

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (FEHIDRO)  
COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARAÍBA DO SUL (CBH-PS)

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

CÓDIGO DO EMPREENDIMENTO

**2019-PS-414**

NÚMERO CONTRATO FEHIDRO

**030/2020**

PRODUTO 2

**VOLUME III - DIAGNÓSTICO (PARTE 2)**



**CÓDIGO REGEA**

2048-R2-21



**LOCAL E DATA**

São Paulo, 13 de dezembro de 2021



**REVISÃO**

1

## SUMÁRIO

<b>VOLUME III - DIAGNÓSTICO - PARTE 2</b> .....	<b>1</b>
4.1.2. <i>Caracterização física da UGRHI</i> .....	2
4.1.2.1. Conteúdo fundamental .....	2
4.1.2.1.1. Contexto em que se insere a UGRHI 02 .....	2
4.1.2.1.2. Recursos hídricos superficiais .....	3
4.1.2.1.3. Recursos hídricos subterrâneos .....	13
4.1.2.1.4. Mananciais de abastecimento público .....	23
4.1.2.2. Conteúdo complementar .....	28
4.1.2.2.1. Cursos d'água por município .....	28
4.1.2.2.2. Aquíferos por município .....	31
4.1.2.2.2. Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande .....	36
4.1.2.2.3. Mananciais e população abastecida .....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42

### Figuras

<b>FIGURA III-1</b> – UGRHI 02 NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARAÍBA DO SUL E DA BAÍA ILHA GRANDE. ....	2
<b>FIGURA III-2</b> – UGRHI 02: ÁREAS DE DRENAGEM. ....	4
<b>FIGURA III-3</b> – PADRÕES DE DRENAGEM E EM DESTAQUE O PADRÃO IDENTIFICADO NA UGRHI 02. ....	5
<b>FIGURA III-4</b> – UGRHI 02: CURSOS D'ÁGUA E RESERVATÓRIOS. ....	6
<b>FIGURA III-5</b> – LAGOS/RESERVATÓRIOS E BARRAMENTOS. ....	7
<b>FIGURA III-6</b> – UGRHI 02: DOMINIALIDADE DOS CURSOS D'ÁGUA. ....	8
<b>FIGURA III-7</b> – DIVISÃO DAS OTTOBACIAS EM NÍVEL CONTINENTAL E LOCALIZAÇÃO DA UGRHI 02 NESSE CONTEXTO. ....	10
<b>FIGURA III-8</b> – OTTOBACIAS INSERIDAS NA ÁREA DA UGRHI 02. ....	11
<b>FIGURA III-9</b> – LIMITE DAS OTTOBACIAS EM ESCALA 1:50.000. ....	12
<b>FIGURA III-10</b> – LIMITE DAS OTTOBACIAS EM ESCALA 1:25.000. ....	12
<b>FIGURA III-11</b> – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS UNIDADES AQUIFERAS QUE OCORREM NA UGRHI 02. ....	13
<b>FIGURA III-12</b> – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ÁREAS DE RECARGA DE AQUIFERO DA UGRHI 02. ....	17
<b>FIGURA III-13</b> – ABRANGÊNCIA, EM ÁREA, DAS ÁREAS DE RECARGA DE AQUIFERO NA UGRHI 02. ....	18
<b>FIGURA III-14</b> – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREA DE RECARGA. ....	18
<b>FIGURA III-15</b> – PADRÕES DE USO DO SOLO EM ÁREAS DE RECARGA DE AQUIFERO. ....	19
<b>FIGURA III-16</b> – USO DO SOLO EM ÁREAS DE RECARGA DE AQUIFERO (KM <sup>2</sup> E %). ....	20
<b>FIGURA III-17</b> – GRAU DE VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO DO AQUIFERO TAUBATÉ. ....	22
<b>FIGURA III-18</b> – VAZÃO OUTORGADA POR BACIA COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO. ....	25
<b>FIGURA III-19</b> – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO. ....	27
<b>FIGURA III-20</b> – AQUIFEROS PRÉ-CAMBRIANO E TAUBATÉ: PORCENTAGEM DA ÁREA DOS MUNICÍPIOS. ....	32
<b>FIGURA III-21</b> – VULNERABILIDADE DO AQUIFERO TAUBATÉ: CLASSE ALTA-ALTO, POR MUNICÍPIO. ....	34
<b>FIGURA III-22</b> – VULNERABILIDADE DO AQUIFERO TAUBATÉ: CLASSE ALTA-BAIXO, POR MUNICÍPIO. ....	34
<b>FIGURA III-23</b> – VULNERABILIDADE DO AQUIFERO TAUBATÉ: CLASSE MODERADA-ALTO, POR MUNICÍPIO. ....	35
<b>FIGURA III-24</b> – VULNERABILIDADE DO AQUIFERO TAUBATÉ: CLASSE MODERADA-BAIXO, POR MUNICÍPIO. ....	35
<b>FIGURA III-25</b> – VULNERABILIDADE DO AQUIFERO TAUBATÉ: CLASSE BAIXA-ALTO, POR MUNICÍPIO. ....	35
<b>FIGURA III-26</b> – VULNERABILIDADE DO AQUIFERO TAUBATÉ: CLASSE BAIXA-BAIXO, POR MUNICÍPIO. ....	36
<b>FIGURA III-27</b> – A UGRHI 02 NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE. ....	38
<b>FIGURA III-28</b> – USO DO SOLO NA ÁREA 4 (CABECEIRAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE). ..	38

### Tabelas

<b>TABELA III-1</b> – UGRHI 02: PRINCIPAIS CURSOS D'ÁGUA E SUAS EXTENSÕES. ....	5
<b>TABELA III-2</b> – DADOS BÁSICOS REFERENTES AOS CURSOS D'ÁGUA FEDERAIS. ....	8
<b>TABELA III-3</b> – AQUIFEROS: TIPO E ABRANGÊNCIA NA UGRHI 02. ....	13
<b>TABELA III-4</b> – ABRANGÊNCIA, EM ÁREA, DAS ÁREAS DE RECARGA DE AQUIFERO. ....	17
<b>TABELA III-5</b> – ÁREAS DE RECARGA: ÁREA OCUPADA POR TIPO DE USO. ....	18
<b>TABELA III-6</b> – DEFINIÇÃO DA CLASSE DE VULNERABILIDADE .....	22
<b>TABELA III-7</b> – CLASSES DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO TAUBATÉ. ....	22

---

<b>TABELA III-8</b> – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: DADOS BÁSICOS. ....	24
<b>TABELA III-9</b> – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: USUÁRIO, MUNICÍPIO E VAZÃO OUTORGADA. ....	25
<b>TABELA III-10</b> – AQUÍFEROS E CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO. ....	26
<b>TABELA III-11</b> – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NOS PONTOS DE CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO. ....	27
<b>TABELA III-12</b> – MUNICÍPIOS E SEUS CURSOS D’ÁGUA. ....	28
<b>TABELA III-13</b> – PORCENTAGEM DE ÁREA DOS MUNICÍPIOS POR AQUÍFERO. ....	32
<b>TABELA III-14</b> – CLASSIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO TAUBATÉ POR MUNICÍPIO. ....	33
<b>TABELA III-15</b> – REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE: PRINCIPAIS CURSOS D’ÁGUA E SEUS AFLUENTES. ....	37
<b>TABELA III-16</b> – ÁREA DOS MUNICÍPIOS DA UGRHI 02 NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE. ....	37
<b>TABELA III-17</b> – ÁREA DE DRENAGEM 4: USO E OCUPAÇÃO POR MUNICÍPIO. ....	39
<b>TABELA III-18</b> – BACIAS COM CAPTAÇÃO SUPERFICIAL PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E POPULAÇÃO RELACIONADA. .....	40
<b>TABELA III-19</b> – AQUÍFEROS COM CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E POPULAÇÃO RELACIONADA. ....	41

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

### VOLUME III - DIAGNÓSTICO - PARTE 2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA UGRHI

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

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

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

Este Volume III (Diagnóstico – Parte 2) apresenta os dados/informações referentes ao segundo tópico do Diagnóstico, qual seja, a *Caracterização física da UGRHI*.

#### 4.1.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA UGRHI

Neste item são apresentadas as características físicas da rede fluvial, dos sistemas aquíferos e de mananciais de interesse regional para abastecimento público de água, visando estabelecer as principais referências espaciais a ser consideradas nas avaliações - quantitativa e qualitativa - das disponibilidades hídricas da UGRHI e na identificação de áreas que demandem especial atenção no processo de gestão (Deliberação CRH nº 146/2012).

Salienta-se que, na caracterização física da UGRHI, não se aplica o conteúdo básico, portanto são apresentados os conteúdos fundamental e complementar referentes a este tópico.

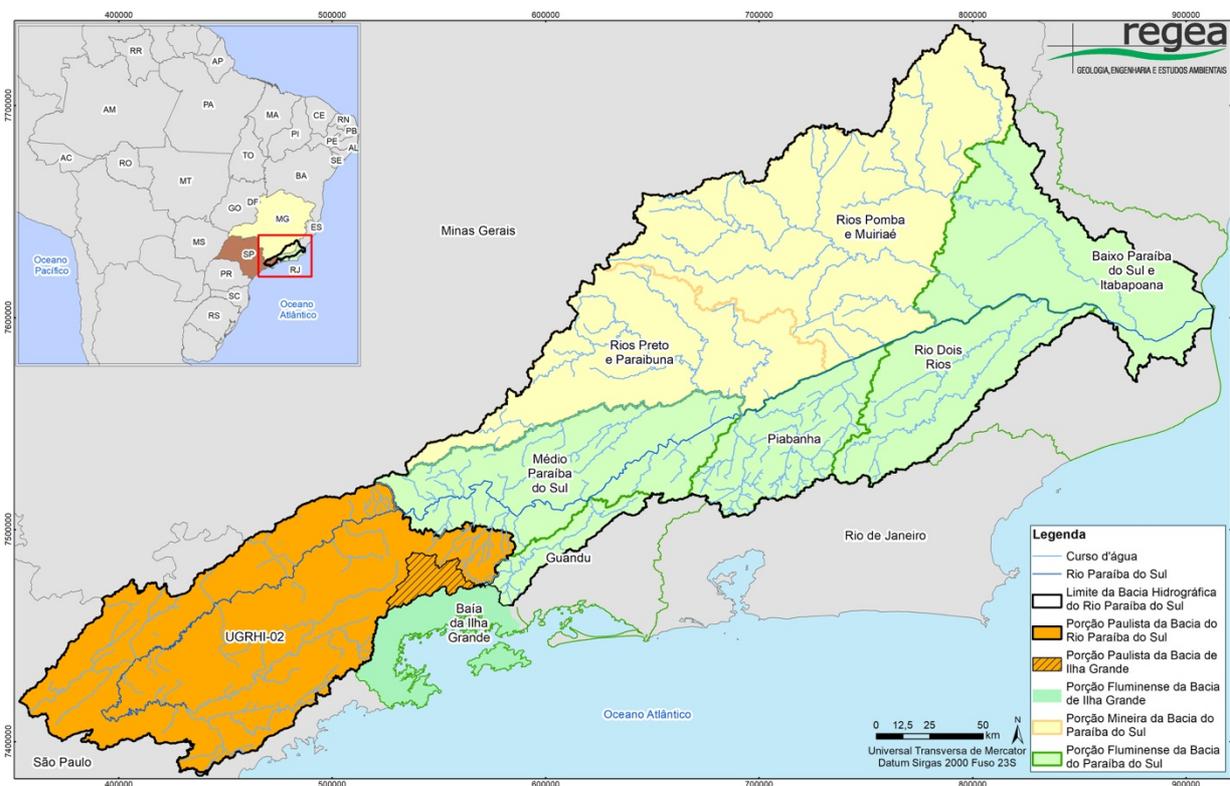
##### 4.1.2.1. Conteúdo fundamental

Nos subitens a seguir são apresentados o contexto em que se insere a UGRHI 02 e as principais características dos corpos d'água, superficiais e subterrâneos, e das áreas de mananciais, existentes nesse recorte geográfico.

##### 4.1.2.1.1. Contexto em que se insere a UGRHI 02

A UGRHI 02, que corresponde à porção paulista da Bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (**Figura III-1**), possui área de drenagem de 14.436,63 km<sup>2</sup>.

**Figura III-1** – UGRHI 02 nas bacias hidrográficas do Rio Paraíba do Sul e da Baía Ilha Grande.



Fonte: Regea (Elaborado para CBH-PS, 2016).

O rio Paraíba do Sul resulta da confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga, que nascem no Estado de São Paulo, na região da Serra da Bocaina, e percorre aproximadamente 1.200 km até

desaguar no oceano Atlântico, no município de São João da Barra, no Estado do Rio de Janeiro (AGEVAP, 2010).

A área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul é de 55.520,88 km<sup>2</sup>. A bacia estende-se pelos estados de São Paulo (13.920,88 km<sup>2</sup>), do Rio de Janeiro (20.900 km<sup>2</sup>) e Minas Gerais (20.700 km<sup>2</sup>) (AGEVAP, 2010). Abrange um total de 184 municípios, dos quais 88 em Minas Gerais, 57 no Rio de Janeiro e 39 em São Paulo (CAVALCANTI, 2016).

Os principais afluentes do rio Paraíba do Sul à margem esquerda são: rio Jaguari, rio Paraibuna, rio Pomba e rio Muriaé. Pela margem direita, os principais afluentes são: rio Piraí, rio Piabanha e rio Dois Rios. No trecho paulista da bacia o principal afluente é o rio Jaguari, o qual atravessa os municípios de Igaratá, Jacareí e São José dos Campos (Portal da ANA, acessado em outubro de 2020).

Segundo Agevap (2010), considerando as séries históricas temporais, as vazões médias da bacia são de 150 m<sup>3</sup>/s no trecho da nascente, 280 m<sup>3</sup>/s no trecho médio e de 810 m<sup>3</sup>/s no trecho jusante.

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul está inserida entre os maiores polos populacionais e industriais do País, exercendo importante papel no desenvolvimento econômico da Região Sudeste, a qual, embora venha perdendo participação na economia, ainda concentra mais de 50% do PIB nacional.

Os principais usos da água na bacia são para abastecimento, irrigação, geração de energia hidrelétrica e diluição de esgotos. Esse último uso é uma das principais fontes de poluição do rio Paraíba do Sul, que apresenta estado de degradação preocupante, especialmente nos trechos que cruzam ou tangenciam áreas urbanas (Portal da ANA, acessado em outubro 2020).

A Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande possui área total de 2.249,22 km<sup>2</sup>, inserida parte no Estado de São Paulo e, de maneira predominante, no Estado do Rio de Janeiro. Informações mais detalhadas dessa Bacia encontram-se no item 4.1.2.2.2., que trata da relação da UGRHI 02 com a área costeira.

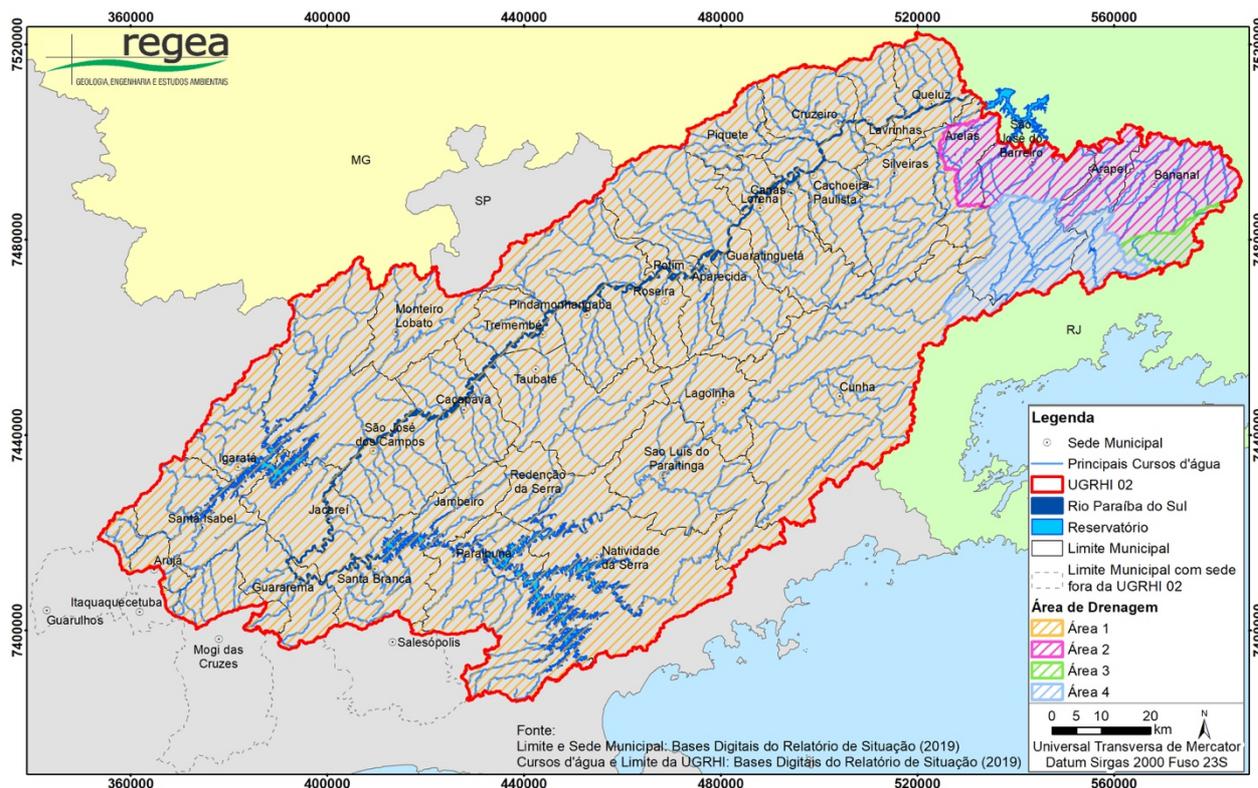
#### *4.1.2.1.2. Recursos hídricos superficiais*

A caracterização física dos recursos hídricos superficiais abrange informações sobre áreas de drenagem; cursos d'água; lagos/reservatórios e barramentos; dominialidade dos cursos d'água; e ottobacias.

##### *4.1.2.1.2.1. Áreas de drenagem*

A UGRHI 02 possui quatro áreas de drenagem: (1) Área 1, maior área de drenagem da UGRHI, corresponde a um dos trechos paulistas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul; (2) Área 2, corresponde a outro trecho paulista da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que drena diretamente para o Estado do Rio de Janeiro, na região entre o reservatório do Funil e a cidade de Barra Mansa; (3) Área 3, corresponde a outro trecho paulista da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que abrange uma pequena parte da região de cabeceiras do rio Piraí, o qual deságua no rio Paraíba do Sul na altura do município de Barra do Piraí, a jusante da Usina Elevatória de Santa Cecília; e (4) Área 4, consiste na região de cabeceiras da Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, que drena diretamente para os municípios fluminenses de Angra dos Reis e Paraty (**Figura III-2**).

Figura III-2 – UGRHI 02: Áreas de drenagem.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento).

#### 4.1.2.1.2.2. Cursos d'água

Os cursos d'água da UGRHI 02 possuem extensão total de 38.156,48 km. A parte alta da UGRHI possui rede de drenagem mais densa, com maior quantidade de cursos d'água, principalmente nas proximidades dos reservatórios Paraibuna e Jaguari; e, em direção à parte mais baixa, os cursos d'água se apresentam menos adensados.

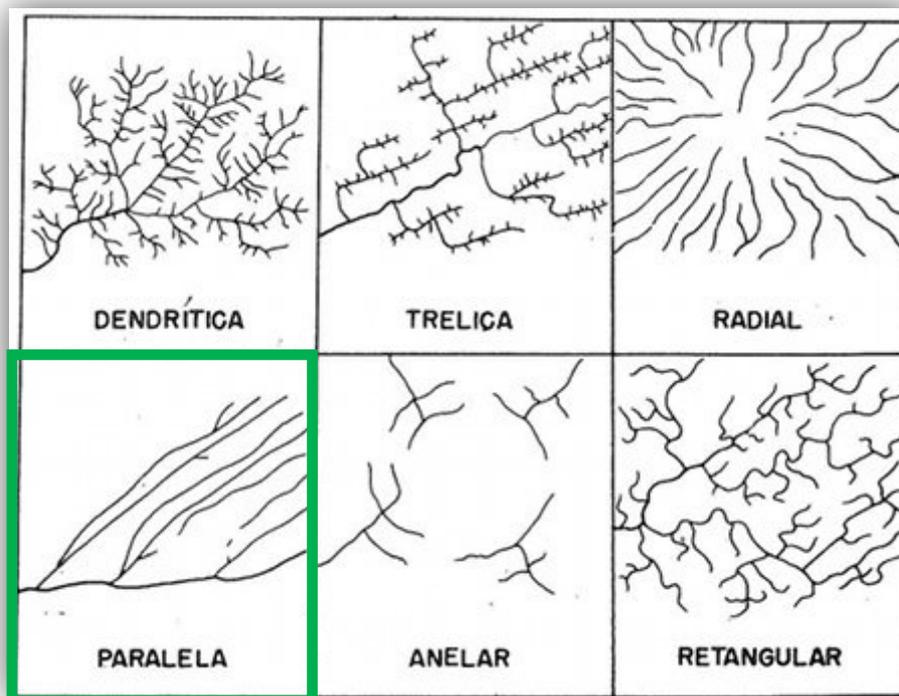
As características da rede de drenagem são influenciadas pelas características geológicas da região, formando padrões de drenagem. Segundo Christofolletti (1980), os principais tipos de padrão de drenagem são: dendrítica, em treliça, retangular, paralela, radial e anelar (**Figura III-3**).

Na UGRHI 02 o padrão de drenagem é paralelo, o qual caracteriza-se por cursos de água que fluem quase que paralelamente uns aos outros. Estão presentes em áreas de vertentes com declividades acentuadas ou onde existem controles estruturais (SUGUIO, 1988 apud SOUSA e OLIVEIRA, 2017).

