GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (FEHIDRO)

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARAÍBA DO SUL (CBH-PS)

NOME DO EMPREENDIMENTO

REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DA UGRHI 02 - PARAÍBA DO SUL (2020-2023)

CÓDIGO DO EMPREENDIMENTO

2019-PS-414

NÚMERO CONTRATO FEHIDRO

030/2020

PRODUTO 2

VOLUME V - DIAGNÓSTICO (PARTE 4)

CÓDIGO REGEA	LOCAL E DATA	REVISÃO
2048-R2-21	São Paulo, 13 de dezembro de 2021	1

Rua Moacir Miguel da Silva, 633 Jd. Bonfiglioli CEP 05595-000 São Paulo SP Brasil
+55 11 3735-5172 www.regea.com.br

SUMÁRIO

VOLUME V - DIAGNÓSTICO - PARTE 4 1
4.1.6. Qualidade das Águas 2
4.1.6.1. Conteúdo básico 2
4.1.6.1.1. Qualidade das águas superficiais 2
4.1.6.1.2. Qualidade das águas subterrâneas 8
4.1.6.1.3. Danos à vida aquática 10
4.1.6.1.4. Restrições ao uso da água 11
4.1.6.2. Conteúdo fundamental 12
4.1.6.2.1. Distribuição espacial dos parâmetros de qualidade das águas superficiais 12
4.1.6.2.2. Distribuição espacial dos parâmetros de qualidade das águas subterrâneas 17
4.1.6.2. Conteúdo complementar 25
4.1.6.2.1. Qualidade da água superficial em bacias com captação para abastecimento público 25
4.1.6.2.2. Qualidade da água subterrânea por aquífero 27
4.1.6.2.3. Presença de fluoreto em águas subterrâneas 27
4.1.6.2.4. Qualidade da água e poluição 28
4.1.6.2.5. Modelagem numérica do meio aquático 30
4.1.6.2.6. Avaliação das redes de monitoramento 34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 36

Figuras

FIGURA V-1 – PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL E O TIPO DE MONITORAMENTO. .. 4
FIGURA V-2 – ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA): QUANTIDADE DE PONTOS POR CATEGORIA. 5
FIGURA V-3 – ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS BRUTAS PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO (IAP): QUANTIDADE DE PONTOS POR CATEGORIA. 5
FIGURA V-4 – ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA (IVA): QUANTIDADE DE PONTOS POR CATEGORIA. 6
FIGURA V-5 – IET - ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET): QUANTIDADE DE PONTOS POR CATEGORIA. 7
FIGURA V-6 – CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD): QUANTIDADE DE PONTOS POR CATEGORIA. 7
FIGURA V-7 – ÍNDICE DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS EM RESERVATÓRIOS E RIOS (IB): PROPORÇÃO DE PONTOS POR CATEGORIA. 8
FIGURA V-8 - PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA. 9
FIGURA V-9 – CONCENTRAÇÃO DE NITRATO NO PERÍODO DE 2015 A 2019: PROPORÇÃO DE AMOSTRAS EM RELAÇÃO AO VALOR DE REFERÊNCIA. 9
FIGURA V-10 – UGRHI 02: QUANTIDADE DE REGISTRO DE RECLAMAÇÕES DE MORTANDADE DE PEIXES (A) E PORCENTAGEM DE OCORRÊNCIAS EM RELAÇÃO AO ESTADO DE SÃO PAULO (B). 11
FIGURA V-11 – CLASSIFICAÇÃO SEMANAL DAS PRAIAS DE RESERVATÓRIOS E RIOS NA UGRHI 02. 11
FIGURA V-12 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA UGRHI 02 SEGUNDO SUA POTABILIDADE. 12
FIGURA V-13 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IQA PARA OS PONTOS MONITORADOS NA UGRHI 02 - 2019. 13
FIGURA V-14 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IAP PARA OS PONTOS MONITORADOS NA UGRHI 02 - 2019. 14
FIGURA V-15 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IVA PARA OS PONTOS MONITORADOS NA UGRHI 02 - 2019. 14
FIGURA V-16 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IET PARA OS PONTOS MONITORADOS NA UGRHI 02 - 2019. 15
FIGURA V-17 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO OD PARA OS PONTOS MONITORADOS NA UGRHI 02 - 2019. 16
FIGURA V-18 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO IB PARA OS PONTOS MONITORADOS NA UGRHI 02 - 2019. 16
FIGURA V-19 – AQUÍFEROS E PONTOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA UGHRI 02. 17
FIGURA V-20 – QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS, POR PARÂMETROS E ANO. 18
FIGURA V-21 – ARSÊNIO: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 19
FIGURA V-22 – BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 20
FIGURA V-23 – COLIFORMES TOTAIS: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 21
FIGURA V-24 – *ESCHIRICHIA COLI*: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 21
FIGURA V-25 – FERRO: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 22
FIGURA V-26 – FLUORETO: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 23
FIGURA V-27 – MANGANÊS: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 23
FIGURA V-28 – URÂNIO: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 24
FIGURA V-29 – CHUMBO: PONTOS E QUANTIDADE DE NÃO CONFORMIDADES REGISTRADAS. 25
FIGURA V-30 – USO DO SOLO NAS BACIAS COM CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO. 26
FIGURA V-31 – PONTOS DE MONITORAMENTO E DAS ÁREAS CONTAMINADAS SITUADAS UM RAIO DE 1 KM. 28

FIGURA V-32 – QUANTIDADE DE ÁREAS CONTAMINADAS QUE ESTÃO NA AID DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA E SUAS RESPECTIVAS CATEGORIAS DE IQA. 29
FIGURA V-33 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA..... 35

Quadro

QUADRO V-1 – QUALIDADE DAS ÁGUAS: INDICADORES E SEUS PARÂMETROS. 2

Tabelas

TABELA V-1 – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS: PARÂMETROS ANALISADOS POR PONTO DE AMOSTRAGEM..... 3
TABELA V-2 – INDICADOR DE POTABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (IPAS) - 2015 A 2019 (%). 10
TABELA V-3 – QUANTIDADE DE DESCONFORMIDADES REGISTRADAS NO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (2015-2019). 18
TABELA V-4 - USO DO SOLO NAS BACIAS COM CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO. 26
TABELA V-5 – PARÂMETROS NÃO CONFORMES DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - SISTEMAS AQUÍFEROS PRÉ-CAMBRIANO E TAUBATÉ. 27
TABELA V-6 – ÁREAS CONTAMINADAS E PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA. 29
TABELA V-7 – FAIXAS DE FREQUÊNCIAS E OS IMPACTOS NO BALANÇO HÍDRICO. 31
TABELA V-8 – PERCENTUAL DE OTTOBACIAS EM CADA FAIXA DE BALANÇO HÍDRICO, POR CENÁRIO, PARA $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$. 31
TABELA V-9 – LIMITES DE ATENDIMENTO PARA CLASSES DE ÁGUA DOCE (RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005). 32
TABELA V-10 – CONCENTRAÇÕES E VARIAÇÕES CALCULADAS DE DBO, POR CENÁRIO, PARA $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$. 32
TABELA V-11 – CONCENTRAÇÕES E VARIAÇÕES CALCULADAS DE OD, POR CENÁRIOS, PARA $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$. 33
TABELA V-12 – CONCENTRAÇÕES E VARIAÇÕES CALCULADAS DE PT, POR CENÁRIO, PARA $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$. 33
TABELA V-13 – CONCENTRAÇÕES E VARIAÇÕES CALCULADAS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, POR CENÁRIO, PARA $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$. 34

REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DA UGRHI 02 - PARAÍBA DO SUL (2020-2023)

VOLUME V - DIAGNÓSTICO - PARTE 4
QUALIDADE DAS ÁGUA SUPRFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Visando facilitar as referências aos elementos ilustrativos (figuras, tabelas e quadros), bem como o acesso ao conteúdo em formato digital, este Plano de Bacia foi subdividido em volumes, que são apresentados em onze arquivos digitais, conforme a estrutura indicada a seguir.

Estrutura da divisão dos arquivos que compõem o Plano de Bacia da UGRHI 02.

Volume	Conteúdo	Itens/subitens da Deliberação CRH nº 146/2012
I	Seção inicial	1. Introdução 2. Escopo geral do Plano de Bacia Hidrográfica 3. Processo de elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica
II	Diagnóstico – Parte 1	4.1.1. Caracterização geral da UGRHI
III	Diagnóstico – Parte 2	4.1.2. Caracterização física da UGRHI
IV	Diagnóstico – Parte 3	4.1.3. Disponibilidade de recursos hídricos 4.1.4. Demandas por recursos hídricos 4.1.5. Balanço: demanda *versus* disponibilidade
V	Diagnóstico – Parte 4	4.1.6. Qualidade das águas
VI	Diagnóstico – Parte 5	4.1.7. Saneamento básico
VII	Diagnóstico – Parte 6	4.1.8. Gestão do território e áreas sujeitas a gerenciamento especial
VIII	Diagnóstico – Parte 7	4.1.9. Avaliação do Plano de Bacia Hidrográfica 4.1.10. Síntese do Diagnóstico
IX	Prognóstico	4.2.1. Planos, programas, projetos e empreendimentos com incidência na UGRHI 4.2.2. Cenário de planejamento 4.2.3. Gestão dos recursos hídricos na UGRHI 4.2.4. Áreas críticas e prioridades para gestão dos recursos hídricos 4.2.5. Propostas de intervenções para gestão dos recursos hídricos
X	Plano de Ação	4.3.1. Definição das metas e ações para gestão dos recursos hídricos da UGRHI 4.3.2. Montagem do programa de investimentos 4.3.3. Balanço entre as prioridades de gestão e as ações do PBH 4.3.4. Definição do arranjo institucional para implementação do PBH 4.3.5. Definição da sistemática de acompanhamento e monitoramento do PBH
XI	Seção final	Referências bibliográficas Equipes de Trabalho Participantes dos eventos Anexos

Neste Volume V é apresentado o item do Plano de Bacia, referente ao Diagnóstico, que detalha aspectos referentes à qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

4.1.6. Qualidade das Águas

Este item tem como objetivo "caracterizar a qualidade das águas, identificando os principais problemas existentes, de modo a subsidiar o estabelecimento de metas e ações de gestão, em particular o enquadramento dos corpos d'água" (Deliberação CRH nº 146/2012).

4.1.6.1. Conteúdo básico

O conteúdo básico apresenta os indicadores de qualidade das águas, de saúde pública e ecossistemas e de uso da água (**Quadro V-1**) e respectivas análises (Deliberação CRH nº 146/2012).

Quadro V-1 – Qualidade das águas: indicadores e seus parâmetros.

Indicador	Parâmetro	Unidade
E.01 – Qualidade das águas superficiais	E.01-A – IQA - Índice de Qualidade das Águas	Nº de pontos por categoria
	E.01-B- IAP - Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público	Nº de pontos por categoria
	E.01-C – IVA - Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática	Nº de pontos por categoria
	E.01-D – IET - Índice de Estado Trófico	Nº de pontos por categoria
	E.01-E – OD - Concentração de Oxigênio Dissolvido	Nº de pontos por categoria
	E.01 -F – Curso d'água afluentes às praias*	% de atendimento anual a legislação
	E.01-G – IB - Índice de balneabilidade das praias em reservatórios e rios	Nº de pontos por categoria
E.02 – Qualidade das águas subterrâneas	E02-A – Concentração de Nitrato	Nº de amostras em relação ao valor de referência
	E.02-B – IPAS - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas	%
I.02 – Danos à vida aquática	I.02-A – Registro de reclamação de mortandade de peixes	Nº/ano
I.05 – Restrições ao uso da água	I.05-B – Classificação semanal das praias de reservatórios e rios	Nº de amostras por classificação
	I.05-C – Classificação da água subterrânea	Nº de amostras por categoria

*Não aplicável à UGRHI 02.
Fonte: Deliberação CRH nº 146/2012

4.1.6.1.1. Qualidade das águas superficiais

Na UGRHI 02, a rede de monitoramento da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), para a qualidade da água superficial, conta com 35 pontos, os quais são analisados, neste Plano de Bacia, por meio de seis parâmetros aplicáveis, relativos ao indicador E.01 – Qualidade das águas superficiais (**Quadro V-I** e **Tabela V-I**).

O monitoramento da qualidade de águas superficiais é formado por três tipos de monitoramento: a rede básica, a rede básica de monitoramento para captação e a rede de balneabilidade de águas doces (**Figura V-1**).

Salienta-se que:

- Em 2019, foi possível calcular o IQA para os 32 pontos da rede básica de monitoramento da Cetesb, quatro pontos a mais do que em 2015;
- O monitoramento, nos pontos BUKI 02950 e UAMA 00550, iniciou em 2016;
- O monitoramento, nos pontos PARB 02800, VIDK 04900, iniciou em 2018;
- O monitoramento no ponto UAMA 00600 iniciou em 2019, substituindo UAMA 00550;
- O IVA e o IET podem ser calculados para os mesmos pontos que o IQA; e

- O IAP foi calculado para os nove pontos de captação disponíveis em todo o período (2015-2019).

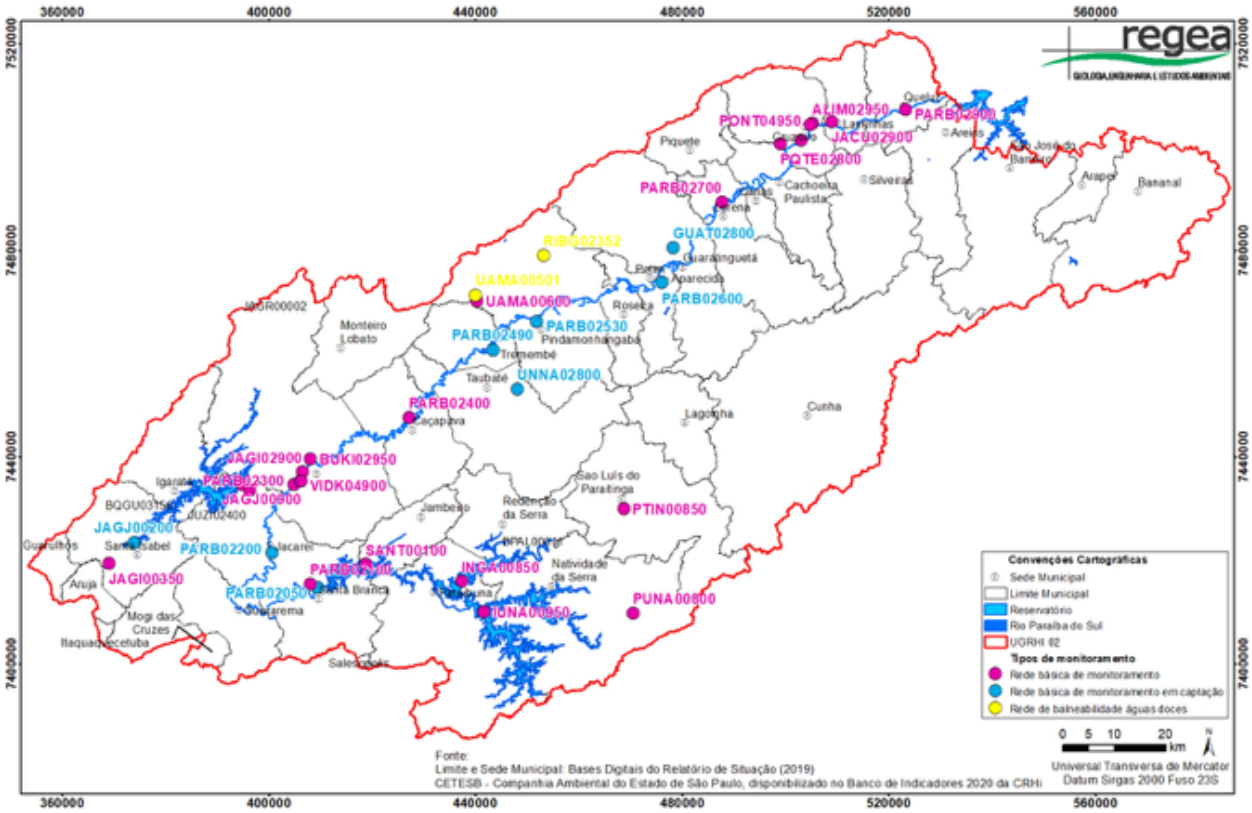
Tabela V-1 – Qualidade das águas superficiais: parâmetros analisados por ponto de amostragem.

Código	E.01-A – IQA	E.01-B- IAP	E.01-C – IVA	E.01-D – IET	E.01-E – OD	E.01-G – IB
ALIM 02950	X		X	X	X	
BPAL 00011						X
BUKI 02950	X		X	X	X	
GUAT 02800	X	X	X	X	X	
INGA 00850	X		X	X		
IUNA 00950	X		X	X		
JACU 02900	X		X	X	X	
JAGI 00350	X		X	X		
JAGI 02900	X		X	X	X	
JAGJ 00200	X	X	X	X		
JAGJ 00900	X		X	X		
PARB 02050	X	X	X	X	X	
PARB 02100	X		X	X	X	
PARB 02200	X	X	X	X	X	
PARB 02300	X		X	X	X	
PARB 02310	X	X	X	X	X	
PARB 02400	X		X	X	X	
PARB 02490	X	X	X	X	X	
PARB 02530	X	X	X	X	X	
PARB 02600	X	X	X	X	X	
PARB 02700	X		X	X	X	
PARB 02800	X		X	X		
PARB 02900	X		X	X	X	
PONT 04950	X				X	
PQTE 02800	X		X	X	X	
PTEI 02900	X		X	X	X	
PTIN 00850	X		X	X		
PUNA 00800	X		X	X		
RIBG 02352						X
SANT 00100	X		X	X		
UAMA 00501						X
UAMA 00550	X					X
UAMA 00600	X		X	X		
UAMA 00601						X
UNNA 02800	X	X	X	X	X	
VIDK 04900	X				X	

Fonte: Cetesb, 2016 a 2020.

Cada um desses parâmetros é analisado nos subitens a seguir, com base nos dados disponibilizados pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Figura V-1 – Pontos de monitoramento da qualidade da água superficial e o tipo de monitoramento.



Fonte: Cetesb, 2020a.

4.1.6.1.1.1. E.01-A - Índice de Qualidade das Águas (IQA)

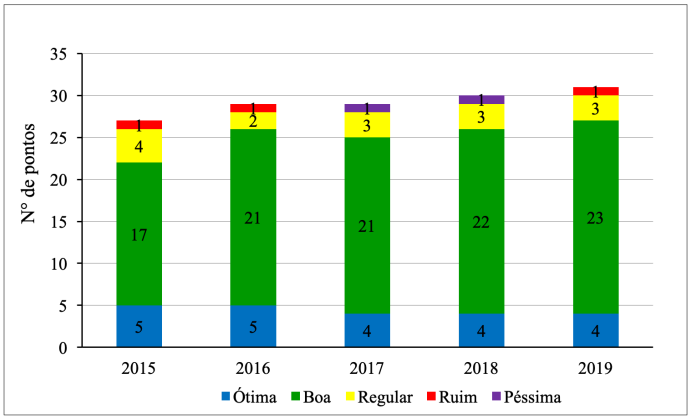
A **Figura V-2** apresenta o IQA – Índice de Qualidade de Água conforme classificado, na UGRHI 02, no período de 2015 a 2019.

