

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 BACIAS DA UGRHI 02

CÓDIGO DO EMPREENDIMENTO

2015-PS-350

NÚMERO CONTRATO FEHIDRO

408/2015

SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO

Taubaté, 14 de setembro de 2016

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO.....	2
3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
4 CONTEÚDO DESTA SÍNTESE	3
5 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS	4
5.1 DISPONIBILIDADE <i>PER CAPITA</i> DE ÁGUA SUPERFICIAL.....	4
5.2 DISPONIBILIDADE <i>PER CAPITA</i> DE ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	6
5.3 ENCHENTES E ESTIAGEM.....	8
5.3.1 <i>Vazão média anual</i>	8
5.3.2 <i>Pluviosidade</i>	9
5.3.3 <i>Semestres secos (abr/set) abaixo da média</i>	11
6 DEMANDAS POR RECURSOS HÍDRICOS	12
6.1 CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS	12
6.2 DEMANDAS CONSUNTIVAS.....	17
6.3 DEMANDAS NÃO CONSUNTIVAS	20
7 BALANÇO DEMANDA <i>VERSUS</i> DISPONIBILIDADE.....	23
8 QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	28
8.1 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	28
8.1.1 <i>IQA – Índice de Qualidade da Água</i>	29
8.1.2 <i>IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas</i>	31
8.1.3 <i>IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática</i>	32
8.1.4 <i>IET – Índice de Estado Trófico</i>	33
8.1.5 <i>OD – Oxigênio Dissolvido</i>	35
8.1.6 <i>IB – Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios</i>	36
8.1.7 <i>Presença de macrófitas</i>	37
8.2 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	39
8.2.1 <i>Concentração de nitrato</i>	40
8.2.2 <i>IPAS - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas</i>	40
8.2.3 <i>Concentração de fluoretos</i>	41
8.3 DANOS À VIDA AQUÁTICA	41
8.4 RESTRIÇÕES AO USO DA ÁGUA	42
9 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	43
10 INUNDAÇÃO	45
BIBLIOGRAFIA	47

REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE BACIAS DA UGRHI 02

SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO

1 INTRODUÇÃO

O Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS) estabeleceu – por meio da Deliberação *Ad Referendum* CBH-PS 008/2015, de 18 de junho de 2015 – edital para seleção de tomador especializado, de acordo com exigências do Manual de Procedimentos Operacionais (MPO) vigente, do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fehidro), para elaboração da revisão e atualização do Plano de Recursos Hídricos da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Paraíba do Sul (UGRHI 02).

A Vale Verde – Associação de Defesa do Meio Ambiente, organização não governamental com sede no município de São José dos Campos (SP), foi selecionada como tomadora de recursos financeiros do Fehidro nesse certame e, para desenvolvimento do empreendimento em questão, contratou a Regea – Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais por meio de processo licitatório (Ato Convocatório 002, expedido em 23 de dezembro 2015 - Processo nº 002/2015).

A Regea iniciou os trabalhos em 29 de março de 2016, tendo sido desenvolvidas as seguintes atividades:

- 1ª Reunião de Acompanhamento (Reunião de Abertura) – essa reunião, realizada em 29.03.2016 e da qual participaram representantes do GT-Plano, da Vale Verde e da Regea, teve como objetivo apresentar as equipes de trabalho e acordar a data de apresentação do Plano de Trabalho (Produto 1 do empreendimento);
- Entrega do Plano de Trabalho (Produto 1) – o Plano de Trabalho foi entregue para análise do GT-Plano, em formato digital, em 04.04.2016;
- 2ª Reunião de Acompanhamento – essa reunião, realizada em 19.04.2016 e da qual participaram membros do GT-Plano, de Comissões Técnicas do CBH-PS, da Vale Verde e da Regea, teve como objetivo a discussão do Plano de Trabalho e sua aprovação;
- Elaboração da Minuta 1 do Diagnóstico - a partir do dia 19.04.2016, a equipe técnica da Regea deu início à elaboração da primeira minuta do Diagnóstico;
- Entrega da Minuta 1 do Diagnóstico – no dia 18.05.2016, a Regea enviou para avaliação do GT-Plano, a primeira minuta do Diagnóstico;
- Participação na oficina “Plano de Bacia Hidrográfica”, subsídios para revisão – participaram desse evento, realizado nos dias 30 e 31 de maio de 2016, no Espaço Vida da Sabesp, em São Paulo, e organizado pela Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, seis membros do GT-Plano e três da Regea;
- Participação em palestra sobre águas subterrâneas – essa palestra, da qual participaram três representantes da Regea, foi proferida pelo geólogo Mateus Delatim Simonato, no dia 07.06.2016, na sede do CBH-PS, em Taubaté. A palestra teve como objetivo a apresentação do projeto “Diagnóstico hidrogeológico e elaboração de propostas para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos nos municípios de Jacareí, São José dos Campos e Caçapava/SP”, desenvolvido pela empresa C3 - *Planejamento, Consultoria e Projeto* para o DAEE (Contrato DAEE nº 2014/15/00023-1);
- 3ª Reunião de Acompanhamento – essa reunião, da qual participaram membros do GT-Plano, da Vale verde e da Regea, foi realizada no dia 10.06.2016 e teve como objetivo a discussão da Minuta 1 do Diagnóstico. Foram acordadas complementações, suplementações e correções para otimização do Diagnóstico;

- Elaboração da Minuta 2 do Diagnóstico – a partir do dia 10.06.2016, a equipe técnica da Regea deu início à revisão da Minuta 1, gerando a Minuta 2 do Diagnóstico;
- Entrega da Minuta 2 do Diagnóstico – no dia 12.08.2016, a Regea enviou para avaliação do GT-Plano, a segunda minuta do Diagnóstico;
- 4ª Reunião de Acompanhamento – essa reunião, da qual participaram membros do GT-Plano, da Vale verde e da Regea, foi realizada no dia 19.08.2016 e teve como objetivo a discussão e aprovação da Minuta 2 do Diagnóstico. Nessa reunião O Diagnóstico foi aprovado, mediante algumas complementações, e definida sua apresentação, em uma Reunião Geral, no dia 14.09.2016;
- Preparação da Síntese do Diagnóstico – a partir do dia 19.08.2016, foram realizadas as complementações no texto do Diagnóstico, acordadas na 4ª Reunião de Acompanhamento, e preparada pela Regea, esta Síntese do Diagnóstico;
- Entrega da Síntese do Diagnóstico – a Síntese do Diagnóstico foi enviada, em formato digital, ao GT-Plano, no dia 25.08.2016. Após aprovação do GT-Plano esse material foi disponibilizado para acesso livre no site da ONG Vale Verde.

2 OBJETIVO

Esta Síntese tem como objetivo subsidiar o desenvolvimento da reunião de apresentação do Relatório do Diagnóstico, que é realizada em atendimento ao tópico 5.1 (Arranjo para elaboração e acompanhamento), do Anexo do Termo de Referência para Revisão e Atualização do Plano de Bacias da UGRHI 02 – Paraíba do Sul (CBH-PS, 2015).

3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Diagnóstico, Módulo 1 do Plano de Bacia (**Figura 1**), é o documento técnico que tem como objetivo retratar a situação dos recursos hídricos na UGRHI, sendo a base do Plano de Bacia Hidrográfica (PBH), pois a partir dele é possível elaborar o Prognóstico e, na sequência, construir o Plano de Ação.

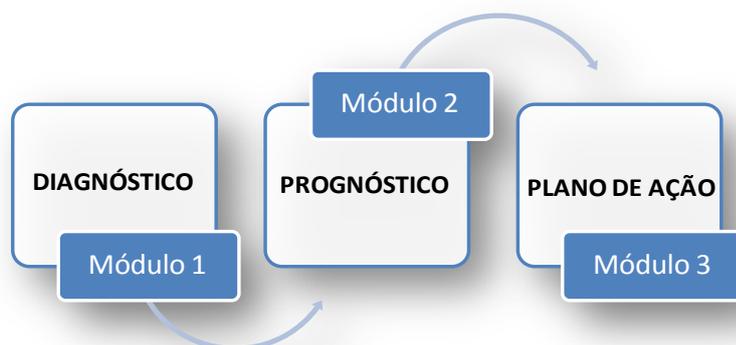


Figura 1 – Módulos que compõem o Plano de Bacia. Fonte: Deliberação CRH nº 146/2012.

De acordo com a Deliberação CRH nº 146/2012, o Diagnóstico deve:

- Ser elaborado com base na informação existente, disponível nos Relatórios de Situação, “uma vez que eles já apresentam um rol de informações significativo e consistente, possibilitando que a caracterização da situação atual dos recursos hídricos se restrinja ao esforço de nivelamento, integração, formatação, projeção e síntese dos dados existentes,

suplementados por atualizações e eventuais complementações de menor porte, onde se identificarem lacunas de informação”;

- No caso de ser “identificada alguma lacuna para a qual não se verifique nenhuma fonte de informação disponível, caberá ao PBH indicar a necessidade de produção e disponibilização de dados, assim como as providências necessárias para saná-la, as quais podem ser objeto de ações específicas do próprio PBH”; e
- Possuir objetividade, “o foco deve ser na análise dos aspectos essenciais para a tomada de decisão, evitando a apresentação exaustiva (e eventualmente desnecessária) de informações de menor relevância”.

No Diagnóstico é obrigatória a apresentação dos conteúdos básico e fundamental indicados na Deliberação CRH nº 146/2012.

Especificamente quanto ao conteúdo básico, uma vez que os dados dos parâmetros dos indicadores são disponibilizados pela Coordenadoria de Recursos Hídricos (CRHi), todos os anos, por município, a análise por compartimento e subcompartimento hidráulico fica restrita aos dados de sedes municipais. Assim, por exemplo, não é possível analisar a situação em recortes geográficos que não possuem sedes municipais, como nos subcompartimentos CP2-JAG- B e CP4- BOC-B; a influência de trechos de municípios com área na UGRHI 02, mas com sede na UGRHI 06; e mesmo a influência de municípios com sede em um determinado subcompartimento, mas com trecho de sua área em outro subcompartimento.

Visando contornar esse problema, além de considerar os dados dos parâmetros dos indicadores, foram realizados estudos para estimativa da população por setor censitário, agregando-se esses setores por compartimento e subcompartimento.

Além disso, foram realizados estudos de disponibilidade, demandas e balanço demandas *versus* disponibilidade, por compartimentos e subcompartimentos, que deverão ser apresentados no Prognóstico.

4 CONTEÚDO DESTA SÍNTESE

O Diagnóstico está estruturado em 10 tópicos principais: oito tratam de temas que caracterizam a situação dos recursos; um tópico trata da avaliação da implementação do Plano de Bacia vigente; e um tópico, o último, refere-se à elaboração de uma síntese (**Figura 2**).

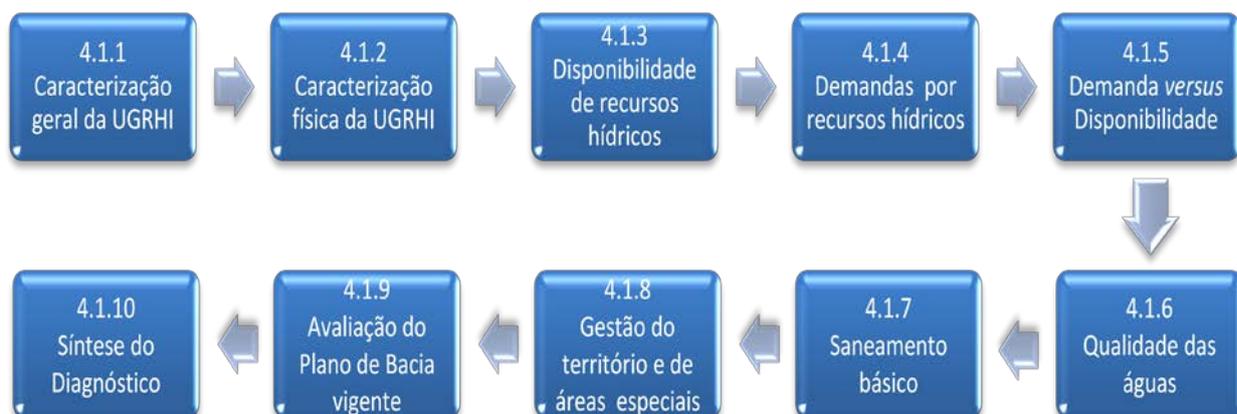


Figura 2 – Tópicos que constituem o Diagnóstico, com a numeração específica da Deliberação CRH nº 146/2012. Fonte: CBH-PS (2015).

Nesta síntese são destacados, nos itens a seguir, os tópicos 4.1.3 a 4.1.6; e os temas APP - Área de Preservação Permanente e inundação do tópico 4.1.8.

5 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS

Na caracterização da disponibilidade de recursos hídricos são considerados:

- Conteúdo básico – indicadores de disponibilidade das águas e de eventos críticos (**Tabela 5-1**) com respectivas análises; e
- Conteúdo fundamental – texto analítico apresentando a avaliação da disponibilidade hídrica, superficial e subterrânea, e identificando as áreas críticas em termos de quantidade.

Tabela 5-1 – Disponibilidade de recursos hídricos: indicadores e seus parâmetros. Fonte: CBH-PS (2015).

Variável	Indicador	Parâmetro
Disponibilidade das águas	E.04 – Disponibilidade de águas superficiais	E.04-A – Disponibilidade <i>per capita</i> de água superficial (m ³ /hab.ano)
	E.05 – Disponibilidade de águas subterrâneas	E.05-A – Disponibilidade <i>per capita</i> de água subterrânea (m ³ /hab.ano)
Eventos críticos	E.08 – Enchentes e estiagem	E.08-B – Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com total do semestre seco (abr/set) abaixo da média (%)

5.1 Disponibilidade *per capita* de água superficial

Disponibilidade *per capita* de água superficial é a avaliação da disponibilidade de água ($Q_{\text{médio}}$) em relação ao total de habitantes por ano, sendo o parâmetro também nomeado como potencial de água doce ou disponibilidade social da água (CRHi, 2014).

“Os valores de disponibilidade, neste caso, o valor do $Q_{\text{médio}}$ (também conhecido como QLP ou Vazão Média de Longo Período), são obtidos de DAEE (1987). Os dados adotados consideram a regionalização da vazão pela área da UGRHI, e não a área dos municípios sede. A população é fornecida pela SEADE” (CRHi, 2014).

Os dados apresentados em CRHi (2015) mostram que, no total da UGRHI 02, os valores de disponibilidade *per capita* de água superficial têm diminuído ao longo do período analisado (2007-2014) (**Figura 5.1-1**).

Analisando-se os dados por município, apenas no ano de 2014, verifica-se que 22 municípios apresentam disponibilidade *per capita* de água superficial superior à média da UGRHI 02; São José do Barreiro apresenta a maior disponibilidade *per capita* de água superficial e São José dos Campos a menor (**Tabela 5.1-1**).

Quanto ao enquadramento dos municípios nos valores de referência de CRHi (2014), observa-se que, em 2014, 24 municípios estão classificados com Boa disponibilidade *per capita* de água superficial, seis municípios enquadrados na classe Atenção e quatro municípios na classe Crítica, sendo São José dos Campos o município mais desfavorecido, seguido por Jacareí, Taubaté e Potim (**Tabela 5.1-1**).

Analisando-se a distribuição espacial dos dados da Tabela 2 (**Figura 5.1-2**), observa-se que podem ser consideradas áreas críticas:

- A área total do CP3-PS-B, com exceção dos trechos correspondentes aos municípios de Monteiro Lobato e Roseira; e

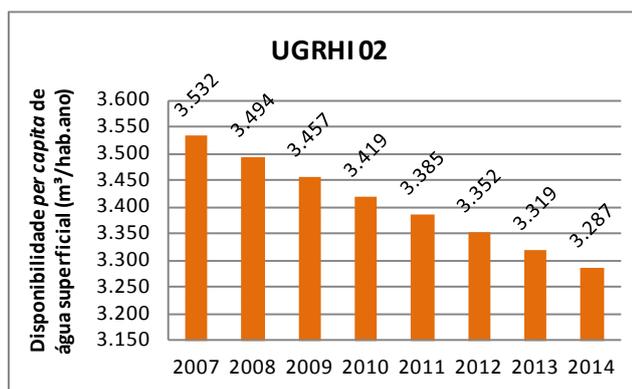


Figura 5.1-1 – UGRHI 02: Disponibilidade *per capita* de água superficial. Fonte: CRHi (2015).

- Os trechos norte dos subcompartimentos CP2-JAG-A, CP2-JAG-B e CP3-PS-A.

Cabe destacar que o município de Potim, situado parte no CP3-PS-B e parte no CP3-PS-C, apesar de registrar, em 2014, apenas 19.899 habitantes, encontra-se em situação crítica quanto à disponibilidade *per capita* de água superficial; e que merecem atenção os municípios de Aparecida, Canas, Cruzeiro e Lorena, situados no CP3-PS-C (**Figura 5.1-2**).

Tabela 5.1-1 – Disponibilidade *per capita* de água superficial, em 2014: UGRHI 02 e municípios – valor de referência. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	E.04-A - Disponibilidade <i>per capita</i> de água superficial (m ³ /hab.ano) - 2014	Valor de referência (m ³ /hab.ano)	Classificação		
São José do Barreiro	64.326,329	E.04-A > 2.500	Boa		
Natividade da Serra	58.926,378				
Areias	38.082,479				
Monteiro Lobato	38.041,549				
Redenção da Serra	37.905,421				
Silveiras	32.780,494				
Cunha	30.893,178				
Arapeí	28.645,943				
Bananal	28.401,233				
São Luis do Paraitinga	27.742,513				
Lagoinha	25.304,649				
Paraibuna	21.226,838				
Igaratá	15.270,063				
Jambeiro	14.561,840				
Lavrinhas	11.556,728				
Queluz	10.499,627				
Santa Branca	9.505,612				
Roseira	4.100,293				
Piquete	5.882,904				
Canas	5.549,253				
Guararema	4.617,904				
Cachoeira Paulista	4.406,431				
UGRHI 02	3.286,69	1.500 ≤ E.04-A ≤ 2.500	Atenção		
Santa Isabel	3.245,795				
Guaratinguetá	3.083,520				
Lorena	2.329,149				
Pindamonhangaba	2.282,073				
Tremembé	2.119,109				
Caçapava	2.012,423				
Cruzeiro	1.865,630				
Aparecida	1.644,175				
Potim	1.061,818				
Taubaté	1.014,546	E.04-A < 1.500	Crítica		
Jacareí	995,524				
São José dos Campos	783,610				
Arujá*	SD			-	Sem dados
Guarulhos*	SD				
Itaquaquecetuba*	SD				
Mogi das Cruzes	SD				
Salesópolis*	SD				

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02. SD = sem dados.

É importante ressaltar que nos cálculos do parâmetro E.04-A (Disponibilidade *per capita* de água superficial), a CRHi não considera a vazão comprometida para o Estado do Rio de Janeiro.

Além disso, em CRHi (2015) não constam estimativas para os subcompartimentos que não possuem sedes municipais (CP2-JAG-B e CP4-BOC-B) e para as áreas dos municípios da UGRHI 06 que possuem trechos na UGRHI 02 (Arujá, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes e Salesópolis).

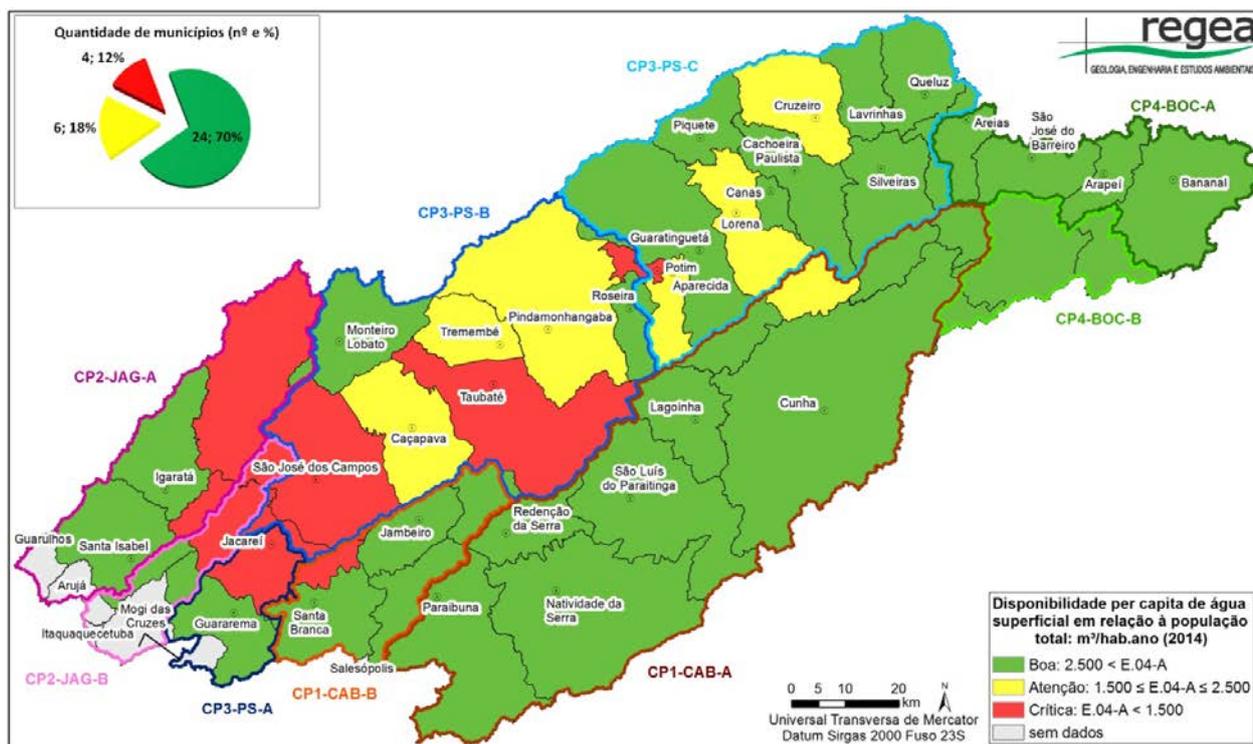


Figura 5.1-2 – Disponibilidade *per capita* de água superficial: Classificação dos municípios de acordo com o valor de referência. Fonte: CRHi (2015).

5.2 Disponibilidade *per capita* de água subterrânea

A disponibilidade *per capita* de água subterrânea refere-se ao volume das reservas exploráveis em relação à população total (CRHi, 2014).

“Segundo metodologia do DAEE, a estimativa da reserva explorável é o resultado da diferença entre o $Q_{95\%}$ e o $Q_{7,10}$. Os valores de $Q_{95\%}$ e o $Q_{7,10}$ são obtidos do DAEE (1987). Adota-se para a população a fonte SEADE” (CRHi, 2014).