Os 13 principais cursos d'água da UGRHI 02 deságuam no rio Paraíba do Sul e somam extensão total de quase 1.200 km (**Tabela III-1**), sendo que os mais extensos são os rios Paraíba do Sul, Paraitinga e Paraibuna. Os rios Paraíba do Sul e Paraitinga percorrem praticamente todo eixo maior da área da UGRHI, e como observado na **Figura III-4**, correm paralelos entre si.

Entre esses cursos d'água principais, três são de domínio federal, são eles os rios Paraíba do Sul, Paraitinga e do Braço. O rio do Braço faz divisa entre os municípios de Bananal (SP) e Rio Claro (RJ) e sua efluência no Rio Paraíba do Sul ocorre no Estado do Rio de Janeiro.

**Figura III-3** – Padrões de drenagem e em destaque o padrão identificado na UGRHI 02.



Fonte: Christofolletti (1980).

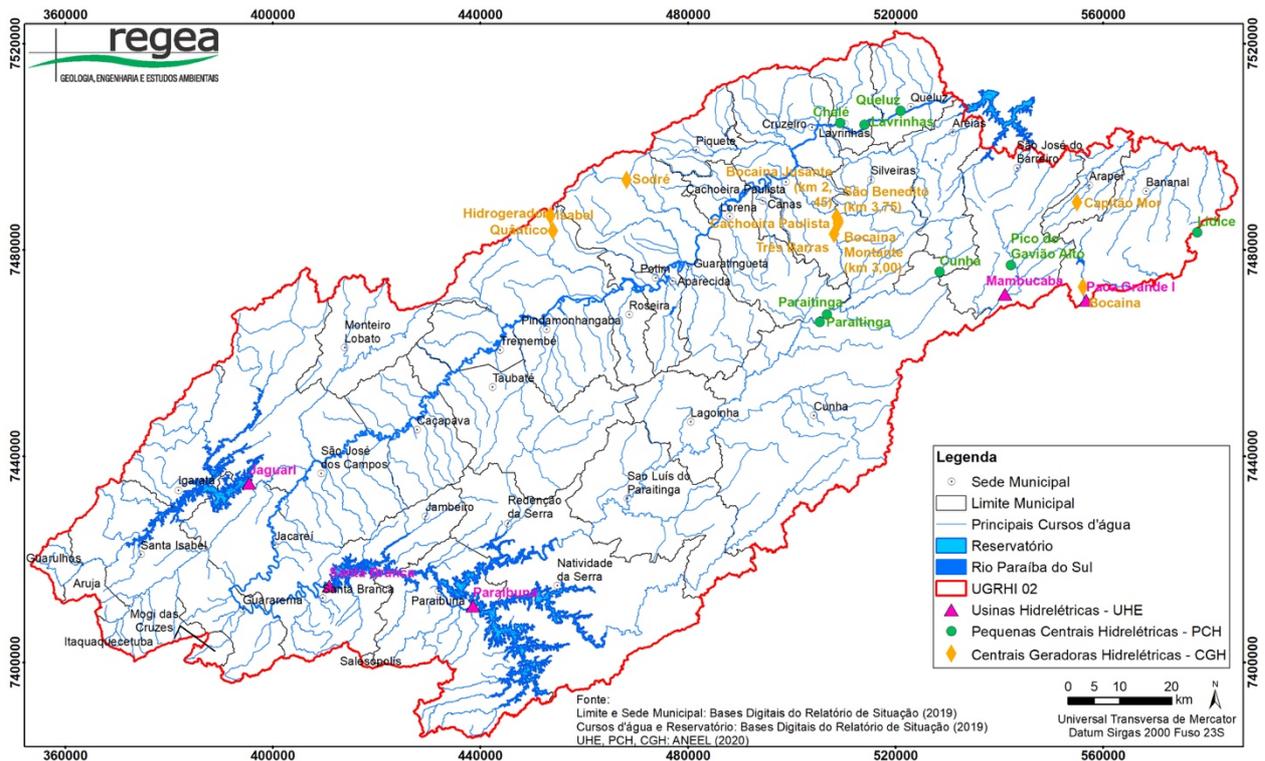
**Tabela III-1** – UGRHI 02: principais cursos d'água e suas extensões.

<b>Cursos d'água principais</b>	<b>Extensão (km)</b>
Rio Paraíba do Sul	382,20
Rio Paraitinga	243,92
Rio Paraibuna	144,26
Rio Jaguari	81,74
Rio Buquira ou Ferrão	68,84
Rio Bocaina	49,16
Rio Itagacaba	45,53
Rio Una	42,39
Rio Piquete	36,46
Rio Guaratinguetá	31,60
Rio do Braço	29,55
Rio Jacu	22,69
Rio Araraquara	17,31
<b>Total</b>	<b>1.195,44</b>

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de bases digitais disponibilizadas pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).



Figura III-5 – Lagos/reservatórios e barramentos.



#### 4.1.2.1.2.4. Dominialidade dos cursos d'água

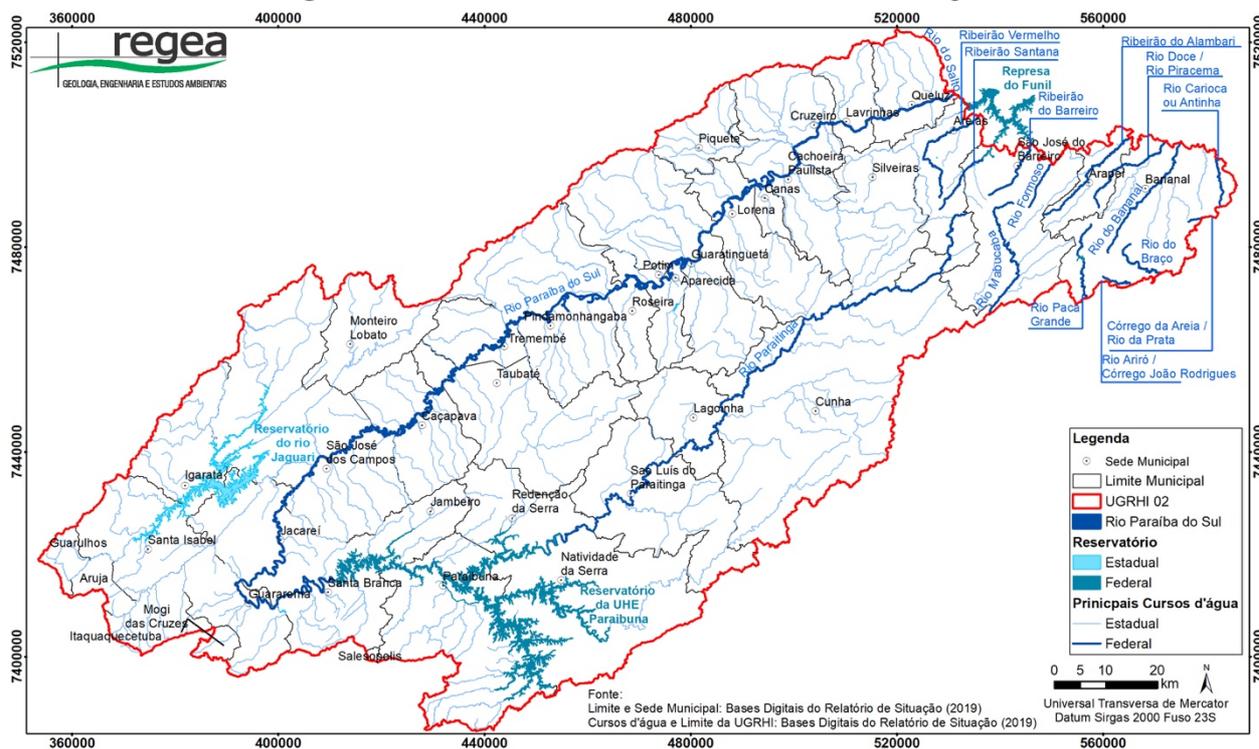
A Constituição Federal, de 05.10.1988, estabelece como bens da União, entre outros, os corpos d'água contíguos ou contínuos a mais de um Estado (Artigo 20, inciso III); e que, entre os bens dos Estados, têm-se “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito” (Artigo 26, inciso I).

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, estabelece a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Contudo, as bacias interestaduais possuem cursos d'água de domínio da União, a quem pertence a jurisdição administrativa. Dessa forma, a dominialidade exprime malhas de gestão mais amplas e extensas (RIO, 2017).

Do cenário envolvendo a dominialidade, regulação e gestão, surge a complexidade territorial política quanto redes de infraestruturas hídricas, bem como em relação às concessões para uso direto dos recursos hídricos e outras potencialidades oferecidas pelos corpos d'água. “A peculiaridade das redes é que elas podem reconfigurar o território ao mesmo tempo em que são suporte para um grande número de atividades” (RIO, 2017).

Na UGRHI 02, uma vez que estão presentes cursos d'água contínuos entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, há cursos d'água de domínio da União e cursos d'água de domínio do Estado de São Paulo (Figura III-6 e Tabela III-2).

Figura III-6 – UGRHI 02: dominalidade dos cursos d’água.



Fonte: Regea( Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Portal WEB do SNIRH (<http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=ef7d29c2ac754e9890d7cddb78cbaf2c>).

Tabela III-2 – Dados básicos referentes aos cursos d’água federais.

Área de drenagem	Cursos d’água de dominalidade da União	Extensão (km)
Área 1 (Bacia do Rio Paraíba do Sul)	Rio Paraitinga	243,95
	Rio Paraíba do Sul	382,20
	Rio do Salto	15,96
	Ribeirão Vermelho	32,93
	Ribeirão Santana	16,18
	Ribeirão Barreiro	14,79
	Rio Formoso	16,88
	Ribeirão do Alambari/ Rio do Barreiro de Baixo	34,28
	Rio Doce/ Rio Piracema	27,39
	Rio do Bananal	32,55
	Rio Carioca ou Antinha	13,83
Área 2 (Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul)	Córrego da Areia e Rio da Prata	5,88
	Rio do Braço	29,22
Área 3 (Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande)	Rio Ariró e Córrego João Rodrigues	8,1
	Rio Paca Grande	21,48
	Rio Mambucaba	37,8
<b>Total</b>		<b>933,42</b>

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Portal WEB do SNIRH (<http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=ef7d29c2ac754e9890d7cddb78cbaf2c>).

Os dados da Tabela III-3 mostram que, no território da UGRHI 02 estão presentes 16 cursos d’água de domínio federal, os quais perfazem extensão total de 933,42 km dentro dos limites da UGRHI. Os 11 rios localizado na área de drenagem 1 somam 830,94 km e abrange os maiores rios federais da UGRHI, rio Paraíba do Sul e rio Paraitinga. Os rios da área de drenagem 2 possuem extensão total de 35,1 km; são cursos d’água que drenam para o reservatório do Funil, localizado no Estado do Rio de Janeiro. Os rios da área de drenagem 3 consistem em corpos hídricos da cabeceira da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande e drenam diretamente para os municípios de Angra dos Reis e Paraty; dentro da UGRHI 02 esses rios têm extensão total de 67,38 km.

#### 4.1.2.1.2.5. Ottobacias

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH nº 30, de 11 de dezembro de 2002, estabelece como referência para codificação oficial brasileira das bacias hidrográficas a metodologia proposta por Otto Pfafstatter.

Esse método considera para identificação dos cursos d'água principais e de seus afluentes, numa determinada bacia, as respectivas áreas de drenagem. Nesse sentido, o curso d'água principal é aquele que apresenta a maior área de drenagem e os afluentes são aqueles que drenam áreas menores, se comparados com o curso d'água principal.

De acordo com Gomes e Barros (2011), a classificação das bacias se dá, portanto, nessa lógica, partindo das bacias que drenam uma maior área para aquelas que drenam áreas menores, realizando a análise sempre da foz para montante. Segundo esses autores, a metodologia de classificação por Ottobacias resume-se da seguinte forma:

- As quatro maiores bacias são identificadas ao longo do curso d'água principal, e recebem como códigos os números pares 2, 4, 6 e 8, que são atribuídos de jusante para montante do curso d'água principal, em sentido horário;
- O código 0 é reservado para a maior bacia fechada, ou seja, uma bacia interna;
- As bacias restantes são denominadas de interbacias e são divididas em cinco regiões, que recebem como códigos os números ímpares 1, 3, 5, 7 e 9, também atribuídos de jusante a montante, e em sentido horário; e
- Após a atribuição dos códigos, as bacias se dispõem de tal forma que, por exemplo, a interbacia 3 esteja localizada entre as bacias 2 e 4, a interbacia 5 esteja localizada entre as bacias 4 e 6 e assim, sucessivamente.

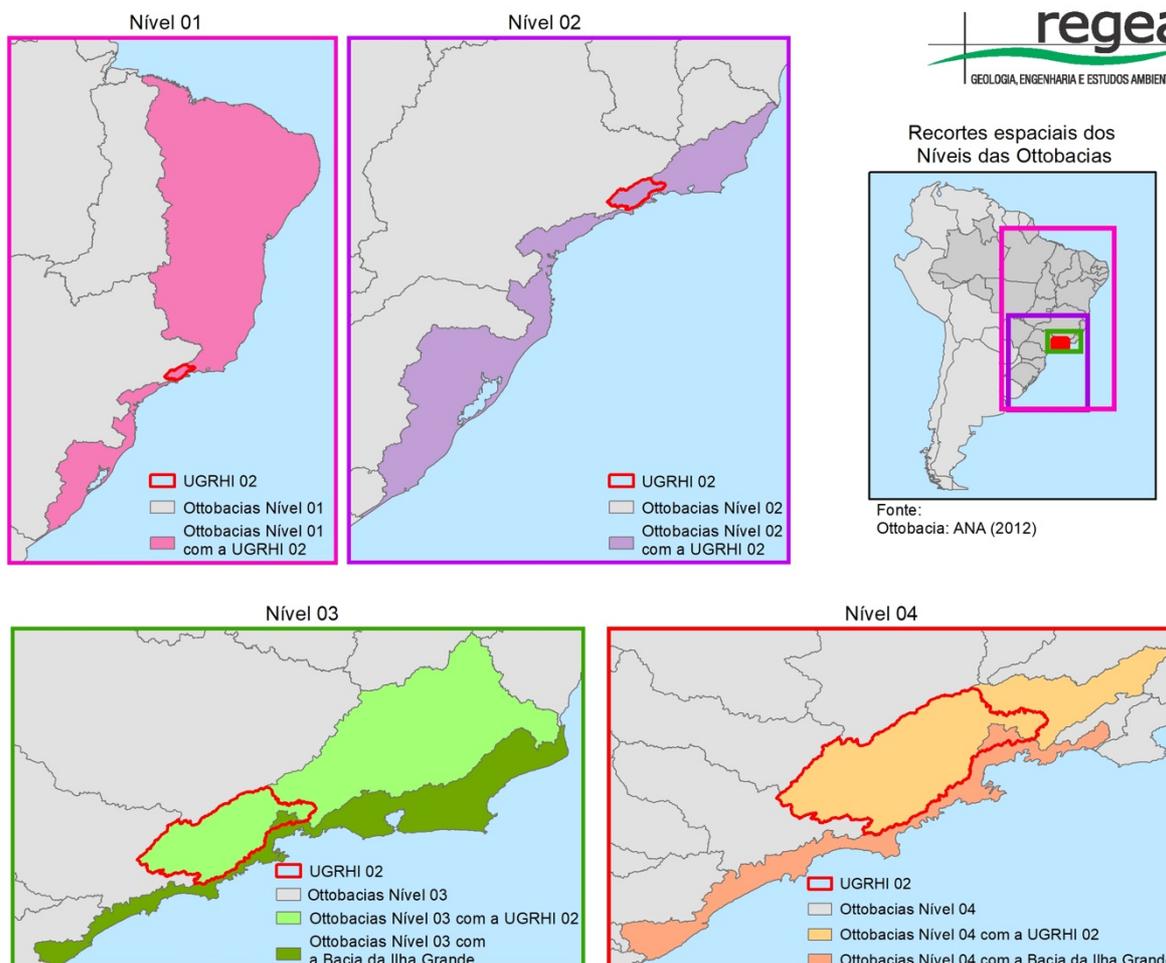
A delimitação é efetuada desconsiderando-se as divisões políticas, concentra sua análise na área de contribuição determinada e seu trecho de drenagem. Assim, cada segmentação de drenagem (trecho de curso d'água entre um afluente e outro - ottotrecho) possui uma área de contribuição (ottobacia).

O uso dessa metodologia como ferramenta planejamento estratégico no gerenciamento dos recursos hídricos permite um ganho na análise de cenários específicos e detalhados dos trechos de um curso d'água quanto demanda e pressão exercida, disponibilidade hídrica e em função da qualidade das águas. Dessa forma, possibilita gerenciar a criticidade dos ottotrechos, o que torna a tomadas de decisão mais assertivas e direcionadas para a real necessidade de cada ottobacia.

A ANA – Agência Nacional das Águas elaborou a codificação das bacias hidrográficas do Brasil pelo método de Otto Pfafstetter. Para tanto, considerou-se a América do Sul para ser possível a análise da massa terrestre circundada pelo oceano, sendo o receptor das bacias que nele deságua. Assim, na primeira etapa da codificação, nível 1, os quatro rios de maior área de contribuição, que drenam para o Oceano, são o Orenoco, o Amazonas, o Tocantins e o Rio da Prata, que receberam os códigos 2, 4, 6 e 8, respectivamente. Os cursos d'água que drenam diretamente para esses cursos d'água principais receberam códigos ímpares 1, 3, 5, 7 e 9.

A partir dessa divisão, a UGRHI 02 está totalmente inserida na interbacia nº 7. Partindo para a etapa seguinte, no nível 2, a área da UGRHI 02 aloca-se na interbacia codificada com nº 79. Nos níveis 3 e 4 a UGRHI 02 abrange duas ottobacias correspondentes à bacia de drenagem do Rio Paraíba do Sul e parte da área de drenagem das cabeceiras da Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (**Figura III-7**). Os níveis 5 e 6 apresentam grau maior de detalhamento, onde, dentro da área da UGRHI 02 estão inseridas 11 e 80 ottobacias, respectivamente (**Figura III-8**).

**Figura III-7** – Divisão das ottobacias em nível continental e localização da UGRHI 02 nesse contexto.

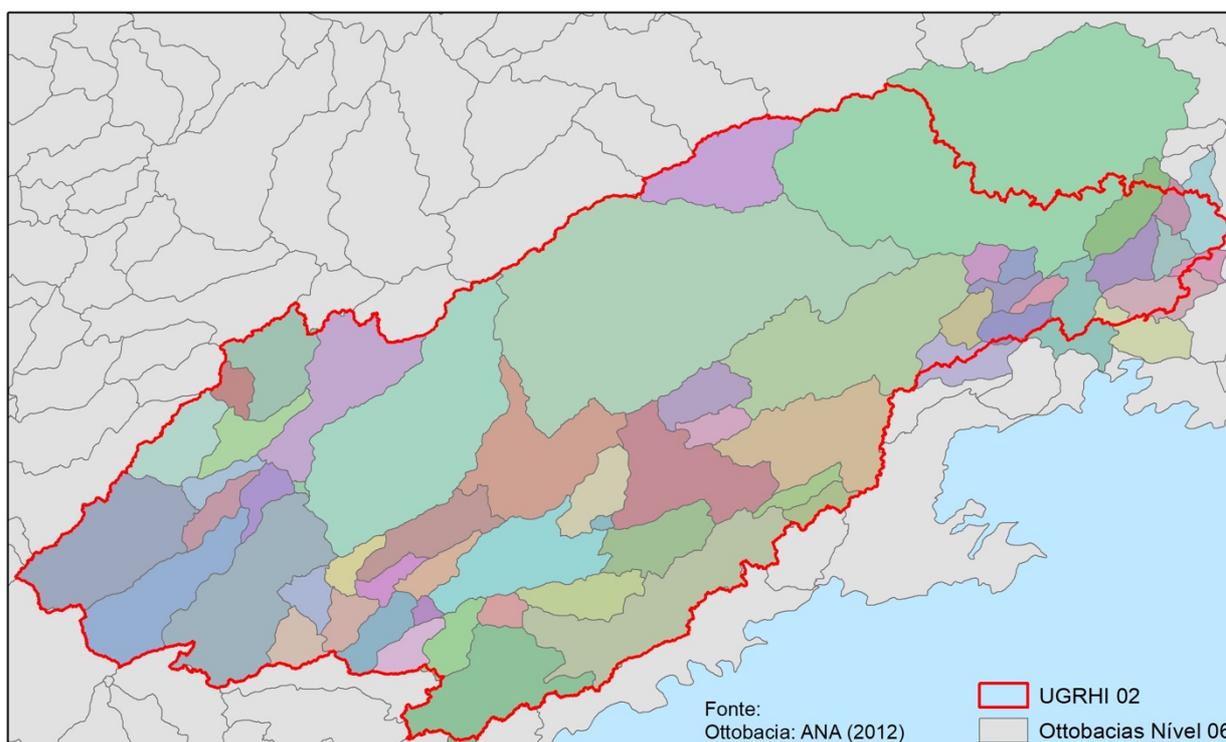
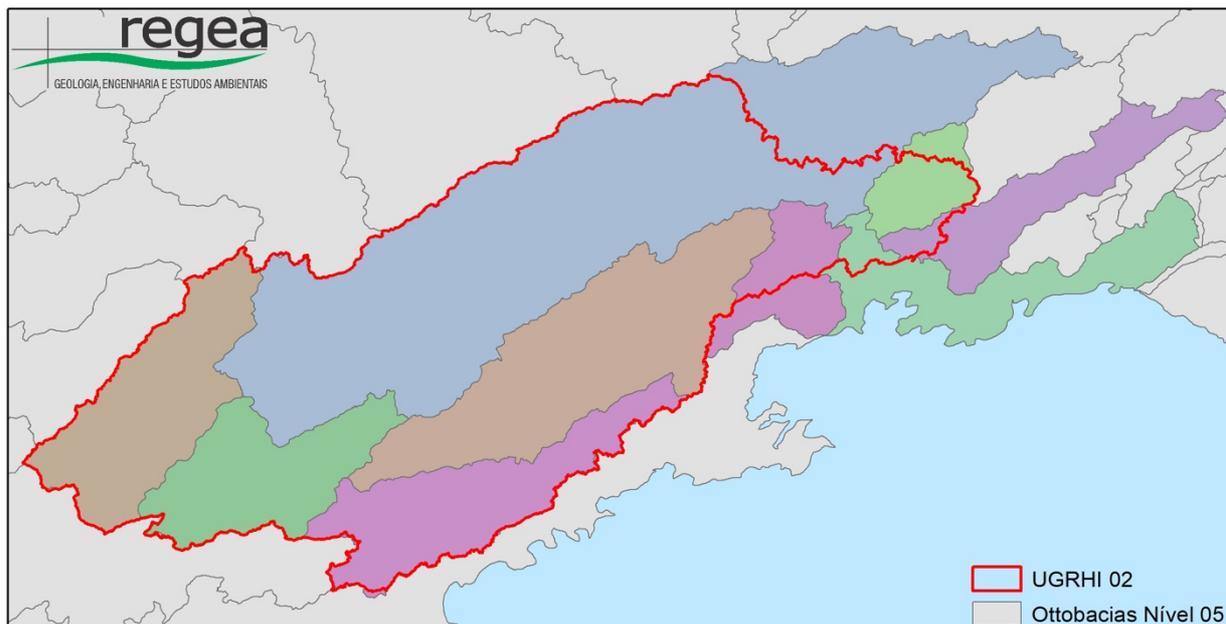


Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Portal WEB da ANA <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home> - identificador do ficheiro: b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f).