Analisando-se esses dados, observa-se que:

- Pode-se observar que houve uma pequena redução do número de pontos classificados na categoria Ótima, uma vez que o ano de 2015 registrou 6% a mais de pontos classificados como ótimo do que 2018 e 2019 (13%);
- A qualidade da água foi classificada como boa em 71% dos pontos em média (21 pontos);
- A categoria Regular contribuiu com 10%, em média, dos registros (3 pontos). O ano com maior número de pontos classificados como regular foi em 2015, com 15% dos registros, o que corresponde a 4 pontos, e o ano com menor número de pontos classificados como regular foi em 2016, com 7% dos pontos enquadrados nesta classificação, o que corresponde a 2 pontos;
- A categoria Ruim, que não havia sido registrada em 2017 e 2018, volta a aparecer em 2019, com apenas um ponto nessa classificação; e
- A categoria Péssima, que havia sido registrada em 2017 e 2018, não foi identificada em 2019.

Embora o IQA, na UGRHI 02, tenha sido classificado na categoria Boa, na maioria dos pontos, no período de 2015 a 2019, os dados sugerem a necessidade de investimentos em tratamento de efluentes, uma vez que, nos últimos três anos, a categoria Ótima não apresentou aumento, a categoria Boa apresentou aumento discreto e, ainda, há registro da categoria Ruim.

Figura V-2 – Índice de Qualidade das Águas (IQA): quantidade de pontos por categoria.

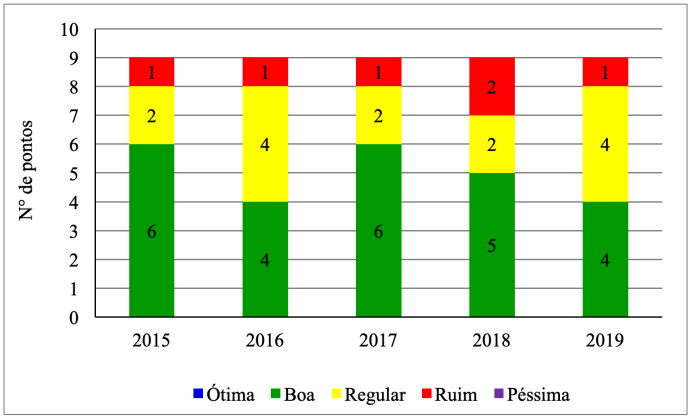


Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.6.1.1.2. E.01-B – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP)

A **Figura V-3** apresenta o IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público conforme classificado, na UGRHI 02, no período de 2015 a 2019.

Figura V-3 – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP): quantidade de pontos por categoria.



Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Analisando-se esses dados, observa-se que:

- As categorias extremas, Ótima e Péssima, não foram registradas no período considerado;
- Nos últimos três anos ocorreu uma diminuição da qualidade da água para abastecimento público, uma vez que 2019 registrou uma queda de 23% de pontos classificados na categoria Boa em relação a 2017, o que corresponde a dois pontos;
- Houve um aumento do número de pontos classificados como regular. Em 2019, 44% dos pontos (4 pontos) foram classificados nessa categoria, enquanto em 2017 eram 22% (2 pontos); e
- Apenas um ponto foi registrado, de maneira consistente, na categoria Ruim.

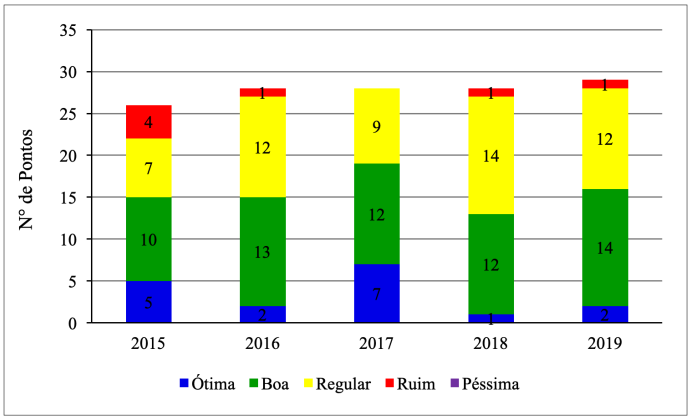
Embora o Índice de Abastecimento Público (IAP) tenham registrado 56% dos pontos, em média, se enquadrando na categoria Boa, para o período de 2015 a 2019, a persistência das categorias

Ruim e Regular sugere a necessidade de investimentos na realização de ações que contribuam com a melhoria da qualidade das águas.

4.1.6.1.1.3. E.01-C – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA)

A **Figura V-4** apresenta o IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática conforme classificado, na UGRHI 02, no período de 2015 a 2019.

Figura V-4 – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA): quantidade de pontos por categoria.



Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Analisando-se esses dados, observa-se que:

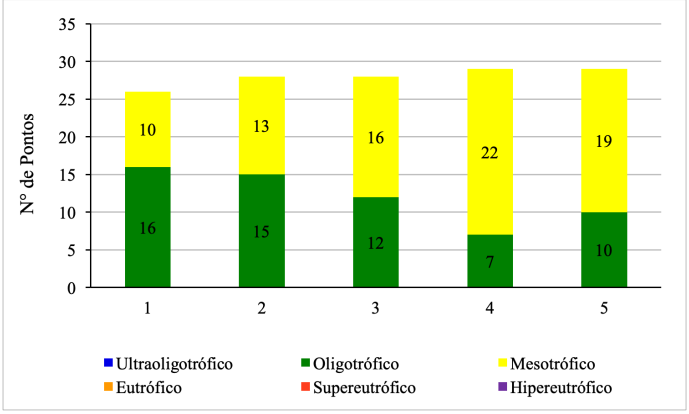
- O maior número de pontos classificados na categoria Ótima foi registrado em 2017 (25% dos pontos), porém no ano seguinte apenas 3,4 % dos pontos, o que corresponde a um ponto, foram classificados nessa categoria;
- Em média, 44% dos pontos, foram classificados na categoria Boa. O ano em que houve o maior número de pontos nessa categoria foi em 2019, com 14 pontos, o que corresponde a 48% dos registros, enquanto o menor número de registros nessa categoria ocorreu em 2015 (10 pontos);
- A categoria Regular, contribuiu com 39% dos pontos. Os anos de 2018 e 2015 apresentam o maior e menor número de pontos registrados nessa categoria, com 50% (14) e 27% (7) dos pontos, respectivamente;
- Em 2015, 15% dos pontos eram classificados como ruim (4 pontos), havendo uma diminuição no número de pontos nessa categoria nos anos seguintes; e
- A categoria Péssima não foi registrada no período considerado.

O aumento da categoria Regular e a persistência da categoria Ruim indicam a necessidade de investimentos na realização de ações que contribuam com a melhoria da qualidade das águas.

4.1.6.1.1.4. E.01-D – Índice de Estado Trófico (IET)

A **Figura V-5** apresenta o IET - Índice de Estado Trófico conforme classificado, na UGRHI 02, no período de 2015 a 2019.

Figura V-5 – IET - Índice de Estado Trófico (IET): quantidade de pontos por categoria.



Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Analisando-se esses dados, observa-se que:

Ao longo do período considerado só foram registradas as categorias Oligotrófico e Mesotrófico;

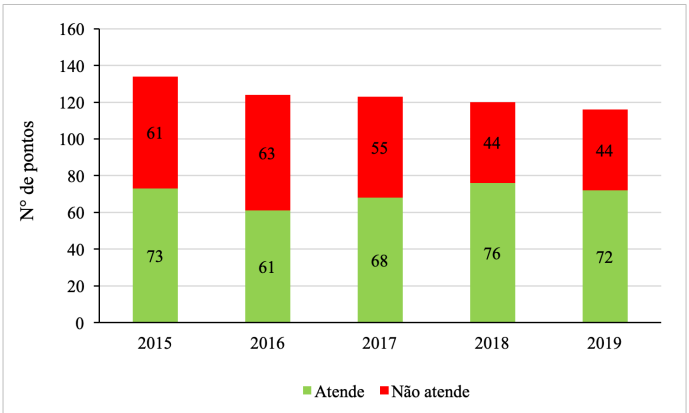
- 62% dos pontos foram classificados como oligotrófico em 2015 (16 pontos) e apenas 34% foram registrados nesta categoria em 2019 (5 pontos); e
- O padrão inverso pode ser observado para o número de pontos registrados na categoria mesotrófico. Em 2015 foram registrados 38% dos pontos nesta categoria (10 pontos), enquanto em 2019, este número aumentou para 66%, 19 pontos.

Esses resultados indicam um aumento da trofia na UGHRI 02, variando da condição de baixa trofia (oligotrófico) para média trofia (mesotrófico). Esta alteração na trofia pode estar relacionada com o aumento da carga de Fósforo total na bacia, decorrente, principalmente, de fontes de esgoto doméstico (CETESB, 2019).

4.1.6.1.1.5. E.01-E – Concentração de Oxigênio Dissolvido (OD)

A **Figura V-6** apresenta o OD - Concentração de Oxigênio Dissolvido conforme classificado, na UGRHI 02, no período de 2015 a 2019.

Figura V-6 – Concentração de Oxigênio Dissolvido (OD): quantidade de pontos por categoria.



Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Analisando-se esses dados – definidos com base nos padrões de conformidades relativo à Classe 2 da Resolução Conama 357/05, que, para essa variável, deve ser igual ou superior a 5 mg. L-1 –

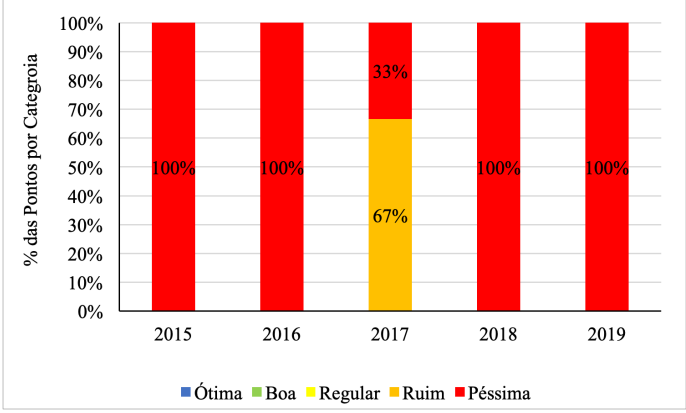
verifica-se que a UGRHI 02, não atende ao padrão em 33,3% das medidas (61 medidas), em 2019, e em 45,5% (44 medidas), em 2015. Isto é, em 2019 foram registrados 12,2% menos não conformidade para OD do que em 2015.

Esses resultados evidenciam um aumento na quantidade de pontos que atendem ao padrão estabelecido para a concentração de OD, indicando melhora da qualidade da água ao longo do tempo. Entretanto, essa melhoria tem se apresentado lenta, devendo ser definidas ações visando acelerar esse processo.

4.1.6.1.1.6. E.01-G – Índice de balneabilidade das praias em reservatórios e rios (IB)

A **Figura V-7** apresenta o IB - Índice de balneabilidade das praias em reservatórios e rios conforme classificado, na UGRHI 02, no período de 2015 a 2019.

Figura V-7 – Índice de balneabilidade das praias em reservatórios e rios (IB): proporção de pontos por categoria.



Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Analisando-se esses dados, referentes os três pontos de monitorados para a balneabilidade, na UGRHI 02, verifica-se que:

- As categorias Ótima, Boa e Regular não foram registradas no período considerado;
- A categoria Péssima foi registrada em todas as análises para os anos de 2015, 2016, 2018 e 2019; e
- Em 2017, 33% dos pontos foram classificados como péssimo e 67% como ruim.

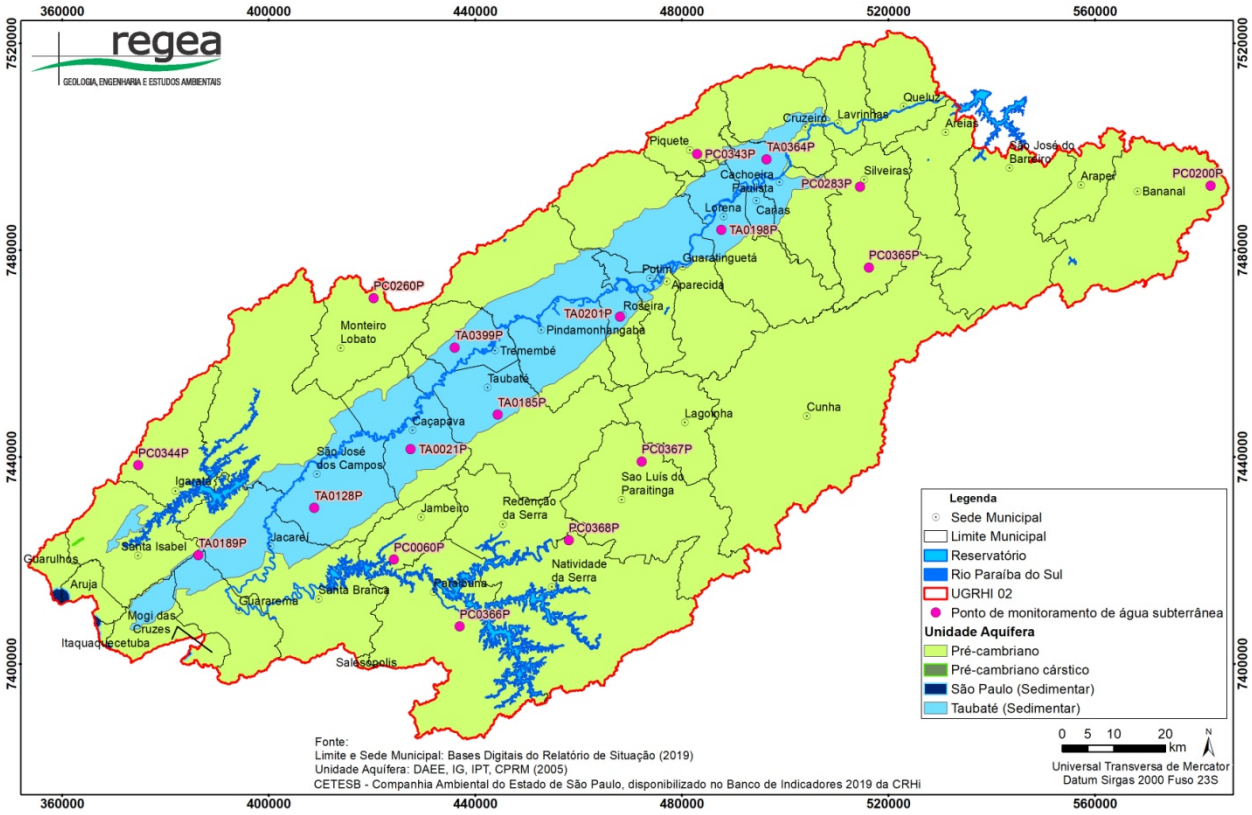
Estes resultados indicam contaminação por esgoto doméstico e são locais impróprios para a balneabilidade na maior parte do ano.

Salienta-se que, em 2019, o ponto UAMA 00601, localizado no Balneário de Piracuama – Reino das Águas Claras, em Pindamonhangaba, foi excluído uma vez que a praia esteve fechada ao público.

4.1.6.1.2. Qualidade das águas subterrâneas

Na UGRHI 02 a rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas da Cetesb abrange 18 pontos de monitoramento (**Figura V-8**), todos formados por poços tubulares utilizados para abastecimento público, que captam água dos aquíferos Pré-Cambriano e Taubaté, e é analisada por meio de dois parâmetros (**Quadro V-1**), descritos nos subitens a seguir.

Figura V-8 - Pontos de monitoramento da qualidade da água subterrânea.

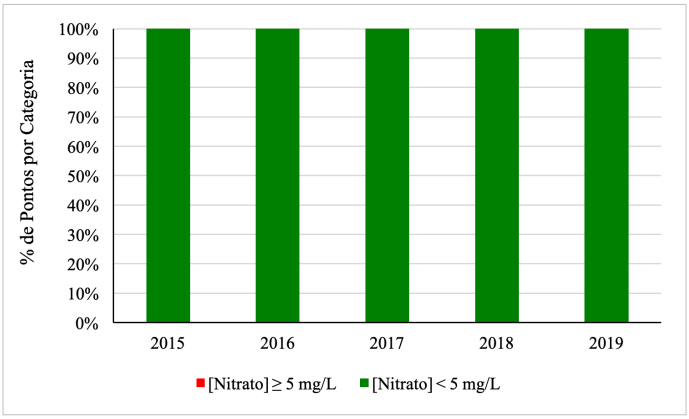


Fonte: Cetesb, 2020.

4.1.6.1.2.1. E02-A – Concentração de Nitrato

Nos poços monitorados pela Cetesb, no período considerado, a concentração de nitrato esteve em 100% do tempo abaixo do valor de prevenção, ou seja, menor do que 5mg/L (**Figura V-9**).

Figura V-9 – Concentração de Nitrato no período de 2015 a 2019: proporção de amostras em relação ao valor de referência.



Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.6.1.2.2. E.02-B – IPAS - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas

O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas (IPAS) é definido a partir do percentual de amostras de água bruta em conformidade com os padrões definidos na Portaria n° 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Os dados disponíveis (**Tabela V-2**), referentes ao IPAS na UGRHI 02, mostram que:

- Em 2019, o IPAS foi de 64,7%, aproximadamente 10% superior em relação a 2015, que foi de 54,2%;
- Apesar de os dados indicarem uma melhoria na qualidade da água subterrânea, o IPAS se manteve na categoria regular em todo o período;
- Os principais parâmetros em desconformidade foram arsênio, ferro, manganês, urânio, E. coli, fluoreto, bactérias heterotróficas, coliformes totais e E. coli; e
- Os parâmetros microbiológicos foram os principais responsáveis pela diminuição do IPAS no período analisado.

Tabela V-2 – Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas (IPAS) - 2015 a 2019 (%).

