

Contrato S-002/2017 – FABHAT

Relatório Final – RF

Volume I • Diagnóstico



SERVIÇOS PROFISSIONAIS TÉCNICOS
E ESPECIALIZADOS, DE ACESSORIA E CONSULTORIA,
DESTINADOS A ELABORAÇÃO DO PLANO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ – UGRHI-06



Sistema de Gestão da Qualidade

VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO

**Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
FABHAT**

RELATÓRIO FINAL (RF)

VOLUME I - DIAGNÓSTICO

Elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

CÓDIGO DO DOCUMENTO	REVISÃO	DATA DA EMISSÃO
5278 – RF-V1	0	12/01/2019
RESPONSÁVEL PELA VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO		
Carlos A. A. O. Pereira		
DATA:	12/01/2019	

APRESENTAÇÃO

O presente relatório, denominado Relatório Final (RF) reúne as informações relacionadas às etapas de Diagnóstico, Prognóstico e Plano de Ação, referentes à atualização do Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - PBH-AT (2018). O PBH-AT (2018) tem como horizonte de planejamento o ano de 2045; todavia, o Plano de Ação consolida os investimentos previstos para o primeiro quadriênio (2016-2019). Para os demais períodos de planejamento (2020-2023; 2024-2027; e, 2028-2045), o Plano apresenta propostas de intervenção, tendo em vista as criticidades verificadas na BAT durante as etapas de diagnóstico e prognóstico do PBH-AT (2018).

O Diagnóstico da Bacia do Alto Tietê (BAT) foi trabalhado durante 6 meses (de junho a novembro de 2017) e abrangeu o período de vigência dos quatro primeiros Relatórios de Andamento (RAs de 01 a 04). O Prognóstico foi trabalhado durante 8 meses (de agosto de 2017 a março de 2018), e abrangeu o período de vigência dos RAs de 02 a 06. O Plano de Ação foi trabalhado durante 4 meses (de fevereiro a maio de 2018), e abrangeu o período de vigência do RA-06 e a discussão da finalização do Relatório Parcial de Prognóstico (RPP).

Os itens do Diagnóstico, Prognóstico e Plano de Ação foram amplamente discutidos com a Fundação Agência de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT), responsável pela atualização do PBH-AT (2018), e com o Grupo de Trabalho do PBH-AT (GT-PBH-AT 2017), criado para acompanhar o desenvolvimento do estudo. Neste GT, participam representantes de diversas instituições com responsabilidade na gestão de recursos hídricos na BAT: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB); Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp); Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE); Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. (EMAE), Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP); Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SSRH); e, Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT). Esta parceria foi de extrema importância, uma vez que proporcionou a revisão dos itens tão logo eram apresentados. Todas as revisões solicitadas foram discutidas com a FABHAT e o GT-PBH-AT e consolidadas em Notas Técnicas específicas ao longo do desenvolvimento do Plano.

Este PBH-AT (2018) foi atualizado com base: na Deliberação CRH nº 146, de 11 de dezembro de 2012, que aprovou os critérios, os prazos e os procedimentos para a elaboração do Plano; na Deliberação CRH nº 188, de 09 de novembro de 2016, que estabeleceu o formato e o cronograma de entrega dos Planos de Bacia Hidrográfica, além de estabelecer os indicadores de distribuição dos recursos financeiros do FEHIDRO; e, na Deliberação CRH “AD REFERENDUM” nº 211, de 18 de dezembro de 2017, que estabeleceu novos prazos para aprovação e entrega dos Planos de Bacia Hidrográfica pelos Comitês de Bacia Hidrográfica.

A atualização do PBH-AT (2018) contou com a realização de 5 (cinco) Oficinas Técnicas, que ocorreram entre fevereiro e março de 2018, e que abordaram temas considerados críticos para a BAT: Socioeconomia e Uso e Ocupação do Solo; Qualidade da Água, Esgotamento Sanitário e Resíduos Sólidos; Balanço Hídrico e Mudanças Climáticas; Demandas versus Disponibilidades; e, Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos. Em 5 de abril de 2018, a atualização do PBH-AT (2018) foi apresentada e discutida na Câmara Técnica de Planejamento e Articulação (CTPA) em conjunto com outras Câmaras Técnicas: Monitoramento Hidrológico (CTMH); Gestão de Investimentos (CTGI); Educação Ambiental (CTEA); além de contar com a participação de representantes dos Subcomitês da BAT. Finalmente, em 12 de abril de 2018, foi realizada a Audiência Pública do PBH-AT (2018) em atendimento ao artigo 4º do Estatuto do CBH-AT. O PBH-AT (2018) foi aprovado mediante publicação da Deliberação CBH-AT nº 51, de 26 de abril de 2018.

Destaca-se que este RFM é parte do Contrato S-002/2017/FABHAT, referente à Elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT), adjudicado pela FABHAT ao Consórcio COBRAPE/JNS, com Ordem de Serviço assinada em 08 de junho de 2017. Importante comentar que este documento atende aos requisitos constantes no Termo de Referência (TdR) e na Proposta Técnica que orientam o desenvolvimento dos trabalhos e, também, aos desdobramentos resultantes das reuniões realizadas durante o processo de acompanhamento dos trabalhos, trazendo consigo avanços metodológicos importantes para a sua condução.

ÍNDICE (VOLUME I – DIAGNÓSTICO)

1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UGRHI 06.....	14
1.1. Definição da Área de Estudo.....	14
1.2. Dinâmica Demográfica e Social	21
1.2.1. Variáveis Demográficas	21
1.2.2. Variáveis Sociais.....	25
1.3. Dinâmica Econômica.....	34
1.4. Estruturação geral do território e tendências de expansão	42
2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA UGRHI 06.....	48
2.1. Hidrografia	48
2.2. Caracterização dos mananciais de interesse coletivo – superficiais e subterrâneos	52
2.2.1. O Sistema Cantareira e a APRM Alto Juquery	54
2.2.2. Bacia do Jaguari	55
2.2.3. Corpo Central e Reservatório Rio Grande e a APRM Billings.....	56
2.2.4. Sistema Alto Tietê (SPAT) e a APRM Alto Tietê Cabeceiras.....	57
2.2.5. Bacia do Alto Juquiá	59
2.2.6. APRM Guarapiranga.....	60
2.2.7. Bacia do Cotia.....	62
2.2.8. Bacia do Guaió.....	63
2.2.9. Bacias do Cabuçu e Tanque Grande	64
2.2.10. Mananciais Subterrâneos	65
2.3. Marcos legais de proteção aos recursos hídricos.....	65
3. DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.....	67
3.1. Disponibilidade Hídrica Superficial	67
3.1.1. Vazões Características	68
3.1.2. Séries de Vazão.....	71
3.2. Disponibilidade Hídrica Subterrânea	80
3.2.1. Recarga	80
3.2.2. Vazões Seguras de Exploração	81
3.2.3. Indicador de Disponibilidade de Água Subterrânea.....	82
3.3. Mudanças Climáticas e Eventos Críticos.....	83
3.3.1. Indicador para a Enchente e Estiagem.....	85
4. DEMANDAS POR RECURSOS HÍDRICOS.....	86
4.1. Situação atual das demandas na UGRHI 06.....	86
4.2. Metodologias e Estimativas de Cálculo de Demandas	89
4.2.1. Demandas Urbanas	89
4.2.1.1. Abastecimento Público	90
4.2.1.2. Abastecimento Industrial	99
4.2.2. Demandas Rurais	105
4.2.2.1. Irrigação	105
4.2.2.2. Dessedentação Animal.....	112
4.2.2.3. Abastecimento humano rural	116
4.2.3. Outros Usos	119
4.2.4. Lançamentos de Efluentes.....	121
4.2.4.1. Efluentes Domésticos	121
4.2.4.2. Efluentes Industriais	124
4.3. Síntese das Demandas	126
4.4. Indicadores	130
4.5. Usos Múltiplos da Água.....	140
4.5.1. Aproveitamentos Hidrelétricos.....	142
4.5.2. Controle de Cheias nos Reservatórios de Aproveitamento Múltiplo	151
4.5.3. Navegação Fluvial.....	165
5. BALANÇO: DEMANDAS VERSUS DISPONIBILIDADE	172
5.1. O Balanço Hídrico no PBH-AT (2009)	172
5.2. O Balanço Hídrico no PBH-AT (2018)	173

5.2.1.	Fundamentos Metodológicos na Atual Etapa	173
5.2.1.1.	Aspectos da Modelagem	173
5.2.1.2.	Princípios da Modelagem	174
5.2.2.	Elementos da Construção da Rede do PBH-AT (2018).....	176
5.2.2.1.	Rede Hídrica.....	176
5.2.2.2.	Zonas de Demandas	178
5.2.2.3.	Sistemas Produtores de Água	186
5.2.2.4.	Transposições	187
5.2.2.5.	A Outorga do Sistema Cantareira	188
5.2.2.6.	Premissas do Modelo	190
5.2.2.7.	Variáveis do Estudo da Rede PBH-AT (2018)	192
5.2.2.8.	Cálculo da Distribuição dos Esgotos Gerados para o Modelo AcquaNet	193
5.2.3.	Calibração do Modelo	195
5.3.	Diagnóstico da Situação Atual: Balanço Hídrico (ano base 2015)	199
5.3.1.	Indicadores – Deliberação CRH no 146/2012	213
6.	QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	214
6.1.	Avaliação dos resultados do monitoramento de qualidade da água	214
6.1.1.	Qualidade das águas superficiais.....	215
6.1.2.	Qualidade das águas subterrâneas.....	250
6.2.	Modelagem Matemática na Bacia do Alto Tietê.....	256
6.2.1.	Histórico dos estudos existentes na Bacia do Alto Tietê.....	256
6.2.1.1.	Plano de Despoluição do Rio Tietê – Região Metropolitana de São Paulo	256
6.2.1.2.	Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista	258
6.2.1.3.	Estudos Técnicos e Alternativas Referentes ao Programa de Conservação e Utilização Eficiente de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo	261
6.2.1.4.	Compilação de Dados e Processamento dos Resultados Anuais Referentes ao Projeto de Despoluição do Rio Tietê – Etapa II	261
6.2.1.5.	Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP	263
6.2.1.6.	Modelo Matemático para as Bacias do Alto e Médio Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo, Brasil.....	265
6.2.1.7.	Plano Diretor de Esgoto da Região Metropolitana de São Paulo	266
6.2.1.8.	Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo.....	268
6.2.1.9.	Plano de Modernização do Tratamento de Esgotos na Região Metropolitana de São Paulo – PLAMTE.....	272
6.2.1.10.	Subsídios para o Enquadramento dos Corpos d'Água na Bacia do Alto Tietê ...	275
6.2.2.	Modelo QUAL2E	277
6.2.2.1.	Estrutura do modelo de qualidade da água	279
6.3.	Análise da desconformidade entre o enquadramento dos corpos hídricos e o monitoramento de qualidade da água.....	281
7.	SANEAMENTO BÁSICO	293
7.1.	Abastecimento de Água Potável	293
7.1.1.	Cobertura da prestação dos serviços de abastecimento de água	293
7.1.2.	Perdas no sistema de distribuição da água	295
7.1.3.	Qualidade da água distribuída por sistema de abastecimento.....	296
7.1.4.	Abastecimento de água na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	298
7.1.5.	Sistema Integrado Metropolitano – SIM	300
7.1.6.	Setores de abastecimento da RMSP	309
7.1.7.	Operações realizadas durante o período de crise hídrica (2013-2014)	314
7.2.	Esgotamento Sanitário	320
7.2.1.	Processos de Tratamento de Esgotos.....	320
7.2.2.	Cobertura e Eficiência dos Serviços de Esgotamento Sanitário na BAT.....	320
7.2.3.	Sistemas de Esgotamento Sanitário na BAT	325
7.2.3.1.	Sistema Principal de Esgotamento Sanitário	325
7.2.3.2.	Sistemas Isolados	330

7.2.4.	Aproveitamento Energético do Lodo gerado nas ETEs	331
7.3.	Manejo de Resíduos Sólidos	333
7.3.1.	Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	333
7.3.1.1.	Geração de resíduos sólidos urbanos	335
7.3.1.2.	Serviços de coleta de resíduos	338
7.3.1.3.	Disposição final	340
7.3.2.	Resíduos da Construção Civil	364
7.3.3.	Resíduos de Serviços de Saúde	366
7.3.4.	Conclusão	367
7.4.	Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	369
7.4.1.	Identificação dos principais dispositivos hidráulicos	369
7.4.2.	Os Sistemas de Monitoramento e Alerta	371
7.4.3.	Critérios de Planejamento	373
7.4.3.1.	Índices de Impermeabilização	374
7.4.3.2.	Tormenta e Vazões de Projeto	374
7.4.3.3.	Compatibilização de Diretrizes entre o PDMAT 3 e o PMAPSP – Plano de Manejo de Águas Pluviais da prefeitura de São Paulo	374
7.4.4.	Áreas De Risco e Manchas de Inundação.....	375
8.	GESTÃO DO TERRITÓRIO E DE ÁREAS SUJEITAS A GERENCIAMENTO ESPECIAL..	377
8.1.	Uso e Ocupação do Solo	377
8.1.1.	Uso e Ocupação do Solo na RMSP	378
8.1.2.	Uso e Ocupação do Solo nas Áreas de Mananciais.....	379
8.1.3.	Uso e Ocupação do Solo na BAT.....	383
8.1.3.1.	Assentamentos Precários.....	387
8.2.	Remanescentes de Vegetação Natural e Áreas Protegidas	391
8.2.1.	Identificação das Áreas Protegidas da BAT	392
8.3.	Áreas Suscetíveis a Erosão, Escorregamentos, Assoreamento, Enchentes, Inundações e/ou Alagamentos.....	398
8.3.1.	Descrição de Processos.....	398
8.3.1.1.	Processos de Movimento de Massa	398
8.3.1.2.	Enchentes, Inundações e Alagamentos.....	399
8.3.2.	Cartas CPRM de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e a Inundações.....	399
8.3.3.	Análise de manchas de inundação e áreas de risco - PDMAT 3	403
8.3.4.	Ocorrências de eventos de deslizamentos e inundações na BAT	405
8.4.	Poluição Ambiental	408
8.4.1.	Áreas Contaminadas na BAT	410
8.5.	Áreas Sujeitas a Gerenciamento Especial.....	419
9.	AVALIAÇÃO DO PBH-AT (2009).....	422
9.1.	Identificação e Avaliação das Áreas Críticas Apontadas no PBH-AT (2009).....	425
9.2.	Identificação das Metas e Diretrizes Propostas no PBH-AT (2009)	427
9.3.	Análise da Execução do Plano de Ação: Medidas Estruturais/Não Estruturais.....	429
9.4.	Avaliação dos investimentos realizados no âmbito da vigência do PBH-AT (2009).....	429
10.	SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO.....	439
10.1.	Caracterização Geral da Área de Estudo.....	442
10.2.	Disponibilidade de Recursos Hídricos.....	445
10.3.	Demandas por Recursos Hídricos	447
10.4.	Balanço: Demandas <i>versus</i> Disponibilidade	450
10.5.	Qualidade das Águas	452
10.6.	Saneamento Básico.....	455
10.7.	Gestão do território e de áreas sujeitas a gerenciamento especial	459
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	462
	APÊNDICE I – MANCHAS DE INUNDAÇÃO	473
	APÊNDICE II – PARQUES URBANOS E PARQUES LINEARES NA BAT.....	497

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Crescimento populacional dos municípios pertencentes a BAT	21
Tabela 1.2 - Comparativo entre a projeção populacional do PBH-AT (2009) e o Censo (2010)	23
Tabela 1.3 - Projeção populacional dos municípios pertencentes a BAT pelo IBGE e SEADE	24
Tabela 1.4 - Faixas de desenvolvimento humano municipal	31
Tabela 1.5 - Dimensões componentes do IDHM	31
Tabela 1.6 - IDHM dos municípios inseridos na BAT (2010)	32
Tabela 1.7 - PIB dos municípios com território na BAT (2014)	34
Tabela 1.8 - Evolução do PIB na RMSP entre 2010 e 2016	35
Tabela 1.9 - Composição do PIB dos municípios com territórios na BAT (2014)	36
Tabela 1.10 - Evolução dos Empregos Formais e Rendimento Médio dos municípios que compõe a BAT	38
Tabela 1.11 - Número de estabelecimentos dos setores da economia	39
Tabela 1.12 - Dados sobre a produção pecuária nos municípios que compõem a BAT (2015)	41
Tabela 1.13 - Valores Cobrados e Arrecadados na BAT	47
Tabela 3.1 - BAT – Disponibilidade hídrica – Vazões de Referência	69
Tabela 3.2 - BAT – Vazões características	70
Tabela 3.3 - BAT – Disponibilidade hídrica	70
Tabela 3.4 - Sub-bacias da BAT – Disponibilidade hídrica	70
Tabela 3.5 - Indicador E.04-A - Disponibilidade <i>per capita</i> em relação ao Qmédio (m ³ /hab.ano)	71
Tabela 3.6 - BAT - Locais Adotados como Base nos Estudos Anteriores	73
Tabela 3.7 - Locais de Entrada de Séries de Vazões Mensais no Modelo Hidráulico	75
Tabela 3.8 - Recarga dos aquíferos nas sub-bacias da BAT	81
Tabela 3.9 - Reservas reguladoras para as sub-bacias da BAT	81
Tabela 3.10 - Reservas exploráveis para as sub-bacias da BAT	81
Tabela 3.11 - Indicador E.05-A - Disponibilidade per capita subterrânea (m ³ /hab.ano)	82
Tabela 3.12 - Indicador E.05-A - Disponibilidade per capita subterrânea (m ³ /hab.ano) (cont.)	83
Tabela 4.1 - Demandas estimadas em diferentes estudos	88
Tabela 4.2 - Demandas estimadas por município	88
Tabela 4.3 - Demanda para o Abastecimento Público estimada por município, segundo dados do PBH-AT (2009), Macrometrópole (2013) e Relatório de Situação 2017 (FABHAT, 2017)	90
Tabela 4.4 - Demanda para o Abastecimento Público estimada por município, segundo dados SNIS (2015) e PDAA (em elaboração)	92
Tabela 4.5 - Outorgas de poços para o Abastecimento Público por município, segundo banco de dados DAEE	93
Tabela 4.6 - Demanda para o Abastecimento Urbano Estimada por município	95
Tabela 4.7 - Demanda para o Abastecimento Industrial (isolado) por município, segundo o PBH-AT (2009), Macrometrópole e RS 2017 (FABHAT, 2017)	99
Tabela 4.8 - Demanda final para o Abastecimento Industrial (isolado), estimada por município	101
Tabela 4.9 - Áreas Irrigadas segundo PERH (2004-2007), Macrometrópole e Censo Agropecuário de 2006	105
Tabela 4.10 - Resultado das áreas irrigadas, em hectares, na sub-bacia ATC	107
Tabela 4.11 - Áreas irrigadas e demanda final para a Irrigação, estimadas por município	109
Tabela 4.12 - Coeficientes adotados no cálculo de demanda de Dessedentação Animal	112
Tabela 4.13 - Efetivo Animal – Produção Pecuária Municipal (PPM) - 2015	113
Tabela 4.14 - Demanda para a Dessedentação de Animais estimada por município	114
Tabela 4.15 - Demanda para o Abastecimento Humano rural estimada por município	116
Tabela 4.16 - Demanda outorgada para Soluções Alternativas e Outros Usos	119
Tabela 4.17 - Coeficientes de Retorno e de Perdas da Demanda para o Abastecimento Urbano	121
Tabela 4.18 - Coeficientes de Retorno das Outorgas Industriais superficiais mais expressivas	125
Tabela 4.19 - Demandas Estimadas no PBH-AT (2018), por município e por tipo de uso	127
Tabela 4.20 - Indicadores de Demanda de Água – RS 2017 (FABHAT, 2017)	132
Tabela 4.21 - Indicadores de Tipos de Uso de Água – RS 2017 (FABHAT, 2017)	133
Tabela 4.22 - Indicadores de Captações de água – RS 2017 (FABHAT, 2017)	134
Tabela 4.23 - Indicadores de Outorga de uso da água – RS 2017 (FABHAT, 2017)	134
Tabela 4.24 – Indicadores de Barramentos em corpos d’água – RS 2017 (FABHAT, 2017)	135
Tabela 4.25 - Indicadores de Demanda de Água – PBH-AT (2018)	137
Tabela 4.26 - Indicadores de Tipos de Uso de Água – PBH-AT (2018)	138
Tabela 4.27 - Indicadores de Captações de água – PBH-AT (2018)	139
Tabela 4.28 - Indicadores de Outorga de uso da água – PBH-AT (2018)	139
Tabela 4.29 - Características dos Aproveitamento Hidrelétricos existentes e planejados na BAT	150
Tabela 4.30 - Reservatório SPAT - Níveis Máximos Operacionais e Vazões de Restrição	152
Tabela 4.31 - Reservatório SPAT – Volumes de Espera Disponíveis	153
Tabela 4.32 - Principais Informações dos Reservatórios do Sistema Cantareira na Operação de Controle de Cheias ..	153
Tabela 4.33 - Sistema Cantareira – Operação de Controle de Cheia dos Reservatórios – Período 2011 a 2013 Estabelecimento de níveis máximos operacionais e volumes de espera	154

Tabela 4.34 - Resultados das informações de Operação do SPAT para Controle de Cheias.....	155
Tabela 4.35 - Vazões de restrição (Portaria DAEE nº 2.556 – 28/11/2011) para descargas das barragens do SPAT e vazões máximas vertidas obtidas pela simulação para uma tormenta de projeto com TR de 100 anos	156
Tabela 4.36 - Resultados das simulações para TR de 100 anos para os Reservatórios de Paraitinga e Biritiba considerando o cenário com rebaixamento do N.A. da Lâmina D' água Inicial.....	156
Tabela 4.37 – Resumo das Informações de Controle de Cheias das Estruturas da BAT e do Médio Tietê Sorocaba....	163
Tabela 4.38 – Portos previstos para a viabilização do Hidroanel Metropolitano.....	169
Tabela 5.1 – Rede Hídrica Natural	176
Tabela 5.2 – Reservatórios pertencentes a área de estudo	178
Tabela 5.3 – Configuração das Zonas de Demanda	179
Tabela 5.4 - Divisão da área de estudo em Zonas de Demanda.....	180
Tabela 5.5 - Capacidade das ETAs do Sistema Integrado Metropolitano (SIM)	186
Tabela 5.6 - Sistemas Isolados pertencentes à BAT.....	187
Tabela 5.7 - Produção de Água nos Sistemas Isolados da BAT para os anos de 2014 e 2015.....	187
Tabela 5.8 - Transposições utilizadas no PBH-AT (2018).....	188
Tabela 5.9 - Resumo da Nova Outorga do Sistema Cantareira	189
Tabela 5.10 - Restrições operacionais utilizadas na calibração do modelo	191
Tabela 5.11 - Ordem de prioridade para atendimento às demandas	193
Tabela 5.12 - Distribuição dos Esgotos Gerados – 2015	194
Tabela 5.13 - Demandas urbanas, industriais e agrícolas da BAT – ano base 2015	199
Tabela 5.14 - - Demandas urbanas, industriais e agrícolas da BAT – ano base 2015.....	200
Tabela 5.15 - Capacidade de Adução dos Sistemas.....	202
Tabela 5.16 - Falhas de atendimento às demandas para situação atual – ano base 2015.....	204
Tabela 5.17 - Falha de atendimento às demandas totais da BAT	206
Tabela 5.18 - Falha de atendimento às demandas das zonas 10, 11 e 13	207
Tabela 5.19 - Sistemas utilizados para atendimento às demandas urbanas das zonas 10, 11 e 13.....	208
Tabela 5.20 - Vazão média dos cenários hidrológicos críticos	208
Tabela 5.21 - Estados hidrológicos do Sistema Produtor Cantareira – ano base 2015.....	209
Tabela 5.22 - Vazões máximas, médias e mínimas fornecidas pela ETA Guaraú em cada Estado Hidrológico – ano base 2015.....	210
Tabela 5.23 - Resultados do Balanço conforme Deliberação.....	213
Tabela 6.1 - Pontos de monitoramento da rede de águas superficiais da CETESB.....	215
Tabela 6.2 - Evolução do IQA no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-A).....	221
Tabela 6.3 - Evolução do IAP no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-B)	224
Tabela 6.4 - Evolução do IVA no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-C)	227
Tabela 6.5 - Evolução do IET no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-D)	230
Tabela 6.6 - Evolução do IB no período de 2012 a 2016	232
Tabela 6.7 - Classificação das praias no período de 2012 a 2016 (indicador I.05-B).....	233
Tabela 6.8 - Classificação das praias por categoria no ano de 2016	233
Tabela 6.9 - Condições e padrões de qualidade da água, segundo a Resolução CONAMA 357/2005	239
Tabela 6.10 - Concentrações médias de DBO e sua classe de equivalência	241
Tabela 6.11 - Concentrações médias de OD e sua classe de equivalência	244
Tabela 6.12 - Concentrações médias de fósforo total e sua classe de equivalência.....	248
Tabela 6.13 - Pontos de monitoramento da rede de água subterrânea da CETESB	251
Tabela 6.14 - Evolução do IPAS no período de 2010 a 2015 na UGRHI 06 (indicador E.02-B)	252
Tabela 6.15 - Evolução do IPAS no período de 2010 a 2015 – Aquífero Pré-Cambriano	252
Tabela 6.16 - Evolução do IPAS no período de 2010 a 2015 – Aquífero São Paulo.....	253
Tabela 6.17 - Cargas remanescentes de DBO nos Cenários de 2002 e 2007	262
Tabela 6.18 - Cargas geradas no Reservatório Billings – Cenário 1996	263
Tabela 6.19 - Cargas de fósforo total por bacia hidrográfica – Cenários 2000 e 2025.....	264
Tabela 6.20 - Cenários simulados e a área de aplicação.....	266
Tabela 6.21 - Resumo dos resultados dos cenários – vazão total e carga total de DBO	268
Tabela 6.22 - Cargas de fósforo total nas bacias Billings e Guarapiranga	268
Tabela 6.23 - Resultado das cargas/concentrações para o cenário atual (2015).....	269
Tabela 6.24 - Quantitativo de pontos de monitoramento por classe de enquadramento em 2016.....	282
Tabela 6.25 – Percentual de pontos de monitoramento por faixa de permanência ao enquadramento.....	282
Tabela 6.26 - Classe de enquadramento e a classe de equivalência ao enquadramento dos corpos hídricos.....	284
Tabela 7.1 - Índice de Atendimento de Água nos municípios da BAT.....	293
Tabela 7.2 - Índice de Perdas e Volumes Macromedido e Micromedido.....	295
Tabela 7.3 - Qualidade da Água Distribuída no ano de 2016 (SABESP)	297
Tabela 7.4 - Prestadores de Serviço e Sistemas Produtores por Município.....	299
Tabela 7.5 - Capacidade dos Sistemas Produtores do SIM (SABESP)	300
Tabela 7.6 - Características do Sistema Adutor Metropolitano - SAM.....	301
Tabela 7.7 - Capacidade de Produção dos Sistemas Isolados (SABESP).....	308

Tabela 7.8 - Capacidade de Produção dos Sistemas Isolados de Outros Prestadores	309
Tabela 7.9 - Setores de abastecimento – Sistema Integrado Metropolitano	311
Tabela 7.10 - Setores de abastecimento isolados	313
Tabela 7.11 - Estações de água de reúso em operação	319
Tabela 7.12 - Dados de Atendimento e Volumes de Esgoto Coletado e Tratado (BAT)	322
Tabela 7.13 - Indicadores de Pressão e Resposta relativos ao esgotamento sanitário dos municípios total ou parcialmente inseridos na BAT – Ano base: 2015	324
Tabela 7.14 - Caracterização do Sistema Principal de Esgotamento Sanitário da UGRHI 06	327
Tabela 7.15 - Totalização das vazões de esgoto das ETES do Sistema Principal	330
Tabela 7.16 - Caracterização dos Sistemas Isolados de Esgotamento operados pela Sabesp na BAT	330
Tabela 7.17 - Caracterização dos sistemas isolados de esgotamento não operados pela Sabesp	331
Tabela 7.18 - Análise comparativa entre o PBH-AT (2009), Relatório de Situação da UGRHI (2017) e PBH-AT (2018).....	334
Tabela 7.19 - Critério para dimensionar a geração de RSU dos municípios até o ano de 2012	335
Tabela 7.20 - Critério para dimensionar a geração de RSU dos municípios a partir de 2013	336
Tabela 7.21 - Série histórica de geração de RSU dos municípios que integram a BAT	337
Tabela 7.22 - Síntese das informações sobre coleta de RSU nos municípios da BAT	339
Tabela 7.23 - Enquadramento das unidades de disposição final de resíduos sólidos (Até 2011)	340
Tabela 7.24 - Enquadramento das unidades de disposição final de resíduos sólidos (A partir de 2012)	340
Tabela 7.25 - Série histórica do Índice de Qualidade dos Aterros de Resíduos (IQR) – Indicador R.01-C	341
Tabela 7.26 - Quantidade de resíduos gerado x IQR da unidade de disposição final	343
Tabela 7.27 - Recebimento de RSU do CGR Itapevi	347
Tabela 7.28 - Recebimento de RSU do aterro sanitário da Tecipar Engenharia em Santana de Parnaíba	349
Tabela 7.29 - Recebimento de RSU da CTVA Caieiras	351
Tabela 7.30 - Recebimento de RSU do CDR Pedreira	353
Tabela 7.31 - Recebimento de RSU na Lara Central de Tratamento de Resíduos	355
Tabela 7.32 - Existência de serviços de coleta de RCC e quantidade coletada por município	365
Tabela 7.33 - Informações sobre o gerenciamento dos RSS	366
Tabela 8.1 - Crescimento das áreas urbanizadas por sub-região metropolitana da RMSP	378
Tabela 8.2 - Uso e ocupação do solo nas áreas de mananciais de interesse para a BAT e RMSP	382
Tabela 8.3 - Tipologia de uso e cobertura do solo na BAT	384
Tabela 8.4 - Uso e cobertura do solo nos municípios que compõem a BAT	385
Tabela 8.5 - Distribuição das áreas contaminadas nas sub-bacias que compõem a BAT	410
Tabela 8.6 - Classificação das Áreas Contaminadas	417
Tabela 9.1 - Evolução temporal da disponibilidade hídrica operacional dos sistemas produtores de água bruta da Bacia do Alto Tietê	423
Tabela 9.2 - Resultados das Projeções de População para a região do BAT analisados pelo PBH-AT (2009)	424
Tabela 9.3 - Resultados das Projeções de Demandas para o Abastecimento Público para os diferentes cenários	424
Tabela 9.4 – Distribuição do orçamento dos projetos disponibilizados pelo sistema de transparência do site do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH), por componente	431
Tabela 9.5 - Recursos disponíveis para investimento, por fonte de recursos, para a BAT (R\$)	433
Tabela 9.6 - Recursos disponibilizados para investimento no ano de 2017 pelo CBH-AT	434
Tabela 9.7 - Recursos alocados em projetos, por ano de aprovação e análise da execução orçamentária prevista	435
Tabela 9.8 - Distribuição dos projetos financiados pela FABHAT por PDCs e tomadores	437
Tabela 10.1 - Indicadores de Dinâmica Demográfica e Social dos municípios da BAT	443
Tabela 10.2 - Indicadores de Dinâmica Econômica dos municípios da BAT	444
Tabela 10.3 - Indicadores de disponibilidade de recursos hídricos	446
Tabela 10.4 - Indicadores de demanda por recursos hídricos – Demanda de água	448
Tabela 10.5 - Indicadores de demanda por recursos hídricos – Interferências em corpos d’água e controle da exploração e uso da água	449
Tabela 10.6 - Indicadores de Balanço: demandas versus disponibilidade – Balanço Hídrico	451
Tabela 10.7 - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas: % de amostras conformes em relação ao padrão de potabilidade - E.02-B - IPAS	454
Tabela 10.8 - Indicador de Qualidade das Águas: Saúde Pública e Ecossistemas e Uso da Água: I.05-B - Classificação semanal das praias de reservatórios e rios: n° de amostras por classificação - referentes aos reservatórios Billings e Guarapiranga	454
Tabela 10.9 - Indicador de Saneamento Básico: Infraestrutura de Saneamento (E.06)	456
Tabela 10.10 - Indicador de Saneamento Básico: Poluição Ambiental (P.04 e P.05)	457
Tabela 10.11 - Indicador de Saneamento Básico: Controle da poluição ambiental (R.01 e R.02)	458
Tabela 10.12 - Indicador de Gestão do território e de áreas sujeitas a gerenciamento especial: Dinâmica de ocupação do território (FM.10) e Conservação e recuperação do meio ambiente (R.09)	460
Tabela 10.13 - Indicador de Gestão do território e de áreas sujeitas a gerenciamento especial: Eventos críticos (E.08), Contaminação (P.06) e Controle da poluição ambiental (R.03)	461

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Sub-regiões hidrográficas da Bacia do Alto Tietê	15
Quadro 1.2 - Municípios com territórios inseridos na Bacia do Alto Tietê	16
Quadro 1.3 - Variáveis selecionadas e respectivas contribuições para o indicador sintético (dimensões do IPRS)	25
Quadro 1.4 - Municípios da BAT por grupo	26
Quadro 1.5 - Grupos de Vulnerabilidade e Dimensões do IPVS	29
Quadro 1.6 - IPVS dos municípios da BAT	30
Quadro 2.1 - Sub-regiões hidrográficas da Bacia do Alto Tietê	48
Quadro 2.2 - Sistemas Aquíferos da BAT	65
Quadro 2.3 - Marcos legais de proteção de recursos hídricos	66
Quadro 4.1 - Municípios abrangidos em cada estudo considerado	87
Quadro 4.2 - Indicadores propostos na Deliberação CRH no 146/2012	130
Quadro 4.3 - Indicadores calculados no Relatório de Situação 2017	131
Quadro 4.4 - Indicadores calculados no PBH-AT (2018)	136
Quadro 4.5 – Principais intervenções propostas pelo Estudo de Pré-viabilidade do Hidroanel Metropolitano	168
Quadro 6.1 - Indicadores de qualidade da água	214
Quadro 7.1 - Municípios que Compõem o Sistema Principal	325
Quadro 7.2 - Indicadores propostos pela Deliberação CRH nº 146/2012	333
Quadro 7.3 - relação dos aterros sanitários inseridos na BAT	345
Quadro 8.1 - Fontes utilizadas em diferentes estudos para mapeamento de uso e ocupação do solo	377
Quadro 8.2 - Agrupamento de categorias de uso do solo conforme modelo MQUAL	380
Quadro 8.3 - Indicadores de Uso e Ocupação do Solo	387
Quadro 8.4 - Programas de cunho habitacional destacados no Plano Estadual de Habitação	389
Quadro 8.5 - Áreas Protegidas inseridas na BAT – Unidades de Conservação de Uso Sustentável	393
Quadro 8.6 - Áreas Protegidas na BAT - Unidades de Conservação de Proteção Integral	393
Quadro 8.7 - Áreas Protegidas na BAT - Terras Indígenas e outras Áreas Protegidas	395
Quadro 8.8 - Distribuição de Áreas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e de Inundação, e Incidência em Áreas Urbanizadas	402
Quadro 8.9 - Indicador de Eventos Críticos de Enchentes e Inundações	407
Quadro 8.10 - Contaminantes típicos e potencial de geração de carga contaminante de fontes difusas	408
Quadro 8.11 - Contaminantes típicos e potencial de geração de carga contaminante de fontes pontuais	409
Quadro 8.12 - Indicadores de poluição ambiental	418
Quadro 10.1 - Sub-bacias da BAT	439
Quadro 10.2 - Municípios com territórios inseridos na Bacia do Alto Tietê	440
Quadro 10.3 - Características gerais da UGRHI 06	441
Quadro II.1 - Áreas Protegidas na BAT - Parques Urbanos e Parques Lineares	498

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos que circundam a BAT	14
Figura 1.2 - Delimitação das sub-bacias hidrográficas da Bacia do Alto Tietê	15
Figura 1.3 - Mananciais de interesse para a RMSP e sua inserção na BAT	20
Figura 1.4 - IPRS dos municípios pertencentes a BAT	28
Figura 1.5 - Evolução do IDH na RMSP entre 2000 e 2010	31
Figura 1.6 - Incidência de esquistossomose autóctone: nº de casos notificados/100.000 hab.ano na BAT	33
Figura 1.7 - Participação do PIB da RMSP no PIB do Estado de São Paulo	35
Figura 1.8 - Composição do PIB na área de estudo (2014)	37
Figura 1.9 - Número de Estabelecimentos por Setor na BAT	40
Figura 1.10 - Número de Estabelecimentos Agropecuários na BAT	40
Figura 2.1 - Divisão da BAT em distritos de drenagem (PDMAT 3)	52
Figura 2.2 - Mananciais de interesse para o abastecimento da BAT e da RMSP	53
Figura 2.3 - Interligação Jaguari-Atibainha	56
Figura 2.4 - Obras emergenciais de transferência de água para a APRM ATC	59
Figura 2.5 - Aproveitamento hidráulico existente	60
Figura 2.6 - Principais Estruturas Existentes com Interferência sobre o Reservatório Guarapiranga	62
Figura 2.7 - Obras de Abastecimento de Água Planejadas	63
Figura 2.8 - Transposição do Rio Guaiú para a Represa de Taiacupeba	64
Figura 3.1 - Situação da disponibilidade hídrica do Estado de São Paulo	67
Figura 3.2 - BAT- Dados de entrada e resultados obtidos – Recorte site do DAEE	69
Figura 3.3 - Séries de Vazões Mensais Naturais	74
Figura 3.4 - Precipitação compreendida entre julho de 2009 e janeiro de 2010 na BAT	84
Figura 3.5 - Eventos Extremos: Estiagem de 2013-2015 no Sistema Cantareira – SABESP	84

Figura 3.6 - Vazões Afluentes ao Sistema Cantareira	85
Figura 4.1 - Demandas estimadas - PBH-AT (2018)	126
Figura 4.2 - Distribuição das demandas estimadas nos municípios mais expressivos.....	128
Figura 4.3 - Quadro Síntese – Evolução das vazões outorgadas, por tipo de manancial	130
Figura 4.4 - Quadro Síntese – Evolução das vazões outorgadas, por tipo de uso	131
Figura 4.5 - Evolução da população na RMSP e no município de São Paulo	143
Figura 4.6 - Linha do Tempo das Estruturas Hidráulicas da Bacia do Alto Tietê.....	145
Figura 4.7 - Linha do Tempo dos Principais Atos Institucionais Afetando recursos Hídricos na Bacia do Alto Tietê	146
Figura 4.8 - Pontos de Controle no Rio Pinheiros	158
Figura 4.9 - Linha d'Água no Canal Pinheiros Inferior para a Vazão de 420 m ³ /s	159
Figura 4.10 - Linha d'Água no Canal Pinheiros Inferior para a Vazão de 280 m ³ /s	160
Figura 4.11 - Linha d'Água no Canal Pinheiros Superior para a Vazão de 450 m ³ /s.....	160
Figura 4.12 - Configuração Original do “Dreno do Brooklin” até a Década de 1990.....	161
Figura 4.13 - Configuração Atual do “Dreno do Brooklin” com a estação de Bombeamento Eduardo Yassuda	162
Figura 4.14 – Mapa das Travessias de Braços da Billings por Balsas	166
Figura 4.15 – Intervenções propostas no Estudo de Pré-viabilidade do Hidroanel Metropolitano.....	167
Figura 4.16 – Configuração do transporte de cargas e passageiros pelo Hidroanel Metropolitano.....	169
Figura 5.1 – Representação de uma Rede de Fluxo AcquaNet	174
Figura 5.2 – Tabela com Resumo de Resultado de Simulações	175
Figura 5.3 – Histograma de Resultados	175
Figura 5.4 – Curva de Permanência com Dados Simulados	176
Figura 5.5 – Rede Hídrica para Modelagem.....	177
Figura 5.6 - Tela de Inserção de Dados dos Estados Hidrológicos	190
Figura 5.7 - Curva de atendimento as demandas do Sistema Canteira	196
Figura 5.8 - Curva de atendimento as demandas do Sistema Alto Tietê.....	196
Figura 5.9 - Curva de atendimento as demandas do Sistema Guarapiranga.....	197
Figura 5.10 - Curva de atendimento a demanda da UHE Henry Borden.....	197
Figura 5.11 - Efeitos no Abastecimento nas redes da MMP e do PBH-AT (2018)	198
Figura 5.12 - Mapa de falha de atendimento às demandas – ano base 2015.....	203
Figura 5.13 - Curva de Permanência de vazão ETA RJCS – ano base 2015	206
Figura 5.14 - Curva de Permanência de volume do reservatório Guarapiranga - ano base 2015.....	207
Figura 5.15 - Curva de Permanência do volume do Sistema Cantareira – ano base 2015	209
Figura 5.16 - Curva de Permanência da Transposição Jaguari-Atibainha	210
Figura 5.17 - Curva de Permanência da Transposição da ETA Guaraú – ano base 2015.....	211
Figura 5.18 - Curva de Permanência da ETA Taiapuê (Sistema Produtor Alto Tietê)	212
Figura 5.19 - Curva de Permanência da ETA Vargem Grande (Sistema Produtor São Lourenço)	212
Figura 6.1 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IQA.....	222
Figura 6.2 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IAP	225
Figura 6.3 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IVA	228
Figura 6.4 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IET	231
Figura 6.5 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IB	232
Figura 6.6 - Atendimento de DBO à legislação.....	240
Figura 6.7 - Atendimento de OD à legislação (indicador E.01-E)	243
Figura 6.8 -Atendimento de fósforo total à legislação.....	246
Figura 6.9 - Atendimento de fósforo total à legislação – ambientes lêntico e lótico.....	247
Figura 6.10 - Registros de reclamações de mortandade de peixes (indicador I.02-A)	250
Figura 6.11 - Classificação da água subterrânea (indicador I.05-C).....	253
Figura 6.12 - Amostras de nitrato com concentrações inferiores e superiores a 5,0 mg/L (indicador E.02-A)	254
Figura 6.13 - Áreas críticas de contaminação das águas subterrâneas	255
Figura 6.14 - Perfil de OD no trecho entre Mogi das Cruzes e a confluência com o Rio Pinheiros	257
Figura 6.15 - Perfil de DBO no trecho entre Mogi das Cruzes e a confluência com o Rio Pinheiros.....	258
Figura 6.16 - Perfil de DBO no Rio Tietê entre Mogi das Cruzes e a Barragem de Rasgão	259
Figura 6.17 - Perfil de OD no Rio Tietê entre Mogi das Cruzes e a Barragem de Rasgão.....	260
Figura 6.18 - Perfis de DBO, OD, nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais no Rio Tietê para o cenário de 2007	262
Figura 6.19 - Área de abrangência do estudo e aplicação dos modelos matemáticos.....	265
Figura 6.20 - Resultado do Cenário C – Resposta das algas ao bombeamento de Pedreira	266
Figura 6.21 -Perfis de concentração de DBO e OD para a vazão média - Rio Tietê.....	267
Figura 6.22 - Fontes poluidoras vinculadas aos modelos matemáticos utilizados	272
Figura 6.23 - Cargas anual geradas pelas fontes poluidoras	273
Figura 6.24 - Perfis de concentração e série temporal nos Cenários Otimista e Tendencial	274
Figura 6.25 - Índice de conformidade ao enquadramento no Rio Tietê.....	275
Figura 6.26 - Perfis de concentração de DBO no Rio Tietê.....	276
Figura 6.27 - Frequência de atendimento às classes de enquadramento de DBO e OD	277