Ainda, com base na divisão multi-escalas da ANA, a UGRHI 02 está subdividida em 184 ottobacias, em escala 1:50.000 (**Figura III-9**). A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e as bacias litorâneas dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro ganharam nível de detalhamento em escala 1:25.000; nesse trabalho da ANA, a subdivisão levou a UGRHI 02 apresentar um total de 7.396 ottobacias; sendo 4.148 ottobacias na área de drenagem da porção paulista da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul; e 3.248 ottobacias na área de drenagem da porção paulista da Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (**Figura III-10**).

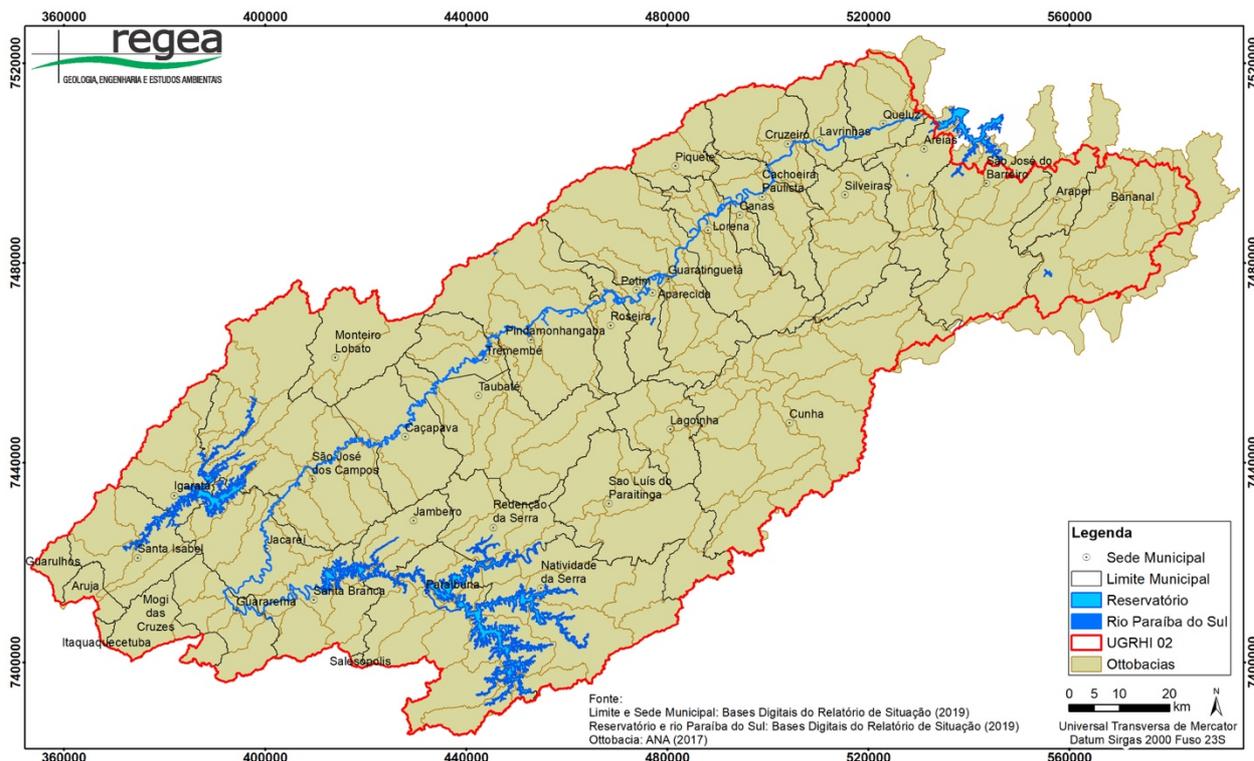
Como apresentado, a unidade de gerenciamento pode ser subdividida em ottobacias a partir da escala adotada. A divisão da rede hidrográfica em ottobacias pode ser amplamente utilizada no gerenciamento dos recursos hídricos. Para tanto, é necessário determinar a escala a ser trabalhada para subdivisão da UGRHI, originar áreas de contribuição dos cursos d'água que aproximem da necessidade real encontrada em cada trecho, viabilizando ações direcionadas.

Figura III-8 – Ottobacias inseridas na área da UGRHI 02.



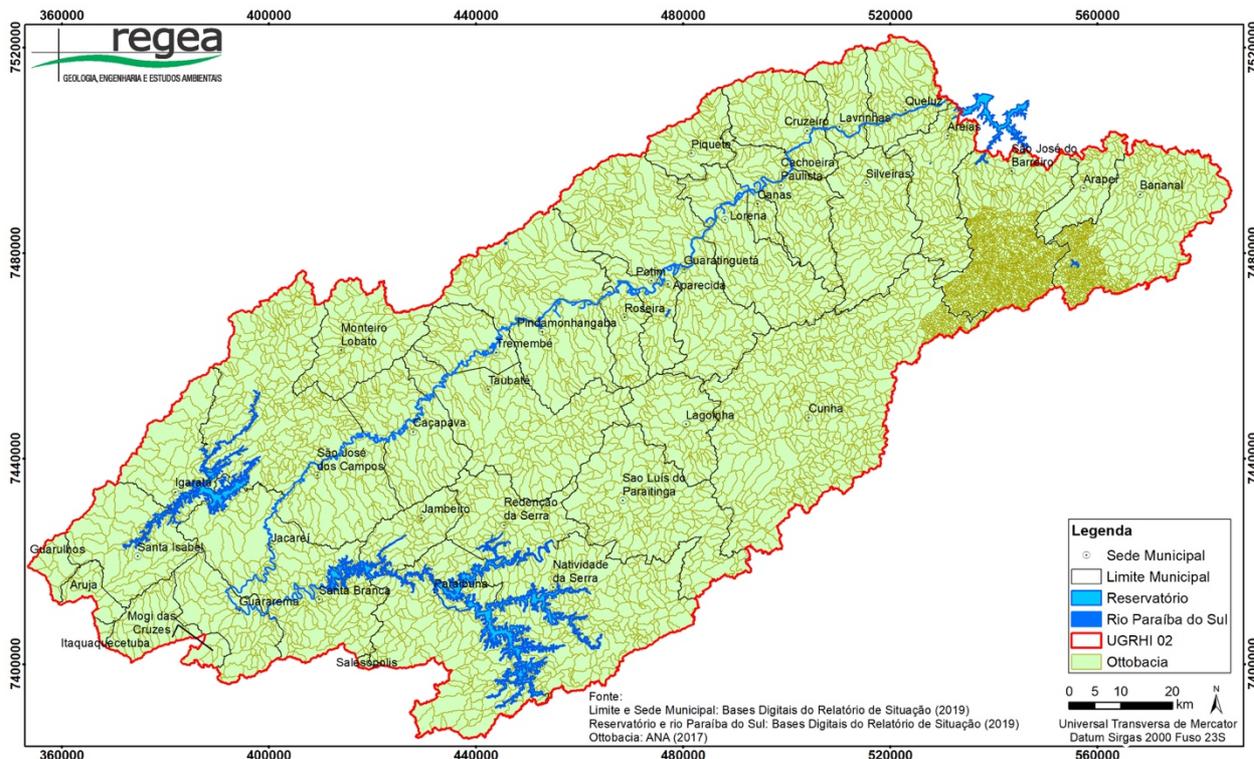
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Portal WEB da ANA <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home> - identificador do ficheiro: b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f).

**Figura III-9 – Limite das Ottobacias em escala 1:50.000.**



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Portal WEB da ANA <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home> - identificador do ficheiro: b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f).

**Figura III-10 – Limite das Ottobacias em escala 1:25.000.**



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Portal WEB da ANA <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home> - identificador do ficheiro: b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f).

#### 4.1.2.1.3. Recursos hídricos subterrâneos

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos abrange informações sobre os sistemas aquíferos existentes, as áreas de recarga, o potencial de exploração, o grau de vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos e as áreas definidas para proteção das águas subterrâneas.

##### 4.1.2.1.3.1. Sistemas aquíferos

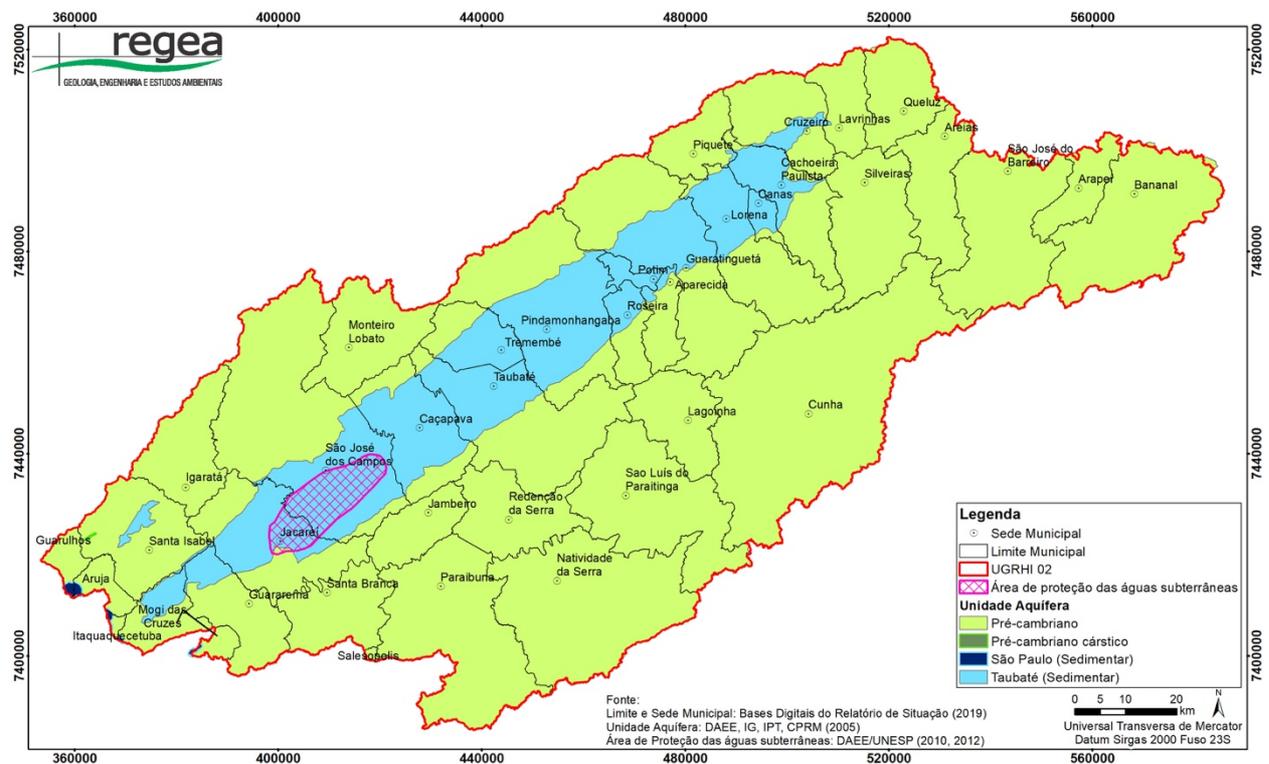
A área abrangida pela UGRHI 02 comporta aquíferos sedimentares (Taubaté e São Paulo), onde a água se acumula nos poros das rochas; e cristalinos (Pré-Cambriano e Pré-Cambriano cárstico), nos quais a água encontra-se nas fraturas das rochas. O Aquífero Pré-Cambriano é o que tem maior expressão em área (**Tabela III-3 e Figura III-11**).

**Tabela III-3 – Aquíferos: tipo e abrangência na UGRHI 02.**

Tipo de aquífero	Aquífero	Abrangência na UGRHI 02 (%)
Sedimentar	Taubaté	16,172
	São Paulo	0,096
	<b>Total</b>	<b>16,269</b>
Cristalino	Pré-Cambriano	83,726
	Pré-Cambriano cárstico	0,005
	<b>Total</b>	<b>83,731</b>

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

**Figura III-11 – Distribuição espacial das unidades aquíferas que ocorrem na UGRHI 02.**



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e DAEE/UNESP, 2010 e 2012 publicado em DAEE/LEBAC, 2013).

#### 4.1.2.1.3.1.1. *Aquíferos sedimentares*

Na UGRHI 02, entre os aquíferos sedimentares, predomina o Aquífero Taubaté, composto por sedimentos da Bacia de Taubaté. Já o Aquífero São Paulo, constituído por sedimentos da Bacia de São Paulo, ocorre de forma restrita e localizada nos municípios de Guarulhos, Arujá e Itaquaquecetuba (**Tabela III-3 e Figura III-11**).

As bacias sedimentares de Taubaté e São Paulo estão inseridas no *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), sendo a Bacia de Taubaté a maior depressão tectônica desse *rift*, com 170 km de comprimento e 20 km de largura máxima, ocupa uma área de aproximadamente 3.200 km<sup>2</sup> (RICCOMINI et al., 2004).

O *Rift* Continental do Sudeste do Brasil é uma feição tectônica – situada entre o município de Tijucas do Sul, no Estado do Paraná, e a área submersa defronte ao município de Macaé, no Estado do Rio de Janeiro – que se desenvolveu como uma faixa estreita, alongada e deprimida, com extensão pouco superior a 900 km (RICCOMINI et al., 2004).

Todas as bacias sedimentares situadas no RCSB, entre as quais as bacias de Taubaté e São Paulo, possuem uma coluna estratigráfica integrada onde estão reconhecidos cinco sistemas deposicionais (RICCOMINI, 1989), quais sejam:

- Formação Resende - sedimentos formados pelo sistema de leques aluviais associados a planícies aluviais de rios entrelaçados, compostos por arenitos, conglomerados, argilitos e siltitos. Na UGRHI 02 essa Formação ocorre tanto na Bacia de Taubaté quanto na Bacia de São Paulo;
- Formação Tremembé – sedimentos de sistema lacustres, compostos por argilitos, folhelhos, margas e calcários dolomíticos. Essa Formação ocorre tanto na parte central da Bacia de Taubaté quanto na região da Bacia de São Paulo;
- Formação São Paulo – sedimentos de sistema fluvial meandrante, compostos por arenitos, argilitos, siltitos e arenitos conglomeráticos. Na UGRHI 02 essa Formação ocorre na Bacia de São Paulo e na porção sudeste da Bacia de Taubaté;
- Formação Itaquaquecetuba – sedimentos de ambiente fluvial entrelaçado, compostos por lamitos arenosos, arenitos, conglomerados e brechas polimíticas. Essa Formação está restrita à Bacia de São Paulo; e
- Formação Pindamonhangaba - sedimentos depositados no âmbito de um sistema fluvial meandrante, compostos por arenitos, conglomerados, argilitos e siltitos. Essa Formação ocorre apenas na porção central da Bacia de Taubaté.

Considerando sua expressão na UGRHI 02, cabe destacar algumas características do Aquífero Taubaté. Esse aquífero comporta-se como livre à semiconfinado, com porosidade primária, ou seja, porosidade derivada das características intrínsecas à própria rocha e à sua formação. Sendo assim, sua recarga corresponde diretamente a infiltração das águas pluviais em locais não impermeabilizados dentro dos domínios da Bacia de Taubaté. A descarga do aquífero é realizada principalmente pelos corpos de drenagens superficiais, porém também há uma parcela do volume de descarga do aquífero que migra para as rochas de embasamento subjacente (Aquífero Cristalino) através de fraturas subverticais.

As variações litológicas, observadas por meio da estratigrafia estabelecida na bacia, e a heterogeneidade lateral dos depósitos devido às mudanças de fácies e ambientes de deposição, propiciam um comportamento não uniforme do aquífero sedimentar, principalmente em relação ao comportamento hidráulico.

Assim, levando em consideração a disposição dos litotipos que compõem o Aquífero Taubaté, observa-se que as menores vazões se concentram no centro da bacia sedimentar, onde predominam sedimentos argilosos (argilitos, folhelhos, ritmitos, margas e calcários dolomíticos da Formação Tremembé). Já nas porções sudoeste e nordeste da bacia sedimentar, onde predominam os sedimentos arenosos (arenitos e conglomerados), observam-se as maiores vazões e potencialidade.

Ainda especificamente quanto à Bacia Sedimentar de Taubaté, cabe destacar o potencial geotérmico das águas subterrâneas, conhecido desde a década de 1980 (IPT, 1986). Na década de 1990, no município de Taubaté, água subterrânea termal, com temperatura de 50 °C, foi utilizada para lazer no Balneário Onsen Termas, empreendimento de capital japonês, já desativado (RAMPANELLI et al., 2011). Souza Filho et al. (2013), considerando a possibilidade de aproveitamento de recursos geotermiais como fonte de energia elétrica, realizou estudos para avaliar o potencial geotérmico da Bacia Sedimentar de Taubaté, com base em gradientes geotérmicos determinados em 37 poços profundos localizados nos municípios de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Pindamonhangaba, Potim, Guaratinguetá, Lorena e Cachoeira Paulista. Os resultados obtidos evidenciaram que a área entre Taubaté e Pindamonhangaba é, em princípio, prospectável e mais promissora em termos de energia geotermal no Estado de São Paulo.

#### *4.1.2.1.3.1.2. Aquíferos pré-cambrianos*

Os aquíferos pré-cambrianos são compostos pelas rochas do embasamento cristalino, ígneas e metamórficas, relacionadas ao Grupo Açungui (PERROTTA et al, 2006), de idade pré-cambriana, podendo ser individualizados, na UGRHI 02, dois sistemas: Pré-Cambriano e Pré-Cambriano Cárstico.

O Aquífero Pré-Cambriano é o aquífero que predomina na UGRHI 02, em termos de abrangência espacial (**Tabela III-3** e **Figura III-11**). De forma geral os aquíferos cristalinos possuem duas unidades: manto de intemperismo e rocha sã. Posicionada próxima à superfície, a unidade do manto de intemperismo – caracterizada pela rocha alterada, em decomposição, transformando-se em material desagregado e incoeso – comporta-se como um aquífero tipo livre, com porosidade primária granular e espessuras relativamente rasas, alcançando cerca de 50 m de profundidade. Abaixo do manto de intemperismo encontra-se a unidade relativa à rocha sã, cristalina, com suas propriedades físico-químicas inalteradas pelo intemperismo propiciado pela exposição da superfície. São aquíferos confinados, livres e semi-confinados e, por vezes, estão conectados com o aquífero do manto de intemperismo. Não apresenta porosidade granular, sendo a percolação da água realizada através de estruturas/descontinuidades do maciço, como falhas, fraturas e foliações. Esses condicionantes estruturais normalmente são heterogêneos e anisótropos, o que dificulta a caracterização hidráulica da unidade (PERROTTA, 2006).

O Aquífero Pré-Cambriano Cárstico corresponde a uma pequena faixa de terreno, que abrange 0,01% da área total da UGRHI 02 (**Tabela III-3**) composto por rochas calcárias, situada nas proximidades do município de Santa Isabel, no sudoeste da UGRHI (**Figura III-11**). Devido principalmente às suas propriedades químicas e de dissolução, os terrenos cársticos denotam características muito particulares às propriedades de um aquífero, implicando a necessidade de individualizá-los enquanto em uma unidade aquífera à parte dos demais terrenos que compõem o embasamento das bacias e adjacências. O Aquífero Pré-Cambriano Cárstico destaca-se pelo seu alto potencial de produção associado às feições de dissolução (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

#### 4.1.2.1.3.2. Áreas de recarga

O Relatório Final do Projeto Recarga – Região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul – Estado de São Paulo (MC, 2008) apresenta um estudo do potencial hidrogeológico, que contempla a identificação, caracterização e avaliação da importância de áreas de recarga na UGRHI 02.

A análise apresentada em MC, 2008 tem como base a integração de dados fotointerpretados de produtos de sensoriamento remoto; dados do meio físico como litologia, hidrogeologia e geologia estrutural; e dados meteorológicos.