Ano	IPAS (%)	Parâmetros desconformes
2015	54,2	Arsênio, ferro, manganês, urânio, E. coli, fluoreto, bactérias heterotróficas, coliformes totais
2016	44,1	Arsênio, ferro, fluoreto, manganês, urânio, E. coli, bactérias heterotróficas, coliformes totais
2017	63,6	Chumbo, ferro, fluoreto, manganês, urânio, bactérias heterotróficas, coliformes totais
2018	58,8	Ferro, Fluoreto, manganês, Urânio, Bactérias Heterotróficas, coliformes totais, E. coli
2019	64,7	Ferro, Manganês, Urânio, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais

Classes de Qualidade: verde Boa (67,1 -100%), amarelo Regular (33,1 – 67%), vermelho Ruim (0 -33%).
Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Com relação aos parâmetros desconformes, os parâmetros ferro e manganês possuem padrões que se referem a aceitação da qualidade para o consumo humano e podem originar gosto, cor e odor, porém não oferecem risco a saúde humana. Já os parâmetros arsênio, chumbo, fluoreto e urânio, podem trazer riscos à saúde (Portaria de Consolidação n° 05/2017), além dos parâmetros de potabilidade relacionados a contaminação microbiológica como coliformes totais, bactérias heterotróficas e E. coli, sendo este último relacionado a contaminação fecal recente e indica a eventual presença de organismos patogênicos.

4.1.6.1.3. Danos à vida aquática

Visando considerar os danos ambientais relacionados ao ecossistema aquático, são analisados os registros de mortandade de peixes.

Os registros de mortandade de peixes indicam regiões de pressão no ambiente aquático e estão associadas a qualidade da água e consiste em um bom indicador de suscetibilidade do corpo hídrico em relação às fontes de poluição ou outros agentes estressores.

Os dados aqui apresentados foram baseados nos relatórios de Qualidade de Águas Superficiais, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulos (Cetesb), nos períodos de 2015 a 2019 (**Figura V-10**).

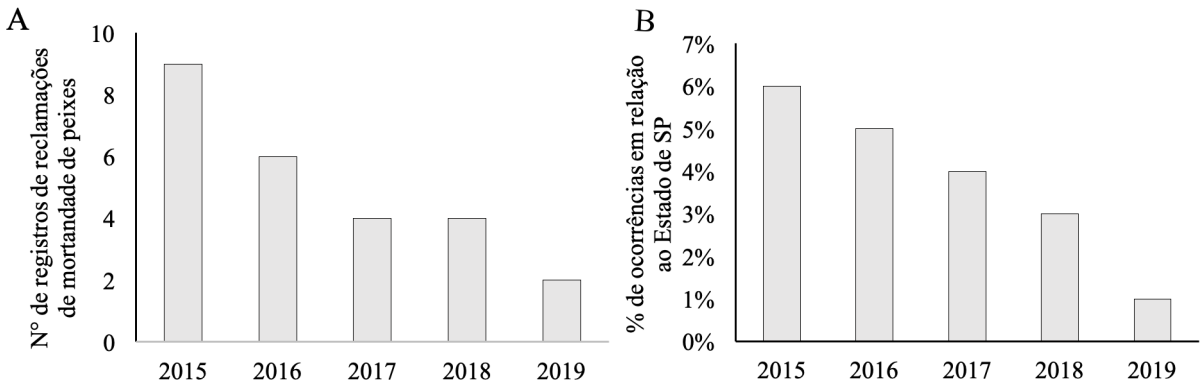
Os dados obtidos mostram que, na UGRHI 02:

- Em 2015, foram registradas nove reclamações de mortandade de peixes;

- Em 2019, foram registradas apenas duas reclamações de mortandade de peixes/ e
- A participação relativa da UGRHI 02, no total de casos do Estado, reduziu de 6% para 1%

Esses resultados indicam uma queda na quantidade de registros de mortandades de peixes, nesse período.

Figura V-10 – UGRHI 02: quantidade de registro de reclamações de mortandade de peixes (A) e porcentagem de ocorrências em relação ao Estado de São Paulo (B).



Fonte: Cetesb, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020.

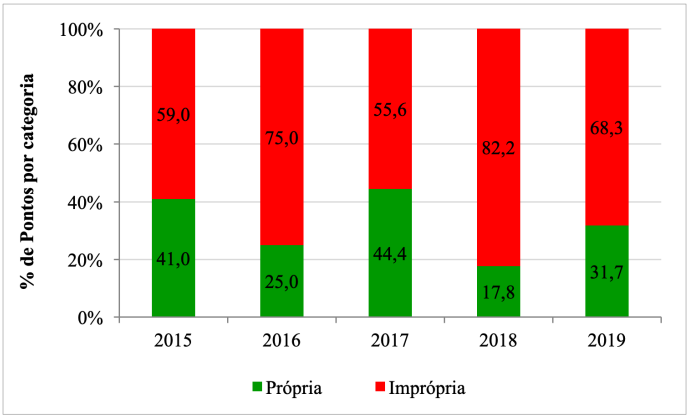
4.1.6.1.4. Restrições ao uso da água

Os parâmetros relativos às restrições ao uso da água permitem verificar como a situação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas interfere no uso dessas águas.

4.1.6.1.4.1. I.05-B – Classificação semanal das praias de reservatórios e rios

As praias de reservatórios e rios da UGRHI 02 tiveram monitoramento semanal por registrarem condições péssimas no IB (**Figura V-11**).

Figura V-11 – Classificação semanal das praias de reservatórios e rios na UGRHI 02.



Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Os dados disponíveis (**Figura V-11**) mostram que:

- A classificação semanal dessas praias foi registrada, em mais de 50% do tempo, como imprópria no período de 2015 a 2019;

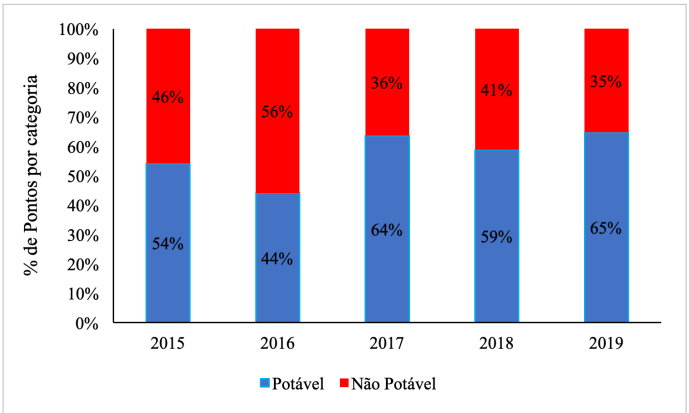
- O menor registro na classificação Imprópria ocorreu 55,6% do tempo em 2017; e
- O ano em que as praias ficaram a maior parte do tempo classificada como imprópria foi em 2018 (82,2% do tempo).

Esses resultados se devem principalmente pela contaminação de E. Coli, bactéria que habita o trato intestinal de animais de sangue quente, inclusive de humanos, indicando poluição de origem fecal nessas praias.

4.1.6.1.4.2. I.05-C – Classificação da água subterrânea

Com relação à restrição de uso de água subterrânea para abastecimento e consumo humano, observa-se que potabilidade das águas subterrâneas, em 2019, 65% das amostras foram classificadas como potáveis, 11% a mais que 2015, indicando uma leve melhora nas condições dessas águas ao longo do período de 2015 e 2019 (**Figura V-12**).

Figura V-12 – Classificação das águas subterrâneas na UGRHI 02 segundo sua potabilidade.



Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.6.2. Conteúdo fundamental

Neste conteúdo fundamental os dados de qualidade das águas superficiais e subterrâneas são analisados quanto sua distribuição espacial, destacando, sempre que pertinente, as principais desconformidades registradas.

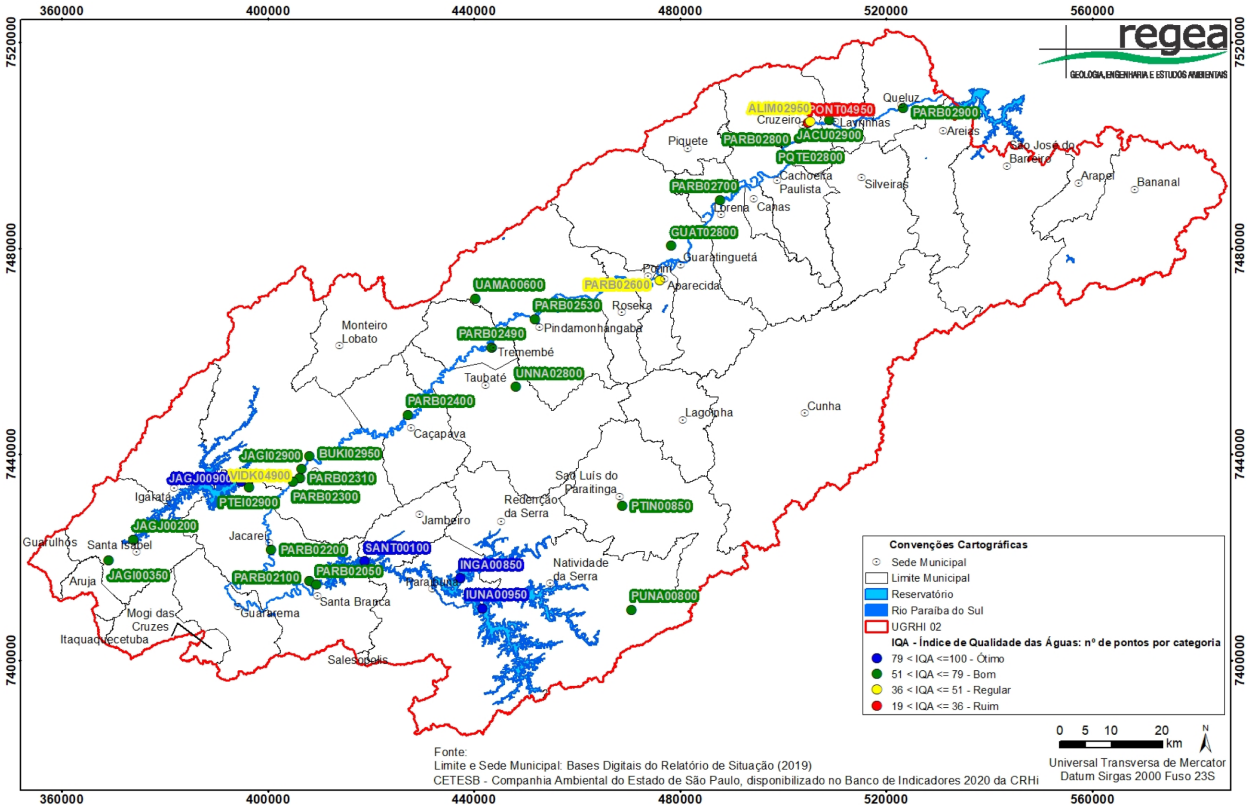
4.1.6.2.1. Distribuição espacial dos parâmetros de qualidade das águas superficiais

Considerando a distribuição espacial dos dados de IQA – Índice de Qualidade das Águas (**Figura V-13**), verifica-se que:

- As regiões que registraram condições de qualidade de água ótima estão localizadas nos reservatórios de Paraibuna (IUNA 00950); Paraitinga (INGA 00850), Santa Branca (SANT 00100) e Jaguari (JAGJ 00900), o que corresponde a 15% dos pontos, em média;
- O principal ponto que contribuiu para a classificação regular ao longo dos anos foi PARB 02600, que está localizado a jusante de Aparecida, e reflete a qualidade de água a jusante das áreas mais urbanizadas da Bacia; e
- Apenas um ponto (PONT 04950), que está localizado no córrego do pontilhão ou Barrinha, em Cruzeiro foi classificado como ruim, nos anos de 2015, 2016 e 2019, e péssimo nos anos

de 2017 e 2018. Esse resultado pode ser reflexo do baixo índice de tratamento de esgoto doméstico do município de Cruzeiro, que em 2019, correspondia a menos de 10%.

Figura V-13 – Localização e classificação do IQA para os pontos monitorados na UGRHI 02 - 2019.



Fonte: Cetesb, 2020a.

Em se tratando da distribuição espacial do IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (**Figura V-14**), verifica-se que:

- Apenas um ponto foi registrado, de maneira consistente, na categoria ruim, o PARB 02600, que está localizado a jusante das áreas mais urbanizadas da UGRHI; e
- Em 2019, três (PARB02050, PARB02200 e JAGJ00200) dos quatro pontos classificados com IAP na categoria Boa se localizaram em área a montante do trecho mais urbanizado da UGRHI.

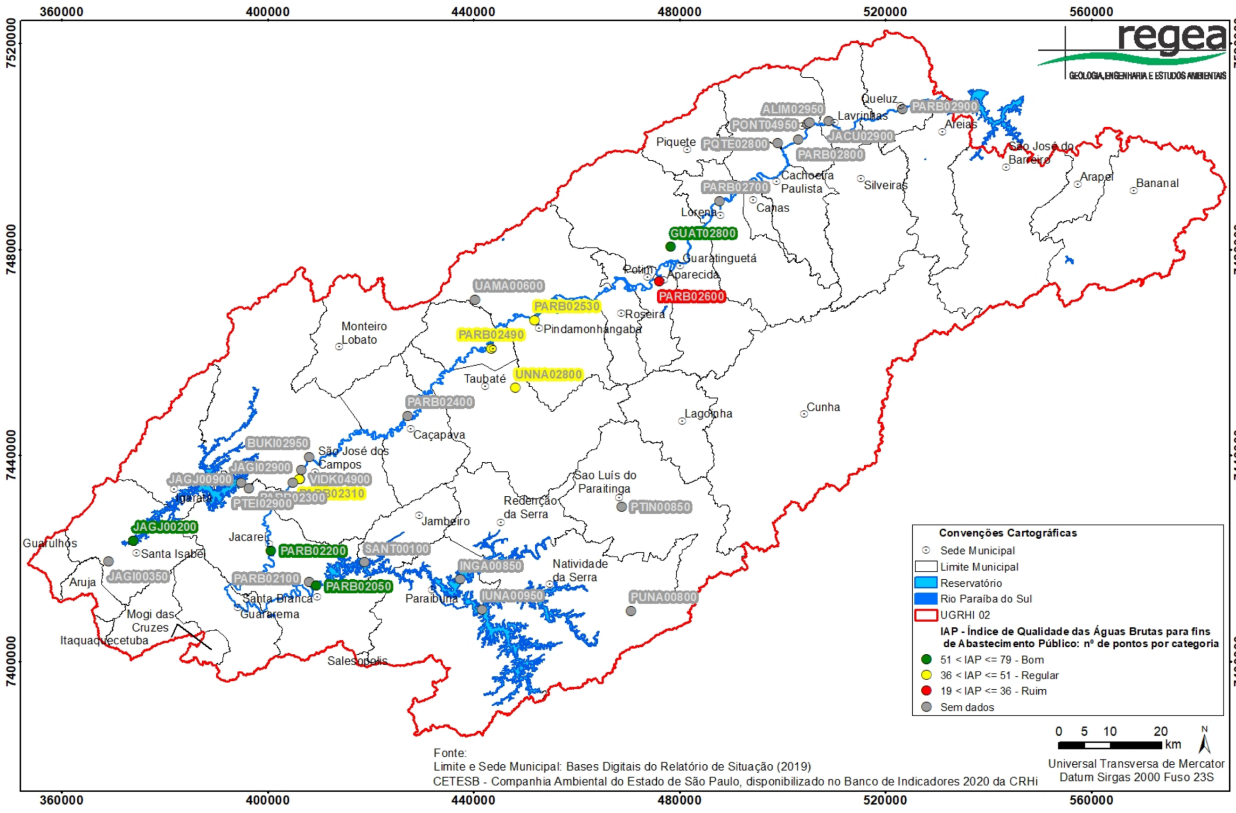
Quanto à distribuição espacial do IVA - Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (**Figura V-15**), observa-se que:

- Os pontos classificados como categoria regular estão principalmente localizados no rio Paraíba do Sul;
- O ponto ALIM02950, situado a jusante de Cruzeiro, foi classificado na categoria Ruim.

Analisando-se a distribuição espacial dos dados do IET (**Figura V-16**), observa-se que:

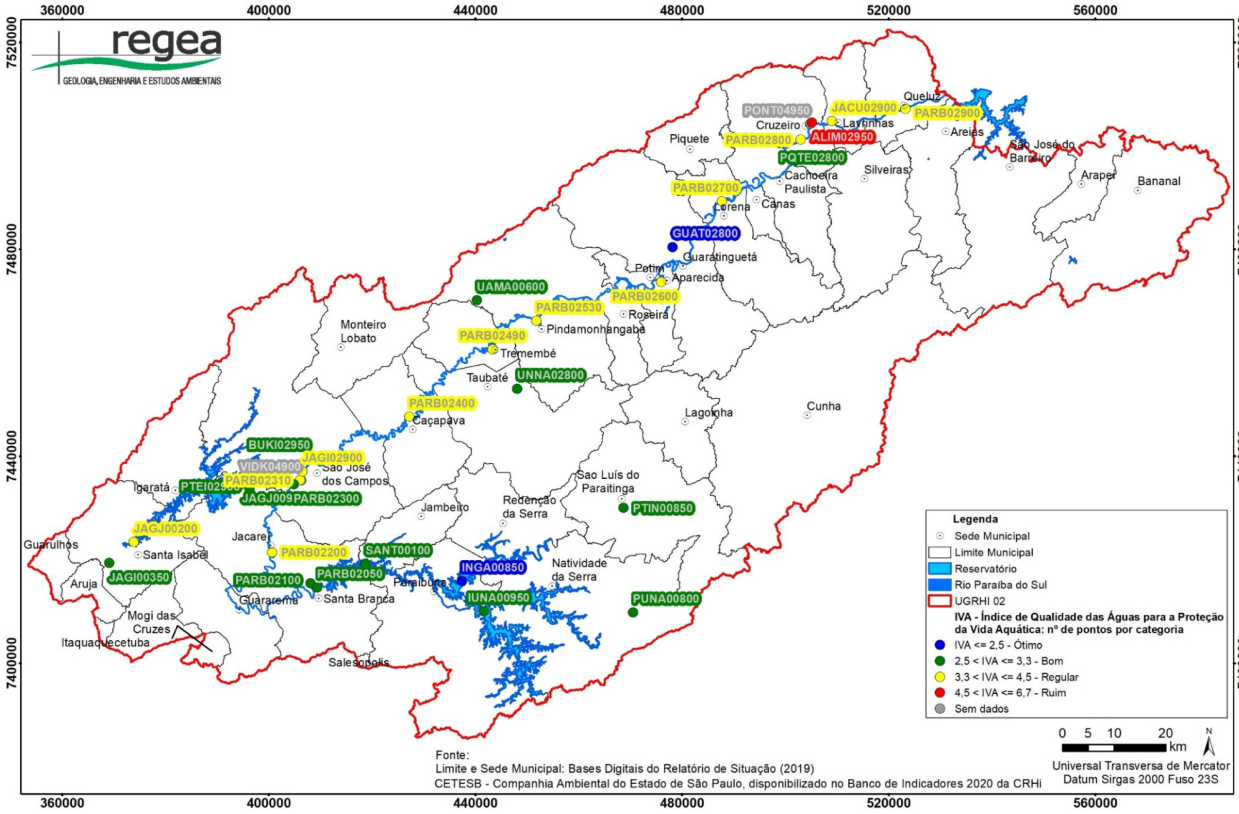
- Sete dos 10 pontos de classificados na categoria Oligotrófico (PTIN00850, PUNA00800, IUNA00950, INGA00850, SANT00100, PARB02100 E JAGJ00900) situam-se a montante das áreas mais urbanizadas;
- 11 dos 19 pontos classificados na categoria Mesotrófico situam-se no rio Paraíba do Sul.