Figura 6.28 - Relação entre os parâmetros de qualidade da água.....	278
Figura 6.29 - Regras de operação do Sistema Alto Tietê.....	280
Figura 6.30 - Representação dos Sistemas Upper e Lower.....	280
Figura 6.31 - Exemplo de perfil de concentração obtido pelo modelo QUAL2E.....	281
Figura 7.1 - Capacidade nominal de produção das Estações de Tratamento de Água do SIM.....	300
Figura 7.2 - Representação do Sistema Cantareira.....	301
Figura 7.3 - Representação dos Sistemas Produtores Guarapiranga-Billings, Rio Grande, Ribeirão da Estiva e Capivari.....	302
Figura 7.4 - Representação dos Sistemas Produtores Alto Tietê e Rio Claro.....	304
Figura 7.5 - Representação do Sistemas Produtores Alto e Baixo Cotia.....	305
Figura 7.6 - Representação do Sistema Produtor São Lourenço.....	306
Figura 7.7 - Flexibilização entre os sistemas produtores durante a crise hídrica (2013-2015).....	315
Figura 7.8 - Cenários de perdas projetados (2017-2021).....	316
Figura 7.9 - ICTEM dos municípios total ou parcialmente inseridos na BAT.....	323
Figura 7.10 - Esquematização do Sistema de Gaseificação por Plasma.....	332
Figura 7.11 - Avaliação da Série Histórica do IQR.....	342
Figura 7.12 - Inserção Local do Centro de Gerenciamento de Resíduos Itapevi.....	346
Figura 7.13 - Inserção Municipal do Centro de Gerenciamento de Resíduos.....	346
Figura 7.14 - Série histórica do IQR do Aterro de Itapevi – CGR Itapevi.....	347
Figura 7.15 - Inserção Local do Aterro Sanitário da Tecipar Engenharia.....	348
Figura 7.16 - Inserção Municipal do aterro sanitário da Tecipar Engenharia.....	348
Figura 7.17 - Série histórica do IQR do Aterro de Santana de Parnaíba – Tecipar Engenharia.....	349
Figura 7.18 - Inserção Local da CTVA Caieiras.....	350
Figura 7.19 - Inserção Municipal da CTVA Caieiras.....	350
Figura 7.20 - Série histórica do IQR do Aterro de Caieiras – CTVA Caieiras.....	351
Figura 7.21 - Inserção Local do CDR Pedreira.....	352
Figura 7.22 - Inserção Municipal do CDR Pedreira.....	352
Figura 7.23 - Série histórica do IQR do Aterro de São Paulo – CDR Pedreira.....	353
Figura 7.24 - Inserção Local do aterro sanitário da Lara Central de Tratamento de Resíduos.....	354
Figura 7.25 - Inserção Municipal do aterro sanitário da Lara Central de Tratamento de Resíduos.....	354
Figura 7.26 - Série histórica do IQR do Aterro de Mauá – Lara Central de Tratamento de Resíduos.....	355
Figura 7.27 - Inserção local dos aterros sanitários Sítio São João e CTL.....	356
Figura 7.28 - Inserção municipal dos aterros sanitários Sítio São João e CTL.....	356
Figura 7.29 - Série histórica do IQR da CTL.....	357
Figura 7.30 - Inserção local do aterro sanitário de Santo André.....	358
Figura 7.31 - Inserção municipal do aterro sanitário de Santo André.....	358
Figura 7.32 - Série histórica do IQR do aterro sanitário municipal de Santo André.....	359
Figura 7.33 - Inserção local do Aterro Sanitário Quitaúna.....	359
Figura 7.34 - Inserção municipal do aterro sanitário Quitaúna.....	360
Figura 7.35 - Série histórica do IQR do aterro sanitário municipal de Guarulhos.....	360
Figura 7.36 - Inserção local do aterro sanitário de Osasco.....	361
Figura 7.37 - Inserção municipal do aterro sanitário de Osasco.....	361
Figura 7.38 - Série histórica do IQR do aterro sanitário municipal de Osasco.....	362
Figura 7.39 - Inserção local do aterro de Embu das Artes.....	363
Figura 7.40 - Inserção municipal do aterro de Embu das Artes.....	363
Figura 7.41 - Série histórica do IQR do aterro sanitário municipal de Embu das Artes.....	364
Figura 7.42 - Série histórica do Indicador R.01-B.....	368
Figura 7.43 - Localização das estruturas Hidráulicas na BAT.....	370
Figura 7.44 - Localização dos Reservatórios de Retenção na BAT.....	370
Figura 7.45 - Área de Abrangência do Radar Meteorológico.....	371
Figura 7.46 - Rede Telemétrica.....	372
Figura 7.47 - Mapa de Pontos de Inundação.....	376
Figura 8.1 - Áreas urbanas e não urbanas na RMSP.....	379
Figura 8.2 - Categorias de Uso do Solo da Emplasa.....	380
Figura 8.3 - Uso e ocupação do solo em áreas de mananciais do Projeto PDPAs RMSP.....	382
Figura 8.4 - Distribuição de assentamentos precários na RMSP.....	388
Figura 8.5 - Remanescentes de vegetação nativa na BAT.....	391
Figura 8.6 - Procedimentos básicos para a elaboração das cartas de suscetibilidade.....	400
Figura 8.7 - Manchas de Inundação para as sub-bacias de 1ª e 2ª Camada do PDMAT 3 (TR = 100 anos).....	404
Figura 8.8 - Atividades responsáveis pela contaminação na BAT.....	412
Figura 8.9 - Principais Fontes de Contaminação na UGRHI 06.....	412
Figura 8.10 - Frequência de ocorrência de meio impactado.....	413
Figura 8.11 - Frequência de contaminantes cadastrados na BAT.....	415
Figura 8.12 - Número de ocorrências dos contaminantes, por atividade.....	416

Figura 9.1 - Estrutura do PBH-AT (2009)	422
Figura 9.2 - Vulnerabilidade de Aquíferos, Qualidade da Água, Pontos de Contaminação e Locais de Inundação.....	426
Figura 9.3 - Situação dos projetos e desembolsos aprovados pelo CBH-AT/FABAHT.	436
Figura 10.1 - Delimitação das sub-bacias hidrográficas da Bacia do Alto Tietê	439
Figura 10.2 - Indicadores de Saúde Pública e Ecossistemas dos municípios da BAT – I-01 – Doenças de veiculação hídrica – I-01-B – Incidência de esquistossomose autóctone: número de casos notificados na BAT / 100.000 hab.ano.....	445
Figura 10.3 - Indicadores de Qualidade das Águas – Indicadores E.01-A a E.02-A	453
Figura 10.4 - Indicador de Qualidade das Águas: Saúde Pública e Ecossistemas e Uso da Água: I.02-A - Registro de reclamação de mortalidade de peixes: nº de registros/ano referentes a UGRHI 06	454
Figura 10.5 - Indicador de Qualidade das Águas: Saúde Pública e Ecossistemas e Uso da Água: I.05-C - Classificação da água subterrânea quanto a sua potabilidade: nº de amostras por categoria - UGRHI 06	455
Figura I.1 - Mancha de Inundação - Rio Mandaqui (1/1)	474
Figura I.2 - Mancha de Inundação - Ribeirão Vermelho (1/1).....	475
Figura I.3 - Mancha de Inundação - Rio Cabuçu de Baixo (1/1).....	476
Figura I.4 - Mancha de Inundação - Rio Cabuçu de Cima (1/1)	477
Figura I.5 - Mancha de Inundação - Rio Cotia (1/1).....	478
Figura I.6 - Mancha de Inundação - Rio Baquirivu (1/1).....	479
Figura I.7 - Mancha de Inundação - Córrego Oratório (1/1)	480
Figura I.8 - Mancha de Inundação - Rio São João do Barueri (1/1)	481
Figura I.9 - Mancha de Inundação - Ribeirão dos Couros e Meninos (1/1)	482
Figura I.10 - Mancha de Inundação - Rio Pirajussara (1/1)	483
Figura I.11 - Mancha de Inundação - Rio Aricanduva (1/1)	484
Figura I.12 - Mancha de Inundação - Rio Tietê (1/4).....	485
Figura I.13 - Mancha de Inundação - Rio Tietê (2/4).....	486
Figura I.14 - Mancha de Inundação - Rio Tietê (3/4).....	487
Figura I.15 - Mancha de Inundação - Rio Tietê (4/4).....	488
Figura I.16 - Mancha de Inundação - Rio Tamanduateí (1/2).....	489
Figura I.17 - Mancha de Inundação - Rio Tamanduateí (2/2).....	490
Figura I.18 - Mancha de Inundação - Rio Pinheiros (1/3)	491
Figura I.19 - Mancha de Inundação - Rio Pinheiros (2/3).....	492
Figura I.20 - Mancha de Inundação - Rio Pinheiros (3/3).....	493
Figura I.21 - Mancha de Inundação - Rio Juqueri (1/3)	494
Figura I.22 - Mancha de Inundação - Rio Juqueri (2/3)	495
Figura I.23 - Mancha de Inundação - Rio Juqueri (3/3)	496

LISTA DE MAPAS

Mapa RPD 1 - Situação dos Municípios da BAT	17
Mapa RPD 2 - Inserção da BAT na RMSP e na Macrometrópole Paulista (DAEE e EMPLASA)	19
Mapa RPD 3 – Vias de Transporte e Logística da Região Metropolitana de São Paulo	45
Mapa RPD 4 - Hidrografia e Declividade na BAT	50
Mapa RPD 5 - Captações subterrâneas para abastecimento público na BAT	94
Mapa RPD 6 - Demanda de abastecimento urbano superficial	97
Mapa RPD 7 - Demanda de abastecimento urbano subterrânea	98
Mapa RPD 8 - Captações industriais na BAT	102
Mapa RPD 9 - Demanda industrial superficial	103
Mapa RPD 10 - Demanda industrial subterrânea	104
Mapa RPD 11 - Áreas irrigadas na sub-bacia Alto Tietê-Cabeceiras	108
Mapa RPD 12 - Outorgas para irrigação - superficiais e subterrâneas	110
Mapa RPD 13 - Demanda de irrigação.....	111
Mapa RPD 14 - Demanda de dessedentação animal.....	115
Mapa RPD 15 - Demanda de abastecimento humano rural	118
Mapa RPD 16 - Demanda de outros usos	120
Mapa RPD 17 - Demanda total estimada - PBH-AT (2018)	129
Mapa RPD 18 - UHE e PCH na BAT	147
Mapa RPD 19 - Municípios, zonas de demanda e sistemas produtores (SABESP).....	185
Mapa RPD 20 - Enquadramento dos Corpos Hídricos na BAT	217
Mapa RPD 21 - Localização dos Pontos de Monitoramento CETESB	218
Mapa RPD 22 - Índice de Qualidade das Águas - IQA.....	234
Mapa RPD 23 - Índice de Qualidade das Águas para Fins de Abastecimento Público – IAP	235
Mapa RPD 24 - Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas - IVA	236
Mapa RPD 25 - Índice de Estado Trófico – IET.....	237
Mapa RPD 26 - Índice de Balneabilidade das Praias em Rios e Reservatórios – IB.....	238
Mapa RPD 27 - Permanência dos pontos de monitoramento no enquadramento	283
Mapa RPD 28 - Setores de abastecimento	307
Mapa RPD 29 - Esgotamento Sanitário.....	326
Mapa RPD 30 - Disposição dos Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de São Paulo	344
Mapa RPD 31 - Uso e cobertura do solo na BAT	386
Mapa RPD 32 - Áreas Protegidas da BAT	397
Mapa RPD 33 - Suscetibilidade a movimentos de massa e a inundações.....	401
Mapa RPD 34 - Distribuição espacial das áreas contaminadas na BAT	411
Mapa RPD 35 - Vulnerabilidade de Aquíferos à Contaminação	414
Mapa RPD 36 - Áreas sujeitas a gerenciamento especial: superfície	420
Mapa RPD 37 - Áreas sujeitas a gerenciamento especial: águas subterrâneas	421

1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UGRHI 06

1.1. Definição da Área de Estudo

A área de estudo do PBH-AT (2018) consiste na área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BAT), que coincide em grande parte com a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), principal polo de riqueza nacional. A presente delimitação da BAT corresponde à utilizada na última versão do plano – PBH-AT (2009). Serão utilizadas bases cartográficas das fontes: IBGE, EMPLASA, SMA/CPLA, DataGEO, dentre outras, muitas das quais coincidentes com a base utilizada para a última atualização do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT 3 (DAEE, 2014), com escalas entre 1:25.000 e 1:50.000.

Com nascentes no Parque Ecológico Nascentes do Tietê, criado pelo Decreto Estadual nº 29.181/1988 e localizado no município de Salesópolis, a área de drenagem da BAT possui 5.775,12 km² e estende-se até a Barragem de Rasgão – que representa o limite entre as Bacias do Alto Tietê e do Sorocaba Médio Tietê –, em Pirapora de Bom Jesus. A BAT possui extensão máxima de 148,26 km no sentido Leste-Oeste, orientação predominante das linhas de drenagem.

O território abrangido pela BAT corresponde à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 6 – Alto Tietê (UGRHI 6), delimitada: a norte pela UGRHI 5 (Piracicaba/ Capivari/Jundiaí); a oeste pelas UGRHIs 10 (Tietê/Sorocaba) e 11 (Ribeira do Iguape/Litoral Sul); a sul pelas UGRHIs 7 (Baixada Santista) e 3 (Litoral Norte); e, a leste pela UGRHI 2 (Paraíba do Sul), conforme apresentado na **Figura 1.1**.

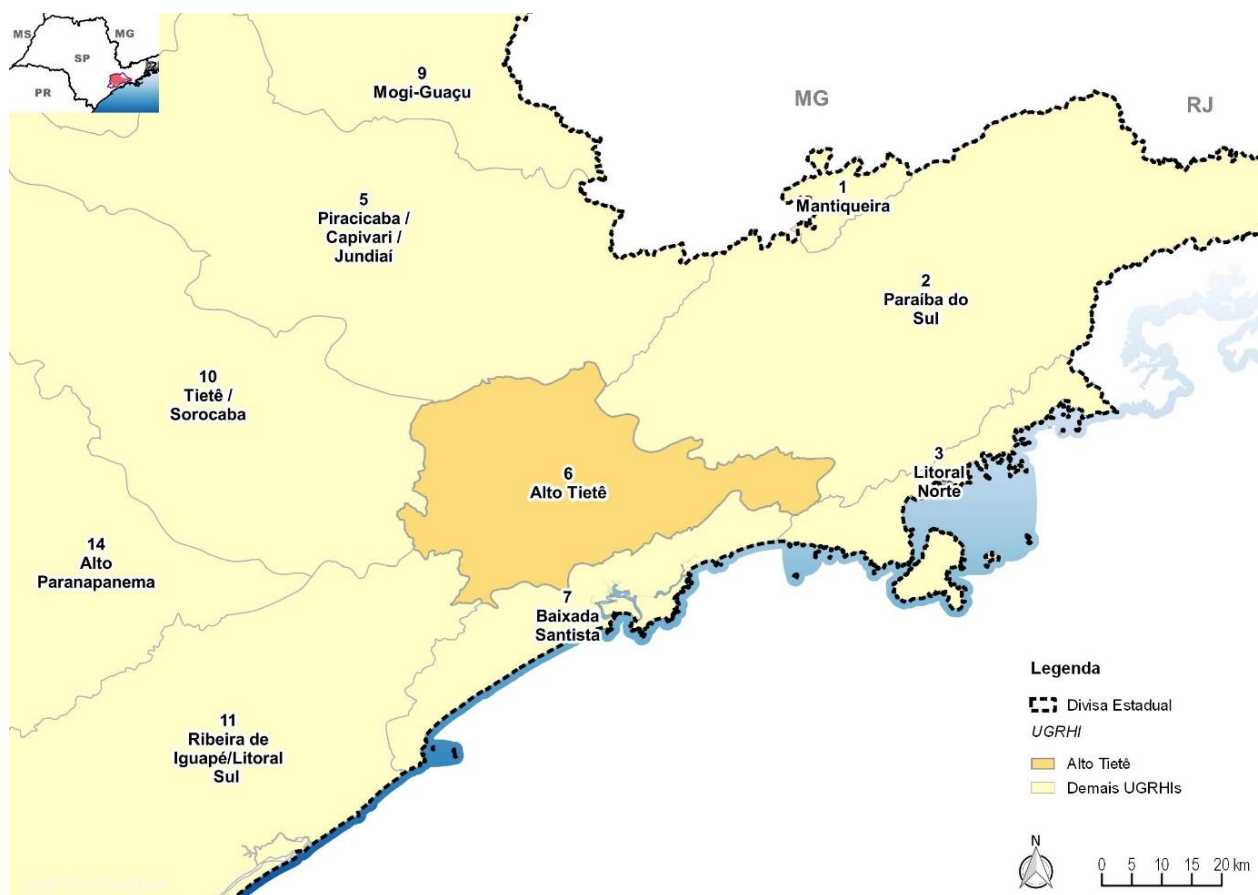


Figura 1.1 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos que circundam a BAT

A BAT é dividida em seis sub-bacias hidrográficas principais, definidas em função das características topográficas e hidrológicas da região (PBH-AT (2009)), e estão representadas na **Figura 1.2**. As áreas de drenagem de cada sub-bacia hidrográfica são apresentadas no **Quadro 1.1**.

Quadro 1.1 - Sub-regiões hidrográficas da Bacia do Alto Tietê

Sub-bacia	Área de Drenagem (km ²)
Cabeceiras	1.859,24
Billings – Tamandateí	824,08
Cotia – Guarapiranga	858,41
Juqueri – Cantareira	848,71
Penha – Pinheiros	852,71
Pinheiros – Pirapora	531,98
Total	5.775,12

Fonte: adaptado do PBH-AT (2009)

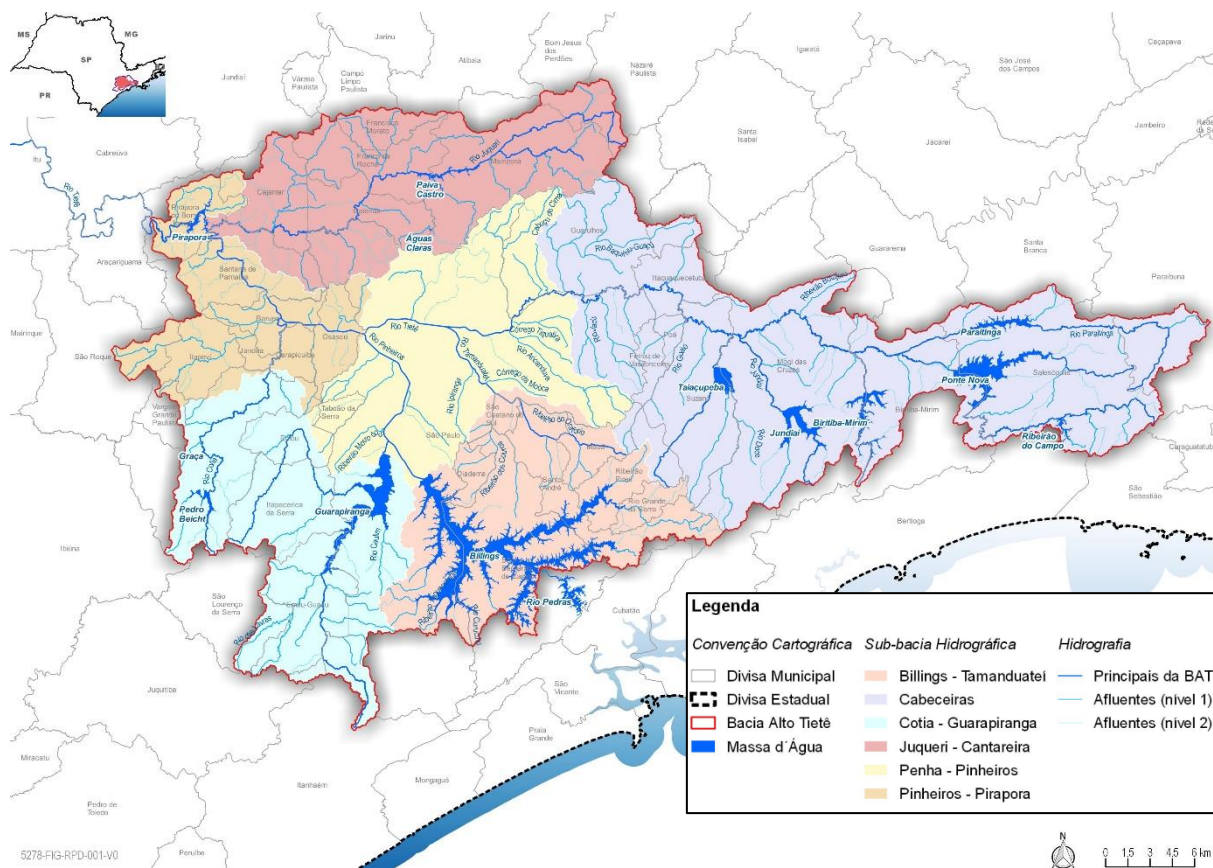


Figura 1.2 - Delimitação das sub-bacias hidrográficas da Bacia do Alto Tietê

Considera-se neste PBH-AT (2018) que a área de estudo compreende, total ou parcialmente, o território de 40 municípios, dos quais:

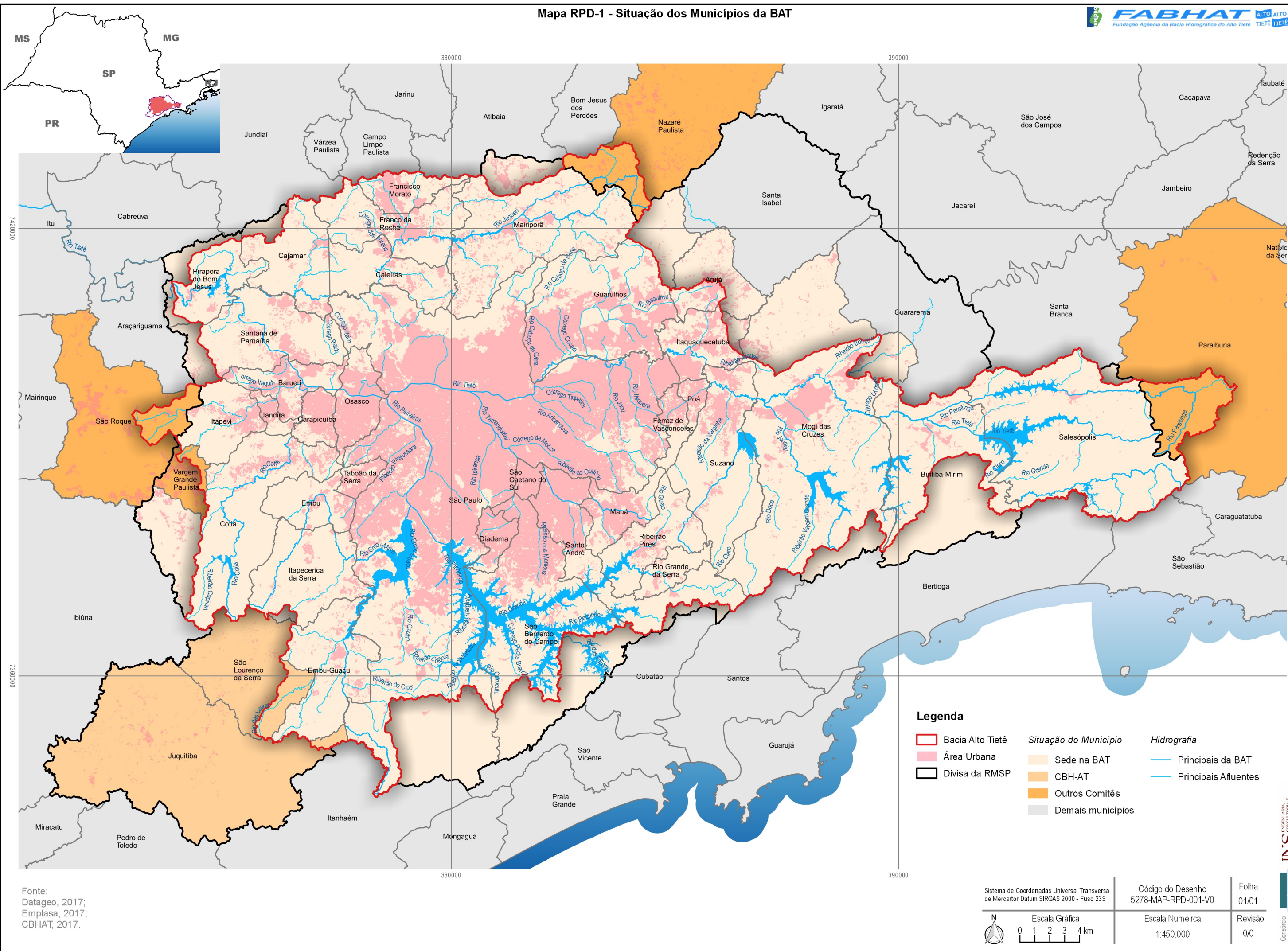
- 34 possuem sede inserida na BAT;
- 2 não possuem sede municipal inserida na BAT, porém fazem parte do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT): Jujituba e São Lourenço da Serra, que possuem pequenas extensões territoriais inseridas na BAT, com cobertura natural ou usos essencialmente rurais;
- 4 municípios não possuem sedes municipais na BAT e não fazem parte do CBH-AT, porém apresentam porções de seu território na bacia: Vargem Grande Paulista e São Roque, a oeste, nos quais se verificam alguns usos urbanos e tendências de expansão no território da BAT; e Nazaré Paulista, a norte, e Paraibuna, a leste, que apresentam menores adensamentos populacionais no território da bacia hidrográfica.

Dentre os 40 municípios inseridos na BAT, apenas 3 não fazem parte da RMS: Nazaré Paulista, Paraibuna e São Roque. O **Quadro 1.2** e o **Mapa RPD-1** apresentam os municípios que fazem parte da área de estudo.

Quadro 1.2 - Municípios com territórios inseridos na Bacia do Alto Tietê

Cód. IBGE	Nome do Município	RMSP	Sede na BAT	CBH-AT	Área (km²)		% do Município na BAT
					Municipal	BAT	
3503901	Arujá	✓	✓	✓	96,08	23,92	24,89
3505708	Barueri	✓	✓	✓	65,71	65,71	100,00
3506607	Biritiba Mirim	✓	✓	✓	317,17	186,73	58,88
3509007	Caieiras	✓	✓	✓	97,64	97,64	100,00
3509205	Cajamar	✓	✓	✓	131,33	117,29	89,31
3510609	Carapicuíba	✓	✓	✓	34,55	34,55	100,00
3513009	Cotia	✓	✓	✓	324,33	243,79	75,17
3513801	Diadema	✓	✓	✓	30,73	30,73	100,00
3515004	Embu	✓	✓	✓	70,40	70,40	100,00
3515103	Embu-Guaçu	✓	✓	✓	155,47	155,47	100,00
3515707	Ferraz de Vasconcelos	✓	✓	✓	29,55	29,55	100,00
3516309	Francisco Morato	✓	✓	✓	48,86	48,86	100,00
3516408	Franco da Rocha	✓	✓	✓	132,74	132,74	100,00
3518800	Guarulhos	✓	✓	✓	318,62	257,49	80,81
3522208	Itapecerica da Serra	✓	✓	✓	150,76	146,02	96,85
3522505	Itapevi	✓	✓	✓	82,70	82,24	99,45
3523107	Itaquaquecetuba	✓	✓	✓	82,64	71,17	86,12
3525003	Jandira	✓	✓	✓	17,45	17,45	100,00
3526209	Juquitiba	✓	✗	✓	522,39	7,81	1,49
3528502	Mairiporã	✓	✓	✓	320,60	279,83	87,28
3529401	Mauá	✓	✓	✓	61,89	61,89	100,00
3530607	Mogi das Cruzes	✓	✓	✓	712,64	484,59	68,00
3532405	Nazaré Paulista	✗	✗	✗	326,25	53,53	16,41
3534401	Osasco	✓	✓	✓	64,96	64,96	100,00
3535606	Paraibuna	✗	✗	✗	809,10	82,25	10,17
3539103	Pirapora do Bom Jesus	✓	✓	✓	108,51	78,66	72,49
3539806	Poá	✓	✓	✓	17,26	17,26	100,00
3543303	Ribeirão Pires	✓	✓	✓	99,05	99,05	100,00
3544103	Rio Grande da Serra	✓	✓	✓	36,33	36,33	100,00
3545001	Salesópolis	✓	✓	✓	424,61	418,03	98,45
3547304	Santana de Parnaíba	✓	✓	✓	179,99	154,31	85,74
3547809	Santo André	✓	✓	✓	175,80	162,70	92,55
3548708	São Bernardo do Campo	✓	✓	✓	409,55	275,75	67,33
3548807	São Caetano do Sul	✓	✓	✓	15,33	15,33	100,00
3549953	São Lourenço da Serra	✓	✗	✓	186,40	32,95	17,68
3550308	São Paulo	✓	✓	✓	1.521,15	1.367,14	89,88
3550605	São Roque	✗	✗	✗	307,70	34,99	11,37
3552502	Suzano	✓	✓	✓	206,16	206,16	100,00
3552809	Taboão da Serra	✓	✓	✓	20,39	20,39	100,00
3556453	Vargem Grande Paulista	✓	✗	✗	42,45	9,46	22,30
Total		37	34	36	8.755,23	5.775,12	

Mapa RPD-1 - Situação dos Municípios da BAT



Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017.

<p>Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S</p> <p>Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km</p>	<p>Código do Desenho 5278-MAP-RPD-001-V0</p>	<p>Folha 01/01</p>
	<p>Escala Numérica 1:450.000</p>	<p>Revisão 0/0</p>

A BAT corresponde a 70% do território e representa 99,5% da população da RMSP, apresentando densidades demográficas e taxas de urbanização elevadas, conforme será detalhado nos itens subsequentes. Esta característica faz com que a UGRHI 06 seja classificada como “industrial” no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo de 2004/2007, apesar da ressalva de que a indústria, que historicamente liderou a dinâmica econômica metropolitana, vem cedendo espaço às atividades do setor terciário.

Dadas as tendências de expansão da área de influência da metrópole, um novo recorte territorial vem sendo considerado, nos últimos anos, com vistas ao planejamento da RMSP: a denominada Macrometrópole Paulista, que representa o principal polo produtivo do país.

Por meio do Decreto nº 52.748 de fevereiro de 2008, o Governo do Estado de São Paulo instituiu um Grupo de Trabalho para propor alternativas relativas ao aproveitamento de recursos hídricos na Macrometrópole, composta pelas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista, acrescidas de regiões limítrofes ou adjacentes de interesse. O referido Decreto deu origem ao Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013), que incorpora, além das Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista, também a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, as Aglomerações Urbanas de Jundiaí, Piracicaba e Sorocaba, e as Microrregiões de São Roque e Bragantina, perfazendo um total de 176 municípios no Estado de São Paulo e 4 em Minas Gerais, totalizando 52 mil km².

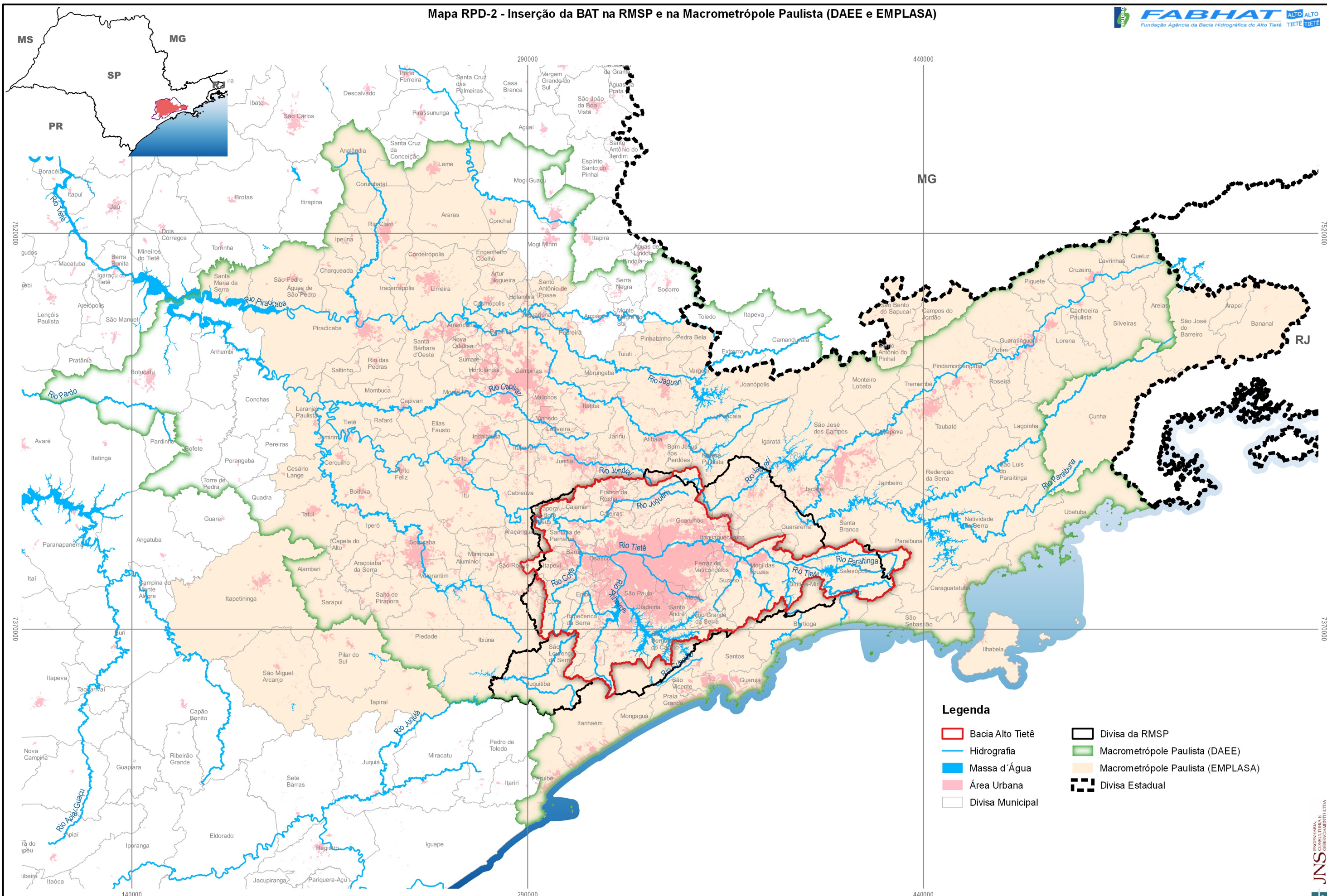
Considerando o dinamismo e a complexa relação entre os municípios que integram a região, cuja funcionalidade ultrapassa os limites municipais, a EMPLASA publicou, em 2015, o Plano de Ação da Macrometrópole Paulista (PAM), com extensa análise das dinâmicas socioeconômicas regionais. A Macrometrópole, neste estudo, coincide em grande parte com a delimitada pelo estudo do DAEE, porém, dadas as diferenças no escopo do Plano, apresenta algumas alterações nos limites, que foram selecionados com base na definição dos eixos estratégicos de desenvolvimento do Plano: conectividade territorial e competitividade econômica, coesão territorial, urbanização inclusiva e governança metropolitana. A Macrometrópole definida pelo PAM abrange um território de 53 mil km², englobando 174 municípios no Estado de São Paulo.

A BAT representa 11,1% do território delimitado como Macrometrópole pelo DAEE e 10,9% da Macrometrópole delimitada pela EMPLASA, com extensa área conurbada entre os municípios que a compõem. O **Mapa RPD-2** apresenta a inserção da BAT nas áreas delimitadas como RMSP e Macrometrópole Paulista, tanto segundo a definição do DAEE quanto da EMPLASA.

A grande população e a intensa atividade econômica industrial e de serviços da RMSP, além das extensões de áreas destinadas à agropecuária, fazem com que as demandas por recursos hídricos na região sejam cada vez maiores, representando pressões que excedem a área de drenagem da BAT e afetam também as UGRHIs vizinhas. Em virtude das profundas alterações introduzidas pelos efeitos antrópicos e por obras hidráulicas que buscam suprir as demandas locais, a área de estudo apresenta regimes hidráulicos e hidrológicos extremamente complexos.

A BAT abriga importantes áreas de mananciais de abastecimento da RMSP: (i) APRM Alto Tietê Cabeceiras, que abriga os Sistemas Produtores Rio Claro e Alto Tietê; (ii) APRM Billings na qual se encontra o Sistema Produtor Rio Grande; (iii) APRM Guarapiranga que fornece vazões para o Sistema Produtor Guarapiranga; (iv) Manancial Cotia, que incorpora os sistemas Alto e Baixo Cotia; (v) Manancial Guaió, que fornece vazões à operação do Sistema Produtor Alto Tietê em períodos críticos; (vi) Cabuçu e (vii) Tanque Grande, que fornecem vazões complementares ao abastecimento do município de Guarulhos; e, (viii) APRM Alto Juquery, onde encontra-se o reservatório Paiva Castro, integrante do Sistema Produtor Cantareira.

Mapa RPD-2 - Inserção da BAT na RMSP e na Macrometrópole Paulista (DAEE e EMPLASA)



Legenda

- Bacia Alto Tietê
- Hidrografia
- Massa d'Água
- Área Urbana
- Divisa Municipal
- Divisa da RMSP
- Macrometrópole Paulista (DAEE)
- Macrometrópole Paulista (EMPLASA)
- Divisa Estadual

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
DAEE, 2013.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-002-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:1.300.000	Revisão 0/0

Os reservatórios do Sistema Produtor Cantareira externos à BAT – Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha – transferem água para o rio Juqueri, a montante do Reservatório Paiva Castro, representando importante contribuição para o abastecimento da RMSP. Outros corpos hídricos externos à BAT que também compõem o atendimento às demandas da metrópole são: o rio Capivari, localizado na Área de Proteção Ambiental Capivari-Monos (UGRHI 07), que transfere águas para a Bacia do reservatório Guarapiranga; e o reservatório do Jaguari, inserido na UGRHI 02 (Paraíba do Sul), que abastece o município de Santa Isabel.

Além das transposições já instaladas, estão previstas: (i) a interligação do reservatório Jaguari da bacia do Paraíba do Sul com o reservatório Atibainha, do Sistema Produtor Cantareira (obras em execução); (ii) a disponibilização de águas do reservatório Cachoeira do França, na Bacia do Alto Juquiá (UGRHI 11), para o Sistema Produtor São Lourenço (obras em execução); e, (iii) a transferência de água do rio Itapanhaú, da vertente marítima (UGRHI 07 – Baixada Santista), para a APRM Alto Tietê Cabeceiras (em processo de licenciamento). A **Figura 1.3** apresenta as áreas de mananciais inseridas na BAT e os corpos hídricos externos de interesse para o abastecimento da RMSP.