Os dados apresentados em CRHi (2015) mostram que, no total da UGRHI 02, os valores de disponibilidade *per capita* de água subterrânea têm diminuído ao longo do período analisado (2007-2014), como pode ser visto na **Figura 5.2-1**.

Em comparação com a disponibilidade hídrica superficial, a disponibilidade de água subterrânea apresenta valores aproximadamente 10 vezes inferiores.

Analisando-se os dados por município e considerando apenas o ano de 2014, verifica-se que 23 municípios apresentam disponibilidade *per capita* de água superficial superior à disponibilidade calculada para a UGRHI 02; e, da mesma forma que no caso da disponibilidade *per capita* de água superficial, São José do Barreiro apresenta a maior disponibilidade *per capita* de água subterrânea e São José dos Campos a menor. Observa-se que não há valor de referência para esse parâmetro (**Tabela 5.2-1**).

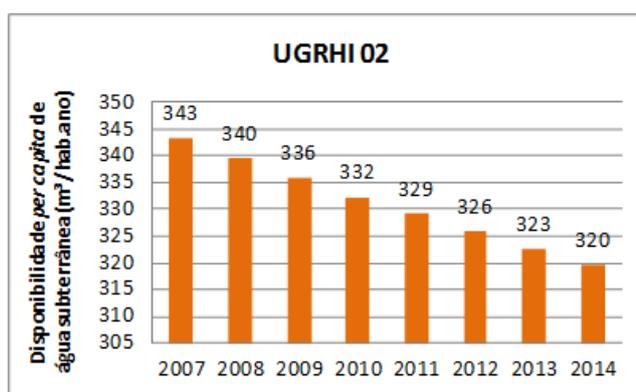


Figura 5.2-1 – UGRHI 02: Disponibilidade *per capita* de água subterrânea. Fonte: CRHi (2015).

Destaca-se que, em CRHi (2015), não constam estimativas para os subcompartimentos que não possuem sedes municipais (CP2-JAG-B e CP4-BOC-B) e para as áreas dos municípios da UGRHI 06 que possuem trechos na UGRHI 02 (Arujá, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes e Salesópolis).

Tabela 5.2-1 - Disponibilidade *per capita* de água subterrânea, em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	E.05-A - Disponibilidade <i>per capita</i> de água subterrânea (m ³ /hab.ano) - 2014	
São José do Barreiro	4.663,63	
Natividade da Serra	5.949,30	
Areias	3.875,65	
Monteiro Lobato	3.848,56	
Redenção da Serra	3.847,85	
Silveiras	3.283,35	
Cunha	3.134,30	
Bananal	2.885,69	
São Luís do Paraitinga	2.834,56	
Arapeí	2.800,94	
Lagoinha	2.550,08	
Paraibuna	2.224,10	
Igaratá	1.537,49	
Jambeiro	1.483,66	
Lavrinhas	1.155,67	
Queluz	1.087,08	
Santa Branca	950,56	
Roseira	628,90	
Piquete	590,56	
Canas	541,39	
Guararema	474,52	
Cachoeira Paulista	447,77	
Santa Isabel	331,20	
UGRHI 02	319,54	
Guaratinguetá	310,55	
Lorena	232,17	
Pindamonhangaba	231,28	
Tremembé	219,22	
Caçapava	205,20	
Cruzeiro	185,35	
Aparecida	169,78	
Taubaté	103,08	
Jacareí	99,70	
Potim	95,09	
São José dos Campos	79,36	
Arujá*	SD	
Guarulhos*	SD	
Itaquaquecetuba*	SD	
Mogi das Cruzes*	SD	
Salesópolis*	SD	

Municípios com disponibilidade *per capita* de água subterrânea acima do valor para o parâmetro na UGRHI 02

Municípios com disponibilidade *per capita* de água subterrânea igual ou abaixo do valor para o parâmetro na UGRHI 02

Sem dados

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02. SD = sem dados.

De forma geral, ainda há poucos estudos de detalhe sobre a disponibilidade de águas subterrâneas na UGRHI 02. Restritos à área que compreende os municípios de Caçapava, Jacareí e São José dos Campos, estudos recentes referentes às águas subterrâneas, indicam que a reserva renovável, nessa área, é de 14,57 m³/s, ou seja, 460 milhões m³/ano (C3, 2016).

5.3 Enchentes e estiagem

Períodos chuvosos significativos, em quantidade e duração das precipitações, são favoráveis para ocorrência de enchentes/cheias volumosas, que permitem o enchimento de reservatórios, e para recarga de aquíferos. Por outro lado, as enchentes/cheias podem causar inundações que, principalmente em áreas urbanizadas, tendem a causar impactos negativos, tais como, perdas de bens materiais, interrupção de acessos, transtornos psicológicos e óbitos.

Além disso, as situações de estiagem acarretam, também, inúmeros impactos negativos para a bacia hidrográfica, como prejuízos econômicos e sociais, afetando a produção agropecuária e o abastecimento público. “A identificação de períodos de semestre seco abaixo da média é uma referência para se estabelecer situações críticas de disponibilidade em uma bacia” (CRHi, 2014).

A análise da pluviosidade é considerada em CBH-PS (2015) por meio de um único parâmetro (E.08-B), que representa a proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco (de abril a setembro) abaixo da média histórica (CRHi, 2014), visando caracterizar apenas a estiagem e, mesmo assim, a CRHi não disponibiliza dados para esse parâmetro. Quanto a enchentes, não é feita nenhuma referência em CBH-PS (2015).

Assim, visando caracterizar as enchentes e estiagens, foram coletados, tratados e analisados dados de fluviômetros, para estimativa da vazão média anual, e pluviômetros, para estimativa dos padrões de pluviosidade. Além disso, foi realizado o cálculo do parâmetro E.08-B – Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco (de abril a setembro) abaixo da média histórica. Os resultados obtidos são apresentados nos subitens a seguir

5.3.1 Vazão média anual

Dos 77 postos fluviométricos existentes na UGRHI 02, apenas quatro possuem dados em série dentro do período de 2007 a 2014. Esses quatro postos situam-se no município de São José dos Campos, e seus respectivos bancos de dados apresentam vazões médias mensais, embora com algumas lacunas:

- No posto 2E-010, situado no Rio Paraíba do Sul, cujos dados apresentam valores bastante elevados, a série de dados, para o período considerado (2007-2014), está completa apenas para o ano de 2009;
- No posto 2E-023, situado no Rio Parangaba, há lacuna de dado apenas em janeiro de 2007;
- No posto 2E-034, no Rio Buquira ou Ferrão, há lacunas de dados entre fevereiro e maio de 2009; e
- No posto 2E-035, situado no Rio Turvo, há lacuna de dados entre fevereiro e dezembro de 2009.

Excluindo-se as séries com lacunas significativas, verifica-se que no posto 2E-034 foram registradas as maiores vazões e no posto 2E-023, as menores (**Figura 5.3-1**).

Salienta-se que o fato de haver dados de interesse para apenas

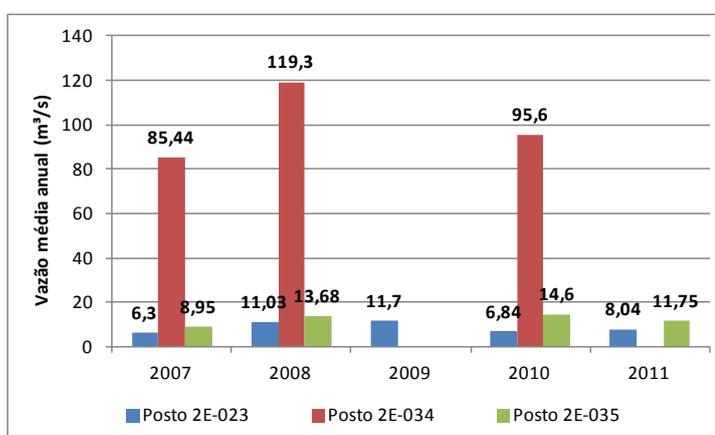


Figura 5.3-1 – Vazão média anual nos postos com dados entre 2007-2014. Fonte: Banco de dados do portal do DAEE.

quatro dos 77 postos pluviométricos, pode ser considerado um tema crítico.

5.3.2 Pluviosidade

No tratamento do tema pluviosidade foram analisados os dados de 37 postos pluviométricos (**Tabela 5.3-1**). Considerando-se os dados dos 20 postos com série completa no período 2007-2014 (**Figura 5.3-2**), observa-se que, quanto aos totais anuais de chuva:

- A maior parte dos postos apresenta tendência de queda dos volumes;
- O maior volume registrado para o acumulado anual foi de 3.107,9 mm, no posto E2-136, em Natividade da Serra, em 2008;
- O mesmo posto E2-136, situado em Natividade da Serra, que de 2007 a 2012 registrava valores altos do acumulado anual, apresenta queda expressiva em 2013 e 2014; e
- O posto E2-048, situado em Caçapava, destaca-se pelos volumes de chuva constantemente baixos.

No Sudeste brasileiro, onde se situa a UGRHI 02, tem-se desenhado um quadro de incertezas climáticas que dificulta, particularmente, as projeções que dependem da análise do regime de chuvas, como a disponibilidade hídrica e a ocorrência de inundações. O ciclo anual das chuvas e de vazões no Brasil varia entre bacias e a variabilidade interanual do clima, associada aos fenômenos de El Niño, La Niña, ou à variabilidade na temperatura da superfície do mar do Atlântico Tropical e Sul, pode gerar anomalias climáticas, que produzem grandes secas (MARENGO, 2008). Assim, a questão dos estudos sobre o clima pode ser considerada um tema crítico.

Tabela 5.3-1 – Postos pluviométricos por município. Fonte: DAEE.

Município	Posto	Município	Posto
Aparecida	D2-065	Redenção da Serra	E2-028
Bananal	D1-001	Santa Branca	E2-029
	D1-026	Santa Isabel	E3-049
Caçapava	E2-034	São José dos Campos	E2-099
	E2-048	São Luís do Paraitinga	E2-132
	E2-113		E2-135
Cunha	E1-005	Silveiras	D1-020
	E1-007	Taubaté	E2-022
Guararema	E3-094		E2-092
Guaratinguetá	D2-076		E2-095
Igaratá	E3-242	Arujá	E3-050
Jacareí	E2-031		E3-108
Jambeiro	E2-025	Guarulhos	E3-002
Lorena	D2-035	Itaquaquecetuba	E3-091
Monteiro Lobato	D2-020	Mogi das Cruzes	E3-232
Natividade da Serra	E2-008	Salesópolis	E2-054
	E2-136		E2-112
Paraibuna	E2-026	Resende	83738
Pindamonhangaba	E2-130		

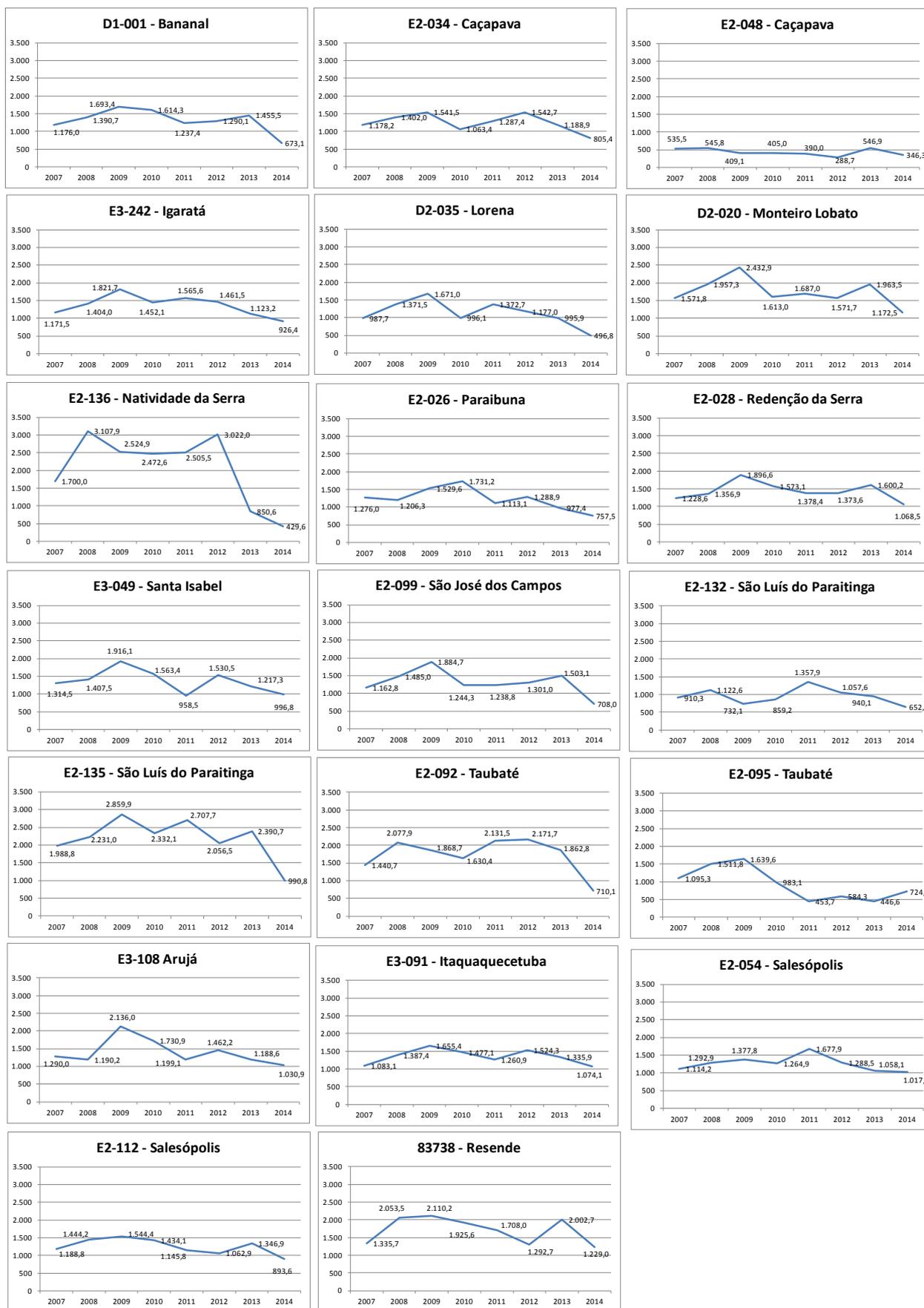


Figura 5.3-2 – Pluviosidade: totais anuais por posto. Fonte: banco de dados do portal do DAEE.

5.3.3 Semestres secos (abr/set) abaixo da média

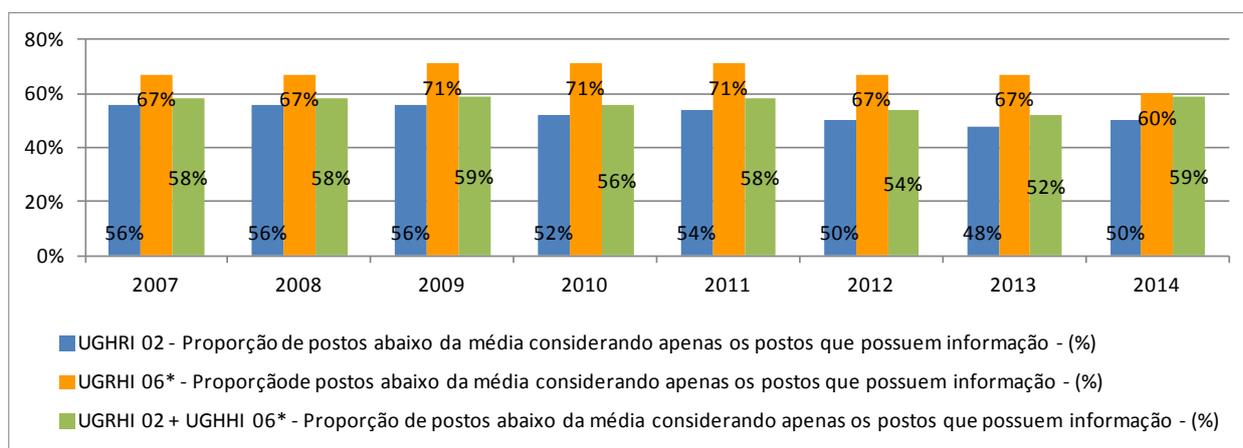
Analisando-se os postos pluviométricos com dados disponíveis no período de interesse, foi obtida a proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco (abril a setembro) abaixo da média (**Figura 5.3-3**).

Analisando-se esses dados, têm-se as seguintes observações:

- Considerando apenas os postos pluviométricos situados em municípios com sede na UGRHI 02, observa-se que, de forma geral, entre 2007 e 2014 ocorreu redução da quantidade de postos com semestre seco (abr-set) abaixo da média, sendo a pior situação registrada no período 2007-2009, quando 56% dos postos registraram chuvas abaixo da média. Entretanto, a menor proporção (48%), verificada em 2013, ainda pode ser considerada alta;
- Nos municípios com sede na UGRHI 06, mas em área da UGRHI 02, observa-se, de forma geral, redução da quantidade de postos com semestre seco (abr-set) abaixo da média, sendo a pior situação registrada no período 2009-2011, quando 71% dos postos registraram chuvas abaixo da média. Entretanto, a menor proporção (60%), verificada em 2014, é muito alta. Cabe ressaltar que apenas 7 postos pluviométricos encontram-se nesse recorte geográfico; e
- Considerando os postos pluviométricos na área total da UGRHI 02, ao longo do período considerado (2007-2014) os valores oscilam entre um mínimo de 52% e um máximo de 59%, isto é, mais que a metade dos postos pluviométricos, ao longo de 2007-2014, apresentou chuvas abaixo da média no período seco (abr-set). Os máximos de 59% e 58% estão registrados em 2007, 2008, 2009, 2011 e 2014; e as proporções um pouco mais baixas estão registradas em 2010 (56%), 2012 (54%) e 2013 (52%).

Em síntese, se observa que, mesmo em queda, a proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco (abril a setembro) abaixo da média pode ser considerada alta.

Além disso, é importante considerar que essa análise deve ser ampliada, pois é importante analisar não só os períodos de estiagem, mas também os períodos chuvosos, uma vez que chuvas abaixo da média nesses períodos podem forjar períodos de estiagem catastróficos.



* municípios com sede na UGRHI 06, mas com área na UGRHI 02.

Figura 5.3-3 – Proporção de postos com totais de chuva nos meses secos (abril a setembro) abaixo da média. Fonte: banco de dados do portal do DAEE.

6 DEMANDAS POR RECURSOS HÍDRICOS

A caracterização das demandas por recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, de acordo com CBH-PS (2015), é abordada a partir de três temas principais: captações superficiais e subterrâneas; demandas consuntivas; e demandas não-consuntivas.

6.1 Captações superficiais e subterrâneas

Na caracterização das captações superficiais e subterrâneas são considerados:

- Conteúdo básico – indicadores de demanda de água e de controle de exploração e uso da água (**Tabela 6.1-1**) com respectivas análises; e
- Conteúdo fundamental – texto analítico avaliando as captações de água (superficial e subterrânea) e identificando as áreas vulneráveis para gestão em termos de quantidade, considerando a evolução dos pontos de captação e os volumes demandados.

Tabela 6.1-1 - Captações e volumes outorgados: indicadores e seus parâmetros. Fonte: CBH-PS (2015).

Variável	Indicador	Parâmetro
Demanda de água	P.03 – Captações de água	P.03-A – Captações superficiais em relação à área total da bacia (nº de outorgas/1.000 km ²)
		P.03-B – Captações subterrâneas em relação à área total da bacia (nº de outorgas/1.000 km ²)
		P.03-C - Proporção de captações superficiais em relação ao total (%)
		P.03-D - Proporção de captações subterrâneas em relação ao total (%)
Controle da exploração e uso da água	R.05 – Outorga de uso da água	R.05-B – Vazão total outorgada para captações superficiais (m ³ /s)
		R..05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas (m ³ /s)

Salienta-se que, quanto aos parâmetros P.03-C e P.03-D, utilizou-se apenas um deles (P.03-C), pois os dados são complementares.

Avaliando-se os totais da UGRHI 02, observa-se que a quantidade de captações subterrâneas por 1.000 km² é superior ao de captações superficiais ao longo de todo período considerado (2007-2014); e que os valores de ambos os parâmetros aumentaram anualmente nesse período (**Figura 6.1-1**).

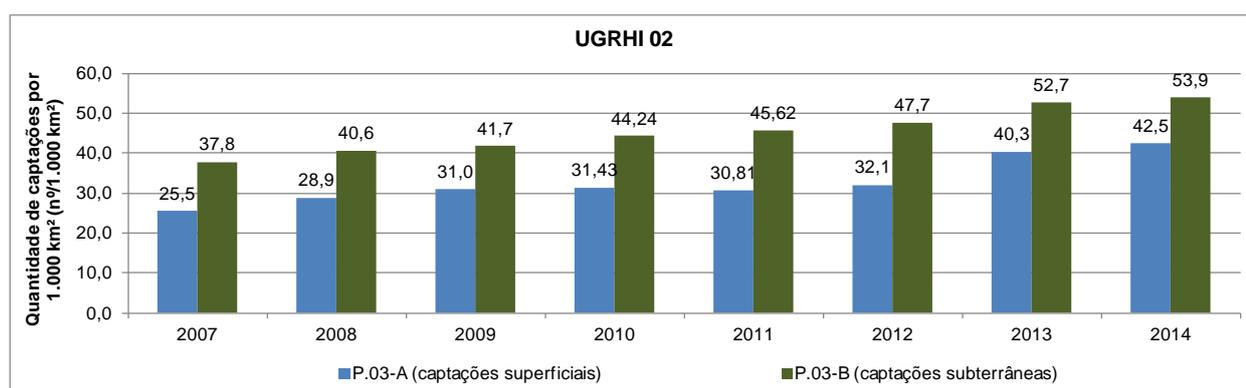


Figura 6.1-1 – UGRHI 02: quantidade de captações superficiais e subterrâneas por 1.000 km², entre 2007 e 2014. Fonte: CRHi (2015).

Analisando-se os dados por município e considerando apenas o ano de 2014 (**Tabelas 6.1-2 e 6.1-3**), observa-se que Tremembé, Roseira, Jambeiro e Pindamonhangaba apresentam mais de 100 captações superficiais por 1.000 km²; e que Jacareí, São José dos Campos, Caçapava,

Taubaté, Mogi das Cruzes e Potim são os municípios com mais de 100 captações subterrâneas por 1.000 km².