A partir de informações litoestruturais e sobre o fluxo de águas subterrâneas da região, MC, 2008 identificam três áreas, de acordo com suas características predominantes:

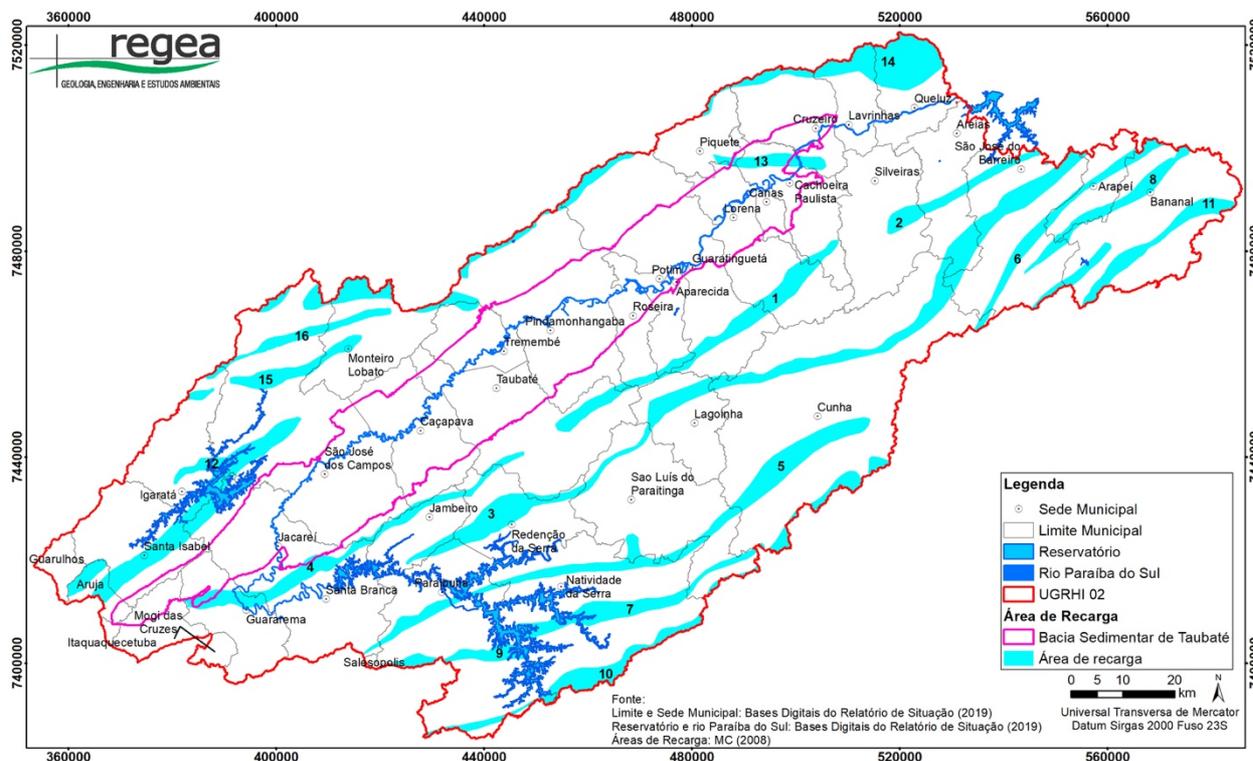
- Área Norte (Noroeste da Bacia de Taubaté) – Área marcada pela predominância de um fluxo concordante em direção à calha do rio Paraíba do Sul, na Bacia de Taubaté. Alterna áreas de fluxo discordante divergente (recarga), alinhados para NE, situados principalmente sobre faixas de rochas graníticas e migmatíticas, com discretas áreas de descarga;
- Área Sul (Sudeste da Bacia de Taubaté) – Área onde se alternam faixas alongadas de áreas de fluxos discordantes divergentes (recarga), orientadas para NE e situadas predominantemente sobre unidades graníticas e granitoides, com áreas de fluxos discordante convergentes (descarga), paralelas e situadas predominantemente sobre metassedimentos e rochas metamórficas migmatíticas. Essas duas faixas se distribuem sobre amplas áreas caracterizadas como de fluxo concordante, em direção a Bacia de Taubaté; e
- Área da Bacia Sedimentar de Taubaté – Área caracterizada por fluxo discordante convergente em sua parte central, alongado na direção longitudinal da bacia sedimentar, próxima à calha do rio Paraíba do Sul, ladeada por áreas de fluxo concordante no sentido da calha do rio. Essa área, composta por rochas sedimentares, é caracterizada como uma área de recarga em toda sua extensão por apresentar porosidade intergranular.

Assim, pelo fluxo subterrâneo e os condicionantes morfoestruturais, foram identificadas três situações principais que identificam áreas de recarga (fluxo discordante divergente), área de descarga (fluxo discordante convergente) e área de escoamento de águas subterrâneas (fluxo concordante). Nesse processo foram delimitadas 16 áreas de recarga para a UGRHI 02, que são porções alongadas, orientadas NE, paralelas à estruturação da área e ao alongamento das unidades litoestruturais, abrangendo, no total, 2.291,80 km<sup>2</sup>, ou seja, cerca de 15,86% da área da UGRHI 02 (**Figura III-12 e Tabela III-4**).

A maior área de recarga, com 411,22 km<sup>2</sup>, é a identificada pelo número 3, que se situa, paralela ao rio Paraíba do Sul, na porção sul dos municípios de Taubaté, Pindamonhangaba, Roseira, Aparecida, Lorena, Canas e Cachoeira Paulista. Na sequência, têm-se: (1) a área de recarga número 14, com 310,96 km<sup>2</sup>, situada no limite oeste da UGRHI 02, ente os municípios de São José dos Campos e Queluz; (2) a área de recarga número 5, com 243,86 km<sup>2</sup>, que abrange porções dos municípios de Santa Branca, Paraibuna, Natividade da Serra, São Luís do Paraitinga e Cunha; e (3) a área de recarga número 12, com 227,04 km<sup>2</sup>, que abrange porções dos municípios de Arujá, Santa Isabel, Igaratá, Jacareí e São José dos Campos. As demais áreas de recarga possuem abrangências inferiores, merecendo destaque as áreas de recarga números 1 e 4, pela proximidade simultânea com a Bacia Sedimentar de Taubaté e os municípios mais populosos da UGRHI 02; e a área de recarga número 10, por situar-se no limite sul da UGRHI 02, abrangendo área de todos os municípios desse contexto limítrofe, desde Paraibuna até Bananal (**Figuras III-12 e III-13**).

Analisando a cobertura do solo sobre essas áreas de recarga, verifica-se que, predominam as áreas de Pastagem e Silvicultura, seguidas pelas áreas de Mata, mas, esta última, com abrangência muito inferior às duas primeiras (**Tabela III-5; Figuras III-14 e III-15**). Salienta-se que, sobre as áreas de recarga deve ser privilegiada a cobertura vegetal nativa, visando a qualidade da água e a facilidade da infiltração.

**Figura III-12 – Distribuição espacial das áreas de recarga de aquífero da UGRHI 02.**



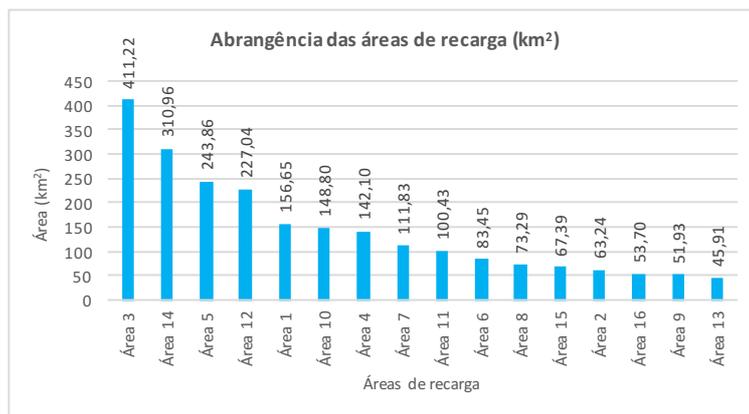
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de MC. 2008).

**Tabela III-4 – Abrangência, em área, das áreas de recarga de aquífero.**

Área de recarga	Área (km <sup>2</sup> )
1	156,65
2	63,24
3	411,22
4	142,10
5	243,86
6	83,45
7	111,83
8	73,29
9	51,93
10	148,80
11	100,43
12	227,04
13	45,91
14	310,96
15	67,39
16	53,70
<b>Total</b>	<b>2.291,80</b>

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de MC. 2008).

**Figura III-13 – Abrangência, em área, das áreas de recarga de aquífero na UGRHI 02.**



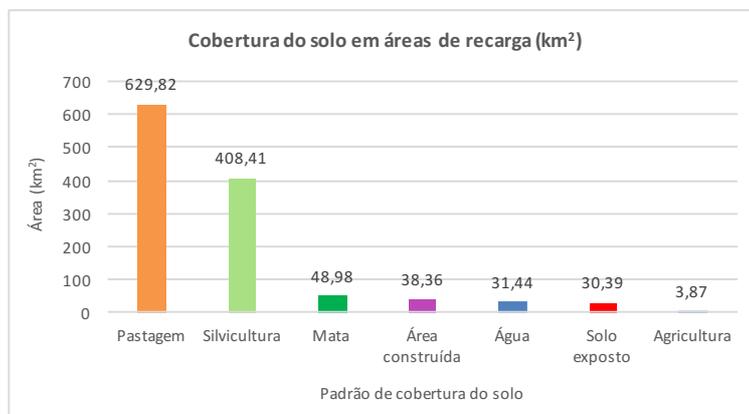
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de MC. 2008).

**Tabela III-5 – Áreas de recarga: área ocupada por tipo de uso.**

Área de recarga	Área ocupada por tipo de uso													
	Agricultura		Água		Área construída		Mata		Pastagem		Silvicultura		Solo exposto	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
1	0,63	0,40	0,06	0,04	0,57	0,37	19,14	12,22	65,62	41,89	69,48	44,35	1,15	0,74
2	0,25	0,40	0,41	0,64	0,33	0,52	4,55	7,19	26,52	41,93	30,50	48,22	0,69	1,10
3	1,09	0,26	0,24	0,06	1,55	0,38	34,81	8,47	146,76	35,69	216,97	52,76	9,80	2,38
4	2,43	1,71	1,05	0,74	3,22	2,27	23,90	16,82	46,90	33,01	61,87	43,54	2,73	1,92
5	0,72	0,30	2,66	1,09	1,29	0,53	25,51	10,46	92,87	38,08	114,83	47,09	5,98	2,45
6	0,0	0,00	0,02	0,02	0,33	0,40	0,23	0,28	51,48	61,69	28,09	33,66	3,30	3,95
7	0,03	0,03	8,04	7,19	0,05	0,04	7,20	6,44	49,03	43,85	41,10	36,75	6,39	5,71
8	0,07	0,10	0,09	0,12	0,13	0,17	0,72	0,99	40,51	55,27	28,02	38,23	3,76	5,12
9	0,29	0,56	4,77	9,18	0,71	1,37	7,39	14,23	8,54	16,45	26,22	50,50	4,00	7,71
10	0,12	0,08	0,48	0,32	1,09	0,73	2,56	1,72	114,16	76,72	30,20	20,30	0,19	0,13
11	0,08	0,08	0,20	0,20	0,12	0,11	0,50	0,50	72,30	71,99	27,01	26,89	0,23	0,22
12	1,45	0,64	16,74	7,37	30,56	13,46	5,59	2,46	50,82	22,38	111,62	49,16	10,26	4,52
13	1,02	2,21	0,46	1,01	0,80	1,75	7,27	15,84	3,23	7,03	31,34	68,26	1,79	3,90
14	0,52	0,17	0,37	0,12	4,26	1,37	8,36	2,69	225,22	72,43	69,07	22,21	3,16	1,02
15	0,23	0,35	0,15	0,22	0,58	0,86	8,20	12,17	37,74	56,00	20,35	30,20	0,14	0,20
16	0,04	0,08	0,15	0,28	0,07	0,13	1,17	2,19	28,29	52,68	23,48	43,73	0,49	0,91
<b>Totais</b>	<b>3,87</b>	<b>-</b>	<b>31,44</b>	<b>-</b>	<b>38,36</b>	<b>-</b>	<b>48,98</b>	<b>-</b>	<b>629,82</b>	<b>-</b>	<b>408,41</b>	<b>-</b>	<b>30,39</b>	<b>-</b>

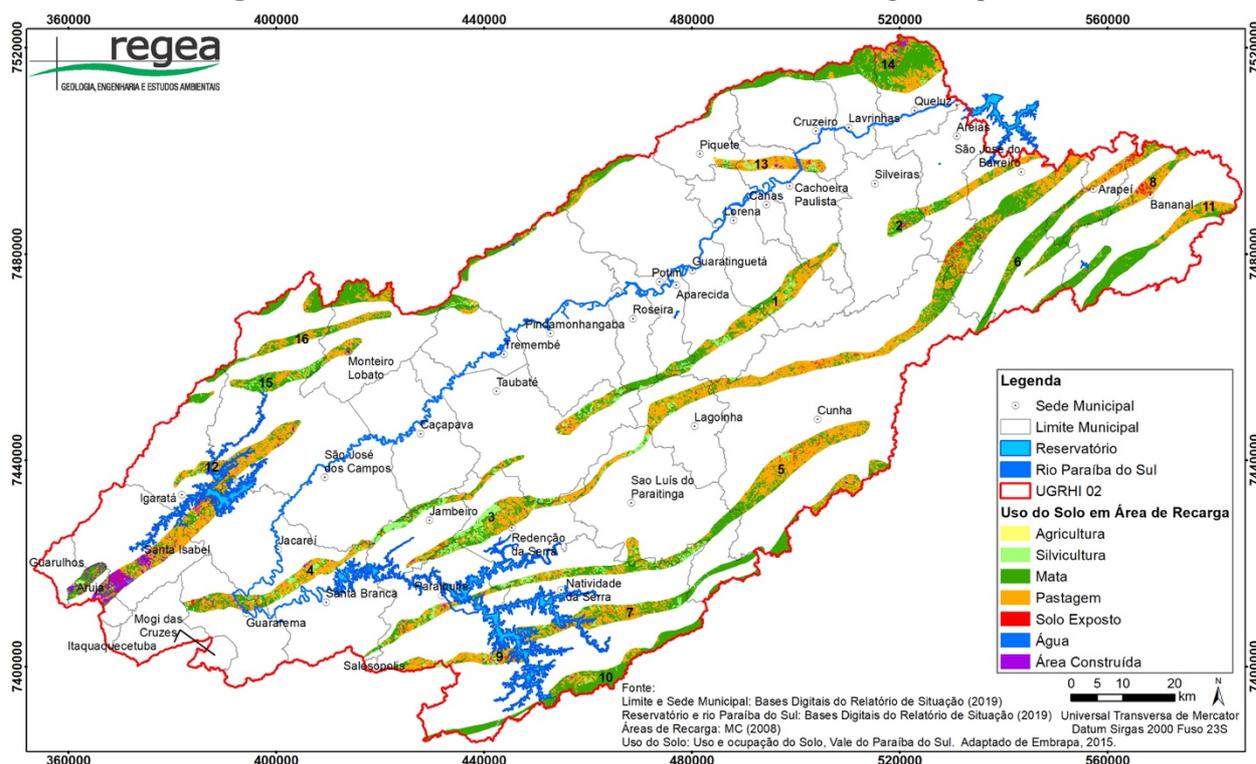
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de MC, 2008; da Embrapa, disponíveis em [http://geoinfo.cnpem.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa\\_vale\\_2015](http://geoinfo.cnpem.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015); e do Instituto Geológico, disponível em <https://drive.google.com/drive/folders/1j63-0LaNH4WNAchHBhUZHpZ1YmEp5IEE>).

**Figura III-14 – Uso e ocupação do solo em área de recarga.**



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de MC, 2008; da Embrapa, disponíveis em [http://geoinfo.cnpem.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa\\_vale\\_2015](http://geoinfo.cnpem.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015); e do Instituto Geológico, disponível em <https://drive.google.com/drive/folders/1j63-0LaNH4WNAchHBhUZHpZ1YmEp5IEE>).

Figura III-15 – Padrões de uso do solo em áreas de recarga de aquífero.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de MC, 2008; da Embrapa, disponíveis em [http://geoinfo.cnpem.br/layers/geonode%3Amapa\\_vale\\_2015](http://geoinfo.cnpem.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015); e do Instituto Geológico, disponível em <https://drive.google.com/drive/folders/1j63-0LaNH4WNAcHBhUZHcpZ1YmEp51EE>).

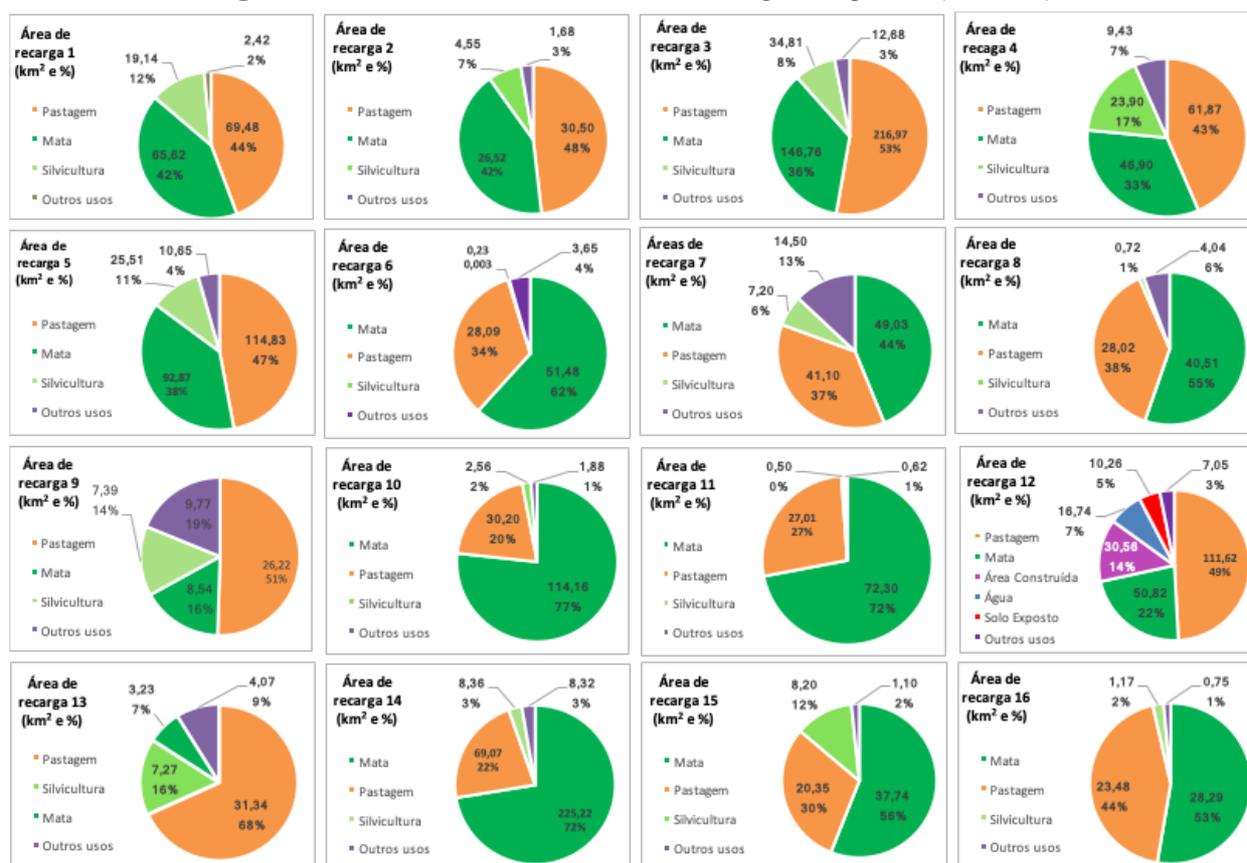
Considerando os quantitativos referentes à cobertura do solo em cada área de recarga (**Figura III-16**), observa-se que:

- Com mais de 70% de cobertura vegetal nativa, têm-se as áreas de recarga de números 10 (77%), 11 (72%) e 14 (72%);
- Com cobertura vegetal nativa superior a 60% e inferior a 70%, têm-se apenas a área de recarga número 6 (62%);
- Com cobertura vegetal nativa superior a 50% e inferior a 60%, têm-se as áreas de recarga números 8 (55%), 15 (56%) e 16 (53%);
- Com cobertura vegetal nativa superior a 40% e inferior a 50%, têm-se as áreas de recarga números 1 (42%) e 2 (42%);
- Com cobertura vegetal nativa superior a 30% e inferior a 40%, têm-se as áreas de recarga números 3 (36%), 4 (33%) e 5 (38%); e
- Com menos de 30% de cobertura vegetal nativa, têm-se as áreas de recarga números 9 (16%), 12 (22%); e 13 (7%).

De forma geral, as áreas de recarga com cobertura vegetal inferior a 60% devem ser privilegiadas em termos de implantação de vegetação nativa, destacando-se as áreas 13, 9 e 12.

Cabe ainda destacar as particularidades da área de recarga de número 12, pois além da cobertura vegetal nativa pouco escassa, tem expressividade a abrangência dos padrões de usos do solo Área construída (14%), Solo exposto (5%) e Água (7%). No caso da presença de Água, o estudo de MC, 2008 indica que o reservatório Jaguari tende a estar perdendo água devido ao intenso faturamento no trecho em questão (**Figura III-15**).

Figura III-16 – Uso do solo em áreas de recarga de aquífero (km<sup>2</sup> e %).



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de MC, 2008; da Embrapa, disponíveis em [http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa\\_vale\\_2015](http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015); e do Instituto Geológico disponível em <https://drive.google.com/drive/folders/1j63-0LaNH4WNAcHBhUZHpZ1YmEp5IEE>).

#### 4.1.2.1.3.3. Potencial de exploração

O Aquífero Pré-Cambriano do Estado de São Paulo, em geral, apresenta produtividade baixa e muito variável, com vazões médias da ordem de 5 m<sup>3</sup>/h, porém com possibilidade de haver poços próximos, com vazões muito diferentes devido à variação da quantidade, da conectividade e da abertura das descontinuidades presentes no maciço (IRITANI & EZAKI, 2008). Poços bem localizados nessa unidade, como por exemplo em lineamentos tectônicos, rendem vazões da ordem de 10 a 20 m<sup>3</sup>/h (DURIGAN & SIMÕES, 2014).

No Aquífero Taubaté a produtividade está diretamente ligada aos litotipos da bacia sedimentar, onde as unidades com camadas mais arenosas e conglomeráticas apresentam melhores condições de porosidade e permeabilidade em relação às unidades com predominância de material argiloso, proveniente do ambiente lacustre.