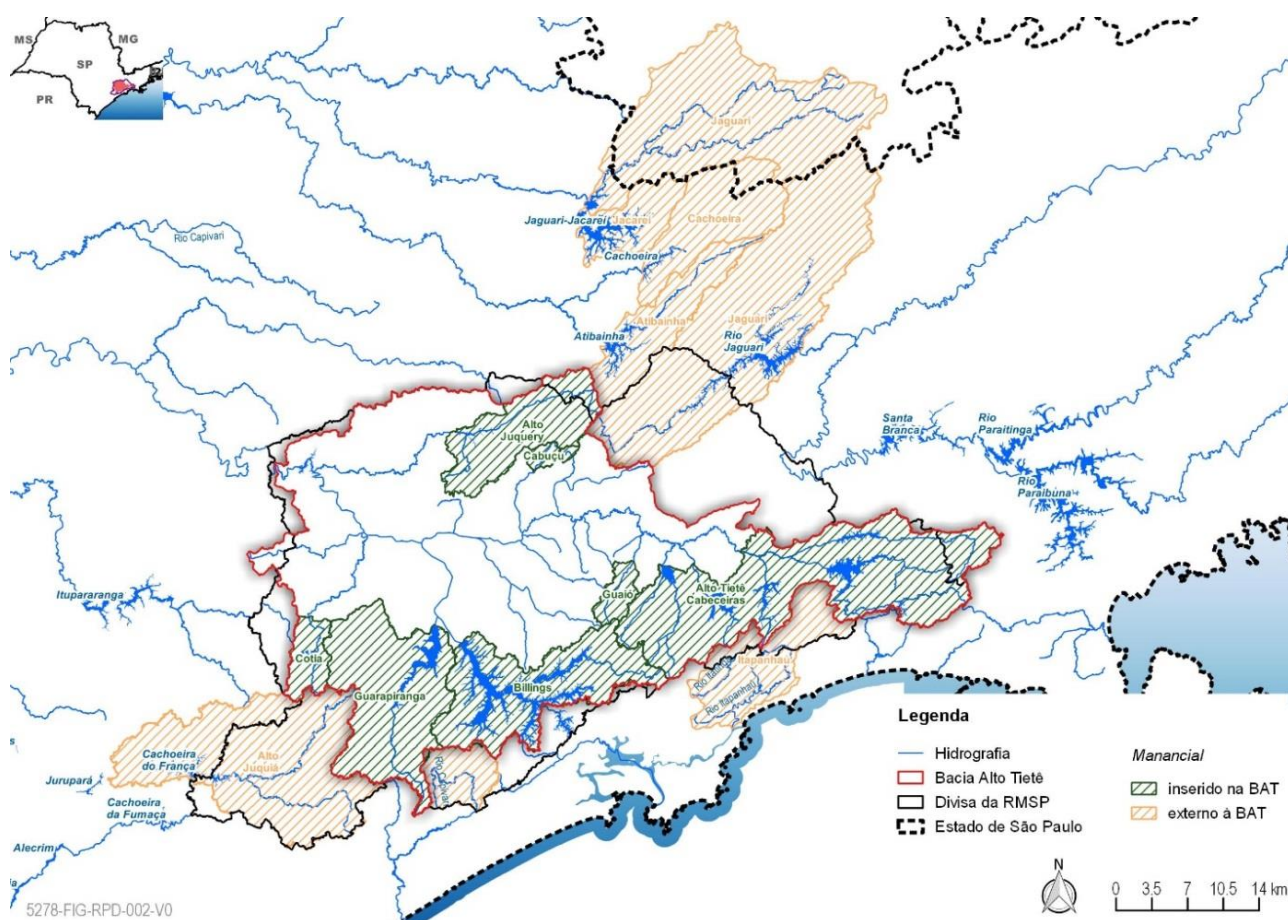


Figura 1.3 - Mananciais de interesse para a RMSP e sua inserção na BAT

Os mananciais são áreas ambientalmente sensíveis e legalmente protegidas. Conforme ressaltado no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (2013), a tendência de adensamento na RMSP é periférica, e o PAM (EMPLASA; 2015) discute que esta expansão está levando a um processo de conurbação, que avança, inclusive, para territórios pertencentes às Áreas de Proteção de Mananciais, tema que será tratado mais detalhadamente adiante.

Na discussão sobre mananciais, o Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013) discutiu o aumento da pressão sobre os recursos hídricos nas regiões de cabeceiras, que afetam a disponibilidade hídrica devido à contaminação por efluentes domésticos, industriais e pelas cargas difusas urbanas.

A compreensão das dinâmicas demográfica e econômica e dos vetores de expansão urbana nos municípios que integram a BAT é, portanto, essencial para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos da região.

1.2. Dinâmica Demográfica e Social

Para a análise da dinâmica demográfica e social na BAT, foram obtidos os indicadores para Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, conforme Deliberação CRH nº146/2012, sendo eles:

- *FM.01 – Crescimento Populacional*
 - FM.01-A – Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA): % a.a.
- *FM.02 – População*
 - FM.02-A – População Total: número de habitantes
 - FM.02-B – População Urbana: número de habitantes
 - FM.02-C – População Rural: número de habitantes
- *FM.03 – Demografia*
 - FM.03-A – Densidade Demográfica: hab/km²
 - FM.03-B – Taxa de Urbanização: %
- *FM.04 – Responsabilidade Social e Desenvolvimento Humano*
 - FM.04-A – Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS): classificação entre 1 e 5
 - FM.04-B – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M): classificação entre 0 e 1

As análises destes indicadores estão apresentadas a seguir e correspondem ao território da BAT.

1.2.1. Variáveis Demográficas

Ao longo do tempo, a BAT tem apresentado mudanças significativas na ocupação por se tratar de uma região que possui uma dinâmica econômica bastante ativa. O reflexo desta dinâmica influencia diretamente o crescimento populacional. Para avaliar este crescimento, conforme determina o indicador FM.01-A, utilizou-se a Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA), conforme apresentado na **Tabela 1.1**. Os dados estão apresentados para os Censos de 1991, 2000, 2010 e projeção para o ano de 2016. Destaca-se que a soma total de população, para cada ano, representa a totalidade do município e não somente o recorte territorial da BAT.

Tabela 1.1 - Crescimento populacional dos municípios pertencentes a BAT

CÓD. IBGE	NOME DO MUNICÍPIO	Censo 1991	Censo 2000	Censo 2010	Projeção 2016	TGCA (2000 - 2010)	TGCA (2010 - 2016)
3503901	Arujá	37.622	59.185	74.818	85.199	3,71%	2,19%
3505708	Barueri	130.799	208.281	240.656	264.935	2,44%	1,61%
3506607	Biritiba Mirim	17.833	24.653	28.573	31.479	2,47%	1,63%
3509007	Caieiras	39.069	71.221	86.623	97.016	3,14%	1,91%
3509205	Cajamar	33.736	50.761	64.113	72.875	3,68%	2,16%
3510609	Carapicuíba	283.661	344.596	369.908	394.465	1,36%	1,08%
3513009	Cotia	107.453	148.987	201.023	233.696	4,60%	2,54%
3513801	Diadema	305.287	357.064	386.039	415.180	1,52%	1,22%
3515004	Embu	155.990	207.663	240.007	264.448	2,45%	1,63%
3515103	Embu-Guaçu	36.277	56.916	62.846	67.788	1,76%	1,27%
3515707	Ferraz de Vasconcelos	96.166	142.377	168.290	186.808	2,75%	1,76%
3516309	Francisco Morato	83.885	133.738	154.538	169.942	2,42%	1,60%
3516408	Franco da Rocha	85.535	108.122	131.603	147.650	3,16%	1,94%
3518800	Guarulhos	787.866	1.072.717	1.222.357	1.337.087	2,23%	1,51%

Continua...

Tabela 1.1 - Crescimento populacional dos municípios pertencentes a BAT (cont.)

CÓD. IBGE	NOME DO MUNICÍPIO	Censo 1991	Censo 2000	Censo 2010	Projeção 2016	TGCA (2000 - 2010)	TGCA (2010 - 2016)
3522208	Itapecerica da Serra	93.146	129.685	152.380	169.103	2,69%	1,75%
3522505	Itapevi	107.976	162.433	200.874	226.488	3,38%	2,02%
3523107	Itaquaquecetuba	164.957	272.942	321.854	356.774	2,71%	1,73%
3525003	Jandira	62.697	91.807	108.436	120.177	2,73%	1,73%
3526209	Juquitiba	19.969	26.459	28.732	30.837	1,54%	1,19%
3528502	Mairiporã	39.937	60.111	80.920	93.981	4,57%	2,53%
3529401	Mauá	294.998	363.392	417.281	457.696	2,33%	1,55%
3530607	Mogi das Cruzes	273.175	330.241	387.241	429.321	2,66%	1,73%
3532405	Nazaré Paulista	11.671	14.410	16.413	17.959	2,23%	1,51%
3534401	Osasco	568.225	652.593	666.469	696.382	0,65%	0,73%
3535606	Paraibuna	14.891	17.009	17.384	18.166	0,66%	0,74%
3539103	Pirapora do Bom Jesus	7.956	12.395	15.727	17.913	3,75%	2,19%
3539806	Poá	76.302	95.801	106.033	114.650	1,81%	1,31%
3543303	Ribeirão Pires	85.085	104.508	113.043	121.130	1,49%	1,16%
3544103	Rio Grande da Serra	29.901	37.091	44.084	48.861	2,79%	1,73%
3545001	Salesópolis	11.359	14.357	15.639	16.797	1,58%	1,20%
3547304	Santana de Parnaíba	37.762	74.828	108.875	129.261	5,62%	2,90%
3547809	Santo André	616.991	649.331	673.914	712.749	0,94%	0,94%
3548708	São Bernardo do Campo	566.893	703.177	765.203	822.242	1,58%	1,21%
3548807	São Caetano do Sul	149.519	140.159	149.571	158.825	1,26%	1,01%
3549953	São Lourenço da Serra	-	12.199	13.985	15.323	2,31%	1,53%
3550308	São Paulo	9.646.185	10.434.252	11.244.369	12.038.175	1,44%	1,14%
3550605	São Roque	63.900	66.637	78.873	87.506	2,76%	1,75%
3552502	Suzano	158.839	228.690	262.568	288.056	2,33%	1,56%
3552809	Taboão da Serra	160.084	197.644	244.719	275.948	3,39%	2,02%
3556453	Vargem Grande Paulista	15.870	32.683	42.946	49.542	4,25%	2,41%
TOTAL		15.479.467	17.911.115	19.708.927	21.282.430	0,96%	1,29%

Fonte: IBGE, 2016

Analisando **Tabela 1.1** supra, é possível verificar que no período de 2000 (Censo) a 2010 (Censo) houve um incremento populacional de quase 1,8 milhões, com uma TGCA de 0,96%. Já para o período de 2010 (Censo) a 2016 (Projetado), houve um crescimento populacional em torno de 1,6 milhões de pessoas, a uma TGCA de 1,29%.

Para o período de 2010 a 2016, os municípios que cresceram a uma TGCA superior a 2,0% foram: Santana de Parnaíba (2,9%), Cotia (2,54%), Mairiporã (2,53%), Vargem Grande Paulista (2,41%), Pirapora do Bom Jesus (2,19%), Arujá (2,19%), Cajamar (2,16%), Taboão da Serra (2,02%) e Itapevi (2,02%). Destaca-se que quase todos os municípios estão a oeste da BAT, a exceção de Mairiporã e Arujá que estão mais ao norte. Porém, todos estão localizados nas áreas periféricas. Os municípios que apresentam menores TGCA são Osasco (0,73%) e Paraibuna (0,74%).

No PBH-AT (2009), o planejamento foi conduzido considerando a projeção populacional realizada pela SEADE para o ano de 2010. Como o PBH-AT (2009) antecedeu o Censo de 2010, a **Tabela 1.2** apresenta um comparativo entre a projeção utilizada no PBH-AT e o Censo, ambos para o ano de 2010. Destaca-se, que os municípios de Nazaré Paulista, Paraibuna e São Roque não apresentaram população no estudo do PBH-AT (2009), pois suas sedes não estão inseridas no território da BAT, mas que estão sendo considerados no PBH-AT (2018). Além disso, o PBH-AT (2009) considerou todos os municípios inseridos na RMSP. Por esta razão, no PBH-AT (2009) foi incluído o município de Vargem Grande Paulista, que não possui sede na BAT.

Tabela 1.2 - Comparativo entre a projeção populacional do PBH-AT (2009) e o Censo (2010)

CÓD. IBGE	NOME DO MUNICÍPIO	Pop. 2010 (PBH-AT (2009))	Pop. 2010 (Censo, 2010)	Diferença entre PBH-AT e Censo	
3503901	Arujá	96.104	74.818	21.286	2,5%
3505708	Barueri	292.730	240.656	52.074	6,1%
3506607	Biritiba Mirim	35.573	28.573	7.000	0,8%
3509007	Caieiras	122.542	86.623	35.919	4,2%
3509205	Cajamar	77.825	64.113	13.712	1,6%
3510609	Carapicuíba	425.903	369.908	55.995	6,6%
3513009	Cotia	234.444	201.023	33.421	3,9%
3513801	Diadema	392.275	386.039	6.236	0,7%
3515004	Embu	286.758	240.007	46.751	5,5%
3515103	Embu-Guaçu	95.495	62.846	32.649	3,8%
3515707	Ferraz de Vasconcelos	190.742	168.290	22.452	2,6%
3516309	Francisco Morato	169.554	154.538	15.016	1,8%
3516408	Franco da Rocha	148.442	131.603	16.839	2,0%
3518800	Guarulhos*	1.351.790	1.222.357	129.433	15,3%
3522208	Itapeçerica da Serra	189.550	152.380	37.170	4,4%
3522505	Itapevi**	188.665	200.874	-12.209	-1,4%
3523107	Itaquaquecetuba	401.293	321.854	79.439	9,4%
3525003	Jandira	124.003	108.436	15.567	1,8%
3526209	Juquitiba	33.535	28.732	4.803	0,6%
3528502	Mairiporã	97.897	80.920	16.977	2,0%
3529401	Mauá	448.697	417.281	31.416	3,7%
3530607	Mogi das Cruzes	409.864	387.241	22.623	2,7%
3532405	Nazaré Paulista	-	16.413	-	-
3534401	Osasco	738.891	666.469	72.422	8,5%
3535606	Paraibuna	-	17.384	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	19.882	15.727	4.155	0,5%
3539806	Poá	117.549	106.033	11.516	1,4%
3543303	Ribeirão Pires	137.237	113.043	24.194	2,9%
3544103	Rio Grande da Serra	49.724	44.084	5.640	0,7%
3545001	Salesópolis	16.988	15.639	1.349	0,2%
3547304	Santana de Parnaíba	132.582	108.875	23.707	2,8%
3547809	Santo André**	654.329	673.914	-19.585	-2,3%
3548708	São Bernardo do Campo	830.143	765.203	64.940	7,7%
3548807	São Caetano do Sul**	138.047	149.571	-11.524	-1,4%
3549953	São Lourenço da Serra	20.604	13.985	6.619	0,8%
3550308	São Paulo**	11.172.774	11.244.369	-71.595	-8,4%
3550605	São Roque	-	78.873	-	-
3552502	Suzano	303.436	262.568	40.868	4,8%
3552809	Taboão da Serra**	242.160	244.719	-2.559	-0,3%
3556453	Vargem Grande Paulista	56.758	42.946	13.812	1,6%
TOTAL		20.444.785	19.596.257	848.528	100%

*SEADE-SABESP (PBH-AT, 2009)

** Pop. Censo 2010 do IBGE maior que a Pop. PBH-AT (2009)

Pelo estudo do PBH-AT (2009), que não considera os municípios de Nazaré Paulista, Paraibuna e São Roque, a população estimada foi pouco mais de 20,4 milhões de habitantes. Por outro lado, o Censo de 2010 contabilizou pouco mais de 19,5 milhões de habitantes¹, ou seja, 848.528 habitantes a menos do que previsto no PBH-AT (2009).

No PBH-AT (2009), os municípios de Itapevi, Santo André, São Caetano do Sul, São Paulo e Taboão da Serra, apresentaram população estimada para 2010 inferior ao Censo do mesmo ano. Somadas as populações destes municípios, a diferença do PBH-AT (2009) para o Censo de 2010 chega a 117.472 habitantes.

Comparando a população estimada no PBH-AT (2009) com o Censo 2010, os municípios que apresentaram maiores diferenças foram: Guarulhos (+15,3%), Itaquaquecetuba (+9,4%), Osasco

¹ Esta somatória também desconsidera os municípios de Nazaré Paulista, Paraibuna e São Roque como fator de comparação.

(+8,5%) e São Bernardo do Campo (+7,7%). Na estimativa do PBH-AT (2009), estes municípios somaram 346.234 habitantes a mais que o Censo 2010.

No Estado de São Paulo, a Fundação Estadual de Análise de Dados (SEADE), órgão da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional, é o centro de referência estadual na produção e disseminação de análises e estatísticas socioeconômicas e demográficas. Nas pesquisas que realiza, faz uso também de informações produzidas por outras fontes, compondo, desta forma, amplo acervo de dados, que permite caracterizar diferentes aspectos.

A **Tabela 1.3** apresenta os dados produzidos pela SEADE e pelo IBGE, ambos para o ano de 2016, como uma forma de caracterizar a área de estudo, comparando duas fontes importantes para a região. Porém, de acordo com a Deliberação CRH nº146/2012, que define as metodologias para apresentação dos indicadores demográficos, a SEADE será a fonte utilizada para as análises. A **Tabela 1.3** apresenta os indicadores FM.02-A – População Total: número de habitantes; FM.02-B – População Urbana: número de habitantes; e FM.02-C – População Rural: número de habitantes.

Tabela 1.3 - Projeção populacional dos municípios pertencentes a BAT pelo IBGE e SEADE

CÓD. IBGE	NOME DO MUNICÍPIO	População 2016 - IBGE	População 2016 - SEADE			Grau de Urbanização (%)	Densidade Demográfica (hab./km ² em 2016)
			Urbana	Rural	TOTAL		
3503901	Arujá	85.199	80.655	3.194	83.849	96	871,88
3505708	Barueri	264.935	255.276	-	255.276	100	3.885,48
3506607	Biritiba Mirim	31.479	26.719	4.103	30.822	87	97,10
3509007	Caieiras	97.016	93.114	1.880	94.994	98	972,90
3509205	Cajamar	72.875	71.289	1.000	72.289	99	550,19
3510609	Carapicuíba	394.465	385.474	-	385.474	100	11.156,99
3513009	Cotia	233.696	229.300	-	229.300	100	707,74
3513801	Diadema	415.180	397.868	-	397.868	100	12.934,59
3515004	Embu	264.448	258.917	-	258.917	100	3.677,80
3515103	Embu-Guaçu	67.788	64.191	1.759	65.950	97	423,73
3515707	Ferraz de Vasconcelos	186.808	174.944	8.219	183.163	96	6.196,31
3516309	Franco Morato	169.942	165.739	338	166.077	100	3.389,33
3516408	Franco da Rocha	147.650	132.811	11.348	144.159	92	1.085,70
3518800	Guarulhos	1.337.087	1.300.708	-	1.300.708	100	4.081,55
3522208	Itapeçerica da Serra	169.103	161.557	1.350	162.907	99	1.080,72
3522505	Itapevi	226.488	222.501	-	222.501	100	2.691,76
3523107	Itaquaquecetuba	356.774	350.610	-	350.610	100	4.243,65
3525003	Jandira	120.177	117.518	-	117.518	100	6.734,56
3526209	Juquitiba	30.837	24.588	5.096	29.684	83	56,85
3528502	Mairiporã	93.981	83.059	8.686	91.745	91	286,08
3529401	Mauá	457.696	443.910	-	443.910	100	7.170,25
3530607	Mogi das Cruzes	429.321	384.031	31.076	415.107	93	582,57
3532405	Nazaré Paulista	17.959	16.630	1.016	17.646	94	54,09
3534401	Osasco	696.382	674.552	-	674.552	100	10.385,71
3535606	Paraibuna	18.166	5.394	12.499	17.893	30	22,10
3539103	Pirapora do Bom Jesus	17.913	17.548	-	17.548	100	161,75
3539806	Poá	114.650	110.161	1.768	111.929	98	6.484,88
3543303	Ribeirão Pires	121.130	116.875	-	116.875	100	1.179,60
3544103	Rio Grande da Serra	48.861	47.508	-	47.508	100	1.307,32
3545001	Salesópolis	16.797	10.672	5.674	16.346	65	38,46
3547304	Santana de Parnaíba	129.261	126.747	-	126.747	100	704,35
3547809	Santo André	712.749	687.250	-	687.250	100	3.909,72
3548708	São Bernardo do Campo	822.242	782.548	12.993	795.541	98	1.942,67
3548807	São Caetano do Sul**	158.825	150.732	-	150.732	100	9.832,49
3549953	São Lourenço da Serra	15.323	13.773	1.147	14.920	92	80,02
3550308	São Paulo	12.038.175	11.534.180	104.622	11.638.802	99	7.651,52
3550605	São Roque	87.506	80.172	4.109	84.281	95	274,61
3552502	Suzano	288.056	269.782	9.844	279.626	96	1.355,83
3552809	Taboão da Serra	275.948	268.325	-	268.325	100	13.159,64
3556453	Vargem Grande Paulista	49.542	48.905	-	48.905	100	1.150,98
TOTAL		21.282.430	20.386.533	231.721	20.618.254	99	2.430,74

Fonte: IBGE, 2016; SEADE, 2016

Os dados apresentados na **Tabela 1.3** demonstram que as projeções realizadas pelo IBGE (2016) são pouco superiores em comparação ao estudo da SEADE (2016). O IBGE (2016) computou, através de projeção populacional, 664.176 habitantes a mais do que a SEADE (2016). Isto é, onde o IBGE considerou 21.282.430 habitantes e a SEADE computou 20.618.254 habitantes. Os resultados apresentados nesta Tabela não divergem das informações constantes no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da BAT (2017), a exceção da densidade demográfica municipal.

O estudo realizado pela SEADE (2016) apresenta a população inserida na área urbana e rural. Ao analisar tal informação, verifica-se que quase metade dos municípios (19) não possuem área rural em seu território e mesmo aqueles que têm, apresentam elevado grau de urbanização. Os municípios que apresentam maiores densidades demográficas são: Taboão da Serra (13.159,64 hab/km²), Diadema (12.934,59 hab/km²), Carapicuíba (11.156,99 hab/km²), Osasco (10.385,71 hab/km²) e São Caetano do Sul (9.832,49 hab/km²). Já os que apresentam menores densidades são Paraibuna (22,10 hab/km²) e Salesópolis (38,46 hab/km²).

1.2.2. Variáveis Sociais

- **FM.04-A – Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS)**

O IPRS se assemelha ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O IDH pressupõe que a renda per capita é insuficiente como único indicador das condições de vida de uma população e propõe a inclusão de outras dimensões necessárias à sua mensuração. Desta forma, além da renda per capita, o IDH incorpora a longevidade e a escolaridade, adicionando as condições de saúde e de educação das populações em um indicador mais abrangente das condições de vida.

Com base neste conceito, a Fundação Seade e a Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP) decidiram, também, construir para o Estado de São Paulo um indicador que considerasse as três dimensões componentes do IDH – renda, escolaridade e longevidade –, mas com certas especificidades que permitissem acompanhar de forma adequada a evolução socioeconômica dos municípios paulistas.

Em cada uma das três dimensões do IPRS, foram criados indicadores sintéticos que são expressões em escala de 0 a 100 e constituem uma combinação linear das variáveis selecionadas em cada tema. A estrutura de ponderação foi obtida de acordo com um modelo de análise fatorial, em que se estuda a estrutura de interdependência entre diversas variáveis. O **Quadro 1.3** sintetiza as variáveis consideradas em cada uma das dimensões do IPRS e a estrutura de ponderação utilizada (SEADE, 2013).

Quadro 1.3 - Variáveis selecionadas e respectivas contribuições para o indicador sintético (dimensões do IPRS)

Dimensões	Componentes	Contribuição para o indicador sintético
Riqueza Municipal	Consumo residencial de energia elétrica, por ligação	25%
	Consumo de energia elétrica na agricultura, no comércio e nos serviços, por ligação	25%
	Remuneração média dos empregados com carteira assinada e do setor público	25%
	Valor adicionado fiscal per capita	25%
Longevidade	Taxa de mortalidade perinatal	30%
	Taxa de mortalidade infantil	30%
	Taxa de mortalidade de pessoas de 15 a 39 anos	20%
	Taxa de mortalidade de pessoas de 60 a 69 anos	20%
Escolaridade	Taxa de atendimento escolar na faixa de 4 a 5 anos	19%
	Média da proporção de alunos do 5º ano do ensino fundamental da rede pública que atingiram pelo menos o nível adequado nas provas de português e matemática	31%
	Média da proporção de alunos do 9º ano do ensino fundamental da rede pública que atingiram pelo menos o nível adequado nas provas de português e matemática	31%
	Taxa de distorção idade-série no ensino médio	19%

Fonte: SEADE, 2013

A combinação das três dimensões propiciou uma tipologia que classifica os 645 municípios do Estado de São Paulo em cinco grupos com características similares de riqueza municipal, longevidade e escolaridade.

A construção dos grupos baseou-se em técnicas de estatística multivariada que identificou cinco grupos de municípios com padrões similares em termos de condições de vida. Para tanto, os três indicadores sintéticos setoriais foram transformados em escalas discretas, formadas pelas categorias baixa, média e alta (no caso do indicador de riqueza municipal definiram-se apenas as categorias baixa e alta), a partir das quais foram constituídos os cinco grupos de municípios, sendo eles:

- Grupo 1 – Municípios com nível elevado de riqueza e bons níveis nos indicadores sociais;
- Grupo 2 – Municípios que, embora com níveis de riqueza elevados, não exibem bons indicadores sociais;
- Grupo 3 – Municípios com nível de riqueza baixo, mas com bons indicadores nas demais dimensões;
- Grupo 4 – Municípios que apresentam baixos níveis de riqueza e nível intermediário de longevidade e/ou escolaridade;
- Grupo 5 – Municípios mais desfavorecidos, tanto em riqueza quanto nos indicadores sociais.

Ao analisar o indicador FM.04-A – IPRS para os municípios pertencentes à BAT, foi possível verificar que nenhum deles pertence ao Grupo 4. No Grupo 1 se tem 6 municípios, 18 municípios no Grupo 2, 10 municípios no Grupo 3 e 6 municípios no Grupo 5 (**Quadro 1.4**).

Quadro 1.4 - Municípios da BAT por grupo

Grupo	Municípios	Grupo	Municípios
Grupo 1	Caieiras	Grupo 3	Carapicuíba
	Ribeirão Pires		Embu-Guaçu
	Santo André		Juquitiba
	São Bernardo do Campo		Mairiporã
	São Caetano do Sul		Nazaré Paulista
	Vargem Grande Paulista		Paraibuna
Grupo 2	Arujá	Poá	
	Barueri	Rio Grande da Serra	
	Cajamar	Salesópolis	
	Cotia	São Lourenço da Serra	
	Diadema	Biritiba Mirim	
	Embu das Artes	Ferraz de Vasconcelos	
	Guarulhos	Francisco Morato	
	Itapeçerica da Serra	Franco da Rocha	
	Itapevi	Itaquaquecetuba	
	Jandira	Pirapora do Bom Jesus	
	Mauá		
	Mogi das Cruzes		
	Osasco		
	Santana de Parnaíba		
	São Paulo		
	São Roque		
	Suzano		
Taboão da Serra			

Fonte: SEADE, 2017

Os municípios pertencentes a cada grupo também foram pontuados levando em consideração os aspectos e diretrizes apresentados anteriormente, nas seguintes dimensões: Riqueza, Longevidade e Escolaridade (**Quadro 1.4**). As informações se referem ao ano base 2012. Destaca-se que as informações apresentadas neste diagnóstico estão de acordo com as apresentadas no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da BAT – RS (2016-2035). Todavia, o RS (2016-2035) apresenta informações somente para 34 municípios. Tal análise não consta no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da BAT – RS (2017), impossibilitando sua comparação.

Analisando todos os municípios pertencentes à BAT, para a dimensão riqueza, onde a média é de 43 pontos, Salesópolis é o que apresenta menor índice, 30 pontos. Já Barueri é o melhor colocado, com 59 pontos. Para a dimensão longevidade, que possui uma média de 68 pontos para a BAT, Pirapora do Bom Jesus obteve a menor pontuação, 57 pontos e, São Caetano do Sul a maior, com 79 pontos. A dimensão escolaridade, que possui uma média 50 pontos considerando os municípios da BAT, apresenta Itaquaquecetuba com o menor índice (37 pontos) e São Caetano do Sul como o maior, 72 pontos.

No Grupo 1 – Municípios com nível elevado de riqueza e bons níveis nos indicadores sociais.

Os municípios que apresentam menores índices de riqueza são Caieiras e Ribeirão Pires, ambos com 43 pontos. Já São Caetano do Sul (53 pontos) e São Bernardo do Campo (52 pontos) possuem os melhores índices. Considerando a dimensão longevidade, os que mais se destacam são, São Caetano do Sul (79 pontos) e São Bernardo do Campo (75 pontos), os demais possuem pontuação semelhantes, variando de 71 a 72 pontos. Para a dimensão escolaridade, mais uma vez São Caetano do Sul (72 pontos) é o melhor ranqueado. Neste item, os que menos pontuaram foram: Caieiras, Santo André e Vargem Grande Paulista, todos com 54 pontos cada.

No Grupo 2 – Municípios que, embora com níveis de riqueza elevados, não exibem bons indicadores sociais.

Considerando a dimensão riqueza, os municípios que menos pontuaram foram: Mogi das Cruzes (41 pontos), Suzano (42 pontos), São Roque e Arujá, ambos com 43 pontos. O melhor colocado é Barueri com 59 pontos. Considerando a dimensão longevidade, Itapeverica da Serra (62 pontos), São Roque (63 pontos) e Arujá (63 pontos), foram os que apresentaram menores pontuações. Já São Paulo foi o que mais se destacou, com 71 pontos. Na dimensão escolaridade, o município melhor colocado é Barueri (64 pontos). O que possui mais carência neste índice é Jandira (40 pontos).

No Grupo 3 – Municípios que apresentam baixos níveis de riqueza e nível intermediário de longevidade e/ou escolaridade.

Para a dimensão riqueza, Salesópolis (30 pontos) e Nazaré Paulista (32 pontos) são os que menos pontuaram. O município de Embu-Guaçu é o que apresenta melhor pontuação, 39 pontos. Analisando a dimensão longevidade, todos os municípios estão acima dos 60 pontos. O que menos pontuou foi Poá (64 pontos) e São Lourenço da Serra (77 pontos) é o melhor ranqueado neste grupo (longevidade). Analisando a dimensão escolaridade, Carapicuíba apresenta 41 pontos, o menor em comparação aos demais e o município de Poá (54 pontos) é o melhor colocado.

No Grupo 5 – Municípios mais desfavorecidos, tanto em riqueza quanto nos indicadores sociais.

Existem apenas 6 municípios. Avaliando a dimensão riqueza é possível perceber que todos os municípios somaram abaixo de 40 pontos. O município de Francisco Morato é o que apresenta menor índice, 31 pontos, já Itaquaquecetuba, é o melhor ranqueado, com 37 pontos. Analisando a dimensão longevidade, comparando com os demais grupos, os municípios inseridos neste Grupo 5 têm pontuação variando entre 60 e 65, à exceção de Pirapora do Bom Jesus, que apresenta índice com 57 pontos. Os melhores colocados são Francisco Morato e Franco da Rocha, ambos com 65 pontos. Os municípios pertencentes ao grupo 5 na dimensão escolaridade, estão muito próximos à média geral da BAT, que é de 50 pontos. A dimensão escolaridade está muito próxima à média geral dos municípios da BAT. Apenas Itaquaquecetuba apresenta pontuação inferior à média - 37 pontos. Os melhores colocados neste grupo, no quesito escolaridade, são Biritiba Mirim e Franco da Rocha, ambos com 46 pontos.

IPRS DOS MUNICÍPIOS PERTENCENTES A BAT

Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS - Dimensão Riqueza Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS - Dimensão Longevidade Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS - Dimensão Escolaridade

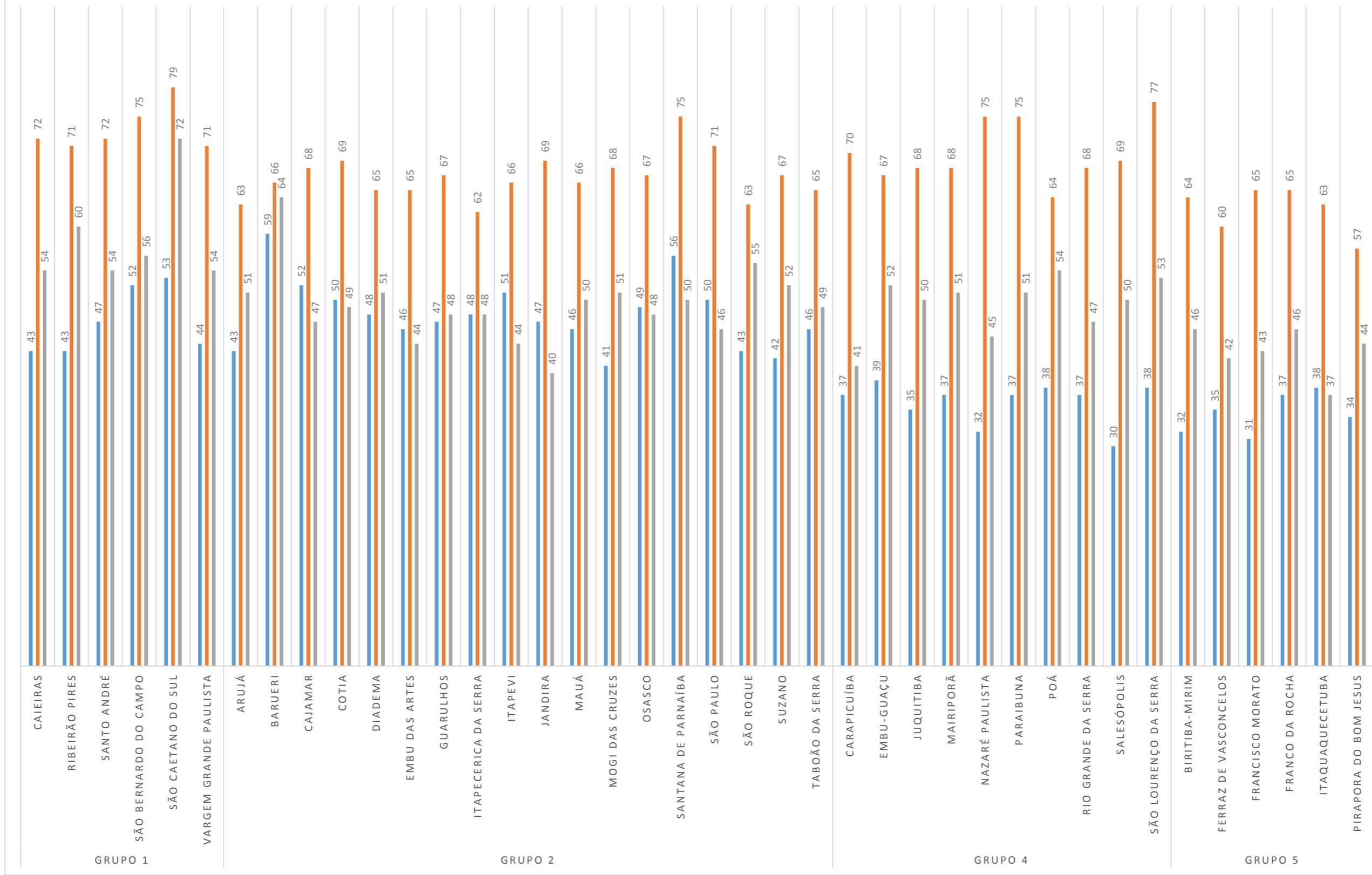


Figura 1.4 - IPRS dos municípios pertencentes a BAT

- **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS**

Este índice não é considerado no conjunto de indicadores previstos na Deliberação CRH nº146/2012. No entanto, se trata de um índice importante que avalia as condições de vida nos municípios paulistas, identificando a localização espacial das áreas que abrigam os segmentos populacionais mais vulneráveis à pobreza. Considera, além da renda, a escolaridade e o ciclo de vida familiar nas áreas geográficas correspondentes aos setores censitários.

Para o presente estudo, o IPVS torna-se especialmente importante, pois trabalha com territórios menores, permitindo maior aproximação dos números à realidade de cada setor censitário analisado. O **Quadro 1.5** apresenta as dimensões e os critérios utilizados para a qualificação dos territórios e das populações neles inseridas quanto ao nível de vulnerabilidade à pobreza. O índice é disponibilizado pela SEADE para o ano de 2010.

Quadro 1.5 - Grupos de Vulnerabilidade e Dimensões do IPVS

Grupos	Nível de Vulnerabilidade	Dimensões		Situação e Tipo de Setores por Grupo
		Condição Socioeconômica	Ciclo de Vida Familiar	
1	Baixíssima	Muito Alta	Famílias jovens, adultas e idosas	Urbanos e rurais não especiais ² e não subnormais
2	Muito Baixa	Média	Famílias adultas e idosas	Urbanos e rurais não especiais e não subnormais
3	Baixa	Média	Famílias jovens	Urbanos e rurais não especiais e não subnormais
4	Média	Baixa	Famílias adultas e idosas	Urbanos não especiais e não subnormais
5	Alta	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Urbanos não especiais
6	Muito Alta	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Urbanos subnormais
7	Alta	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Rurais

Fonte: SEADE (2013)

A situação de vulnerabilidade das populações residentes na BAT é apresentada no **Quadro 1.6**, por município, a partir da porcentagem de população enquadrada em cada Grupo de Vulnerabilidade.

Destaca-se que 36% da população enquadra-se entre os grupos de média e muita alta vulnerabilidade, caracterizada pela baixa condição econômica, o que equivale a, aproximadamente, 7,1 milhões de habitantes. Por outro lado, 64% da população se enquadram entre os grupos de baixíssima e baixa vulnerabilidade, o que corresponde a cerca de 12,5 milhões de habitantes.

Os municípios de Francisco Morato, Itapevi, Itaquaquetuba e Itapeçerica da Serra apresentam os percentuais mais elevados de população com vulnerabilidade alta e muito alta, 58%, 49%, 42% e 39%, respectivamente. Contudo, em termos absolutos, São Paulo possui 7,5% (843.328 habitantes) em situação de Vulnerabilidade Alta e Muito Alta na BAT.

² Os setores censitários não especiais ou comum, engloba todos os setores, a exceção de aglomerado subnormal, quartéis, bases militares, alojamento, acampamentos, embarcações, barcos, navios, aldeias indígenas, penitenciárias, colônias penais, presídios, cadeias, asilos, orfanatos, conventos, hospitais, projetos de assentamentos rurais, entre outros.