Figura V-14 – Localização e classificação do IAP para os pontos monitorados na UGRHI 02 - 2019.



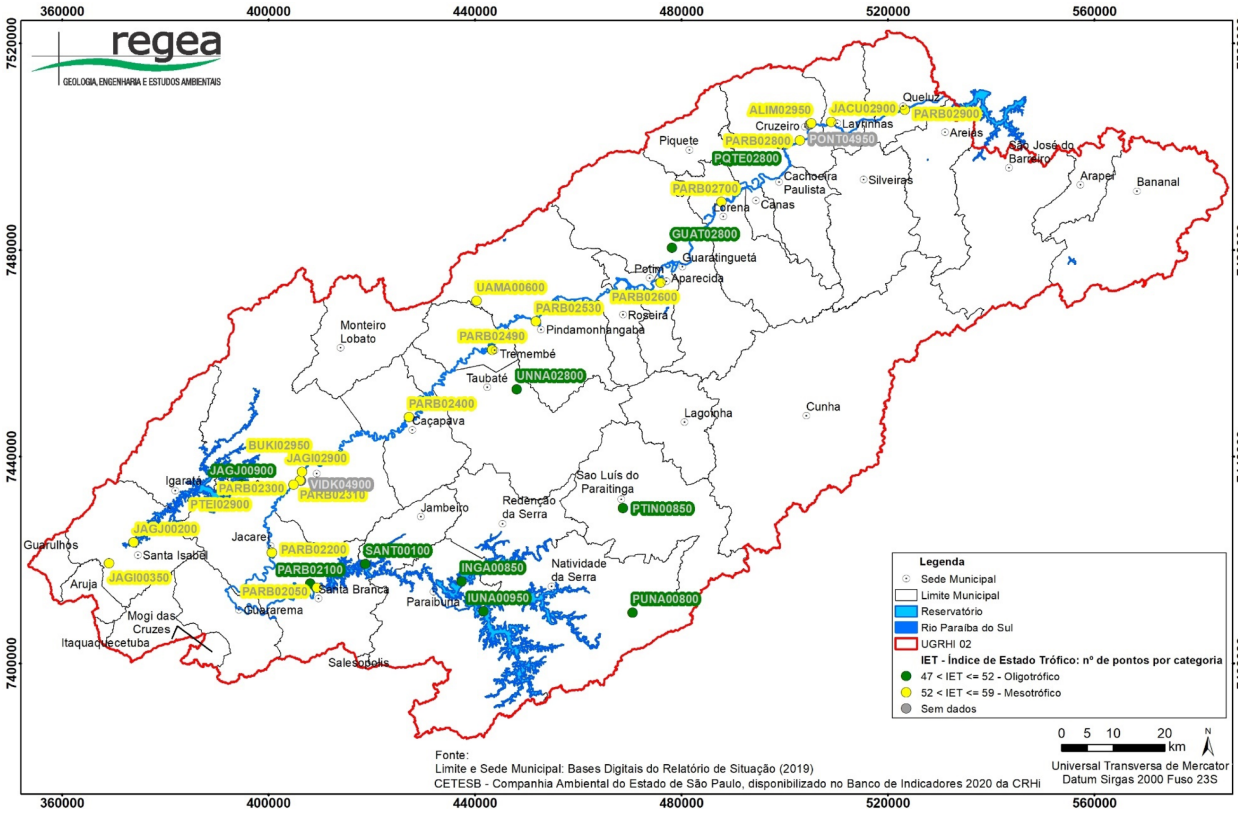
Fonte: Cetesb, 2020a.

Figura V-15 – Localização e classificação do IVA para os pontos monitorados na UGRHI 02 - 2019.



Fonte: Cetesb, 2020a.

Figura V-16 – Localização e classificação do IET para os pontos monitorados na UGRHI 02 - 2019.



Fonte: Cetesb, 2020a.

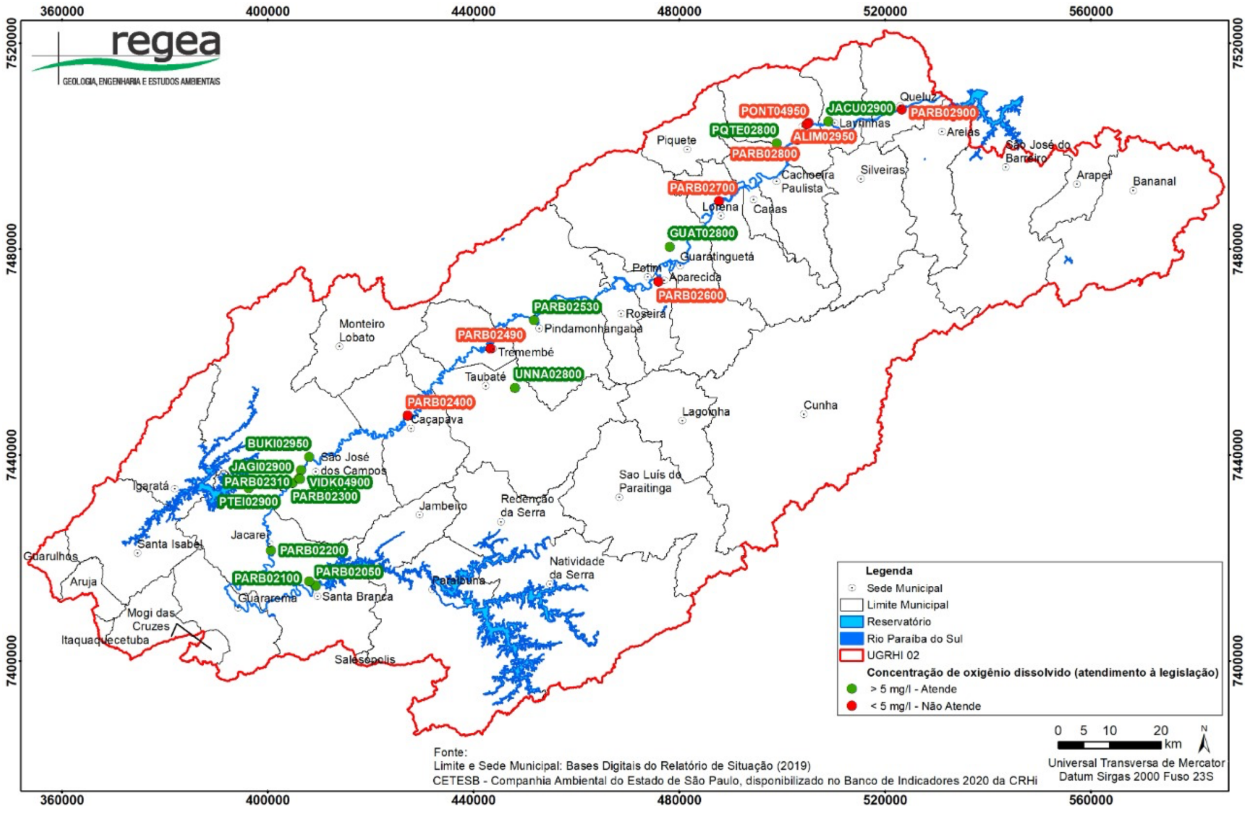
Em se tratando da distribuição espacial dos dados de OD – Concentração de Oxigênio Dissolvido (**Figura V-17**), observa-se que:

- Os pontos que estão em não conformidade estão predominantemente localizados no rio Paraíba do Sul, próximos a municípios com alto índice de urbanização ou baixo índice de tratamento de esgoto doméstico; e
- A maior parte dos pontos classificados como em conformidade situam-se a montante das áreas mais urbanizadas da UGRHI 02.

Quanto à distribuição espacial do IB - Índice de balneabilidade (**Figura V-18**), observa-se que:

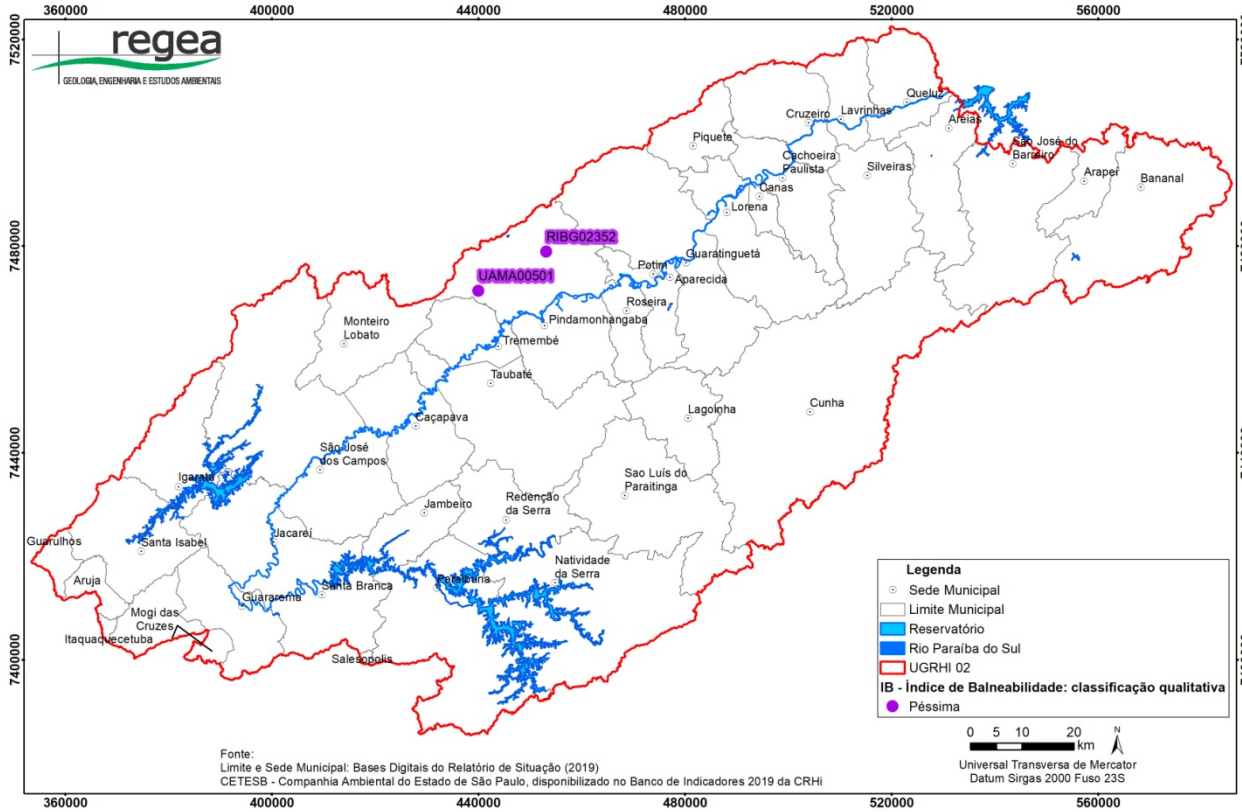
- Os dois pontos de monitoramento para balneabilidade foram classificados como péssimo, indicando o alto grau de contaminação fecal, não sendo apropriado o uso recreativo desses locais.

Figura V-17 – Localização e classificação do OD para os pontos monitorados na UGRHI 02 - 2019.



Fonte: Cetesb, 2020a.

Figura V-18 – Localização e classificação do IB para os pontos monitorados na UGRHI 02 - 2019.

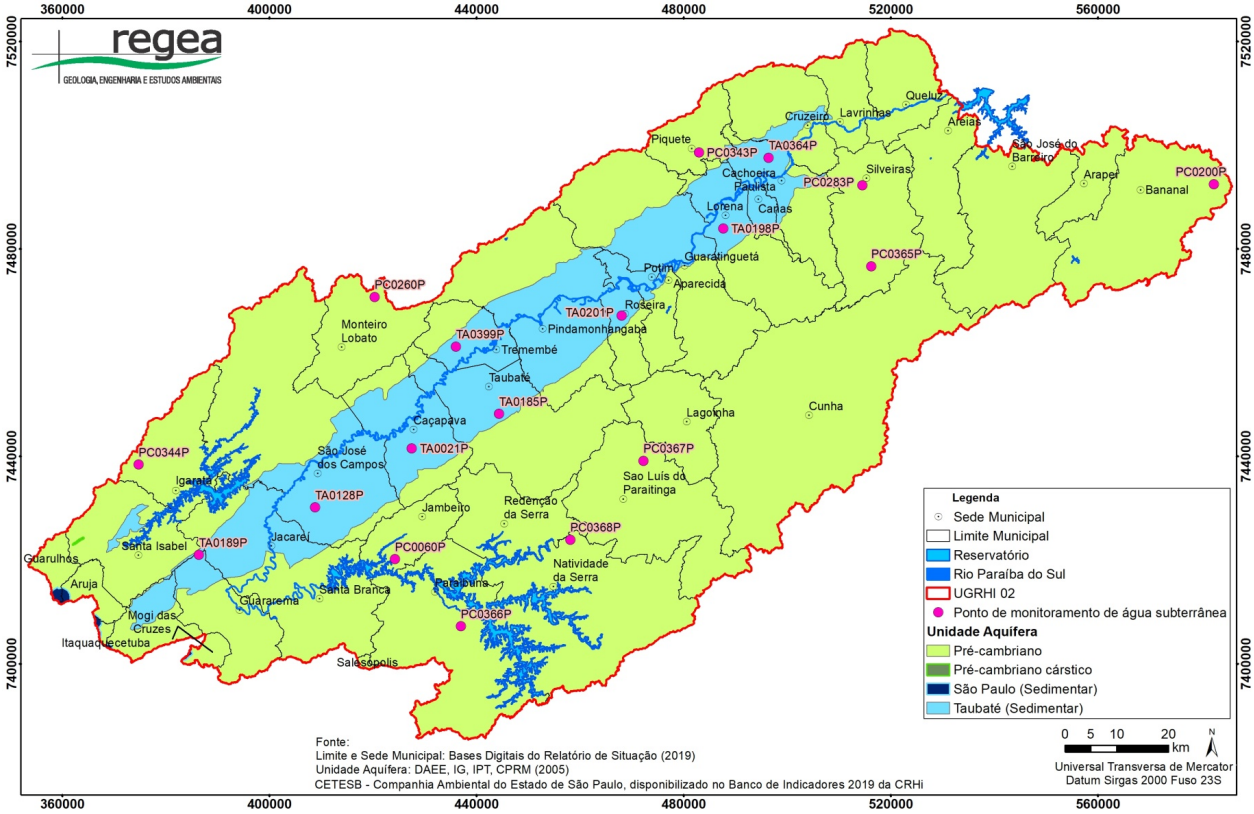


Fonte: Cetesb, 2020a.

4.1.6.2.2. Distribuição espacial dos parâmetros de qualidade das águas subterrâneas

Na UGRHI 02, a rede de monitoramento das águas subterrâneas possui 18 pontos, todos formados por poços tubulares utilizados para abastecimento público e que captam água do aquífero Pré-Cambriano (10 pontos) e Taubaté (8 pontos). Desses 18 pontos de monitoramento, seis deles foram adicionados a partir do ano de 2016, sendo quatro localizados no aquífero Pré-Cambriano (PC00365P, PC00366P, PC00367P e PC00368P) e dois localizados no aquífero Taubaté (TA00399P e TA00364P). A **Figura V-19** mostra a espacialização dos poços tubulares na UGRHI 02, por aquífero.

Figura V-19 – Aquíferos e pontos de monitoramento de águas subterrâneas na UGHRI 02.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

A partir da análise dos parâmetros de qualidade de água subterrâneas, referentes ao período de 2015 a 2019 (**Tabela V-3**), pode-se constatar que:

- Foram registradas, no total, 124 desconformidades para os parâmetros arsênio, bactérias heterotróficas, coliformes totais, *E. coli*, ferro, fluoreto, manganês, urânio e chumbo;
- Dentre as não conformidades registradas, os parâmetros ferro (35), manganês (28), coliformes totais (26) e bactérias heterotróficas (10) somam 80% das não conformidades registradas na UGRHI 02;
- Esses resultados indicam que os principais parâmetros em desconformidade estão relacionados à aceitação e qualidade de água, como ferro e manganês que geralmente alteram gosto, odor, sabor e cor da água e a potabilidade relacionado à contaminação microbiológica (Portaria de Consolidação n° 05/2017).

Quando analisados os dados de desconformidade por aquífero e por poço (**Tabela V-3**), observa-se que:

- O número de registros no aquífero Pré-Cambriano (83) foi maior que no aquífero Taubaté (41); e
- Os principais pontos que apresentaram não conformidades são PC0260P (21), PC0200P (17), PC0365P (16), PC0343P (10), TA0189P (11) e TA0364P (10).

Tabela V-3 – Quantidade de desconformidades registradas no monitoramento das águas subterrâneas (2015-2019).

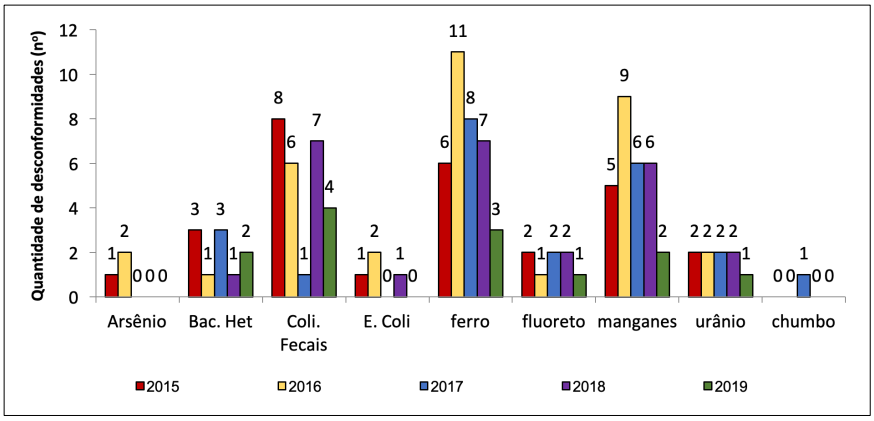
Parâmetro	Arsênio	Bactérias heterotróficas	Coliformes totais	*Escherichia coli*	Ferro	Fluoreto	Manganês	Urânio	Chumbo	Total
PC0368P			2							**2**
PC0366P			1							**1**
PC0367P		1								**1**
PC0365P			1		7		7		1	**16**
PC0060P			1	1						**2**
PC0344P			1		2	8	1			**12**
PC0260P		2	2		9		8			**21**
PC0283P			1							**1**
PC0343P			1					9		**10**
PC0200P		1			8		8			**17**
TA 0364P			4		6					**10**
TA0198P	1	2	2							**5**
TA0189P	2	1	1		3		4			**11**
TA0021P		1	2	1						**4**
TA0201P		1	3							**4**
TA0128P			3	2						**5**
TA0185P		1								**1**
TA0399P			1							**1**
Total	**3**	**10**	**26**	**4**	**35**	**8**	**28**	**9**	**1**	**124**

Aquífero Taubaté Aquífero Pré-Cambriano

Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Analisando-se os dados ano a ano, observa-se que houve uma diminuição no número de registros, de 34, em 2016, para 13 em 2019. Essa diminuição se deve, principalmente, aos parâmetros ferro, manganês e coliformes fecais (**Figura V-20**).