As áreas com rochas predominantemente arenosas se concentram, sobretudo, na região sudoeste da bacia sedimentar entre os municípios de Jacareí e São José dos Campos, e na região nordeste da bacia sedimentar, entre Guaratinguetá e Lorena, com vazões que variam de 10 a 200 m<sup>3</sup>/h e as vazões sustentáveis recomendadas da ordem de 120 m<sup>3</sup>/h por poço. Por outro lado, na porção central da bacia sedimentar, onde predominam as rochas argilosas, as vazões se assemelham ao Aquífero Pré-Cambriano, cujas vazões recomendadas não ultrapassam a ordem de 10 m<sup>3</sup>/h (IRITANI & EZAKI, 2008).

Cálculos de excedente hídrico anual sobre a Bacia Sedimentar de Taubaté apontam para valores da ordem da 4,01 m<sup>3</sup>/s, que, em comparação com o valor de consumo atual de água subterrânea em São José dos Campos (município mais habitado e industrializado da UGRHI 02), da ordem, em 2019, de 1,817m<sup>3</sup>/s, demonstram um potencial de recarga anual deste aquífero de praticamente duas vezes ao valor extraído (DINIZ et al., 2005 modificado). Ao menos nesse município, se mantidas as condições de recarga, a disponibilidade hídrica desse recurso é favorável ao desenvolvimento de novos empreendimentos que o utilizem.

Estudos divulgados no Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo Escala 1:1.000.000 (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005) concluem que as regiões do eixo Jacareí – São José dos Campos, além dos municípios de Caçapava, Lorena e Guaratinguetá são consideradas as áreas mais promissoras para exploração de água subterrânea, com vazões entre 80 e 120 m<sup>3</sup>/h, enquanto a região central da bacia, entre Taubaté e Pindamonhangaba, apresenta vazões inferiores a 10 m<sup>3</sup>/h. Vazões entre 40 e 80 m<sup>3</sup>/h são observadas na região de Roseira.

De acordo com DAEE/LEBAC (2013), a UGRHI 02 está localizada em área sem estresse hídrico e com disponibilidade hídrica subterrânea (Q<sub>95%</sub>) de 5,05 a 6,54 L/s/km<sup>2</sup>.

#### 4.1.2.1.3.4. Grau de vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos

Considerando a intensa urbanização que ocorreu ao longo do eixo da Rodovia Presidente Dutra, onde se desenvolveram as maiores áreas urbanizadas da UGRHI 02, os aquíferos sedimentares se encontram mais suscetível e, conseqüentemente, mais vulneráveis às cargas poluentes oriundas do sistema de esgoto e do diversificado e disseminado parque industrial que se abrigou principalmente entre os municípios de Jacareí e Taubaté, em se tratando do Aquífero Taubaté, e na região de Guarulhos e Arujá, no que se refere ao Aquífero São Paulo.

O comportamento dos aquíferos sedimentares, como do tipo livre e poroso, favorece a rápida infiltração de substâncias contaminantes, à exceção das porções centrais da Bacia Sedimentar de Taubaté, onde ocorrem sedimentos argilosos (Formação Tremembé), pouco permeáveis, que agem como camadas confinantes e retardam o fluxo vertical da água no aquífero.

Segundo o mapa da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo (HIRATA et al, 1997), no Aquífero Taubaté observam-se áreas com alto grau de vulnerabilidade, circundadas por áreas com grau de vulnerabilidade de médio a baixo (**Figura III-17**).

O mapa de Hirata et al. (1997) foi elaborado utilizando o método de determinação da vulnerabilidade de aquíferos por meio do Índice GOD, que é calculado, segundo Foster et al, (2006), por meio da fórmula:

$$\text{Índice GOD} = G \times O \times D$$

Onde:

G = grau de confinamento hidráulico da água subterrânea no aquífero;

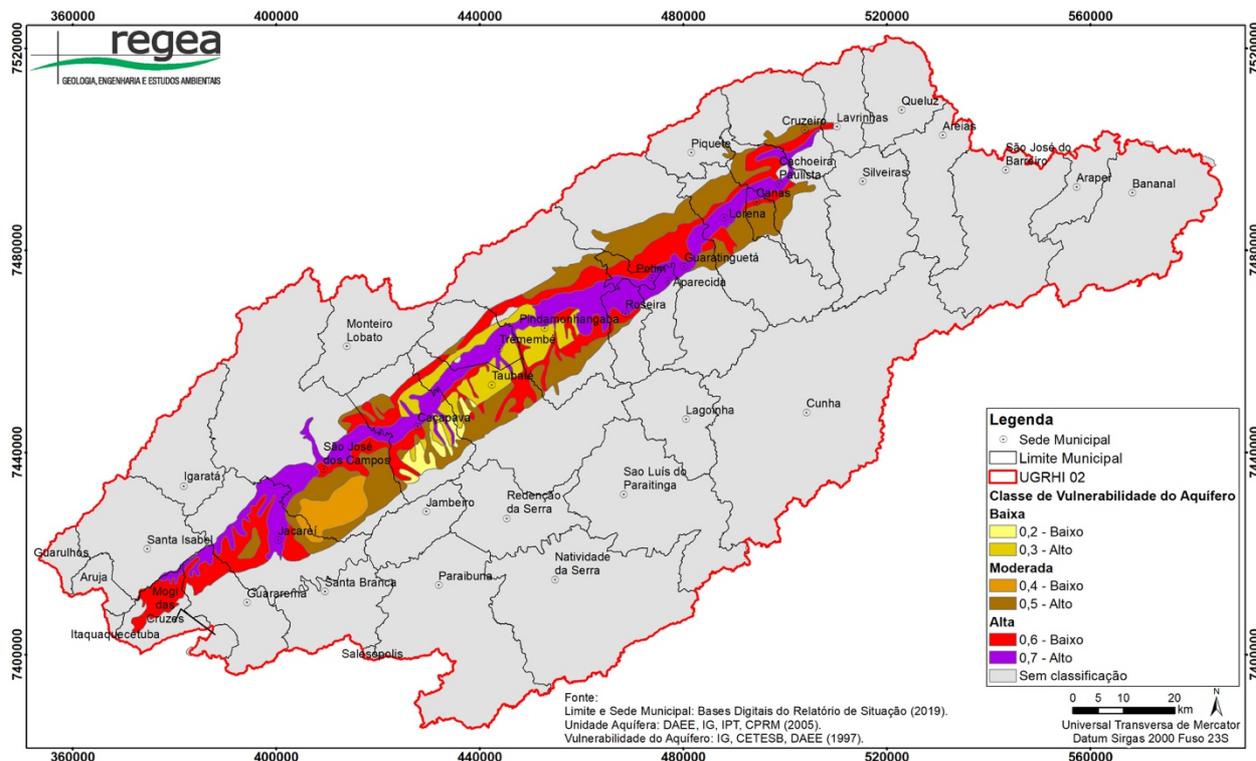
O = ocorrência de extratos de cobertura (zona vadosa ou camada confinante), em termos da característica hidrogeológica e do grau de consolidação que determinam sua capacidade de atenuação do contaminante; e

D = Distância até o lençol freático ou o teto do aquífero confinado.

Cada fator (G, O e D) é ponderado com valores entre 0 e 1. O resultado obtido é enquadrado em uma classe de vulnerabilidade de acordo com a pontuação alcançada (**Tabela III-6**).

No caso do Aquífero Taubaté foram identificadas três classes, Baixa, Moderada e Alta, num total de seis subclasse (Baixa-Baixo, Baixa-Alto, Moderada-Baixo, Moderada-Alto, Alta-Baixo e Alta-Alta). Os dados da **Tabela III-7** mostram que, no Aquífero Taubaté, predomina a subclasse Moderada-Alta, seguida pelas subclasses Alta-Baixo e Alta-Alto.

**Figura III-17** – Grau de vulnerabilidade à contaminação do Aquífero Taubaté.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

**Tabela III-6** – Definição da classe de vulnerabilidade

Classe de vulnerabilidade	Definição correspondente	Pontuação (P)
Extrema	Vulnerável à maioria dos contaminantes com impacto rápido em muitos cenários de contaminação.	$1 \leq P < 0,7$
Alta	Vulnerável a muitos contaminantes (exceto os que são fortemente adsorvidos ou rapidamente transformados) em muitas condições de contaminação.	$0,7 \leq P < 0,5$
Moderada	Vulnerável a alguns contaminantes, mas somente quando continuamente lançados ou lixiviados	$0,5 \leq P < 0,3$
Baixa	Vulnerável somente a contaminantes conservadores, a longo prazo, quando contínua e amplamente lançados ou lixiviados.	$0,3 \leq P < 0,1$
Insignificante	Presença de camadas confinantes sem fluxo vertical significativo de água subterrânea (percolação).	$0,1 \leq P \leq 0$

Fonte: Foster et al., 2006.

**Tabela III-7** – Classes de vulnerabilidade do Aquífero Taubaté.

Classes de vulnerabilidade de aquífero		Área das classes de vulnerabilidade do Aquífero Taubaté	
		km <sup>2</sup>	%
Baixa	Baixo	54,64	2,34
	Alto	223,45	9,56
Moderada	Baixo	101,75	4,36
	Alto	680,42	29,12
Alta	Baixo	671,80	28,76
	Alto	604,20	25,86

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

#### 4.1.2.1.3.5. Área existentes de proteção das águas subterrâneas

O documento “Regionalização de diretrizes de utilização e proteção das águas subterrâneas” elaborado pelo convênio DAEE /UNESP (DAEE/LEBAC, 2013) identifica as áreas do Estado de São Paulo que, a partir da avaliação da intensidade de uso e qualidade das águas subterrâneas, devem ter orientações específicas de gestão e uso racional.

Para a delimitação dessas áreas foram utilizados como critérios: densidade de poços, quantidade de empreendimentos potencialmente poluidores, criticidade em relação à disponibilidade hídrica subterrânea, ocorrência de poços com alteração da qualidade natural e quantidade de áreas contaminadas.

Na UGRHI 02, a conurbação urbana entre os municípios de São José dos Campos e Jacareí, corresponde à área de restrição (**Figura III-11**), para a qual são propostas as seguintes diretrizes específicas para utilização e proteção:

- Proteger as captações de água subterrânea;
- Adequar o zoneamento municipal e o Plano Diretor, visando à proteção dos poços e aquíferos importantes ao abastecimento público;
- Implantar programa de capacitação técnica dos órgãos municipais e estaduais relacionados à produção e distribuição de água, gestão ambiental e planejamento;
- Promover campanhas de educação ambiental;
- Cadastrar, controlar e fiscalizar as captações e outorgas de uso da água subterrânea;
- Consolidar a participação dos municípios na gestão dos recursos hídricos e promover sua articulação com órgãos gestores estaduais e o CBH-PS;
- Implantar rede de monitoramento de nível de água e de parâmetros indicadores de qualidade; e
- Elaborar planejamento do uso da água subterrânea a curto e longo prazos.

A proteção das captações de água subterrânea é prevista na Lei Estadual nº 6.134/88 e no Decreto nº 32.955/91 que a regulamentou, possui objetivo de garantir a qualidade das águas subterrâneas ao estabelecer os limites dentro dos quais deverá haver restrições de ocupação e de determinados usos que possam comprometer o seu aproveitamento. De acordo com DAEE/LEBAC (2013), instruções técnicas destinadas à proteção de poços de abastecimento encontram-se no “Roteiro Orientativo para Delimitação de Área de Proteção de Poços” publicado pelo Instituto Geológico (IRITANI & EZAKI, 2010).

#### 4.1.2.1.4. Mananciais de abastecimento público

Nos subitens a seguir são apresentadas informações referentes às bacias com captação para abastecimento público e os trechos de aquíferos com captações subterrâneas para abastecimento público; bem como dados sobre a população abastecida por esses mananciais.

Salienta-se que dados referentes ao uso e ocupação do solo nas bacias com captação para abastecimento público são tratados no item 4.1.8.1, referente ao uso e ocupação do solo, juntamente com os demais recortes de análise de dados (UGRHI 02 e municípios).

#### 4.1.2.1.4.1. Bacias com captação superficial para abastecimento público

As bacias com captação superficial para abastecimento público apresentadas nesse item são aquelas relacionadas no cadastro de outorgas DAEE e ANA com finalidade de uso abastecimento público. Foram considerados os pontos de captação executados no leito natural dos cursos d'água, desconsiderando captações realizadas em reservatórios e no rio Paraíba do Sul. No total, foram definidas 38 bacias com captação superficial para abastecimento público – 36 relacionadas a outorga do DAEE e duas a outorga da ANA – (**Figura I-4 e Tabela III-8**).

**Tabela III-8** – Bacias com captação para abastecimento público: dados básicos.

Bacia	Principal curso d'água da bacia	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Coordenadas da captação superficial de abastecimento público definidora da bacia	
			x	y
Bacia 01	Ribeirão da Bocaina	261,14	500.225,53	7.494.282,67
Bacia 02	Ribeirão Passa Vinte	17,55	498.556,86	7.511.702,69
Bacia 03	Afluente Rio Paraíba do Sul	0,46	500.597,69	7.491.516,54
Bacia 04	Rio do Entupido	9,89	521.730,17	7.512.520,96
Bacia 05	Rio Una ou rio das Almas	458,89	447.996,46	7.460.150,75
Bacia 06	Afluente do córrego das Palmeiras	0,85	544.794,26	7.493.955,36
Bacia 07	Ribeirão Benfica	15,92	478.751,90	7.501.569,57
Bacia 08	Afluente do córrego da Tabuleta	2,41	478.557,24	7.502.140,69
Bacia 09	Ribeirão dos Lemes	12,38	473.250,10	7.493.109,88
Bacia 10	Afluente do córrego do Sertãozinho	0,38	492.320,30	7.465.011,73
Bacia 11	Ribeirão da Fortaleza	4,71	476.205,48	7.496.481,85
Bacia 12	Afluente do rio do Chapéu	2,84	479.336,55	7.428.325,38
Bacia 13	Ribeirão dos Monteiro	12,75	495.264,16	7.506.653,57
Bacia 14	Afluente do ribeirão da Fortaleza	1,16	476.529,51	7.494.929,28
Bacia 15	Ribeirão do Braço	22,75	511.893,85	7.511.367,96
Bacia 16	Rio Buquira ou Ferrão	244,61	406.509,75	7.443.594,35
Bacia 17	Córrego do Fundo	16,00	516.615,71	7.493.410,60
Bacia 18	Ribeirão do Batedor	21,52	497.623,88	7.510.902,60
Bacia 19	Afluente do rio Formoso	0,44	550.676,69	7.494.515,46
Bacia 20	Afluente do ribeirão do Barreiro	1,43	543.419,12	7.492.864,51
Bacia 21	Afluente do ribeirão do Barreiro	3,41	543.059,28	7.492.604,77
Bacia 22	Ribeirão Capetinga	19,79	523.664,31	7.464.536,22
Bacia 23	Rio do Pimenta	0,54	510.949,04	7.445.935,98
Bacia 24	Afluente do ribeirão Barreiro (Córrego Bairro São Pedro)	1,70	541.824,37	7.490.974,25
Bacia 25	Afluente do rio Formoso (Córrego Fazenda Cachoeira)	2,06	549.645,42	7.494.600,17
Bacia 26	Ribeirão Araraquara	17,61	373.751,06	7.419.513,30
Bacia 27	Córrego do Almeida	6,57	556.244,80	7.489.884,94
Bacia 28	Ribeirão Guaratinguetá	128,22	478.035,45	7.480.226,70
Bacia 29	Ribeirão dos Souza	31,46	414.377,14	7.466.806,52
Bacia 30	Córrego das Couves	7,29	401.169,11	7.466.443,14
Bacia 31	Córrego das Palmeiras e ribeirão do Charco	32,54	382.076,34	7.434.951,44
Bacia 32	Ribeirão da Tapera	14,08	478.868,26	7.446.717,89
Bacia 33	Rio Una ou rio das Almas	363,32	448.049,03	7.453.083,74
Bacia 34	Rio Buquira ou Ferrão	148,50	414.334,42	7.460.382,59
Bacia 35	Afluente do rio Buquira ou Ferrão (Córrego da Serrinha)	1,25	415.479,13	7.461.005,61
Bacia 36	Ribeirão do Guamerál ou Pirutinga	35,47	462.492,44	7.483.809,37
Bacia 37	Rio Bananal*	74,34	570.424,43	7.492.360,77
Bacia 38	Ribeirão Vermelho*	38,20	531.308,56	7.503.018,16

\* Outorga da ANA.

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados dos Bancos de Outorgas do DAEE e ANA).

A captações principais para abastecimento público das bacias 01 a 36, relativas a outorga do DAEE, somam vazão total outorgada de 1,05 m<sup>3</sup>/s; e das bacias 37 e 38, relativas a outorga da ANA, somam vazão total outorgada de 0,03 m<sup>3</sup>/s (**Tabela III-9**). A Bacia 33, relacionada ao município de Taubaté, é a que possui, de forma expressiva, a maior vazão outorgada para abastecimento público (**Figura III-18**).

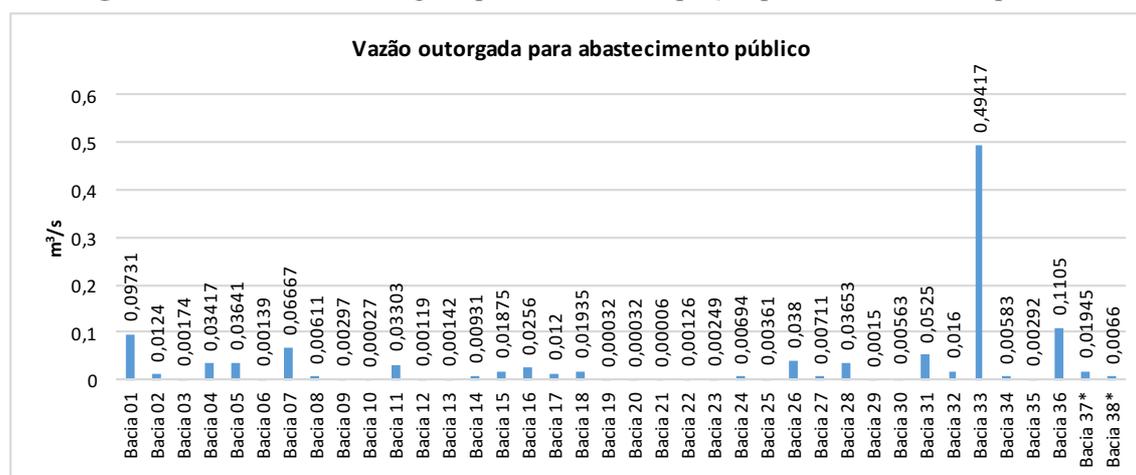
**Tabela III-9 – Bacias com captação para abastecimento público: usuário, município e vazão outorgada.**

Bacia	Usuário da captação	Município	Vazão outorgada (m <sup>3</sup> /s)
Bacia 01	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Cachoeira Paulista	0,09731
Bacia 02	SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cruzeiro	Cruzeiro	0,01240
Bacia 03	MCTI -Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	Cachoeira Paulista	0,00174
Bacia 04	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Queluz	0,03417
Bacia 05	SAP - Secretaria da Administração Penitenciária	Pindamonhangaba	0,03641
Bacia 06	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	São José do Barreiro	0,00139
Bacia 07	Águas Piquete S.A.	Piquete	0,06667
Bacia 08	Águas Piquete S.A.	Piquete	0,00611
Bacia 09	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Guaratinguetá	0,00297
Bacia 10	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Guaratinguetá	0,00027
Bacia 11	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Piquete	0,03303
Bacia 12	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	São Luís do Paraitinga	0,00119
Bacia 13	SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cruzeiro	Cruzeiro	0,00142
Bacia 14	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Guaratinguetá	0,00931
Bacia 15	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Lavrinhas	0,01875
Bacia 16	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	São José dos Campos	0,02560
Bacia 17	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Silveiras	0,01200
Bacia 18	SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cruzeiro	Cruzeiro	0,01935
Bacia 19	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	São José do Barreiro	0,00032
Bacia 20	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	São José do Barreiro	0,00032
Bacia 21	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	São José do Barreiro	0,00006
Bacia 22	Prefeitura do Município de Cunha	Cunha	0,00126
Bacia 23	Prefeitura do Município de Cunha	Cunha	0,00249
Bacia 24	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	São José do Barreiro	0,00694
Bacia 25	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	São José do Barreiro	0,00361
Bacia 26	Prefeitura do Município de Santa Isabel	Santa Isabel	0,03800
Bacia 27	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Arapeí	0,00711
Bacia 28	Prefeitura do Município de Guaratinguetá	Guaratinguetá	0,03653
Bacia 29	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Monteiro Lobato	0,00150
Bacia 30	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	São José dos Campos	0,00563
Bacia 31	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Igaratá	0,05250
Bacia 32	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Lagoinha	0,01600
Bacia 33	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Taubaté	0,49417
Bacia 34	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Monteiro Lobato	0,00583
Bacia 35	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Monteiro Lobato	0,00292
Bacia 36	Companhia de Água, Esgotos e Resíduos de Guaratinguetá	Guaratinguetá	0,11050
Bacia 37*	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Bananal	0,01945
Bacia 38*	Prefeitura do Município de Areias	Areias	0,00660

\* Outorga da ANA.

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados dos Bancos de Outorgas do DAEE e ANA).

**Figura III-18 – Vazão outorgada por bacia com captação para abastecimento público.**



\* Outorga da ANA.

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados dos Bancos de Outorgas do DAEE e ANA).

#### 4.1.2.1.4.2. Aquíferos e captações subterrâneas para abastecimento público

As captações subterrâneas para abastecimento público apresentadas nesse item são aquelas relacionadas no cadastro de outorgas DAEE com finalidade de uso abastecimento público.

Na UGRHI 02 foram identificados 219 pontos de captação subterrânea que têm por finalidade o abastecimento público. Predominam no Aquífero Sedimentar Taubaté, onde estão alocadas 169 captações subterrâneas, com vazão total de 1,84 m<sup>3</sup>/s. As águas do Aquífero Pré-cambriano são captadas para abastecimento público em 50 pontos, com vazão total de 0,07 m<sup>3</sup>/s (**Tabela III-10**).