Quadro 1.6 - IPVS dos municípios da BAT

CÓD. IBGE	NOME DOS MUNICÍPIOS		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	População Total - Censo 2010
503901	Arujá	%	4,2	24,1	12,5	31,2	26,3		1,7	74.818
		Hab.	3.142	18.031	9.352	23.343	19.677		1.272	
3505708	Barueri	%	7,5	15,8	38	11,3	26,6	0,8		240.656
		Hab.	18.049	38.024	91.449	27.194	64.014	1.925		
3506607	Biritiba Mirim	%		8,7	6,7	62,7	17,7		4,2	28.573
		Hab.		2.486	1.914	17.915	5.057		1.200	
3509007	Caieiras	%	0,6	39,7	25,1	20,1	11,1	2,5	0,9	86.623
		Hab.	520	34.389	21.742	17.411	9.615	2.166	780	
3509205	Cajamar	%	3,5	11,7	49,8	10,5	20	4,5		64.113
		Hab.	2.244	7.501	31.928	6.732	12.823	2.885		
3510609	Carapicuíba	%	1,0	27,5	27,8	18,2	19,7	5,8		369.908
		Hab.	3.699	101.725	102.834	67.323	72.872	21.455		
3513009	Cotia	%	5,9	23,6	30,1	16,8	22,9	0,7		201.023
		Hab.	11.860	47.441	60.508	33.772	46.034	1.407		
3513801	Diadema	%	0,1	28,2	31,4	19,3	10,4	10,6		386.039
		Hab.	386	108.863	121.216	74.506	40.148	40.920		
3515004	Embu das Artes	%		9,9	32,1	23,4	23,5	11,1		240.007
		Hab.		23.761	77.042	56.162	56.402	26.641		
3515103	Embu-Guaçu	%		12,9	19,7	45	21,5		0,9	62.846
		Hab.		8.107	12.381	28.281	13.512		566	
3515707	Ferraz de Vasconcelos	%		11	17,9	33,5	31,7	4,5	1,4	168.290
		Hab.		18.512	30.124	56.377	53.348	7.573	2.356	
3516309	Francisco Morato	%		4,5	12,6	20,7	58,3	3,7	0,2	154.538
		Hab.		6.954	19.472	31.989	90.096	5.718	309	
3516408	Franco da Rocha	%	0,6	16	26,5	19,2	29,5	7,3	0,9	131.603
		Hab.	790	21.056	34.875	25.268	38.823	9.607	1.184	
3518800	Guarulhos	%	1,6	28,5	21,6	19,5	15,1	13,7		1.222.357
		Hab.	19.558	348.372	264.029	238.360	184.576	167.463	0	
3522208	Itapeverica da Serra	%		11,3	21,3	27,6	39	0,8		152.380
		Hab.		17.219	32.457	42.057	59.428	1.219		
3522505	Itapevi	%		10,4	23,8	15,1	49,4	1,3		200.874
		Hab.		20.891	47.808	30.332	99.232	2.611		
3523107	Itaquaquecetuba	%	0,5	6,9	10	32	42,8	7,8		321.854
		Hab.	1.609	22.208	32.185	102.993	137.754	25.105		
3525003	Jandira	%	3,6	13,6	49,4	6,2	25,3	1,9		108.436
		Hab.	3.904	14.747	53.567	6.723	27.434	2.060		
3526209	Juquitiba	%		2,7	3,3	40,5	32,3		21,2	28.732
		Hab.		776	948	11.636	9.280		6.091	
3528502	Mairiporã	%	1,6	39,1	13,7	28,6	11,7		5,3	80.920
		Hab.	1.295	31.640	11.086	23.143	9.468		4.289	
3529401	Mauá	%	0,2	35,4	26,9	14,5	6,8	16,2		417.281
		Hab.	835	147.717	112.249	60.506	28.375	67.600		
3530607	Mogi das Cruzes	%	3,4	38,2	15,1	24,3	17,1		1,9	387.241
		Hab.	13.166	147.926	58.473	94.100	66.218		7.358	
3532405	Nazaré Paulista	%		7,1	11,2	56,8	12,2		12,7	16.413
		Hab.		1.165	1.838	9.323	2.002		2.084	
3534401	Osasco	%	2,8	41,7	20,7	17	9,6	8,2		666.469
		Hab.	18.661	277.918	137.959	113.300	63.981	54.650		
3535606	Paraibuna	%		36,2	15,6	19,9	2,6		25,7	17.384
		Hab.		6.293	2.712	3.459	452		4.468	
3539103	Pirapora do Bom Jesus	%		13,1	10	40,6	36,3			15.727
		Hab.		2.060	1.573	6.385	5.709			
3539806	Poá	%		29,3	18,7	38,7	13,1			106.033
		Hab.		31.068	19.828	41.035	13.890			
3543303	Ribeirão Pires	%	0,5	54,9	16,1	21,5	4,7	2,3		113.043
		Hab.	565	62.061	18.200	24.304	5.313	2.600		
3544103	Rio Grande da Serra	%		21	9,4	39,7	29,9			44.084
		Hab.		9.258	4.144	17.501	13.181			
3545001	Salesópolis	%		20,1	21,7	37	5,3		15,9	15.639
		Hab.		3.143	3.394	5.786	829		2.487	
3547304	Santana de Parnaíba	%	26	6,9	21,9	9,1	32,4	3,7		108.875
		Hab.	28.308	7.512	23.844	9.908	35.276	4.028		
3547809	Santo André	%	5,7	63,1	10,4	8,7	4,1	8		673.914
		Hab.	38.413	425.240	70.087	58.631	27.630	53.913		
3548708	São Bernardo do Campo	%	5	47,7	19,7	11	4,1	11,4	1,1	765.203
		Hab.	38.260	365.002	150.745	84.172	31.373	87.233	8.417	
3548807	São Caetano do Sul	%	15,2	82,8	2					149.571
		Hab.	22.735	123.845	2.991					
3549953	São Lourenço da Serra	%		13,8	10,8	49	25		1,4	13.985
		Hab.		1.930	1.510	6.853	3.496		196	
3550308	São Paulo	%	13,3	39,5	17,2	13,6	8,9	7,5		11.244.369
		Hab.	1.495.501	4.441.526	1.934.031	1.529.234	1.000.749	843.328		
3550605	São Roque	%	3,1	49	14,9	23,5	8,4		1,1	78.873
		Hab.	2.445	38.648	11.752	18.535	6.625		868	
3552502	Suzano	%	0,5	24,5	9,2	34	29,2	1,2	1,4	262.568
		Hab.	1.313	64.329	24.156	89.273	76.670	3.151	3.676	
3552809	Taboão da Serra	%	1,3	34,3	27,3	13,4	15,2	8,5		244.719
		Hab.	3.181	83.939	66.808	32.792	37.197	20.801		
3556453	Vargem Grande Paulista	%		32,2	35,2	10,5	22,1			42.946
		Hab.		13.829	15.117	4.509	9.491			
BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ		%	8,78%	36,26%	18,87%	15,89%	12,57%	7,39%	0,24%	19.708.927
		Hab.	1.730.439	7.147.112	3.718.328	3.131.123	2.478.050	1.456.059	47.601	

• **FM.04-B – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)**

O IDH é um índice síntese que procura captar o nível de desenvolvimento humano alcançado em uma localidade, levando em consideração três dimensões básicas: a Saúde, a Educação e a Renda. O índice é uma média simples dos sub-índices encontrados para cada uma dessas dimensões. Desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para comparação entre países, foi adaptado no Brasil, para o nível municipal e intramunicipal, recebendo a denominação de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (indicador FM.4-B). Para a análise, o IDHM estabeleceu uma faixa de valores entre 0 e 1, que considera em seu cálculo a média geométrica, com pesos iguais, das três dimensões saúde, educação e renda. A faixa de desenvolvimento humano municipal varia de muito alto a muito baixo, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano no município (**Tabela 1.4**). A SEADE é a fonte utilizada para este índice e o dado mais atual corresponde ao ano de 2010.

Tabela 1.4 - Faixas de desenvolvimento humano municipal

Faixas	Valores
Muito alto	0,800 a 1,000
Alto	0,700 a 0,799
Médio	0,600 a 0,699
Baixo	0,500 a 0,599
Muito baixo	0,000 a 0,499

Para composição das faixas, cada dimensão possui seus respectivos indicadores (**Tabela 1.5**).

Tabela 1.5 - Dimensões componentes do IDHM

Dimensões	Indicadores usados
Longevidade	Esperança de vida ao nascer
Educação	Escolaridade da população adulta (peso 1) - % de população de 18 anos ou mais com fundamental completo;
	Fluxo escolar da população jovem (peso 2) - % de população de 5 a 6 anos na escola; - % de população de 11 a 13 anos cursando os anos finais do ensino fundamental; - % de população de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo; - % de população de 18 a 20 anos com ensino médio completo;
Renda	Renda mensal <i>per capita</i> (em R\$ de ago./2010).

Fonte: SEADE, 2017

O IDHM da RMSP era de 0,794, em 2010, o que situa esta região na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). A dimensão que mais contribuiu para o IDHM da RMSP foi a Longevidade, com índice de 0,853, seguida de Renda, com índice de 0,812, e de Educação, com índice de 0,723 (**Figura 1.5**).

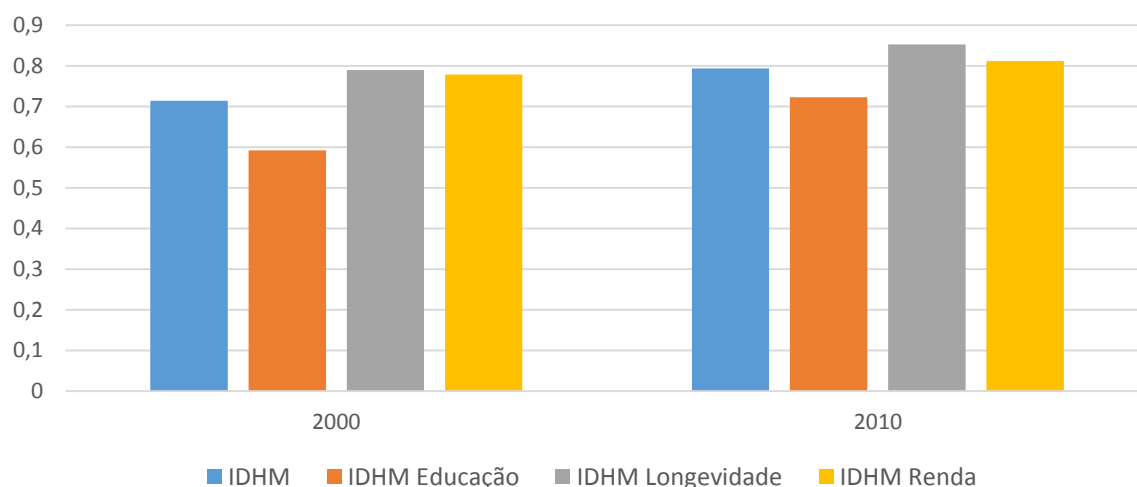


Figura 1.5 - Evolução do IDH na RMSP entre 2000 e 2010

Analisando a **Figura 1.5**, verifica-se que de 2000 a 2010, o IDHM da RMSP passou de 0,714, em 2000, para 0,794, em 2010, enquanto o IDHM do Brasil passou de 0,612 para 0,727, respectivamente. Na RMSP, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,138, isto é, 20%), seguida por Longevidade e por Renda. No Brasil, por sua vez, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,181, isto é, 29%), seguida por Longevidade e por Renda (PNUD, 2010).

Considerando especificamente a região da BAT, a **Tabela 1.6** apresenta o IDHM de cada município, o ranking no Estado de São Paulo e a pontuação obtida em cada dimensão, para o ano de 2010.

Tabela 1.6 - IDHM dos municípios inseridos na BAT (2010)

CÓD. IBGE	MUNICÍPIOS	IDHM (2010)	Ranking dos Municípios no Estado de SP	Dimensões do IDHM		
				Longevidade	Educação	Renda
3503901	Arujá	0,784	55	0,866	0,730	0,761
3505708	Barueri	0,786	47	0,866	0,708	0,791
3506607	Biritiba Mirim	0,712	522	0,795	0,640	0,710
3509007	Caieiras	0,781	62	0,861	0,749	0,740
3509205	Cajamar	0,728	409	0,810	0,668	0,713
3510609	Carapicuíba	0,749	236	0,842	0,693	0,721
3513009	Cotia	0,78	66	0,851	0,707	0,789
3513801	Diadema	0,757	182	0,844	0,716	0,717
3515004	Embu das Artes	0,735	345	0,839	0,676	0,700
3515103	Embu-Guaçu	0,749	236	0,834	0,708	0,713
3515707	Ferraz de Vasconcelos	0,738	321	0,828	0,703	0,691
3516309	Francisco Morato	0,703	565	0,815	0,647	0,659
3516408	Franco da Rocha	0,731	381	0,852	0,654	0,702
3518800	Guarulhos	0,763	145	0,831	0,717	0,746
3522208	Itapeerica da Serra	0,742	290	0,852	0,687	0,699
3522505	Itapevi	0,735	345	0,855	0,677	0,687
3523107	Itaquaquecetuba	0,714	509	0,844	0,648	0,665
3525003	Jandira	0,760	164	0,841	0,706	0,738
3526209	Juquitiba	0,709	542	0,791	0,662	0,680
3528502	Mairiporã	0,788	40	0,881	0,723	0,767
3529401	Mauá	0,766	131	0,852	0,733	0,721
3530607	Mogi das Cruzes	0,783	60	0,851	0,740	0,762
3532405	Nazaré Paulista	0,678	625	0,818	0,559	0,681
3534401	Osasco	0,776	83	0,840	0,718	0,776
3535606	Paraibuna	0,719	476	0,815	0,642	0,709

Tabela 1.6 - IDHM dos municípios inseridos na BAT (2010) (cont.)

CÓD. IBGE	MUNICÍPIOS	IDHM (2010)	Ranking dos Municípios no Estado de SP	Dimensões do IDHM		
				Longevidade	Educação	Renda
3539103	Pirapora do Bom Jesus	0,727	418	0,810	0,698	0,679
3539806	Poá	0,771	107	0,856	0,754	0,710
3543303	Ribeirão Pires	0,784	55	0,847	0,760	0,749
3544103	Rio Grande da Serra	0,749	236	0,823	0,745	0,684
3545001	Salesópolis	0,732	370	0,829	0,690	0,687
3547304	Santana de Parnaíba	0,814	9	0,849	0,725	0,876
3547809	Santo André	0,815	7	0,861	0,769	0,819
3548708	São Bernardo do Campo	0,805	14	0,861	0,752	0,807
3548807	São Caetano do Sul	0,862	1	0,887	0,811	0,891
3549953	São Lourenço da Serra	0,728	409	0,823	0,666	0,704
3550308	São Paulo	0,805	14	0,855	0,725	0,843
3550605	São Roque	0,768	121	0,863	0,687	0,765
3552502	Suzano	0,765	138	0,873	0,723	0,708
3552809	Taboão da Serra	0,769	115	0,863	0,710	0,742
3556453	Vargem Grande Paulista	0,770	110	0,884	0,683	0,755

Fonte: SEADE, 2017

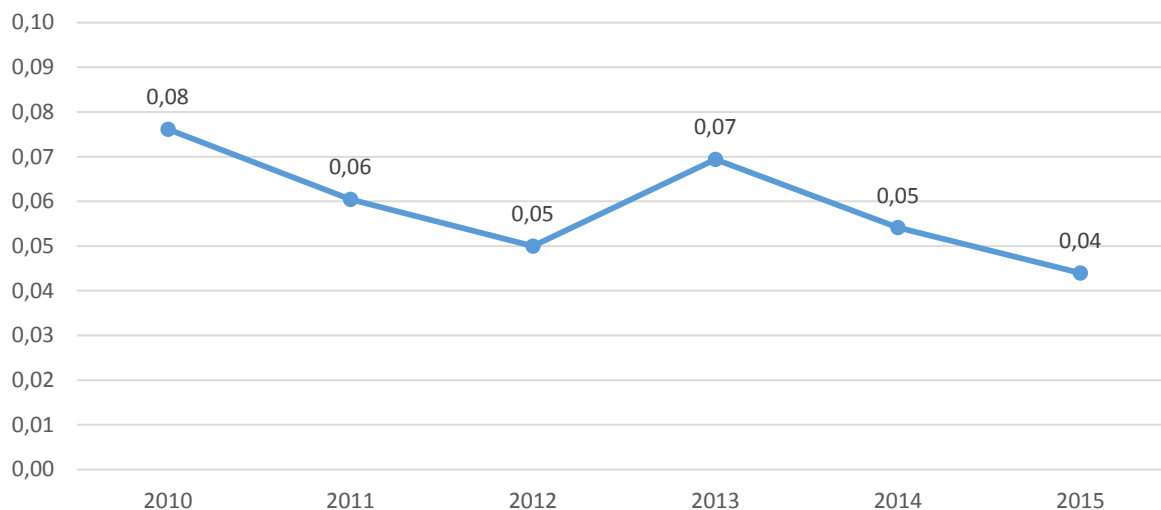
Analisando a **Tabela 1.6**, verifica-se que todos os municípios da BAT estão dentro da faixa de desenvolvimento médio e muito alto. O município de São Caetano do Sul, tanto no território da BAT quanto no Estado de São Paulo, é o que possui maior IDHM, seguido de Santo André (7°) e Santana de Parnaíba (9°), todos na faixa muito alto.

Os piores colocados são Nazaré Paulista (625° - desenvolvimento médio), Francisco Morato (565° - desenvolvimento alto) e Jujutiba (542° - desenvolvimento alto) – entre os 645 municípios pertencentes ao Estado de São Paulo.

- **I.01 – Incidência de esquistossomose autóctone**

Para a análise da saúde pública e ecossistemas na BAT, foi levantado o indicador “Incidência de esquistossomose autóctone em nº de casos notificados/100.000 hab.ano”.

A **Figura 1.6** apresenta a evolução do indicador de Impacto na saúde pública e ecossistemas referente à incidência de esquistossomose autóctone (doença de veiculação hídrica) na BAT, considerando todos os municípios total ou parcialmente inseridos. Observa-se que o número de casos apresentou tendência de queda no período, com exceção do ano de 2013.



Fonte: CVE, 2015.

Figura 1.6 - Incidência de esquistossomose autóctone: nº de casos notificados/100.000 hab.ano na BAT

1.3. Dinâmica Econômica

Para a análise do Produto Interno Bruto (PIB) na BAT considerou-se o PIB da RMSP como representativo de sua realidade, uma vez que a maior parte dos municípios que a integram são coincidentes. Os dados mais recentes do PIB Municipal são referentes ao ano de 2014 (IBGE). O PIB Municipal é composto pelo valor adicionado estimado das atividades econômicas agrupadas nos setores Agropecuário, Indústria, Serviços, além dos impostos. A **Tabela 1.7** a seguir apresenta, para cada um dos municípios com territórios inseridos na BAT, o PIB Municipal (ordem crescente), o PIB per capita e a participação de cada um deles na composição do PIB da RMSP e do Estado.

Tabela 1.7 - PIB dos municípios com território na BAT (2014)

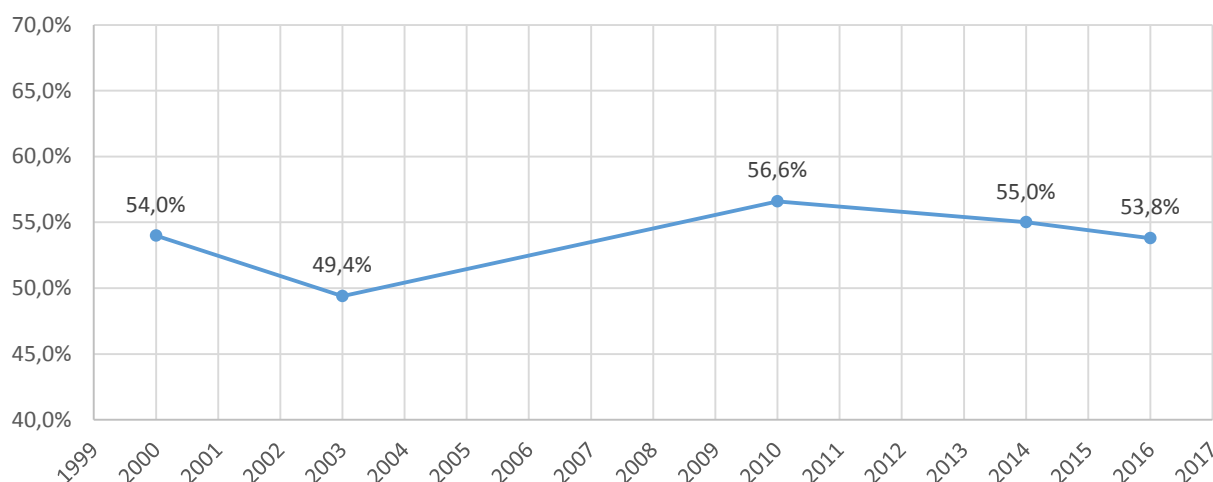
CÓD. IBGE	NOME DOS MUNICÍPIOS	PIB (Em milhões de reais correntes)	PIB per capita (Em reais correntes)	Participação no PIB da RMSP (%)	Participação no PIB do Estado (%)
3545001	Salesópolis	182,39	11.325,71	0,02	0,01
3549953	São Lourenço da Serra	215,39	14.758,06	0,02	0,01
3535606	Paraibuna	277,68	15.666,75	-	0,01
3532405	Nazaré Paulista	312,05	18.104,72	-	0,02
3539103	Pirapora do Bom Jesus	360,67	21.318,84	0,04	0,02
3526209	Juquitiba	422,95	14.411,49	0,04	0,02
3544103	Rio Grande da Serra	519,83	11.221,08	0,05	0,03
3506607	Biritiba Mirim	704,95	23.449,70	0,07	0,04
3515103	Embu-Guaçu	948,10	14.612,61	0,09	0,05
3516309	Francisco Morato	1.268,41	7.827,04	0,12	0,07
3528502	Mairiporã	1.500,95	17.027,17	0,15	0,08
3556453	Vargem Grande Paulista	1.532,99	32.671,74	0,15	0,08
3550605	São Roque	2.272,46	27.535,60	-	0,12
3516408	Franco da Rocha	2.563,52	18.313,38	0,25	0,14
3543303	Ribeirão Pires	2.606,48	22.532,41	0,25	0,14
3515707	Ferraz de Vasconcelos	2.747,75	15.422,91	0,27	0,15
3525003	Jandira	2.941,51	25.705,50	0,29	0,16
3522208	Itapeverica da Serra	2.943,71	18.460,82	0,29	0,16
3503901	Arujá	3.759,21	46.501,29	0,37	0,20
3509007	Caieiras	3.801,89	41.261,20	0,37	0,20
3539806	Poá	3.940,62	35.823,49	0,39	0,21
3510609	Carapicuíba	4.719,84	12.407,10	0,46	0,25
3523107	Itaquaquecetuba	5.742,35	16.852,04	0,56	0,31
3552809	Taboão da Serra	7.326,98	28.143,34	0,72	0,39
3515004	Embu das Artes	7.412,78	29.330,93	0,72	0,40
3547304	Santana de Parnaíba	8.065,20	66.784,22	0,79	0,43
3522505	Itapevi	8.867,67	41.238,45	0,87	0,48
3509205	Cajamar	9.911,05	142.504,62	0,97	0,53
3513009	Cotia	10.118,35	46.015,92	0,99	0,54
3552502	Suzano	10.130,27	36.991,49	0,99	0,55
3529401	Mauá	11.329,50	26.034,60	1,11	0,61
3530607	Mogi das Cruzes	13.367,34	32.927,80	1,31	0,72
3513801	Diadema	13.910,52	35.294,15	1,36	0,75
3548807	São Caetano do Sul	16.153,42	107.460,92	1,58	0,87
3547809	Santo André	28.119,59	41.128,01	2,75	1,51
3505708	Barueri	46.151,95	184.256,25	4,51	2,48
3548708	São Bernardo do Campo	47.551,62	60.492,24	4,65	2,56
3518800	Guarulhos	51.389,52	40.320,44	5,02	2,77
3534401	Osasco	58.566,20	87.192,82	5,73	3,15
3550308	São Paulo	628.064,88	54.548,71	61,40	33,80
RMSP		1.022.867,52	50.425,04	100	55
Estado de São Paulo		1.858.196,06	43.545,61	-	100

Fonte: IBGE, 2014.

Ressalta-se a expressividade do município de São Paulo que isoladamente representa 61% do PIB da RMSP e 34% do PIB do Estado. Em seguida, os municípios de Osasco, Guarulhos, São Bernardo do Campo e Barueri que juntos representam aproximadamente 20% do PIB da RMSP e 11% do PIB do Estado. Os maiores PIB per capita se verificam nos municípios de Barueri, Cajamar e São

Caetano do Sul. Destaca-se o município de Barueri, cujo PIB per capita é 3,6 vezes superior à média verificada na RMSP e 4,2 vezes superior ao observado no Estado.

No ano de 2014, o PIB da RMSP representava 55% do PIB do Estado de São Paulo, demonstrando a importância econômica desta região. De acordo com dados apresentados no PBH-AT (2009) e dados do IBGE (2016), a **Figura 1.7** apresenta a evolução da participação do PIB da RMSP na composição do PIB do Estado de São Paulo, entre 2000 e 2016. A participação do PIB da RMSP no PIB do Estado variou entre 49% e 57%, apresentando tendência de queda nos últimos anos, registrando 54% em 2016. A **Tabela 1.8** destaca as taxas de crescimento do PIB da RMSP no período entre 2010 e 2016.



Fonte: IBGE, 2016; PBH-AT (2009)

Figura 1.7 - Participação do PIB da RMSP no PIB do Estado de São Paulo

Tabela 1.8 - Evolução do PIB na RMSP entre 2010 e 2016

Anos	PIB Total na RMSP				
	Preço corrente	Preço do ano anterior	Taxa de crescimento (%)	Índice de Volume	Deflator Implícito
	Em bilhões de Reais			Base: 2010 = 100	
2010	732,9	-	-	100,00	100,00
2011	815,3	761,50	3,90	103,90	107,10
2012	873,7	815,70	0,00	103,90	114,70
2013	953,6	883,30	1,10	105,10	123,80
2014	1022,9	943,20	-1,10	103,90	134,30
2015	1063,9	973,10	-4,90	98,90	146,80
2016	1076,4	1.017,00	-4,40	94,50	155,40

Fonte: IBGE, 2016.

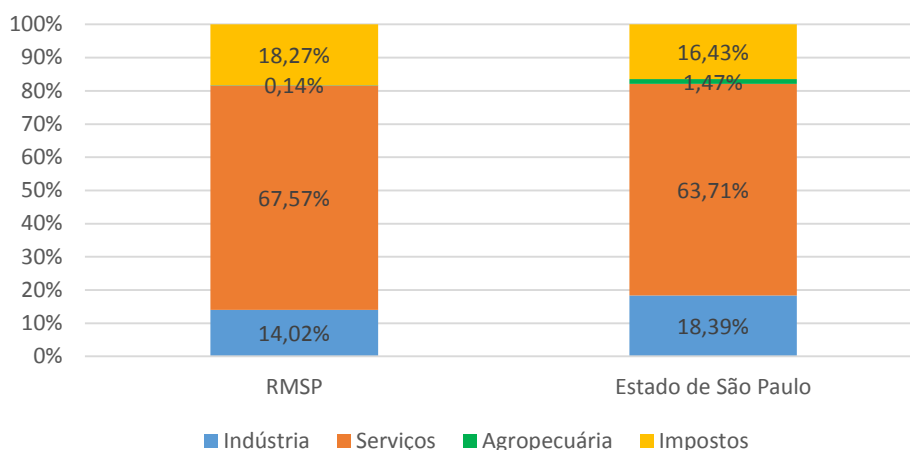
Observa-se que houve estagnação do PIB da RMSP no ano de 2012, apresentando leve crescimento no ano seguinte e taxas negativas a partir de 2014. A **Tabela 1.9** apresenta a composição do PIB Municipal na BAT pelos principais setores da economia e a parcela referente aos impostos.

Tabela 1.9 - Composição do PIB dos municípios com territórios na BAT (2014)

CÓD. IBGE	NOME DOS MUNICÍPIOS	PIB (Em milhões de reais correntes)	Composição do PIB (%)			
			Indústria	Serviços	Agropecuária	Impostos
3503901	Arujá	3.759,21	21,73	61,77	0,66	15,84
3505708	Barueri	46.151,95	9,35	64,74	0,00	25,90
3506607	Biritiba Mirim	704,95	5,43	40,39	51,65	2,54
3509007	Caieiras	3.801,89	31,86	56,47	0,08	11,59
3509205	Cajamar	9.911,05	19,28	59,28	0,00	21,44
3510609	Carapicuíba	4.719,84	15,87	75,68	0,00	8,44
3513009	Cotia	10.118,35	25,63	54,63	0,21	19,54
3513801	Diadema	13.910,52	28,95	53,45	0,00	17,60
3515004	Embu das Artes	7.412,78	18,82	62,93	0,00	18,25
3515103	Embu-Guaçu	948,10	22,71	64,10	0,17	13,02
3515707	Ferraz de Vasconcelos	2.747,75	33,61	56,54	0,06	9,79
3516309	Francisco Morato	1.268,41	8,69	86,36	0,02	4,93
3516408	Franco da Rocha	2.563,52	29,80	60,16	0,11	9,92
3518800	Guarulhos	51.389,52	21,80	61,70	0,07	16,43
3522208	Itapeçerica da Serra	2.943,71	23,55	65,07	0,62	10,77
3522505	Itapevi	8.867,67	20,44	62,57	0,00	16,99
3523107	Itaquaquecetuba	5.742,35	26,57	60,76	0,17	12,50
3525003	Jandira	2.941,51	27,75	55,11	0,01	17,13
3526209	Juquitiba	422,95	11,08	80,50	0,14	8,28
3528502	Mairiporã	1.500,95	20,54	68,74	0,09	10,63
3529401	Mauá	11.329,50	27,49	56,32	0,01	16,18
3530607	Mogi das Cruzes	13.367,34	25,44	58,40	2,72	13,44
3532405	Nazaré Paulista	312,05	24,78	56,14	5,45	13,63
3534401	Osasco	58.566,20	5,55	74,07	0,00	20,38
3535606	Paraibuna	277,68	21,59	66,02	3,94	8,45
3539103	Pirapora do Bom Jesus	360,67	8,34	85,97	0,03	5,66
3539806	Poá	3.940,62	16,90	43,92	0,06	39,12
3543303	Ribeirão Pires	2.606,48	22,88	66,61	0,06	10,45
3544103	Rio Grande da Serra	519,83	30,09	61,16	0,10	8,65
3545001	Salesópolis	182,39	4,08	77,43	14,29	4,21
3547304	Santana de Parnaíba	8.065,20	18,47	66,15	1,18	14,20
3547809	Santo André	28.119,59	19,12	65,92	0,00	14,95
3548708	São Bernardo do Campo	47.551,62	26,29	52,17	0,02	21,52
3548807	São Caetano do Sul	16.153,42	22,44	51,15	0,00	26,41
3549953	São Lourenço da Serra	215,39	12,74	74,90	0,39	11,98
3550308	São Paulo	628.064,88	10,64	71,42	0,01	17,93
3550605	São Roque	2.272,46	19,13	66,66	1,38	12,82
3552502	Suzano	10.130,27	38,91	42,74	2,61	15,73
3552809	Taboão da Serra	7.326,98	25,54	59,62	0,00	14,83
3556453	Vargem Grande Paulista	1.532,99	28,91	54,74	2,07	14,27
RMSP		1.022.867,52	14,02	67,57	0,14	18,27
Estado de São Paulo		1.858.196,06	18,39	63,71	1,47	16,43

Fonte: IBGE, 2014.

Verifica-se que de maneira geral o setor de serviços é aquele com maior representatividade no PIB, tanto nos municípios quanto na RMSP e no Estado de São Paulo. A única exceção ocorre no município de Biritiba Mirim, no qual há maior participação do setor agropecuário na composição do PIB. A composição do PIB na RMSP e no Estado de São Paulo é muito similar, conforme mostra a **Figura 1.8**. Observa-se que, ainda que muito reduzida na composição geral, há maior representatividade do setor agropecuário no restante do Estado em comparação com a RMSP.



Fonte: IBGE, 2014.

Figura 1.8 - Composição do PIB na área de estudo (2014)

A recente crise econômica, evidenciada pela retração do Produto Interno Bruto nos últimos anos, tem impactado os setores da economia, sobretudo o setor industrial. De acordo com o relatório da Fundação SEADE, que apresenta desempenho do PIB Regional do Estado de São Paulo para o ano de 2016, o PIB do Estado apresentou retração de 3,0% neste ano. Os dados indicam que 10 das 16 Regiões Administrativas apresentaram taxas de crescimento reais negativas. Observa-se que o encolhimento da economia paulista está associado, em grande parte, aos desempenhos da RMSP e da Região Administrativa de Campinas, com retrações de 4,4% e 4,2%, respectivamente. Representando 70,9% do PIB Estadual, essas regiões apresentaram queda superior à verificada pela economia brasileira no mesmo período (3,6%).

Em análise regional dos grandes setores da economia, a agropecuária paulista foi o único setor com crescimento real em 2016 (4,4%). O desempenho negativo do setor industrial (-5,9%) refletiu-se em 10 regiões administrativas, com destaque para: RMSP (-8,7%), Região Administrativa de Campinas (-8,2%) e, em menor proporção, as Regiões de São José dos Campos (-3,2%) e Sorocaba (-2,1%). No setor de serviços, a retração de 1,9% para o Estado foi resultado do desempenho negativo da RMSP, área que representa 58,9% dessa atividade e que regrediu 3,4% em 2016.

Na publicação da Pesquisa de Emprego e Desemprego da Região Metropolitana de São Paulo da Fundação SEADE para o ano de 2016 foi analisado o mercado de trabalho na RMSP. De acordo com as informações, observa-se que a persistência da crise econômica atingiu fortemente o mercado de trabalho na região, elevando a taxa de desemprego de 13,2% para 16,8%, entre 2015 e 2016, e reduzindo o rendimento médio e a massa de rendimentos de ocupados e assalariados. Em 2016, de um total de 11,10 milhões de população economicamente ativa na RMSP, 9,24 milhões encontravam-se ocupados, enquanto 1,86 milhões estavam desempregados.

A **Tabela 1.10** apresenta dados sobre a evolução dos empregos formais e rendimento médio por município, correspondentes aos vínculos empregatícios, de acordo com informações da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Considerando-se os municípios que fazem parte da BAT, observa-se que, de maneira geral, houve um crescimento de 11,44% na quantidade de empregos formais no período entre 2009 e 2015.

Tabela 1.10 - Evolução dos Empregos Formais e Rendimento Médio dos municípios que compõe a BAT

CÓD. IBGE	NOME DOS MUNICÍPIOS	Empregos Formais			Rendimento Médio do Total de Empregos Formais - 2015 (Em reais correntes)
		2009	2015	Crescimento no período (%)	
3503901	Arujá	17.898	22.783	27,29	2.527,36
3505708	Barueri	212.348	263.246	23,97	3.928,93
3506607	Biritiba Mirim	3.158	3.930	24,45	1.665,69
3509007	Caieiras	15.745	23.492	49,20	2.517,66
3509205	Cajamar	40.074	41.787	4,27	2.862,51
3510609	Carapicuíba	38.431	37.303	-2,94	2.049,56
3513009	Cotia	72.555	79.237	9,21	2.838,65
3513801	Diadema	103.903	100.798	-2,99	2.823,73
3515004	Embu das Artes	43.073	43.977	2,10	2.421,70
3515103	Embu-Guaçu	7.919	8.451	6,72	2.026,64
3515707	Ferraz de Vasconcelos	17.217	20.292	17,86	2.161,02
3516309	Francisco Morato	8.009	9.801	22,37	2.027,77
3516408	Franco da Rocha	12.776	14.846	16,20	2.340,05
3518800	Guarulhos	299.929	341.760	13,95	2.764,19
3522208	Itapeçerica da Serra	20.986	23.719	13,02	2.237,45
3522505	Itapevi	24.002	38.131	58,87	3.131,74
3523107	Itaquaquecetuba	36.517	44.789	22,65	2.164,82
3525003	Jandira	13.197	19.950	51,17	2.736,41
3526209	Juquitiba	3.503	3.752	7,11	1.786,75
3528502	Mairiporã	13.160	13.367	1,57	2.018,47
3529401	Mauá	62.619	66.174	5,68	2.788,74
3530607	Mogi das Cruzes	83.924	100.987	20,33	2.256,34
3532405	Nazaré Paulista	1.849	2.805	51,70	2.306,52
3534401	Osasco	149.437	169.369	13,34	2.765,57
3535606	Paraibuna	2.667	3.021	13,27	1.680,59
3539103	Pirapora do Bom Jesus	3.121	2.397	-23,20	2.090,82
3539806	Poá	37.819	29.940	-20,83	2.047,44
3543303	Ribeirão Pires	22.277	23.544	5,69	2.272,02
3544103	Rio Grande da Serra	3.387	4.044	19,40	2.105,67
3545001	Salesópolis	1.768	2.123	20,08	1.512,84
3547304	Santana de Parnaíba	56.118	61.307	9,25	2.714,12
3547809	Santo André	177.854	207.327	16,57	2.535,42
3548708	São Bernardo do Campo	263.167	273.721	4,01	3.427,15
3548807	São Caetano do Sul	107.904	109.409	1,39	2.898,41
3549953	São Lourenço da Serra	7.916	7.022	-11,29	1.330,17
3550308	São Paulo	4.621.085	5.126.131	10,93	3.587,44
3550605	São Roque	16.018	21.622	34,99	2.034,53
3552502	Suzano	43.218	54.701	26,57	2.585,49
3552809	Taboão da Serra	50.552	62.382	23,40	2.211,25
3556453	Vargem Grande Paulista	10.291	13.650	32,64	2.544,65
Bacia Hidrográfica do Alto Tietê		6.727.391	7.497.087	11,44	3.350,09

Fonte: MTE/RAIS, 2015. Disponibilizado pela Fundação SEADE.

Para a análise da dinâmica econômica na BAT foram levantados os Indicadores para Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, conforme a Deliberação CRH nº 146/2012. São eles:

- FM.05-A – Estabelecimentos da agropecuária: nº de estabelecimentos
- FM.05-B – Pecuária (corte e leite): nº de animais
- FM.05-C – Avicultura (abate e postura): nº de animais
- FM.05-D – Suinocultura: nº de animais
- FM.06-B – Estabelecimentos industriais: nº de estabelecimentos
- FM.06-C – Estabelecimentos de mineração em geral: nº de estabelecimentos
- FM.07-A – Estabelecimentos de comércio: nº de estabelecimentos
- FM.07-B – Estabelecimentos de serviços: nº de estabelecimentos
- FM.09-A – Potência de energia hidrelétrica instalada: KW

Na **Tabela 1.11** apresenta-se, por município, o número de estabelecimentos por setor agropecuário (FM.05-A), industrial (FM.06-B), comércio (FM.07-A) e serviços (FM.07-B). As informações são referentes ao ano de 2015, disponibilizadas no portal de Informações dos Municípios Paulistas da Fundação SEADE, sendo produzidas a partir de dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e da Relação Anual de Informações Sociais – RAIS. Observa-se que não estão disponíveis dados atualizados referentes ao número de estabelecimentos de mineração em geral (FM.06-C).

Tabela 1.11 - Número de estabelecimentos dos setores da economia

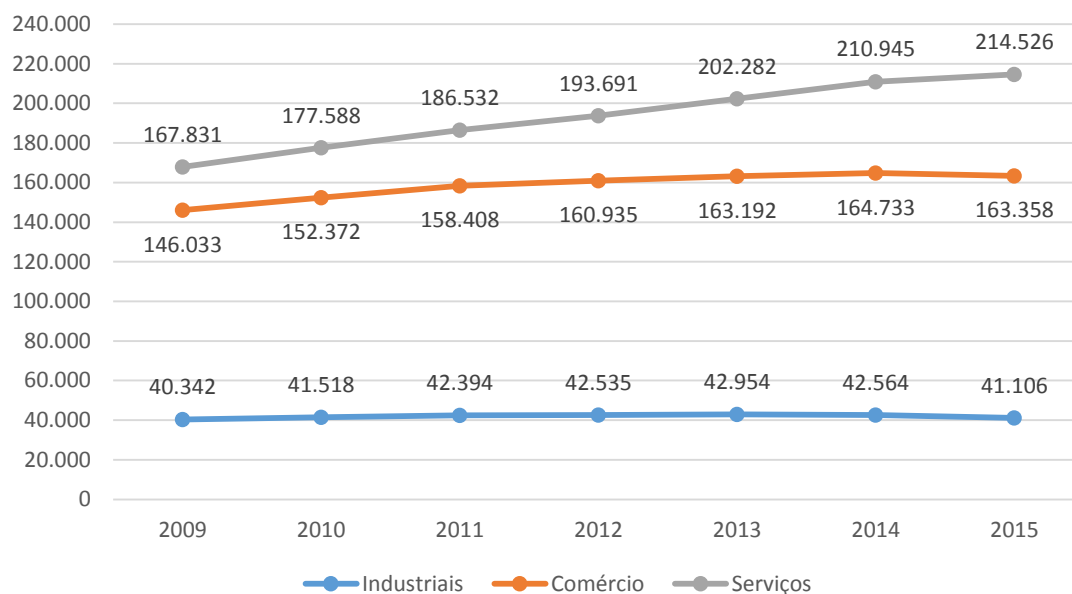
CÓD. IBGE	NOME DOS MUNICÍPIOS	Nº de estabelecimentos			
		Indústria	Comércio	Serviços	Agropecuários*
3503901	Arujá	247	613	491	31
3505708	Barueri	720	2.874	4.390	8
3506607	Biritiba Mirim	15	169	104	129
3509007	Caieiras	229	488	452	2
3509205	Cajamar	236	521	555	6
3510609	Carapicuíba	327	1.630	1.222	1
3513009	Cotia	573	1.880	2.079	80
3513801	Diadema	1.474	2.351	1.977	1
3515004	Embu das Artes	229	1.156	893	16
3515103	Embu-Guaçu	108	362	215	33
3515707	Ferraz de Vasconcelos	253	638	413	-
3516309	Francisco Morato	37	486	317	1
3516408	Franco da Rocha	133	577	368	9
3518800	Guarulhos	2.671	8.241	8.442	27
3522208	Itapeverica da Serra	117	754	658	42
3522505	Itapevi	151	771	636	7
3523107	Itaquaquecetuba	603	1.372	774	16
3525003	Jandira	182	562	491	2
3526209	Juquitiba	24	184	115	21
3528502	Mairiporã	201	516	594	18
3529401	Mauá	771	1.977	1.619	2
3530607	Mogi das Cruzes	556	3.087	3.278	419
3532405	Nazaré Paulista	29	83	94	43
3534401	Osasco	704	4.400	4.641	6
3535606	Paraibuna	27	123	105	179
3539103	Pirapora do Bom Jesus	17	61	62	1
3539806	Poá	218	685	613	2
3543303	Ribeirão Pires	242	685	793	6
3544103	Rio Grande da Serra	23	121	192	3
3545001	Salesópolis	13	118	68	119
3547304	Santana de Parnaíba	404	826	1.602	6
3547809	Santo André	1.314	5.816	7.035	8
3548708	São Bernardo do Campo	1.432	5.656	7.791	12
3548807	São Caetano do Sul	604	2.004	2.972	3
3549953	São Lourenço da Serra	14	101	83	21
3550308	São Paulo	25.095	106.833	154.455	436
3550605	São Roque	186	808	814	113
3552502	Suzano	349	1.978	1.496	100
3552809	Taboão da Serra	436	1.511	1.337	-
3556453	Vargem Grande Paulista	142	340	290	20
Bacia Hidrográfica Alto Tietê		41.106	163.358	214.526	1.949
Percentual em relação ao total de estabelecimentos		9,77%	38,81%	50,96%	0,46%

Fonte: MTE/RAIS, 2015. Disponibilizado pela Fundação SEADE.

*O setor agropecuário inclui os estabelecimentos relacionados as seguintes atividades: Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura.