Tabela 6.1-2– Quantidade de outorgas de captação superficial por 1.000 km², em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	P.03-A - Captações superficiais em relação à área (nº de outorgas/1.000 km ²) - 2014	
Tremembé	171,5	Municípios com quantidade de outorgas de captações superficiais por 1.000 km ² acima do valor para o parâmetro na UGRHI 02 (41,02%)
Roseira	153,6	
Jambeiro	146,9	
Pindamonhangaba	102,7	
Canas	93,5	
Lavrinhas	77,9	
Taubaté	75,1	
Mogi das Cruzes*	74,8	
Santa Isabel	71,9	
Guararema	66,5	
São José dos Campos	63,7	
Igaratá	61,4	
Guaratinguetá	57,2	
Santa Branca	54,6	
Caçapava	51,4	
Piquete	45,5	
UGRHI 02	42,5	
Lorena	38,7	
Paraibuna	35,6	
Guarulhos*	35,4	
Aparecida	33,1	
Cruzeiro	32,8	
Cachoeira Paulista	31,3	
Monteiro Lobato	30,1	
Queluz	28,1	
Lagoinha	27,4	
Redenção da Serra	22,7	
Potim	22,4	
São Luís do Paraitinga	21,1	
Jacareí	19,6	
Arujá*	17,1	
Arapeí	12,8	
Cunha	12,1	
Areias	9,8	
São José do Barreiro	8,8	
Natividade da Serra	8,4	
Silveiras	7,2	
Bananal	4,9	
Itaquaquecetuba*	0,0	
Salesópolis*	0,0	
		Municípios com valores nulos (5,13%)

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Tabela 6.1-3 – Quantidade de outorgas de captação subterrânea por 1.000 km², em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	P.03-B - Captações subterrâneas em relação à área (nº de outorgas/1000 km ²) - 2014	
Jacareí	252,1	Municípios com número de outorgas de captações subterrâneas por 1.000 km ² acima do valor para o parâmetro na UGRHI 02 (28,21%)
São José dos Campos	218,3	
Caçapava	194,6	
Taubaté	139,0	
Mogi das Cruzes*	114,7	
Potim	112,0	
Guararema	99,8	
Lorena	74,9	
Santa Isabel	74,7	
Jambeiro	65,3	
Canas	56,1	
UGRHI 02	53,9	
Roseira	53,8	
Aparecida	49,6	
Pindamonhangaba	41,1	
Tremembé	36,4	
Arujá*	34,2	
Guaratinguetá	31,9	
Cachoeira Paulista	27,8	
Igaratá	23,9	
Cruzeiro	23,0	
Santa Branca	14,6	
Queluz	12,0	
Lavrinhas	12,0	
Piquete	11,4	
Paraibuna	9,6	
Silveiras	7,2	
Bananal	6,5	
São Luís do Paraitinga	6,5	
Redenção da Serra	6,5	
Arapeí	6,4	
Monteiro Lobato	6,0	
São José do Barreiro	1,8	
Cunha	1,4	
Lagoinha	0,0	
Natividade da Serra	0,0	
Areias	0,0	
Guarulhos*	0,0	
Itaquaquecetuba*	0,0	
Salesópolis*	0,0	
		Municípios com valores nulos (15,38%)

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Cabe ainda destacar as captações, superficiais e subterrâneas, em área da UGRHI 02, de municípios com sede na UGRHI 06. São notáveis os casos de Mogi das Cruzes e Guarulhos com 74,8 e 35,4 captações superficiais por 1.000 km², respectivamente; e o caso de Arujá com 17,1 captações superficiais por 1.000 km² e 34,2 captações subterrâneas por 1.000 km² (**Tabelas 6.1-2 e 6.1-3**).

Quanto à quantidade de captações superficiais e subterrâneas em relação ao total de captações (superficiais + subterrâneas), considerando-se o total da UGRHI 02, observa-se que a quantidade de captações subterrâneas supera a quantidade de captações superficiais ao longo de todo o período considerado (**Figura 6.1-2**).

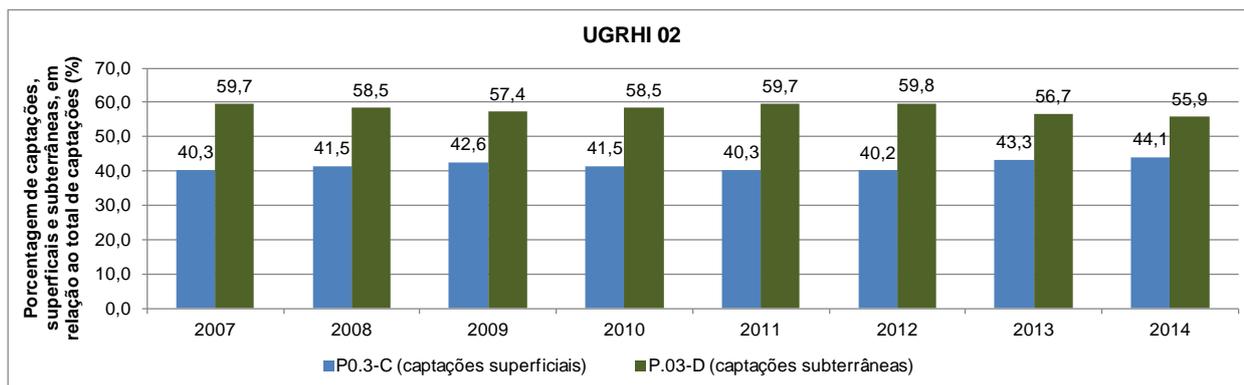


Figura 6.1-2 – UGRHI 02: quantidade de captações superficiais e subterrâneas em relação ao total de captações (superficiais + subterrâneas). Fonte: CRHi (2015).

Analisando-se os dados por município e considerando apenas o ano de 2014, observa-se que, Lagoinha, Natividade da Serra, Areias e Guarulhos possuem apenas captações superficiais; em mais de 51% dos municípios predominam as captações superficiais; apenas dois municípios (Silveiras e Arujá) possuem as mesmas quantidades de captações superficiais e subterrâneas; e em pouco mais de 28% dos municípios predominam as captações subterrâneas (**Tabela 6.1-4**).

Esses dados, aparentemente, conflitam com os dados do total da UGRHI 02 e dos parâmetros P.03-A e P.03-B. A CRHi foi questionada (via correio eletrônico) e confirmou que os dados estão corretos.

No que tange ao volume outorgado (parâmetros R.05-B e R.05-C), considerando-se o total da UGRHI 02, verifica-se que os maiores volumes são para as captações superficiais. Enquanto os valores relacionados às captações superficiais oscilaram de forma significativa e reduziram no período, os valores das captações subterrâneas oscilaram discretamente, mas também com redução no período (**Figura 6.1-3**).

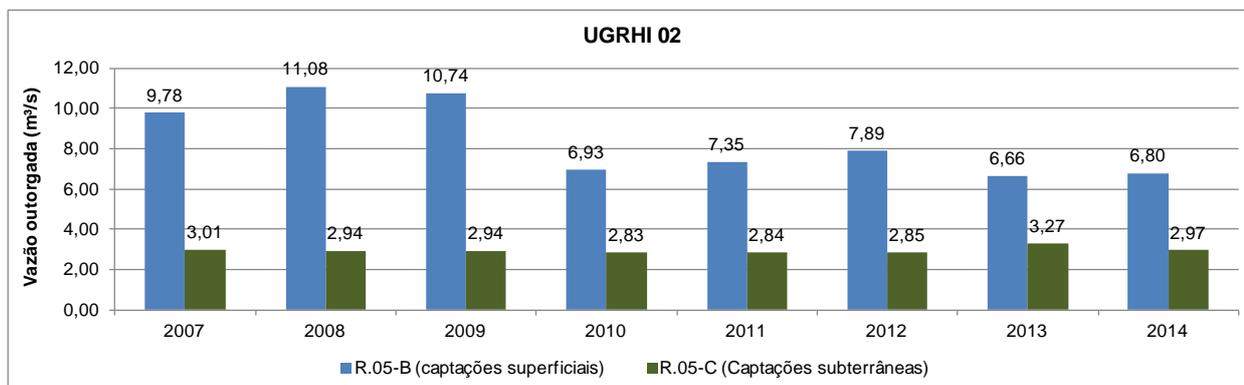


Figura 6.1-3 – UGRHI 02: vazão outorgada por tipo de captação. Fonte: CRHi (2015).

Tabela 6.1-4 - Proporção de captações superficiais em relação ao total, em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	P.03-C - Proporção de captações superficiais em relação ao total (%) - 2014		
Lagoinha	100,0	Municípios com apenas captações superficiais (10,26%)	
Natividade da Serra	100,0		
Areias	100,0		
Guarulhos*	100,0		
Cunha	89,5	Municípios onde predominam captações superficiais (51,28%)	
Lavrinhas	86,7		
Monteiro Lobato	83,3		
São José do Barreiro	83,3		
Tremembé	82,5		
Piquete	80,0		
Santa Branca	79,0		
Paraibuna	78,8		
Redenção da Serra	77,8		
São Luís do Paraitinga	76,5		
Roseira	74,1		
Igaratá	72,0		
Pindamonhangaba	71,4		
Queluz	70,0		
Jambeiro	69,2		
Arapeí	66,7		
Guaratinguetá	64,2		
Canas	62,5		
Cruzeiro	58,8		
Cachoeira Paulista	52,9		
Silveiras	50,0	Municípios com equivalência entre captações superficiais e subterrâneas (5,13%)	
Arujá*	50,0		
Santa Isabel	49,1	UGRHI 02 44,1	
UGRHI 02	44,1		
Bananal	42,9		
Guararema	40,0		
Aparecida	40,0		
Taubaté	35,1		
Lorena	34,0		
Mogi das Cruzes*	33,3		
São José dos Campos	22,6		
Caçapava	20,9		
Potim	16,7		
Jacareí	7,2		
Itaquaquetuba*	0,0**		Municípios com valores nulos (5,13%)
Salesópolis*	0,0**		

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

** Em CRHi (2015) estão registrados para Itaquaquetuba e Salesópolis, respectivamente, 90% e 50% de captações superficiais. Entretanto esses valores foram desconsiderados, pois os parâmetros anteriores (P.03-A e P.03-B) constam como nulos nessa mesma fonte de dados.

Analisando-se os dados por município e considerando apenas o ano de 2014 (**Tabelas 6.1-4 e 6.1-5**), observa-se que Tremembé, Guaratinguetá e Pindamonhangaba têm as maiores vazões outorgadas. Quanto aos volumes outorgados para captações subterrâneas, São José dos Campos se destaca de forma expressiva.

Tabela 6.1-4– Vazão total outorgada para captações superficiais, 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	R.05-B - Vazão total outorgada para captações superficiais (m³/s) - 2014
Tremembé	1,447
Guaratinguetá	1,041
Pindamonhangaba	0,965
Taubaté	0,793
Roseira	0,473
Jacareí	0,400
Caçapava	0,180
Igaratá	0,172
São José dos Campos	0,156
Cunha	0,130
Santa Isabel	0,125
Piquete	0,107
Cachoeira Paulista	0,100
Lavrinhas	0,099
Queluz	0,097
Guarulhos*	0,078
Potim	0,055
Mogi das Cruzes*	0,052
Lagoinha	0,048
Guararema	0,042
Monteiro Lobato	0,041
Paraibuna	0,031
Jambeiro	0,028
São Luís do Paraitinga	0,025
Canas	0,025
Lorena	0,016
Silveiras	0,015
São José do Barreiro	0,013
Arapeí	0,012
Santa Branca	0,009
Cruzeiro	0,007
Redenção da Serra	0,006
Aparecida	0,005
Natividade da Serra	0,002
Bananal	0,001
Arujá*	0,001
Areias	0,000
Itaquaquetuba*	0,000
Salesópolis*	0,000
UGRHI 02	6,797

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Tabela 6.1-5 – Vazão total outorgada para captações subterrâneas, 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	R.05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas (m³/s)-2014
São José dos Campos	1,6240
Caçapava	0,4540
Jacareí	0,3870
Lorena	0,1000
Pindamonhangaba	0,0600
Taubaté	0,0550
Guaratinguetá	0,0500
Potim	0,0410
Roseira	0,0280
Santa Isabel	0,0190
Canas	0,0190
Guararema	0,0150
Tremembé	0,0130
Jambeiro	0,0110
Cachoeira Paulista	0,0090
Piquete	0,0080
Cruzeiro	0,0060
Silveiras	0,0060
Cunha	0,0050
Igaratá	0,0050
Monteiro Lobato	0,0050
Aparecida	0,0050
Paraibuna	0,0040
São Luís do Paraitinga	0,0040
Santa Branca	0,0020
Bananal	0,0020
Redenção da Serra	0,0010
Queluz	0,0010
Arapeí	0,0010
Lagoinha	0,0000
Natividade da Serra	0,0000
Lavrinhas	0,0000
Areias	0,0000
São José do Barreiro	0,0000
Mogi das Cruzes*	0,0269
Arujá*	0,0003
Guarulhos*	0,0000
Itaquaquetuba*	0,0000
Salesópolis*	0,0000
UGRHI 02	2,9660

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

6.2 Demandas consuntivas

Na caracterização das demandas consuntivas são considerados:

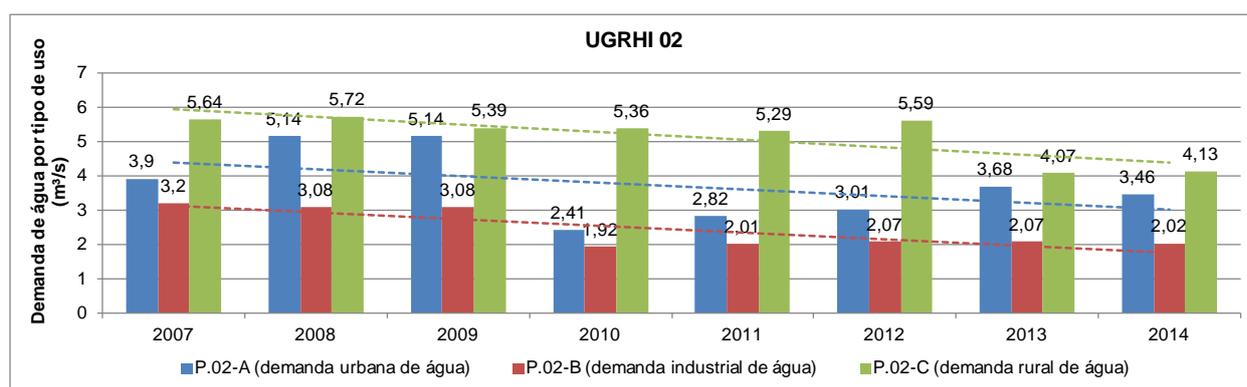
- Conteúdo básico: indicadores de demanda de água e de controle da exploração e usos da água (**Tabela 6.2-1**) com respectivas análises; e
- Conteúdo fundamental: texto analítico avaliando as demandas consuntivas, por tipo de uso da água e identificando as potenciais vulnerabilidades relacionadas ao uso múltiplo dos recursos hídricos e/ou à sua distribuição espacial.

Tabela 6.2-1 – Demandas consuntivas: indicadores e seus parâmetros. Fonte: CBH-PS (2015).

Variável	Indicador	Parâmetro
Demanda de água	P.01 – Demanda de água	P.01-A – Demanda total de água (m ³ /s)
		P.01-B – Demanda de água superficial (m ³ /s)
		P.01-C – Demanda de água subterrânea (m ³ /s)
	P.02 – Tipos de uso da água	P.02-A – Demanda urbana de água (m ³ /s)
		P.02-B – Demanda industrial de água (m ³ /s)
		P.02-C – Demanda rural de água (m ³ /s)
		P.02-D – Demanda para outros usos de água (m ³ /s)
P.02-E – Demanda estimada para abastecimento urbano (m ³ /s)		
Controle da exploração e uso da água	R.05 – Outorga de uso da água	R.05-G – Vazão outorgada para uso urbano/volume estimado para abastecimento urbano (%)

Obs.: Os parâmetros P.01-A, P.01-B e P.01-C não foram considerados, pois não tratam exclusivamente de demanda consuntiva e, além disso, os mesmos dados são tratados nos parâmetros R.05-B e R.05-C; e o parâmetro P.02-D também não foi considerado, pois não trata exclusivamente de demanda consuntiva.

Avaliando-se as demandas urbana, industrial e rural, considerando o total da UGRHI 02 (**Figura 6.2-1**), observa-se que a demanda rural é a mais elevada, seguida pela demanda urbana. Quanto à evolução dessas demandas entre 2007 e 2014, verifica-se que os três tipos de demanda sofreram oscilações, ora aumentando ora diminuindo, com tendência geral de redução, que pode ser reflexo da estiagem sofrida na Região Sudeste do Brasil a partir de 2011.



Obs.: linha de tendência construída pelo próprio software utilizado.

Figura 6.2-1 – UGRHI 02: demanda urbana, industrial e rural de água (superficial e subterrânea). Fonte: CRHi (2015).

Analisando-se os dados por município e considerando apenas o ano de 2014, observa-se que São José dos Campos se destaca de forma expressiva quanto à demanda urbana de água (**Tabela 6.1-2**). Já a diferença da demanda industrial entre os primeiros municípios (Jacareí e

São José dos Campos) é menos expressiva (**Tabela 6.2-3**). Quanto à demanda rural, Tremembé se destaca de forma significativa dos demais municípios (**Tabela 6.2-4**).

Cabe, ainda, destacar a demanda industrial dos municípios de Guarulhos e Mogi das Cruzes, em área da UGRHI 02, sétimo e décimo colocados no ranking dos 39 municípios (**Tabela 6.2-3**).

Tabela 6.2-2 – Demanda urbana de água (m³/s), em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	P.02-A - Demanda urbana de água (m ³ /s) -2014
São José dos Campos	1,2289
Guaratinguetá	0,6745
Taubaté	0,5112
Caçapava	0,2868
Jacareí	0,1554
Cachoeira Paulista	0,1060
Queluz	0,0973
Piquete	0,0803
Igaratá	0,0292
Roseira	0,0268
Potim	0,0229
Lavrinhas	0,0215
Canas	0,0193
Cunha	0,0180
Silveiras	0,0178
Lagoinha	0,0158
Santa Isabel	0,0157
São Luís do Paraitinga	0,0152
Tremembé	0,0141
Arapeí	0,0132
São José do Barreiro	0,0118
Monteiro Lobato	0,0104
Jambeiro	0,0102
Guararema	0,0079
Redenção da Serra	0,0049
Aparecida	0,0041
Lorena	0,0041
Pindamonhangaba	0,0037
Paraibuna	0,0036
Cruzeiro	0,0033
Santa Branca	0,0016
Bananal	0,0014
Natividade da Serra	0,0000
Areias	0,0000
Mogi das Cruzes*	0,0197
Arujá*	0,0000
Guarulhos*	0,0000
Itaquaquetuba*	0,0000
Salesópolis*	0,0000
UGRHI 02	3,4600

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Tabela 6.2-3 – Demanda industrial de água (m³/s), em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	P.02-B - Demanda industrial de água (m ³ /s) -2014
Jacareí	0,6104
São José dos Campos	0,4739
Pindamonhangaba	0,2007
Caçapava	0,1658
Santa Isabel	0,1120
Lorena	0,0970
Guarulhos*	0,0781
Lavrinhas	0,0641
Taubaté	0,0581
Mogi das Cruzes*	0,0407
Guaratinguetá	0,0325
Piquete	0,0285
Guararema	0,0223
Potim	0,0184
Paraibuna	0,0089
Cruzeiro	0,0035
Jambeiro	0,0028
Arujá*	0,0010
Bananal	0,0009
Roseira	0,0008
Cachoeira Paulista	0,0005
Queluz	0,0005
São Luís do Paraitinga	0,0002
Canas	0,0002
São José do Barreiro	0,0001
Cunha	0,0000
Lagoinha	0,0000
Natividade da Serra	0,0000
Redenção da Serra	0,0000
Santa Branca	0,0000
Igaratá	0,0000
Monteiro Lobato	0,0000
Tremembé	0,0000
Aparecida	0,0000
Silveiras	0,0000
Arapeí	0,0000
Areias	0,0000
Itaquaquetuba*	0,0000
Salesópolis*	0,0000
UGRHI 02	2,0200

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Tabela 6.2-4 – Demanda rural de água (m³/s), em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	P.02-C - Demanda rural de água (m ³ /s) -2014
Tremembé	1,4355
Pindamonhangaba	0,7692
Roseira	0,4701
Guaratinguetá	0,3828
Taubaté	0,2657
Caçapava	0,1798
Igaratá	0,1473
Cunha	0,1160
São José dos Campos	0,0704
Potim	0,0548
Lagoinha	0,0324
Monteiro Lobato	0,0321
Canas	0,0247
Jambeiro	0,0224
Guararema	0,0223
Jacareí	0,0209
Lorena	0,0139
São Luís do Paraitinga	0,0137
Paraibuna	0,0104
Santa Isabel	0,0097
Lavrinhas	0,0092
Cruzeiro	0,0066
Piquete	0,0047
Aparecida	0,0044
Mogi das Cruzes*	0,0043
Santa Branca	0,0028
Silveiras	0,0027
Cachoeira Paulista	0,0021
Redenção da Serra	0,0014
Natividade da Serra	0,0012
Queluz	0,0000
Arapeí	0,0000
Areias	0,0000
Bananal	0,0000
São José do Barreiro	0,0000
Arujá*	0,0000
Guarulhos*	0,0000
Itaquaquetuba*	0,0000
Salesópolis*	0,0000
UGRHI 02	4,1300

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

No que tange à demanda estimada para abastecimento urbano (P.02-E), parâmetro que visa evidenciar o volume de água que seria necessário para suprir as necessidades urbanas, considerando-se o total da UGRHI 02, observa-se que, exceto entre 2007 e 2008, os valores são sempre crescentes (**Figura 6.2-2**).

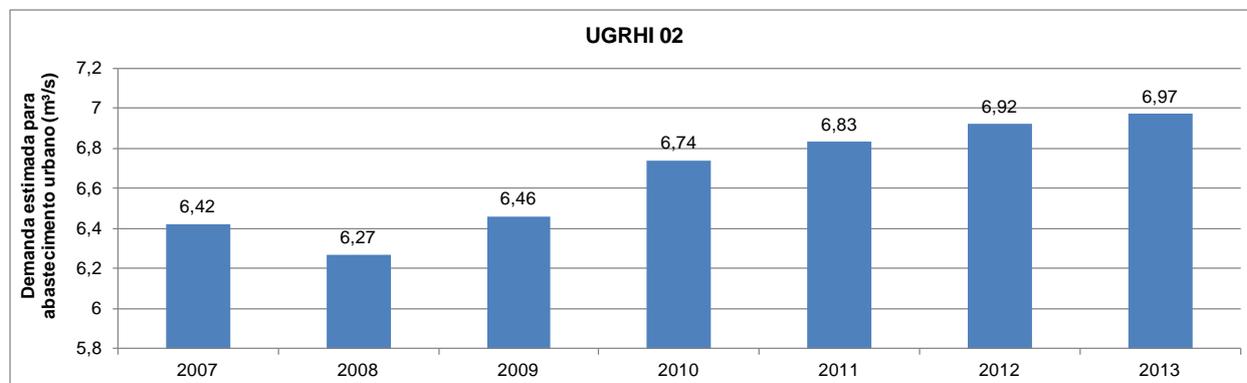


Figura 6.2-2 – UGRHI 02: demanda estimada para abastecimento urbano. Fonte: CRHi (2015).