**Tabela III-10 – Aquíferos e captações subterrâneas para abastecimento público.**

Unidade aquífera/municípios	Quantidade de captações (n <sup>o</sup> )	Vazão captada outorgada (m <sup>3</sup> /s)
<b>Pré-cambriano</b>	<b>50</b>	<b>0,07497</b>
Arapeí	1	0,00065
Bananal	1	0,00083
Caçapava	1	0,02407
Guaratinguetá	2	0,00224
Igaratá	10	0,00234
Jambeiro	6	0,01816
Monteiro Lobato	1	0,00063
Paraibuna	8	0,00399
Pindamonhangaba	2	0,00006
Piquete	2	0,00764
Redenção da Serra	1	0,00007
Santa Isabel	7	0,00811
São José dos Campos	4	0,00186
Silveiras	2	0,00327
Taubaté	2	0,00105
<b>Taubaté</b>	<b>169</b>	<b>1,84121</b>
Caçapava	24	0,33477
Canas	3	0,02035
Guararema	5	0,02027
Guaratinguetá	7	0,02204
Jacareí	18	0,08549
Lorena	11	0,21721
Mogi das Cruzes	1	0,00926
Potim	5	0,04199
Roseira	5	0,03870
São José dos Campos	84	1,03545
Taubaté	3	0,00717
Tremembé	3	0,00851
<b>Total</b>	<b>219</b>	<b>1,91618</b>

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Banco de Outorgas do DAEE).

Fazem uso de captações subterrâneas para abastecimento público 23 municípios da UGRHI 02. Apesar de possuir menor número de pontos de captação, o Aquífero Pré-cambriano é explorado por 15 municípios, enquanto Aquífero Sedimentar Taubaté abastece 12 municípios. Os municípios de Caçapava, Guaratinguetá, São José dos Campos e Taubaté captam água dos dois aquíferos, Pré-Cambriano e Taubaté.

As captações subterrâneas do município de São José dos Campos correspondem a 40% (88 pontos de captação) do total de captações subterrâneas para abastecimento público, somando vazão de 1,03 m<sup>3</sup>/s (54% da vazão total). Caçapava possui 25 pontos captação subterrânea, Jacareí 18 pontos de captação, Lorena 11 pontos de captação e Igaratá 10 pontos de captação. Esses cinco municípios representam 69% do total de captações subterrâneas e 89% da vazão total outorgada para uso de abastecimento público.

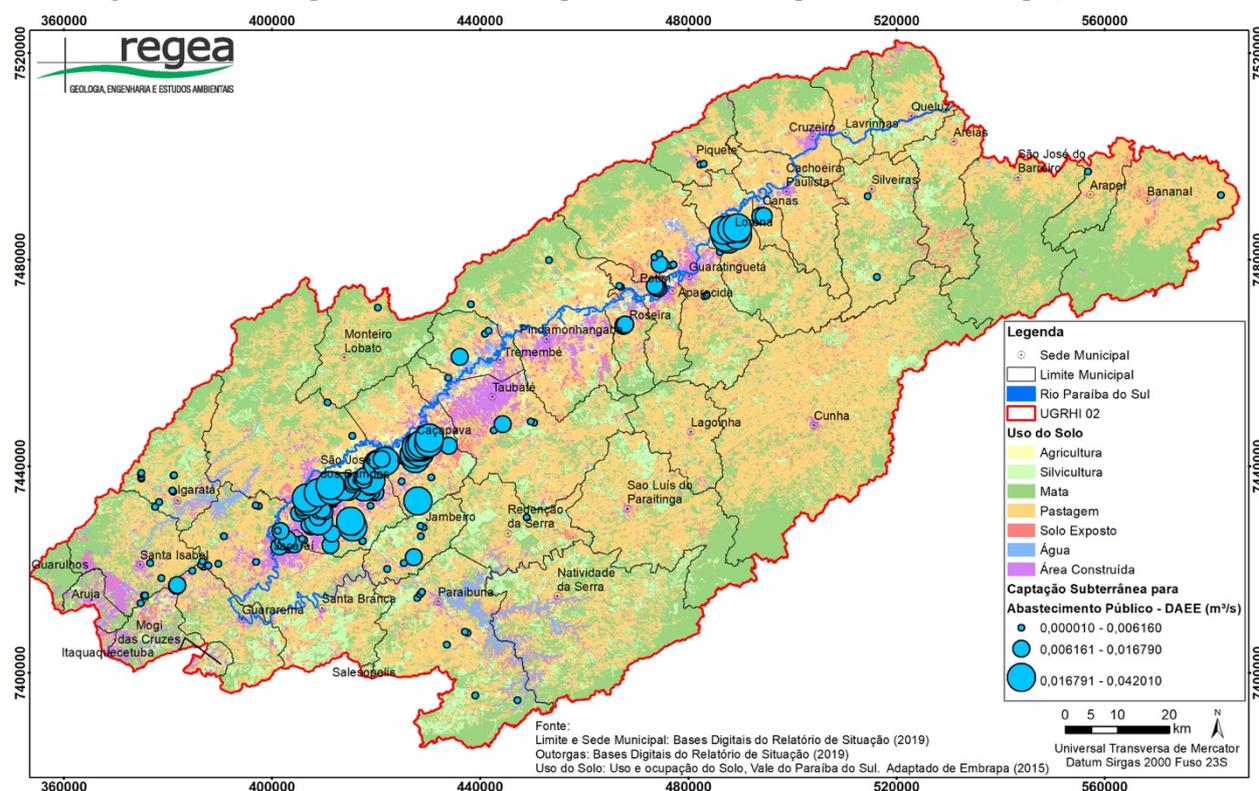
Captações subterrâneas para abastecimento público comumente são alocadas dentro dos limites da área urbana dos municípios devido a facilidade de locação do ponto e eficiência na captação e encaminhamento das águas pela rede de abastecimento. Assim, nota-se que os pontos de captação subterrâneas na UGRHI 02 prevalecem em áreas construídas, correspondendo a 72% do uso e ocupação do local dos pontos de captação (**Tabela III-11**). Os pontos de captação com demais forma de uso e ocupação do solo estão localizados próximos ao centro urbano, vila ou distrito, mas alocados em áreas de pastagem, agricultura, solo exposto ou mata (**Figura III-19**).

**Tabela III-11** – Uso e ocupação do solo nos pontos de captação subterrânea para abastecimento público.

Uso e ocupação do solo	Quantidade de captações subterrâneas (n <sup>o</sup> )
<b>Aquífero Pré-cambriano</b>	
Agricultura	5
Área Construída	22
Mata	3
Pasto	19
Solo Exposto	1
<b>Aquífero Taubaté</b>	
Agricultura	12
Área Construída	135
Mata	1
Pasto	18
Solo Exposto	3

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Banco de Outorgas do DAEE; da Embrapa, disponíveis em [http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa\\_vale\\_2015](http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015); e do Instituto Geológico disponível em <https://drive.google.com/drive/folders/1j63-0LaNH4WNAcHBhUZHpZ1YmEp5IEE>).

**Figura III-19** – Captações subterrâneas para abastecimento público e uso e ocupação do solo.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Banco de Outorgas do DAEE; da Embrapa, disponíveis em [http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa\\_vale\\_2015](http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015); e do Instituto Geológico disponível em <https://drive.google.com/drive/folders/1j63-0LaNH4WNAcHBhUZHpZ1YmEp5IEE>).

#### 4.1.2.2. Conteúdo complementar

Nos subitens a seguir são apresentadas informações sobre as principais características dos corpos d'água superficiais e subterrâneos, por município; a influência da Área de drenagem 4 (cabeceiras da Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande) no litoral fluminense; e a população atendida pelos mananciais superficiais e subterrâneos.

##### 4.1.2.2.1. Cursos d'água por município

A partir de dados extraídos da base digital disponibilizada pela CRHi, em 2020, para elaboração do Relatório de Situação 2019, é possível verificar que na área da UGRHI 02 estão presentes 257 cursos d'água mais expressivos, com extensão total de 3.038,14 km. Os cinco municípios a apresentarem maior número de cursos d'água inseridos em seus territórios são: Paraibuna, São José dos Campos, Santa Branca, Jacareí e Guararema.

Em Paraibuna, município com o maior número cursos d'água, há presença de 27 rios/ribeirão/córregos que perfazem extensão total de 307,72 km. São José dos Campos apresenta a maior extensão de cursos d'água, 309,87 km totalizados de 17 cursos d'água (**Tabela III-12**).

Na área dos municípios de Canas e Potim, o curso d'água mais significativo é rio Paraíba do Sul. Os municípios de Lagoinha e Piquete também apresentam apenas um curso d'água principal em seus territórios.

A **Tabela III-12** apresenta a relação dos cursos d'água e suas extensões dentro por município. Valores zerados para extensão em alguns cursos d'água são em decorrência de aproximação.

**Tabela III-12 – Municípios e seus cursos d'água.**

Municípios e seus cursos d'água	Extensão (km)	Municípios e seus cursos d'água	Extensão (km)
<b>Aparecida</b>		<b>Monteiro Lobato</b>	
Ribeirão Chácara	5,24	Rio Turvo	8,66
Ribeirão dos Motas	3,62	Rio Buquira ou Ferrão	44,55
Ribeirão Moraes	3,00	Ribeirão Buquira ou Ferrão	5,11
Rio Paraíba do Sul	8,99	<b>Natividade da Serra</b>	
Ribeirão do Sá	3,03	Rio Paraitinga	23,74
<b>Arapeí</b>		Rio Paraibuna	83,26
Ribeirão das Palmeiras ou da Divisa	2,91	Ribeirão das Canoas/Córrego Grande	0,00
Rio do Barreiro de Baixo/Ribeirão do Alambari	34,27	Rio Lourenço Velho	11,74
Rio Doce ou Piracama	13,50	Rio Pardo	0,21
Rio Ipiranga	1,08	Córrego Santo Antônio	3,26
Córrego do Campo Alegre ou do Jordão	8,35	<b>Paraibuna</b>	
<b>Areias</b>		Córrego Campo Redondo	9,11
Córrego Santa Clara	5,99	Córrego de Bragança	8,89
Ribeirão Santana	9,99	Córrego Sebastião	1,21
Ribeirão Vermelho	33,01	Ribeirão Claro	17,55
Rio Paraitinga	19,41	Ribeirão do Pantanhão	0,10
Rio Itagacaba	13,51	Rio do Salto	23,43
Rio Paraíba do Sul	2,46	Rio Paraitinga	19,99
<b>Arujá</b>		Rio Paraibuna	21,71
Córrego Água da Santa	0,00	Ribeirão Bela Vista	1,73
Córrego dos Índios/Córrego Cachoeira	3,75	Ribeirão das Canoas	7,07
Córrego Tabuãozinho	5,49	Ribeirão das Canoas/Córrego Grande	5,00
Ribeirão Bento	0,36	Ribeirão do Cedro	14,43

Tabela III-12 – Municípios e seus cursos d'água.

Municípios e seus cursos d'água	Extensão (km)	Municípios e seus cursos d'água	Extensão (km)
Rio Jaguari	8,89	Ribeirão do Couro	8,44
Rio Parateí	0,39	Córrego Espírito Santo	7,36
Ribeirão Araraquara	1,16	Ribeirão Fartura	22,36
<b>Bananal</b>		Córrego Itapeva	2,41
Córrego da Areia / Rio da Prata	3,68	Ribeirão do Lajeado	13,67
Rio Ariró	8,10	Córrego da Laranjeira	6,14
Rio Bocaina	16,00	Rio Lourenço Velho	34,68
Rio Carioca ou Antinha	13,83	Rio Paraíba do Sul	20,38
Rio da Prata	2,21	Rio Paraibuna/Ribeirão da Aparição	2,53
Rio do Bananal	32,55	Rio Pardo	21,36
Rio do Braço	29,55	Córrego Pau d'alho	4,48
Rio Doce ou Piracama	13,90	Córrego da Pedra Branca	6,51
Rio Paca Grande	21,50	Ribeirão dos Prazeres	16,64
<b>Caçapava</b>		Córrego Sítio Velho	4,47
Ribeirão Manuel Lito	2,63	Córrego da Vargem Grande	6,05
Rio Paraíba do Sul	27,70	<b>Pindamonhangaba</b>	
<b>Cachoeira Paulista</b>		Ribeirão Tetequera ou Grande	39,50
Ribeirão Passa Vinte	1,46	Rio Piracuama	27,75
Ribeirão Piquete	12,07	Rio Paraíba do Sul	27,98
Rio do Bravo	8,86	<b>Piquete</b>	
Rio da Bocaina	19,34	Ribeirão Piquete	19,78
Córrego Aguada	5,19	<b>Potim</b>	
Rio Paraíba do Sul	16,09	Rio Paraíba do Sul	2,27
<b>Canas</b>		<b>Queluz</b>	
Rio Paraíba do Sul	0,37	Córrego da Grama	5,64
<b>Cruzeiro</b>		Rio do Salto	14,55
Ribeirão Embau-Mirim	15,57	Rio do Entupido	17,71
Ribeirão Passa Vinte	23,06	Rio Itagacaba	0,00
Ribeirão Piquete	1,81	Rio Paraíba do Sul	18,87
Córrego das Pitangueiras	4,45	<b>Redenção da Serra</b>	
Ribeirão dos Lopes	11,84	Córrego Campo Redondo	0,58
Rio Itagacaba	11,42	Córrego de Bragança	10,03
Rio Paraíba do Sul	15,74	Córrego do Venancio	9,24
Córrego Pontilhão	7,40	Córrego Retiro	4,15
<b>Cunha</b>		Córrego Sebastião	4,92
Rio Mambucaba	0,23	Ribeirão do Palmital	17,93
Rio Paraitinga	89,35	Ribeirão Pirai ou do Taperão	8,97
Rio Paraibuna	30,14	Rio Paraitinga	18,54
<b>Guararema</b>		<b>Roseira</b>	
Córrego da Fazenda do Banco	5,94	Ribeirão Pirapitingui	22,67
Córrego da Fazenda do Doutor Maneco	0,56	Rio Paraíba do Sul	5,37
Córrego João Pinto	4,19	<b>Santa Branca</b>	
Ribeirão Comprido/Ipiranga	6,44	Córrego da Serra	6,02
Ribeirão do Salto	4,32	Córrego São Joaquim	7,56
Ribeirão Itapeti	14,59	Ribeirão das Pedras	16,16
Ribeirão Morro Grande	0,00	Ribeirão dos Monos	23,95
Ribeirão Putim	23,83	Ribeirão Gumeatinga	7,57
Ribeirão Guararema	8,60	Ribeirão Putim	2,87
Rio Parateí	6,11	Ribeirão Santa Fé ou do Mato Dentro	0,00
Ribeirão da Divisa/Ribeirão Lambari	2,78	Ribeirão Vargem Grande	18,05
Ribeirão Ipiranga	2,08	Rio Capivari	0,01

Tabela III-12 – Municípios e seus cursos d'água.

Municípios e seus cursos d'água	Extensão (km)	Municípios e seus cursos d'água	Extensão (km)
Córrego Merenda	5,93	Rio Comprido	9,03
Rio Paraíba do Sul	15,92	Rio do Salto	0,00
<b>Guaratinguetá</b>		Rio Varador ou Varadouro	0,11
Ribeirão Guaratinguetá	31,60	Rio Paraíba do Sul	33,73
Ribeirão São Gonçalo	21,36	Córrego do Tabuão	7,65
Rio Piagui	39,79	<b>Santa Isabel</b>	
Ribeirão dos Motas	3,90	Córrego dos Índios/Córrego Cachoeira	5,88
Rio Paraíba do Sul	15,50	Ribeirão da Jararaoa	17,83
<b>Guarulhos</b>		Ribeirão do Funil/Boa Vista	0,06
Córrego do Franco	3,07	Ribeirão Manduvu	3,70
Ribeirão do Tomé Gonçalves	8,02	Ribeirão Morro Grande	11,56
Ribeirão Itaberaba	13,03	Rio Jaguari	29,95
Rio Jaguari	1,81	Rio Pilões/Ribeirão do Martins	29,30
Rio Jaguaria/Ribeirão Tomé Gonçalves/Córrego Barbosa	3,03	Rio Parateí	6,85
<b>Igaratá</b>		Ribeirão Araraquara	16,15
Ribeirão Claro	14,53	Córrego Cachoeirinha	2,32
Ribeirão Cruz Branca	10,06	Ribeirão da Divisa/Ribeirão Lambari	0,00
Ribeirão das Cobras	19,42	Ribeirão Jararaoa	1,11
Ribeirão do Funil/Boa Vista	16,48	Ribeirão Taboão	0,00
Ribeirão dos Machados	18,19	<b>São José do Barreiro</b>	
Ribeirão Piuva	0,26	Córrego da Grama	2,68
Rio do Peixe	6,86	Córrego da Onça ou do Pimentel	3,15
Rio Jaguari	11,93	Córrego Vermelho	1,70
Córrego Cachoeirinha	1,47	Ribeirão da Cachoeira	5,53
Rio Jaguaria/Ribeirão Tomé Gonçalves/Córrego Barbosa	0,27	Ribeirão do Barreiro	14,79
Ribeirão das Palmeiras/Córrego do Charco	18,82	Ribeirão Santana	6,18
Ribeirão do Pião	2,28	Rio do Feio	3,94
<b>Itaquaquecetuba</b>		Rio Formoso	16,90
Córrego Tabuãozinho	1,27	Rio Mambucaba	36,10
Ribeirão Bento	1,63	Rio Paraitinga	0,01
Rio Parateí/Ribeirão Bento	0,61	<b>São José dos Campos</b>	
Córrego do Pium	0,01	Ribeirão da Fartura	21,38
<b>Jacareí</b>		Ribeirão das Cobras	7,22
Córrego da Fazenda do Doutor Maneco	4,59	Ribeirão dos Putins	19,33
Córrego João Pinto	1,92	Ribeirão Piuva	15,08
Córrego Quatro Ribeiras	6,96	Rio Alambari	19,30
Córrego São Sebastião	5,94	Rio Comprido	18,43
Ribeirão Santa Fé ou do Mato Dentro	10,04	Rio das Pedras	0,13
Ribeirão Vargem Grande	0,26	Rio do Peixe	47,47
Rio Comprido	2,85	Rio Jaguari	19,15
Rio Jaguari	10,29	Rio Turvo	15,77
Rio Varador ou Varadouro	0,69	Ribeirão Vidoca	17,24
Ribeirão da Colônia	10,99	Rio Buquira ou Ferrão	24,28
Rio Parateí	18,96	Rio Parangaba	20,46
Córrego Cachoeirinha	5,71	Ribeirão do Lava-pés	8,63
Córrego Guatinga	6,69	Ribeirão do Guirra	8,24
Rio Paraíba do Sul	46,62	Rio Paraíba do Sul	40,04
<b>Jambeiro</b>		Córrego Serimbura (Córrego Senhora)	7,71
Córrego Rancho Alegre	6,31	<b>São Luís do Paraitinga</b>	

**Tabela III-12 – Municípios e seus cursos d'água.**

Municípios e seus cursos d'água	Extensão (km)	Municípios e seus cursos d'água	Extensão (km)
Ribeirão do Pantanhão	14,50	Rio do Chapéu	30,49
Ribeirão dos Franco	5,30	Rio Paraitinga	42,81
Ribeirão Pirai ou do Taperão	10,52	Rio Paraibuna	15,50
Rio Capivari	16,29	<b>Silveiras</b>	
Rio das Pedras	3,20	Rio do Bravo	12,54
Rio Varador ou Varadouro	12,82	Rio Paraitinga	4,56
Rio Paraíba do Sul	2,96	Rio da Bocaina	29,83
<b>Lagoinha</b>		Rio Itagacaba	20,59
Rio Paraitinga	23,38	<b>Taubaté</b>	
<b>Lavrinhas</b>		Ribeirão do Moinho/Córrego Convento Velho/Córrego do Matadouro	4,56
Ribeirão do Braço	22,69	Rio Paraíba do Sul	10,30
Rio do Jacu/Córrego Paiol	13,33	Ribeirão Pinhão ou José Raimundo	13,90
Rio Paraíba do Sul	10,81	<b>Tremembé</b>	
<b>Lorena</b>		Ribeirão da Serragem	18,63
Rio Paraitinga	2,14	Rio Piracuama	2,26
Rio Paraíba do Sul	15,08	Ribeirão do Moinho/Córrego Convento Velho/Córrego do Matadouro	4,30
<b>Mogi das Cruzes</b>		Rio Paraíba do Sul	19,01
Córrego Água da Maria Rosa	12,72	Ribeirão Pinhão ou José Raimundo	0,00
Córrego Água da Santa	10,11	<b>Total geral</b>	<b>3.038,14</b>
Córrego dos Índios/Córrego Cachoeira	0,01		
Córrego Tabuãozinho	0,00		
Ribeirão Bento	4,66		
Ribeirão Itapeti	4,09		
Ribeirão Guararema	12,00		
Rio Parateí	15,18		
Ribeirão da Divisa/Ribeirão Lambari	13,17		
Rio Parateí/Ribeirão Bento	1,38		
Córrego do Pium	4,46		
Ribeirão Taboão	15,42		

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir da base digital disponibilizada pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

#### 4.1.2.2.2. *Aquíferos por município*

A unidade aquífera com maior abrangência na UGRHI 02 é a pré-cambriana, sendo que 17 municípios (Arapeí, Areias, Bananal, Cunha, Igaratá, Jambeiro, Lagoinha, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Paraibuna, Queluz, Redenção da Serra, Salesópolis, Santa Branca, São José do Barreiro e São Luís do Paraitinga) têm seus territórios totalmente inseridos nessa unidade aquífera (**Tabela III-13**).

Outros quatro municípios podem ser destacados: Potim, por ser o único município totalmente inserido em área do Aquífero Taubaté; Santa Isabel por ser único com área no Aquífero Pré-Cambriano cárstico; Arujá por parte de seu território abranger o Aquífero São Paulo; e Mogi das Cruzes por abranger área de três aquíferos (Pré-Cambriano, Taubaté e São Paulo) (**Tabela III-13**).