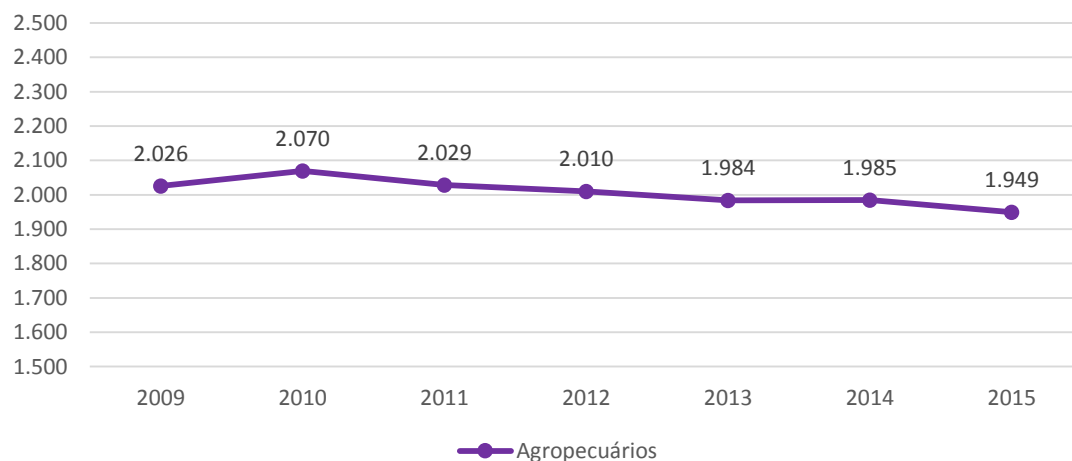
Observa-se que a proporção do número de estabelecimentos corrobora a representatividade dos setores na composição do PIB, com maior quantidade de estabelecimentos de comércio e serviços, seguido dos estabelecimentos industriais e pela menor expressividade dos estabelecimentos agropecuários. Os dados apresentados neste diagnóstico coincidem com os apresentados no Relatório de Situação (2017). A única divergência se refere ao somatório da BAT, em função do universo de municípios estudados ser diferente – PBH-AT (2018) com 40 municípios e RS (2017)

com 34 municípios. As **Figuras 1.9 e 1.10** apresentam, respectivamente, a evolução do número de estabelecimentos por setor. Verifica-se tendência de redução no número de estabelecimentos agropecuários ao longo do período. Por outro lado, no caso dos estabelecimentos de comércio e serviços, há tendência de crescimento. Enquanto que o número de estabelecimentos industriais, que apresentou crescimento até o ano de 2013, apresenta uma leve redução nos anos mais recentes.



Fonte: MTE/RAIS, 2015. Disponibilizado pela Fundação SEADE.

Figura 1.9 - Número de Estabelecimentos por Setor na BAT



Fonte: MTE/RAIS, 2015. Disponibilizado pela Fundação SEADE.

Figura 1.10 - Número de Estabelecimentos Agropecuários na BAT

Especificamente em relação ao setor agropecuário, foram levantados dados relativos à Produção Pecuária Municipal (PPM/IBGE) referentes ao ano de 2015. Conforme mostra a **Tabela 1.12**, a maior parte dos municípios que compõe a BAT não apresenta produção pecuária. No setor da avicultura (FM.05-C), destacam-se os municípios de Suzano, Mogi das Cruzes e Biritiba Mirim. Já no setor da Pecuária, que inclui bovinos e bubalinos (FM.05-B), o município de Paraibuna apresenta produção mais significativa em relação aos demais e, em menor escala, há produção também em

Nazaré Paulista, Mogi das Cruzes e Salesópolis. Já a suinocultura (FM.05-D) é muito pouco significativa em todos os municípios da área de estudo.

Tabela 1.12 - Dados sobre a produção pecuária nos municípios que compõem a BAT (2015)

CÓD. IBGE	NOME DOS MUNICÍPIOS	Nº de animais		
		Avicultura	Pecuária	Suinocultura
3503901	Arujá	0	350	1
3505708	Barueri	0	0	0
3506607	Biritiba Mirim	486.799	888	47
3509007	Caieiras	0	0	0
3509205	Cajamar	0	0	0
3510609	Carapicuíba	0	0	0
3513009	Cotia	0	0	0
3513801	Diadema	0	0	0
3515004	Embu das Artes	0	0	0
3515103	Embu-Guaçu	0	0	0
3515707	Ferraz de Vasconcelos	0	89	0
3516309	Francisco Morato	0	0	0
3516408	Franco da Rocha	0	0	0
3518800	Guarulhos	0	0	40
3522208	Itapecerica da Serra	0	0	0
3522505	Itapevi	0	0	0
3523107	Itaquaquecetuba	0	845	80
3525003	Jandira	0	0	0
3526209	Juquitiba	0	0	0
3528502	Mairiporã	0	0	0
3529401	Mauá	79	64	45
3530607	Mogi das Cruzes	706.887	4.510	108
3532405	Nazaré Paulista	106.000	8.320	1.550
3534401	Osasco	0	0	0
3535606	Paraibuna	21.300	27.296	1.500
3539103	Pirapora do Bom Jesus	0	0	0
3539806	Poá	0	12	0
3543303	Ribeirão Pires	2.500	75	0
3544103	Rio Grande da Serra	350	21	0
3545001	Salesópolis	0	4.260	96
3547304	Santana de Parnaíba	0	0	0
3547809	Santo André	0	0	0
3548708	São Bernardo do Campo	0	0	0
3548807	São Caetano do Sul	0	0	0
3549953	São Lourenço da Serra	0	0	0
3550308	São Paulo	0	600	0
3550605	São Roque	184.500	2.494	3.380
3552502	Suzano	925.096	1.233	114
3552809	Taboão da Serra	0	0	0
3556453	Vargem Grande Paulista	0	0	0
Bacia Hidrográfica do Alto Tietê		2.433.511	51.057	6.961

Fonte: Produção Pecuária Municipal - IBGE, 2015.

Para identificação da potência de energia elétrica instalada (FM.09-A) foi realizada consulta ao Banco de Informação de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (AN/EEL) considerando as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs) e Usinas Hidrelétricas (UHEs). Na área de estudo foram identificadas duas PCHs: (i) PCH Salesópolis, localizada no Rio Tietê, com potência outorgada de 1.000 kW da Água Paulista Geração de Energia Ltda.; e, (ii) PCH Pirapora, localizada no Rio Tietê, com potência outorgada de 25.024 kW da Pirapora Energia S.A. Além disso, há a UHE Rasgão, que delimita o exutório da BAT no Rio Tietê, com potência outorgada de 22.000 kW da Empresa Metropolitana de Água e Energia (EMAE S.A.).

Em consulta aos portais da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM/ Serviço Geológico do Brasil) e do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), incluindo o Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), não foram identificadas informações ou dados atuais referentes ao número de estabelecimentos de mineração em geral (indicador FM.06-

C). A última informação disponível encontra-se no Relatório de Situação da BAT de 2014, que indicou um total de 168 estabelecimentos que se manteve constante para o período entre fevereiro de 2008 e agosto de 2010. Os Relatórios de Situação Ano Base 2016-2035 e 2017 não trazem informações sobre este indicador.

1.4. Estruturação geral do território e tendências de expansão

A RMSP foi oficialmente criada em 1973, pela Lei Complementar Federal nº14/1973 e disciplinada pela Lei Complementar Estadual nº 94, de 1974. Mais recentemente, o ano de 2011 foi um importante marco para a mudança de paradigma sobre a gestão do território metropolitano, destacando-se a organização da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Metropolitano (SDM), instituída pelo Decreto nº 56.639/2011, a instituição do Sistema Estadual de Desenvolvimento Metropolitano e a criação da Câmara de Desenvolvimento Metropolitano (Decreto nº 56.887, de 30 de março de 2011).

Com apoio da EMPLASA, a SDM, mais recentemente transformada em Subsecretaria de Assuntos Metropolitanos (SAM), vem atuando no sentido de elaborar políticas específicas para todas as regiões metropolitanas e aglomerados urbanos e microrregiões que compõem a Macrometrópole Paulista (MMP), destacando-se ações como a promulgação da Lei Complementar Estadual nº 1.139/2011, que reorganizou a RMSP e criou o respectivo Conselho de Desenvolvimento – atual entidade responsável pela gestão metropolitana – e do Decreto nº 57.349/2011, que designou entidade estadual de caráter metropolitano para exercer, provisoriamente, as funções da Secretaria Executiva do Conselho de Desenvolvimento da RMSP.

Em janeiro de 2015, o Governo Federal sancionou, para o desenvolvimento do sistema de planejamento e gestão metropolitanos, o Estatuto da MetrÓpole – Lei Federal nº 13.089. O objetivo desta lei é garantir a articulação interfederativa no ato de planejamento e execução das políticas públicas relacionadas às Funções Públicas de Interesse Comum (FPICs) de cada região metropolitana do país, por meio do instrumento do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), que passa a compor o marco regulatório da política territorial brasileira, tendo em vista a sua função de intersecção entre os demais planos territoriais e setoriais nas metrÓpoles.

Deste modo, o PBH-AT (2018) possui um alcance que extrapola as fronteiras da BAT e da RMSP. Por abrigar o maior contingente populacional e o maior polo de geração de renda e emprego do Brasil, e, conseqüentemente, ser palco de grandes conflitos pelo uso da água, a BAT é vista como uma referência para o sistema de gerenciamento dos recursos hídricos e fonte de experiência acerca dos tipos de conflito a serem enfrentados e das soluções possíveis de serem adotadas para resolvê-los.

A RMSP permanece em destaque como o maior polo de riqueza nacional, com um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 1 trilhão em 2014 (IBGE, 2016), representando cerca de 55% do total do Estado.

Atualmente, a RMSP possui uma população de 21,2 milhões de habitantes (2016) que corresponde a quase 50% da população do Estado de São Paulo (IBGE, 2016). As características da dinâmica socioeconômica e das tendências demográficas mantiveram-se da mesma forma como apontadas no PBH-AT (2009), com taxas elevadas de urbanização. Desde a década de 1980, a RMSP vem apresentando uma significativa mudança em sua dinâmica demográfica, com a redução das taxas de crescimento populacional, o que vem acarretando perda de peso relativo da RMSP no Estado. Contudo, em termos absolutos, a RMSP registrou entre 2010 e 2016 um acréscimo de mais de 1,8 milhões de habitantes (IBGE, 2010), com efeito direto nas políticas habitacionais, de serviços públicos e de infraestrutura em geral.

Devido à expressiva população e intensa atividade econômica industrial e de serviços, além das extensões de áreas destinadas à agropecuária, as demandas por recursos hídricos na RMSP são cada vez maiores, o que cria uma relação de interdependência com os territórios vizinhos. Da mesma forma, as demais questões ligadas ao saneamento se evidenciam e tomam dimensões regionais.

O principal impulso na expansão urbana na RMSP ocorreu dentro de um contexto mais abrangente, do final dos anos 40 até meados da década de 70, quando o Brasil foi marcado pelo mais intenso ritmo de urbanização que o país já teve. Na década de 1950, a cidade de São Paulo abrigava cerca de 2 milhões de habitantes e vinha sofrendo fortes impactos no uso e ocupação do solo, que se expandia em direção aos municípios vizinhos.

Desta forma, a estruturação urbana da RMSP vem se consolidando a partir do modelo mais clássico de segregação espacial metropolitana, denominado centro-periferia, ou centro rico *versus* periferia pobre (ISA, 2009), conforme demonstrado na análise de dinâmica demográfica no item anterior.

Foi na década de 1970 que a mancha urbana da RMSP avançou com mais intensidade sobre os mananciais de abastecimento que, diante da informalidade e precariedade da infraestrutura urbana, passou a comprometer a qualidade das águas, principalmente nos reservatórios Guarapiranga e Billings, devido às cargas de esgoto lançadas nas represas. Este fenômeno marcou o início das preocupações com a segurança hídrica para abastecimento público. Foi neste momento que foram instituídas as primeiras leis de proteção aos mananciais, Leis Estaduais nº 898/75 e nº 1.172/76. Estas leis são baseadas em instrumentos de controle do uso e ocupação do solo e centralizam no Estado a responsabilidade por sua gestão. Embora as referidas leis considerassem a ocupação urbana da Bacia como principal fator para a má qualidade de água, as mesmas não foram suficientes para conter a expansão urbana sobre as áreas de mananciais que ocorreu, predominantemente, na forma de ocupações irregulares e loteamentos clandestinos.

Em 1991, verificou-se a aprovação da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 7.663/1991), que estabeleceu a gestão dos recursos hídricos por meio da criação dos Comitês das Bacias Hidrográficas. Em 1997, tendo em vista a necessidade da modernização e da revisão da legislação de mananciais, foi publicada a Lei Estadual nº 9.866/1997 que dispôs sobre as diretrizes e normas para a proteção e recuperação dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo, estabelecendo os Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) como instrumentos básicos de planejamento e gestão das Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM). Cada APRM deve ter seu PDPA regulamentado por Lei Específica.

A construção de um PDPA envolve a elaboração de estudos de diagnóstico da situação e de construção de cenários que permitem subsidiar a decisão, por parte dos governos estadual e municipais e dos órgãos colegiados dos comitês de bacias hidrográficas, quanto a diretrizes, metas, programas, projetos e ações que devam ser implementados em cada APRM. O PDPA deve propor a delimitação de Áreas de Intervenção e respectivas normas ambientais e urbanísticas, a partir do estudo de geração de cargas poluentes e da capacidade de assimilação e depuração de cada manancial, através de modelagem matemática. Como consequência dessas propostas, leis municipais de zoneamento e planos diretores municipais devem ser adequados aos mesmos. O PDPA oferece a base técnica e os parâmetros necessários para a criação ou revisão de leis específicas de cada APRM.

Há, no Estado de São Paulo, cinco APRMs criadas Lei Específica, todas localizadas na RMSP. São elas: APRM Guarapiranga (Lei Estadual nº 12.233/2006), APRM Billings (Lei Estadual nº 13.579/2009), APRM Alto Tietê Cabeceiras (Lei Estadual nº 15.913/2015), APRM Alto Juquery (Lei Estadual nº 15.790/2015) e APRM Alto Cotia (Lei Estadual nº 16.568/2017). Dentre estas, apenas a última ainda não possui decreto de regulamentação. Em 2017, foram concluídos os PDPA's de todas as Áreas de Proteção de Mananciais (APM) de interesse na RMSP³.

Conforme indica o Plano de Ação da Macrometrópole – PAM (EMPLASA, 2014), os processos de expansão urbana na região estão fortemente relacionados aos grandes eixos viários e de transporte da RMSP, importantes meios indutores e condicionantes da formação de seu território, assim como dos atuais processos de expansão. O sistema ferroviário, por exemplo, foi responsável pela

³ Em 2015, a SSRH contratou o estudo “Elaboração e Revisão dos Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo” (Projeto PDPAs RMSP), que teve por objetivos a revisão e atualização dos PDPAs existentes que já possuíam suas leis específicas instituídas, quais sejam Guarapiranga, Billings, Alto Juquery e Alto Tietê Cabeceiras. Foram também revisados e atualizados os PDPAs do Cabuçu-Tanque Grande e Cotia (APRM Alto Cotia criada, em 2017, através da Lei nº 16.568/2017), que já possuíam PDPA; e elaborados os PDPAs dos mananciais Guaiú; Alto Juquiá; e, Jaguari.

expansão do território metropolitano, assim como pela consolidação do município de São Paulo como polo metropolitano, tendo início na inauguração da São Paulo Railway, em 1867, que mais tarde, integrou-se às redes compostas pela Companhia Paulista, Estrada de Ferro Sorocaba e Estrada de Ferro Central do Brasil. Posteriormente, as linhas foram integradas ao sistema de transporte de passageiros, transformando-se no principal meio de transporte aos municípios vizinhos e bairros mais afastados. Integradas às linhas de Metro e aos Corredores Metropolitanos de Ônibus da Empresa Paulista de Transporte Urbano (EMTU), as linhas de trem compõem e Rede de Transporte Metropolitano de São Paulo.

A região também se estrutura em função de uma intensa malha rodoviária, que extrapola os limites da RMSP. Os vetores de crescimento da RMSP estão associados aos seguintes eixos rodoviários: (i) Eixo Rio de Janeiro - São Paulo pelo Vale do Paraíba, através da Rodovia Dutra, conectando os também os principais aeroportos da região, Guarulhos e São José dos Campos; (ii) Eixo São Paulo - Minas Gerais, pela Rodovia Fernão Dias, que conecta Belo Horizonte e São Paulo, passando também por Atibaia e Bragança; (iii) Eixo São Paulo-Campinas, via Jundiaí, através das Rodovias Anhanguera e Bandeirantes; (iv) Eixo São Paulo – Santos, pelas Rodovias Anchieta e Imigrantes, conectando a capital ao polo industrial de Cubatão e ao Porto de Santos; (v) Eixo São Paulo – Curitiba, pela Rodovia Régis Bittencourt, conectando importantes polos econômicos das regiões Sul e Sudeste do Brasil e outros países do Mercosul; (vi) Eixo São Paulo – Sorocaba, pelas Rodovias Raposo Tavares e Castelo Branco.

Finalmente, com aproximadamente 180 km de extensão, a proposta do Rodoanel Mário Covas (SP-021) é de circundar toda a RMSP, interligando os principais eixos rodoviários, com objetivo de eliminar o trânsito de passagem dos caminhões em travessia, proporcionando a comunicação com o interior do Estado, com o Porto de Santos e demais regiões do País.

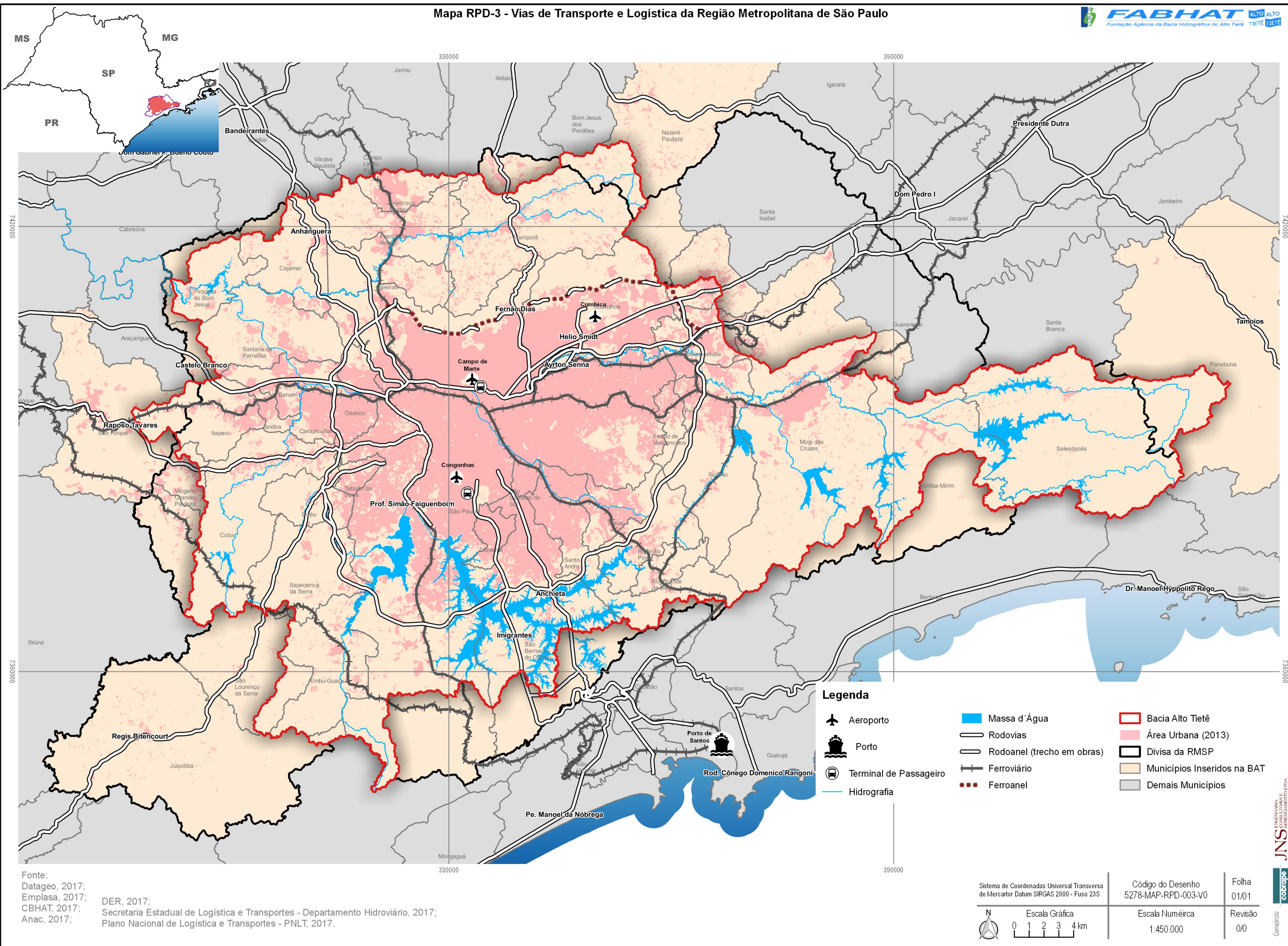
A estratégia de redefinir a logística rodoviária da RMSP de radial para anelar conta não somente com a implantação do Rodoanel, mas também, de modo complementar, com o Ferroanel e com Centros Logísticos Integrados (CLI), redirecionando as infraestruturas de transporte e logística do centro para o entorno da RMSP; diminuindo-se as interferências do transporte de cargas regional e de exportação com a mobilidade urbana da metrópole (DERSA, 2017a). Esta reestruturação da logística regional de cargas constitui um dos princípios do Plano Integrado de Transportes Urbanos 2025 (PITU, 2006), sendo considerado pela Secretaria Estadual de Transportes como um dos pilares para a articulação das estruturas viárias com os CLIs.

Destaca-se, também, outras estruturas logísticas importantes para a região de estudo. Em 2012, o Porto de Santos foi responsável por 25% do movimento de exportações e importações do país. Já o Aeroporto Internacional de Guarulhos teve uma movimentação de 39,5 milhões de passageiros em 2014 (EMPLASA, 2014). O chamado Terminal São Paulo, que engloba os Aeroportos de Guarulhos, Congonhas e Viracopos, responde por 52% de toda carga aérea movimentada no País e 30% da movimentação de passageiros (EMPLASA, 2015).

O projeto do Ferroanel constitui em uma linha ferroviária exclusiva para transporte de cargas, compondo o Contorno Ferroviário da RMSP (DERSA, 2017a). Assim como o Rodoanel, tem por objetivo proporcionar à RMSP uma via perimetral (neste caso ferrovia) de contorno, com a função de superar o gargalo que representa a transposição da área urbana pelas faixas ferroviárias cada vez mais utilizadas pelo transporte urbano de passageiros. Sua concepção original é composta por três trechos: o sul, o noroeste e o norte, sendo que este último encontra-se em fase de licença ambiental prévia junto ao órgão ambiental (DERSA, 2017b).

A dinâmica de expansão urbana alinhada às estruturas de transporte e mobilidade pode ser visualizada no **Mapa RPD-3** a seguir, onde é possível identificar também os principais eixos viários citados.

Mapa RPD-3 - Vias de Transporte e Logística da Região Metropolitana de São Paulo



Legenda

- ✈️ Aeroporto
- 🚢 Porto
- 🚗 Terminal de Passageiro
- Massa d'Água
- Rodovias
- Rodoanel (trecho em obras)
- Ferroviário
- Ferroanel
- Hidrografia
- 📐 Bacia Alto Tietê
- 🏠 Área Urbana (2013)
- 🗺️ Divisa da RMSP
- 🏘️ Municípios Inseridos na BAT
- 🏘️ Demais Municípios

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
Anac, 2017;
DER, 2017;
Secretaria Estadual de Logística e Transportes - Departamento Hidroviário, 2017;
Plano Nacional de Logística e Transportes - PNLT, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-003-V0	Folha 01/01
Escala Gráfica 	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

Para um entendimento claro sobre a estruturação geral e das tendências de expansão na área de estudo, é fundamental que a dinâmica socioeconômica, os principais eventos ocorridos e os marcos institucionais surgidos nos anos mais recentes sejam considerados.

Desde o PBH-AT (2009), ocorreram importantes eventos que interferiram direta e indiretamente na gestão do território, e que merecem ser analisados. Em princípio, foram considerados os seguintes estudos: (i) “Plano de Ação da Macrometrópole – PAM” (EMPLASA, 2014), trazendo importantes contribuições para a formulação de políticas integradas para o território, além da adequação da legislação e instrumentos de intervenção para promover o desenvolvimento urbano, socioeconômico e ambiental; (ii) “Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado – PDUI” (EMPLASA – em elaboração), constituindo instrumento legal de planejamento que estabelece as diretrizes, projetos e ações para orientar o desenvolvimento urbano e regional, buscando reduzir as desigualdades e melhorar as condições de vida da população metropolitana; (iii) Plano Integrado de Transportes Urbanos (PITU 2025); documento estratégico da Secretaria dos Transportes Metropolitanos (STM), a partir do qual são propostos os programas de expansão dos transportes metropolitanos”; (iv) “Diagnóstico dos assentamentos precários nos municípios da Macrometrópole Paulista” (CDHU, 2013), com a identificação, requalificação e localização dos assentamentos subnormais e precários nos municípios da MMP; (v) “Plano Diretor de Aproveitamento dos Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista” (DAEE, 2013), constituindo um importante instrumento de planejamento e de gestão integrada, capaz de subsidiar a tomada de decisões e ações necessárias para garantir a segurança hídrica de uma mancha territorial altamente adensada; este Plano apontou para a necessidade de criação de novos sistemas de captação e reservação de água bruta em um cenário que inclui a renovação da outorga do Sistema Cantareira. Ao mesmo tempo, incorporou as ações de curto prazo, parte das quais já está sendo executada pelo Governo do Estado, além de um plano de investimentos de médio e longo prazos a ser revisto periodicamente; (vi) “Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT-3” (DAEE, 2014), contribuindo com a identificação de manchas de inundação, áreas de risco e com um capítulo específico sobre medidas não estruturais que incluíram a gestão e a prestação dos serviços de macro drenagem; e, (vii) “Planos de Desenvolvimento e Proteção das Áreas de Mananciais de Interesse da RMSP PDPAs RMSP” (SSRH, 2017), importante instrumento de planejamento e gestão das APRM.

Além disso, outros eventos recentes específicos sobre recursos hídricos merecem atenção pois foram marcos de mudanças da forma de se gerir o território da BAT, com destaque para a mais grave crise hídrica da RMSP, vivenciada no biênio 2014-2015.

Diante desta seca, diversas intervenções e medidas emergenciais foram adotadas pelo Estado para assegurar o abastecimento da população da RMSP, de maneira a reduzir a dependência do Sistema Produtor Cantareira, o mais afetado pela crise hídrica.

Tais ações foram consolidadas em um plano de ação emergencial, denominado Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp – CHESS (2015) e posteriormente no Plano de Contingência para Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo - PCAA, da Secretaria Estadual de Recursos Hídricos – SSRH, preparado pelo Grupo Executivo do Comitê de Crise Hídrica, instituído em fevereiro de 2015 pelo Decreto Estadual nº 61.111 (alterado pelo Decreto Estadual nº 61.135). O principal objetivo deste documento foi programar ações para diversos cenários hidrológicos, o que permitiu o detalhamento e a implantação de medidas no curto e médio prazo para o gerenciamento e minimização dos efeitos de estiagens severas nos municípios da RMSP.

Segundo o Relatório de Sustentabilidade da Sabesp (2016), a superação desta crise marcou o ano de 2016 e atualmente o cenário da disponibilidade hídrica é de normalidade, com a franca recuperação dos mananciais que atendem a metrópole. O restabelecimento da normalidade foi possível graças à conjunção positiva de três fatores: (i) as obras emergenciais e estruturais implementadas desde o início da crise; (ii) o retorno das condições próximas à normalidade do regime de chuvas; e (iii) a mudança de hábitos da população, que compreendeu a criticidade do momento e passou a economizar água.

Da severa crise enfrentada ficaram legados importantes. Atualmente, o sistema de abastecimento da RMSP se tornou mais robusto e resiliente, tendo capacidade de enfrentar secas tão extremas quanto à ocorrida em 2014-2015, o que será possível quando três grandes obras entrarem em operação: Sistema Produtor São Lourenço, Interligação da Bacia do Paraíba do Sul com o Sistema Cantareira e reversão da Bacia do Itapanhaú para o Alto Tietê (SABESP, 2016).

No aspecto institucional, ocorreram movimentos de estreita aproximação entre os entes dos setores como operadores, reguladores, especialistas e gestores dos recursos hídricos, no sentido do aprimoramento do marco institucional. A crise também incentivou amplo debate social sobre a necessidade de uma revisão de conceitos de consumo e valoração da água e do saneamento, conduzindo a uma interação mais qualificada com a agência reguladora (ARSESP), inclusive no processo de revisão e reestruturação tarifária.

Além dos desdobramentos da crise hídrica, é importante destacar as iniciativas para o controle e redução das perdas de águas no abastecimento público, que vem avançando significativamente desde 2009 com a adoção do Programa Corporativo de Redução de Perdas. Executado com a parceria tecnológica da agência internacional de cooperação do Japão (JICA), nesses oito anos de atividades já foram investidos R\$ 3,3 bilhões no programa, sendo R\$ 505 milhões somente em 2016 (SABESP, 2016). Conforme descrito mais detalhadamente no capítulo **7.1. Abastecimento de Água**, houve redução significativa no índice de perdas na distribuição geral na BAT, que passou de 40,95%, em 2008, para 33,12% em 2015, alterando sua classificação de ruim ($\geq 40\%$) para regular ($>25\%$ e $<40\%$), com melhorias na maioria dos municípios total ou parcialmente inseridos na bacia.

Outro marco da gestão dos recursos hídricos na BAT foi o início da cobrança pelo uso da água, que ocorreu em 2011, sendo efetivamente implantado em 2014. A implementação deste instrumento de gestão foi um importante avanço para gestão do território pois possibilita o reconhecimento da água como um bem público de valor econômico, permitindo a obtenção de recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos e de saneamento (FABHAT, 2017). A **Tabela 1.13** apresenta os valores já cobrados e arrecadados desde a efetiva implantação do instrumento de cobrança pelo uso dos recursos hídricos na BAT.

Tabela 1.13 - Valores Cobrados e Arrecadados na BAT

Condição	Ano (Valores em R\$)		
	2014	2015	2016
Cobrado	16.967.592	21.952.100	35.485.028
Arrecadado	15.644.595	20.133.676	32.766.983

Fonte: SSRH/SP. Dados disponíveis em planilha disponível para *download* no sítio eletrônico da ANA⁴; NT ADM FABHAT nº 001/2018.

Os recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água na BAT, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH 2016-2019), são majoritariamente tomados pelo Estado, ao contrário das demais UGRHIs do Estado que possuem o instrumento implementado, que destinam o maior percentual dos recursos arrecadados para os municípios.

Estes eventos devem contribuir para uma avaliação da situação atual da gestão dos recursos hídricos na BAT, a fim de se identificar os problemas e as virtudes do sistema de gestão praticado, sendo importantes bases para a proposição de práticas inovadoras e de medidas de ajuste e de evolução do modelo de gestão vigente na BAT.

⁴ Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaearrecadacao/cobrancaearrecadacao.aspx>. Acesso em 02 de out. 2017.

2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA UGRHI 06

Conforme descrito no Capítulo 1 deste diagnóstico, a UGRHI 06 é definida pela Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, e abrange a parte superior do Rio Tietê. Os itens subsequentes apresentam o detalhamento da hidrografia local e a caracterização dos mananciais de interesse coletivo para a região.

2.1. Hidrografia

Com nascentes no Parque Ecológico Nascentes do Tietê, no município de Salesópolis, a área de drenagem da BAT possui 5.775,12 km² e estende-se até a Barragem de Rasgão – que representa o limite entre as Bacias do Alto Tietê e do Sorocaba Médio Tietê –, em Pirapora de Bom Jesus. A BAT possui morfologia longilínea e padrão de drenagem dendrítico controlado pelos lineamentos estruturais das rochas que conformam a região. Possui extensão máxima de 148,26 km no sentido Leste-Oeste, orientação predominante das linhas de drenagem.

A BAT constitui-se por uma vasta rede de tributários, contabilizando quase uma centena. O PBH-AT (2009) divide a área de estudo em seis sub-bacias de drenagem, cujos principais corpos hídricos são apresentados no **Quadro 2.1**.

Quadro 2.1 - Sub-regiões hidrográficas da Bacia do Alto Tietê

Sub-bacia	Área de Drenagem (km ²)	Principais Reservatórios	Principais cursos hídricos
Cabeceiras	1.859,24	Reservatórios Paraitinga, Ponte Nova, Biritiba Mirim, Jundiá, Taiaçupeba e Ribeirão do Campo	Rio Tietê, Rio Paraitinga, Rio Claro, Rio Biritiba Mirim, Rio Jundiá, Rio Taiaçupeba-Açu, Rio Taiaçupeba-Mirim, Ribeirão do Pote, Rio das Pedras, Rio Alegre, Rio Guaió e Rio Baquirivu-Guaçu.
Billings – Tamanduateí	824,08	Reservatório Billings (Represas Rio Grande e Pedreira)	Rio Grande ou Jurubatuba, Rio Pequeno, Ribeirão Pires, Rio Pedra Branca, Ribeirão Taquacetuba, Ribeirão Boreré, Ribeirão Cocaia, Ribeirão Guacuri, Córrego Grota Funda, Córrego Alvarenga, Rio Tamanduateí, Ribeirão do Oratório e Ribeirão dos Meninos.
Cotia – Guarapiranga	858,41	Reservatórios Guarapiranga, Pedro Beicht e da Graça	Rio Embu-Guaçu, Rio Embu Mirim, Rio Parelheiros, Rio Cotia, Rio Capivari e Rio Peixe.
Juqueri – Cantareira	848,71	Reservatórios Paiva Castro e Águas Claras	Rio Juqueri, Ribeirão Santa Inês, Ribeirão Juqueri-Mirim, Ribeirão São Pedro, Córrego Cabuçu, Córrego Votorantim, Rio Pinheiros, Córrego Saboó, Córrego Tocantins, Córrego Guavirutuba, Ribeirão do Benedito Zacarias e Ribeirão Mato Dentro.
Penha – Pinheiros	852,71	-	Rio Tietê, Rios Cabuçu de Cima e Cabuçu de Baixo, Rio Tamanduateí, Rio Aricanduva, Córrego da Mooca, Rio Pinheiros, Ribeirão Pirajussara, Ribeirão Jaguaré.
Pinheiros – Pirapora	531,98	Reservatórios de Pirapora e Edgard de Souza	Rio Tietê, Rio Cotia, Córrego Carapicuíba, Rio Barueri-Mirim e Rio São João do Barueri.
Total	5.775,12	-	-

Fonte: adaptado do PBH-AT (2009)

Conforme descrito no PBH-AT (2009), o relevo irregular da região faz com que o rio Tietê apresente, ao longo de seu trajeto, sucessões de trechos com características torrenciais e de planícies. Destacam-se, dentre os trechos torrenciais, os 15 quilômetros iniciais de cabeceiras, com declividades de até 40 m/km, e a partir do desemboque do rio Cotia, no município de Santana do Parnaíba, com sub-trechos torrenciais com declividades de até 5 m/km, mascarados pelos lagos das barragens de Edgard de Souza e Pirapora. Nos trechos intermediários predominam os cursos de planície, com baixas declividades, conforme apresentado no **Mapa RPD-4**.

Na sub-região hidrográfica Cabeceiras está localizada a Área de Proteção e Recuperação de Mananciais Alto Tietê Cabeceiras, APRM-ATC, definida pela Lei Estadual nº 15.913/2015, cujos reservatórios integram o Sistema Produtor do Alto Tietê (SPAT), o terceiro em importância para a RMSP, o Sistema Rio Claro, e a captação do Município de Mogi das Cruzes.

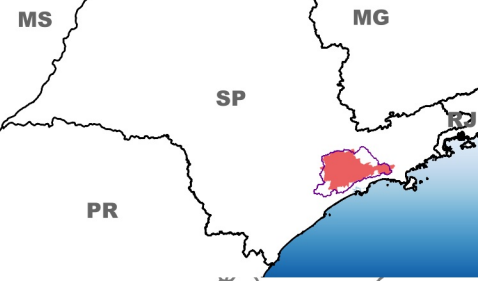
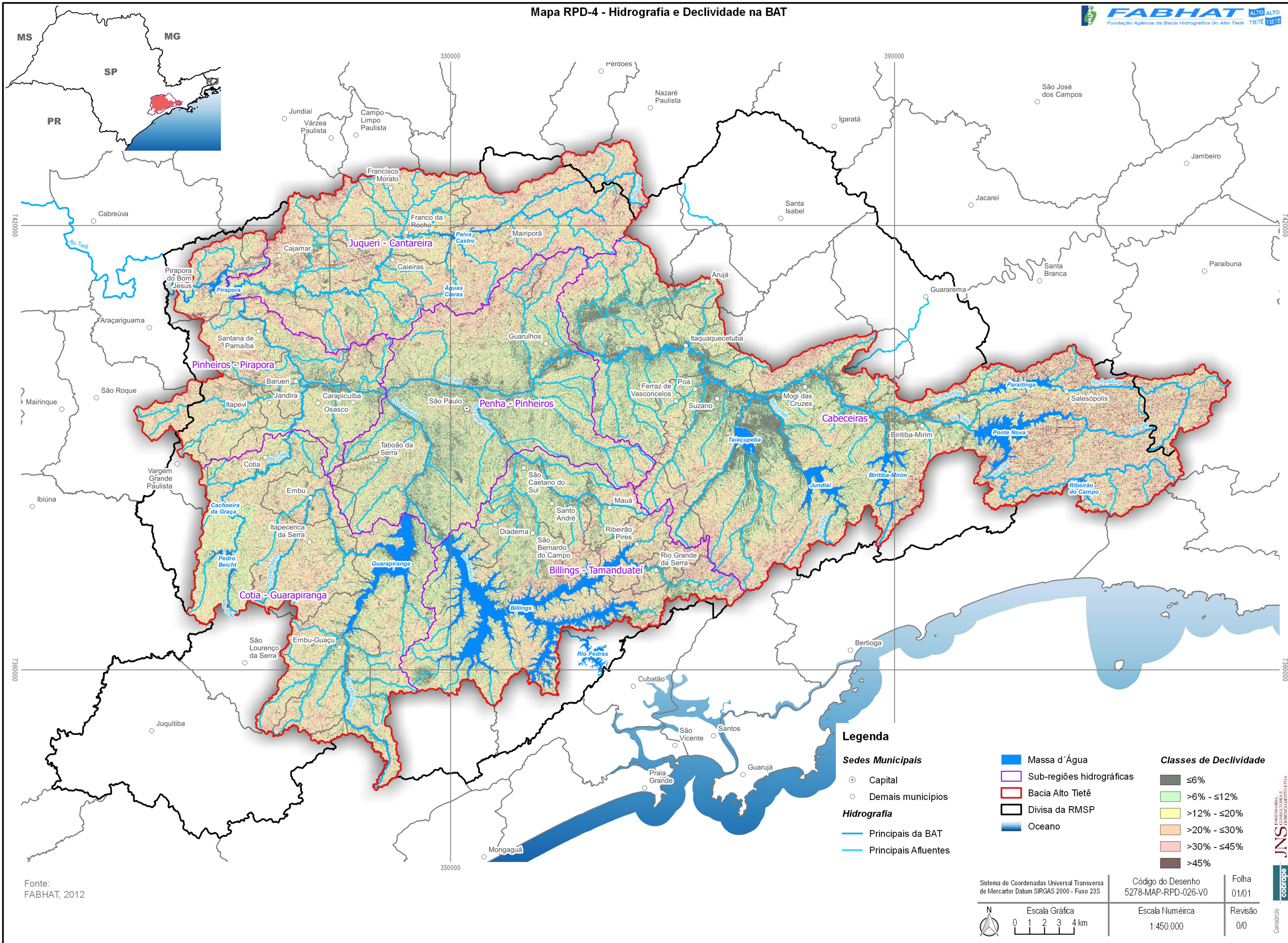
Os aproveitamentos do Alto Tietê (Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba, Jundiá e Taiapuê) controlam uma área de drenagem de 919 km² com uma vazão média de longo termo de 19,9 m³/s, resultando em uma vazão específica de 21,7 L/s.km². O Sistema Produtor do Rio Claro possui uma área de drenagem de 245 km², com uma vazão média de longo termo de 5,5 m³/s, resultando em uma vazão específica de 22,3 L/s.km², conforme destacado no PBH-AT de 2009.

A sub-bacia Penha–Pinheiros coincide com áreas densamente urbanizadas. O PBH-AT (2009), comentando o trabalho publicado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo - IAG/USP, indicava a ocorrência, nesta sub-bacia, de um aumento da temperatura média do ar em 2,1°C num período de 70 anos, além de um aumento de 395 mm na precipitação anual e um decréscimo de 7% na umidade relativa do ar. O PBH-AT (2009) atribuiu estas mudanças à intensa atividade antrópica na região, diminuição de áreas vegetadas, expansão horizontal e vertical da área urbana e aumento da poluição do ar.