Analisando-se os dados por município e considerando apenas o ano de 2013, observa-se que o município que se destaca com a maior necessidade de água para uso urbano é São José dos Campos, seguido por Taubaté (**Tabela 6.2-5**). Ambos os municípios possuem os maiores contingente populacionais.

Tabela 6.2-5 – Demanda estimada para abastecimento urbano, em 2013: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	P.02-E - Demanda estimada para abastecimento urbano (m³/s) - 2013	Recorte geográfico	P.02-E - Demanda estimada para abastecimento urbano (m³/s) - 2013
São José dos Campos	2,6754	Paraibuna	0,0183
Taubaté	1,0017	São Luís do Paraitinga	0,0171
Jacareí	0,7436	Lavrinhas	0,0169
Pindamonhangaba	0,5303	Igaratá	0,0121
Guaratinguetá	0,3974	Canas	0,0116
Caçapava	0,2551	Natividade da Serra	0,0110
Lorena	0,2532	Jambeiro	0,0098
Cruzeiro	0,2312	São José do Barreiro	0,0097
Tremembé	0,1266	Silveiras	0,0089
Santa Isabel	0,1241	Areias	0,0089
Aparecida	0,0941	Lagoinha	0,0081
Cachoeira Paulista	0,0851	Monteiro Lobato	0,0052
Guararema	0,0555	Arapeí	0,0049
Cunha	0,0521	Redenção da Serra	0,0046
Potim	0,0473	Arujá*	SD
Piquete	0,0390	Guarulhos*	SD
Santa Branca	0,0373	Itaquaquetuba*	SD
Queluz	0,0246	Mogi das Cruzes*	SD
Roseira	0,0240	Salesópolis*	SD
Bananal	0,0218	UGRHI 02	6,9700

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

O parâmetro R.05-G (Vazão outorgada para uso urbano/volume estimado para abastecimento urbano) tem como objetivo comparar o volume que está outorgado para uso urbano com o volume que seria necessário para suprir as necessidades urbanas. Os dados de CRHi (2015), considerando o total da UGRHI 02, mostram que nos anos de 2008 e 2009 os valores de vazão outorgada e volume estimado estiveram mais próximos de se igualarem. Em 2010, o volume

outorgado ficou significativamente abaixo do volume necessário para uso urbano e, a partir de 2011, os dados evidenciam que o volume outorgado passou a aumentar, mas bem abaixo da relação observada em 2008 e 2009 (**Figura 6.2-3**).

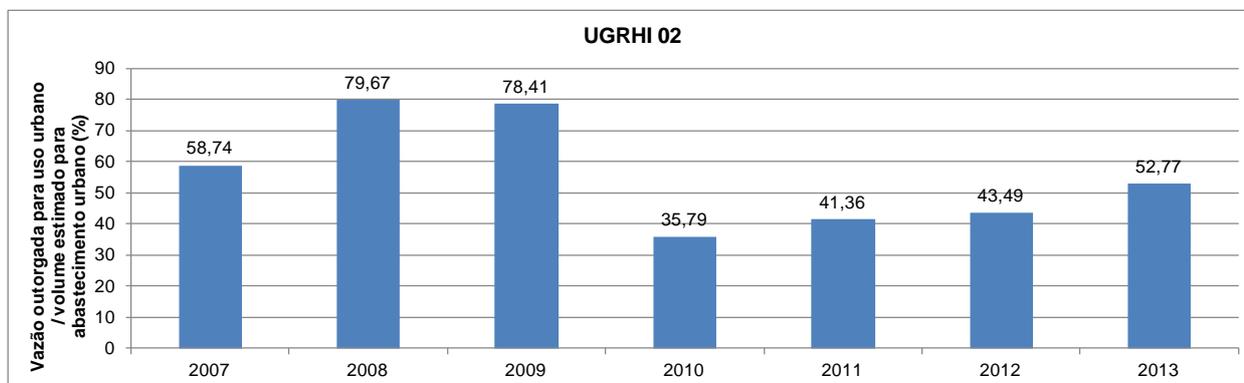


Figura 6.2-3 – UGRHI 02: Vazão outorgada para uso urbano/volume estimado para abastecimento urbano. Fonte: CRHi (2015).

Analisando-se os dados por município e considerando apenas o ano de 2013 (**Tabela 6.2-6**), observa-se que 14 municípios possuem vazão outorgada para uso urbano superior ao volume necessário para abastecimento urbano, destacando-se Areias que capta um volume muito superior ao necessário, segundo os dados de CRHi (2015). Por outro lado, 15 municípios se destacam por captar menos que 50% da água que seria necessária para uso urbana; esses dados podem, também, indicar que há volumes não outorgados.

Tabela 6.2-6 – Vazão outorgada para uso urbano/ volume estimado para abastecimento urbano, em 2013: UGRHI 02 e municípios.

Recorte geográfico	R.05-G - Vazão outorgada para uso urbano / volume estimado para abastecimento urbano (%) - 2013	Recorte geográfico	R.05-G - Vazão outorgada para uso urbano / volume estimado para abastecimento urbano (%) - 2013
Areias	7.847,45	Cunha	34,65
Jambeiro	349,29	Bananal	26,52
Arapeí	271,00	Jacareí	22,18
Igaratá	243,06	Paraibuna	19,85
Piquete	205,69	Guararema	10,44
Silveiras	200,66	Tremembé	10,17
Monteiro Lobato	173,36	Santa Branca	4,21
Guaratinguetá	169,75	Aparecida	2,59
Lavrinhas	127,47	Cruzeiro	1,46
Cachoeira Paulista	124,54	Canas	0,98
Lorena	113,27	Queluz	0,69
Roseira	111,61	Pindamonhangaba	0,56
Redenção da Serra	106,50	Lagoinha	0,00
Caçapava	106,12	Natividade da Serra	0,00
São Luís do Paraitinga	89,91	São José do Barreiro	0,00
Santa Isabel	69,47	Arujá*	SD
UGRHI 02	52,77	Guarulhos*	SD
Taubaté	50,95	Itaquaquecetuba*	SD
Potim	48,40	Mogi das Cruzes*	SD
São José dos Campos	45,90	Salesópolis*	SD

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02; SD= sem dados.

6.3 Demandas não consuntivas

Na caracterização das demandas não consuntivas são considerados:

- Conteúdo básico: Indicadores de controle da exploração e uso da água e de interferências em corpos d'água (**Tabela 6.3-1**) com respectivas análises; e
- Conteúdo fundamental: Texto analítico avaliando as demandas não consuntivas, por tipo de uso da água, e identificando potenciais vulnerabilidades relacionadas ao uso múltiplo dos recursos hídricos e/ou sua distribuição espacial.

Tabela 6.3-1 – Demandas não-consuntivas: indicadores e seus parâmetros. Fonte: CBH-PS (2015).

Variável	Indicador	Parâmetro
Controle da exploração e uso da água	R.05 – Outorga de uso da água	R.05-D – Outorgas para interferências em cursos d'água (nº de outorgas)
Interferências em corpos d'água	P.08 - Barramentos em corpos d'água	P.08- A – Barramentos hidrelétricos (nº de barramentos outorgados)
		P.08-D – Total de barramentos (nº total de barramentos outorgados)

O parâmetro P.08-A não foi considerado, pois em CRHi (2015) não há dados históricos disponíveis. Visando apenas ilustrar a situação atual da presença desse tipo de barramento, foram obtidos os dados referentes a agosto de 2016 sobre as unidades geradoras de energia elétrica em operação (**Tabela 6.3-2**).

Tabela 6.3-2 – Unidades geradoras de energia elétrica em operação na UGRHI 02: Potência instalada. Fonte: banco de dados do site da ANEEL (consulta em agosto de 2016).

Unidade geradora de energia	Curso d'água	Município	Subcompartimento	Potência (kW)
CGHs - Capitão Mor	Capitão Mor	Arapeí	CP4-BOC-A	300
CGHs - Bocaina	Paca Grande	Bananal	CP4-BOC-A	500
CGHs - Cachoeira Paulista	Rio Bravo	Cachoeira Paulista/Silveiras	CP3-PS-C	1.000
CGHs - Sodrê	Piagui	Guaratinguetá	CP3-PS-C	1.000
UHE - Jaguari	Jaguari	Jacareí	CP3-PS-A	27.600
UHE - Santa Branca	Paraíba do Sul	Jacareí/Santa Branca	CP3-PS-A	56.050
PCHs - Lavrinhas	Paraíba do Sul	Lavrinhas	CP3-PS-C	30.000
PCHs - Queluz	Paraíba do Sul	Lavrinhas/Queluz	CP3-PS-C	30.000
UHE - Paraibuna	Paraibuna	Paraibuna	CP1-CAB-A	87.020
CGHs - Hidrogerador Quântico	Rio Sacatrapo	Pindamonhangaba	CP3-PS-B	1.225
Total				234.695

Considerando os parâmetros R.05-D e P.08-D para o total da UGRHI 02, observa-se que os barramentos constituem uma parcela importante dos usos não consuntivos e que tanto a quantidade de outorgas de barramentos quanto as outorgas referentes ao conjunto dos outros usos não consuntivos têm aumentado ao longo do período analisado (**Figura 6.3-1**).

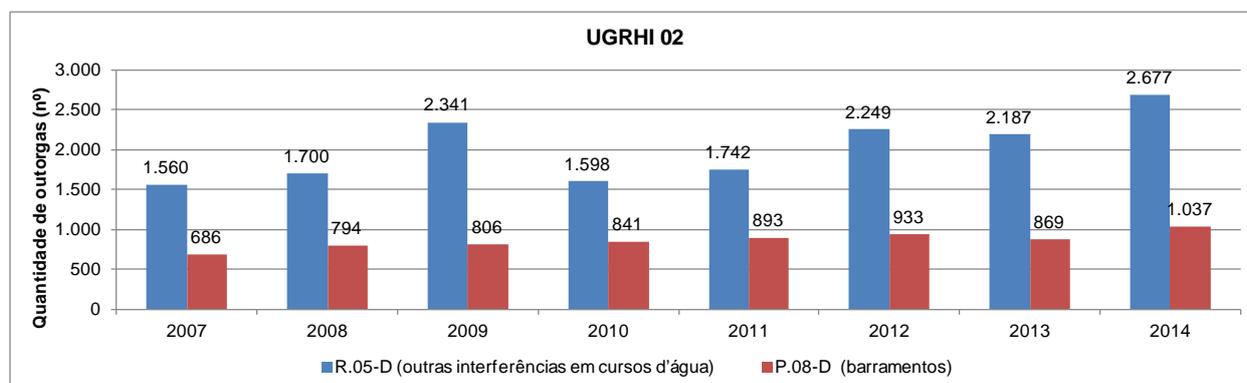


Figura 6.3-1 – UGRHI 02: barramentos e outras interferências em cursos d'água. Fonte: CRHi (2015).

Analisando-se os dados por município e apenas em 2014 (**Tabelas 6.3-3 e 6.3-4**), verifica-se que São José dos Campos abrange a maior quantidade de outorgas para barramentos e para outras interferências em cursos d'água. Considerando-se, principalmente os barramentos que, por um lado, permitem a reservação de água e a perenização de cursos d'água e, por outro lado, engendram situação de risco, no caso de rompimento, observa-se que sete municípios (São José dos Campos, Pindamonhangaba, Jacareí, Tremembé, Taubaté, Natividade da Serra e Jambéiro) concentram 54,19% dos barramentos. É importante destacar, também, os municípios de Mogi das Cruzes e Arujá com, respectivamente, 16 e 09 barramentos em área da UGRHI 02.

Tabela 6.3-3 – Outras interferências, em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	R.05-D - Outorgas para outras interferências em cursos d'água (nº de outorgas)-2014
São José dos Campos	553
Taubaté	321
Paraibuna	301
Guararema	208
Jacareí	168
Pindamonhangaba	145
Caçapava	139
Mogi das Cruzes*	83
Jambéiro	69
Guaratinguetá	65
Cachoeira Paulista	64
São José do Barreiro	57
Lorena	56
Igaratá	48
Santa Isabel	45
Silveiras	42
Tremembé	34
Bananal	31
Queluz	30
Aparecida	24
Areias	24
Cruzeiro	23
Santa Branca	20
Lavrinhas	20
São Luís do Paraitinga	18
Arapeí	18
Roseira	16
Arujá*	12
Cunha	8
Natividade da Serra	8
Monteiro Lobato	8
Canas	8
Itaquaquecetuba*	4
Piquete	3
Redenção da Serra	2
Lagoinha	1
Potim	1
Guarulhos*	0
Salesópolis*	0
UGRHI 02	2.677

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Tabela 6.3-4 – Total de barramentos, em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	P.08-D – Total de barramentos (nº)-2014
São José dos Campos	170
Pindamonhangaba	94
Jacareí	79
Tremembé	60
Taubaté	55
Natividade da Serra	52
Jambéiro	52
São Luís do Paraitinga	42
Caçapava	42
Paraibuna	41
Santa Isabel	35
Igaratá	34
Cunha	31
Guararema	26
Guaratinguetá	25
Lavrinhas	25
Redenção da Serra	21
Monteiro Lobato	20
Piquete	17
Mogi das Cruzes*	16
Cruzeiro	12
Lorena	12
Cachoeira Paulista	11
Santa Branca	10
Bananal	9
Arujá*	9
Lagoinha	8
Aparecida	8
Silveiras	8
Areias	4
Queluz	3
Arapeí	3
Roseira	1
Potim	1
São José do Barreiro	1
Canas	0
Guarulhos*	0
Itaquaquecetuba*	0
Salesópolis*	0
UGRHI 02	1.037

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

7 BALANÇO DEMANDA VERSUS DISPONIBILIDADE

O balanço hídrico é a relação entre os usos consuntivos de água, incluindo todos os tipos de demandas, e sua oferta hídrica, seja por mananciais superficiais ou subterrâneos. Trata-se, portanto, de uma importante ferramenta de gestão de recursos hídricos, pois permite aos órgãos competentes gerenciar as outorgas pelo uso da água de acordo com as características de cada região, bem como analisando bacia hidrográfica como um todo.

Como se trata de uma análise complexa, para dirimir avaliações subjetivas, foram criados índices específicos que permitem avaliar o balanço hídrico correlacionando as demandas com vazões de referência para a oferta hídrica, que são a vazão média e as vazões mínimas Q_{95} e $Q_{7,10}$. A partir destes índices as áreas de interesse são classificadas em faixas, nas quais o balanço hídrico pode ser considerado estado crítico, de atenção ou bom.

Na apresentação do balanço hídrico são considerados:

- Conteúdo básico: Indicadores de balanço hídrico (**Tabela 7-1**) com respectivas análises; e
- Conteúdo fundamental: Texto analítico sobre o balanço hídrico e identificando as áreas críticas.

Tabela 7-1 – Balanço da demanda versus a disponibilidade: indicadores e seus parâmetros. Fonte: CBH-PS (2015).

Variável	Indicador	Parâmetro
Balanço	E.07 – Balanço demanda versus disponibilidade	E.07-A – Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$ (%)
		E.07-B – Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médio}$ (%)
		E.07-C – Demanda superficial em relação à vazão mínima superficial $Q_{7,10}$ (%)
		E.07-D – Demanda subterrânea em relação às reservas exploráveis (%)

Considerando os dados dos parâmetros E.07-A e E.07-B para o total da UGRHI 02, observa-se que a demanda total de água, superficial e subterrânea, estimada em relação ao $Q_{95\%}$ é superior à estimada em relação ao $Q_{médio}$. Em ambas estimativas os valores têm diminuído ao longo do período analisado (**Figura 7-1**).

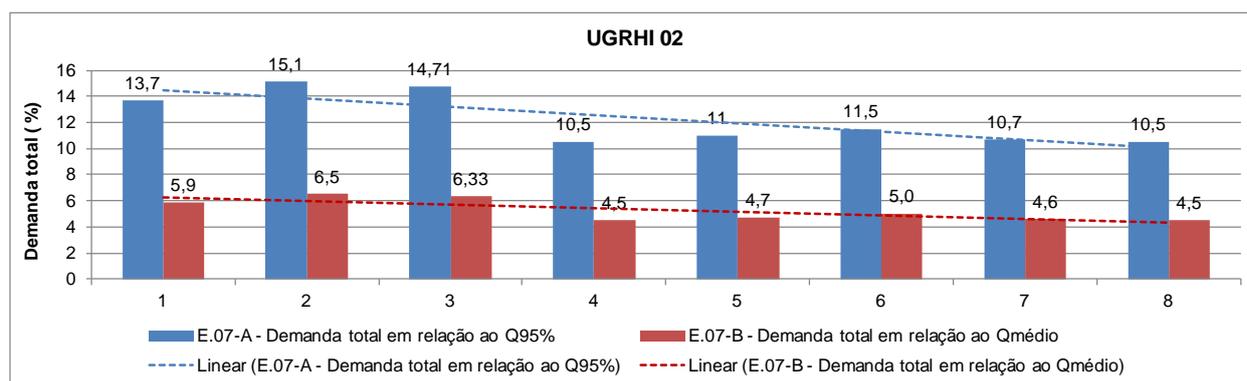


Figura 7-1 – UGRHI 02: demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$ e ao $Q_{médio}$. Fonte: CRHi (2015).

Analisando-se os dados referentes ao parâmetro E.07-A (Demanda total em relação ao $Q_{95\%}$) por município e considerando apenas o ano de 2014, verifica-se que dois municípios (Tremembé e Roseira) estão classificados com situação CRÍTICA e um município (Potim) com situação em ATENÇÃO (**Tabela 7-2** e **Figura 7-2**).

Os dados referentes ao parâmetro E.07-B (Demanda total em relação ao $Q_{médio}$) por município e considerando apenas o ano de 2014, mostram que os mesmos dois municípios (Tremembé e Roseira) estão classificados com situação CRÍTICA, mas na classe ATENÇÃO encontram-se

quatro municípios (Potim, Jacareí, Caçapava e São José dos Campos) (Tabela 7-3 e Figura 7-3).

Tabela 7-2 – E.07-A - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$, em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	E.07-A (%)	Classificação
Tremembé	115,9	Crítica
Roseira	59,6	
Potim	33,1	Atenção
Jacareí	26,4	
Caçapava	26,2	Boa
São José dos Campos	24,9	
Guaratinguetá	22,4	
Pindamonhangaba	21,3	
Taubaté	21	
Canas	12,7	
UGRHI 02	10,5	
Piquete	10,2	
Igaratá	9,3	
Lavrinhas	9,2	
Santa Isabel	6,1	
Cachoeira Paulista	5,8	
Queluz	5,7	
Lorena	4,3	
Jambeiro	3,4	
Guararema	3,3	
Lagoinha	2,9	
Monteiro Lobato	2,1	
Cunha	1,5	
Arapeí	1,4	
Aparecida	1,3	
Silveiras	0,8	
Paraibuna	0,7	
São Luís do Paraitinga	0,7	
Cruzeiro	0,7	
Santa Branca	0,6	
Redenção da Serra	0,3	
São José do Barreiro	0,3	
Bananal	0,1	
Natividade da Serra	0	
Areias	0	
Arujá*	SD	Sem dados
Guarulhos*	SD	
Itaquaquetuba*	SD	
Mogi das Cruzes*	SD	
Salesópolis*	SD	

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Tabela 7-3 – E.07-B - Demanda total (superficial e subterrânea), em relação ao $Q_{médio}$, em 2014: UGRHI 02 e municípios. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	E.07-B (%)	Classificação
Tremembé	50,4	Crítica
Roseira	25,8	
Potim	14,3	Atenção
Jacareí	11,4	
Caçapava	11,4	Boa
São José dos Campos	10,8	
Guaratinguetá	9,7	
Pindamonhangaba	9,2	
Taubaté	9,1	
Canas	5,4	
UGRHI 02	4,5	
Piquete	4,4	
Igaratá	4	
Lavrinhas	4	
Santa Isabel	2,7	
Cachoeira Paulista	2,5	
Queluz	2,5	
Lorena	1,9	
Jambeiro	1,5	
Guararema	1,4	
Lagoinha	1,3	
Monteiro Lobato	0,9	
Cunha	0,6	
Arapeí	0,6	
Aparecida	0,5	
Paraibuna	0,3	
São Luís do Paraitinga	0,3	
Santa Branca	0,3	
Cruzeiro	0,3	
Silveiras	0,3	
Redenção da Serra	0,1	
São José do Barreiro	0,1	
Natividade da Serra	0	
Areias	0	
Bananal	0	
Arujá*	SD	Sem dados
Guarulhos*	SD	
Itaquaquetuba*	SD	
Mogi das Cruzes*	SD	
Salesópolis*	SD	

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Analisando-se os parâmetros E.07-C (Demanda superficial em relação à vazão mínima superficial $Q_{7,10}$) e E.07-D (Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis) para o total da UGRHI 02, observa-se que os valores do parâmetro E.07-D são superiores aos valores do E.07-C, mas enquanto o E.07-D mantém um certo equilíbrio dos valores ao longo do período considerado, o E.07-C apresenta redução dos valores (Figura 7-4).

Quanto à demanda superficial em relação à vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$), considerando os dados por município, no ano de 2014, observa-se que, novamente Tremembé e Roseira estão classificados em situação CRÍTICA (Tabela 7-4 e Figura 7-5).

Já quanto à demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis, são colocados em situação CRÍTICA os municípios de São José dos Campos, Caçapava, Potim e Jacareí (Tabela 7-5 e Figura 7-6). Entretanto, estudos recentes realizados na região compreendida pelos municípios de Caçapava, Jacareí e São José dos Campos, indicam que não há

superexploração e há localmente evidências de uso intensivo; e recomendam controle e fiscalização com os mecanismos vigentes (C3, 2016).