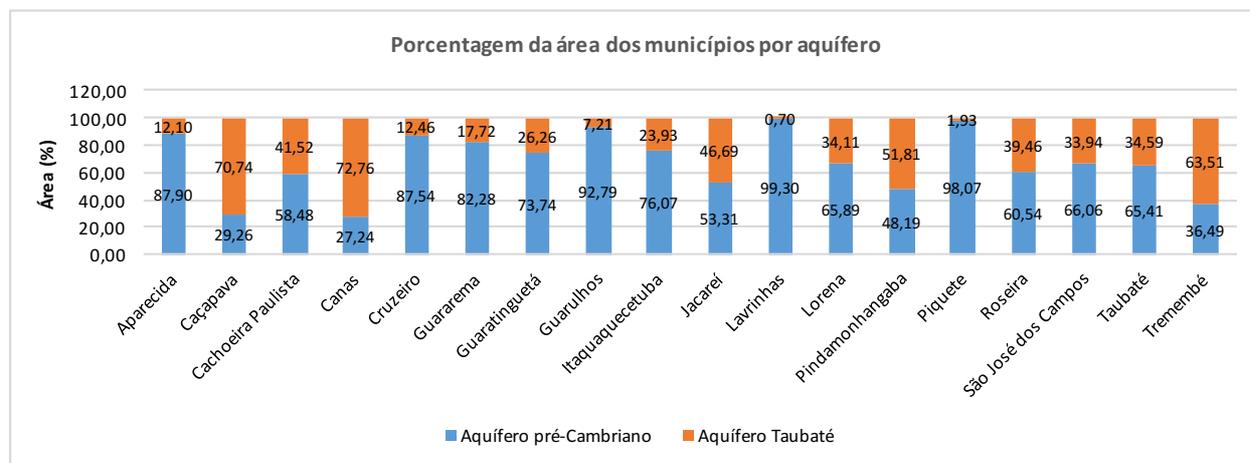
Os demais municípios abrangem área tanto do Aquífero Taubaté quanto do Aquífero Pré-Cambriano (**Tabela III-13 e Figura III-20**).

**Tabela III-13 – Porcentagem de área dos municípios por aquífero.**

Município	Porcentagem da área do município por aquífero (%)			
	Pré-cambriano	Taubaté	São Paulo	Cárstico
Aparecida	87,90	12,10	0,00	0,00
Arapeí	100,00	0,00	0,00	0,00
Areias	100,00	0,00	0,00	0,00
Arujá	94,33	0,00	5,67	0,00
Bananal	100,00	0,00	0,00	0,00
Caçapava	29,26	70,74	0,00	0,00
Cachoeira Paulista	58,48	41,52	0,00	0,00
Canas	27,24	72,76	0,00	0,00
Cruzeiro	87,54	12,46	0,00	0,00
Cunha	100,00	0,00	0,00	0,00
Guararema	82,28	17,72	0,00	0,00
Guaratinguetá	73,74	26,26	0,00	0,00
Guarulhos	92,79	7,21	0,00	0,00
Igaratá	100,00	0,00	0,00	0,00
Itaquaquecetuba	76,07	23,93	0,00	0,00
Jacareí	53,31	46,69	0,00	0,00
Jambeiro	100,00	0,00	0,00	0,00
Lagoinha	100,00	0,00	0,00	0,00
Lavrinhas	99,30	0,70	0,00	0,00
Lorena	65,89	34,11	0,00	0,00
Mogi das Cruzes	71,95	26,62	1,43	0,00
Monteiro Lobato	100,00	0,00	0,00	0,00
Natividade da Serra	100,00	0,00	0,00	0,00
Paraibuna	100,00	0,00	0,00	0,00
Pindamonhangaba	48,19	51,81	0,00	0,00
Piquete	98,07	1,93	0,00	0,00
Potim	0,00	100,00	0,00	0,00
Queluz	100,00	0,00	0,00	0,00
Redenção da Serra	100,00	0,00	0,00	0,00
Roseira	60,54	39,46	0,00	0,00
Salesópolis	100,00	0,00	0,00	0,00
Santa Branca	100,00	0,00	0,00	0,00
Santa Isabel	92,78	7,00	0,00	0,22
São José do Barreiro	100,00	0,00	0,00	0,00
São José dos Campos	66,06	33,94	0,00	0,00
São Luís do Paraitinga	100,00	0,00	0,00	0,00
Silveiras	100,00	0,00	0,00	0,00
Taubaté	65,41	34,59	0,00	0,00
Tremembé	36,49	63,51	0,00	0,00

Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e DAEE/UNESP, 2010 e 2012, publicado em DAEE/LEBAC, 2013).

**Figura III-20 – Aquíferos Pré-Cambriano e Taubaté: porcentagem da área dos municípios.**



Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e DAEE/UNESP, 2010 e 2012, publicado em DAEE/LEBAC, 2013).

Em se tratando dos dados de vulnerabilidade à contaminação do Aquífero Taubaté, considerando a abrangência em área, em porcentagem (**Tabela III-14**), observa-se que:

- Classe Alta-Alto – não ocorre apenas nos municípios de Lavrinhas e Piquete. Assim, 17 municípios possuem área desse aquífero classificada com vulnerabilidade Alta-Alto, sendo que Aparecida se destaca por apresentar 100% do Aquífero Taubaté, em seu território, nessa classificação;
- Classe Alta-Baixo – não ocorre apenas nos municípios de Aparecida e Piquete. Assim, 17 municípios possuem área desse aquífero classificada com vulnerabilidade Alta-Baixo, sendo que Mogi das Cruzes se destaca por apresentar quase 90% nessa classificação;
- Classe Moderada-Alto – não ocorre apenas em Aparecida, Guararema, Mogi das Cruzes e Santa Isabel. Assim, 15 municípios possuem área desse aquífero classificada com vulnerabilidade Moderada-Alto, sendo que Canas se destaca por quase 72% do Aquífero Taubaté, nessa classificação;
- Classe Moderada-Baixa – ocorre apenas em Jacareí e São José dos Campos;
- Classe Baixa-Alto – ocorre apenas em Caçapava, Pindamonhangaba, Taubaté e Tremembé; e
- Classe Baixa-Baixo – ocorre apenas em Caçapava e Taubaté.

**Tabela III-14** – Classificação da vulnerabilidade do Aquífero Taubaté por município.

Município	Área do Aquífero Taubaté (km <sup>2</sup> )	Área ocupada por classe de vulnerabilidade de aquífero											
		Baixa				Moderada				Alta			
		Baixo		Alto		Baixo		Alto		Baixo		Alto	
		km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Aparecida	21,19											21,19	100
Caçapava	259,72	44,82	17,26	43,13	16,60			49,01	18,87	64,29	24,76	58,48	22,51
Cachoeira Paulista	117,41							47,63	40,56	40,79	34,74	29,00	24,70
Canas	44,99							32,34	71,88	5,28	11,74	7,37	16,37
Cruzeiro	43,75							20,82	47,58	13,85	31,65	9,09	20,77
Guararema	52,45									36,69	69,95	15,76	30,05
Guaratinguetá	202,36							100,61	49,72	68,20	33,71	33,54	16,57
Jacareí	220,34					11,03	5,01	34,04	15,45	93,15	42,27	82,12	37,27
Lavrinhas	3,29							0,57	17,40	2,71	82,60		
Lorena	138,27							78,70	56,92	23,31	16,86	36,26	26,22
Mogi das Cruzes	61,43									54,89	89,35	6,54	10,65
Pindamonhangaba	368,41			70,74	19,20			93,90	25,49	110,27	29,93	93,50	25,38
Piquete	3,47							3,47	100				
Potim	44,54							10,71	24,04	17,14	38,49	16,69	37,47
Roseira	53,91							5,40	10,02	11,49	21,31	37,02	68,67
Santa Isabel	2,98									1,37	46,08	1,61	53,92
São José dos Campos	361,29					90,72	25,11	132,74	36,74	48,59	13,45	89,24	24,70
Taubaté	230,49	9,82	4,26	73,99	32,10			66,25	28,74	59,77	25,93	20,65	8,96
Tremembé	105,97			35,59	33,59			4,23	4,00	20,00	18,87	46,14	43,54

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

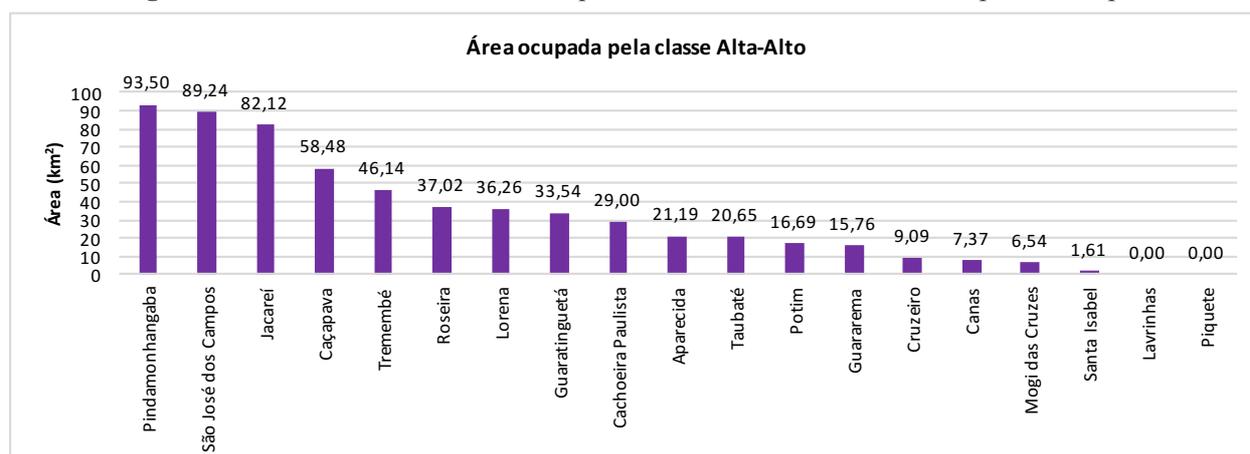
Considerando a abrangência em área, em quilômetros quadrados (**Tabela III-14**), observa-se que as classes:

- Classe Alta-Alto – possui as maiores áreas nos municípios de Pindamonhangaba (com 93,50 km<sup>2</sup> da área de ocorrência do Aquífero Taubaté, em seu território, com essa

classificação), seguido pelos municípios de São José dos Campos (89,24 km<sup>2</sup>) e Jacareí (82,12 km<sup>2</sup>) (**Figura III-21**);

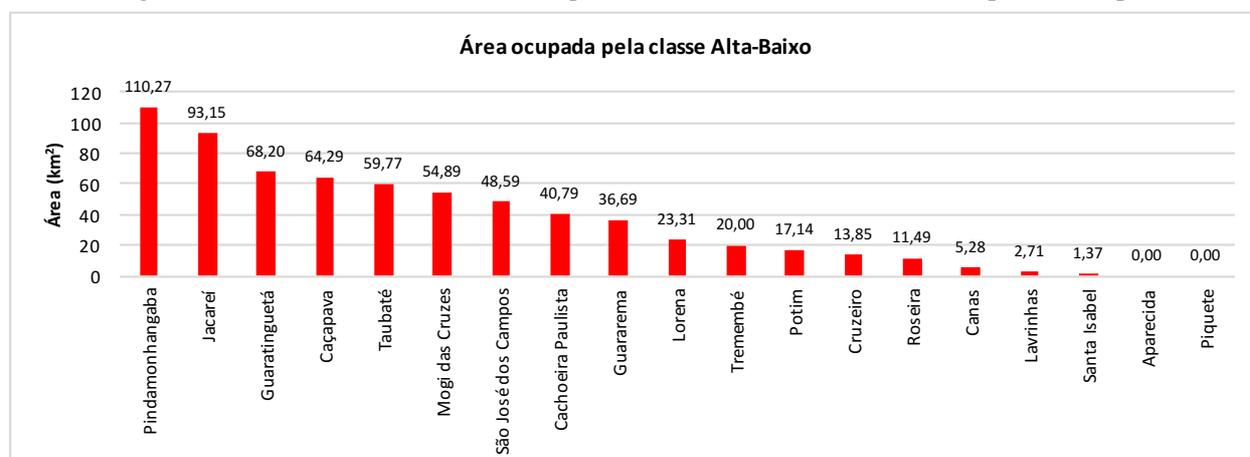
- Classe Alta-Baixo – possui suas maiores áreas nos municípios de Pindamonhangaba (com 110,27 km<sup>2</sup> da área de ocorrência do Aquífero Taubaté, em seu território, com essa classificação), seguido pelos municípios de Jacareí (93,15 km<sup>2</sup>) e Guaratinguetá (68,20 km<sup>2</sup>) (**Figura III-22**);
- Classe Moderada-Alto – ocorre em maior extensão nos municípios de São José dos Campos (132,74 km<sup>2</sup>), Guaratinguetá (100,61 km<sup>2</sup>) e Pindamonhangaba (93 km<sup>2</sup>) (**Figura III-23**);
- Classe Moderada-Baixa – ocorre em apenas dois municípios, sendo a maior extensão em São José dos Campos (90,72 km<sup>2</sup>) (**Figura III-24**);
- Classe Baixa-Alta – ocorre em maior extensão em Taubaté (73,99 km<sup>2</sup>), seguido por Pindamonhangaba (70,74 km<sup>2</sup>) (**Figura III-25**); e
- Classe Baixa-Baixo – ocorre em apenas dois municípios, sendo a maior extensão em Caçapava (44,88 km<sup>2</sup>) (**Figura III-26**).

**Figura III-21** – Vulnerabilidade do Aquífero Taubaté: classe Alta-Alto, por município.



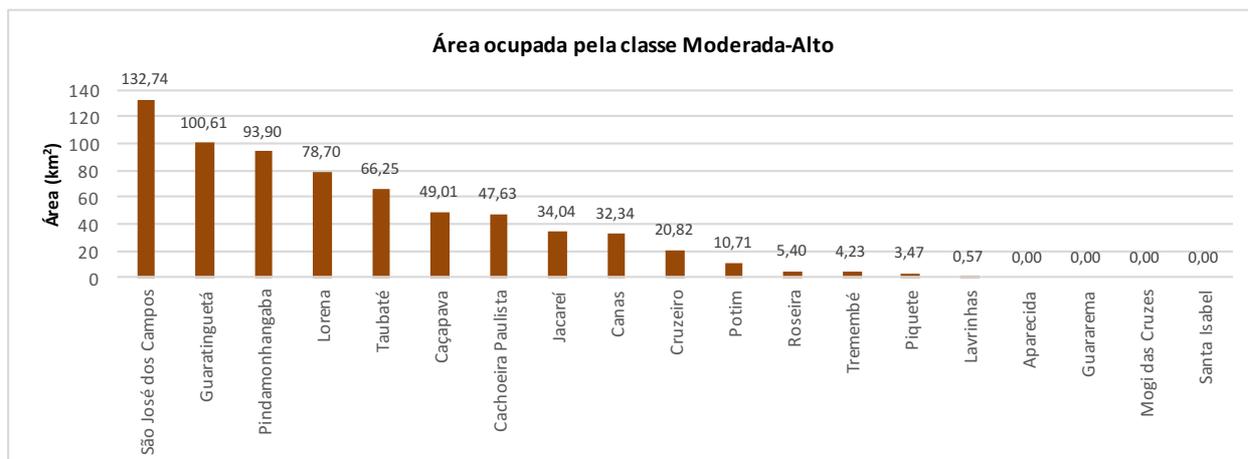
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

**Figura III-22** – Vulnerabilidade do Aquífero Taubaté: classe Alta-Baixo, por município.



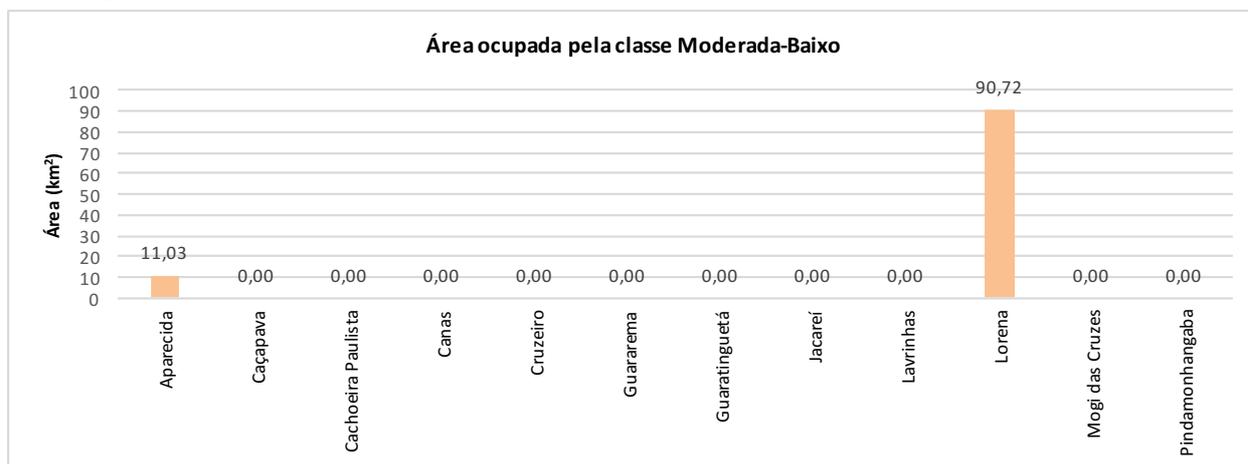
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

**Figura III-23 – Vulnerabilidade do Aquífero Taubaté: classe Moderada-Alto, por município.**



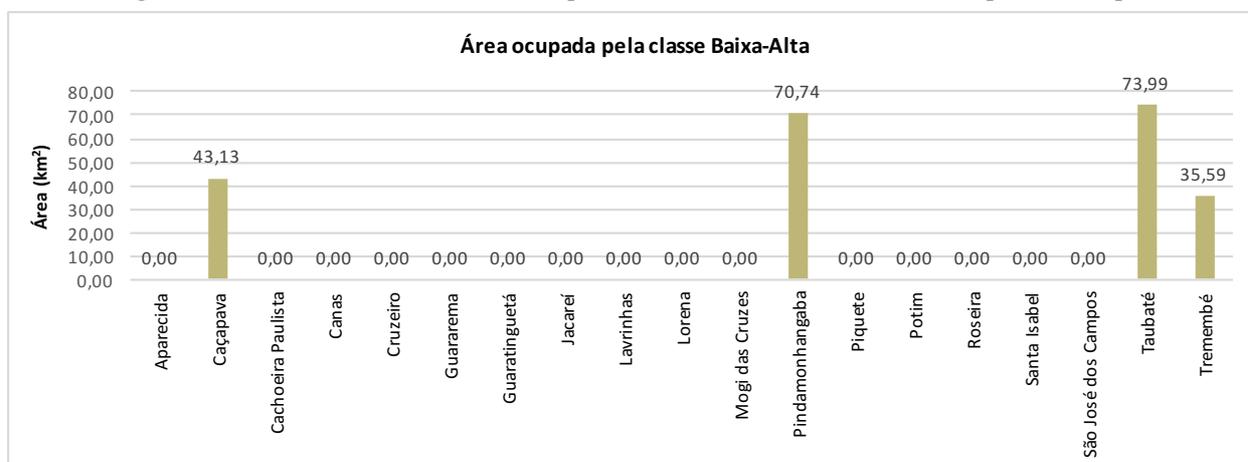
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

**Figura III-24 – Vulnerabilidade do Aquífero Taubaté: classe Moderada-Baixo, por município.**



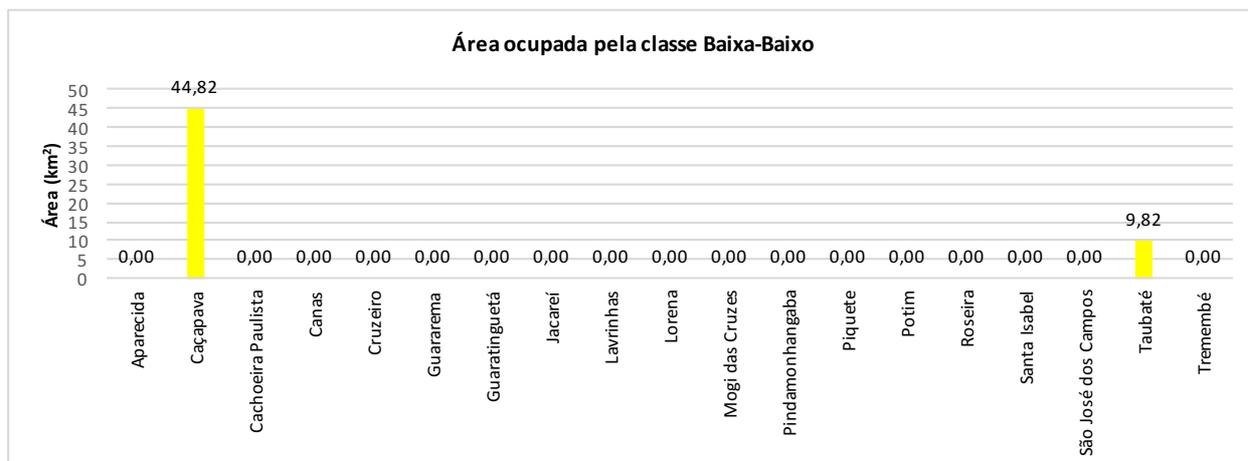
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

**Figura III-25 – Vulnerabilidade do Aquífero Taubaté: classe Baixa-Alta, por município.**



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

Figura III-26 – Vulnerabilidade do Aquífero Taubaté: classe Baixa-Baixo, por município.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005 e Hirata et al., 1997).

É recomendável que os municípios com áreas do Aquífero Taubaté, classificadas nas classes Alta-Alto e Alta-Baixo, realizem atividades para mapear essas áreas em escala adequada, visando, no âmbito da gestão do uso do solo, evitar a instalação, nesses locais, de empreendimentos que, potencialmente, possam causar contaminação como, por exemplo, postos de abastecimento de combustíveis e aterros de resíduos.

#### 4.1.2.2.2. Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande

Este item tem como objetivo atender a Deliberação CRH nº 146/2012 no que tange à relação da UGRHI 02 com a área costeira, no caso em questão, o litoral fluminense, no trecho da Baía das Ilha Grande.