Na sub-bacia Billings–Tamanduateí encontra-se o reservatório Billings, projetado, inicialmente, para a geração de energia hidrelétrica na UHE Henry Borden, em Cubatão. Para tanto, o reservatório recebia vazões de reversão do rio Pinheiros que, porém, levou à intensa degradação da qualidade das águas do reservatório, utilizado desde a década de 50 para abastecimento público através de captação no Braço Rio Grande. Desde outubro de 1992, a reversão do rio Pinheiros vem atendendo às condições estabelecidas na Resolução Conjunta SMA/SES 03/92, de 04/10/92, atualizada pela Resolução SMA-SSE-02, de 19/02/2010, que só permite o bombeamento das águas do rio Pinheiros para o reservatório Billings para controle de cheias na RMSP. Os compartimentos Pedreira e Rio Grande da Billings possuem uma capacidade de armazenamento útil equivalente de 1.148,7 hm³ (PBH-AT (2009)).

Na sub-bacia Cotia–Guarapiranga encontram-se os Sistemas Produtores Guarapiranga e Cotia. O Sistema Guarapiranga é o segundo manancial em importância para a RMSP, submetido, assim como a Billings, a intensa pressão de ocupação urbana, o que motivou a proposição e a ação de vários programas que serão detalhados ao longo deste trabalho. O Sistema Cotia é composto por duas ETAs situadas no rio de mesmo nome, denominadas respectivamente Alto e Baixo Cotia. A barragem de Pedro Beicht, na sub-bacia do Alto Cotia, controla uma área de drenagem de 62,5 km² e possui a capacidade de armazenamento útil de 14,1 hm³, sendo responsável pela regularização das vazões que são descarregadas no leito do próprio Rio Cotia e então armazenadas no reservatório das Graças (Nossa Senhora das Graças), de onde é feita a derivação para a ETA Alto Cotia. A jusante dessa barragem, existem duas pequenas barragens, Isolina Superior e Isolina Inferior que abastecem a ETA Baixo Cotia (PBH-AT (2009)).

Mapa RPD-4 - Hidrografia e Declividade na BAT



Legenda

- Sedes Municipais**
- Capital
 - Demais municípios
- Hidrografia**
- Principais da BAT
 - Principais Afluentes

- Massa d'Água
- Sub-regiões hidrográficas
- Bacia Alto Tietê
- Divisa da RMSP
- Oceano

- Classes de Declividade**
- ≤6%
 - >6% - ≤12%
 - >12% - ≤20%
 - >20% - ≤30%
 - >30% - ≤45%
 - >45%

Fonte:
FABHAT, 2012

<p>Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km</p>	Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-026-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0	

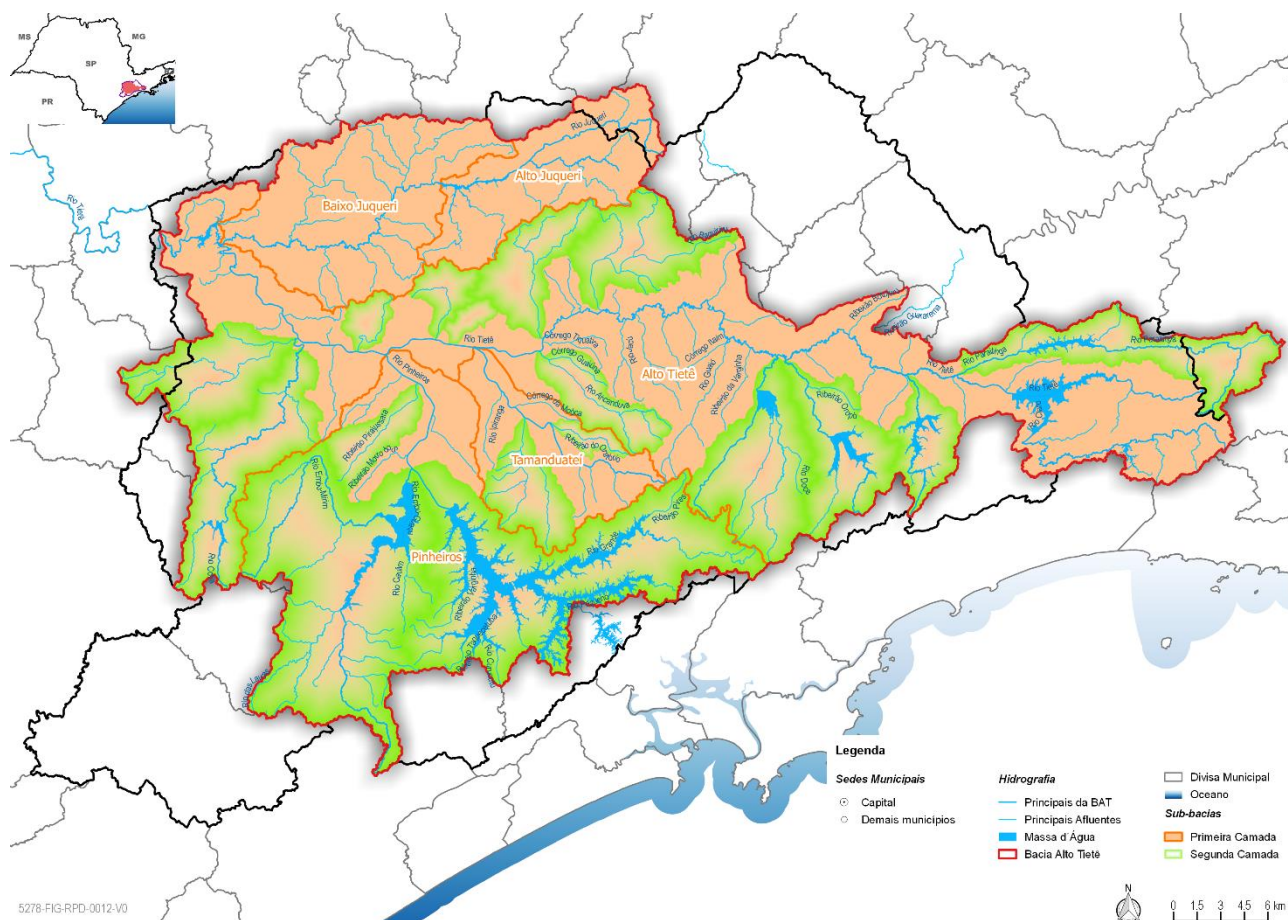
Na sub-bacia Juqueri–Cantareira estão os reservatórios Paiva Castro e Águas Claras, que fazem parte do Sistema Cantareira, principal manancial de abastecimento da RMSP, responsável pela transposição das águas da bacia do Piracicaba/Capivari/Jundiaí para a bacia do Alto Tietê. Os reservatórios do Sistema Cantareira externos à BAT (Jaguari/Jacareí, Cachoeira e Atibainha) possuem vazão natural média de longo termo de 40,2 m³/s. Com a inclusão da bacia do rio Juqueri, a vazão média de longo termo é de 44,8 m³/s. A capacidade de armazenamento (volume útil) equivalente do Sistema Cantareira, incluindo Paiva Castro, é de 988,02 hm³ (PBH-AT (2009)).

A sub-bacia Pinheiros–Pirapora, apesar de não ser tão intensamente urbanizada, concentra todos os efeitos de montante.

No período de 2014/2015 a RMSP sofreu uma longa estiagem, que levou a uma crise no abastecimento de água e forçou o Governo do Estado a adotar medidas emergenciais para garantir o atendimento às demandas da metrópole, inclusive a utilização da reserva técnica de reservatórios do Sistema Cantareira. As principais medidas adotadas em 2015 para enfrentamento da crise hídrica por parte da Sabesp são descritas no CHES – Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp (SABESP, 2015). Citam-se como exemplos: Programa de Combate a Perdas; incentivo tarifário para redução do consumo de água pela população; o bombeamento de água de corpos hídricos externos à BAT para reservatórios locais, para complementar as vazões disponíveis; e transposição entre sistemas, como o bombeamento do braço Rio Grande da Billings para o reservatório Taiacupeba (Alto Tietê Cabeceiras) e do braço Taquacetuba, também da Billings, para a bacia do reservatório Guarapiranga.

Vários dos cursos hídricos que compõem a BAT se destacam não apenas pela magnitude de suas áreas de drenagem e pelos caudais que geram, com grandes prejuízos às atividades urbanas, mas também pela sua importância nos aspectos históricos da região e por sediar importantes projetos de engenharia nas áreas energética, de abastecimento, e hidráulica. Em relação à macrodrenagem, a BAT apresenta singularidades se comparada às demais bacias hidrográficas do Estado: cerca de 55% do território da bacia é ocupado por áreas de mananciais, e o restante encontra-se urbanizado ou em processo de urbanização. A característica de ocupação desordenada, comentada no capítulo que trata dos vetores de expansão na região, dificulta o manejo e gestão da drenagem e torna as enchentes, inundações e alagamentos eventos constantes. A magnitude do problema de drenagem na BAT demandou um capítulo exclusivo sobre esse tema no Terceiro Plano de Macrodrenagem da BAT – PDMAT 3 (DAEE, 2014), com soluções que envolvem as Secretarias de Estado: Saneamento e Recursos Hídricos, Meio Ambiente, Saúde e Agricultura e Abastecimento.

Este estudo propôs, para a simulação e modelagem da BAT, uma discretização espacial progressiva, hierarquizando a bacia em três camadas. A 1^a Camada é constituída pelas bacias de drenagem principais: rios Tietê, Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri (Alto e Baixo); a 2^a Camada é composta pelas principais sub-bacias contribuintes aos rios de 1^a Camada, com histórico de inundações e enchentes significativas; e a 3^a Camada é constituída por bacias menores, com problemas locais de inundação. A **Figura 2.1** apresenta a sobreposição das bacias de 1^a e 2^a Camada definidas pelo PDMAT 3, que serviram como base para a análise de drenagem e de demandas realizadas em capítulos específicos neste diagnóstico.



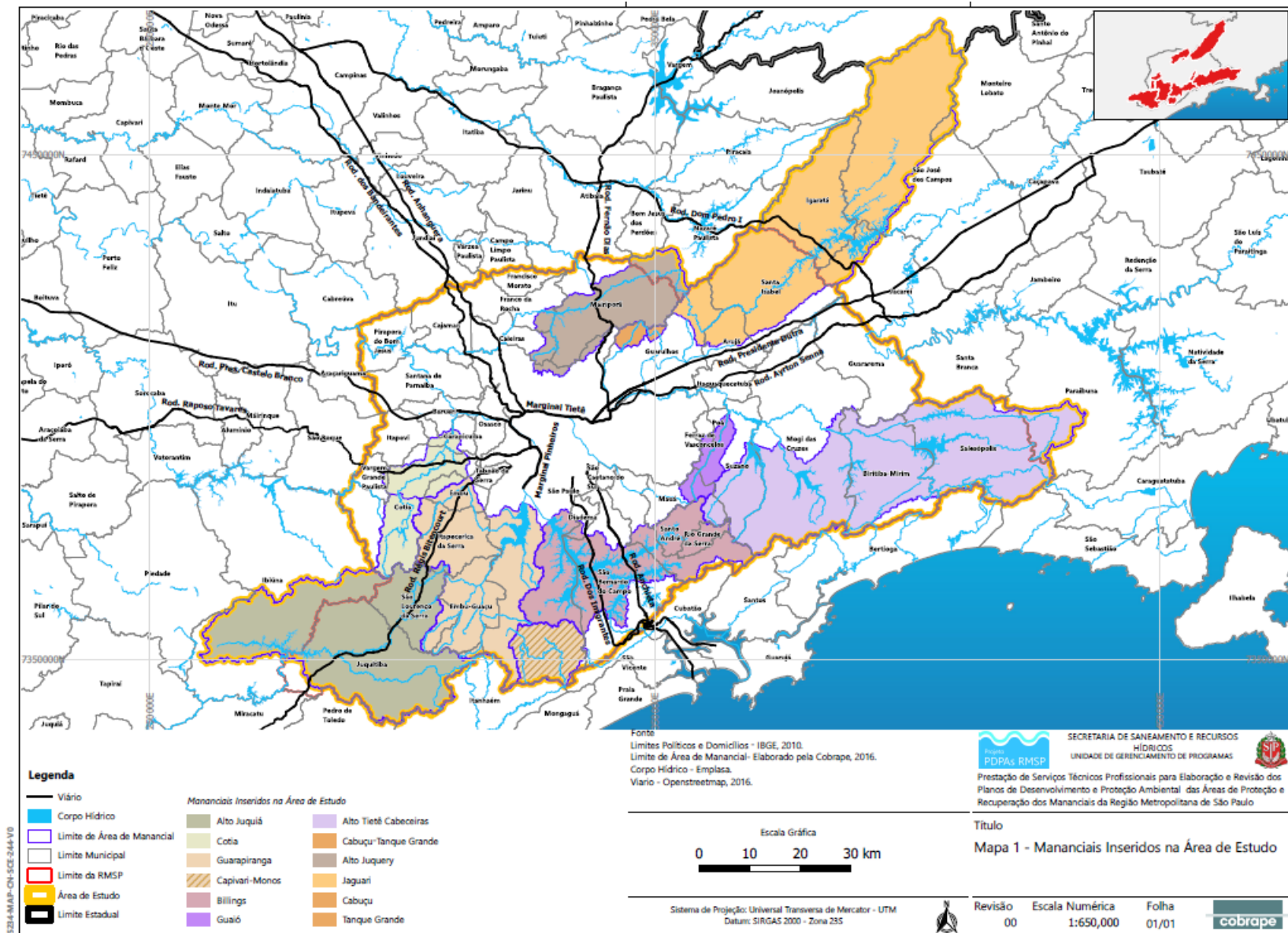
Fonte: DAEE (2014)

Figura 2.1 - Divisão da BAT em distritos de drenagem (PDMAT 3)

2.2. Caracterização dos mananciais de interesse coletivo – superficiais e subterrâneos

A **Figura 2.2** identifica os principais mananciais superficiais de abastecimento de água da BAT e da RMSP. Estes mananciais fizeram parte do Projeto PDPAs RMSP, sob a responsabilidade da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. O objetivo deste projeto foi elaborar, revisar e atualizar os Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA), um dos instrumentos previstos na Lei Estadual nº 9.866/1997 (Lei de Mananciais), de modo a transformar as Áreas de Proteção de Mananciais (APMs) previstas nas Leis nº 898/75 e nº 1172/76 em Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM).

O PDPA precede a elaboração da Lei Específica da APRM e/ou suas revisões, dando base para a sua elaboração. A Lei Específica identifica os limites de cada manancial bem como apresenta as diretrizes para o estabelecimento de políticas setoriais relativas ao uso e ocupação do solo, habitação, saneamento ambiental e infraestrutura sanitária, com o objetivo de manter a qualidade ambiental do manancial. Dentre os avanços da Lei nº 9.866/1997 está o tratamento das condições para implantação, operação e manutenção dos sistemas de saneamento básico, incluindo-se a coleta e o tratamento de esgotos e resíduos sólidos. Tal tema não era abordado pelas leis da década de 1970, que proibiam o lançamento de esgotos nas APMs obrigando a sua exportação. O artigo 33 desta Lei estabelece que os Comitês de Bacia Hidrográfica devem destinar recursos provenientes do FEHIDRO para a implantação de ações de controle e fiscalização, obras e ações visando à proteção e recuperação de mananciais, e ainda o artigo 34 define que o Estado deverá compensar financeiramente o município afetado pelas restrições impostas pela criação das APRMs e respectivas normas.



Fonte: Projeto PDPAs RMSP (SSRH, em elaboração)

Figura 2.2 - Mananciais de interesse para o abastecimento da BAT e da RMSP

2.2.1. O Sistema Cantareira e a APRM Alto Juquery

A APRM Alto Juquery engloba regiões dos municípios de Caieiras, Franco da Rocha, Mairiporã, Nazaré Paulista e São Paulo. Os principais corpos hídricos da APRM são os reservatórios Paiva Castro e Águas Claras, Rio Juquery, Ribeirão Santa Inês, Ribeirão Juqueri-Mirim, Ribeirão São Pedro, Córrego Cabuçu, Córrego Votorantim, Rio Pinheiros, Córrego do Saboó, Córrego Tocantins, Córrego Guavirituva, Ribeirão do Benedito Zacarias e Ribeirão Mato Dentro. A maior parte de suas nascentes localiza-se na porção sul e leste da bacia. A criação da APRM Alto Juquery beneficia os reservatórios Paiva Castro e Águas Claras, que integram o Sistema Cantareira⁵.

O Sistema Cantareira tem sua exploração definida através da Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, de 04/08/2004, que dispõe sobre as condições de operação dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha. As regras atuais estipulam os valores a serem revertidos para a RMSP em ordem de prioridade, sendo de prioridade primária a vazão de 24,8 m³/s e prioridade secundária a vazão de 6,2 m³/s, perfazendo uma reversão máxima de 31 m³/s para a RMSP. Para os Comitês das Bacias PCJ, a vazão total de descarregamento foi estipulada em 5 m³/s, sendo primária uma vazão de 3 m³/s e secundária de 2 m³/s. Esses instrumentos introduziram também o conceito do “Banco de Águas”, que permite o armazenamento de volumes não utilizados durante a estação chuvosa para uso em períodos de estiagem. A operação é controlada mensalmente através da elaboração e emissão de dois comunicados conjuntos ANA/DAEE que informam as vazões a serem praticadas pelos Comitês PCJ e pela Sabesp.

A atual outorga de direito do uso das águas dos reservatórios que compõem o Sistema Cantareira venceria em agosto de 2014, mas, devido ao período hidrológico 2014/2015 que registrou as mais baixas vazões afluentes desde 1930, o prazo da atual outorga foi estendido por duas vezes. Em março de 2016, a ANA e o DAEE estabeleceram um novo cronograma para conclusão do processo de renovação da outorga do Sistema Cantareira. Dividido em nove etapas, o cronograma inclui a realização de reuniões técnicas públicas tanto na Bacia PCJ, quanto na RMSP para apresentação das propostas atualizadas, esclarecimentos e debates. Em 29 de maio de 2017 foi publicado no Diário Oficial da União a Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 926. Esta Resolução outorga à Sabesp o uso das vazões máximas médias mensais do Sistema Cantareira, para fins de abastecimento público. Segundo artigo 3º desta Resolução “A Sabesp fica autorizada a utilizar a vazão máxima média mensal de até 33 m³/s do Sistema Cantareira, na transposição do reservatório Paiva Castro, no rio Juqueri, para o reservatório de Águas Claras, no ribeirão Santa Inês, por meio da Estação Elevatória de Santa Inês”. Segundo o artigo 4º devem ser respeitadas as seguintes vazões:

- (i) Mínima instantânea de 0,25 m³/s para jusante dos reservatórios Jacareí/Jaguari, no rio Jaguari;
- (ii) Mínima instantânea de 0,25 m³/s para jusante dos reservatórios Cachoeira/Atibainha, no rio Atibaia;
- (iii) Mínima média diária de 10,0 m³/s no posto de controle Captação de Valinhos, no rio Atibaia, e de 2,0 m³/s no posto de controle de Buenópolis, no rio Jaguari; e,
- (iv) Mínima instantânea de 0,10 m³/s para jusante do reservatório Paiva Castro, no rio Juqueri.

Em situações emergenciais, a Sabesp poderá adotar, de forma temporária, condições de operação diferentes daquelas estabelecidas na Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 925, de 29 de maio de

⁵ O Sistema Cantareira é formado por seis represas, sendo duas de gestão federal (Jaguari e Cachoeira) e o restante de gestão estadual (Jacareí, Atibainha, Paiva Castro e Águas Claras). A primeira autorização de uso do manancial para abastecimento por 30 anos foi dada à Sabesp pelo Ministério de Minas e Energia (MME) em 1974. A primeira renovação da outorga ocorreu em 2004, já com a intermediação da ANA. O prazo de outorga foi reduzido para 10 anos. Entre as regras, ficou definido que a Sabesp poderia captar 31 m³/s em média para abastecer a RMSP e mais 5 m³/s para as Bacias PCJ. A vigência da licença venceria em agosto de 2014, mas um mês antes do prazo a outorga foi prorrogada até outubro de 2015 por causa da crise hídrica. Ficou definido ainda que limites de vazões e condições de operação do Cantareira passariam a obedecer regras da ANA e DAEE. Desde o fim de 2014, os órgãos reguladores têm reduzido o volume máximo de retirada de água do sistema. Em abril de 2015, a Sabesp precisou respeitar vazão de 9,5 m³/s e 13 m³/s para a BAT e de 1,5 m³/s para as Bacias PCJ.

2017. Serão consideradas situações emergenciais aquelas em que fique caracterizado risco iminente para a saúde da população das Bacias PCJ ou da BAT, para o meio ambiente e para as estruturas hidráulicas que compõem o Sistema Cantareira.

Importante destacar que, a estiagem ocorrida no período de 2013/2014 é a mais crítica de todo o histórico, sobretudo quando se considera a sequência de 12 meses, interferindo com a operação normal do sistema, impondo diminuições programadas das retiradas hídricas, fazendo-se necessária a reavaliação das vazões efetivamente asseguradas. A estiagem de 2013/2014 desencadeou decisões cruciais para a implantação de ações voltadas para o enfrentamento da crise. Em uma das vertentes, implantaram-se medidas (estruturais e de gestão) para garantir um suprimento hídrico mínimo, tanto para a RMSP quanto para o PCJ. Em outra vertente, a do planejamento de curto prazo, foi acionado um plano de complementação da infraestrutura hídrica composto pela implantação das barragens Pedreira e Duas Pontes e do Sistema Adutor Regional PCJ, nos rios Jaguari e Camanducaia, e das estruturas de interligação entre os reservatórios da UHE Jaguari, da Bacia do Paraíba do Sul e o Reservatório Atibainha, no Sistema Cantareira.

2.2.2. Bacia do Jaguari

A Bacia do Jaguari representa uma das principais sub-bacias da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 2 (UGRHI 02) - Paraíba do Sul. A Bacia possui uma área de 1308,5 Km² e integra os municípios de Arujá, Guarulhos, Igaratá, Jacareí, Monteiro Lobato, Santa Isabel e São José dos Campos.

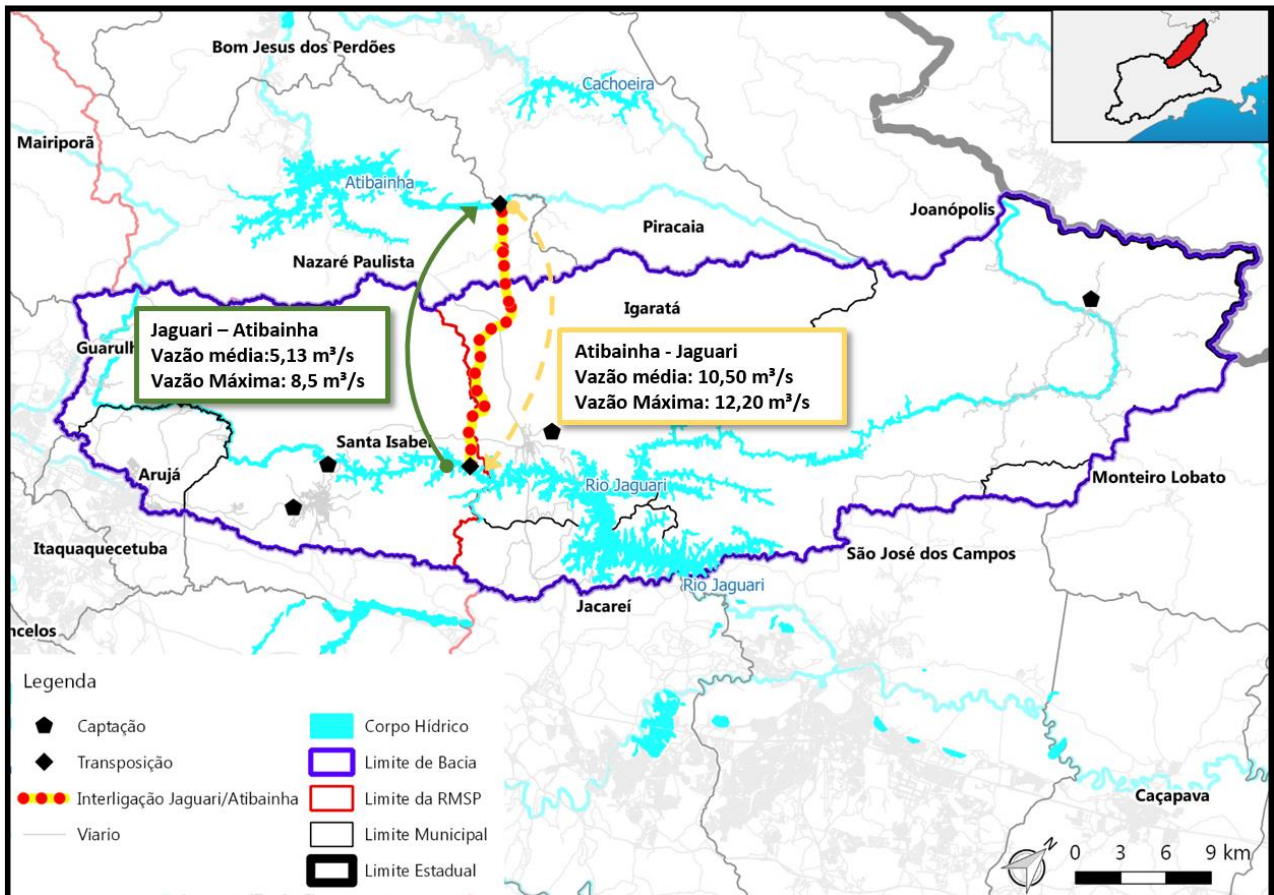
O abastecimento público é o uso que mais demanda água da Bacia do Jaguari (0,20 m³/s) seguido pelo uso industrial (0,19 m³/s). Tal demanda não representa pressão significativa na bacia em comparação a sua vazão média (30 m³/s). Contudo, o reservatório tem como principal função a regularização de vazões para o Rio Paraíba do Sul através da Operação de Santa Cecília e transposição para o Rio Guandu, no Rio Paraíba do Sul. Foi estabelecida pela Resolução ANA nº 211/03 a manutenção de uma vazão mínima de 10 m³/s a jusante do reservatório.

Existe um projeto do Sistema Produtor do Rio Jaguari do município de Guarulhos, onde prevê-se a construção de uma ETA com capacidade de 378 L/s, com a adução do Rio Jaguari para o Reservatório Bonsucesso, com capacidade de 5000 m³. Tal projeto pretende aumentar a produção de água para o abastecimento municipal de Guarulhos, uma vez que quase 90% do abastecimento municipal é realizado com água comprada pela Sabesp, dos Sistemas Alto Tietê Cabeceiras e Cantareira.

Além disso, encontra-se em fase de obras a interligação do Reservatório do Jaguari com a Represa Atibainha, comentado adiante. Apesar de serem vazões significativas, ainda deve ser considerado o efeito de regularização de vazões do reservatório que eleva consideravelmente a disponibilidade hídrica em período de estiagem. Assim, a disponibilidade hídrica na Bacia do Jaguari é capaz de atender os usos existentes, além das vazões mínimas a serem mantidas, mesmo que as demandas de alguns setores de usuários estejam subestimadas.

- **Interligação dos reservatórios Jaguari e Atibainha**

As obras de interligação do reservatório do rio Jaguari (Paraíba do Sul) com a Represa Atibainha (Sistema Cantareira) estão em andamento e contribuirão para a redução das pressões exercidas pelo Sistema Cantareira nas bacias que produzem suas águas, permitindo a transferência de uma vazão média de 5,13 m³/s e máxima de 8,50 m³/s. O projeto prevê a construção de 13,43 km de adutoras e 6,2km de túnel ligando uma represa com a outra, além de instalações localizadas compostas por uma estação elevatória, tomada de água e instalação de controle hidráulica. Posteriormente, em uma segunda etapa, a transferência de águas poderá funcionar também no sentido da represa Atibainha para a Jaguari, em períodos de cheias, com vazão média de 10,50 m³/s e máxima de 12,20 m³/s. A **Figura 2.3** identifica a localização da interligação.



Fonte: Adaptado de SABESP (2015)⁶; SSRH (em andamento)

Figura 2.3 - Interligação Jaguarí-Atibainha

2.2.3. Corpo Central e Reservatório Rio Grande e a APRM Billings

O corpo central remanescente do reservatório Billings configura-se a partir da compartimentação dos braços formadores do reservatório original. Sua compartimentação é física apenas para o braço do Rio Grande. O corpo central delinea-se, portanto, pelo caminho preferencial das águas durante o percurso de transferência entre a Barragem de Pedreira e o Reservatório Rio das Pedras, com controle de vazões efetuado na Barragem Reguladora Billings-Pedras. A partir do Reservatório Rio das Pedras, as vazões são transferidas para geração nas usinas Henry Borden.

A disponibilidade hídrica do reservatório Billings é configurada a partir das contribuições provenientes dos seus diversos braços formadores e da operação de controle de cheias do Canal do Rio Pinheiros. Do braço do Taquacetuba, são transferidas vazões para o reservatório Guarapiranga. O aproveitamento do braço do Rio Pequeno interligando-o ao reservatório do Rio Grande e, deste, para o Reservatório Taiaçupeba do SPAT também consiste em ação para aumentar a disponibilidade hídrica.

Desde 1992, a parcela que aflui para o Corpo Central via Canal do Rio Pinheiros foi restringida ao controle de cheias do Canal Pinheiros conforme a Resolução Conjunta SMA/SES 03/92, atualizada pela Resolução SMA-SSE-02, de 19/02/2010. Essa operação vem sendo aplicada pela EMAE. Nos estudos desenvolvidos pelo HIDROPLAN foi definida uma série correspondente ao período de 1931/2001 para as vazões bombeadas na UE Pedreira.

A avaliação das vazões asseguradas pelo sistema existente ou asseguráveis no Corpo Central do reservatório Billings (remanescente) tem como seus elementos, além das disponibilidades hídricas

⁶ (<http://site.sabesp.com.br/site/impressa/Releases-Detalhes.aspx?secaold=193&id=6714>)

naturais afluentes pelos seus braços formadores, os montantes das vazões retiradas nos compartimentos dos rios Grande, Pequeno e Taquacetuba e adicionadas pelo bombeamento na UE Pedreira durante as operações de controle de cheias no Canal Pinheiros.

Já a utilização das vazões disponíveis no braço do Rio Grande teve início na década de 50. A formação do reservatório Billings ocorre durante a década de 30 e tinha como objetivo derivar parte do recurso hídrico disponível na Bacia do Alto Tietê, para geração hidrelétrica na Usina Henry Borden. A transferência de vazões era efetuada através de bombeamentos instalados ao longo do Rio Pinheiros. Esse sistema, além do objetivo energético, passou a representar um importante elemento de controle de cheias, tanto para a proteção das margens do rio Pinheiros quanto para a calha do Rio Tietê, uma vez que permitia o isolamento entre esses cursos d'água através da operação das comportas da Estrutura de Retiro.

Entretanto, devido a uma crescente degradação qualitativa das vazões transferidas para o Reservatório Billings foi criado o Reservatório do Rio Grande e isolado do restante. Operacionalmente, a soleira vertente da Barragem Anchieta permite fluxo livre em ambos os sentidos. Em função dos atuais níveis operacionais do Reservatório Billings, a sua transposição ocorre somente para o controle das cheias a montante, no compartimento Rio Grande.

Atualmente, após sucessivas ampliações e melhorias executadas na ETA Rio Grande, são captados 5,5 m³/s. Em decorrência da estiagem de 2014 foi prevista uma nova etapa de ampliação nas captações para 6,0 m³/s, que depende de incrementos na disponibilidade hídrica a ser propiciada pela transferência de águas a partir do braço do Rio Pequeno.

O reservatório Rio Grande já opera como um reservatório de passagem para compor a disponibilidade hídrica do Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT). A partir da instalação de novas estruturas de captação, bombeamento e adução o objetivo é transferir os volumes excedentes do aporte de vazões provenientes do braço do Rio Pequeno, com deságue em tributário (Rio Taiaçupeba Mirim) do Reservatório Taiaçupeba.

2.2.4. Sistema Alto Tietê (SPAT) e a APRM Alto Tietê Cabeceiras

O SPAT é composto de um conjunto de reservatórios interligados através de estruturas hidráulicas. Para a sua formação, o SPAT conta com o aproveitamento dos reservatórios formados pelas barragens de Ponte Nova e Taiaçupeba, inicialmente projetadas para auxiliar no controle de cheias da calha do Rio Tietê. Completam a SPAT, os reservatórios dos rios Paraitinga, Biritiba Mirim e Jundiaí, todos formados a partir de barramentos instalados nesses cursos d'água. As águas do SPAT são captadas no reservatório Taiaçupeba.

Apesar de constituir outro sistema, o Sistema Produtor Rio Claro (SPRC) está inserido na mesma porção da BAT em que está situado o SPAT. O SPRC mantém capacidade histórica de produção igual a 4.0 m³/s, sendo 1,0 m³/s proveniente da regularização para jusante proporcionada pelo Reservatório Ribeirão do Campo e 3,0 m³/s provenientes da contribuição da parcela restante da bacia do Rio Claro.

A APRM ATC está inserida na UGRHI 06, fazendo divisa a oeste com a APRM Billings. Nos últimos anos, em decorrência da escassez hídrica sofrida pela RMSP, foram implantadas estruturas para a transposição de até 4 m³/s do braço do rio Pequeno para o braço do rio Grande na APRM Billings, e na sequência para a represa Taiaçupeba.

Há ainda outras obras previstas para o incremento da disponibilidade hídrica no manancial, sendo a transposição de 2,5 m³/s de água do rio Itapanhaú para a represa Biritiba Mirim e transferência de 1,2 m³/s do rio Itatinga para a represa Jundiaí.

- **Interligação do Rio Pequeno para o Rio Grande e para o Reservatório de Taiaçupeba**

A obra emergencial de interligação que viabiliza a transposição de água do rio Pequeno na APRM Billings para o reservatório Taiaçupeba na APRM ATC foi implantada em 30/09/2015 pela Sabesp para o aumento da oferta de água na RMSP. Esta interligação foi orçada em R\$ 130 milhões e prevê a transposição de 4 m³/s do rio Grande, braço limpo da Billings, em Ribeirão Pires, para o

reservatório de Taiaçupeba, em Suzano, onde fica a estação de tratamento de água do Sistema Alto Tietê. Para isso foram construídos dois dutos com 11 quilômetros de extensão e duas estações elevatórias de água bruta.

Com essa transposição, a Sabesp amplia a produção do Alto Tietê, hoje com capacidade ociosa por falta de água em seus reservatórios, para que ele possa socorrer mais bairros da zona leste paulistana que dependem do Sistema Cantareira.

- ***Transposição do Rio Itapanhaú para o Reservatório de Biritiba Mirim***

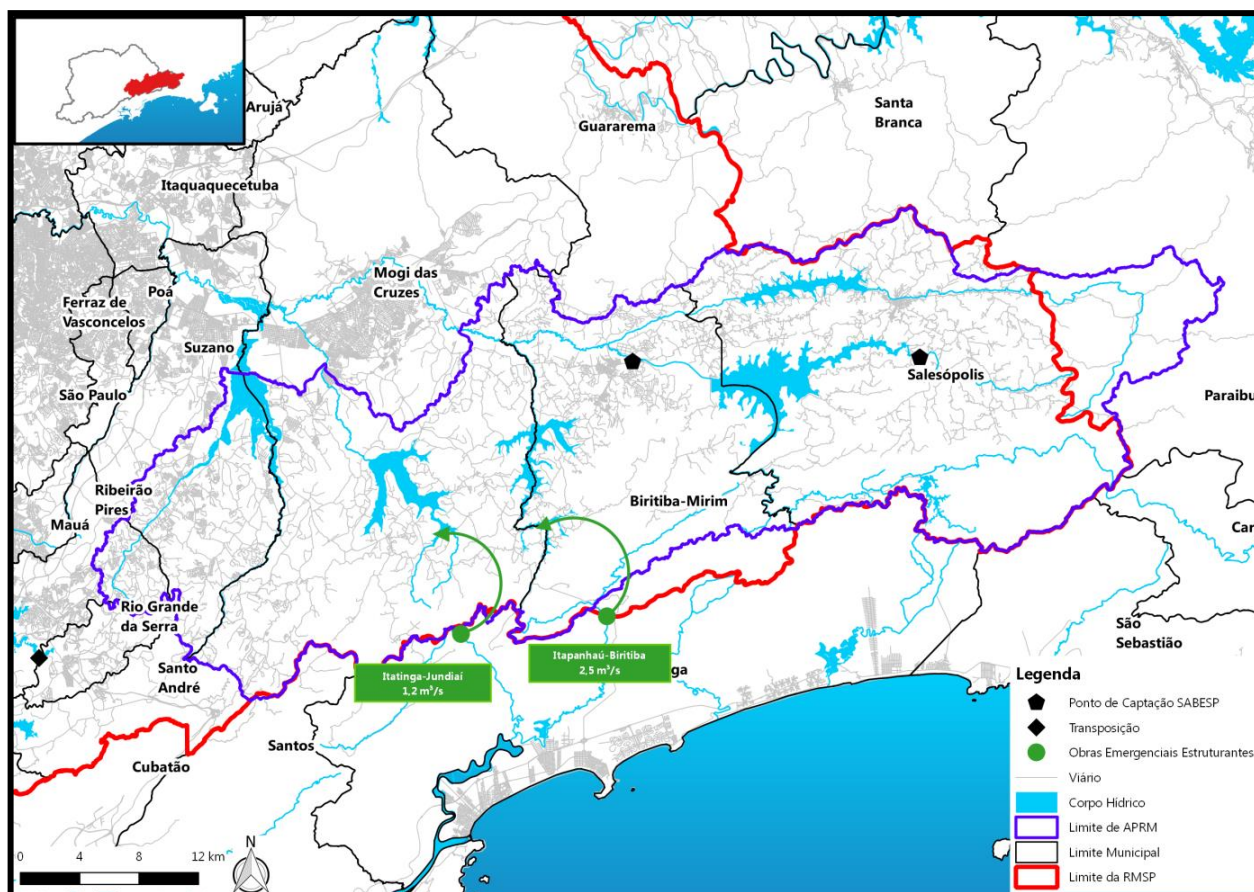
Uma das obras previstas pelo Governo do Estado de São Paulo para aumentar o aporte de água na BAT é a transposição de águas do rio Itapanhaú para a represa de Biritiba Mirim. O investimento previsto de R\$ 170 milhões inclui a construção de uma estação elevatória, 6,5 quilômetros de adutora e estrutura para dissipação da água da várzea da represa Biritiba Mirim. A capacidade de captação máxima prevista é de 2,5 m³/s e a média mensal de 2 m³/s, respeitando a outorga definida e a disponibilidade hídrica da bacia, em outras palavras, a água só será bombeada quando a vazão estiver alta e houver necessidade.

O Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA) aprovou em 27/07/2016 o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) das obras envolvendo a transposição das águas do rio Itapanhaú para a Represa Biritiba Mirim na APRM ATC. Apesar da aprovação do estudo ambiental, o Ministério Público ainda aguarda informações da Sabesp e da CETESB para emitir parecer sobre a obra.

Em 02/08/2016 foi emitida pela CETESB a Licença Ambiental Prévia – LP 2507/2016 que aprova a localização e a concepção do empreendimento atestando a sua viabilidade ambiental, todavia, não autoriza a sua implantação, que só pode ocorrer mediante emissão da Licença Ambiental de Instalação. A LP é válida por 5 anos e traz consigo uma série de condicionantes que precisam ser cumpridas para o prosseguimento do processo de licenciamento ambiental.

- ***Transposição do Rio Itatinga para o Reservatório de Jundiaí***

Esta transposição consiste na transferência de 1,2 m³/s do rio Itatinga para a Represa Jundiaí na APRM ATC, mediante implantação de uma nova adutora de tributário, com extensão aproximada de 5,7 km e diâmetro de 900 mm. A água a ser captada no rio Itatinga será bombeada para a adutora através de uma estação elevatória. A **Figura 2.4** identifica as obras envolvendo os aportes de água previstos para a APRM ATC.