Figura V-20 – Quantidade de não conformidades registradas, por parâmetros e ano.



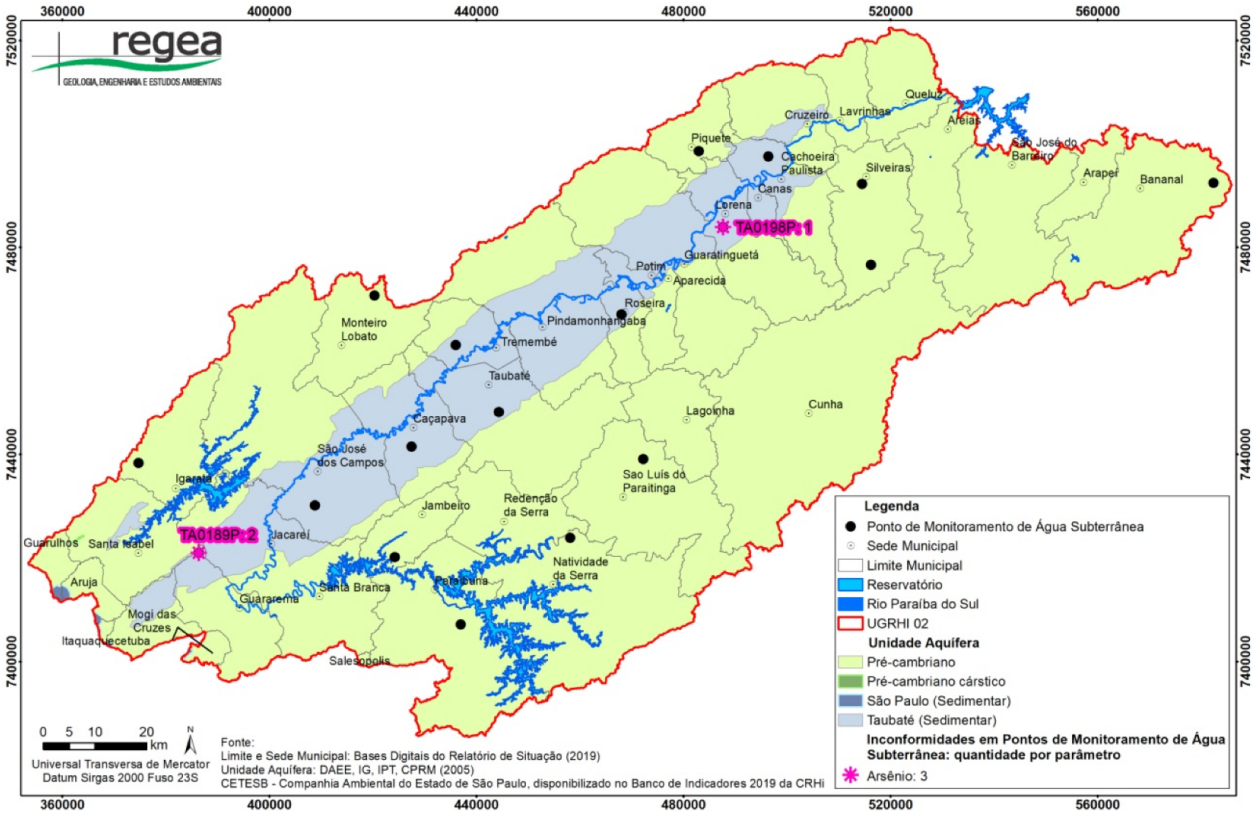
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Os subitens a seguir apresentam a espacialização das informações de desconformidades de cada parâmetro.

4.1.6.2.2.1. Arsênio

Foram registradas três desconformidades para o parâmetro arsênio nos pontos de monitoramento TA0189P (dois registros), em 2015 e 2016, e TA0198P (um registro), em 2016, ambos no aquífero Taubaté. Porém, desde 2016 não são registradas desconformidades para esse parâmetro (**Figura V-21**).

Figura V-21 – Arsênio: pontos e quantidade de não conformidades registradas.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

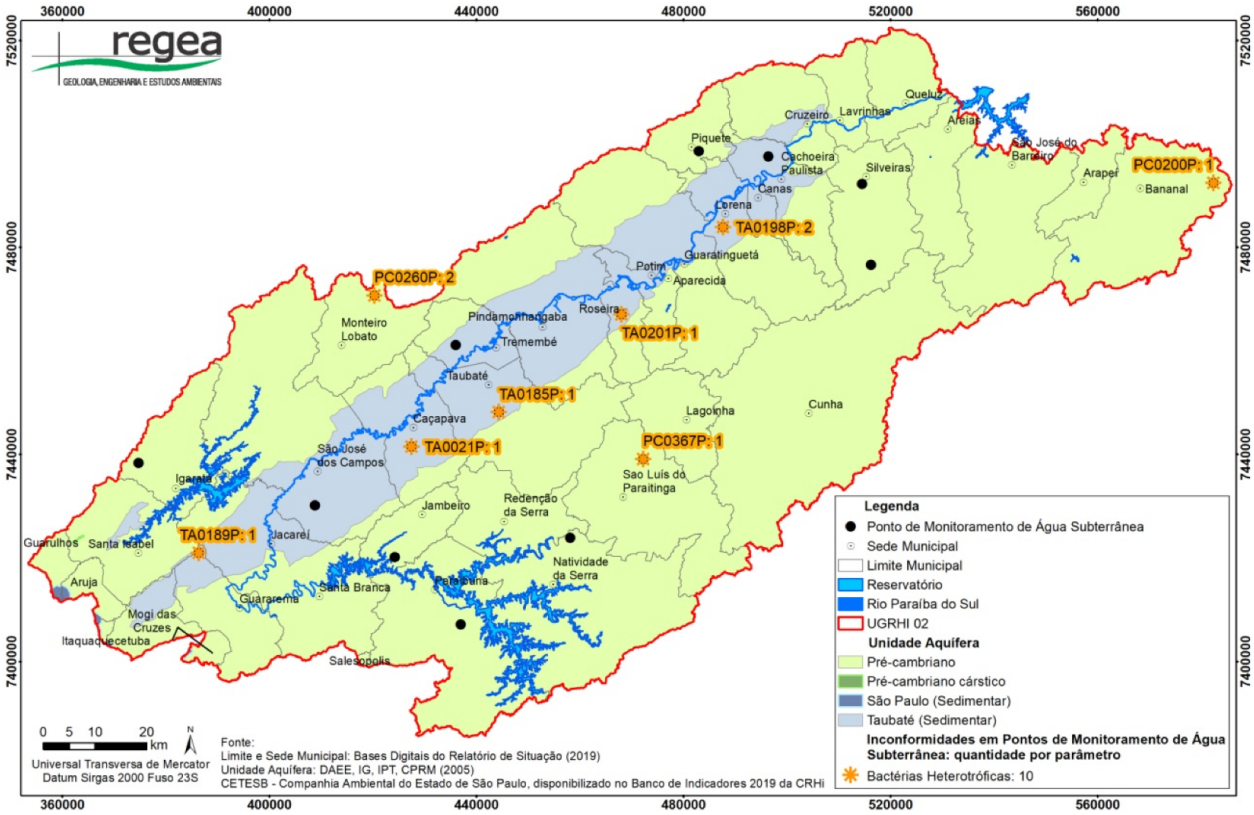
4.1.6.2.2.2. Bactérias heterotróficas

Foram registradas 10 desconformidades para o parâmetro bactérias heterotróficas, nos pontos de monitoramento, sendo quatro no Aquífero Pré-Cambriano e seis no Aquífero Taubaté (**Figura V-22**).

No Aquífero Pré-Cambriano têm-se os seguintes registros: PC0260P (2), em 2015 e 2017; PC0367P (um registro), em 2017; PC0200P (um registro), em 2017.

No Aquífero Taubaté têm-se os seguintes registros: TA0198P (dois registros), 2016 e 2019; TA0189P (um registro), em 2015; TA0021P (um registro), em 2018; TA0201P (um registro), em 2019; e TA0185 (um registro), em 2015.

Figura V-22 – Bactérias heterotróficas: pontos e quantidade de não conformidades registradas.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.6.2.2.3. Coliformes Totais e *Eschirichia coli*

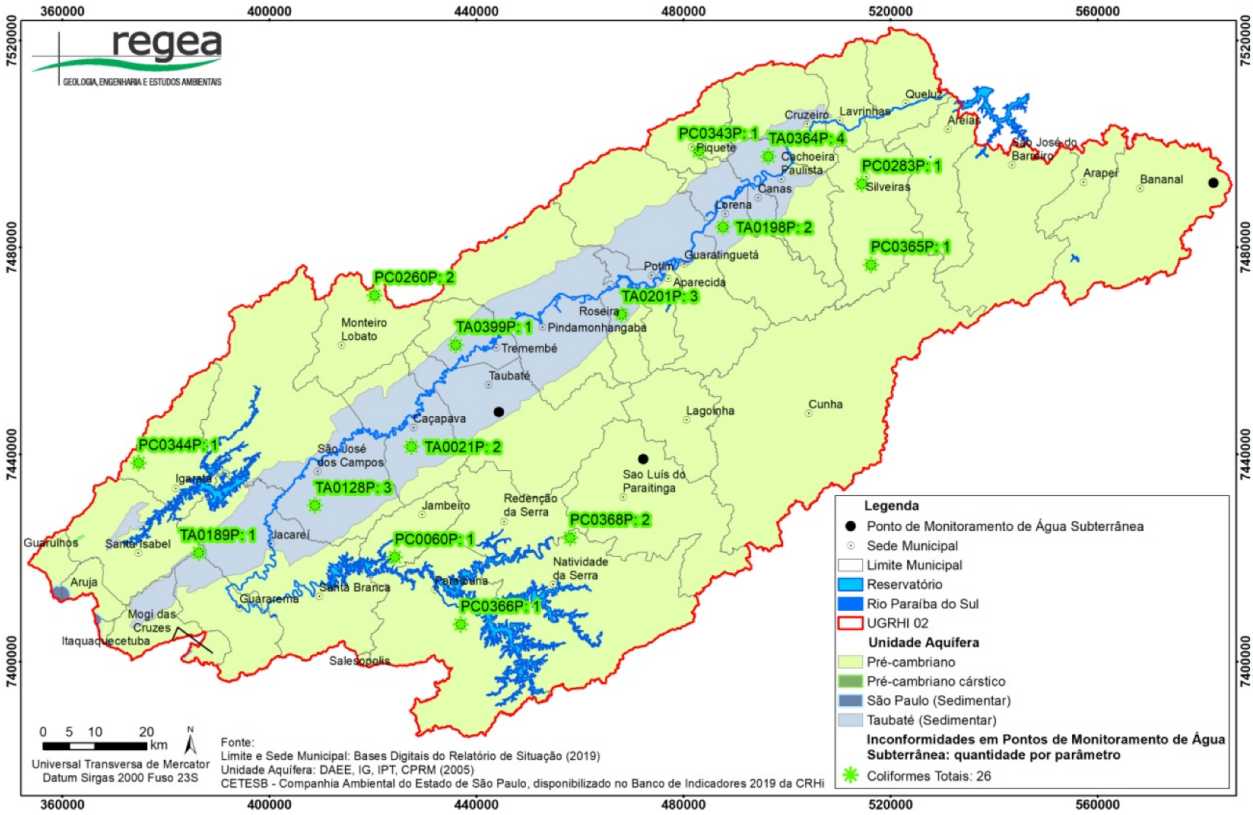
Para o parâmetro Coliformes Totais foram registradas 26 desconformidades no período analisado e em 15 pontos de monitoramento (**Figura V-23**).

Destaca-se que:

- Os pontos TA364P, TA0021P, TA 0201P e PC0365P registraram não conformidades para coliformes totais no ano de 2019 e os dois primeiros também no ano de 2018;
- Os pontos PC0367P, PC0200P, TA0185P não registraram nenhuma desconformidade para coliformes totais no período analisado.

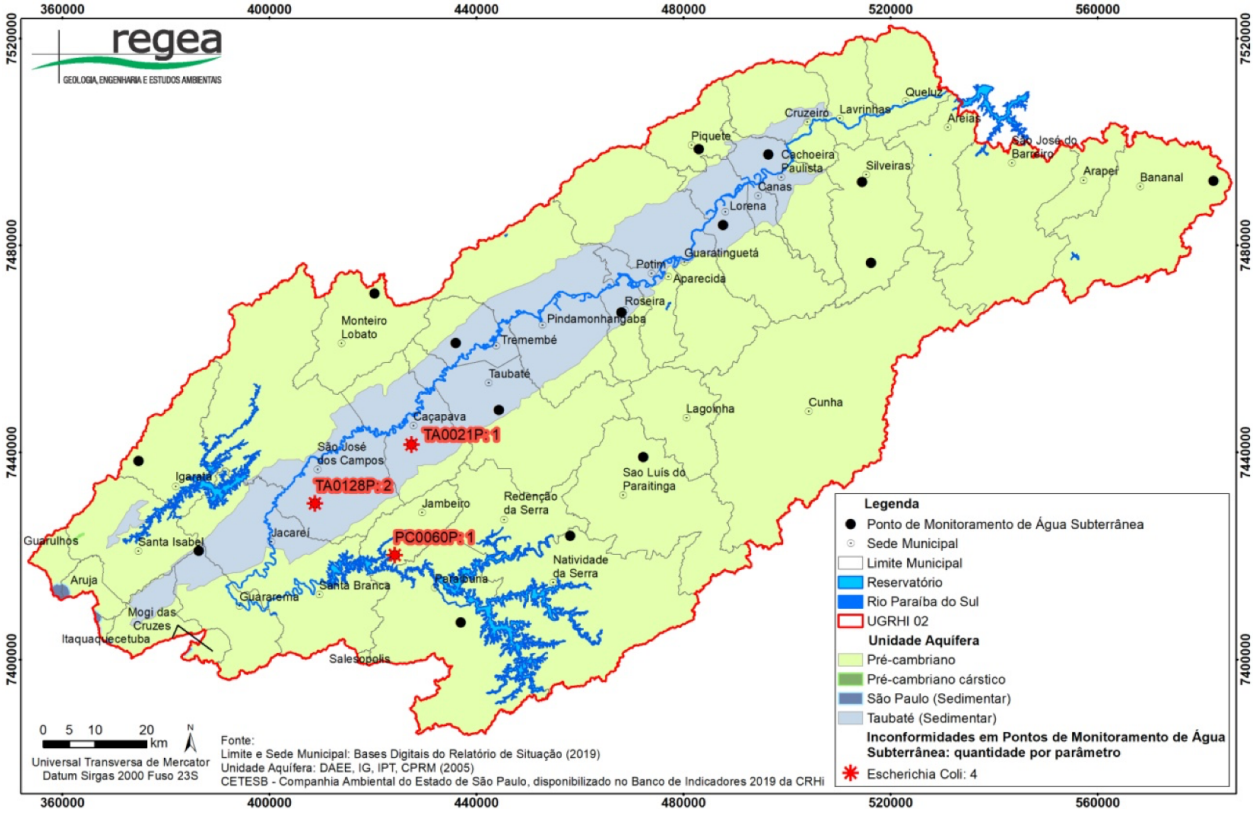
Em relação a *E. coli* foram registradas quatro desconformidades para o período nos pontos de monitoramento PC0060 (um registro), TA0021P (um registro) e TA0128P (dois registros) (**Figura V-24**). Os dados indicam que a contaminação por *E. coli* é pontual, sendo três ocorridas nos anos de 2015 (TA1280) e 2016 (TA1280 e PC0060P), e uma no ano de 2018 (TA0021P).

Figura V-23 – Coliformes Totais: pontos e quantidade de não conformidades registradas.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Figura V-24 – *Eschirichia coli*: pontos e quantidade de não conformidades registradas.

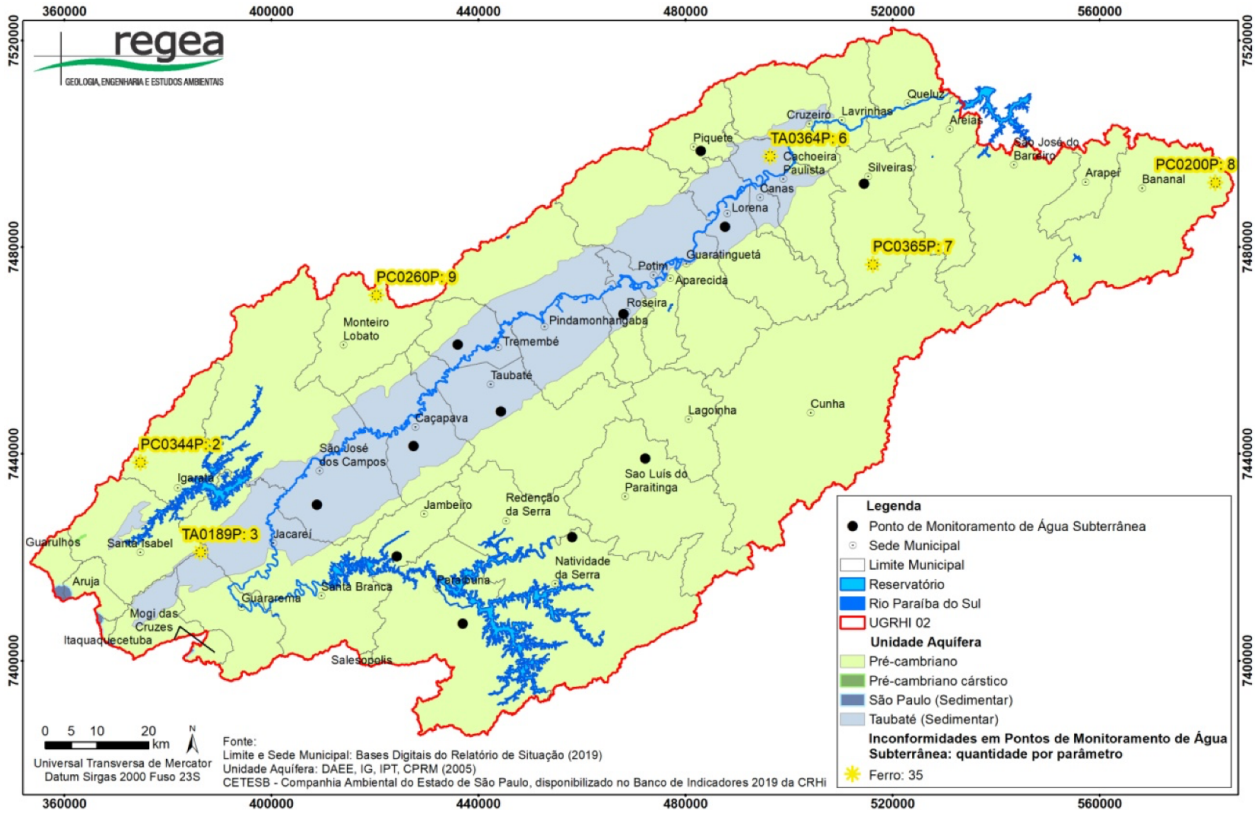


Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.6.2.2.4. Ferro

Para o parâmetro ferro foram registradas 35 desconformidades, em que 26 correspondem a pontos localizados no Aquífero Pré-Cambriano como PC0365P (de 2016 a 2019), PC0344P (2015 e 2016), PC0260P (2015 a 2019), PC0200P (de 2015 a 2018); e nove desconformidades ocorrem em pontos presente no Aquífero Taubaté, TA0364P (de 2016 a 2019) e TA0189P (2015 e 2016) (**Figura V-25**).

