P	10/03/2022	7,34
14/09/2022				8,00	
PC	4	São José do Rio Pardo	PC00390P	29/03/2022	5,59
	9	Itapira	PC00328P	14/03/2022	7,69
				12/09/2022	6,91
11	Apiaí	PC00228P	26/10/2022	5,22	
SG	8	Miguelópolis	SG00288P	29/09/2022	7,00

Resultados em negrito ultrapassaram o padrão de potabilidade (10 mg N/L).

No SAB, 25 amostras (4% do total de amostras coletadas) apresentaram concentrações de Nitrato superiores ao Valor de Prevenção (5 mg N/L) em quatorze poços, porém inferiores ao padrão de potabilidade (10 mg N/L); concentrações superiores a esse padrão foram encontradas 14 amostras (2,2%). Concentrações entre 5 mg N/L e 10 mg N/L ocorreram no SAG em dois poços, no Pré-Cambriano em três poços e no Serra Geral em apenas um poço, em 8 amostras (1,3%). Os poços que apresentaram essas concentrações são os mesmos que historicamente apresentam alteração da qualidade por Nitrato.

Quando considerado apenas o total de amostras de água do SAB, o percentual de amostras com concentrações de Nitrato superiores ao padrão de potabilidade corresponde a 7,3%, enquanto para o intervalo entre 5 mg N/L e 10 mg N/L, o percentual é de 13%. Nos outros três sistemas aquíferos com resultados acima de VP, o percentual máximo é de 3%, demonstrando menor vulnerabilidade à contaminação por Nitrato.

### 4.1.3 Crômio

A presença de Crômio Total em concentrações acima do padrão de potabilidade é verificada apenas nas águas do Sistema Aquífero Bauru, o que requer tratamento adicional para a conformidade das águas destinadas ao consumo humano.

Na Tabela 4.1.3.1 constam as concentrações de Crômio Total de 14 amostras desconformes ao padrão de potabilidade de 50 µg/L, relativas a 12 poços de monitoramento do Sistema Aquífero Bauru. Em relação ao total de amostras de água desse sistema aquífero, o percentual é de 7,3%.

**Tabela 4.1.3.1 - Concentrações de Crômio Total acima de 50 µg/L no SAB em 2022 - Rede de Qualidade**

UGRHI	Município	Ponto	Amostra	Crômio Total (µg/L)
15	Alfredo Marcondes	BA00002P	13/09/2022	82,7
16	Bady Bassitt	BA00334P	06/10/2022	64,5
	Potirendaba	BA00103P	23/03/2022	69
18	General Salgado	BA00384P	28/09/2022	53,3
	Guzolândia	BA00293P	16/03/2022	57,9
	Pontalinda	BA00325P	16/03/2022	60,6
	Santana da Ponte Pensa	BA00277P	15/03/2022	70,4
			27/09/2022	56,2
São João das Duas Pontes	BA00125P	16/03/2022	58,1	
19	Sud Mennucci	BA00141P	16/03/2022	55,3
		BA00382P	16/03/2022	53,2
21	Alvares Machado	BA00158P	13/09/2022	64,2
	Flórida Paulista	BA00040P	22/03/2022	64,5
			04/10/2022	69,6

### 4.1.4 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica

Os agrotóxicos do Grupo I (Quadro 2.3.1, Capítulo 2) foram analisados em 117 amostras de água de 59 pontos de monitoramento e os agrotóxicos do Grupo II em 40 amostras de 20 pontos. Ensaio analítico para fenóis e outras substâncias voláteis e semivoláteis foram realizados em 129 amostras de 67 pontos de monitoramento.

As substâncias orgânicas voláteis Bromodiclorometano, Clorofórmio e os agrotóxicos Clorpirifós, Dieldrin, Dimetoato, Metolacoloro, Tebutirom e p,p'-DDD (TDE) foram quantificados em algumas amostras, porém em concentrações inferiores aos valores máximo permitidos, conforme exibido na Tabela 4.1.4.1.

A Atividade Estrogênica, avaliada em 70 amostras de água de 38 poços, não apresentou resultados acima do limite de quantificação laboratorial, 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, citados no item 3.2.