Fonte: SABESP (2015); SSRH (em elaboração)

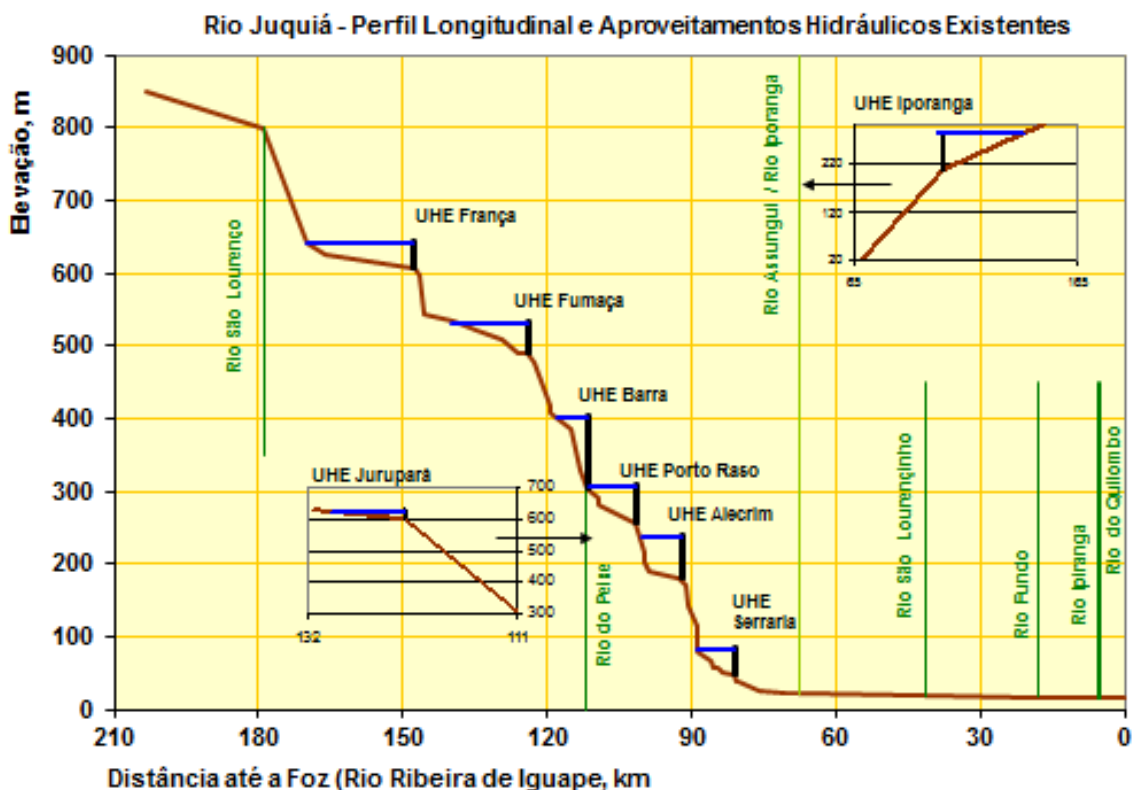
Figura 2.4 - Obras emergenciais de transferência de água para a APRM ATC

2.2.5. Bacia do Alto Juquiá

A Bacia do Rio Ribeira de Iguape, no Estado de São Paulo, incluindo alguns cursos d'água que drenam diretamente para o oceano na região denominada de Litoral Sul, compõem o território da UGRHI 11 – Bacia do Rio Ribeira do Iguape e Litoral Sul. Essa bacia tem suas nascentes situadas no Estado do Paraná. No território paulista, seu principal tributário, o rio Juquiá, concentra 35% da drenagem total da bacia ou 5.280 km².

O rio Juquiá devido à sua alta produtividade hídrica natural, tem sido objeto de planos e propostas para compor o conjunto de mananciais explorados para o suprimento hídrico da Macrometrópole. Atualmente, estão em curso as obras de implantação do Sistema Produtor São Lourenço (SPSL) que permitirá a transposição de até 6,4 m³/s, a partir do Reservatório da UHE Cachoeira do França para a nova ETA Vargem Grande. Quando estiver pronto, o novo sistema produtor beneficiará cerca de 2 milhões de moradores da região oeste da RMSP - municípios de Barueri, Carapicuíba, Cotia, Itapevi, Jandira, Santana do Parnaíba e Vargem Grande Paulista. O SPSL é uma obra da Sabesp e está sendo construída pelo modelo de Parceria Público Privada (PPP), mediante consórcio formado pelas empresas Camargo Corrêa e Andrade Gutierrez.

As nascentes do rio Juquiá localizam-se nos territórios dos municípios de Jucituba (rio Juquiá) e São Lourenço da Serra (rio São Lourenço), em cotas altimétricas superiores a 850 m. A confluência entre esses dois formadores ocorre pouco antes do início do lago da UHE França. A partir daí e por cerca de 100 km o leito natural do rio Juquiá caracteriza-se por apresentar uma forte declividade longitudinal, propiciando o aproveitamento desse gradiente hidráulico para a geração hidrelétrica, conforme mostra a **Figura 2.5**:



Fonte: SSRH (em elaboração)

Figura 2.5 - Aproveitamento hidráulico existente

No trecho final o leito do rio Juquiá passa a correr por uma planície fluvial, com declividades baixas e superfície líquida bastante ampliada. Para a localidade da UHE França, principal responsável pela regularização dos deflúvios na cascata de reservatórios extraem-se os seguintes valores: (i) área de drenagem – $A = 951,0 \text{ km}^2$; (ii) vazão média de longo termo – $QLT = 23,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $qLT = 24,6 \text{ L/s/km}^2$; (iii) vazão mínima mensal – $Q_{\text{min.mês}} = 2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $q_{\text{min.mês}} = 10,0 \text{ L/s/km}^2$; (iv) vazão regularizada (100% garantia) = $15,8 \text{ m}^3/\text{s}$ para um volume útil de 124 Hm^3 no reservatório da UHE França.

2.2.6. APRM Guarapiranga

O Sistema Produtor Guarapiranga é o segundo maior sistema de água da RMSP, localizado nas proximidades da Serra do Mar. Suas águas são provenientes da represa Guarapiranga, formada pelos rios Embu-Mirim, Embu-Guaçu, Santa Rita, Vermelho, Ribeirão Itaim, Capivari e Parelheiros.

Este Sistema possui capacidade para a produção de $16 \text{ m}^3/\text{s}$ de água, que correspondem a 27% da vazão consumida na RMSP, abastecendo cerca de 5,6 milhões de habitantes.

A principal estrutura de tratamento de água é a Estação de Tratamento de Água – ETA Eng. Rodolfo José da Costa e Silva – RJCS (anteriormente denominada Alto da Boa Vista – ETA ABV), que é operada pela Sabesp. Como reforços tem-se a reversão de (i) 1 a $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ do rio Capivari - pertencente à bacia hidrográfica da Baixada Santista - para o ribeirão Vermelho (afluente do Embu-Guaçu); e, (ii) de 2 a $4 \text{ m}^3/\text{s}$ do braço Taquacetuba - do reservatório Billings - para o rio Parelheiros.

Diante da seca histórica que atingiu a região sudeste do país no período de 2013/2014, diversas intervenções e medidas emergenciais foram adotadas pelo Estado para assegurar o abastecimento da população da RMSP. Estas intervenções foram consolidadas no documento denominado “Plano de Contingência para Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – PCAA” (CCH, 2015). Este conjunto de ações constituiu num esforço do Governo do Estado, no sentido de reduzir a dependência do Sistema Produtor Cantareira, o mais afetado pela crise hídrica.

A principal obra emergencial executada em 2014 no reservatório Guarapiranga foi a ampliação do tratamento da ETA RJCS (ABV) em 1.000 l/s, viabilizada a partir da utilização de membranas de ultrafiltração, passando de 14 m³/s para 15 m³/s.

Em 2015, a Sabesp intensificou as ações em andamento para a ampliação da transferência de água de outros sistemas para a região originalmente atendida pelo Sistema Cantareira. Assim, em julho de 2015 deu-se início à operação de um segundo módulo de ultrafiltração com membranas, permitindo uma nova ampliação da capacidade de tratamento da ETA RJCS (ABV) de 15 para 16 m³/s (+ 1 m³/s no Sistema Guarapiranga). De maneira complementar, ampliou-se a capacidade de bombeamento da reversão do braço do Taquacetuba em 0,5 m³/s, de modo a aumentar a disponibilidade de água bruta no reservatório, o que foi possível devido a intervenções nos equipamentos elétricos da EEAB Taquacetuba. Atualmente, esta estação possui capacidade instalada de 5 m³/s de adução.

Ainda na linha de ampliar a capacidade de transferência de água tratada entre os sistemas produtores e visando a recuperação dos mananciais afetados pela crise, outras obras para reforço da produção de água na Guarapiranga estão sendo estudadas e encontram-se ainda em fase de estudos ambientais e concepção/projeto:

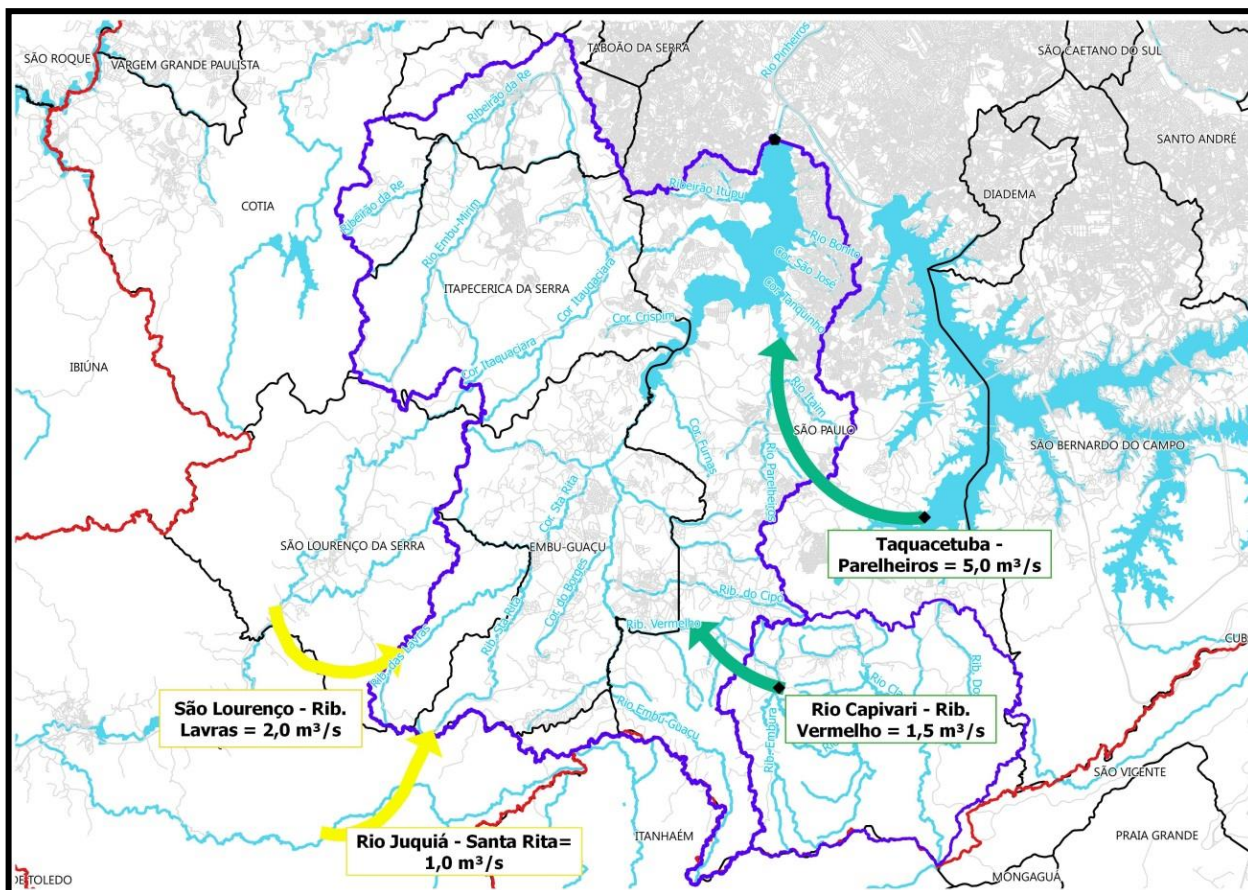
- **Transferência máxima de 1,0 m³/s do rio Juquiá para o ribeirão Santa Rita, com extensão em torno de 5,3 km e diâmetro de 1.000 mm:**

Consiste na implantação de captação e estação elevatória no rio Juquiá e construção de adutora até o ribeirão Santa Rita, com extensão em torno de 5,3 km e diâmetro de 1.000 mm.

- **Transferência de 2 m³/s do rio São Lourenço para o ribeirão das Lavras, com extensão em torno de 9 km e diâmetro de 1.200 mm:**

Constitui a captação e estação elevatória no rio São Lourenço e a implantação de adutora até o ribeirão Lavras, com extensão em torno de 9 km e diâmetro de 1.200 mm.

A **Figura 2.6** apresenta as estruturas do Sistema Produtor Guarapiranga, incluindo o ponto de captação, a barragem e as reversões existentes e planejadas.



Fonte: DAEE (2013); SSRH (em elaboração)

Figura 2.6 - Principais Estruturas Existentes com Interferência sobre o Reservatório Guarapiranga

2.2.7. Bacia do Cotia

Os Sistemas Alto e Baixo Cotia se localizam na porção oeste da RMSP e são integrados ao Sistema Integrado Metropolitano (SIM) da Sabesp.

O Sistema Alto Cotia é composto pelos reservatórios Pedro Beicht e da Graça e pela ETA Alto Cotia. A barragem Pedro Beicht (em Cotia) objetiva a regularização das vazões descarregadas no próprio rio Cotia e armazenadas no reservatório das Graças, de onde é feita a derivação para a ETA Alto Cotia, a qual atende a cerca de 410 mil habitantes dos municípios de Cotia, Embu das Artes, Itapequerica da Serra, Embu-Guaçu e Vargem Grande Paulista, com uma produção de 1,2 mil L/s.

O Sistema Baixo Cotia integra as Barragens Isolina Superior e Isolina Inferior. O Sistema foi instalado com o intuito de aproveitar o excedente hídrico não utilizado pelo Sistema Alto Cotia, por meio da construção das barragens de Isolina Superior, cujo objetivo é a regularização do rio Cotia, e da barragem de Isolina Inferior, utilizada para sobrelevar o nível de água para captação. O excedente hídrico de ambas as barragens é lançado no rio Barueri e escoado para o Tietê.

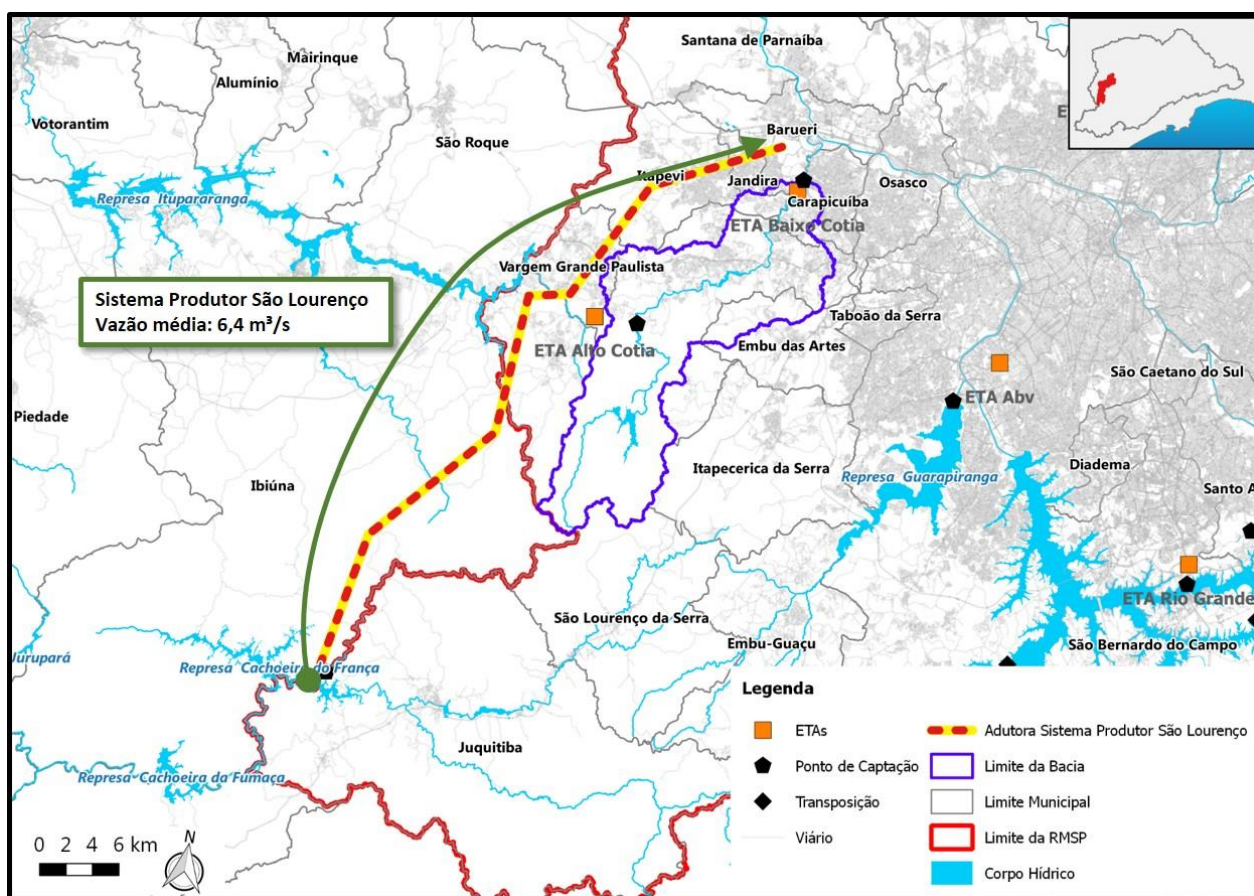
Mesmo que a demanda atinja grande parte da vazão disponível na Bacia do Cotia, os sistemas Alto e Baixo Cotia permitem que a região não tenha a sua disponibilidade hídrica comprometida pelas demandas para o abastecimento humano. Os municípios inseridos na Bacia apresentam bons índices de atendimento dos serviços de abastecimento de água, apesar de ainda existirem áreas carentes de abastecimento. Faz-se necessário, também, melhorias para diminuir as perdas nos sistemas de distribuição.

É previsto que os Sistemas Alto e Baixo Cotia sejam beneficiados pelas obras do Sistema Produtor São Lourenço (SPSL). O projeto prevê a interligação com a adutora do Sistema Alto Cotia para a liberação da água da ETA Alto Cotia (Morro Grande), e futuramente com as adutoras do Sistema

Baixo Cotia. O sistema está em fase de construção. Alguns municípios ainda são atendidos por outros sistemas, como Carapicuíba que recebe água fornecida pela ETA Guaraú (Sistema Cantareira) e Embu das Artes que recebe água fornecida pela ETA Alto da Boa Vista (Sistema Guarapiranga) Tais sistemas também serão beneficiados pela interligação.

- **Transferência de até 6,4 m³/s do reservatório Cachoeira do França para o Sistema Integrado Metropolitano - Sistema Produtor São Lourenço SPSL**

Para aumentar a oferta de água na RMSP, está em fase de implantação do Sistema Produtor São Lourenço (SPSL), pela Sabesp. O referido sistema consiste em um conjunto de instalações para captação de uma vazão média anual de até 6,4 m³/s de água no Reservatório Cachoeira do França para, através da interligação ao SIM operado pela Sabesp, servir de reforço e regularização do abastecimento público de água de cerca de 1,5 milhões de habitantes dos municípios de Barueri, Carapicuíba, Cotia, Itapevi, Jandira e Vargem Grande Paulista, situados na região oeste da RMSP. A **Figura 2.7**, a seguir, apresenta a localização das obras de transposição de águas, bem como a futura adutora do Sistema São Lourenço.



Fonte: SABESP (2015); SSRH (em elaboração)

Figura 2.7 - Obras de Abastecimento de Água Planejadas

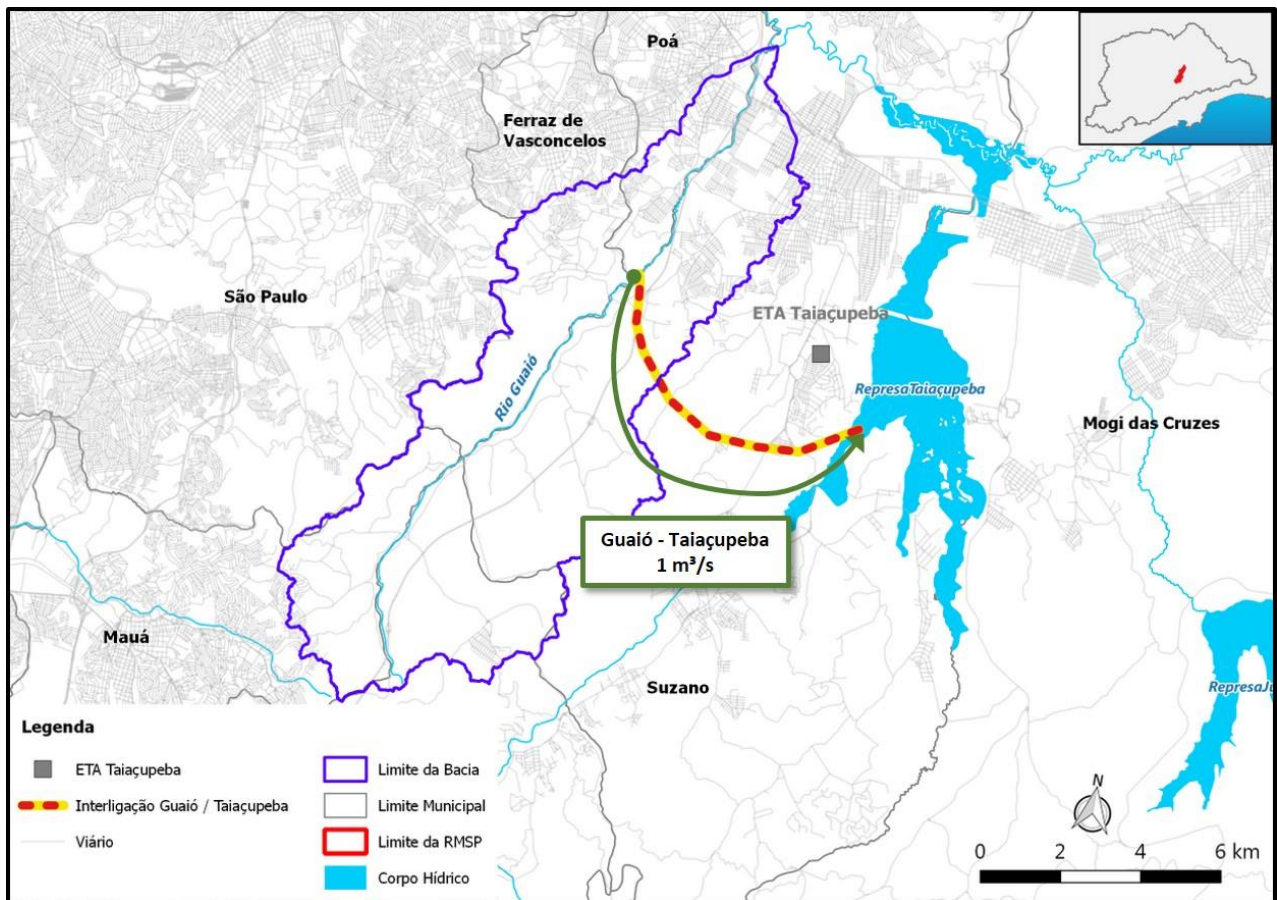
2.2.8. Bacia do Guaió

A Bacia do Guaió está localizada na porção centro-leste da RMSP, limitando-se ao norte da APRM Billings e a oeste com a APRM Alto Tietê Cabeceiras. Possui uma área de 56,53 km² e integra os municípios de Suzano, Ferraz de Vasconcelos, Mauá, Ribeirão Pires, Suzano e Poá. As captações existentes na Bacia do Guaió não representam demandas significativas para a disponibilidade hídrica. A demanda para o abastecimento público da Bacia é atendida por captações externas à Bacia, pelos Sistemas Integrados Alto Tietê e Rio Claro. É marcante a questão do despejo de esgoto e de resíduos sólidos nos corpos d'água nessa Bacia. A foz do rio Guaió, em Mauá, encontra-se atualmente com baixíssima qualidade de água. A esse contexto soma-se a intensificação da

ocupação urbana irregular, fator que contribui para a degradação da qualidade das águas a partir do lançamento de cargas poluidoras.

- **Transposição do Rio Guaió para a Represa Taiacupeba**

A transposição das águas do rio Guaió para a represa Taiacupeba, iniciada em 2015, foi instaurada como uma das ações emergenciais para o enfrentamento da crise hídrica (**Figura 2.8**). O sistema foi implantado para o bombeamento de 1 m³/s do Rio Guaió para o Ribeirão dos Moraes (tributário da represa Taiacupeba). Observa-se que a vazão média de longo termo (QMLT) de toda a Bacia do Guaió é igual a 0,969 m³/s, inferior à capacidade da transposição. Entretanto, a transposição não é permanente, tratando-se de um recurso emergencial de segurança hídrica com vazão variável de acordo com a vazão disponível. Desta forma, atua de forma complementar quando há possibilidade e necessidade.



Fonte: SABESP (2015); SSRH (em elaboração)

Figura 2.8 - Transposição do Rio Guaió para a Represa de Taiacupeba

2.2.9. Bacias do Cabuçu e Tanque Grande

A Bacia do Cabuçu e a Bacia do Tanque Grande são duas áreas de proteção de mananciais que estão inseridas totalmente no município de Guarulhos. O município de Guarulhos enfrenta dificuldades quanto à regularidade no serviço de abastecimento de água municipal, tendo como principal fator a insuficiência de recursos hídricos próprios, fazendo com que o Serviço Autônomo de Água e Esgoto Municipal (SAAE) de Guarulhos dependa da compra de água no atacado da Sabesp pelos Sistemas Integrados Alto Tietê e Cantareira, para o atendimento de 88% do abastecimento municipal.

Tal situação reflete a importância das Bacias do Cabuçu e do Tanque Grande para o abastecimento de água de Guarulhos, uma vez que seus reservatórios contribuem com 9% do abastecimento do município, atribuindo o mínimo de autonomia ao sistema municipal.

Com uma demanda de uma captação de 3.567,24 L/s para o abastecimento público, o município utiliza 1.607,36 L/s da vazão captada do Sistema Integrado Alto Tietê e 1.484,08 L/s do Sistema Integrado Cantareira. De sua produção própria, o município utiliza-se da captação de 200,76 L/s da Bacia do Cabuçu e de 121,07 L/s da Bacia do Tanque Grande (ANA, 2010; SNIS, 2016). De acordo com o seu Plano Municipal de Água e Esgoto, o município não conseguirá tornar-se independente do fornecimento de água da Sabesp, porém, o plano prevê o acréscimo da produção nos sistemas Cabuçu, através da ampliação de 75 L/s da ETA Cabuçu e Tanque Grande, através da ampliação de 26 L/s e ainda a implantação do seu Sistema Produtor Jaguarí.

2.2.10. Mananciais Subterrâneos

Quanto aos mananciais subterrâneos, a BAT engloba os domínios da Bacia Sedimentar de São Paulo e de rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, contexto geológico que define os Sistemas Aquíferos Sedimentar e Fraturado, respectivamente, cuja descrição é apresentada no **Quadro 2.2**, a seguir.

Quadro 2.2 - Sistemas Aquíferos da BAT

Sistema Aquífero	Área (km ²)	Aquífero	Unidade Geológica	Capacidade Específica Média (m ³ /h/m)	Observações
Sedimentar	4.323	São Paulo	Osp	0,3	Sistema Aquífero livre a semiconfinado, de porosidade primária e bastante heterogêneo. Apesar de recobrir apenas 25% da área da BAT, este é o sistema aquífero mais intensamente explorado.
		Resende	Orl	0,7	
			Orf	1,1	
Fraturado	1.452	Rochas Granitoides	PEg; PEgo; PEgn	0,2 a 0,4	Sistema Aquífero de caráter livre, semi-livre, algumas vezes confinado pelos sedimentos sotopostos, e fortemente heterogêneo e anisotrópico.
		Rochas Metassedimentares	PEq; PEa; PEF; PEX	0,2 a 0,5	
		Rochas Metacarbonáticas	PEc	1,8	
Total	5.775	-	-	-	-

Osp - Predominantemente camadas de areia e cascalho

Orl - Predominância de lamitos arenosos a argilosos, com seixos e fragmentos de quartzo

Orf - Predominância de lamitos seixosos com lamitos arenosos subordinados

PEg - Rochas granitoides predominantemente maciças de granulação variada

PEgo - Rochas granitoides orientadas e/ou foliadas, de granulação variada, incluindo porções gnáissicas, migmatíticas e blastomiloníticas associadas

PEgn - Rochas predominantemente gnáissicas, incluindo, porções locais de rochas granitoides orientadas, xistos feldspatizados e milonitos diversos subordinados

PEq - Predominância de quartzitos, com ocorrências subordinadas de metassiltitos e xistos

PEa - Anfíbolitos

PEf - Predominância de filitos ocorrendo subordinadamente xistos

PEX - Predominância de micaxistos, com quartzitos e metassiltitos subordinados, localmente feldspatizados

PEc - Rochas metacarbonáticas

Fonte: Adaptado de PBH-AT (2009).

A recarga dos sistemas aquíferos, segundo descrito no PBH-AT (2009), ocorre em toda a extensão não impermeabilizada do território da BAT, estando associada à infiltração natural de parte das águas do excedente hídrico, às fugas da rede pública de distribuição de água e, mais restritamente, da rede coletora de esgotos e da infiltração direta de uma parcela da água das galerias pluviais que, devido a manutenção deficiente, infiltram a água da chuva e efluentes provenientes de ligações clandestinas. A disponibilidade hídrica subterrânea e avaliação de áreas críticas serão apresentadas de forma detalhada em capítulo específico, na sequência.

2.3. Marcos legais de proteção aos recursos hídricos

Os marcos legais apresentados no **Quadro 2.3** são referentes à Proteção dos Mananciais, Águas Subterrâneas, e da Política Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Quadro 2.3 - Marcos legais de proteção de recursos hídricos

Escopo	Descrição
Legislação de Proteção aos Mananciais	Lei Federal 4.771/65, alterada pela Lei Federal 7.803/89: Código Florestal - Determina áreas que devem ser preservadas.
	Lei Estadual 898/75: Disciplina o uso do solo para fins de proteção aos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos da Região Metropolitana de São Paulo; Determina os cursos de água a serem protegidos.
	Lei Estadual 1.172/76: Delimita as bacias hidrográficas protegidas; Determina os parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo das bacias protegidas.
	Lei Estadual 9.866/97: Estabelece uma nova política de proteção e recuperação dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo; Estabelece Áreas de Intervenção; Define Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais – APRM; Estabelece penalidades.
	Lei Estadual 11.216/02: Permite anexação de áreas não contíguas para fins de licenciamento de empreendimentos localizados em áreas de proteção aos mananciais.
	Decreto Estadual 9.714/77: Estabelece a competência de órgãos envolvidos; Estabelece os procedimentos de aprovação.
Alterações nas Leis de Proteção aos Mananciais	Lei Estadual 2.177/79: Altera o inciso IX do artigo 2º da Lei nº 898, de 18 de dezembro de 1975.
	Lei Estadual 3.286/82: Dá nova redação ao inciso XV do artigo 2º da Lei n.º 898, de 18 de dezembro de 1975.
	Lei Estadual 3.746/83: Acrescenta parágrafo ao artigo 5º da Lei nº 898, de 18 de dezembro de 1975, e dá outra providência.
	Decreto Estadual 10.755/77: Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468/76.
	Decreto Estadual 43.002/98: Aprova o Regulamento do Plano Emergencial (Art. 47 da Lei 9.866/97).
	Decreto Estadual 47.696/03: Regulamenta o artigo 37-A da Lei nº 1.172, de 17 de novembro de 1976, acrescido pela Lei nº 11.216, de 22 de julho de 2002, que delimita as áreas de proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo.
Legislação Específica das Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRMs) da BAT	Lei Estadual nº 12.233/2006: Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga – APRM-G.
	Decreto Estadual nº 51.686/2007: Regulamenta dispositivos da Lei estadual nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006, - Lei Específica Guarapiranga, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga - APRM-G, e dá providências correlatas
	Lei Estadual nº 13.579/2009: Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B.
	Decreto Estadual nº 55.342/2010: Regulamenta dispositivos da Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B, e dá providências correlatas.
	Lei Estadual nº 15.790/2015: Dispõe sobre os limites da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery - APRM-AJ e dá providências correlatas.
	Decreto Estadual nº 62.062/2016: Regulamenta dispositivos da Lei nº 15.790, de 16 de abril de 2015, que dispõe sobre os limites da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery - APRM-AJ, e dá providências correlatas.
	Lei Estadual nº 15.913/2015: Dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Tietê Cabeceiras - APRMATC, suas Áreas de Intervenção, respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional para a proteção e recuperação dos mananciais.
	Decreto Estadual nº 62.061/2016: Regulamenta dispositivos da Lei nº 15.913, de 2 de outubro de 2015, que dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Tietê Cabeceiras - APRM-ATC, e dá providências correlatas.
	Lei Estadual 16.568/2017: Dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Cotia - APRM-AC, suas Áreas de Intervenção, respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional para a proteção e recuperação dos mananciais.
Águas subterrâneas	Lei Estadual 6.134/88: Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo.
	Decreto Estadual 32.955/91: Regulamenta a Lei 6.134/88 sobre águas subterrâneas.
Política Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Lei Federal 9.433/97: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Define a água como recurso natural limitado, dotado de valor econômico, que pode ter usos múltiplos (consumo humano, produção de energia, transporte, lançamento de esgoto).
	Lei Estadual 7.663/91: Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídrico.
	Portaria DAEE 717/96: Uso dos Recursos Hídricos.

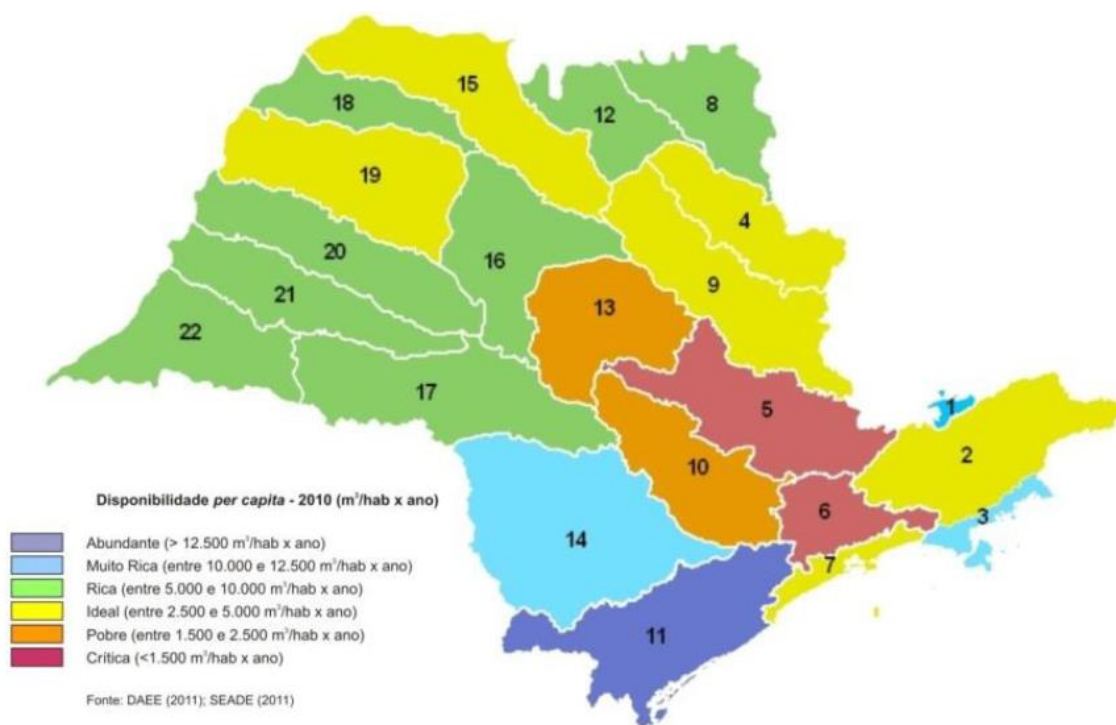
3. DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS

3.1. Disponibilidade Hídrica Superficial

Na BAT, há muito tempo se observam os conflitos pelo uso da água, assim como são frequentes os comentários sobre a escassez dos recursos hídricos na região. Os conflitos fazem parte da própria dinâmica da sociedade. Em grande parte, o sucesso da região da RMSP está associado à capacidade demonstrada, ao longo dos anos, na solução de seus conflitos, entre eles os relacionados aos recursos hídricos.

À primeira vista poderia se argumentar que ocorre a escassez física dos recursos hídricos, uma vez que a Bacia do Alto Tietê está localizada, em grande parte, em região de cabeceiras. A bacia dispõe de 5.775 km² de área, onde concentram-se entorno de 20,3 milhões de habitantes. Atualmente, o abastecimento desta região requer uma área de mananciais de 2,9 mil km², ou seja, 50,4% em relação ao total da bacia hidrográfica.

A Organização das Nações Unidas (ONU) classifica como crítica as disponibilidades inferiores a 1.500 m³/hab/ano⁷. De acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da BAT 2017, ano base 2016, a BAT apresenta uma disponibilidade de 129,82 m³/hab/ano. A **Figura 3.1** apresenta a situação da disponibilidade hídrica do estado de São Paulo, conforme classificações adotadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo 2012-2015 (SSRH/CRHi, 2013), similar àquela adotada pela ONU.



Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo - 2013.

Figura 3.1 - Situação da disponibilidade hídrica do Estado de São Paulo

A grande concentração de população e de geração de riqueza na região provocam uma elevada demanda de água, causando um quadro complexo de competição pela mesma. Dessa forma, a necessidade de analisar o abastecimento de água em São Paulo é um exercício contínuo. Nesse sentido, apresenta-se a seguir a base de dados que dará suporte para a avaliação das disponibilidades hídricas superficiais e para a realização dos balanços hídricos, necessários para o cotejamento entre as disponibilidades e demandas na BAT.

⁷ Informação disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=137>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

O insumo básico necessário para a realização dos estudos é a caracterização da disponibilidade hídrica natural nos pontos notáveis da rede hídrica considerada. Essa caracterização pode ser obtida através de estudos de regionalização, por meio de vazões de permanência, ou através da renaturalização das séries de vazões observadas.

Devido às obras de regularização e reversão para abastecimento de água, e outras complexidades que alteraram significativamente o regime de escoamento das águas na BAT, a caracterização da disponibilidade através de estudos de regionalização objetivará apenas a geração dos indicadores de disponibilidade hídrica superficial, tal como segue.

3.1.1. Vazões Características

Para a avaliação quantitativa das disponibilidades hídricas superficiais das bacias hidrográficas, parcial ou integralmente, contidas no Estado de São Paulo, o DAEE disponibiliza um estudo de regionalização hidrológica, que permite obter diferentes vazões características para qualquer seção de um curso d'água, a partir do conhecimento de sua localização e área de contribuição a montante. Este estudo vem sendo utilizado desde 1987 e fornece as seguintes vazões características:

- ✓ **Q_{LT}**: vazão média natural de longo termo, m³/s;
- ✓ **Q_{d,TR}**: vazão mínima natural com duração "d", de 1 a 6 meses sequentes, associada a uma determinada probabilidade de ocorrência "TR", m³/s;
- ✓ **Q_{7,TR}**: vazão mínima natural de 7 dias consecutivos, associada a uma determinada probabilidade de ocorrência "TR", m³/s;
- ✓ **Q_{i%}**: vazão natural com i% da curva de permanência de vazões (i = 5% a 100%), m³/s;
- ✓ **V_{Qf,R}**: volume necessário para se regularizar uma vazão "Qf" com risco "R%" (igual a 100/TR) de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer, 10⁶m³.

Os parâmetros regionais bem como sua espacialização foram definidos a partir dos totais anuais precipitados em 444 postos pluviométricos, das séries de descargas mensais observadas em 219 estações fluviométricas e das séries de vazões diárias de observadas em 88 postos fluviométricos, resultando na definição de 21 regiões hidrológicamente homogêneas no Estado de São Paulo.

A Deliberação CRH nº146, de 11 de dezembro de 2012, classifica a disponibilidade hídrica superficial, utilizando como referência os critérios da ONU, dispostos na página relativa ao "uso racional da água" do *website* da Sabesp⁸. O parâmetro desse indicador é definido pela disponibilidade *per capita* (m³/hab.ano). Apesar desse parâmetro não representar a real situação da bacia, visto que os outros usos da água (industrial, rural, etc) não são levados em consideração, trata-se de uma avaliação parcial da situação da bacia em termos de disponibilidade. Este indicador, no Caderno de Indicadores para Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, corresponde ao parâmetro E.04-A - Disponibilidade per capita - Q_{médio} em relação à população total. Segundo este Caderno, este indicador é calculado pela relação entre a disponibilidade estimada de água (Q_{médio}) e a população total. O volume de Q_{médio} é obtido do PERH 2004-07 e tem como Fonte o DAEE, sendo seu ano base 1987 (estudos de regionalização). O dado de população é obtido da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE.

O Q_{médio} obtido do PERH 2004-07 e utilizado no PERH 2013 e no Relatório de Situação 2017 é de 84,00 m³/s. Entretanto, utilizando-se o site do DAEE para o cálculo das vazões características obtém-se, para a vazão média, o valor de 60,93 m³/s, conforme a **Figura 3.2**.

⁸ Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=137>> .Acesso em: 06 ago. 2018.

Dados de entrada:

Área da bacia hidrográfica (km ²):	5775,12
Longitude do Meridiano Central:	45 °

Coordenadas UTM:

Norte (m):	7412551,922
Este (m):	292587,924

Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência (m³/s):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q (m ³ /s)	145,997	120,832	101,394	87,866	76,472	68,307	56,242	48,077	41,374	36,073	33,331	30,832	28,578	25,592	22,119	13,588

Resultado 5: Q_{7,T}

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: Q_{7,T} (m³/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m ³ /s)	12,769	11,880	11,334	10,971	10,021	9,314

Resultados

Precipitação anual média (mm):	1323,1
Região hidrológica:	G ▾
Região hidrológica (parâmetro C):	X ▾
Latitude:	23° 23' 00"
Longitude:	47° 01' 45"
Norte (m):	7412551,922
Este (m):	292587,924

Recalcular

Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual (m ³ /s):	60,934
---	--------

Figura 3.2 - BAT- Dados de entrada e resultados obtidos – Recorte site do DAEE

Os resultados dos estudos bem como sua aplicação orientada para o cálculo das disponibilidades hídricas podem ser obtidos em www.dae.sp.gov.br.