Figura V-25 – Ferro: pontos e quantidade de não conformidades registradas.



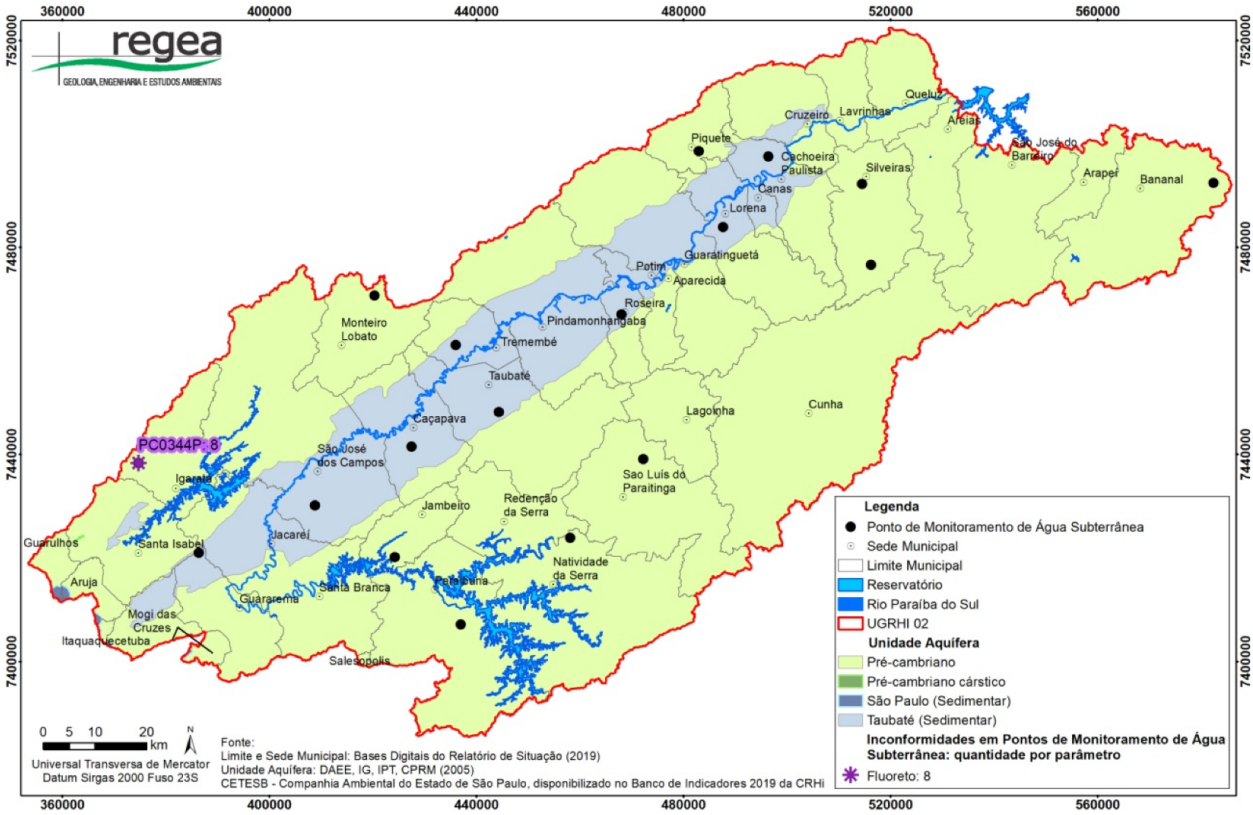
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.6.2.2.5. Fluoreto e Manganês

As desconformidades relacionadas ao Fluoreto têm ocorrido de forma sistemática no ponto PC0344P no Aquífero Pré-Cambriano, totalizando oito registros de desconformidades no período analisado (**Figura V-26**).

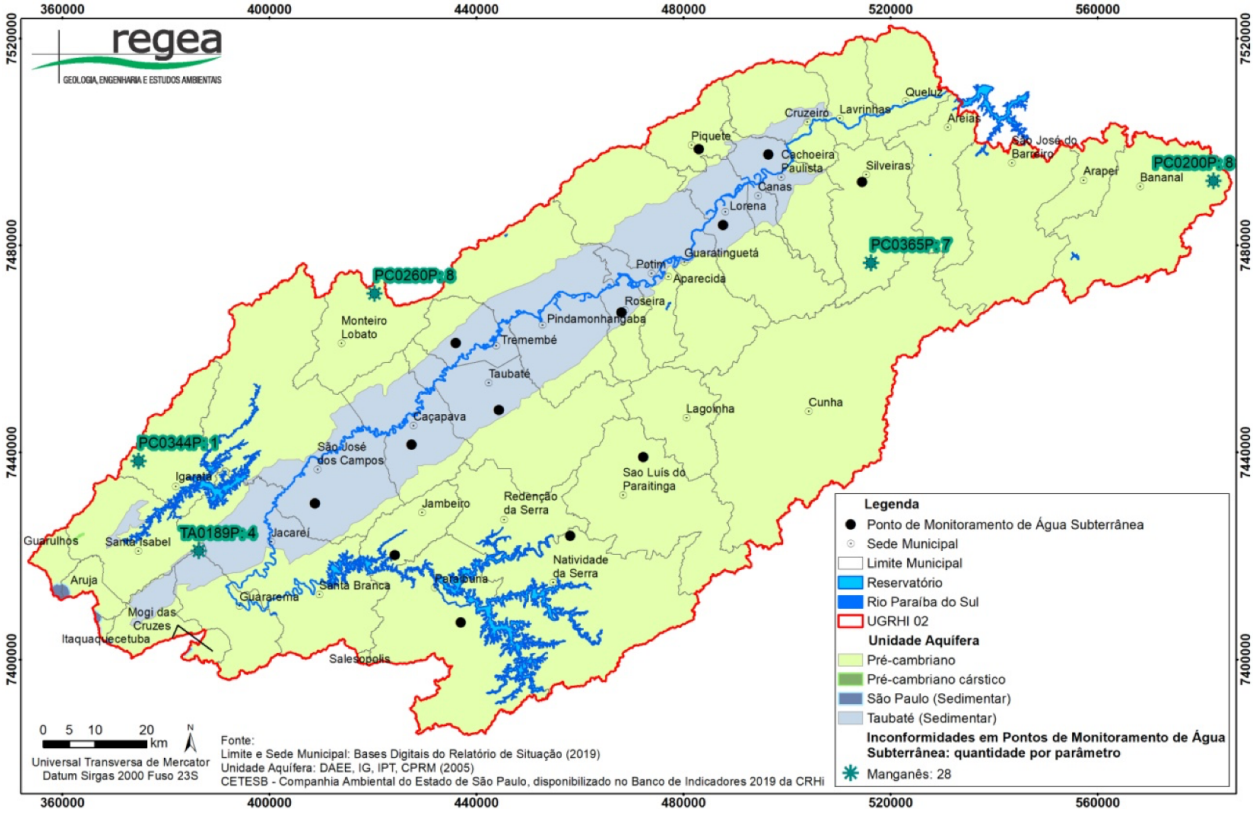
Para o Manganês foram registradas 28 desconformidades, em que 24 registros ocorreram no Aquífero Pré-Cambriano, nos pontos de monitoramento PC0365P (7 registros), PC0344P (um registro), PC0260P (oito registros), PC0200P (oito registros); e quatro desconformidades no Aquífero Taubaté, no ponto de monitoramento TA0189P (**Figura V-27**).

Figura V-26 – Fluoreto: pontos e quantidade de não conformidades registradas.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Figura V-27 – Manganês: pontos e quantidade de não conformidades registradas.

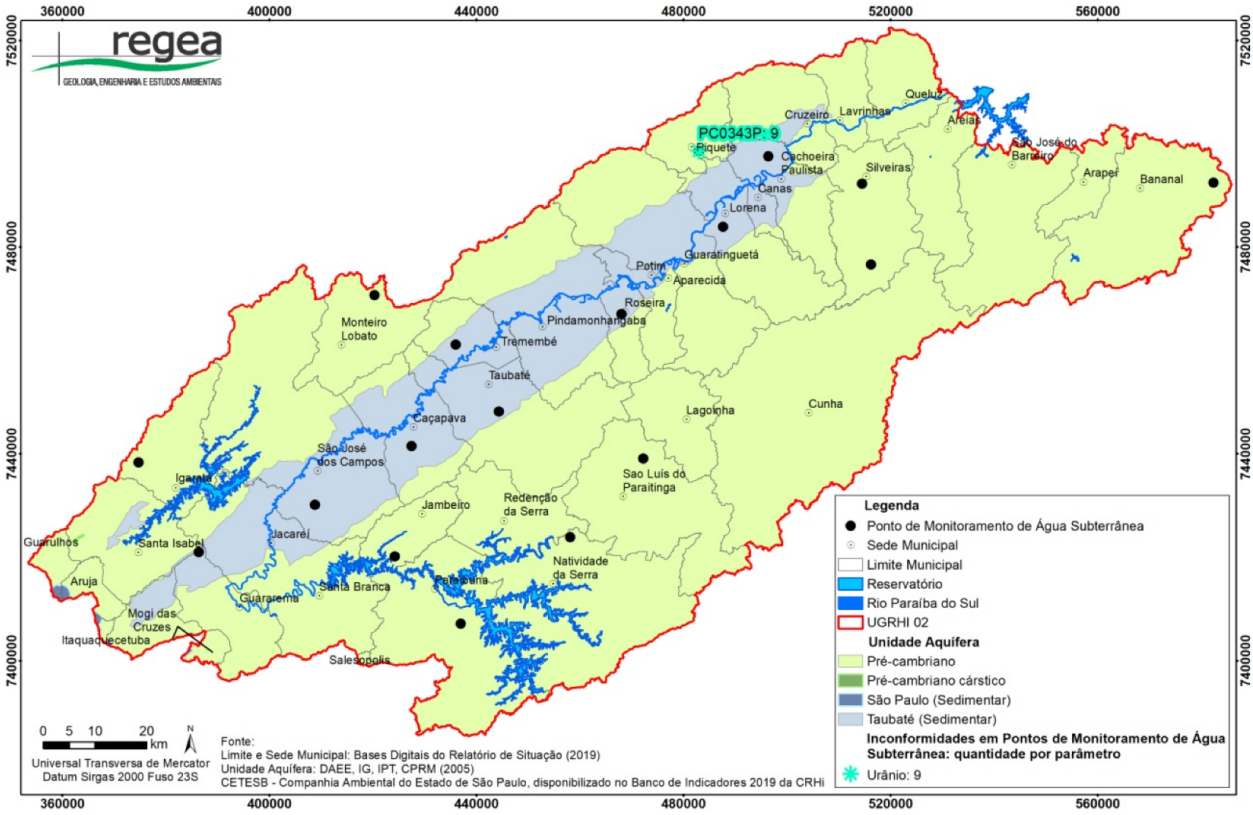


Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.6.2.2.6. Urânio

Para o urânio apenas o ponto de monitoramento PC0343P registrou desconformidades, num total de nove desconformidades (**Figura V-28**).

Figura V-28 – Urânio: pontos e quantidade de não conformidades registradas.

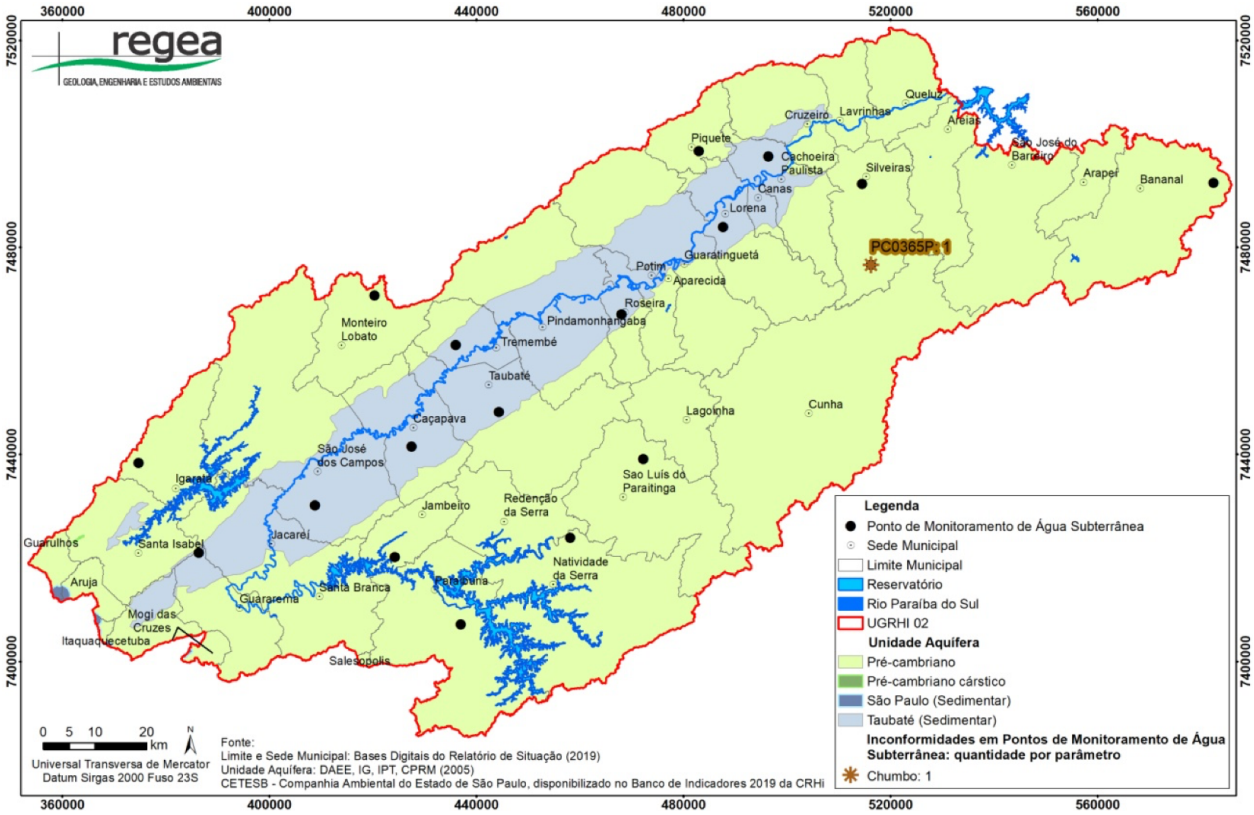


Fonte: Banco de Indicadores da CRHi disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.6.2.2.7. Chumbo

Para o chumbo ocorreu um registro pontual de desconformidade no ponto PC0365P, em 2017 (**Figura V-29**).

Figura V-29 – Chumbo: pontos e quantidade de não conformidades registradas.



4.1.6.2. Conteúdo complementar

Este conteúdo complementar apresenta análise dos dados de qualidade da água superficial por bacia com captação para abastecimento público; qualidade da água subterrânea por aquífero; presença de fluoreto em águas subterrâneas; qualidade da água e pontos de poluição cadastrados; e modelagem numérica do meio aquático.

4.1.6.2.1. Qualidade da água superficial em bacias com captação para abastecimento público

Entre as 38 bacias com captação superficial utilizada para abastecimento público, apenas duas apresentam pontos de monitoramento das águas superficiais: Bacia 28 (GUAT 02800) e Bacia 05/Bacia 33 (UNNA 02800).

O ponto de monitoramento GUAT 02800 recebe as águas da Bacia Ribeirão Guaratinguetá. Essa bacia abrange área de 128,21 km^2, cujas principais coberturas do solo correspondem a Pasto, com 53,29%, e Mata, com 36,85%, somando 90,14% dos usos (**Tabela V-4** e **Figura V-30**). Os índices de qualidade de água (IQA e IAP) para esse ponto foram registrados na categoria Boa em todo o período analisado. Da mesma forma, o IET indica uma baixa condição de trofia, ou seja, oligotrófica, com exceção de 2015 em que foi registrado a condição mesotrófica.