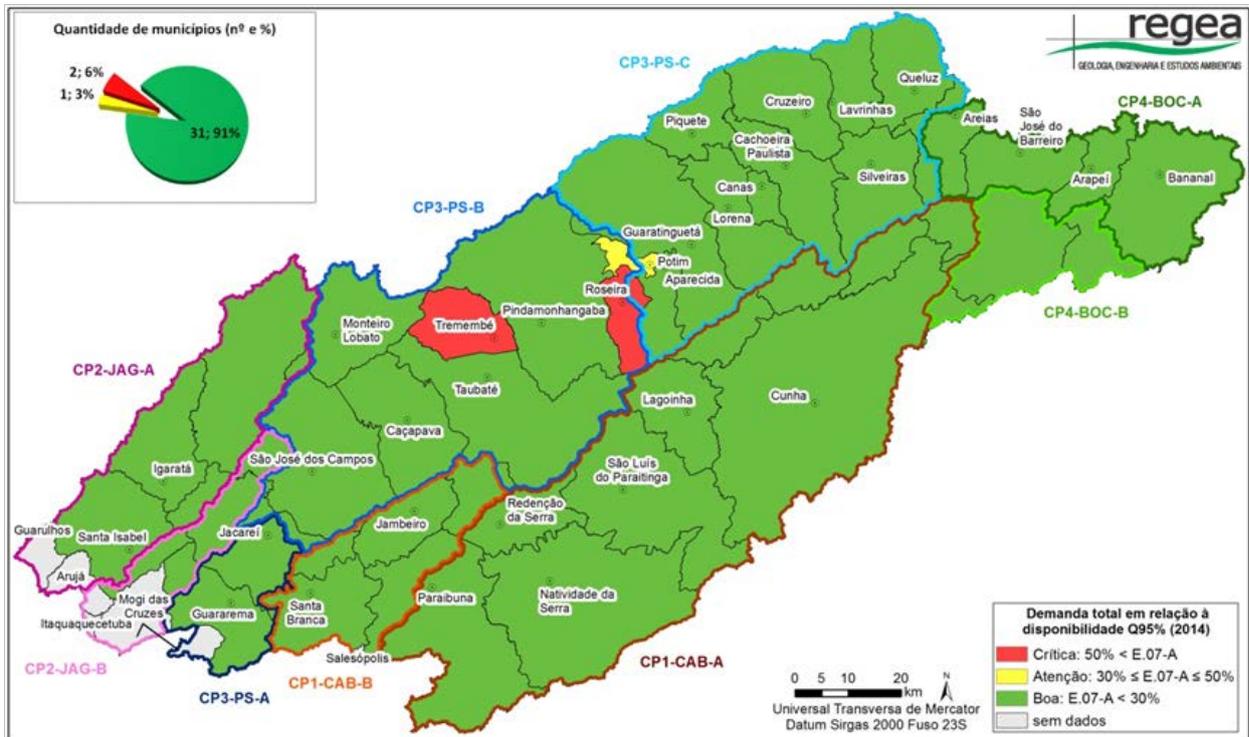


Figura 7-2 – Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$: Classificação dos municípios de acordo com o valor de referência. Fonte: CRHi (2015).

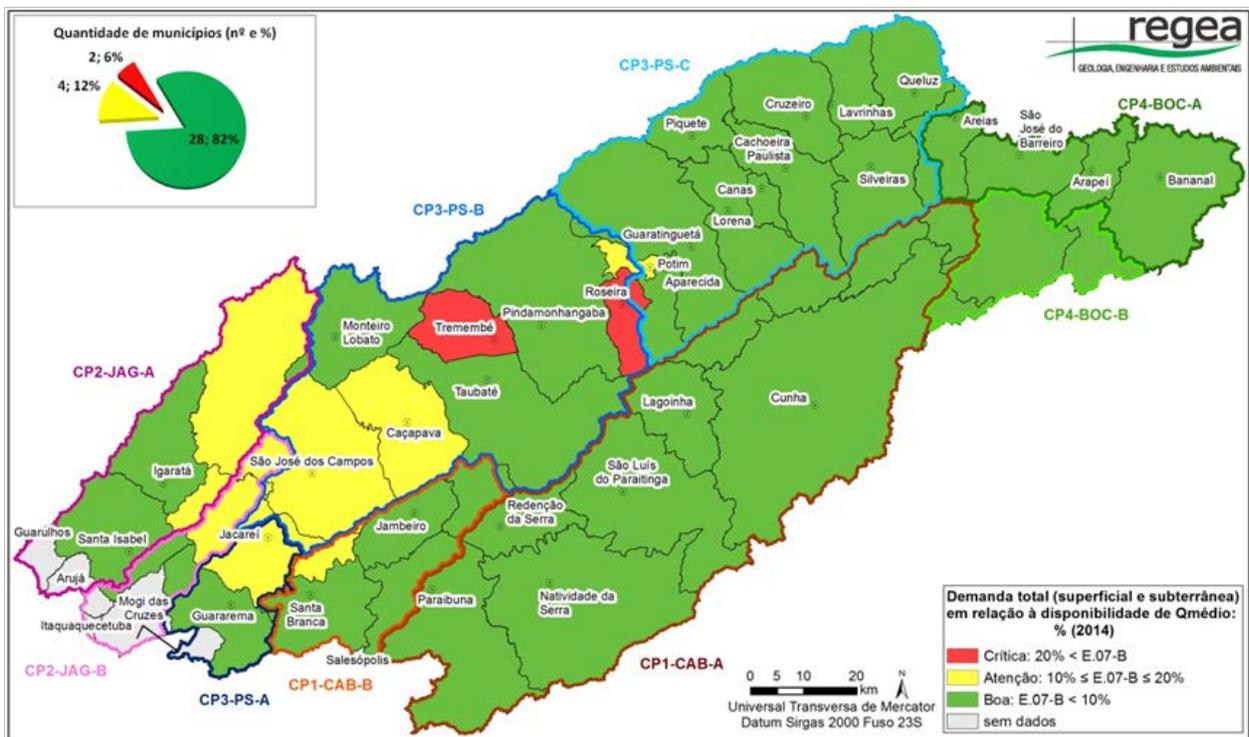


Figura 7-3 – Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médio}$: Classificação dos municípios de acordo com o valor de referência. Fonte: CRHi (2015).

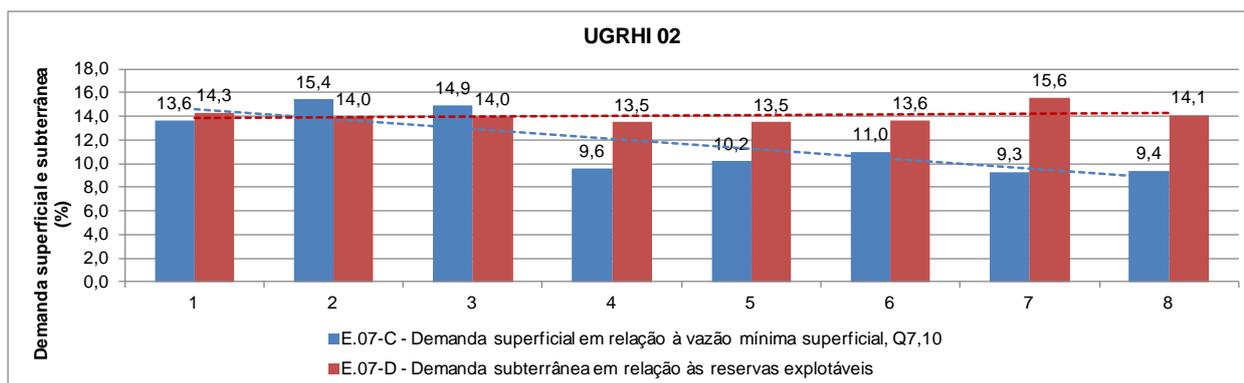


Figura 7-4 – UGRHI 02: demandas superficial, em relação ao Q_{7,10}, e subterrânea, em relação às reservas exploráveis. Fonte: CRHi (2015).

Tabela 7-4 – Demanda superficial em relação à vazão mínima superficial Q_{7,10}, em 2014: UGRHI 02 e municípios – Classificação em relação ao valor de referência. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	E.07-C (%)	Classificação
Tremembé	150,7	Crítica
Roseira	73,9	
Guaratinguetá	27,9	Boa
Pindamonhangaba	26,2	
Taubaté	25,6	
Potim	23,8	
Jacareí	17,5	
Piquete	12,4	
Igaratá	11,9	
Lavrinhas	11,9	
Caçapava	9,7	
UGRHI 02	9,4	
Canas	9,2	
Queluz	7,4	
Santa Isabel	7	
Cachoeira Paulista	6,9	
Lagoinha	3,8	
Jambeiro	3,2	
Guararema	3,2	
São José dos Campos	2,9	
Monteiro Lobato	2,4	
Cunha	1,8	
Arapeí	1,7	
Paraibuna	0,8	
São Luís do Paraitinga	0,8	
Aparecida	0,8	
Lorena	0,8	
Santa Branca	0,7	
Silveiras	0,7	
Cruzeiro	0,5	
Redenção da Serra	0,4	
São José do Barreiro	0,4	
Natividade da Serra	0,1	
Areias	0	
Bananal	0	
Arujá*	SD	Sem dados
Guarulhos*	SD	
Itaquaquecetuba*	SD	
Mogi das Cruzes*	SD	
Salesópolis*	SD	

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

Tabela 7-5 – Demanda subterrânea em relação às reservas exploráveis, em 2014: UGRHI 02 e municípios – valor de referência. Fonte: CRHi (2015).

Recorte geográfico	E.07 (%)	Classificação
São José dos Campos	97,3	Crítica
Caçapava	79,7	
Potim	68,9	Boa
Jacareí	56,1	
Canas	24,4	
Lorena	16,2	
UGRHI 02	14,1	
Roseira	13,8	
Taubaté	5,8	
Pindamonhangaba	5,3	
Tremembé	4,5	
Guaratinguetá	4,4	
Jambeiro	4	
Guararema	3,6	
Santa Isabel	3,4	
Piquete	2,9	
Aparecida	2,7	
Cachoeira Paulista	2	
Cruzeiro	1,4	
Igaratá	1	
Monteiro Lobato	1	
Silveiras	1	
São Luís do Paraitinga	0,4	
Santa Branca	0,4	
Paraibuna	0,3	
Arapeí	0,3	
Cunha	0,2	
Redenção da Serra	0,2	
Lavrinhas	0,2	
Queluz	0,2	
Bananal	0,2	
Lagoinha	0	
Natividade da Serra	0	
Areias	0	
São José do Barreiro	0	
Arujá*	SD	Sem dados
Guarulhos*	SD	
Itaquaquecetuba*	SD	
Mogi das Cruzes*	SD	
Salesópolis*	SD	

* Município da UGRHI 06 com área na UGRHI 02.

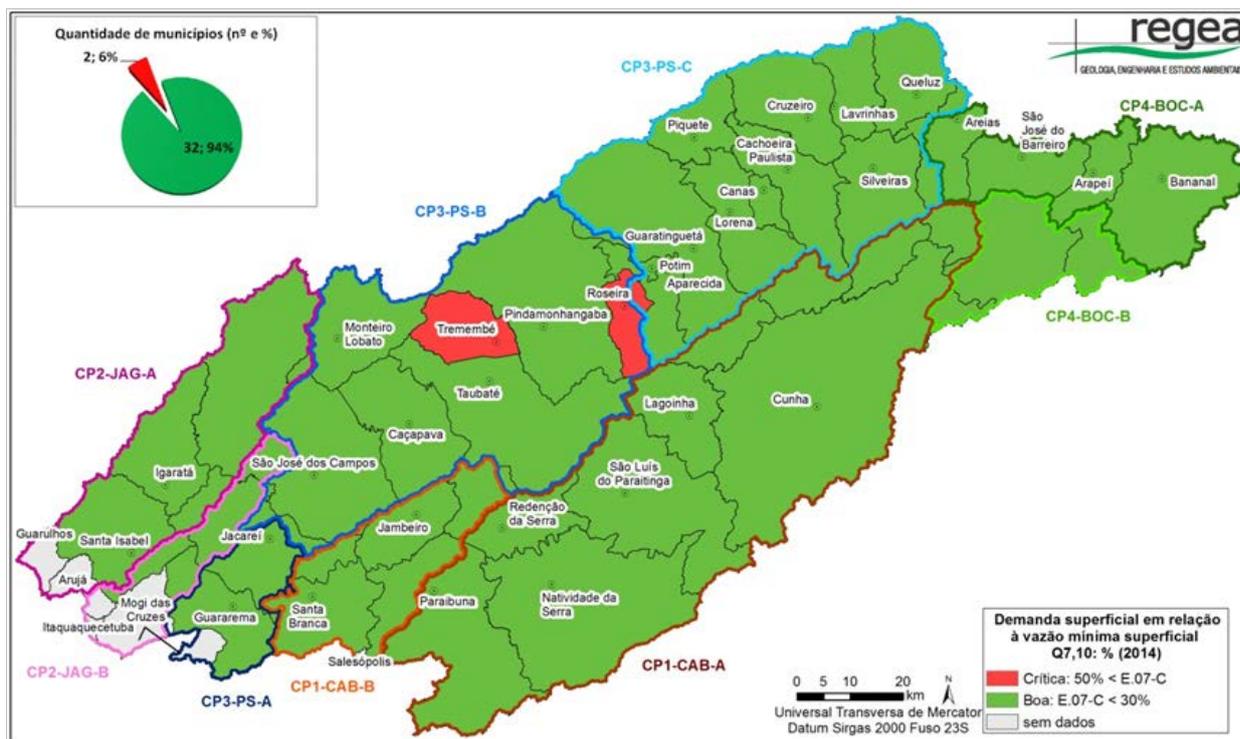


Figura 7-5 – Demanda superficial em relação à vazão mínima superficial $Q_{7,10}$ (%): Classificação dos municípios de acordo com o valor de referência. Fonte: CRHi (2015).

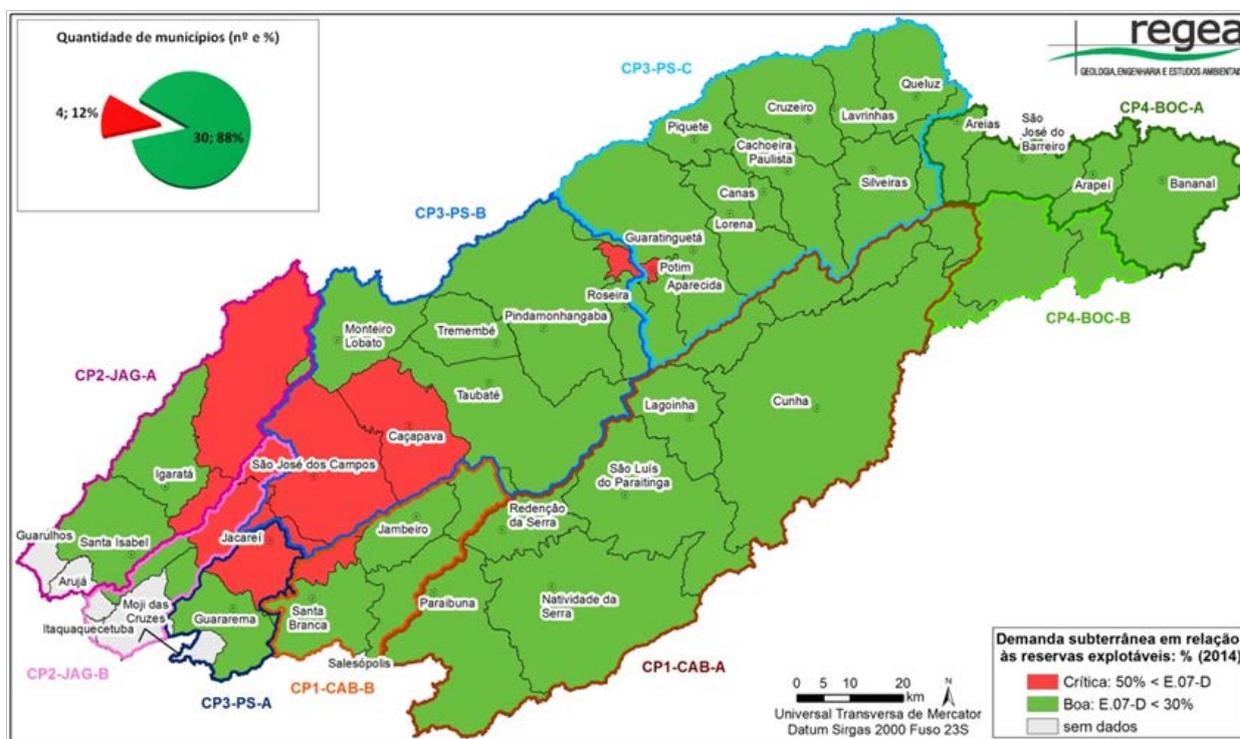


Figura 7-6 – Demanda subterrânea em relação às reservas exploráveis: Classificação dos municípios de acordo com o valor de referência. Fonte: CRHi (2015).

8 QUALIDADE DAS ÁGUAS

A caracterização da qualidade das águas superficiais e subterrâneas são considerados:

- Conteúdo básico: indicadores de qualidade das águas, saúde pública e ecossistemas e de uso da água (**Tabela 8-1**) com respectivas análises; e
- Conteúdo fundamental: quadro descritivo acompanhado de texto analítico sobre a conformidade ou desconformidade em relação aos padrões de qualidade das águas superficiais e subterrâneas, caracterizando os danos ambientais e as restrições ao uso decorrentes de desconformidades; e produto cartográfico apresentando a espacialização das informações sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Tabela 8-1 – Qualidade das águas: indicadores e seus parâmetros. Fonte: CBH-PS (2015).

Variável	Indicador	Parâmetro
Qualidade das águas	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 – Concentração de Oxigênio Dissolvido (nº de pontos por categoria)
		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 (%)
Saúde pública e ecossistemas	I.02 – Danos à vida aquática	I.02-A – Registro de reclamação de mortandade de peixes (nº/ano)
Uso da água	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)

Salienta-se que, no caso da UGRHI 02 foi considerada, também, a presença de macrófitas aquáticas.

8.1 Qualidade das águas superficiais

Na UGRHI 02, a qualidade das águas superficiais é monitorada por meio de análise de amostras de água e sedimento provenientes de 29 pontos de coleta (**Tabela 8.1-1** e **Figura 8.1-1**). Esses 29 pontos de monitoramento estão distribuídos de forma heterogênea na UGRHI 02. Observa-se que o Rio Paraíba do Sul e os grandes reservatórios concentram 19 pontos de monitoramento, ou seja, 65,52% do total.

Ao analisar a densidade de pontos de monitoramento da Rede Básica, verifica-se que na região das Cabeceiras, Compartimento 1, a densidade é de 5,54 unidades/1.000 km²; na região de influência do reservatório do Jaguari (Compartimento 2) têm-se 6,57 unidades/1.000 km² e no Compartimento 3, têm-se 5,32 unidades/1.000 km². A região do Paraíba do Sul, Compartimento 3, apresenta o maior número de unidade de amostragens em valores absolutos que também apresenta a maior área de monitoramento, o que diminui a densidade de unidades amostrais nesse compartimento. Para o monitoramento de sedimentos, o CP1-CAB-B foi o que apresentou maior densidade de pontos, ou seja, 1,54 unidades/1.000 km² (**Tabela 8.1-1**).

O Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM) é um índice, calculado pela Cetesb, multicriterial que considera variáveis antrópicas e ambientais com o objetivo de avaliar a abrangência e a vulnerabilidade espacial da rede de monitoramento dentro do universo

amostral de um ano. Para a UGRHI 02, em 2014, o IAEM foi classificado como pouco abrangente, em decorrência da alta densidade demográfica e do maior valor para o fator de pressão antrópica (classe de uso industrial). Na UGRHI 02, apesar de boa média do IQA, (68,57), a região apresenta a menor densidade de pontos (1,59 pontos/km²) entre as demais UGRHIs industriais do Estado de São Paulo (CETESB, 2015).

Tabela 8.1-1 – UGRHI 02: Densidade de pontos da rede de monitoramento por compartimento e subcompartimento (nº de pontos/área do subcompartimento), por tipo de rede de monitoramento: Rede Básica (RB), Rede de Sedimentos (RS) e Balneabilidade (BALN).

Compartimento	Subcompartimento	Área (km ²)	Pontos de Monitoramento (unidades)			Densidade (unidades/1.000 km ²)		
			Água superficial			Água superficial		
			RB	RS	BALN	RB	RS	BALN
1	CP1-CAB-A	4286,87	4	0	1	0,93	0,00	0,23
	CP1-CAB-B	651,22	3	1	0	4,61	1,54	0,00
2	CP2-JAG-A	1325,51	3	1	0	2,26	0,75	0,00
	CP2-JAG-B	463,98	2	0	0	4,31	0,00	0,00
3	CP3-PS-A	611,37	1	0	0	1,64	0,00	0,00
	CP3-PS-B	295,6	6	0	2	2,03	0,00	0,68
	CP3-PS-C	2425,88	4	1	0	1,65	0,41	0,00
4	CP4-BOC-A	1250,72	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	CP4-BOC-B	517,53	0	0	0	0,00	0,00	0,00
UGRHI 02		14.485,68	23	3	3	1,59	0,21	0,21

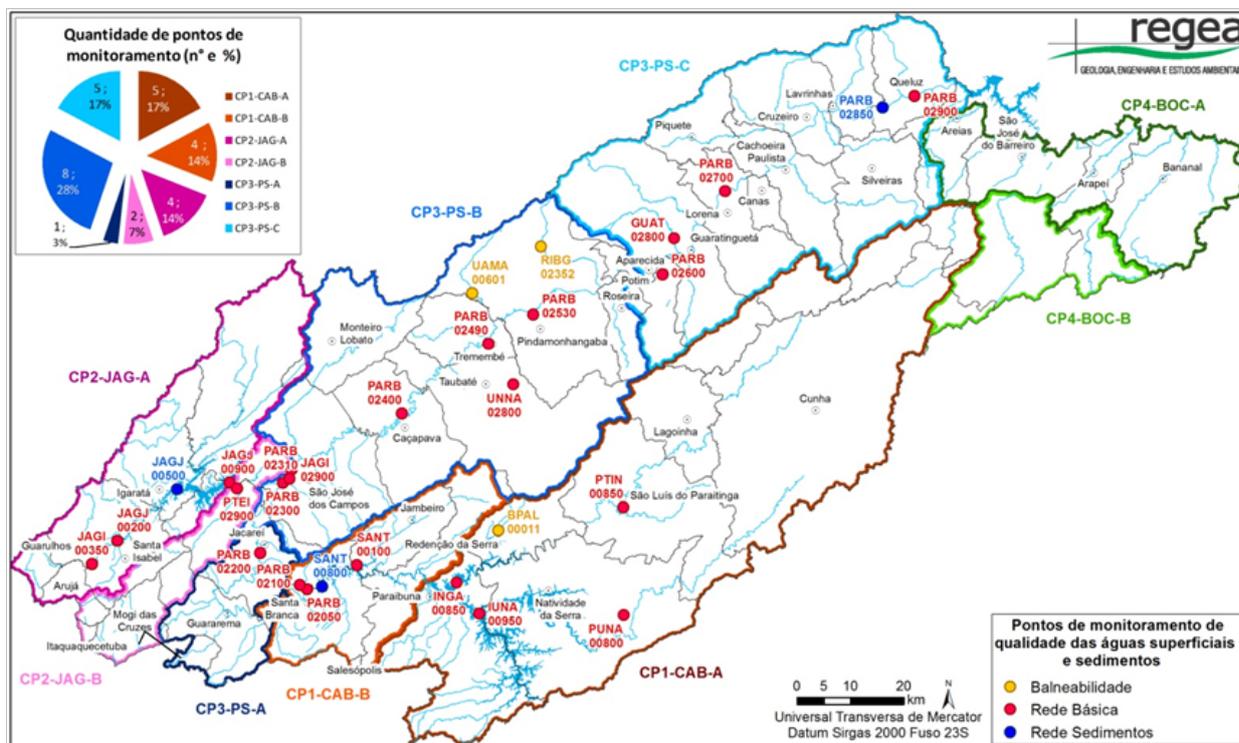


Figura 8.1-1 – Distribuição dos pontos de monitoramento na UGRHI 02.