A Baía da Ilha Grande – que é um corpo de água salgada, semiconfinado, com cerca de 800 km<sup>2</sup> de superfície – foi classificada, pela Semads - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro, como uma região hidrográfica, com a denominação Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (SEMADS, 2001).

A Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande abrange área total de 2.249,22 km<sup>2</sup>, dos quais 1.733,47 km<sup>2</sup> encontram-se em território fluminense, compreendendo as superfícies continentais e insulares dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e uma pequena parcela de Mangaratiba; e 515,75 km<sup>2</sup>, no Estado de São Paulo, compreendendo trechos dos municípios de Arapeí, Areias, Bananal, Cunha e São José do Barreiro (SEMADS, 2001; INEA, 2020 mod.).

Uma característica peculiar dessa bacia é a grande quantidade de cursos d'água que apresentam alterações significativas entre as declividades do curso superior e o inferior e a presença de diversas quedas-d'água. No total têm-se 34 cursos d'água principais (**Tabela III-15**), sendo que o rio Mambucaba se destaca pelo seu porte. O rio Mambucaba tem como afluentes proeminentes, pela margem direita, os rios Guaripu e Funil e, pela esquerda, os rios Memória e Santo Antônio. Destaca-se, ainda, os seguintes rios: Jacuecanga, Japuíba, do Pontal, Jurumirim, Bonito, Bracuí, Grataú, da Conceição, Japetinga, do Funil, de Barra Grande, Pequeno, Perequê-Açu, do Morisco, dos Meros e Parati-Mirim (INEA, 2020).

**Tabela III-15** – Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande: principais cursos d’água e seus afluentes.

Cursos d’água principais	Principais afluentes
Córrego Andorinha	
Córrego da Areia	
Córrego do Sul	
Córrego Humaitá	
Córrego Inguaçú	
Córrego Mamangu	
Córrego Ponta Begra	
Córrego Toca de Boi	
Mateus Nunes	
Rio Ariró	Rio Parado e córrego da Ponte
Rio Bonito	
Rio Bracuí	
Rio da Conceição	
Rio da Draga	
Rio de Barra Grande	Córrego Perequê
Rio do Areia do Pontal	
Rio do Corisco	
Rio do Frade	
Rio do Funil	
Rio dos Meros	Córrego da Caçada
Rio Grataú	Córrego Criminoso
Rio Graúna	Rio Cachoeira do Mato Dentro
Rio Jacuecanga	Rio Capoteiro e Córrego Vermelho
Rio Japetinga	
Rio Japuiba	Rio Cabo Severiano
Rio Jurumirim	
Rio Mambucaba	Rios Veado, Guaipru, Aratoacara, Rio Funil, Memória, Santo Antônio, Itapetinga e Piraquê
Rio Parati-Mirim	Rio Guarapitinga e córrego do Mico
Rio Pequeno	Córrego da Virada
Rio Perequê-Açu	Rio da Toca do Ouro e da Pedra Branca
Rio São Gonçalo	
Rio São Roque	
Rio Taquari	

Fonte: Semads, 2001.

A área de drenagem da UGRHI 02 denominada, neste Plano de Bacia, como Área 4 (**Figura III-2**), corresponde à região do alto curso dos rios Mambucaba, Bracuí e Ariró.

A Área 4 abrange um trecho do município de Cunha, em sua porção sudoeste; do município de São José do Barreiro, em sua porção central; e dos municípios de Arapeí, Areias e Bananal, na sua porção leste. O município de São José do Barreiro é o que abrange a maior extensão da Área 4 (**Tabela III-16** e **Figura III-27**).

**Tabela III-16** – Área dos municípios da UGRHI 02 na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande.

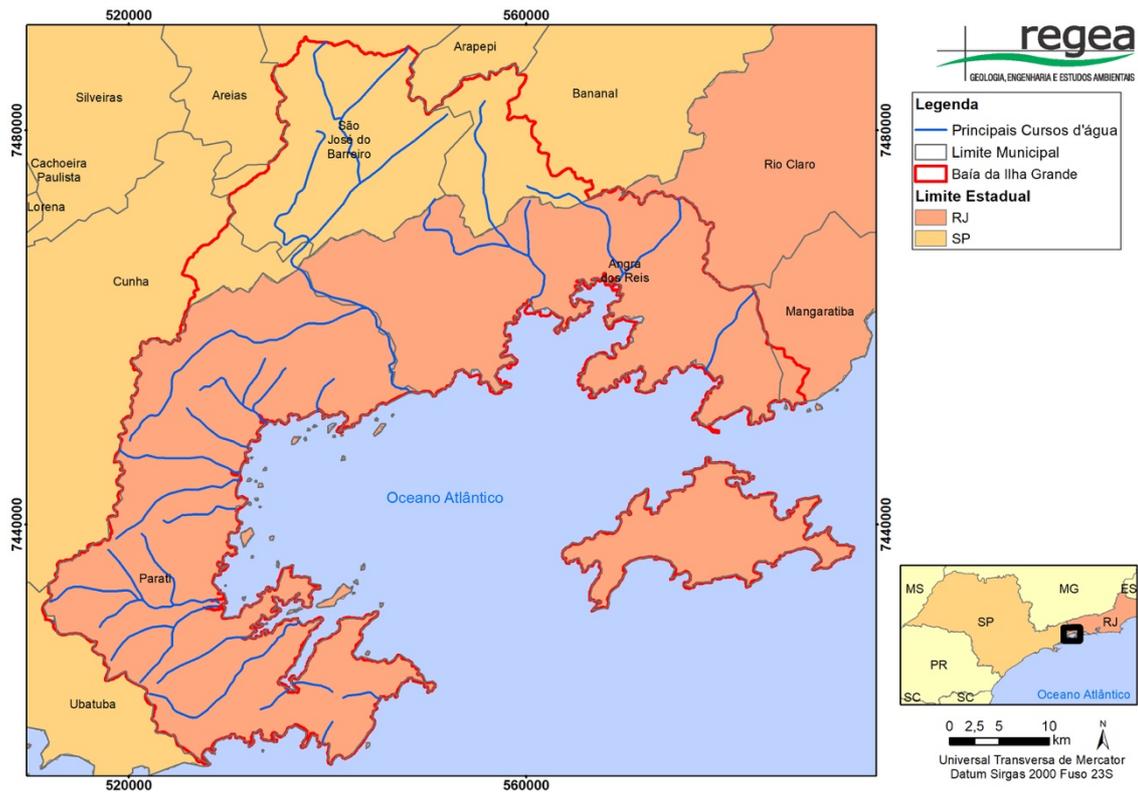
Município	Área na Bacia Hidrográfica da Ilha Grande (km <sup>2</sup> )
Arapeí	0,34
Areias	0,06
Bananal	132,35
Cunha	51,15
São José do Barreiro	331,85
<b>Total</b>	<b>515,75</b>

Fonte: Semads, 2001.

Os cursos d’água na Área 4 totalizam uma extensão de 1.426,16 km, distribuídos em 515,33 km<sup>2</sup>, caracterizando uma densidade de drenagem de 2,77 km/km<sup>2</sup>.

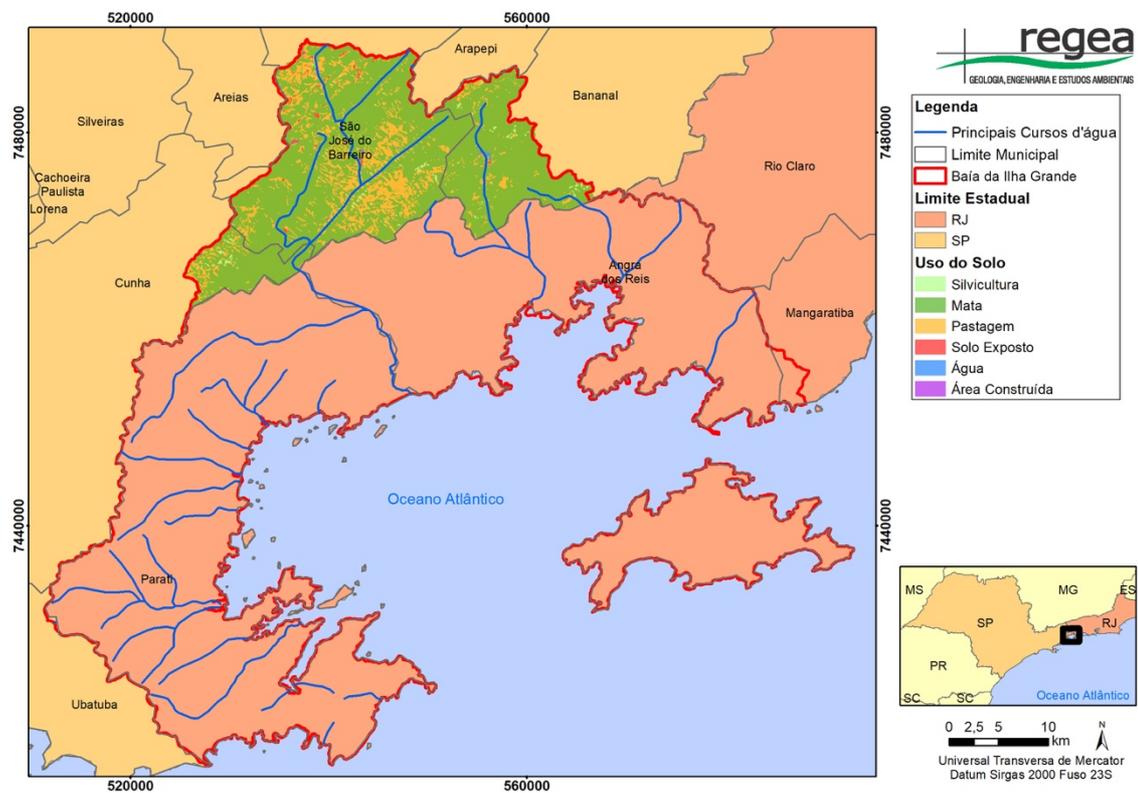
O mapa de uso e ocupação do solo da Área 4 evidencia a predominância da cobertura vegetal nativa nesse setor de cabeceiras da Região da Baía da Ilha Grande, o que contribui com a estabilidade das encostas, evitando a ocorrência de deslizamentos; com o controle de enxurradas; e com o controle da erosão e de seu consequente aporte de sedimentos à área costeira (**Figura III-28** e **Tabela III-17**).

Figura III-27 – A UGRHI 02 na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Semads, 2001).

Figura III-28 – Uso do solo na Área 4 (Cabeceiras da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande).



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de Semads, 2001; e Embrapa, disponível em [http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa\\_vale\\_2015](http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015)).

**Tabela III-17 – Área de drenagem 4: Uso e ocupação por município.**

Município	Área ocupada por classe de uso e ocupação do solo (km <sup>2</sup> )						Total (km <sup>2</sup> )
	Água	Área Construída	Silvicultura	Mata	Pastagem	Solo Exposto	
Arapeí	0	0	0	0,32	0,02	0	0,34
Areias	0	0	0	0,03	0,02	0,01	0,06
Bananal	0,56	0,08	1,65	122,06	7,80	0,2	132,35
Cunha	0,01	0,06	1,13	43,04	6,72	0,19	51,15
São Jose do Barreiro	0,08	0,54	1,76	259,67	67,15	2,65	331,85
<b>Total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>0,63</b>	<b>0,66</b>	<b>4,52</b>	<b>424,89</b>	<b>81,66</b>	<b>2,97</b>	<b>515,75</b>

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados de Semads, 2001; e Embrapa, disponível em [http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa\\_vale\\_2015](http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_vale_2015)).

Devido à importância do setor paulista da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, é conveniente ser estabelecida relação entre os órgãos gestores paulistas e fluminenses, além da ANA, para definição de ações comuns, visando a garantia da qualidade e da quantidade das águas. Uma ação de partida seria a elaboração de uma base planialtimétrica comum, em escala adequada para, num primeiro momento, determinar as áreas de abrangência e elaborar um mapa de uso e ocupação do solo com classes de uso padronizadas.

#### 4.1.2.2.3. Mananciais e população abastecida

Neste item são apresentadas informações referentes à população abastecida a partir das bacias com captação para abastecimento público e das captações subterrâneas para abastecimento público.

Considerando a população urbana dos municípios relacionados a cada bacia, dados referentes a 2019 mostram que 1.488.167 habitantes de área urbana, ou seja, 73,22% da população urbana da UGRHI 02, dependem total ou parcialmente, direta ou indiretamente, da água proveniente dessas bacias (**Tabela III-18**).

Destaca-se que, os municípios que não constam dessa relação da **Tabela III-18** são abastecidos por captações superficiais realizadas em reservatórios e/ou no rio Paraíba do Sul, e/ou por captações subterrâneas. Já, os municípios que constam dessa relação podem, ainda, ser abastecidos, complementarmente, por captações em reservatórios e/ou no rio Paraíba do Sul, e/ou por captações subterrâneas.

Em se tratando dos aquíferos Pré-Cambriano e Taubaté, os dados de população urbana, de 2019, mostram que 1.831.533 habitantes de área urbana, ou seja, 94,237% da população urbana da UGRHI 02, dependem total ou parcialmente, direta ou indiretamente, da água proveniente desses aquíferos (**Tabela III-19**).

Destaca-se que, os municípios que não constam dessa relação da **Tabela III-19** são abastecidos exclusivamente por captações superficiais. Já, os municípios que constam dessa relação podem, ainda, ser abastecidos, complementarmente, por captações superficiais.

**Tabela III-18 – Bacias com captação superficial para abastecimento público e população relacionada.**

Bacia	Principal curso d'água da bacia	Município	Vazão outorgada (m <sup>3</sup> /s)	População urbana 2019 (no hab.)
27	Córrego do Almeida	Arapeí	0,007110	1.914
36*	Ribeirão Vermelho	Areias	0,006597	2.564
37*	Rio Bananal	Bananal	0,019448	8.911
1	Ribeirão da Bocaina	Cachoeira Paulista	0,097310	26.681
3	Afluente Rio Paraíba do Sul	Cachoeira Paulista	0,001740	
2	Ribeirão Passa Vinte	Cruzeiro	0,012400	77.832
13	Ribeirão dos Monteiro	Cruzeiro	0,001422	
18	Ribeirão do Batedor	Cruzeiro	0,019347	
22	Ribeirão Capetinga	Cunha	0,001256	13.461
23	Rio do Pimenta	Cunha	0,002489	
9	Ribeirão dos Lemes	Guaratinguetá	0,002968	112.297
10	Afluente do córrego do Sertãozinho	Guaratinguetá	0,000274	
14	Afluente do ribeirão da Fortaleza	Guaratinguetá	0,009310	
28	Ribeirão Guaratinguetá	Guaratinguetá	0,036530	
36	Ribeirão do Guamerál ou Pirutinga	Guaratinguetá	0,110500	
31	Córrego das Palmeiras e ribeirão do Charco	Igaratá	0,052500	7.880
32	Ribeirão da Tapera	Lagoinha	0,016000	3.393
15	Ribeirão do Braço	Lavrinhas	0,018750	6.674
29	Ribeirão dos Souza	Monteiro Lobato	0,001500	1.962
34	Rio Buquira ou Ferrão	Monteiro Lobato	0,005830	
35	Afluente do rio Buquira ou Ferrão (Córrego da Serrinha)	Monteiro Lobato	0,002920	
5	Rio Una ou Rio das Almas	Pindamonhangaba	0,036410	157.534
7	Ribeirão Benfca	Piquete	0,066670	12.836
8	Afluente do córrego da Tabuleta	Piquete	0,006110	
11	Ribeirão da Fortaleza	Piquete	0,033030	
4	Rio do Entupido	Queluz	0,034170	10.271
26	Ribeirão Araraquara	Santa Isabel	0,038000	44.211
6	Afluente do córrego das Palmeiras	São José do Barreiro	0,001390	3.185
19	Afluente do rio Formoso	São José do Barreiro	0,000315	
20	Afluente do ribeirão do Barreiro	São José do Barreiro	0,000315	
21	Afluente do ribeirão do Barreiro	São José do Barreiro	0,000063	
24	Afluente do ribeirão Barreiro (Córrego Bairro São Pedro)	São José do Barreiro	0,006940	
25	Afluente do rio Formoso (Córrego Fazenda Cachoeira)	São José do Barreiro	0,003610	
16	Rio Buquira ou Ferrão	São José dos Campos	0,025600	688.567
30	Córrego das Couves	São José dos Campos	0,005630	
12	Afluente do rio do Chapéu	São Luís do Paraitinga	0,001190	6.319
17	Córrego do Fundo	Silveiras	0,012000	3.292
33	Rio Una ou rio das Almas	Taubaté	0,494170	298.383
<b>Total</b>			<b>1,081314</b>	<b>1.488.167</b>

\*Outorga da ANA

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Banco de Outorgas do DAEE e do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

**Tabela III-19** – Aquíferos com captação subterrânea para abastecimento público e população relacionada.

Aquífero	Município	Vazão outorgada (m³/s)	População urbana (nº hab.)
Pré-Cambriano	Arapeí	0,00065	1.914
Pré-Cambriano	Bananal	0,00083	8.911
Pré-Cambriano	Caçapava	0,02407	77.552
Taubaté	Caçapava	0,33477	
Taubaté	Canas	0,02035	4.794
Taubaté	Guararema	0,02027	25.006
Pré-Cambriano	Guaratinguetá	0,00224	112.297
Taubaté	Guaratinguetá	0,02204	
Pré-Cambriano	Igaratá	0,00234	7.880
Taubaté	Jacareí	0,08549	223.229
Pré-Cambriano	Jambeiro	0,01816	2.939
Taubaté	Lorena	0,21721	84.105
Taubaté	Mogi das Cruzes	0,00926	86.473
Pré-Cambriano	Monteiro Lobato	0,00063	1.962
Pré-Cambriano	Paraibuna	0,00399	5.470
Pré-Cambriano	Pindamonhangaba	0,00006	157.534
Pré-Cambriano	Piquete	0,00764	12.836
Taubaté	Potim	0,04199	15.597
Pré-Cambriano	Redenção da Serra	0,00007	2.723
Taubaté	Roseira	0,0387	10.109
Pré-Cambriano	Santa Isabel	0,00811	44.211
Pré-Cambriano	São José dos Campos	0,00186	688.567
Taubaté	São José dos Campos	1,03545	
Pré-Cambriano	Silveiras	0,00327	3.292
Pré-Cambriano	Taubaté	0,00105	298.383
Taubaté	Taubaté	0,00717	
Taubaté	Tremembé	0,00851	42.232
<b>Total</b>		<b>1,91618</b>	<b>1.918.016</b>

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Banco de Outorgas do DAEE e do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Relatório Técnico sobre a situação dos Reservatórios com subsídios para Ações de Melhoria da Gestão na Bacia do rio Paraíba do Sul**. Resende, 2010. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads2011/4-Rel2010SituRes.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2020.

CAVALCANTI, B. S.; MARQUES, G. R. G. **Water resources and conflict management: The hydrographic basin of the Paraíba do Sul river from the water crisis of 2014-2015**. RGPLP, Lisboa, 15, n. 1, p. 04-16, mar. 2016. Available from <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1645-44642016000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-44642016000100002&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 15 de out. 2020.

CBH-PS – COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Revisão e Atualização do Plano de Bacias da UGRHI 02 (2016-2019)**. São Paulo: Regea/CBH-PS. 4 v. 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher: FAPESP, 313 p. 1980.

DAEE/IG/IPT/CPRM - 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).

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.

DINIZ, H. N. et al. **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: Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste, 2. *Anais...* São Paulo: ABAS, 2005.

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 18. *Anais...* Belo Horizonte: ABAS, 2014.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. São Paulo: Servemar, 2006.

GOMES, J. V. P.; BARROS, R. S. **A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 15. *Anais...* Curitiba: INPE, 2011.

HIRATA, R.; BASTOS, C. R. A.; ROCHA, G. A. (coords.). **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: IG/CETESB/DAEE, v.1 e 2, 1997.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Plano de recursos hídricos da região hidrográfica da Baía da Ilha Grande - Relatório Síntese do diagnóstico. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/baia-da-ilha-grande-ganha-plano-de-recursos-hidricos/>. Acesso em: 09 out. 2020.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Tectônica e sedimentação cenozóica na área da soleira entre as bacias de São Paulo e Taubaté.** São Paulo: IPT, 1986 (Relatório Técnico 23724).

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo.** São Paulo: SMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 104 p. 2008.

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, 60p. 2010.

MC - Geologia e Meio Ambiente S/C Ltda. **Projeto Recarga - Relatório Final:** Caracterização de Áreas de Recarga com Análise Integrada de Dados Orbitais - TM-LANDSAT- e Dados Hidrogeológicos. São José dos Campos SP. Junho, 2008.

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.

RAMPANELLI, A.M.; SAAD, A.R.; ARAÚJO NETO, E.; CASADO, F.C.; ETCHEBEHERE, M.L. **Recursos naturais da Bacia Sedimentar de Taubaté como fator de desenvolvimento socioeconômico:** um estudo aplicado aos municípios de Taubaté e Tremembé, Estado de São Paulo. São Paulo: UNESP, Geociências, v. 30, n. 3, p. 327-343, 2011.

RICCOMINI, C. **O rift continental do sudeste do Brasil.** Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. 256 p.

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.

RIO, G. P. **Gestão de águas:** um desafio geo-institucional. *Revista Tamoios*, [S.l.], v. 13, n. 1, jul. 2017. ISSN 1980-4490. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/29156/20737>>. Acesso em: 15 out. 2020. doi: <https://doi.org/10.12957/tamoios.2017.29156>.

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.

SOUSA, M. M.; OLIVEIRA, W. **Análise morfológica da rede de drenagem do alto Juruá, AC, extraída de MDE-SRTM.** *Revista Caminhos de Geografia*, v. 18, n.61; Mar/2017; p.44-64. ISSN 1678-6343. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/>. Acesso em: 15 out. 2020.

SOUZA FILHO, M.N.; PEREIRA, S.Y.; BARBUENA, D. **Potencial geotérmico da Bacia Sedimentar de Taubaté baseado em dados de perfilagem geofísica em poços.** São Paulo: *Abas, Águas Subterrâneas* (2013) 27(1): 37-52.