O ponto de monitoramento UNNA 02800 é influenciado pelo uso do solo de duas bacias: a Bacia do Rio Uma ou Rio das Almas (Bacia 05 e 33). Os principais usos do solo dessas bacias correspondem a Pasto, 55,86% e 54,40%, nas bacias 05 e 33, respectivamente. Os outros usos preponderantes correspondem a Mata (23,92% na Bacia 05 e 26,51% na Bacia 33) e Eucalipto (10,53%, na Bacia 05; e 12,93%, na Bacia 33). O índice de qualidade da água (IQA) para esse

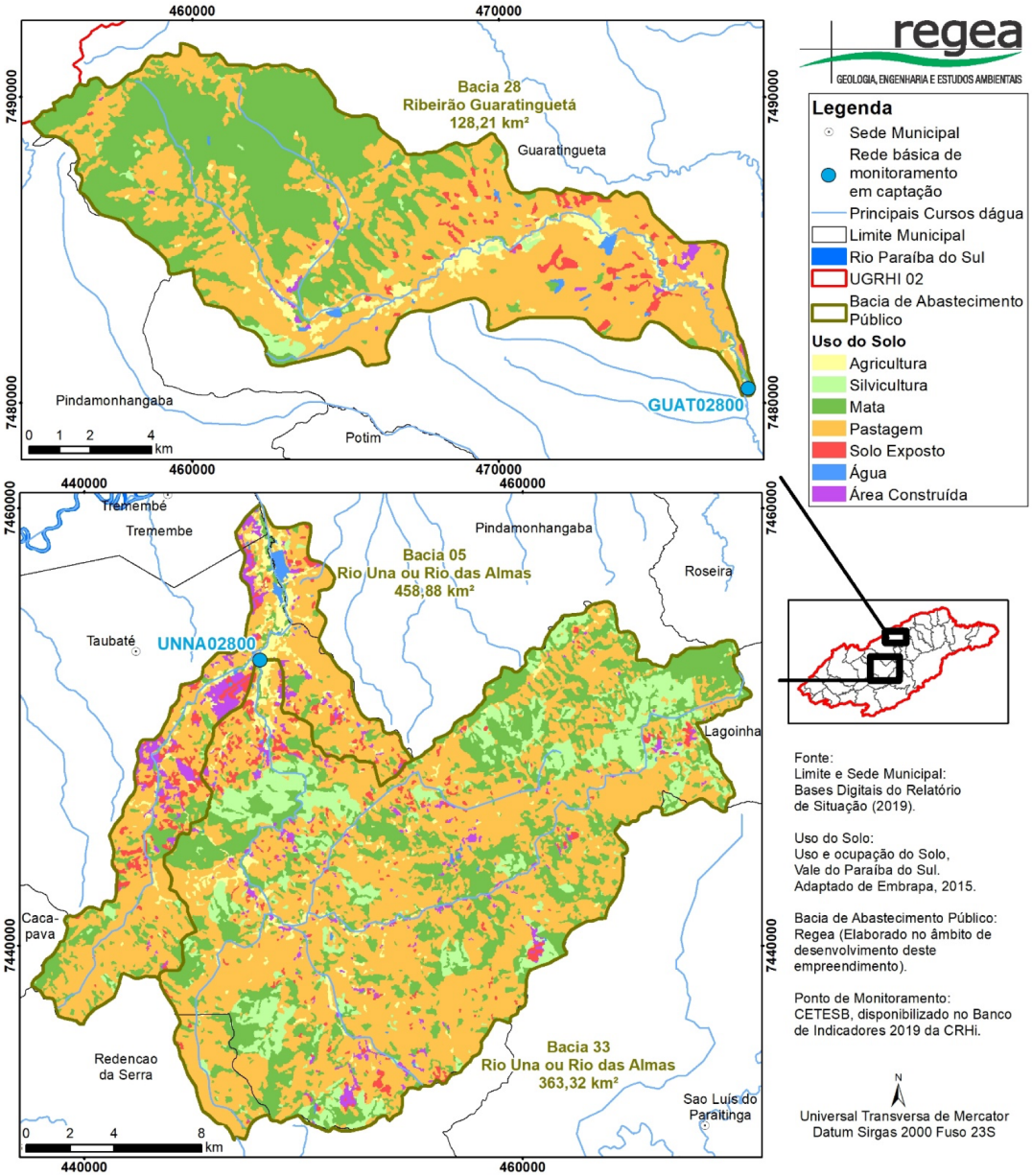
ponto foi registrado na categoria Boa em 100% do tempo analisado, da mesma maneira que as águas registraram condição de baixa trofia (oligotrófica) em 100% do tempo.

Tabela V-4 - Uso do solo nas bacias com captação de água para abastecimento público.

Uso do Solo	Bacia 05 - Rio Una ou Rio das Almas		Bacia 33 - Rio Una ou Rio das Almas		Bacia 28 - Ribeirão Guaratinguetá	
	km²	%	km²	%	km²	%
Agricultura	14,71	3,21	7,93	2,18	6,22	4,85
Água	1,86	0,41	0,59	0,16	0,75	0,58
Área Construída	14,43	3,14	6,72	1,85	0,91	0,71
Eucalipto	48,34	10,53	46,97	12,93	2,07	1,61
Mata	109,78	23,92	96,31	26,51	47,25	36,85
Pasto	256,32	55,86	197,66	54,40	68,33	53,29
Solo Exposto	13,45	2,93	7,15	1,97	2,69	2,10
Total	**458,8858**	**100,00**	**363,32214**	**100,00**	**128,21483**	**100,00**

Fonte: Regea (Elaborado no Âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados da Embrapa, disponível em http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015).

Figura V-30 – Uso do solo nas bacias com captação de água para abastecimento público.



4.1.6.2.2. Qualidade da água subterrânea por aquífero

O IPAS - Indicador de Potabilidade e Águas Subterrâneas, para todo Sistema Aquífero Pré-Cambriano, manteve-se constante e na categoria Regular no período de 2015 a 2019. Os principais parâmetros para esse aquífero, nos poços localizados na UGRHI 02, foram ferro, manganês, urânio, fluoreto, coliformes totais, bactérias heterotróficas e E. coli (**Tabela V-4**). A presença do manganês e ferro foi registrado em todos os períodos analisados em Monteiro Lobato (PC00260P) e em Silveiras (PC00365P). Esses parâmetros alteram as características organolépticas da água. Os parâmetros microbiológicos foram encontrados em todos os pontos analisados. O poço de Piquete (PC00343P) registrou não conformidade para o parâmetro urânio, que tem ocorrido de maneira sistemática (CETESB, 2018).

No Sistema Aquífero Taubaté, o IPAS se enquadrou na categoria Boa em todo o período analisado. Os parâmetros não conformes para o padrão de potabilidade segundo a legislação foram arsênio, ferro, manganês e parâmetros microbiológico, sendo este último o principal contribuinte para a diminuição da qualidade da água subterrânea nesse aquífero. Em Guararema, o poço TA00189P registrou não conformidade quanto ao parâmetro urânio, em 2016, e na primeira análise de 2016 e foi substituído na segunda campanha do mesmo ano (CETESB, 2018).

Tabela V-5 – Parâmetros não conformes das águas subterrâneas - Sistemas Aquíferos Pré-Cambriano e Taubaté.

Classificação em relação aos padrões de potabilidade da Portaria MS n° 05/2017										
Sistema Aquífero	**2015**		**2016**		**2017**		**2018**		**2019**	
	IPAS (%)	**Parâmetros**	**IPAS (%)**	**Parâmetros**	**IPAS (%)**	**Parâmetros**	**IPAS (%)**	**Parâmetros**	**IPAS (%)**	**Parâmetros**
Pré-Cambriano	66,7	Arsênio, Chumbo, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Bact.Het., Coli. Tot., *E.coli*	61,9	Arsênio, Antimônio, Chumbo, Cobre, Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Bact.Het., Coli. Tot., *E.coli*	61,1	Arsênio, Chumbo, Cobre, Ferro, Fluoreto, Manganês, Mercúrio, Urânio, Bact.Het., Coli. Tot., *E.coli*	61,4	Ferro, Fluoreto, Manganês, Urânio, Bact.Het., Coli.Tot., *E.coli*	65	Arsênio, Ferro, Manganês, Mercúrio, Urânio, Sólidos Dissolvidos Totais, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, *E. coli*
Taubate	75	Arsênio, Ferro, Manganês, Bact.Het., *E.coli*	71,4	Arsênio, Ferro, Manganês, Bact.Het., Coli.Tot., *E.coli*	84,6	Ferro	78,6	Ferro, Manganês, Bact.Het., Coli.Tot., *E.coli*	71,4	Ferro, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais

Fonte: Cetesb, 2020b.

4.1.6.2.3. Presença de fluoreto em águas subterrâneas

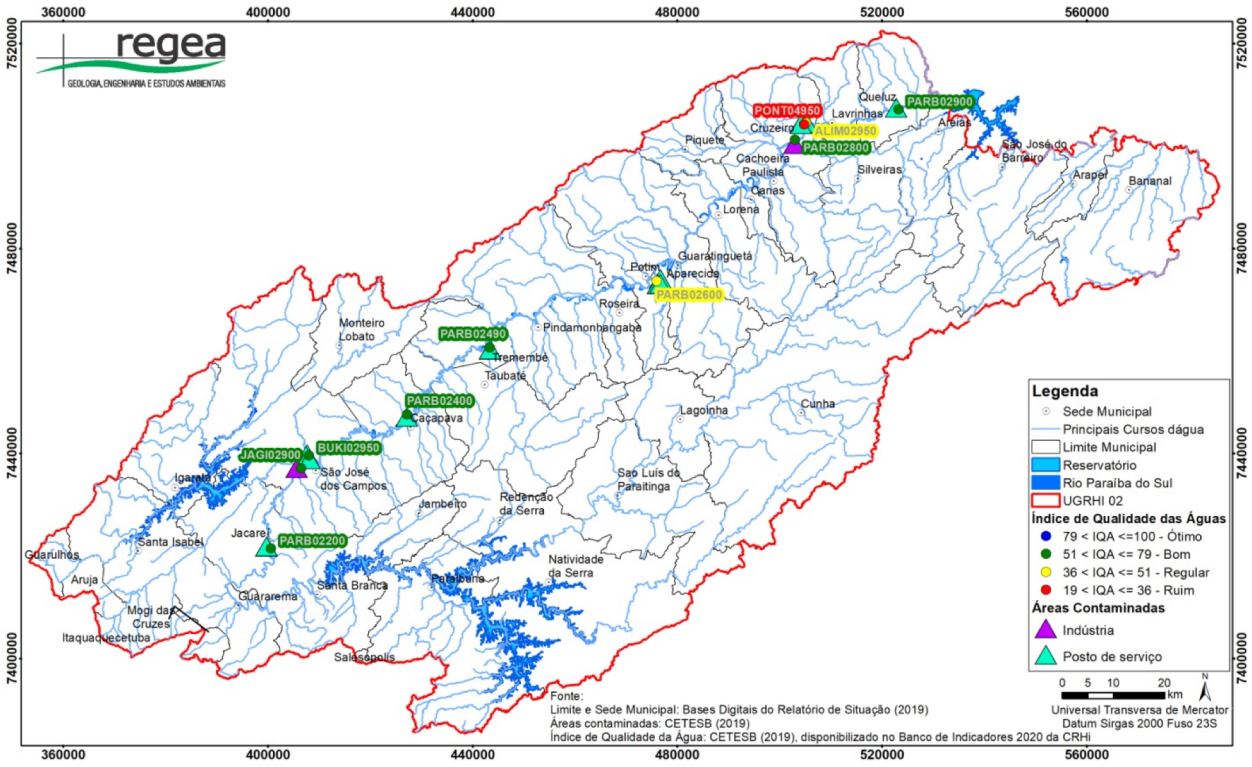
Quanto ao fluoreto, não foram registradas concentrações de fluoreto superiores ao valor máximo permitido na Portaria de Consolidação MS 05/2017, nas águas subterrâneas da UGRHI 02 no período de 2015 a 2018. No ano de 2019, as concentrações de fluoreto foram superiores ao valor máximo permitido nas águas provenientes de Igaratá, no aquífero Pré-Cambriano (PC00344P) (CETESB, 2019).

4.1.6.2.4. Qualidade da água e poluição

Para avaliar a qualidade da água e a poluição foram identificados os pontos de áreas contaminadas, cadastrados na Cetesb, situados num um raio de 1 km dos pontos de monitoramento de qualidade da água, distância essa considerada como Área de Influência Direta (AID).

No total, foram identificadas 17 áreas contaminadas situadas na AID de 10 pontos de monitoramento de qualidade da água. Dessas, 15 são áreas contaminadas por posto de serviços e duas são relativas a indústrias (**Figura V-31**).

Figura V-31 – Pontos de monitoramento e das áreas contaminadas situadas um raio de 1 km.



Fonte: Cetesb, 2020a e 2020b.

Os dados sintetizados na **Tabela V-6** e na **Figura V-32**, mostram que:

- Em Jacareí foram registradas duas áreas contaminadas, uma em processo de monitoramento para encerramento e outra sob investigação. Ambas as áreas são referentes a postos de serviços e estão na AID do ponto de monitoramento de qualidade de água PARB 02200, que registrou IQA, em 2019, na categoria Boa;
- Em São José dos Campos, há quatro áreas contaminadas cadastradas na Cetesb, situadas na AID dos pontos JAGI 02900 e BUKI 02950, que registraram, em 2019, IQA na categoria Boa. Na AID do ponto de monitoramento JAGI 02900, têm-se uma área contaminada, referente a indústria, que se encontra em processo de remediação. Na AID do ponto BUKI 02950, têm-se três áreas contaminadas, todas referentes a postos de serviço, sendo que duas encontram-se em processo de remediação e uma em monitoramento para encerramento;
- Já, em Aparecida, estão cadastradas três áreas contaminadas, relacionadas a postos de serviço, duas em processo de remediação e uma reabilitada para uso declarado. Essas áreas contaminadas estão na AID do ponto PARB 02600, que registrou IQA na categoria regular, em 2019;

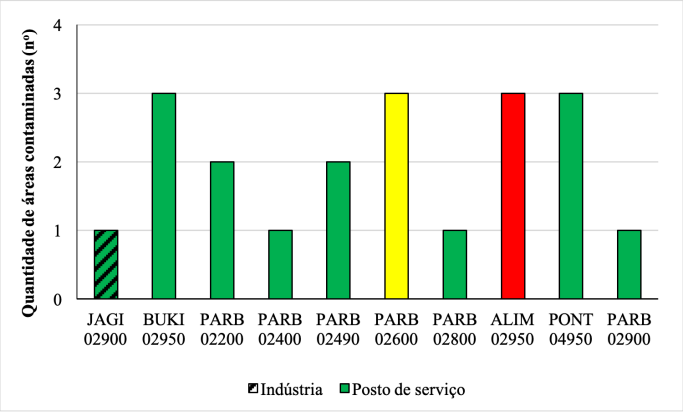
- Em Caçapava, na AID do ponto de monitoramento de qualidade de água PARB 02400, que registrou IQA na categoria boa, está cadastrada uma área com risco confirmado de contaminação, relacionada a posto de serviço;
- Tremembé registra a presença de duas áreas contaminadas, relacionadas a postos de serviço, situadas na área de influência direta do ponto de monitoramento PARB 02490 (IQA na categoria Boa), que estão ou em processo de remediação ou de monitoramento para encerramento;
- Cruzeiro registra quatro áreas contaminadas, três referentes a postos de serviços (duas em processo de remediação e uma sob investigação); e uma referente a indústria (em processo de remediação). A área contaminada referente a indústria está na AID do ponto PARB 02800 que registrou IQA na categoria Boa, em 2019. As três áreas referentes a postos de serviços estão na AID de dois pontos de monitoramento de qualidade de água PONT 04950 e ALIM 02950, que registraram IQA ruim e regular, respectivamente; e
- Queluz registra uma área contaminada, referente a posto de serviço e está em processo de remediação. Essa área contaminada está na AID do ponto de monitoramento de qualidade de água PARB 02900, que em 2019 registrou IQA na categoria boa.

Tabela V-6 – Áreas contaminadas e pontos de monitoramento da qualidade da água.

Município	Ponto de monitoramento	Área contaminada		Categoria do IQA do ponto de monitoramento (2019)
		Tipo	Estágio	
Jacareí	PARB 02200	Posto de serviço	Monitoramento para encerramento	Boa
		Posto de serviço	Sob investigação	
São José dos Campos	JAGI 02900	Indústria	Remediação	Boa
	BUKI 02950	Posto de serviço	Remediação	
		Posto de serviço	Remediação	
		Posto de serviço	Monitoramento para encerramento	
Aparecida	PARB 02600	Posto de serviço	Remediação	Regular
		Posto e serviço	Remediação	
		Posto de serviço	Reabilitada para uso declarado	
Caçapava	PARB 02400	Posto de serviço	Risco confirmado	Boa
Tremembé	PARB 02490	Posto de serviço	Remediação	Boa
		Posto de serviço	Monitoramento para encerramento	
Cruzeiro	PARB02800	Indústria	Remediação	Boa
	PONT04950 ALIM02950	Posto de serviço	Remediação	Ruim Regular
		Posto de serviço	Remediação	
		Posto de serviço	Sob investigação	
Queluz	PARB02900	Posto de serviço	Remediação	Boa

Fonte: Cetesb, 2020b.

Figura V-32 – Quantidade de áreas contaminadas que estão na AID dos pontos de monitoramento de qualidade de água e suas respectivas categorias de IQA.



As cores indicam a qualidade da água: verde – boa; amarelo- regular; vermelho- ruim.

4.1.6.2.5. Modelagem numérica do meio aquático

A modelagem matemática é uma representação da realidade, no qual busca-se uma tradução simplificada e generalizada, reduzindo a variedade e complexidade do mundo real a um nível que se possa entender e representar. A escolha do modelo e depende dos objetivos que se pretende, que podem ser compreensão do sistema, gerenciamento e planejamento dentre outros.

A modelagem matemática para a qualidade da água permite uma compreensão da variação das características da água no espaço e no tempo, bem como os impactos de lançamentos de cargas poluidoras e a melhora na qualidade da água em caso de medidas de despoluição hídrica. Dessa forma, os modelos são ferramentas que permitem avançar no suporte à tomada de decisão e na consolidação do enquadramento e na outorga de efluentes. Mundialmente, um dos modelos mais utilizados na simulação da qualidade de água, principalmente para cursos d'água, é QUAL2-E, suas versões modificadas QUAL2-K, que foram desenvolvidos pela *US Environmental Protection Agency* (USEPA) (CHAPRA E PELLETIER, 2003 apud MACHADO, KNAPIK, DE BITENCOURT, 2019). No Brasil, um dos modelos mais utilizados é o modelo QUAL-UFMG, que foi desenvolvido com base no modelo proposto pela USEPA e que permite a modelagem dos seguintes constituintes de um curso d'água: Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio total e suas frações, Fósforo Total e suas frações e coliformes termotolerantes (fecais) ou *E. coli* (VON SPERLING, 2014).

Para a análise da modelagem numérica do meio aquático foram consideradas as informações para a UGRHI 02 contidas no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e das Bacia Hidrográficas Afluentes, TOMO II/ Prognóstico (CEIVAP, 2018).

A modelagem apresentada em Ceivap (2018) trabalha com três cenários:

- Cenário Tendencial, é caracterizado pelo crescimento gradativo da produtividade da economia e crescimento do PIB brasileiro de 2,9% em média até 2033;
- Cenário de Maior Dinâmica Econômica em que há um maior avanço na produtividade da economia e um aumento do PIB em 3,4% ao ano até 2033; e
- Cenário de Menor Dinâmica Econômica cujo cenário considera um crescimento menor do que o tendencial, com crescimento do PIB da ordem de 2,2% ao ano, até 2033.

Esses cenários são projetados para três horizontes de planejamento, o de curto (2023), médio (2028) e o de longo prazo (2033). Porém, na modelagem apresentada em Ceivap (2018) são discutidos apenas os cenários atual (2018) e de longo prazo (2033).

Para avaliação do balanço hídrico quali-quantitativo nos cenários atual e futuro foi aplicada modelagem matemática com o uso da ferramenta WARM-GIS Tools, que consiste em um conjunto de operações que visão facilitar a gestão de bacia hidrográficas em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (GIS). A partir de uma base hidrográfica pré-definida, essa ferramenta possibilita a inserção de disponibilidade e de uso de água (CEIVAP, 2018).