8.1.1 IQA – Índice de Qualidade da Água

Entre 2007 e 2014, os pontos de monitoramento do IQA – Índice de Qualidade da Água aumentaram, passando de 16, em 2007, para 23, em 2014. Os resultados do IQA indicam uma melhora na qualidade da água para a UGRHI 02 no período considerado (2007- 2014) (Tabela

8.1.1-1). Os resultados evidenciam que houve um aumento na ocorrência da classe ótima, passando de 6,25% em 2007 para 21,74% em 2014. Em contrapartida, houve uma diminuição da classe boa no período analisado. Em 2007, a classe boa foi registrada em 81,25% dos pontos, enquanto que em 2014, 78,26% das amostras foram classificadas como Boa. Essa redução se deve principalmente ao aumento do número de pontos amostrados e ao aumento de pontos classificados como ótimo. A classe regular que representava em torno de 15% no ano de 2007, foi registrada eventualmente, em alguns meses no ano de 2014, e não pode ser observada na média anual do IQA. A água amostrada nunca foi classificada como Péssima ou Ruim. Estes resultados indicam que, de maneira geral, há uma recuperação da qualidade da água nos últimos anos em toda a UGRHI 02.

Considerando-se apenas os dados de 2014, observa-se que apenas os subcompartimentos CP2-JAG-A, CP2-JAG-B e CP3-PS-A registraram, ao longo dos meses monitorados no ano em questão, qualidade ÓTIMA ou BOA. Nos demais subcompartimentos, pelo menos em um mês, foi registrada a classe REGULAR (**Tabela 8.1.1-2**).

Tabela 8.1.1-1 – UGRHI 02: IQA – Índice de Qualidade da Água (2007-2014). Fonte: CRHi (2015).

Intervalo	Classe	Quantidade de pontos por categoria (nº)							
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
79 < IQA ≤ 100	Ótima	1	2	4	5	4	4	4	5
51 < IQA ≤ 79	Boa	13	12	12	15	15	18	18	18
36 < IQA ≤ 51	Regular	2	3	3	0	1	1	1	0
19 < IQA ≤ 36	Ruim	0	0	0	0	0	0	0	0
IQA ≤ 19	Péssima	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		16	17	19	20	20	23	23	23

Tabela 8.1.1-2- UGRHI 02: IQA – Índice de Qualidade da Água (2014) por compartimento (C) e subcompartimento (SC). Fonte: CETESB (2015).

CP	SC	Código CETESB	Corpo D'água	IQA						
				Fev.	Abril	Jun.	Ago.	Out.	Nov.	Média
1	CP1-CAB-A	INGA 00850	Braço do Paraitinga	83	85	85	85	84	88	85
		IUNA 00950	Braço do Paraibuna	80	86	81	84	85	85	83
		PTIN 00850	Rio Paraitinga	50	63	69	75	72	68	66
		PUNA 00800	Rio Paraibuna	76	80	86	83	78	81	81
	CP1-CAB-B	PARB 02050	Rio Paraíba do Sul	65	78	78	76	76	75	75
2	CP2-JAG-A	PARB 02100	Rio Paraíba do Sul	51	79	79	77	78	75	73
		SANT 00100	Reservatório Santa Branca	87	85	85	83	84	86	85
		JAGI 00350	Rio Jaguari	71	68	72	78	72	73	72
	CP2-JAG-B	JAGJ 00900	Rio Jaguari	83	84	79	83	84	86	83
		JAGJ 00200	Rio Jaguari	55	75	68	69	67	79	69
3	CP3-PS-A	JAGI 02900	Rio Parateí	60	64	62	71	70	63	65
		PTEI 02900	Rio Parateí	61	66	68	67	56	58	63
	CP3-PS-B	PARB 02200	Rio Paraíba do Sul	58	68	72	72	68	67	67
		PARB 02300	Rio Paraíba do Sul	71	58	62	60	62	60	62
		PARB 02310	Rio Paraíba do Sul	64	61	61	61	65	67	63
		PARB 02400	Rio Paraíba do Sul	49	51	60	55	57	49	53
		PARB 02490	Rio Paraíba do Sul	54	71	59	60	72	66	64
		PARB 02530	Rio Paraíba do Sul	57	67	63	65	67	63	64
	CP3-PS-C	UNNA 02800	Rio Piracuama	42	63	68	68	75	68	64
		PARB 02600	Rio Paraíba do Sul	46	49	57	50	55	52	52
GUAT 02800		Rio Guaratinguetá	57	73	77	78	73	68	71	
PARB 02700		Rio Paraíba do Sul	53	51	59	57	50	52	54	
PARB 02900	Rio Paraíba do Sul	62	61	65	63	65	63	63		

Qualidade:  Ótima  Boa  Regular  Ruim  Péssima

8.1.2 IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas

O número de pontos que monitoram o IAP - Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público, no período 2007-2014, passou de 8 para 9 (Tabela 8.1.2-1). Ao analisar a média anual do IAP, no período considerado (2007-2014), observa-se que as classes extremas (Ótima e Péssima) nunca foram registradas e que em 2014 não houve nenhum registro da classe Ruim. Este resultado indica uma melhora deste indicador, uma vez que a classe Ruim que era registrada até 2013, ano em que 22% dos pontos eram registrados nessa categoria, não foi registrada em 2014; a classe Regular diminuiu de 2013 (44% dos pontos) e 2014 (22% dos pontos), e a classe Boa apresentou um aumento no mesmo período, passando de 33% dos pontos em 2013 para 22% em 2014.

Considerando-se apenas os dados de 2014, observa-se que, entre os subcompartimentos com pontos de monitoramento, apenas o CP1-CAB-B e CP3-PS-A registraram, ao longo dos meses monitorados no ano em questão, qualidade BOA. Já nos subcompartimentos CP2-JAG-A, CP3-PS-B e CP3-PS-C foi registrada, em fevereiro, a classe PÉSSIMA. Destaca-se que, no CP3-PS-B e CP3-PS-C a classe REGULAR foi considerada como média anual, em um dos pontos de monitoramento (Tabela 8.1.2-2).

Tabela 8.1.2-1– UGRHI 02: IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público. Fonte: CRHI (2015).

Intervalo	Classe	Quantidade de pontos por categoria (nº)							
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
79 < IAP ≤ 100	Ótima	0	0	0	0	0	0	0	0
51 < IAP ≤ 79	Boa	5	5	3	6	5	5	3	7
36 < IAP ≤ 51	Regular	3	0	3	3	3	3	4	2
19 < IAP ≤ 36	Ruim	0	3	2	0	1	1	2	0
IAP ≤ 19	Péssima	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		8	8	8	9	9	9	9	9

Tabela 8.1.2.2 - UGRHI 02: IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público por compartimento (C) e subcompartimento (SC). Fonte: CETESB(2015).

C	SC	Código CETESB	Corpo D'água	IAP						
				Fev.	Abril	Jun.	Ago.	Out.	Dez	Média
1	CP1-CAB-A									
	CP1-CAB-B	PARB 02050	Rio Paraíba	65	-	78	75	-	75	73
2	CP2-JAG-A									
		JAGJ 00200	Rio Jaguari	9	-	68	69	-	67	56
	CP2-JAG-B									
3	CP3-PS-A	PARB 02200	Rio Paraíba	57	-	72	71	-	66	67
		PARB 02310	Rio Paraíba	59	-	60	61	-	67	62
	CP3-PS-B	PARB 02490	Rio Paraíba	54	-	58	60	-	65	59
		PARB 02530	Rio Paraíba	57	-	63	64	-	62	61
	CP3-PS-C	UNNA 02800	Rio Piracuama	1	-	66	63	-	67	49
		PARB 02600	Rio Paraíba	45	-	57	50	-	51	51
	GUAT 02800	Rio Guaratingueta	1		76	76		65	55	

Qualidade:  Ótima  Boa  Regular  Ruim  Péssima

8.1.3 IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática

Na URGHI 02 foram monitorados, em 2014, 23 pontos para o IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática. De 2007 para 2014 a CETESB incluiu 7 pontos para o monitoramento do IVA. Em 2007 eram 16 pontos monitorados, enquanto em 2014 este valor subiu para 23 (**Tabela 8.1.3-1**). Em 2014, 26% dos pontos foram classificados como ótimo, em 39% a classificação foi boa, em 26% a classificação foi regular e em 9% dos pontos a classificação foi ruim. A classe péssima nunca foi registrada para a região monitorada.

Ao fazer a comparação em um período de médio prazo (2007 a 2014) pode-se observar que tem havido uma melhora no IVA da UGRHI 02. Em relação a 2007 houve um aumento de pontos classificados como ótimos, de 12,50% dos pontos para 26% em 2014. Já a classificação boa diminuiu de 50% dos pontos em 2007 para 39,13% em 2014. O mesmo pode ser observado para a classe regular (31,25% em 2007 para 26,09% em 2015). Porém, ao fazer a comparação com o ano anterior (2013), de maneira geral, houve uma piora no IVA. A classificação ótima diminuiu de 52,2% para 26%, enquanto que a classificação regular aumentou de 9% em 2013 para 26% em 2014. Adicionalmente a classe péssima que não era registrada desde 2010, voltou a ser registrada em 2014. A escassez hídrica pode ter contribuído para essa piora no período 2013-2014.

Tabela 8.1.3-1– UGRHI 02: IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática. Fonte: CRHi (2015), CETESB 2015.

Intervalo	Classe	Quantidade de pontos por categoria (nº)							
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
IVA ≤ 2,5	Ótima	2	3	3	4	9	12	12	6
2,6 ≤ IVA ≤ 3,3	Boa	8	7	8	7	8	6	9	9
3,4 ≤ IVA ≤ 4,5	Regular	5	6	5	7	1	3	2	6
4,6 ≤ IVA ≤ 6,7	Ruim	1	1	1	0	0	0	0	2
6,8 ≤ IVA	Péssima	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		16	17	17	18	18	21	23	23

Considerando-se apenas os dados de 2014 (**Tabela 8.1.3-2**), observa-se que:

- No CP1-CAB-A a média anual, em dois pontos de monitoramento, foi classificada como BOA e, em outros dois, como ÓTIMA. Entretanto, em fevereiro foi registrada a classe REGULAR em dois pontos e, em dezembro, em outros dois pontos;
- No CP1-CAB-B a média anual, em um ponto foi classificada como ÓTIMA, em um ponto, como BOA e, em um ponto, como REGULAR. Cabe destacar que, em um ponto, em fevereiro, foi registrada a classe RUIM;
- Dos três pontos de monitoramento no CP2-JAG-A, um teve média anual na classe ÓTIMA, uma na BOA e um na RUIM. ;
- No CP2-JAG-B, a média anual, nos dois pontos de monitoramento, foram classificadas como BOA;
- No CP3-PS-A a média anual foi classificado como BOA, porém, em dois meses há o registro REGULAR;
- No CP3-PS-B a média anual em um ponto foi ÓTIMA, em dois foi BOA, em dois REGULAR e, em um, RUIM; e
- NO CP3-PS-C a média anula em três pontos foi registrada como REGULAR e, em apenas um, como ÓTIMA.

Tabela 8.1.3-2 - UGRHI 02: IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática por compartimento (C) e subcompartimento (SC) - 2014. Fonte: CETESB (2015).

C	SC	Código CETESB	Corpo D'água	IVA						
				Fev.	Abril	Jun.	Ago.	Out.	Dez.	Média
1	CP1-CAB-A	INGA 00850	Braço do Paraitinga	3,4	-	2,2	2,2	-	3,2	2,8
		IUNA 00950	Braço do Paraibuna	3,4	-	2,2	2,2	-	3,4	2,8
		PTIN 00850	Rio Paraitinga	2,2	-	2,2	2,2	-	2,2	2,2
		PUNA 00800	Rio Paraibuna	2,2	-	2,2	2,2	-	3,4	2,5
	CP1-CAB-B	SANT 00100	Res. Santa Branca	2,2	-	2,2	2,2	-	3,4	2,5
		PARB 02050	Rio Paraíba do Sul	4,6	-	3,4	3,4	-	3,4	3,7
		PARB 02100	Rio Paraíba do Sul	3,4	-	2,2	3,4	-	3,4	3,1
2	CP2-JAG-A	JAGI 00350	Rio Jaguari	2,2	-	2,2	3,2	-	2,2	2,5
		JAGJ 00900	Rio Jaguari	3,2	-	2,2	2,2	-	3,4	2,8
		JAGJ 00200	Rio Jaguari	6,4	-	4,2	4,4	-	3,2	4,6
	CP2-JAG-B	JAGI 02900	Rio Jaguari	3,4	-	2,2	2,2	-	3,4	2,8
		PTEI 02900	Rio Parateí	4,4	-	3,4	2,2	-	2,2	3,1
3	CP3-PS-A	PARB 02200	Rio Paraíba do Sul	3,4	-	2,2	2,2	-	3,4	2,8
	CP3-PS-B	PARB 02300	Rio Paraíba do Sul	2,2	-	2,2	3,2	-	3,2	2,7
		PARB 02310	Rio Paraíba do Sul	3,2	-	2,2	4,4	-	3,2	3,3
		PARB 02400	Rio Paraíba do Sul	5,6	-	4,4	4,4	-	5,6	5
		PARB 02490	Rio Paraíba do Sul	4,4	-	3,2	3,2	-	4,4	3,8
		PARB 02530	Rio Paraíba do Sul	4,4	-	3,2	3,2	-	4,4	3,8
		UNNA 02800	Rio Piracuama	3,2	-	2,2	2,2	-	2,2	2,5
	CP3-PS-C	PARB 02600	Rio Paraíba do Sul	4,4	-	4,4	4,4	-	4,4	4,4
		GUAT 02800	Rio Guaratinguetá	2,2	-	2,2	2,2	-	2,2	2,2
		PARB 02700	Rio Paraíba do Sul	4,4	-	4,4	4,4	-	4,4	4,4
PARB 02900		Rio Paraíba do Sul	3,4	-	3,2	4,4	-	4,4	3,9	

Qualidade:  Ótima  Boa  Regular  Ruim  Péssima

8.1.4 IET – Índice de Estado Trófico

O índice de Estado Trófico tem por objetivo avaliar a qualidade dos corpos aquáticos quanto ao enriquecimento por nutriente. Em 2014 foram monitorados 23 pontos, isto é, 7 pontos a mais de monitoramento de IET em relação a 2007 (**Tabela 8.1.4-1**).

Durante o período analisado, 2007-2014, não foi registrado nenhum ponto com classificação Hipereutrófico e Supereutrófico. Já a classe eutrófica que não era registrada até 2013, foi registrada em 2014. A classe Mesotrófico mostra pequenas oscilações entre 2007-2010, oscilações mais significativas entre 2011 e 2014. No computo geral, em 2007, 43,75% dos pontos amostrados enquadraram-se como mesotrófico e, em 2014, 30,43% dos pontos amostrados foram classificados nessa classe. Em 2007, 31,25% dos pontos monitorados foram enquadrados na classe Oligotrófico passando, em 2014, para 65,22%. Em 2014 nenhum ponto foi classificado como Ultraoligotrófico, o que havia sido registrado em 25% dos pontos em 2007 e em 39% dos pontos em 2013.

Ao avaliar o IET nos diferentes compartimentos da UGRHI 02 (**Tabela 8.1.4-2**), em 2014 observa-se que a região das cabeceiras, no compartimento 1, mantém baixos níveis de trofia, sendo 100% dos pontos classificados como oligotróficos. Já na região de influência do rio

Jaguari, o compartimento 02, no ponto que liga Santa Isabel a Igaratá (JAGJ 00200), apresentou o pior índice de trofia, classificado como eutrófico. A cidade de Santa Isabel possui um dos piores índices de coleta e tratamento de esgoto (ICTEM entre 0 -2,5) (CRHi, 2016), classificado como PÉSSIMO, o que contribuiu para as condições eutróficas dessa região. Todos os outros pontos, na mesma região, foram classificados como oligotrófico.

Tabela 8.1.4-1 – UGRHI 02: IET – Índice de Estado Trófico. Fonte: CRHi (2015).

Intervalo	Classe	Quantidade de pontos por categoria (nº)							
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
IET ≤ 47	Ultraoligotrófico	4	8	8	3	13	12	9	0
47 < IET ≤ 52	Oligotrófico	5	5	5	9	4	6	12	15
52 < IET ≤ 59	Mesotrófico	7	6	6	7	1	3	2	7
59 < IET ≤ 63	Eutrófico	0	0	0	0	0	0	0	1
63 < IET ≤ 67	Supereutrófico	0	0	0	1	0	0	0	0
IET > 67	Hipereutrófico	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		16	19	19	20	18	21	23	23

Tabela 8.1.4-2 – UGRHI 02: IET – Índice de Estado Trófico por compartimento (C) e subcompartimento (SC). Fonte: CETESB (2015).

C	SC	Código CETESB	Corpo D'água	IET						
				Fev.	Abril	Jun.	Ago.	Out.	Dez.	Média
1	CP1-CAB-A	INGA 00850	Braço do Paraitinga	50	-	50	50	-	50	50
		IUNA 00950	Braço do Paraibuna	50	-	50	50	-	50	50
		PTIN 00850	Rio Paraitinga	50	-	50	50	-	52	50
		PUNA 00800	Rio Paraibuna	50	-	50	50	-	51	50
	CP1-CAB-B	SANT 00100	Res. Santa Branca	51	-	50	50	-	52	51
		PARB 02050	Rio Paraíba	50	-	50	50	-	50	50
		PARB 02100	Rio Paraíba	52	-	50	50	-	50	51
2	CP2-JAG-A	JAGI 00350	Rio Jaguari	50	-	52	54	-	50	52
		JAGJ 00900	Rio Jaguari	56	-	50	50	-	50	52
		JAGJ 00200	Rio Jaguari	65	-	63	59	-	55	61
	CP2-JAG-B	JAGI 02900	Rio Jaguari	51	-	51	50	-	52	51
		PTEI 02900	Rio Parateí	54	-	52	50	-	51	52
3	CP3-PS-A	PARB 02200	Rio Paraíba	50	-	50	51	-	52	51
	CP3-PS-B	PARB 02300	Rio Paraíba	50	-	51	53	-	54	52
		PARB 02310	Rio Paraíba	59	-	52	53	-	55	55
		PARB 02400	Rio Paraíba	53	-	53	55	-	54	54
		PARB 02490	Rio Paraíba	53	-	53	54	-	54	54
		PARB 02530	Rio Paraíba	53	-	53	54	-	54	54
		UNNA 02800	Rio Piracuama	53	-	50	50	-	50	51
	CP3-PS-C	PARB 02600	Rio Paraíba	53	-	53	54	-	54	54
		GUAT 02800	Rio Guaratinguetá	50	-	50	50	-	50	50
PARB 02700		Rio Paraíba	54	-	54	56	-	58	56	
		PARB 02900	Rio Paraíba	52	-	54	54	-	54	54

Qualidade:  Ultraoligotrófico  Oligotrófico  Mesotrófico  Eutrófico  Supereutrófico  Hipereutrófico

Outro trecho crítico, em 2014, é o médio Paraíba do Sul, compartimento 3, aquele que se estende desde o ponto de captação em São José dos Campos (PARB 02310) até Queluz (PARB 02900) no Rio Paraíba do Sul. Essa região é classificada como mesotrófica, ou seja, em processo de eutrofização, e, apesar de manter a classificação mesotrófica, pode-se observar uma piora nas condições de trofia (CETESB, 2015). Em ambientes lóticos o IET é

definido pela concentração de fósforo, um indicador de poluição orgânica, principalmente efluentes. Essa região é uma das mais populosas da URGHI 02, com cidades que apresentam baixos índices de tratamento de efluentes e com alta carga remanescente, o que pode ter gerado esses resultados. Adicionalmente, a seca de 2014, também pode ter contribuído para a piora desse índice, uma vez que com um volume de água menor o rio perde sua capacidade de autodepuração, e, portanto, há um aumento na concentração de fósforo nesses ambientes.

A URGHI 02 apesar de mostrar uma piora em sua condição de trofia, ainda mantém a maioria dos pontos classificados como de baixa trofia (**Tabela 8.1.4-2**).

8.1.5 OD – Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é avaliado em todos os pontos monitorados pela rede básica. Na **Tabela 8.1.5-1** são mostrados o número de pontos que atendem as condições previstas pela resolução CONAMA 357/05 de acordo com o enquadramento dos corpos aquáticos. A variação no número de pontos totais observados na **Tabela 8.1.5-1** se deve principalmente ao número de corpos aquáticos enquadrados na classe especial. Ainda não existe um valor padrão para os níveis de oxigênio dissolvido em ambientes aquáticos classificados como especial. Em 2007, 13% dos pontos eram enquadrados na classe especial, enquanto que em 2014, esse número subiu para 34% dos pontos. A quantidade de pontos de monitoramento do OD passou de 20 pontos, em 2007, para 15, em 2014 (**Tabela 8.1.5-2**). Os resultados das análises mostram que, quanto ao OD, em 2007, 55% dos pontos monitorados enquadraram-se na classe Não Atende, enquanto que em 2014, foram 33,37% nessa classe. Esses resultados indicam uma melhora na qualidade da água na URGHI 02.

Tabela 8.1.5-1 – UGRHI 02: OD – Oxigênio Dissolvido. Fonte: CRHi (2015).