Tabela 4.1.4.1 - Substâncias orgânicas quantificadas na Rede de Qualidade em 2022

UGRHI	Município	Ponto <sup>1</sup>	Amostra	Parâmetro	Resultado (µg/L)	VMP
4	Santa Cruz da Esperança	GU00121P	28/09/2022	Dimetoato	0,0031	1,2 <sup>a</sup>
	São Simão	GU00134P	28/09/2022	p,p'-DDD (TDE)	0,0030	NL
	Serrana	GU00138P	28/09/2022	Dimetoato	0,0031	1,2 <sup>a</sup>
	Mococa	PC00357P	05/10/2022	Dimetoato	0,0028	1,2 <sup>a</sup>
6	São Paulo	SP00417P	30/06/2022	Bromodiclorometano	7,61	NL
				Clorofórmio	48,6	300
10	São Roque	PC00154N	29/03/2022	Clorofórmio	3,44	300
9	Itapira	PC00328P	12/09/2022	Clorpirifós (etílico)	0,0600	30 <sup>b</sup>
	Pitangueiras	SG00101P	09/03/2022	Tebutirom	0,1375	NL
			14/09/2022		0,0401	NL
12	Barretos	BA00359P	01/09/2022	Clorofórmio	3,52	300
15	Américo de Campos	BA00226P	20/09/2022	Dimetoato	0,0036	1,2 <sup>a</sup>
	Nova Granada	BA00078P	21/09/2022	Dimetoato	0,0028	1,2 <sup>a</sup>
19	Guaraçai	BA00044P	29/03/2022	Dieldrin	0,0100	0,03 <sup>c</sup>
	Pereira Barreto	BA00379P	29/09/2022	Dimetoato	0,0033	1,2 <sup>a</sup>
	Itapura	SG00307P	27/09/2022	Metolaclo	0,1200	10
				Dimetoato	0,0027	1,2 <sup>a</sup>
22	Nantes	SG00261P	26/09/2022	Dimetoato	0,0037	1,2 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> BA - Bauru; GU - Guarani; PC - Pré-Cambriano; SG - Serra Geral

<sup>a</sup> - Somatória de Dimetoato + ometoato;

<sup>b</sup> - Somatória de Clorpirifós + clorpirifós-oxon ;

<sup>c</sup> - Somatória dos isômeros ou metabólitos;

NL - Não legislado.

VMP - Valor máximo Permitido

## 4.2 Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas

Na Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas foram analisadas 126 amostras de água de 63 piezômetros, embora os metais não tenham sido analisados em quatro amostras em função de excesso de sólidos presentes.

Os resultados comparados aos padrões de potabilidade demonstraram concentrações totais acima desses padrões para Alumínio (15 amostras), Bário (4), Cádmi (1), Chumbo (12), Ferro (25), Manganês (10), Zinco (2), e Nitrato (13). Esses resultados são apresentados no Apêndice B.

### 4.2.1 Nitrato

Na Tabela 4.2.1 são mostrados os resultados obtidos para Nitrato acima do Valor de Prevenção (5 mg N/L), todos obtidos em pontos de monitoramento do Sistema Aquífero Bauru.

Os resultados acima do padrão de potabilidade ocorreram em 13,3% do total de amostras do SAB, enquanto as concentrações entre VP e VMP foram verificadas em 8,2% das amostras. Esses percentuais mostram uma inversão de resultados superiores ao VP e VMP em relação Rede de Qualidade, na qual os percentuais foram de 7, 3% e 13%, respectivamente.

**Tabela 4.2.1.1 - Concentrações de Nitrato superior a 5 mg N/L no SAB em 2022 - Rede Integrada**

UGRHI	Município	Ponto	Amostra	Nitrato (mg N/L)
15	Guarani d'Oeste	BA05009Z	22/03/2022	7,10
			13/09/2022	7,92
	Paraíso	BA05056Z	05/07/2022	10,8
	Tanabi	BA05064Z	06/07/2022	11,7
			23/11/2022	11,4
	Vista Alegre do Alto	BA05021Z	03/05/2022	11,1
08/11/2022			10,8	
17	Gália	BA05007Z	05/05/2022	8,20
			09/11/2022	10,3
18	Magda	BA05025Z	24/03/2022	41,9
			15/09/2022	31,7
19	Araçatuba	BA05031Z	26/07/2022	12,9
			30/11/2022	9,83
	Guararapes	BA05033Z	25/07/2022	8,54
			30/11/2022	8,19
	Promissão	BA05059Z	18/07/2022	8,39
			07/11/2022	7,52
20	Luziânia	BA05012Z	18/05/2022	26,1
			23/11/2022	22,8
	Monte Castelo	BA05051Z	22/11/2023	17,0
22	Mirante do Paranapanema	BA05050Z	19/07/2022	12,4

Resultados em negrito estão acima do padrão de potabilidade de 10 mg N/L.