O modelo faz a análise em um determinado momento, sem variação no tempo, que pode ser caracterizado como cenários de pouca disponibilidade hídrica, representado pela vazão 95% de permanência ($Q_{95\%}$), extraídas a partir de série de dados de vazão calculadas ou observadas.

Para o balanço hídrico quantitativo são apresentadas as análises da situação atual (2018) e de maior dinâmica econômica para 2033, tendo em vista constituir-se na situação mais crítica em relação ao balanço hídrico, para as vazões de referência $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

A análise comparativa entre os balanços hídricos nos cenários atual e futuro é realizada através da apresentação do percentual de ottobacias classificadas em diferentes faixas percentuais da relação

demanda x disponibilidades hídricas e classificadas em quatro faixas (**Tabela V-7**). Salienta-se que foram consideradas, em Ceivap, 2018, as 4.148 ottobacias definidas na escala 1:25.000.

Tabela V-7 – Faixas de frequências e os impactos no balanço hídrico.

Faixas de Frequência de Demanda/ Disponibilidade Hídrica	Impactos no Balanço Hídrico
Disponibilidade < 25%	Sem impacto
25% < Disponibilidade ≤ 50%	Impactos intermediários
50 % < Disponibilidade ≤ 75%	Risco de não atendimento
Disponibilidade >75%	Situação Crítica

Fonte: Ceivap (2018).

Quanto ao balanço hídrico quantitativo para o trecho que corresponde a UGHRI 02 (**Tabela V-8**), pode-se observar que:

- Considerando a vazão $Q_{95\%}$, os dados referentes a 2018, mostram que a maioria das ottobacias não possui impactos significativos, verificando-se que 86,4% das ottobacias apresentam demandas menores do que 25% e em situação crítica encontram-se 5,5% da ottobacias. As projeções para 2033, mostram que 85% das ottobacias apresentam demandas inferiores a 25%, mas o número de bacias em situação crítica, quanto à disponibilidade hídrica, aumenta para 7%, em 2033; e
- Ao considerar a vazão $Q_{7,10}$, a situação se agrava, uma vez que, em 2018, a porcentagem de ottobacias que não possui impactos significativos cai para 76% e a porcentagem de ottobacias em situação crítica, quanto à demanda e disponibilidade, sobe para 13,3%. As projeções para um cenário de maior dinâmica econômica (2033) indicam que a quantidade de bacias em situação crítica tende a aumentar para 14,8%.

Tabela V-8 – Percentual de ottobacias em cada faixa de balanço hídrico, por cenário, para $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

Vazão	Ano	Percentual de Ottobacias na faixa do Balanço Hídrico (demanda/disponibilidade)			
		< 25%	< 25% e < 50%	50 % < e < 75%	> 75%
$Q_{95\%}$	2018	86,4%	5,2%	2,8%	5,5%
	2033	85,0%	6,0%	3,0%	7,0%
$Q_{7,10}$	2018	76,0%	7,0%	3,7%	13,3%
	2033	76,0%	5,9%	3,9%	14,8%

Fonte: Ceivap (2018).

Ceivap (2018) aponta que as ottobacias que se encontram na situação mais crítica, quanto ao balanço hídrico quantitativo, são aquelas que se encontram nas regiões mais urbanizadas da UGRHI 02, principalmente aquelas localizadas a jusante de São José dos Campo.

Quanto ao balanço hídrico qualitativo, o modelo utilizado é o QUAL-MG, que possibilita a modelagem da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Nitrogênio total (NT) e suas frações, Fósforo total (PT) e suas frações e coliformes termotolerantes (fecais) ou E. coli, porque são os principais parâmetros indicadores de qualidade de água. A partir desses parâmetros, a modelagem foi feita para o cenário atual (2018) e aquele de maior desenvolvimento econômico (2033). A análise da modelagem foi realizada com base na classificação dos corpos de água estabelecida na Resolução Conama nº 357/2005 (**Tabela V-9**) e apresenta a quantificação das cargas atuais e estimadas durante a simulação (CEIVAP, 2018).

Tabela V-9 – Limites de atendimento para Classes de água doce (Resolução Conama 357/2005).

Parâmetro	Limite de atendimento para águas doces			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO (mg/L)	3	5	10	
OD (mg/L)	6	5	4	2
Fósforo Total (mg/L)	0,1	-	0,15	-
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	200	1000	2500	-
Nitrogênio Amoniacal (pH<7,5) (mg/L)	3,7	-	13,3	-
Nitrito (mg/L)	1	-	-	-
Nitrato (mg/L)	10	-	-	-

Fonte: Adaptado de Conama, 2005 apud Ceivap, 2018.

Para a UGRHI 02, as informações a respeito dos parâmetros de qualidade de água foram baseadas nos seguintes pontos de monitoramento da Cetesb: PARB 02200; PARB 02400; PARB 02530; PARB 02700, localizados no rio Paraíba do Sul; GUAT 02800, localizado no Rio Guaratinguetá e PTEI 02900, localizado no Rio Parateí.

Quanto aos parâmetros analisados, a DBO, o OD, o PT e os coliformes termotolerantes registraram grandes variações quando considerado os cenários atual (2018) e o de maior dinâmica econômica (2033), inclusive com alteração no enquadramento de alguns pontos analisados. Já o Nitrogênio Total e suas frações, independente do cenário analisado, pois não registrou variações significativas, e o enquadramento permanece na Classe 1.

4.1.6.2.3.1. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Em se tratando da DBO, a modelagem indica que todo os pontos registraram variações de pelo menos 10% nas concentrações de DBO calculadas para ambas as vazões quando comparado os cenários atual (2018) e o de maior dinâmica econômica em 2033 (**Tabela V-10**).

Tabela V-10 – Concentrações e variações calculadas de DBO, por cenário, para $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

UGRHI 02 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)						
Pontos de Monitoramento	Q_{95}			$Q_{7,10}$		
	Cenário atual 2018	Cenário a longo prazo 2033	Variação (%)	Cenário atual 2018	Cenário a longo prazo 2033	Variação (%)
PARB 02200	2,20	2,42	10,30%	2,31	2,58	11,70%
PATEI 02900	0,95	1,14	20,00%	1,85	2,39	29,20%
PARB 02400	2,29	3,28	43,30%	3,12	4,48	43,80%
PARB 02530	1,93	3,02	56,80%	2,64	4,24	60,60%
GUAT 02800	3,64	4,28	17,30%	11,63	15,07	29,60%
PARB 02700	2,22	3,32	49,40%	3,10	4,70	51,60%

Fonte: Ceivap, 2018.

As maiores variações registradas foram nos pontos de monitoramento PARB 02400, PARB 2530 e PARB 02700 e resultaram na mudança de classe, passando da classe 1 para classe 2 no cenário de maior dinâmica econômica (2033). O ponto GUAT 02800 que, atualmente (cenário 2018), tem a pior condição de qualidade de água, quanto à DBO, registrou enquadramento na Classe 4, quando considerada a vazão $Q_{7,10}$ (**Tabela V-10**).

Considerando a $Q_{95\%}$, a maior parte dos pequenos afluentes do rio Paraíba do Sul, segundo a modelagem para DBO, foram classificados na Classe 4 (>10 mg/L), principalmente a jusante do município de Jacareí. Por apresentar uma vazão bem maior, o rio Paraíba do Sul manteve-se na Classe 1, quando modelado para a $Q_{95\%}$ (CEIVAP, 2018).

Entretanto, a situação é mais crítica ao considerar a vazão $Q_{7,10}$. Devido à péssima qualidade da água dos afluentes do Rio Paraíba do Sul e em um cenário de maior dinâmica econômica (cenário a longo prazo - 2033), a modelagem previu alteração de classe da calha principal do rio Paraíba do Sul, da Classe 1 para a Classe 2 (CEIVAP, 2018).

4.1.6.2.3.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

Os resultados da modelagem em ambas as vazões e cenários para OD podem ser observados na **Tabela V-11**.

Para esse parâmetro, as variações entre os cenários foram de 0,5%, no ponto PARB 02200, em ambas as vazões, para 20,90%, no ponto PARB 02700 na vazão $Q_{7,10}$. Houve alteração de enquadramento de classe o ponto PARB 02530, em ambas as vazões, e PARB 02400 e PARB 02700 na vazão $Q_{7,10}$.

Tabela V-11 – Concentrações e variações calculadas de OD, por cenários, para $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

UGRHI 02 - Oxigênio Dissolvido (OD)						
Pontos de Monitoramento	Q_{95}			$Q_{7,10}$		
	Cenário atual 2018	Cenário a longo prazo 2033	Variação (%)	Cenário atual 2018	Cenário a longo prazo 2033	Variação (%)
PARB 02200	5,83	5,80	0,50%	5,80	5,77	0,50%
PATEI 02900	8,18	8,12	0,70%	8,12	7,73	4,80%
PARB 02400	6,34	6,05	4,60%	6,05	5,29	12,50%
PARB 02530	6,08	5,52	9,20%	5,52	4,58	17,00%
GUAT 02800	7,93	7,86	0,90%	7,86	6,50	17,40%
PARB 02700	5,94	5,16	13,00%	5,16	4,09	20,90%

Fonte: Ceivap, 2018.

4.1.6.2.3.3. Fósforo total (PT)

No que tange ao PT, o quadro mais crítico ocorre quando é analisada a vazão $Q_{7,10}$, em que os pontos PARB 02400, PARB 02530 e PARB 02700 já se encontram com altas concentrações de fósforo e foram enquadrados na Classe 3, e o ponto GUAT 02800, enquadrado na Classe 4 (**Tabela V-12**).

Tabela V-12 – Concentrações e variações calculadas de PT, por cenário, para $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

UGRHI 02 - Fósforo total (PT)						
Pontos de Monitoramento	Q_{95}			$Q_{7,10}$		
	Cenário atual 2018	Cenário a longo prazo 2033	Variação (%)	Cenário atual 2018	Cenário a longo prazo 2033	Variação (%)
PARB 02200	0,023	0,027	17,00%	0,025	0,030	18,20%
PATEI 02900	0,019	0,025	33,30%	0,055	0,073	32,90%
PARB 02400	0,072	0,088	22,70%	0,105	0,129	22,90%
PARB 02530	0,072	0,090	25,10%	0,104	0,130	25,20%
GUAT 02800	0,061	0,074	21,20%	0,247	0,298	20,50%
PARB 02700	0,072	0,091	26,00%	0,103	0,130	26,00%

Fonte: Ceivap, 2018.

4.1.6.2.3.4. Coliformes Termotolerantes

Os resultados provenientes da variável Coliformes Termotolerantes registraram a situação mais crítica em ambos os cenários, o que indica uma alta contaminação por esgoto doméstico na UGRHI 02; verificando-se que a maioria dos pontos analisados se enquadrou nas classes 3 e 4.

As maiores variações nas concentrações de coliformes termotolerante, em relação aos cenários atual e futuro, foram encontradas nos pontos PARB 02400 e PARB 02530, 107% e 150%, respectivamente (**Tabela V-13**). O que indica, segundo a modelagem, uma condição de qualidade de água bastante ruim nos trechos analisados.

Tabela V-13 – Concentrações e variações calculadas de Coliformes Termotolerantes, por cenário, para $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

UGRHI 02 - Coliformes Termotolerantes						
Pontos de Monitoramento	Q_{95}			$Q_{7,10}$		
	Cenário atual 2018	Cenário a longo prazo 2033	Variação (%)	Cenário atual 2018	Cenário a longo prazo 2033	Variação (%)
PARB 02200	865	1280	47,90%	981	1458	48,60%
PATEI 02900	1064	1569	47,50%	3011	4443	47,60%
PARB 02400	1597	3314	107,40%	2347	4877	107,80%
PARB 02530	1187	3028	155,20%	1718	4390	155,50%
GUAT 02800	5116	6458	26,20%	20520	25780	25,60%
PARB 02700	1891	3652	93,10%	2707	5226	93,10%

Fonte: Ceivap, 2018.

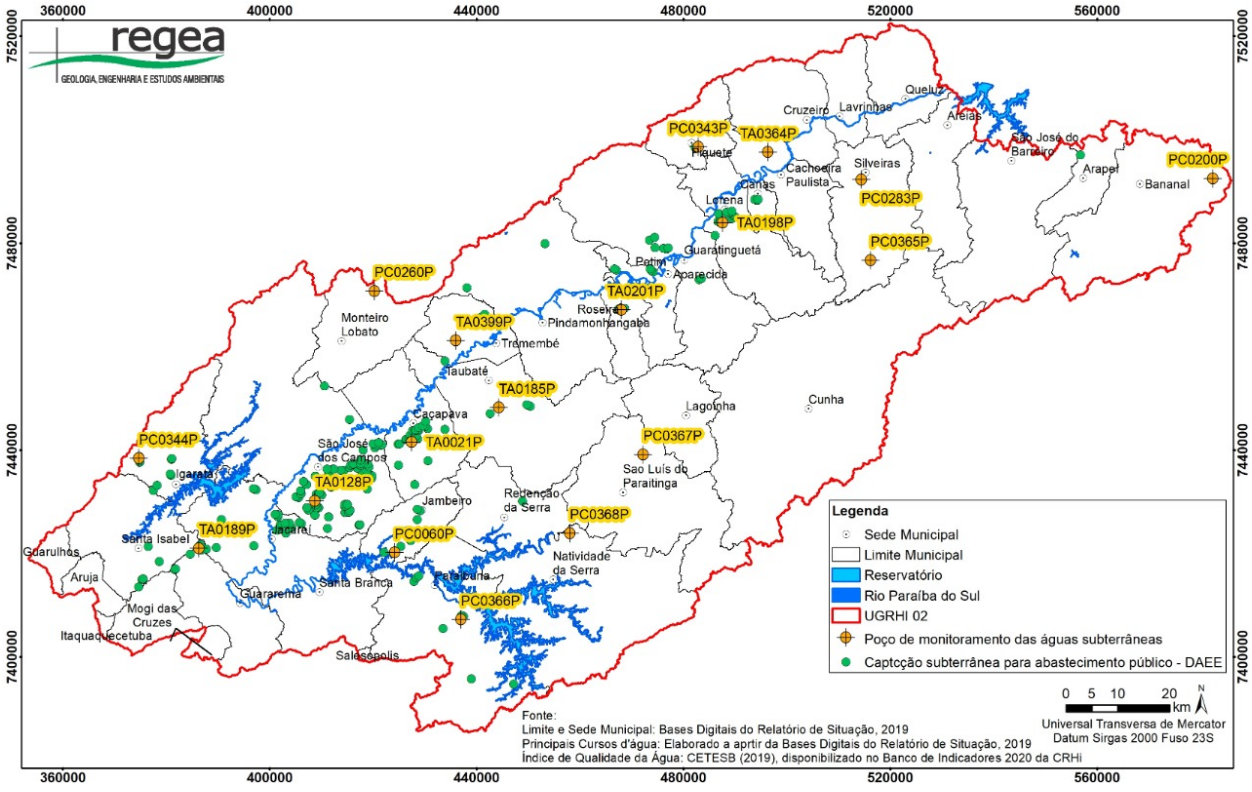
4.1.6.2.6. Avaliação das redes de monitoramento

A abrangência espacial do monitoramento, ou seja, o número de pontos e sua localização, tem como objetivo melhorar a gestão, uma vez que permite diagnosticar se há necessidade de aumentar o número e a localização dos pontos de monitoramento para a qualidade da água frente a diferentes fatores de pressão. A Cetesb utiliza, para tal finalidade, o Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM) que é uma análise multi-criterial e considera, além da abrangência da rede de monitoramento, fatores como pressão populacional, macro uso do solo e os correlaciona com o Índice de Qualidade da Água. O IAEM é um Índice que varia de 0 (pior situação) a 1 (melhor situação) e permite informar sobre a sustentabilidade do Gerenciamento de Qualidade da Água. Para a UGRHI 02, foi registrado o IAEM de 0,48, para o ano de 2019, o que indica que esta UGRHI está moderadamente vulnerável a pressão antrópica, uma vez que o IQA para esta UGRHI foi classificado, de maneira geral, na categoria BOA. Os principais fatores que contribuíram para que o IAEM estivesse nessa categoria foram: a baixa densidade de pontos (2,15 pontos por 1000/km^2), a bacia hidrográfica ter uma alta densidade demográfica e apresentar grande atividade industrial.

Ainda quanto às águas superficiais, verifica-se que dos 35 pontos de monitoramento, 23 (66%) situam-se nos grandes cursos d'água e reservatórios (**Figura V-1**).

Quanto ao monitoramento das águas subterrâneas, considerando apenas os poços com captação para abastecimento público em relação à rede de monitoramento da Cetesb (**Figura V-33**), verifica-se que a quantidade de pontos de monitoramento deveria ser ampliada nas proximidades das áreas urbanizadas de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Guaratinguetá e Lorena, onde se concentram captações subterrâneas para esse uso.

Figura V-33 – Captações subterrâneas para abastecimento público e monitoramento da qualidade da água.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Portaria No. 518/2004, do Ministério da Saúde. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigência de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da União, Brasília, v. 13.

BRASIL, Portaria de Consolidação n°5/ 2017. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde**,2017.

CEIVAP – COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Complementação e finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PIRH-PS e elaboração dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas afluentes**: Produto parcial 02 – Consolidação do Diagnóstico e Prognóstico e versão preliminar do banco de dados. Tomo II – Prognóstico. Revisão 03, 2018.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, Resolução. 357/2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**, 2005.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** São Paulo: Cetesb, 2016. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/ Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2015_ParteI_25-07.pdf. Acesso em: 13 out. 2020

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** São Paulo: Cetesb, 2017. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasInteriores_2016_corre%C3%A7%C3%A3o02-11.pdf. Acesso em: 13 out. 2020

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** São Paulo: Cetesb, 2018. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-das-%C3%81guas-Interiores-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2017.pdf. Acesso em: 13 out. 2020

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** São Paulo: Cetesb, 2019. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-das-%C3%81guas-Interiores-no-Estado-de-SP-2018.pdf. Acesso em: 13 out. 2020

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** São Paulo: Cetesb, 2020a. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf. Acesso em: 13 out. 2020

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo.** São Paulo: Cetesb, 2020b. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2020/09/Aguas-Subterraneas-Boletim-2019.pdf. Acesso em: 13 out. 2020

CHAPRA, S. C.; PELLETIER, G. J.; TAO, Hua. QUAL2K. **A modeling framework for simulating river and stream water quality (beta version)**: documentation and user's manual, Civil and Environmental Engineering Department, Medford, Tufts University, 2003.

MACHADO, E. S.; KNAPIK, H. G.; BITENCOURT, C. C. A. **Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 24, n. 2, p. 261-269, 2019.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 2 Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.