Classe	Quantidade de pontos por categoria							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Atende	9	10	9	14	18	13	13	10
Não atende	11	10	11	4	2	4	4	5
TOTAL	20	20	20	18	20	17	17	15

Em 2014, 67% dos pontos localizados na região das cabeceiras (compartimento 1) foram enquadrados como especial. O compartimento da região das cabeceiras A (CP1 – CAB – A) é classificada como especial desde 2007, enquanto que na região de Cabeceiras B (CP1 – CAB – B), o reservatório de Santa Branca, passou a ser enquadrada como classe especial em 2014. Os outros dois pontos, localizados em Santa Branca, atenderam aos padrões estabelecidos para rios de classe 2. No compartimento sobre a influencia do reservatório Jaguari (compartimento 2), em 2007, 100% dos pontos eram enquadrados na classe 2. Em 2014, 60% dos pontos já haviam sido re-enquadrados para a classe especial. Os compartimento 1 e 2 apresentaram uma melhora na qualidade da água em relação ao oxigênio dissolvido, o que tem permitido re-enquadrar estes corpos aquáticos em classes mais restritivas de uso, favorecendo o uso dos recursos hídricos para o abastecimento humano. A região do Paraíba do Sul, compartimento 3, está toda enquadrada na classe 2. Esta é a região de maior concentração populacional, com grandes parques industriais e de desenvolvimento tecnológico. No compartimento Paraíba do Sul A, que abrange o trecho do rio Paraíba do Sul, a jusante do Reservatório de Santa Branca até o município de Jacareí, houve uma melhora na qualidade da água, uma vez que desde 2011, o ponto de monitoramento localizado nessa região, atende os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para a classe 2. Na região B, que abrange o trecho do Rio Paraíba do Sul que se estende de São José dos Campos a Pindamonhangaba, dois pontos não atenderam os padrões estabelecidos pela resolução específica. Esses pontos estão localizados próximos as cidades de Caçapava (PARB 02400) e Pindamonhangaba (PARB 02530). Já na Região C, 75% dos pontos não atenderam os

padrões estabelecidos pela legislação. Apenas o ponto localizado na captação em Guaratinguetá (GUAT 02800) atendeu aos padrões (**Tabela 8.1.5-2**). Grande parte das cidades dessa região, com exceção de Lorena e Taubaté, ainda possui sistemas deficientes de coleta e tratamento de esgoto e os resultados encontrados se devem principalmente ao volume de efluentes que ainda são lançados na calha do Rio Paraíba do Sul sem tratamento.

Tabela 8.1.5-2 – UGRHI 02: OD – Oxigênio Dissolvido por compartimento e subcompartimento. Fonte: CRHi (2015).

C	SC	Classe	OD							
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	CP1-CAB-A	Atende	0	0	0	0	2	2	2	0
		Não atende	2	2	2	3	0	0	0	0
	CP1-CAB-B	Atende	1	1	2	2	2	3	3	2
		Não atende	2	2	1	1	1	0	0	0
2	CP2-JAG-A	Atende	1	2	1	2	3	2	3	0
		Não atende	2	1	2	0	0	1	0	0
	CP2-JAG-B	Atende	1	1	0	2	2	0	0	2
		Não atende	1	1	2	0	0	0	0	0
3	CP3-PS-A	Atende	1	0	1	0	1	1	1	1
		Não atende	0	1	0	1	0	0	0	0
	CP3-PS-B	Atende	3	3	4	6	5	4	3	4
		Não atende	3	3	2	0	1	2	3	2
	CP3-PS-C	Atende	3	3	2	2	3	1	1	1
		Não atende	0	0	1	0	0	1	1	3

8.1.6 IB – Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios

As praias na UGRHI 02 são monitoradas semanalmente, por meio de coletas em três pontos. Para a classificação, utiliza-se os resultados de 5 semanas seguidas e anteriores àquela monitorada.

Em 2014, duas praias apresentaram classificação anual regular, as praias localizadas no Ribeirão Grande (RIBG 02352) e no rio Piracuama (UAMA 00601). E uma praia foi classificada como ruim (BPAL 00011). A classe regular é registrada quando as praias são classificadas como impróprias em até 25% do tempo, e a classe ruim é registrada quando as praias são classificadas como imprópria entre 25% e 50% do tempo. A classe ótima não é registrada desde 2010 e a classe boa nunca foi registrada. Pode-se observar que a partir de 2010 houve uma piora na balneabilidade das praias em reservatórios e rios na UGRHI 02 (**Tabela 8.1.6-1**).

Tabela 8.1.6-1 – UGRHI 02: IB - Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios. Fonte: CRHi (2015).

Classe	Quantidade de pontos por categoria (nº)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ótima	0	2	1	0	0	0	0	0
Boa	0	0	0	0	0	0	0	0
Regular	0	0	0	1	1	0	1	2
Ruim	0	0	1	0	2	1	0	1
Péssima	0	0	1	2	0	2	2	0

A praia de Redenção da Serra (BPAL 00011) foi classificada como ruim indicando uma piora na qualidade da água em relação à balneabilidade registrada em 2013. A forte estiagem nesta praia impossibilitou as coletas para a análise de balneabilidade de julho a dezembro de 2014.

As altas contaminações por poluição fecal e a estiagem corroboram para a piora das condições de balneabilidade nessa praia. As praias do Rio Piracuama e Ribeirão Grande foram classificadas como regular, que é a melhor classificação desde 2009, indicando uma diminuição da poluição fecal nessas praias (**Tabela 8.1.6-2**).

Tabela 8.1.6-2 – Índice de Balneabilidade - IB das praias em reservatórios e rios da UGRHI 02 por compartimento. Fonte: CETESB

Compartimento	Subcompartimento	Código CETESB	Corpo d'água	Classe
1	CP1-CAB-B	BPAL 00011	Braço do Palmital	Regular
3	CP3-PS-B	RIBG 02352	Ribeirão Grande	Regular
		UAMA 00601	Rio Piracuama	Regular

Qualidade:  Ótima  Boa  Regular  Ruim  Péssima

8.1.7 Presença de macrófitas

Macrófitas aquáticas são vegetais que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos, visíveis a olho nu, com partes fotossinteticamente ativas e que crescem ativamente, de maneira permanente ou perene, total ou parcialmente submersas em ambientes de água doce ou salobra. Podem, portanto, crescer totalmente submersas, emersas com partes submersas ou flutuantes sobre a superfície da água. Geralmente são encontradas na região litorânea, mas também podem ocupar regiões não alagadas dos ecossistemas aquáticos. Mas que se mantenham úmidas. Este grupo é bem diverso e inclui vegetal de diferentes grupos taxonômicos pertencentes desde as macroalgas até os vegetais superiores, como as angiospermas (POMPÊO, 2008; THOMAZ & ESTEVES, 2011).

Os principais tipos ecológicos podem ser definidos como: macrófitas emersas – plantas enraizadas no sedimento e com folhas fora da coluna d'água como, por exemplo, a *Thypha sp.*, *Pondetaria sp.* e *Eleocharis sp.*; Macrófitas com folhas flutuantes - plantas com folhas flutuando na superfície da água conectadas aos rizomas e raízes através de pecíolos longos e flexíveis, como por exemplo, *Nymphaea sp.*, *Victória sp.* e *Nymphoides sp.*; Macrófitas submersas enraizadas – plantas enraizadas no sedimento que crescem totalmente sob a superfície, a exceção de estruturas reprodutivas, que em várias espécies permanecem emersas, como por exemplo, *Elodea sp.* e *Nyphoides sp.*; Macrófitas submersas livres – plantas com rizóides pouco desenvolvidos e que permanecem na subsuperfície da água, geralmente presas aos pecíolos e talos de outras macrófitas aquáticas, ou estruturas submersas. Em sua maioria emitem flores emersas, como por exemplo, *Utricularia sp.* e *Ceratophyllum sp.* e Macrofitas flutuantes livres – plantas que flutuam livremente e cujas as raízes permanecem na subsuperfície, mas sem se fixarem a nenhum substrato, ocorrem em locais protegidos do vento ou de pouca correnteza, como por exemplo, *Eichornia sp.*, *Pistia sp.* e *Salvinia sp.* (THOMAZ & ESTEVES, 2011).

As macrófitas desempenham importantes funções ecológicas nos ecossistemas aquáticos, dentre elas, possuem a habilidade de acumular e acelerar a ciclagem de nutrientes, atuam como substrato para algas sustentando a cadeia de detritos e herbivoria, promovem aumento da diversidade de habitat tanto para peixes como para organismos planctônicos entre outros (POMPÊO, 2008). Entretanto, as macrófitas podem apresentar intenso crescimento, principalmente promovido pela alta concentração de nitrogênio e fósforo. Esses nutrientes são fatores limitantes para o crescimento desses vegetais. A proliferação desenfreada pode provocar efeitos deletérios no ambiente e prejudicar os usos múltiplos dos recursos hídricos. Dentre estes efeitos, destaca-se a aceleração do processo de eutrofização nos ambientes aquáticos, aumento da formação de gases que podem ser prejudiciais (H₂S, CH₄ etc), promovem a diminuição da biodiversidade (THOMAZ, 2001), podem provocar o impedimento à navegação, as obstruções de tubulações e das grades de tomada d'água nos reservatórios, prejudicando a geração de energia elétrica, impedem atividades recreacionais (pesca, natação

etc), promovem o aumento da concentração de metais pesados e sais e a formação de ambientes propícios à reprodução de vetores de doenças de veiculação hídrica, podendo haver sérios reflexos na saúde pública.

Os levantamentos da distribuição de Macrófitas aquáticas na UGRHI 02 se concentram principalmente na calha principal do Rio Paraíba do Sul e nos reservatórios de Paraíbuna/ Paraitinga e Santa Branca. Na região das cabeceiras, compartimento 1, a ocorrência de macrófitas se dá principalmente nos reservatórios e seus braços. Nesses reservatórios e no seu entorno a maior frequência de ocorrência são as macrófitas emersas *Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia spp.*. Dentre as macrófitas emergentes pode-se destacar *Urochloa subquadripara*, *Brachiaria arrecta*, que estão relacionadas a principal atividade da região, a pecuária. Há registros também da macrófita emergente *Polygonum lapathifolium*. Os maiores bancos de macrófitas foram observados na porção norte do reservatório, no braço do reservatório, no rio Paraitinga. Registros indicam que o reservatório de Santa Branca possui áreas de colonização menor do que o reservatório de Paraíbuna, neste último reservatório, as macrófitas emergentes se concentram nas margens e braços, devido à profundidade do corpo central, onde dominam as flutuantes (AGEVAP, 2012). Desde 1999 há registros da ocorrência das espécies *Polygonum lapathifolium* e *Urochloa subquadripara* como emergentes dominantes e sem dominância as espécies *Salvinia molesta*, *Utricularia gibba*, *Eichornia crassipes*, *Brachiaria mutica*, *Polygonum hydropiperoides*, *Cyperus spp.*, *Ludwigia spp*, *Myriophyllum brasiliense*, *Polygonum plathyphylla* e *Paspalum repens* (Agevap, 2012).

Na sub-bacia do médio vale superior do Paraíba do sul, que compreende os compartimentos 2 e 3 e seus subcompartimentos, pertencentes aos municípios de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Tremembé, Pindamonhangaba, Aparecida, Guaratinguetá e Lorena, Cruzeiro e Queluz, há registros de maior ocorrência da gramínea *Echinochloa polystachya*, a captuva. Porém, pela dificuldade de identificação na ausência da inflorescência, pode ter havido uma superestimativa desta macrófita emergente, e assim pode ser confundida com *Panicum rivukare* e *Hymenache amplexicaulis* (AGEVAP, 2012). Estudos mais recentes indicam que este é um trecho bem diverso com a ocorrência de 26 espécies pertencentes a 18 famílias. Dentre essas famílias, as mais representativas foram Poacea e Poligonaceae que em conjunto apresentaram 23% de toda a biodiversidade. No geral houve uma prevalência de *Brachiaria sp.*, *Echinochloa polysthya*, *Urochloa subquadripara* e *Polygonum lapathifolium*, como plantas marginais emergentes; *Lemna sp.*, *Limnobium laevigatum*, *Salvinia auricultada*, *Pistia stratiotes* e *Eichornia crassipes*, como plantas flutuantes e *Ceratophyllum dersum*, como submersa livre. Além dessas espécies outras ocorreram com menor frequência e sem dominância como *Paspalum repens*, *Oxycaryum cubense*, *Limnobium spongiae*, entre outras (LEANDRO, 2014).

As características geomorfológicas da calha do rio Paraíba do Sul, isto é, um rio com muitas sinuosidades, propicia a ocorrência natural de macrófitas aquáticas. Há registro de bancos de macrófitas nesse trecho desde 2004. Porém, a dinâmica de colonização das macrófitas aquáticas pode ser alterada por fatores antrópicos. Os principais fatores que contribuem para a a proliferação descontrolada dessa vegetação na região são: a alta carga orgânica de esgoto doméstico, efluentes industriais sem tratamento e fontes difusas, como a agricultura sem manejo adequado. Esses fatores proporcionam a eutrofização desse corpo aquático e a proliferação descontrolada desses vegetais. Outro fator importante é a construção de barragens, principalmente para a geração de energia elétrica. Estes empreendimentos promovem a regularização dos regimes hidrológicos o que favorece a proliferação de macrófitas aquáticas (AGEVAP, 2012; LEANDRO, 2014).

Como destacado acima houve predomínio de espécies flutuantes e emergentes na UGRHI 02. A constatação destes dados é importante porque espécies de grupos distintos, que colonizam compartimentos aquáticos diferentes como margem ou corpo central, podem proporcionar diferentes tipos de danos e assim exigir demandas de manejo específicas.

8.2 Qualidade das águas subterrâneas

A qualidade das águas subterrâneas é monitorada pela CETESB por meio de análise de amostras de água coletadas em poços profundos, todos eles utilizados em abastecimento público.

O extensivo uso desse tipo de recurso tem levado os órgãos gestores de qualidade e quantidade do Estado de São Paulo (CETESB E DAEE) a ampliar a rede de monitoramento das águas subterrâneas. Esse monitoramento tem como objetivo avaliar tanto a qualidade da água para abastecimento público, quanto à vulnerabilidade dessas águas à contaminação.

Em 2014, na URGHI 02, foram 12 pontos de monitoramento, com dois pontos novos em relação aos outros anos (**Tabela 8.2-1**).

Tabela 8.2-1 - Pontos de amostragem de água subterrânea na UGRHI 02.

C	SC	Código CETESB	Latit.	Longit.	Aquífero	Local de amostragem	Município
1	CP1-CAB-A	TA0198P	22 45 06	45 07 13	Taubaté	P21- Sabesp	Lorena
	CP1-CAB-B	PC0060	23 19 32	45 44 26	Pré- Cambriano	P4 - Sabesp	Jambeiro
2	CP2-JAG-A	PC0344P	23 09 29	46 13 24	Pré- Cambriano	P EMEF Boa Vista	Jagaratá
	CP2-JAG-B						
3	CP3-PS-A	TA0189P	23 18 58	46 06 39	Taubaté	P4- Sabesp	Guararema
	CP3-PS-B	TA0021P	23 07 59	45 42 28	Taubaté	P21 - Sabesp	Caçapava
		PC0260P	22 52 07	45 46 36	Pré- Cambriano	P1- Sabesp - São Benedito	Monteiro Lobato
		TA0201P	22 54 14	45 18 40	Taubaté	P7- Sabesp	Roseira
		TA0128P	23 14 05	45 53 28	Taubaté	P108A - Sabesp	São José dos Campos
		PC0283P	22 40 33	44 51 30	Pré- Cambriano	P1 - Sabesp	Silveiras
		TA0185P	23 04 23	45 32 32	Taubaté	P1 - Sabesp	Taubaté
CP3-PS-C	PC0343P	22 37 08	45 09 56	Pré- Cambriano	PM	Piquete	
4	CP4-BOC-A						
	CP4-BOC-B	PC0200P	22 40 19	44 11 51	Pré- Cambriano	P1 Rancho Grande - Sabesp	Bananal

A região do Paraíba do Sul tem nos dois primeiros subcompartimentos uma boa distribuição de unidade, uma vez que o objetivo dos órgãos gestores é de pelo menos 1 unidade/1.000km² (**Tabela 8.2-2**). Em quatro regiões, CP1-CAB-B, CP3-PS-A, CP3-PS-B, CP4-BOC-B essa média é atingida e os pontos estão localizados principalmente em regiões de grandes concentrações populacionais.

Tabela 8.2-2 – Quantidade de pontos de amostragem de água subterrânea por compartimento e densidade (nº de unidade/1.000km²) na UGRHI 02.

Compartimento	Subcompartimento	Área (km ²)	Pontos de Monitoramento (unidades)	Densidade (unidades/1.000 km ²)
1	CP1-CAB-A	4286,87	1	0.23
	CP1-CAB-B	651,22	1	1.53
2	CP2-JAG-A	132551	1	0.75
	CP2-JAG-B	463,98	0	0
3	CP3-PS-A	611,37	1	1.64
	CP3-PS-B	2952,6	6	2.03
	CP3-PS-C	2425,88	1	0.41
4	CP4-BOC-A	1250,72	0	0
	CP4-BOC-B	517,53	1	1.93
UGRHI 02		14.485,68	12	0.82

8.2.1 Concentração de nitrato

O parâmetro E.02-A (Concentração de nitrato) corresponde ao nº de amostras por ponto monitorado *versus* valor de referência (CRHi, 2014). O nitrato é um nutriente natural dos sistemas, mas que em geral se encontra em baixas concentrações. O aumento na concentração desse nutriente tanto em águas superficiais como em águas subterrâneas pode ocasionar problemas de saúde como a metahemoglobina e câncer gástrico. Em águas subterrâneas o nitrato é utilizado como indicador de contaminação devido a sua alta mobilidade e, portanto, pode atingir extensas áreas. As principais fontes de nitrato, de origem antrópica, para os sistemas subterrâneos, são provenientes da aplicação de fertilizantes, orgânicos e sintéticos, de esgoto humano depositado em sistemas sépticos, vazamento das redes coletoras de efluentes e a influência de rios contaminados.

Ao longo do período considerado (2007-2014) o número de amostras para este parâmetro aumentou 16 pontos. O resultado das análises de amostras de água coletadas nos poços monitorados tem se mantido inferior a 5,0 mg/L, o que indica não haver a contaminação desses pontos (**Tabela 8.2.1-1**).

Tabela 8.2.1-1– UGRHI 02: Qualidade das águas subterrâneas - E.02-A – Concentração de nitrato. Fonte: CRHi (2015).

Valor de referência	Número de amostras por ponto monitorado <i>versus</i> valor de referência							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
[Nitrato] ≥ 5,0 mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0
[Nitrato] < 5,0 mg/L	8	12	15	20	20	19	20	24

8.2.2 IPAS - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas

O parâmetro E.02-B (IPAS - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas) “representa o percentual das amostras de águas subterrâneas, considerando os parâmetros medidos nas duas campanhas semestrais da rede CETESB, em conformidade com o padrão de potabilidade para substâncias que representam risco à saúde e o padrão organoléptico, estabelecidos pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria MS nº 2914/2011. É importante salientar que esse indicador reflete a qualidade da água bruta” (CRHi, 2014).

Os resultados do monitoramento do IPAS em poços da UGRHI 02 mostram que, no período considerado (2007-2014), predominou a classe Regular (**Tabela 8.2.2-1**). Os principais contaminantes em 2014 foram Ferro, manganês, urânio, *E. coli*, coliformes totais e fluoreto. Os contaminantes ferro e manganês foram os mais comumente encontrados. Esses elementos são utilizados como padrão de aceitação da água ao consumo humano e definidos por características organolépticas (gosto, cor e odor) e não representam risco para a saúde (CETESB 2015b).

Tabela 8.2.2-2 – UGRHI 02: IPAS - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas (2007-2014). Fonte: CRHi (2015).

Ano ¹	IPAS (%)	Parâmetros Desconformes
2007	62,5	Bário, ferro, manganês
2008	78,6	Ferro, manganês
2009	62,5	Ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais
2010	60,0	Ferro, manganês, <i>E. coli</i> , coliformes totais
2012	57,9	Ferro, manganês, coliformes totais
2013	45,0	Ferro, manganês, cloreto, sulfato, coliformes totais, <i>E. coli</i>
2014	54,2	Ferro, manganês, urânio, <i>E. coli</i> , coliformes totais, fluoreto

(1) O IPAS 2011 não foi calculado em função do cancelamento dos resultados de metais da 2ª campanha de 2011.

Tanto a *E. coli*, quanto coliformes totais indicam contaminação por esgoto doméstico e é aconselhável o tratamento da água antes do consumo humano. Os pontos Igarata e Piquete foram adicionados a rede de monitoramento em 2014, onde pode ser observada a desconformidade para fluoreto e urânio, respectivamente.

8.2.3 Concentração de fluoretos

Cabe destacar, ainda, que estudos têm apontado a concentração de fluoretos nas águas de poços profundos no município de Lorena, utilizados pela Sabesp para abastecimento público, o que tem levado à prevalência de fluorose dentária.

“A fluorose dentária é uma anomalia do desenvolvimento dos dentes ligada a deformações do esmalte em consequência da ingestão prolongada de fluoretos, em quantidades excessivas, na faixa etária em que o esmalte está em formação, de zero a cinco anos de idade. Caracteriza-se pelo aumento da porosidade do esmalte, o qual adquire aspecto opaco e manchado de branco a vários tons de marrom, até preto (DENBESTEN, 1999; FEJERSKOV, 1994). Uma vez instalada a doença, é de caráter permanente, restando apenas tratamento corretivo com a restauração dos dentes afetados” (DINIZ et al., 2006).

Diniz et al. (2006) recomendam que “caso seja constatado o excesso do íon fluoreto em águas de abastecimento, práticas de remoção ou de dissolução através do aumento de volume de águas provenientes de outras fontes, principalmente de águas superficiais, que geralmente contém pouco fluoreto dissolvido, deverão ser realizadas. Sabe-se, na prática, que existem técnicas que possibilitam diminuir o conteúdo de fluoretos nas águas, através do uso de reatores com resinas sintéticas, leitos de carvão de ossos, sulfato de alumínio, alumina ativada, bauxita, dolomita e nitrato de cálcio”.

8.3 Danos à vida aquática

O parâmetro I.02-A (Registro de reclamação de mortandade de peixes) corresponde ao número de registros, no ano, realizados pela CETESB, de casos de mortandade de peixes (CRHi 2014).

“A mortandade de peixes evidencia a contaminação ou poluição do corpo hídrico, sendo um ponto extremo de pressão no corpo d’água, podendo incluir a morte de diversas espécies de peixes e de outros organismos, o que pode prejudicar o equilíbrio ecológico da região, e as atividades pesqueiras e turísticas” (CRHi, 2014).

Os dados administrados pela CETESB e disponibilizados em CRHi (2015) estão agregado para a UGRHI como um todo, não havendo dados por município ou por compartimento (**Tabela 8.3-1**).

Tabela 8.3-1 – UGRHI 02: Quantidade de registros de mortandade de peixes. Fonte: CRHi (2015).

I.02-A - Registro de reclamação de mortandade de peixes (nº de registros/ano)							
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
NF	5	9	11	17	5	10	13

Os dados indicam que, no período considerado (2007-2014), ocorreram oscilações nos registros, mas com tendência de crescimento (**Figura 8.3-1**). Pelos dados obtidos da CETESB (2015), todos os acidentes ocorreram na região do Paraíba do Sul nas cidades de São José dos Campos, Lorena, Santa Isabel e Cruzeiro. A maioria das causas não pôde ser identificada, sendo que as especificadas foram devido à contaminação de substâncias tóxicas devido ao tombamento de caminhão com tais substâncias, em Cruzeiro e a contaminação por esgoto devido ao rompimento de uma tubulação em São José dos Campos.