## 4.2.2 Substâncias Orgânicas e Atividade Estrogênica

Os agrotóxicos foram analisados em 54 amostras de 27 pontos de monitoramento e outras substâncias orgânicas foram analisadas em 14 amostras relativas a 10 pontos.

A maioria dos resultados ficou abaixo do limite de quantificação laboratorial, apenas 13 amostras apresentaram substâncias quantificáveis para Cafeína, Ftalatos, Naftaleno, Gution, Permetrina e Heptacloro, cujas concentrações estão descritas na Tabela 4.2.2.1.

**Tabela 4.2.2.1 - Substâncias orgânicas quantificadas na Rede Integrada em 2022**

UGRHI	Município	Ponto	Amostra	Parâmetro	Resultado (µg/L)	VMP (µg/L)
5	Santa Maria da Serra	GU05018Z	20/09/2022	Cafeína	0,02	NL
9	Descalvado	GU05006Z	21/09/2022	Cafeína	0,04	NL
				Naftaleno	0,03	60 <sup>a</sup>
	São Carlos	GU05040Z	21/11/2022	Cafeína	0,05	NL
13	Brotas	GU05005Z	30/03/2022	Azinfos-metil (Gution)	0,05	20 <sup>b</sup>
16	Novo Horizonte	BA05053Z	29/11/2022	Cafeína	0,05	NL
				Dimetil Ftalato	0,06	14 <sup>a</sup>
17	Paraguaçu Paulista	BA05037Z	20/07/2022	Cafeína	0,03	NL
				Dimetil Ftalato	0,08	14 <sup>a</sup>
				Di-n-octil ftalato	0,03	NL
19	Promissão	BA05059Z	18/07/2022	Cafeína	0,07	NL
				Dimetil Ftalato	0,06	14 <sup>a</sup>
			07/11/2022	Cafeína	0,07	NL
				Dimetil Ftalato	0,29	14 <sup>a</sup>
20	Luiziânia	BA05012Z	23/11/2022	Cafeína	0,31	NL
21	Caiabu	BA05045Z	20/07/2022	Dietil Ftalato	0,17	14 <sup>a</sup>
				Dimetil Ftalato	0,2	14 <sup>a</sup>
			09/11/2022	Dimetil Ftalato	0,07	14 <sup>a</sup>
	Marília	BA05030Z	13/04/2022	trans-Permetrina	0,1	20 <sup>c</sup>
22	Indiana	BA05011Z	14/06/2022	cis-Permetrina	0,12	20 <sup>c</sup>
				Heptacloro	0,006	NL

<sup>a</sup> Valor de Intervenção - Decisão de Diretoria CETESB nº 125/2021 (CETESB, 2021).

<sup>b</sup> Valor canadense de risco à saúde humana (HEALTH CANADA, 1989).

<sup>c</sup> Permetrina (CAS 52645-53-1) constava da lista de substância de Risco à Saúde Humana do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05/2017, com VMP igual a 20 µg/L.

NL - não legislado.

Os ensaios de atividade estrogênica foram realizados em 102 amostras dos 63 pontos de monitoramento ativos da Rede Integrada, cujos resultados ficaram abaixo do limite de quantificação laboratorial, na sua maioria. Apenas dois resultados foram quantificados, porém abaixo dos valores de referência de 3,8 e 7 ng/L equivalentes de estradiol para água de abastecimento citado em artigos científicos (BRAND et al., 2013; MENNES, 2004), como mostra a Tabela 4.2.2.

**Tabela 4.2.2.2** - Atividade estrogênica quantificada na Rede Integrada em 2022

UGRHI	Município	Ponto	Amostra	Resultado (ng eq. E2/L)	VMP (ng eq. E2/L)
21	Caiabu	BA05011Z	14/06/2022	0,20	3,8 e 7,0
22	Indiana	BA05045Z	20/07/2022	0,25	

Os resultados analíticos dos ensaios realizados nas amostras de água bruta de ambas as redes de monitoramento são apresentados nas tabelas do Anexo 1, disponível na página <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>.

# Referências

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-ac.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) **Norma Técnica L5.201. Contagem de Bactérias Heterotróficas - Método de Ensaio**. São Paulo, 2006. 14 p. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>>. 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 2023.

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 2023.

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 2023.

CETESB. **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 2023.

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 2023.

CETESB. **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 2019-2022**. São Paulo, 2022. 242 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: agosto 2023.

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.

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.