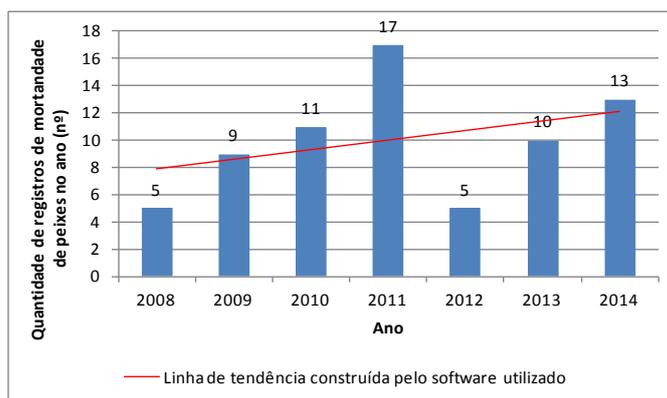


Figura 8.3-1 – UGRHI 02: Quantidade de registros de mortandade de peixes. Fonte: CRHi (2015).

8.4 Restrições ao uso da água

Consideram-se as restrição ao uso da água superficial (I.05-B – Classificação semanal das praias de reservatórios e rios - nº de amostras por classificação) e subterrânea (I.05-C – Classificação da água subterrânea – nº de amostras por categoria).

O parâmetro I.05-B (Classificação semanal das praias de reservatórios e rios) corresponde ao “resultado da análise em pontos de amostragem da rede de monitoramento das praias de água doce (ou praias interiores), incluindo as praias inseridas nos reservatórios urbanos. Uma praia pode ser classificada como Imprópria quando ocorrerem circunstâncias que desaconselhem a recreação de contato primário” (CRHi, 2014). A balneabilidade é estabelecida pela Resolução CONAMA 274/00.

Os dados obtidos mostram que, ao longo do período considerado (2008-2014), a classe Imprópria oscilou de forma expressiva, desde 0% das amostras, em 2008, até 66,22% do total de amostras, em 2012. Em 2014, 1,76% das amostras classificaram as praias monitoradas como impróprias (**Tabela 8.4-1**).

Tabela 8.4-1– UGRHI 02: Restrições ao uso das águas superficiais. Fonte: CRHi (2015).

Classe	I.05-B – Classificação semanal das praias de reservatórios e rios (nº de amostras por classificação)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Própria	NA	9	52	72	51	51	63	108
Imprópria	NA	0	36	48	100	105	87	23
Total	NA	9	88	120	151	156	150	131

A análise semanal, quanto a restrição ao uso das praias da UGRHI 02, registrou na praia localizada na região das cabeceiras, compartimento 1, localizada em Redenção da Serra, em um braço do rio Palmital, 32% das amostras como imprópria e não teve registro em 47% do tempo (**Tabela 8.4-2**). Essa praia foi classificada como ruim indicando uma piora da qualidade da água em relação a 2013. Devido à seca de 2014, em 25 semanas não foi possível analisar a qualidade da água e assim prejudicou a análise das semanas que se estenderam de 18 de julho a 31 de dezembro (CETESB 2015). A alta porcentagem da classe imprópria se deve a contaminação por efluentes domésticos, uma vez que a análise é realizada baseada no indicador *Escheria coli* que é o indicador de contaminação fecal. As outras duas praias analisadas de maneira semanal estão localizadas na região do Paraíba do Sul, uma situada no Ribeirão Grande (RIBG 02352) e no Rio Piracuama (UAMA 00601) e foram classificadas como imprópria em 11% e 13% do tempo, em 2014 (**Tabela 8.4-2**). A classificação imprópria se concentrou em abril nos dois casos acima. Nessa região, não houve registro de valores acima dos padrões estabelecidos para a presença de algas e cianobactérias.

Tabela 8.4-2 – UGRHI 02: Restrições ao uso das águas superficiais por compartimento e subcompartimento. Fonte: CETESB.

Compartimento	Subcompartimento	Código do CETESB	Própria	Imprópria
1	CP1-CAB-B	BPAL 00011	18	9
3	CP3-PS-B	RIGB 02352	46	6
	CP3-PS-B	UAMA 006101	45	7

O parâmetro I.05-C (Classificação da água subterrânea) corresponde ao “resultado da análise em pontos de amostragem da rede de monitoramento das águas subterrâneas quanto à conformidade em relação aos padrões de potabilidade da Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004” (CRHi, 2014).

Os resultados obtidos mostram que a classe “Não potável” oscilou ao longo do período considerado (2007-2014) e, em 2014, representou 45,83% das amostras analisadas (**Tabela 8.4-3**). Estes resultados evidenciam que é necessário o tratamento da água provenientes desses poços para o consumo humano.

Tabela 8.4-3 – UGRHI 02: Restrições ao uso das águas subterrâneas. Fonte: CRHi (2015).

Classe	I.05-C – Classificação da água subterrânea (nº de amostras por categoria)						
	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014
Potável	5	11	10	12	11	9	13
Não potável	3	3	6	8	8	11	11
Total de amostras	8	14	16	20	19	20	24

9 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) têm grande importância ecológica, cobertas ou não por vegetação nativa. Sua preservação reflete diretamente na gestão dos recursos hídricos, visto que servem como "barreiras" impedindo o aporte de sedimentos e a deterioração do solo devido a eventos de erosões (CRHi, 2014).

Neste estudo foram obtidas informações a respeito da situação das APPs de margens de cursos d'água localizadas nas bacias utilizadas para captação de água para abastecimento. Os dados obtidos estão apresentados na **Tabela 9-1**.

Analisando-se os dados apresentados na **Tabela 9-1** observa-se que, na UGRHI 02, há 3.106,57 km² de Área de Preservação Permanente (APPs) de margem de cursos d'água nas bacias hidrográficas utilizadas para captação de água para abastecimento. Destes, apenas 126,48 km² (22,74%) encontram-se com cobertura vegetal.

Analisando-se os dados por bacia, verifica-se que das 34 bacias, apenas 16 possuem mais de 50% de suas APPs de margem de curso d'água vegetadas. A bacia do Ribeirão dos Lemes (97,89%) e a bacia do Córrego Invernada (95,21%), localizadas no município de Guaratinguetá, possuem, respectivamente, as maiores áreas de APP vegetada. A bacia do Córrego Cachoerinha (6,87%), localizada em São José do Barreiro, a bacia do Ribeirão dos Macacos (7,49%), localizada em Lagoinha, e a bacia do Ribeirão das Palmeiras (7,73%), localizada em Igaratá, possuem, respectivamente, as menores áreas de APPs de margem de curso d'água vegetadas.

Na **Figura 9-1** estão especializadas as APPs de margem de curso d'água das bacias de abastecimento da UGRHI 02.

Tabela 9-1 – Áreas de Preservação Permanente (APPs) nas bacias utilizadas para captação de água para abastecimento da UGRHI 02. Fonte: [Verificar com Renato Lorza.](#)

Bacia de captação para abastecimento na UGRHI 02	Município	Área da bacia (km²)	Área de APP na bacia		Área de APP na bacia com cobertura vegetal preservada	
			km²	%	km²	%
Rio da Santa e Bacia do Capitão Mor	Arapeí	6,26	0,95	15,20%	0,81	84,91%
Ribeirão Vermelho*		35,91	7,17	19,98%	1,47	20,46%
Córrego Fundo*		15,86	2,7	17,05%	0,29	10,62%
Rio Bananal*	Bananal	63,92	9,74	15,24%	4,2	43,08%
Rio Passa Vinte*	Cruzeiro	15,57	2,15	13,79%	0,72	33,69%
Ribeirão Batedor		21,05	3,58	17,02%	2,56	71,57%
Ribeirão Cantagalo		16,14	2,86	17,72%	2,08	72,60%
Ribeirão Água Limpa*		19,87	3,27	16,45%	0,71	21,81%
Rio do Braço	Cruzeiro e Lavrinhas	22,96	3,53	15,38%	2	56,53%
Ribeirão Capetinga	Cunha	18,63	3,35	17,99%	1,81	54,16%
Rio Jacuí*		77,9	12,51	16,06%	2,95	23,55%
Ribeirão dos Lemes	Guaratingueta	10,7	1,65	15,44%	1,62	97,89%
Ribeirão Gomerai*		35,49	7,24	20,41%	2,81	38,82%
Córrego Invernada		0,37	0,04	11,07%	0,04	95,21%
Córrego das Posses		0,94	0,21	22,73%	0,19	88,17%
Rio Guaratingueta*		93,88	16,13	17,18%	3,97	24,62%
Ribeirão das Palmeiras*	Igaratá	32,35	5,75	17,78%	0,44	7,73%
Ribeirão dos Macacos*	Lagoinha	14,1	2,61	18,50%	0,2	7,49%
Ribeirão dos Souza	Monteiro Lobato	12,39	2,78	22,41%	2,34	84,44%
Córrego da Serrinha*		1,21	0,18	14,68%	0,06	33,50%
Córrego da Prata e Córrego do Cristo	Piquete	1,98	0,31	15,48%	0,18	58,84%
Córrego Coura		4,31	0,55	12,77%	0,28	50,51%
Ribeirão Benfica		4,57	0,86	18,74%	0,77	90,40%
Ribeirão da Fortaleza	Piquete e Guaratinguetá	4,7	0,85	18,15%	0,8	93,21%
Rio Entupido	Queluz	9,75	1,79	18,38%	1,04	58,06%
Ribeirão Araraquara*	Santa Isabel	17,92	2,58	14,38%	0,5	19,37%
Córrego Cachoeirinha*	São José do Barreiro	2,04	0,42	20,63%	0,03	6,87%
Córrego da Liberdade*		1,19	0,19	15,77%	0,09	47,38%
Córrego da Usina		3,16	0,42	13,21%	0,24	56,55%
Córrego das Couves	São José dos Campos	6,83	1,35	19,75%	0,77	57,16%
Rio Paraitinga*	São Luis do Paraitinga	1.837,70	342,21	18,62%	70,28	20,54%
Córrego Queimada*		55,24	9,49	17,19%	1,93	20,34%
Rio da Bocaina*	Silveiras	263,13	48,67	18,50%	9,29	19,10%
Rio Uma*	Taubaté	378,55	57,98	15,32%	9,01	15,55%
TOTAL		3.106,57	556,09	17,90%	126,48	22,74%

(*) Bacias com menos de 50% de APP vegetada

2012, é feita por subcompartimentos. Ressalta-se que os dados disponíveis não permitem espacializar os registros nos municípios, dessa maneira é possível que alguns registros constem em subcompartimentos que não correspondam às ocorrências dos processos:

- No CP1-CAB-A, Cunha, com quatro registros, em 2012, segundo o IPT, é o município com mais ocorrências de enchente/ inundação/ alagamento, em seguida, com três registros, segundo o IG, está o município de Paraibuna;
- Jambeiro e Santa Branca, únicos municípios do CP1-CAB-B, registraram, segundo o IPT, a ocorrência de apenas um evento de enchente/ inundação/ alagamento, em cada município;
- No CP2-JAG-A, Santa Isabel, com dois registros segundo o IPT, é o município com mais ocorrências de enchente/ inundação/ alagamento, em seguida, com um registro cada, segundo a CRHi, estão os municípios de Guarulhos e Itaquaquecetuba. Ressalta-se que estes municípios possuem a maior parte de suas áreas, e suas sedes, na UGRHI 06;
- No CP2-JAG-B está inserida parte do território de Mogi das Cruzes, neste município há, segundo a CRHi, registro de duas ocorrências de enchente/ inundação/ alagamento. Ressalta-se que estas ocorrências podem não se referir à área do CP2-JAG-B. Mogi das Cruzes possui a maior parte de sua área, e sua sede, na UGRHI 06;
- Entre os sete municípios com sede no CP3-PS-B, Taubaté, com 11, e São José dos Campos, com oito, são os municípios com mais registros de ocorrência de enchente/ inundação/ alagamento, segundo o IG. Tremembé apresenta uma ocorrência, segundo o IPT. Ressalta-se o fato de alguns municípios possuírem partes de suas áreas inseridas em outros subcompartimentos, o que pode mascarar esta análise, como é o caso de Taubaté e São José dos Campos, este possui uma parte significativa de sua área inserida em outro subcompartimento, enquanto que aquele está totalmente inserido no CP3-PS-B;
- Entre os 11 municípios com sede no CP3-PS-C, Piquete, com quatro registros, é o município com mais registros de ocorrência de enchente/ inundação/ alagamento, segundo o IG. Canas e Silveiras, segundo o IPT, possuem um registro cada. É possível que parte No CP3-PS-C a questão de alguns municípios possuírem partes de suas áreas inseridas em outros subcompartimentos, o que pode mascarar esta análise, como é o caso de Taubaté e São José dos Campos, este possui uma parte significativa de sua área inserida em outro subcompartimento, enquanto que aquele possui sua área totalmente inserida no CP3-PS-B;
- e
- Cada município com sede no CP4-BOC-A possui, segundo o IPT, dois registros de ocorrência de enchente/ inundação/ alagamento, entretanto, ressalta-se que boa parte do território de Arapeí e São José do Barreiro, e um porção menos expressiva de Areias estão inseridas em outro subcompartimento.

Com relação à quantidade total de registros de ocorrências de enchente/ inundação/ alagamento disponibilizados por CRHi, IG e IPT, destacam-se o município de Taubaté, com 11 registros e os municípios de Natividade da Serra e Redenção da Serra, ambos sem nenhum registro.

O parâmetro E.08-A (Ocorrência de enchente ou de inundação) não dispõe, atualmente, de fonte oficial de dados. Neste item foram obtidos dados de três fontes (CRHi, IG e IPT), entretanto referente especificamente ao ano de 2012, único ano passível de análise conjunta destes dados, há uma discrepância entre os dados. A forma de obtenção dos dados e os critérios de classificação dos processos, em alguns casos muito subjetivos, incorrem nessa disparidade. Assim, em razão da carência de informações sistematizadas e da importância do parâmetro E.08-A, propõe-se a consideração de possíveis ações futuras.

BIBLIOGRAFIA

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul – Plano de recursos hídricos da Bacia Hidrografia do Sul – **Estudos para Identificação, localização e quantificação das causas da proliferação de plantas aquáticas, principalmente macrófitas , ao longo da calha do Rio Paraíba do Sul, inclusive braços mortos, reservatórios e efluentes.** Primeiro Termo Aditivo – contrato AGEVAP- COPPETEC PSR-018-RO, 2012.

ANA. Portal da Agência Nacional de Águas. **Inventário pluviométrico/fluviométrico atualizado.** Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=6010>. Acesso em 12 de Maio de 2016.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL - **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM.** Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/> Acesso em 25 de julho 2016

C3 PLANEJAMENTO, CONSULTORIA E PROJETO. **Diagnóstico hidrogeológico e a elaboração de propostas para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos nos municípios de Jacareí, São José dos Campos e Caçapava/SP.** Apresentação disponibilizada pelo CBH-PS.

CBH-PS – COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Anexo do Termo de Referência para Revisão e Atualização do Plano de Bacias da UGRHI 02 - Paraíba do Sul:** Roteiro para elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica (Anexo da Deliberação CRH nº 146 de 11 de dezembro de 2012). Taubaté, 2015.

CEIVAP – COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (SP-RJ-MG). **Inauguração da Sala SIGA-CEIVAP marca reuniões do Comitê.** Boletim do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), Ano 16, edição 20, setembro, 2015.

CRHi – COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS. Planilhas do Banco de Dados de Indicadores. 2015.

CRHI – COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Situação dos recursos hídricos no Estado de São Paulo: 2013 – 2014.** 2016 328p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo – 2014.** São Paulo: CETESB, 2015. 376p. (Série Relatórios).

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB.b. **Relatório de Qualidade das Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2013: 2015.** São Paulo: CETESB, 2016. 311p. (Série Relatórios).

COPPETEC - COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISA E ESTUDOS TECNOLÓGICOS (Fundação). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul:** Resumo Diagnóstico dos Recursos Hídricos - Relatório Final PSR-010-R0. 2006.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Acompanhamento da estiagem na Região Sudeste do Brasil - Relatório 1.** Belo Horizonte: CPRM. 2014.

CPTI - COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS. **Plano de Bacias 2000/2003 - UGRHI 01 - Serra da Mantiqueira / UGRHI 02 - Paraíba do Sul.** São Paulo: 2001. 327p.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Estudos de Águas Subterrâneas: região administrativa 3, São José dos Campos.** v. 1. Resumo. DAEE, 1977. 112 p.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA **Banco de Dados Hidrológicos:** Pluviométricos e Pluviométricos. Disponível em: <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br>. Acesso em 12 de Maio de 2016.

DAEE/LEBAC – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. “**Águas subterrâneas no Estado de São Paulo. Diretrizes de Utilização e Proteção**”. Departamento de Águas e Energia Elétrica, Instituto Geociências e Ciências Exatas. Laboratório de Estudo de Bacias. São Paulo : DAEE/LEBAC, 2013.

DAEE/IG/IPT - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE/SERH), INSTITUTO GEOLÓGICO – IG/SMA, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT/SCTDE; CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. Escala: 1:1.000.000 / Rocha, G. A. (Coord. Geral). São Paulo, Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 2005 (CD-ROM e Mapa).

DINIZ, H. N.; EUZEBIO, B. A.; GRANDO, P.; MERCÊS, V. **Comparação entre o potencial de recarga das áreas contendo rochas cristalinas e bacia sedimentar de Taubaté, no município de São José dos Campos – SP**. In: Congresso Nacional de perfuradores de Poços, 2005, Ribeirão Preto, SP. II Simpósio de Hidrologia do Sudeste. Anais. Ribeirão Preto, SP, 2005. p. 1-12.

DINIZ, H.N.; MAGACHO, M.R.; AZEVEDO, A.A.B.; MATTOS, F.A.; CANAVER, L.S. CONCENTRAÇÃO DE FLUORETOS NAS ÁGUAS DOS POÇOS PROFUNDOS DA CIDADE DE LORENA E PREVALÊNCIA DE FLUOROSE DENTÁRIA. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 14^o. Anais...Curitiba. 2006.

DURIGAN, P. A.; SIMÕES, S. J. C. **Avaliação geoespacial preliminar das águas subterrâneas da bacia do rio Paraíba do Sul (porção paulista) com base nos dados SIAGAS/CPRM**. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas XVIII, 2014, Belo Horizonte-MG.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Brasil – Interciência, 2011, 828 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados Cidades@**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30.03.2016.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Registros de ocorrências de inundações/enchentes/alagamentos na UGRHI 2 entre 2007 e 2016**. São Paulo, 2016.

INMET. PORTAL DO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados Históricos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em 11 de Maio de 2016.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Plano da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, Trecho do Estado de São Paulo (UGRHI 02), 2011- 2014. Síntese**. São Paulo: IPT (Publicação IPT 3013). 2012.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009. 2. ed. 104 p.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. **Roteiro orientativo para delimitação de área de proteção de poço. Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos**. N. 2. São Paulo: Instituto Geológico, 2010. 60p.

FCR/IPT – FUNDAÇÃO CRISTIANO ROSA/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Plano da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, Trecho do Estado de São Paulo (UGRHI 02), 2011- 2014**. São Paulo: IPT (Relatório Técnico IPT 122.707-205). 2011.

JARDIM, Maria de Lourdes Teixeira. **Metodologias de Estimativas e Projeções Populacionais para Áreas Menores: A experiência do Rio Grande do Sul**. Associação

Brasileira de Estudos Populacionais – Abep. Anais do Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2000.

LEANDRO, D. S. **Macrófitas aquáticas do Rio Paraíba do Sul: correlação entre diversidade vegetal e algumas características físicas e químicas da água e do sedimento**. Dissertação de mestrado defendida pela Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2014. 104p.

MARQUES, A. L. P. **Análise do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista** (Plano Diretor elaborado pela Empresa Cobrape). sd.

MI - MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL. 2014. **Plano Nacional de Segurança Hídrica: Critérios, Seleção e Detalhamento de Intervenções Estratégicas**. Disponível em: http://interaguas.ana.gov.br/Lists/Licitacoes_Docs/Attachments/32/TDR_PNSH_Preliminar.pdf.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.

OIKOS - INSTITUTO OIKOS DE AGROECOLOGIA. **Projeto PSA Água Vale do Paraíba**. Lorena, São Paulo, 2015.

ONS - OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - **Informativo Preliminar Diário da Operação**. Acesso em 30 de abril de 2016.

PERROTTA, M. M.; SALVADOR, E. D.; LOPES, R. C.; DAGOSTINO, L. Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S. D.; SACHS, L. L. B.; GARCIA, M. G. M.; MEIRA, V.T.; LACERDA FILHO, J. V.; CHIEREGATI, L. A.. Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo: sistema de informações geográficas (SIG). **Mapas Geológicos Estaduais**. Escala 1:750.000. São Paulo: CPRM, 2006, 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.

PONPEO, M. **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas**. Oecologia Brasiliense, 2008, 12 (3), p 406-424.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos Avançados 22 (63), 2008.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **A metodologia de cálculo do IDHM**. Disponível em: http://www.pnud.org.br/idh/IDHM.aspx?indiceAccordion=0&li=li_IDHM Acesso em 18 de julho 2016

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARATINGUETA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Guaratinguetá, 2010 apud São Paulo/ Guaratinguetá, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ROSEIRA. **Proposta de Plano Municipal de Saneamento Básico**. Relatório R4 – Revisão 02. São Paulo, Roseira, 2011.

PSR Consultoria - **Avaliação dos impactos de novas transposições de vazão no Rio Paraíba do Sul**. Relatório final preparado para AGEVAP. Setembro de 2013.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. **Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil**. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; et al. (Ed.). *Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo: Beca, 2004. cap. 23.

SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. **Situação dos recursos hídricos no Estado de São Paulo (livro eletrônico): 2013/2014**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, Coordenadoria de Recursos Hídricos. 2016. 5° Ed. ISBN 978-85-65214-07-0.

SEMADS – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Bacias Hidrográficas e Rios**

Fluminenses: síntese informativa por Macrorregião Ambiental. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 73p.

THOMAZ, S.M.. **Comunidades de Macrófitas Aquáticas.** In: Esteves, F. A., Fundamentos de Limnologia. 2011. p 461-518.

THOMAZ, S. M. E BINI, L.M.. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Maringá- EDUEM, 2003. 341 p.

VIDAL, A.; FERNANDES, F. L.; CHANG, H. K. 2004. **Distribuição dos arenitos na Bacia de Taubaté.** São Paulo, UNESP, Geociências, v.23, n1/2, p:55-66.