Aplicando-se as vazões médias à estimativa de população da SEADE obtém-se os valores para o parâmetro E.04-A, calculados a partir da vazão média do Relatório de Situação 2017 e a partir da utilização do site do DAEE. Observa-se que o valor apresentado pelo Relatório de Situação é 37% superior ao calculado através do site. Ambos os valores são muito abaixo dos 1.500 m³/hab.ano, adotados como crítico pela Deliberação CRH nº 146/12. A **Tabela 3.1** dispõe dos valores do indicador de disponibilidade hídrica superficial acima citados.

Tabela 3.1 - BAT – Disponibilidade hídrica – Vazões de Referência

Disponibilidade per capita - Vazão média em relação à população total (m ³ /hab.ano)* - Ano Base 2016	
Relatório de Situação 2017	Regionalização DAEE
129,82	94,85

* Classificação: > 2.500 m³/hab.ano – Boa; entre 1.500 e 2.500 m³/hab.ano – Atenção; <1.500 m³/hab.ano – Crítica.

Observam-se para o indicador de disponibilidade hídrica superficial, calculados pelo site do DAEE e pelo referido relatório, valores muito distintos para a BAT. Outras diferenças devem ser mencionadas. Em primeiro lugar, segundo o PERH, a área de drenagem da UGRHI 06 é de 5.868 km², enquanto que no PBH-AT (2009) esta área é de 5.775 km². Para o cálculo do indicador E.04-A, para cada um dos 34 municípios com sede no território da BAT, o valor total da área territorial é de 6.570 km². Com esta área, utilizando-se o site do DAEE, se obterá uma vazão média de longo termo superior aos 60,93 m³/s, porém ainda inferior aos 84,00 m³/s. Também, as vazões de referência Q_{7,10} e Q_{95%}, quando calculadas através do site do DAEE e com a área de 5.775 km² resultam em valores diferentes dos apresentados na Figura 3 do Relatório de Situação 2017.

Com base na série de vazão natural calculada para o exutório da BAT na estrutura de Rasgão, a ser apresentada no item a seguir, a vazão média obtida foi 115,4 m³/s, para o período histórico de 1931 a 2015, resultando em uma disponibilidade *per capita* de 179,58m³/hab.ano, superior as outras duas metodologias. A **Tabela 3.2** resume esses comentários.

Tabela 3.2 - BAT – Vazões características

UGRHI 06 – Alto Tietê	Área: km ²	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{95%} (m ³ /s)	Q _{médio} (m ³ /s)
Vazões Regionalização	5.775	12,77	22,12	60,93
Série de Vazão Natural	5.775	-	37,20*	115,40
Relatório Situação 2017	6.570	20,00	31,00	84,00

* Com base nos dados da série histórica mensal.

Com as divergências das vazões médias apresentadas, pode-se concluir que em função da área de drenagem da BAT, a metodologia de regionalização não apresenta robustez para quantificar as disponibilidades hídricas da mesma. Logo a vazão média considerada para o cálculo da disponibilidade hídrica será a obtida pela série de vazão natural da estrutura de Rasgão (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - BAT – Disponibilidade hídrica

Parâmetro E.04 - A	
Disponibilidade per capita - Vazão média em relação à população total (m ³ /hab.ano)* - Ano Base 2016	
Relatório de Situação 2017	Série de Vazão Natural – Estrutura de Rasgão
129,82	179,58

* Classificação: > 2.500 m³/hab.ano – Boa; entre 1.500 e 2.500 m³/hab.ano – Atenção; <1.500 m³/hab.ano – Crítica.

A Tabela 3.4 expõe os indicadores por sub-bacia da BAT. Observa-se a criticidade em todas as sub-bacias.

Tabela 3.4 - Sub-bacias da BAT – Disponibilidade hídrica

Sub-bacias	Área (km ²)	Q _{95%} (m ³ /s)	Q _{médio} (m ³ /s)	População (hab.)	Disponibilidade per capita (m ³ /hab.ano)
Billings - Tamanduateí	824,08	5,31	16,46	3.602.274	144,11
Cabeceiras	1.859,24	11,98	37,14	3.878.105	302,01
Cotia - Guarapiranga	858,41	5,53	17,15	1.073.022	503,95
Juqueri - Cantareira	848,71	5,47	16,95	548.616	974,52
Penha - Pinheiros	852,71	5,49	17,03	8.234.447	65,23
Pinheiros - Pirapora	531,98	3,43	10,63	2.922.340	114,67
Total	5.775,12	37,2	115,36	20.258.804	179,58

Quando a análise do indicador de disponibilidade *per capita* é realizada por município, percebe-se um índice muito pequeno de municípios fora da faixa de criticidade, conforme dados da Tabela 3.5, que inclui os valores extraídos do Relatório de Situação 2017 e os calculados a partir da série de vazão natural mensal.

Tabela 3.5 - Indicador E.04-A - Disponibilidade *per capita* em relação ao Qmédio (m³/hab.ano)

Nome do Município	Disponibilidade <i>per capita</i> - Qmédio em relação à população total: m³/hab.ano		Nome do Município	Disponibilidade <i>per capita</i> - Qmédio em relação à população total: m³/hab.ano	
	Relatório de Situação	Série de Vazão Natural – Estrutura de Rasgão		Relatório de Situação	Série de Vazão Natural – Estrutura de Rasgão
Arujá	552,87	1.123,65	Mauá	63,94	136,72
Barueri	122,30	252,41	Mogi das Cruzes	872,14	1.683,47
Biritiba Mirim	9.720,07	10.090,71	Nazaré Paulista *	7.398,79	18.129,88
Caieiras	471,41	1.007,93	Osasco	44,41	94,43
Cajamar	833,24	1.781,45	Paraibuna *	21.026,35	44.341,83
Carapicuíba	41,72	87,89	Pirapora do Bom	2.551,92	6.063,82
Cotia	584,51	1.386,99	Poá	73,26	151,20
Diadema	34,08	75,73	Ribeirão Pires	393,95	831,02
Embu das Artes	120,58	266,64	Rio Grande da Serra	358,45	749,87
Embu-Guaçu	1.085,47	2.311,70	Salesópolis	11.942,24	25.472,55
Ferraz de	70,59	158,23	Santana de Parnaíba	614,56	1.392,49
Francisco Morato	134,82	288,50	Santo André	130,78	250,84
Franco da Rocha	428,77	902,92	São Bernardo do	376,59	504,82
Guarulhos	113,23	240,21	São Caetano do Sul	48,12	99,72
Itapeperica da Serra	435,56	907,50	São Lourenço da	10.335,86	12.250,72
Itapevi	170,08	364,49	São Paulo	81,40	128,16
Itaquaquecetuba	107,94	231,13	São Roque *	1.092,60	3.580,13
Jandira	64,40	145,62	Suzano	322,55	722,98
Juquitiba *	16.849,51	17.256,96	Taboão da Serra	37,61	74,51
Mairiporã	1.591,49	3.426,69	Vargem Grande	277,28	851,14

* Municípios com sede fora da BAT.

Classificação: > 2.500 m³/hab.ano – Boa; entre 1.500 e 2.500 m³/hab.ano – Atenção; <1.500 m³/hab.ano – Crítica.

A Empresa Metropolitana de Água e Energia Elétrica - EMAE dispõe, com base na série histórica observada de 1993 a 2016, a vazão média defluente na estrutura de Rasgão de 133,30 m³/s. No entanto esse dado não foi utilizado como base para o cálculo da disponibilidade per capita, uma vez que trata-se de vazão observada e não vazão natural da bacia.

Vale ressaltar que, mesmo considerando as transposições existentes advindas da bacia do Rio Piracicaba (Sistema Cantareira) e de outras reversões menores, tais quais do Rio Capivari e Rio Guaratuba e mais as transposições planejadas, como as reversões do Reservatório Jaguari (UGRHI 02), Rio Itapanhaú (UGRHI 07), reservatório Cachoeira do França, Rio São Lourenço (UGRHI 11) dentre outras, a classificação permaneceria “Crítica”, uma vez o resultado da disponibilidade per capita, em relação ao Qmédio, estaria distante dos 1.500 m³/hab.ano.

3.1.2. Séries de Vazão

O PBH-AT (2018) utilizou como base para a determinação da disponibilidade hídrica superficial as séries de vazões médias mensais naturalizadas compreendendo o período de 1931 a 2015. Essas séries têm sido paulatinamente revisadas, tendo seus valores atualizados através dos seguintes estudos:

- “Planos de Aproveitamento de Recursos Hídricos da cidade de São Paulo” – DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica – Convênio HIBRACE – (Década de 70). Os estudos hidrológicos abrangeram séries de vazões mensais para um grande número de localidades ou sub-bacias de interesse da BAT e Baixada Santista, para o período de 1930/1970. Serviu de base para os demais, em especial o HIDROPLAN, PBAT e EMAE;
- “Plano Diretor de Utilização Integrada dos Recursos Hídricos na Região Metropolitana de São Paulo – SANESP – (Década de 80). A série histórica trabalhada pelo plano se inicia em 1931 e termina em 1980. As séries desenvolvidas no estudo do Convênio HIBRACE anterior foram

estendidas, tendo como referência principal as séries de vazões mensais desenvolvidas pelo GCOI (atual ONS);

- “Plano Integrado do Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista” – Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras – DAEE – Consórcio HIDROPLAN, 1995. Foram desenvolvidas séries de vazões mensais para um grande número de localidades ou sub-bacias de interesse, dentre as quais, rios Jaguari e Jacareí, Cachoeira e Atibainha bem como o Juqueri. Abrangeram o período de 1930/1993;
- “Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – Diagnóstico Analítico da Bacia – Relatório Preliminar” – DAEE – FUSP, 2008. Os estudos hidrológicos abordaram os cursos d’água formadores do Sistema Produtor Alto Tietê. Foram desenvolvidas séries de vazões médias mensais naturais para o período 1930/2003, para a realização dos balanços entre disponibilidade e demanda e capacidade remanescente de regularização de vazões dos mananciais do Alto Tietê.
- “Reconstituição das Vazões Naturais Médias Mensais dos Aproveitamentos do Alto Tietê - Relatório Final” – EMAE - Maio de 2009 – V1.0. Para os estudos relativos à implantação de tratamento das águas do Canal Pinheiros pelo processo de flotação, a EMAE atualizou algumas das séries de vazões mensais utilizadas no PBAT até o ano de 2008.
- “Atualização de Séries Históricas de Vazões – Período 1931/2015” – ONS, 2016. Foram reconstituídas as séries de vazões mensais naturais para o período 1931/2012, para diversas localidades com aproveitamentos hidrelétricos, existentes ou planejados, nas bacias dos rios Tietê e Paraíba do Sul, dentre outras.
- “Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, no Estado de São Paulo” – DAEE – COBRAPE, 2008/2013. Tendo como um dos objetivos a garantia até 2035 da segurança hídrica, o plano fez uma análise e validação das séries de vazões mensais disponíveis em estudos anteriores utilizadas como base para o cálculo das disponibilidades hídricas superficial de sua área de interesse;
- “Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2008-2020” – Agência de Água PCJ, 2010 – Enfatizou a aplicação de algoritmos matemáticos de simulação da alocação de água em sistemas complexos de recursos hídricos. Utilizou séries de vazões médias mensais, para o período 1930/2003, para todas as subunidades em que foram segmentadas as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí;
- Estudos para revisão da Outorga do Sistema Cantareira - Convênio ANA/DAEE/ Ano 2013. Foram realizados estudos hidrológicos e de otimização da alocação e distribuição quantitativa do recurso hídrico entre as bacias do Piracicaba e Alto Tietê.

O PBH-AT (2009) adotou como base, para obtenção das séries históricas, os estudos citados anteriormente, com exceção dos três últimos, os quais foram desenvolvidos posteriormente ao Plano. O período das séries contempladas naquele plano foi de janeiro de 1930 a dezembro de 2003.

A atualização mais recente das séries de vazões médias naturais foi realizada pela Sabesp no Plano Diretor de Abastecimento de Água (PDAA), atualmente em fase de conclusão. O período das séries contempladas no PDAA foi de janeiro de 1930 a setembro de 2015. A principal motivação para essa atualização foram os eventos de seca observados em 2013/2015, acarretando situação crítica para os sistemas Cantareira e Alto Tietê.

As redes de monitoramento da BAT que dão suporte à construção das séries de vazões estão descritas na sequência. A **Tabela 3.6** apresenta as principais características dos pontos da rede hídrica, para os quais existem as séries de vazões médias mensais, obtidos através dos estudos anteriores. Alguns desses locais coincidem com os dos postos fluviométricos e outros são os pontos de controle tais como: locais de aproveitamentos hidráulicos existentes, foz ou confluências de rios, usinas hidrelétricas, etc.

Tabela 3.6 - BAT - Locais Adotados como Base nos Estudos Anteriores

UGRHI	Curso d'Água	Local	Área (km ²)	Fonte dos Dados	Período dos Dados
Alto Tietê	Rio Claro	Barragem Ribeirão do Campo	12	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Claro	Poço Preto (Captação)	103	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Claro	Km 76 (Captação)	145	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Tietê	Barragem de Ponte Nova	320	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Paraitinga	Barragem Paraitinga	182	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Tietê	Estação Elevatória de Água Bruta de Biritiba (Captação)	593	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Ribeirão Biritiba Mirim	Barragem Biritiba	75	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Tietê	Jusante da Foz do Biritiba	715	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Jundiáí	Barragem Jundiáí	122	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Tietê	Jusante da Foz do Jundiáí	1083	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Tietê	Rio Guaió	56	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Taiaçupeba	Barragem Taiaçupeba	220	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Tietê	Jusante da Foz do Taiaçupeba	1325	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Grande	Barragem do Rio Grande – Reservatório Billings	560	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Grande	Barragem Anchieta	182	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Guarapiranga	Barragem Guarapiranga	631	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Cotia	Reservatório Pedro Beicht	63	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Cotia	Reservatório Isolina	240	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Cotia	Reservatório Cachoeira da Graça	107	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Tietê	Barragem Edgard de Souza	4750	ONS	1931/2015
Alto Tietê	Ribeirão Santa Inês	Barragem Águas Claras	26	MACRO/PDAA	1930/2015
Alto Tietê	Rio Juqueri	Barragem Paiva Castro	338	MACRO/PDAA	1930/2015
Baixada Santista	Rio de Pedras	Barragem Pedras	30	MACRO/PDAA	1930/2015
Baixada Santista	Rio Itatinga	Itatinga (Captação)	99	MACRO/PDAA	1930/2015
Baixada Santista	Rio Itapanhaú	Itapanhaú (Captação)	84	MACRO/PDAA	1930/2015
Baixada Santista	Rio Capivari	Capivari (Captação)	37	MACRO/PDAA	1930/2015
Baixada Santista	Rio Guaratuba	Guaratuba (Captação)	20	MACRO/PDAA	1930/2015
Paraíba do Sul	Rio Paraibuna	Barragem Paraibuna	4208	MACRO/PDAA	1930/2015
Paraíba do Sul	Rio Paraíba do Sul	Barragem Santa Branca	4880	MACRO/PDAA	1930/2015
Paraíba do Sul	Rio Jaguari	UHE Jaguari	1298	MACRO/PDAA	1930/2015
Paraíba do Sul	Guararema	Capt. Guararema	5219	MACRO/PDAA	1930/2015
PCJ	Rio Jaguari	Barragem Jaguari – Jacareí	1230	MACRO/PDAA	1930/2015
PCJ	Rio Cachoeira	Barragem Cachoeira	392	MACRO/PDAA	1930/2015
PCJ	Rio Atibainha	Barragem Atibainha	312	MACRO/PDAA	1930/2015
PCJ	Rio Atibaia	Estação Fluviométrica Atibaia	1143	MACRO/SARPCJ	1930/2015
PCJ	Rio Atibaia	Estação Fluviométrica Valinhos	2152	MACRO/SARPCJ	1930/2015
PCJ	Rio Jaguari	Posto Guaripocaba	1353	MACRO/PDAA	1930/2015
PCJ	Rio Jaguari	Estação Fluviométrica Faz. Buenópolis	1950	MACRO/PDAA	1930/2015
Ribeira de Iguape	Rio São Lourenço	Captação São Lourenço	148	MACRO/PDAA	1930/2015
Ribeira de Iguape	Rio Juquiá	Captação Alto juquiá	57	MACRO/PDAA	1930/2015
Ribeira de Iguape	Rio Juquiá	Barragem Usina Hidroelétrica França	950	MACRO/PDAA	1930/2015

Os demais pontos necessários à modelarem hidráulica para determinação do balanço hídrico na PBAT, foram determinados por proporcionalidade de área, referente à vazão específica incremental determinada pelos locais com séries existentes. A **Figura 3.3** sintetiza os pontos para onde foram definidas as séries mensais, e a **Tabela 3.7** apresenta as vazões médias, mínimas e máximas, bem como as específicas, definidas com base nos anos hidrológicos de 1931 a 2015 dessas séries.

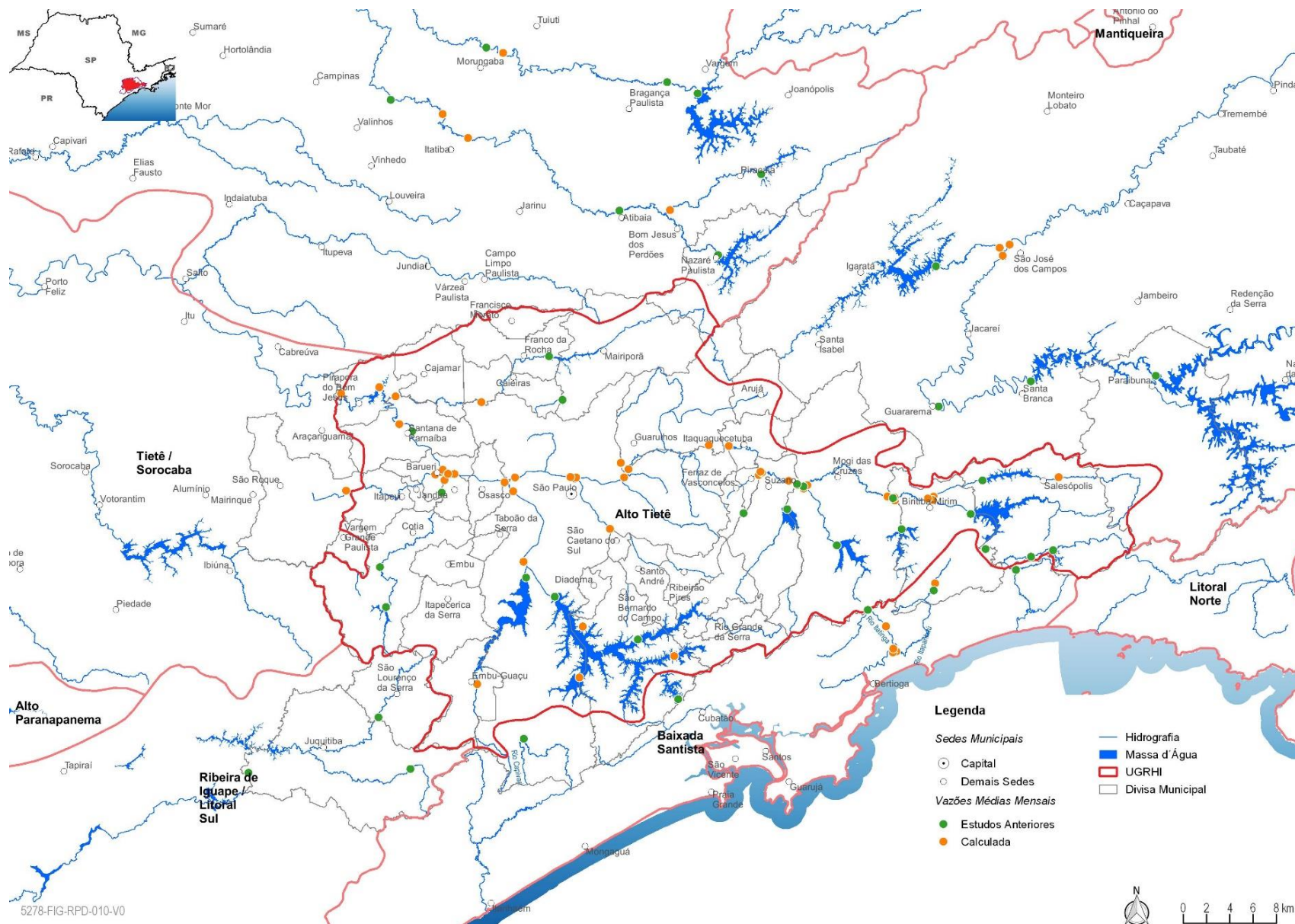


Figura 3.3 - Séries de Vazões Mensais Naturais

Tabela 3.7 - Locais de Entrada de Séries de Vazões Mensais no Modelo Hidráulico

URGHI	Origem	Local	Curso d'Água	AD [km²]	Q _{máx} [m³/s]	Q _{méd} [m³/s]	Q _{min} [m³/s]	Q _{98%*} [m³/s]	Q _{95%*} [m³/s]	Q _{80%*} [m³/s]	Q _{méd} [l/s/km²]
Alto Tietê	MACRO/PDAA	Captação Poço Preto	Rio Claro	103	12,0	3,8	0,9	1,4	1,8	2,4	37,0
	MACRO/PDAA	Barragem Ribeirão do Campo	Ribeirão do Campo	12	3,2	1,0	0,2	0,3	0,5	0,6	86,4
	MACRO/PDAA	Captação Km76	Rio Claro	145	17,5	5,5	1,2	2,0	2,5	3,4	37,6
	MACRO/PDAA	Barragem Ponte Nova	Rio Tietê	320	27,7	8,5	1,6	3,1	3,9	5,2	26,6
	Gerada	Mont. Confluência Rio Paraitinga	Rio Tietê	357	30,0	9,2	1,7	3,3	4,2	5,6	25,7
	Gerada	Rio Paraitinga Cabeceira	Rio Paraitinga	106	5,1	1,4	0,3	0,5	0,6	0,8	13,6
	MACRO/PDAA	Barragem Paraitinga	Rio Paraitinga	182	8,8	2,5	0,5	0,8	1,0	1,4	13,6
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Paraitinga	217	10,9	3,1	0,7	1,1	1,2	1,8	14,4
	Gerada	Jusante da foz Rio Paraitinga	Rio Tietê	574	39,0	12,3	2,6	4,7	5,6	7,6	21,4
	Gerada	Mont. Confluência Rio Biritiba Mirim	Rio Tietê	612	41,5	13,0	2,7	4,9	5,9	8,0	21,2
	MACRO/PDAA	Barragem Biritiba	Rio Biritiba Mirim	75	8,8	1,9	0,1	0,4	0,5	0,9	25,7
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Biritiba Mirim	100	14,4	3,2	0,2	0,7	0,9	1,4	31,6
	MACRO/PDAA	Jusante da Foz do Rio Biritiba Mirim	Rio Tietê	715	54,0	16,2	3,5	5,9	7,0	9,5	22,6
	Gerada	Mont. Confluência Rio Jundiáí	Rio Tietê	943	62,5	19,2	5,1	6,9	8,4	11,3	20,4
	MACRO/PDAA	Barragem Jundiáí	Rio Jundiáí	122	10,3	2,3	0,0	0,3	0,6	1,1	19,0
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Jundiáí	145	12,2	2,6	0,1	0,4	0,8	1,3	18,1
	MACRO/PDAA	Jusante da Foz do Rio Jundiáí	Rio Tietê	1.088	74,0	21,9	5,5	7,8	9,3	12,8	20,1
	MACRO/PDAA	Mont. Confluência Rio Taiaçupeba	Rio Tietê	1.090	74,3	22,1	5,5	7,9	9,4	12,9	20,3
	MACRO/PDAA	Barragem Taiaçupeba	Rio Taiaçupeba-Açu	220	25,4	4,6	0,4	1,4	1,6	2,4	20,8
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Taiaçupeba-Açu	235	29,9	6,6	0,5	2,0	2,4	3,6	28,2
MACRO/PDAA	Jusante da Foz do Rio Taiaçupeba-Açu	Rio Tietê	1.325	102,0	28,8	7,0	10,6	12,1	16,6	21,7	
Gerada	Rio Tietê	Rio Tietê	1.327	102,0	28,8	7,0	10,6	12,1	16,6	21,7	
Gerada	Mont. Confluência Rio Guaió	Rio Tietê	1.370	107,2	29,7	7,7	10,9	12,4	17,0	21,6	
Gerada	Captação Guaió	Rio Guaió	56	8,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,2	19,5	

Continua...

Tabela 3.7 - BAT – Locais de Entrada de Séries de Vazões Mensais no Modelo Hidráulico (cont.)

URGHI	Origem	Local	Curso d'Água	AD [km²]	Q _{máx} [m³/s]	Q _{méd} [m³/s]	Q _{mín} [m³/s]	Q _{98%*} [m³/s]	Q _{95%*} [m³/s]	Q _{80%*} [m³/s]	q _{méd} [l/s/km²]
Alto Tietê	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Guaió	87	12,4	1,7	0,0	0,0	0,1	0,3	19,5
	Gerada	Jusante da Foz do Rio Guaió	Rio Tietê	1.472	118,9	31,6	8,8	11,7	12,9	17,8	21,5
	Gerada	Rio Tietê	Rio Tietê	1.517	124,1	32,5	8,9	11,8	13,0	18,0	21,4
	Gerada	Mont. Confluência Rio Cabuçu de Cima	Rio Tietê	1.888	124,1	32,5	8,9	11,8	13,0	18,0	21,4
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Cabuçu de Cima	124	167,0	39,8	9,4	12,8	14,3	20,4	21,1
	Gerada	Jusante da Foz do Rio Cabuçu de Cima	Rio Tietê	2.012	17,7	2,4	0,0	0,1	0,1	0,5	19,5
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tamanduateí	Rio Tietê	2.157	181,3	42,2	9,5	13,0	14,5	21,2	21,0
	Gerada	Rio Tamanduateí	Rio Tamanduateí	274	198,0	45,0	9,6	13,1	14,8	21,8	20,9
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Tamanduateí	330	39,1	5,3	0,1	0,1	0,2	1,1	19,5
	Gerada	Jusante da Foz do Rio Tamanduateí	Rio Tietê	2.487	47,1	6,4	0,1	0,1	0,2	1,3	19,5
	Gerada	Mont. Confluência Rio Pinheiros	Rio Tietê	2.642	238,9	51,4	9,8	13,5	15,5	23,9	20,7
	Gerada	Billings Braço Taquacetuba	Billings Braço Taquacetuba	95	261,0	54,4	9,9	13,8	15,6	24,5	20,6
	Gerada	Billings Braço Pedra Branca	Billings Braço Pedra Branca	22	14,9	2,6	0,1	0,1	0,3	1,1	27,8
	MACRO/PDAA	Barragem Rio Grande	Rio Grande	182	3,5	0,6	0,0	0,0	0,1	0,2	27,8
	MACRO/PDAA	Barragem Billings	Rio Jurubatuba	560	21,0	4,7	0,8	1,7	1,9	2,7	25,7
	Gerada	Captação ETA Embu Guaçu	Rio Embu Guaçu	116	80,7	16,3	2,5	4,0	4,8	8,3	29,1
	MACRO/PDAA	Barragem Guarapiranga	Rio Guarapiranga	631	10,4	2,3	0,5	0,8	0,9	1,3	19,6
	Gerada	Jusante Confluência Billings / Guarapiranga	Rio Pinheiros	1.309	56,9	12,4	2,7	4,2	4,9	7,0	19,6
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Pinheiros	1.473	151,2	31,0	5,8	9,0	11,1	16,4	23,6
	Gerada	Jusante da Foz do Rio Pinheiros	Rio Tietê	4.115	170,1	34,1	5,9	9,7	11,8	17,3	23,2
Gerada	Mont. Confluência Rio Cotia	Rio Tietê	4.214	424,2	88,6	15,9	23,9	28,5	42,5	21,5	

Continua...

Tabela 3.7 – BAT – Locais de Entrada de Séries de Vazões Mensais no Modelo Hidráulico (cont.)

URGHI	Origem	Local	Curso d'Água	AD [km²]	Q _{máx} [m³/s]	Q _{méd} [m³/s]	Q _{mín} [m³/s]	Q _{98%*} [m³/s]	Q _{95%*} [m³/s]	Q _{80%*} [m³/s]	Q _{méd} [l/s/km²]
Alto Tietê	MACRO/PDAA	Barragem Pedro Beicht	Rio Cotia	63	4,6	1,1	0,2	0,4	0,4	0,6	17,4
	MACRO/PDAA	Barragem Cachoeira da Graça	Rio Cotia	107	7,4	1,8	0,4	0,6	0,7	1,0	16,5
	MACRO/PDAA	Barragem Isolina Inferior	Rio Cotia	234	13,3	3,1	0,6	1,0	1,2	1,7	13,1
	Gerada	Rio Cotia	Rio Cotia	241	13,9	3,2	0,6	1,1	1,2	1,8	13,3
	Gerada	Ribeirão São João	Ribeirão São João	22	3,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	19,5
	Gerada	Ribeirão São João	Ribeirão São João	160	22,9	3,1	0,0	0,1	0,1	0,6	19,5
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Cotia	401	36,3	6,3	0,8	1,3	1,6	2,6	15,8
	Gerada	Jusante da Foz do Rio Cotia	Rio Tietê	4.615	467,0	96,8	16,7	25,5	30,3	45,9	21,0
	ONS	Barragem Edgar de Souza	Barragem Edgar de Souza	4.750	482,6	99,5	16,8	25,7	30,5	46,5	20,9
	Gerada	Jusante da Barragem Edgar de Souza	Rio Tietê	4.774	485,4	99,8	16,8	25,8	30,6	46,7	20,9
	MACRO/PDAA	Barragem Águas Claras	Ribeirão Santa Inês	26	1,8	0,5	0,1	0,1	0,2	0,3	18,3
	MACRO/PDAA	Barragem Paiva Castro	Rio Juqueri	312	19,6	4,6	0,5	1,3	1,7	2,5	14,8
	Gerada	Rio Juqueri	Rio Juqueri	604	37,5	8,8	1,6	2,5	3,2	4,7	14,6
	Gerada	Mont. Confluência Rio Tietê	Rio Juqueri	916	63,9	13,3	2,0	3,4	4,4	7,2	14,5
	Gerada	Pirapora	Rio Tietê	5.690	545,2	113,1	19,8	30,8	36,5	55,0	19,9
Gerada	Rasgão	Rio Tietê	5.775	556,9	115,4	19,9	31,4	37,2	55,8	20,0	
Paraíba do Sul	MACRO/PDAA	Barragem UHE Paraibuna	Rio Paraíba do Sul	4.150	270,0	68,1	21,0	28,0	31,4	42,0	16,4
	MACRO/PDAA	Rio Paraíba do Sul	Barragem UHE Santa Branca	5.030	308,0	79,5	23,0	32,1	37,0	49,0	15,8
	MACRO/PDAA	Rio Paraíba do Sul	Guararema	5.219	325,1	84,5	25,1	34,7	39,5	52,3	16,2
	Gerada	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba do Sul	5.852	386,6	96,4	29,7	39,6	44,5	59,3	16,5
	MACRO/PDAA	Rio Jaguari	Rio Jaguari	1.300	98,0	27,6	5,0	10,0	11,0	16,0	21,2
	Gerada	Rio Jaguari	Rio Jaguari	1.839	138,6	39,0	7,1	14,1	15,6	22,6	21,2
	Gerada	Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba do Sul	7.691	496,9	135,5	36,8	56,6	62,2	82,8	17,6

Continua...

Tabela 3.7 – BAT – Locais de Entrada de Séries de Vazões Mensais no Modelo Hidráulico (cont.)

URGHI	Origem	Local	Curso d'Água	AD [km²]	Q _{máx} [m³/s]	Q _{méd} [m³/s]	Q _{mín} [m³/s]	Q _{98%*} [m³/s]	Q _{95%*} [m³/s]	Q _{80%*} [m³/s]	q _{méd} [l/s/km²]
Piracicaba, Capivari e Jundiá	MACRO/PDAA	Bar. Cachoeira	Rio Cachoeira	392	30,7	8,2	0,5	1,6	2,4	5,3	20,9
	MACRO/SARPCJ	Rio Cachoeira	Rio Cachoeira	570	40,9	10,9	0,9	2,8	3,8	6,7	19,1
	MACRO/PDAA	Bar. Atibainha	Rio Atibainha	312	19,5	5,8	0,5	1,6	2,3	4,2	18,7
	MACRO/SARPCJ	Rio Atibainha	Rio Atibainha	597	46,6	10,1	0,9	3,1	4,1	6,5	17,0
	MACRO/SARPCJ	Rio Atibaia	Rio Atibaia	1.167	86,4	21,0	2,1	6,4	8,2	13,3	18,0
	MACRO/SARPCJ	Posto Atibaia	Rio Atibaia	1.167	93,7	22,4	2,2	6,9	8,8	13,9	19,2
	Gerada	Rio Atibaia	Rio Atibaia	1.278	99,7	23,7	2,3	7,4	9,4	14,5	18,5
	Gerada	Rio Atibaia	Rio Atibaia	1.760	125,7	28,9	3,0	9,3	22,2	16,7	16,4
	Gerada	Rio Atibaia	Rio Atibaia	1.902	134,5	30,6	3,1	9,9	11,9	17,4	16,1
	SARPCJ	Posto Valinhos	Rio Atibaia	2.152	154,7	34,2	3,5	11,1	13,1	18,9	15,9
	MACRO/PDAA	Bar. Jaguari/Jacareí	Rios Jaguari e Jacareí	1.230	118,0	24,5	2,6	6,8	8,1	14,2	20,0
	MACRO/PDAA	Posto Guaripocaba	Rio Jaguari	1.353	125,5	26,3	2,9	7,8	9,1	14,9	19,5
	Gerada	Rio Jaguari	Rio Jaguari	1.789	152,1	32,7	4,0	9,7	11,7	17,7	18,3
	MACRO/PDAA	Posto Buenópolis	Rio Jaguari	1.950	161,9	35,0	4,3	10,5	12,6	18,9	18,0
Ribeira de Iguape	MACRO/PDAA	Captação Capivari	Rio Capivari	12	8,6	0,7	0,0	0,2	0,2	0,3	62,8
	Gerada	Rio Capivari	Rio Capivari	37	27,6	2,3	0,2	0,6	0,8	1,1	62,8
	MACRO/PDAA	Barragem Pedras	Rio das Pedras	30	17,1	3,5	0,04	0,6	0,9	1,7	117,7
	MACRO/PDAA	Captação Itatinga	Rio Itatinga	99	23,5	6,6	1,1	1,9	2,2	3,4	67,0
	Gerada	CODESP	Rio Itatinga	122	29,0	8,2	1,4	2,3	2,7	4,2	67,0
	Gerada	Rio Itatinga	Rio Itatinga	134	31,8	9,0	1,5	2,6	3,0	4,6	67,0
	Gerada	Proj. Captação	Rio Sertãozinho	53	7,4	2,2	0,7	0,9	1,0	1,3	41,8
	MACRO/PDAA	Captação Itapanhaú	Rio Itapanhaú	84	11,8	3,5	1,1	1,5	1,6	2,1	41,8
	Gerada	Rio Itapanhaú	Rio Itapanhaú	171	24,0	7,1	2,2	3,0	3,2	4,3	41,8
	Gerada	Rio Itapanhaú	Rio Itapanhaú	304	53,9	16,1	3,9	5,5	6,3	8,9	52,9
	MACRO/PDAA	Captação Guaratuba	Rio Guaratuba	20	7,9	2,5	0,7	1,0	1,1	1,5	124,8
	MACRO/PDAA	Capt. São Lourenço	Rio São Lourenço	148	9,3	2,7	0,7	1,1	1,3	1,7	18,0
	MACRO/PDAA	Capt. Alto Juquiá	Rio Juquiá	57	9,0	2,4	0,8	1,0	1,1	1,5	41,5
	MACRO/PDAA	Bar. UHE França	Rio Juquiá	951	76,7	23,2	0,7	11,1	13,5	17,2	24,4

* Com base nos dados de série mensais.

- **Rede Fluviométrica**

A BAT dispõe de aproximadamente 91⁹ postos fluviométricos, conforme consulta à Agência Nacional de Águas (ANA). Todavia, a rede de monitoramento fluviométrico vem sendo progressivamente diminuída quanto ao número de estações.

Para a área do Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT) dispõe-se de dados de vazões afluentes aos locais das estruturas hidráulicas existentes, obtidas por balanço de volume dos respectivos reservatórios. Estes dados são calculados pela EMAE (Barragem de Ponte Nova) e Sabesp (Reservatórios de Paraitinga, Biritiba, Jundiaí, Taiaçupeba e Ribeirão do Campo).

A jusante do SPAT somente as bacias dos rios Guarapiranga e Cotia ainda possuem estações de monitoramento fluviométrico em operação. Para esse trecho da bacia do Alto Tietê, no entanto, dispõe-se de dados de vazões atualizadas obtidas por balanço de volumes nos reservatórios operados pela EMAE (Billings, Guarapiranga, Edgard de Souza e Pirapora), além dos reservatórios dos sistemas produtores Alto e Baixo Cotia da Sabesp (Reservatórios Pedro Beicht, Cachoeira da Graça e Isolina).

Quanto ao indicador R.04-B – Densidade de rede de monitoramento fluviométrico, a unidade estabelecida pela Deliberação CRH nº146, é o número de estações de monitoramento, por 1.000 km² de área da bacia. O valor obtido para esse parâmetro foi 15,76.

- **Rede de Monitoramento de Controle de Vazão**

A rede de monitoramento de controle de vazão visa a operação de barragens e reservatórios, a definição das descargas a serem liberadas, a manutenção de níveis mínimos para possibilitar a navegação, no caso do rio Tietê, assim como a movimentação das barcaças nos serviços de desassoreamento, executados na época de estiagem, antecedendo as estações chuvosas, além de controlar os níveis máximos no período chuvoso.

A Bacia do Alto Tietê possui 18 estruturas de controle de vazão, sendo nove operadas pelo EMAE (Guarapiranga, Móvel, Pirapora, Porto Góes, Rasgão, Edgard de Souza, Pedreira, Traição e Retiro), sete operadas pela Sabesp (Paraitinga, Ponte Nova, Biritiba, Jundiaí, Taiaçupeba, Paiva Castro e Pedro Beicht) e uma operada pelo DAEE (Penha).

- **Rede Pluviométrica**

A BAT possui um total de 176¹⁰ Estações de Monitoramento de Chuvas, sendo 149 delas equipadas com pluviômetros e 27 pluviógrafos. Tal configuração representa 1 posto por 40 km², superando a densidade mínima recomendada pela *World Meteorological Organization* (WMO), que sugere pelo menos um posto a cada 150 a 250 km² em regiões montanhosas, que é o caso das cabeceiras da BAT, e 600 a 900 km² em regiões planas com mesmo clima, para o caso das várzeas situadas na área de estudo.

Essa rede atende também contém 15,5% de pluviógrafos, quando o recomendado pelo WMO é de, no mínimo, 10% dos postos pluviométricos. Dessa forma, a amostragem em termos de cobertura é adequada.

Já a Deliberação CRH nº146, de 11 de dezembro de 2012, por sua vez, estabelece a unidade de Abrangência do Monitoramento (Indicador R.04-A) determinado pelo número de estações de monitoramento, por 1.000 km² de área da bacia, acarretando para a BAT o indicador de 30,48.

⁹ Estações do tipo “F” e “D” ou estações com registros de níveis d’água e medições de descarga líquida. As estações exclusivamente dos tipos “F” (liminimétrica), “S” (sedimentométrica), “Q” (qualidade da água) e “T” (telemétrica) foram descartadas.

¹⁰ Levantamento com base nos postos pluviométricos disponíveis no site da Agência Nacional de Águas (hidroweb.ana.gov.br/).

3.2. Disponibilidade Hídrica Subterrânea

A BAT engloba os domínios da Bacia Sedimentar de São Paulo (1.452 km²), onde se assentou a própria metrópole, e das rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino (4.323 km²) que a circundam, a leste a Serra do Mar, a oeste e norte, a Serra da Mantiqueira, a nordeste, o divisor de águas com a bacia do rio Paraíba do Sul e ao sul, os morros que fazem os limites de bacia com o rio Juquiá, contribuinte da Bacia do Vale do Ribeira, UGRHI-11. Esse contexto geológico define os seguintes sistemas aquíferos: Sedimentar e Fraturado.

Segundo o PBH-AT-2009, o Sistema Aquífero Fraturado (SAF) apresenta vazão média de 11,7 m³/h, embora se reconheçam produtividades diferenciadas segundo o tipo de litologia dos aquíferos. Basicamente, é possível distinguir duas unidades: uma associada às rochas granitóides (Aquífero de Rochas Granitóides) e outra associada às rochas metassedimentares (Aquífero de Rochas Metassedimentares).

Ressalta-se neste último grupo os aquíferos em rochas metacarbonáticas, que apresentam capacidade específica média individual nos poços de 1,8 m³/h/m, contra valores de 0,2 a 0,5 m³/h/m das unidades de rochas granitóides e metassedimentares, respectivamente.

O Sistema Aquífero Sedimentar (SAS), embora recobrando apenas 25% da área da bacia hidrográfica, é o mais intensamente explorado. Este sistema é livre a semi-confinado, de porosidade primária e bastante heterogênea. No SAS foi possível identificar duas unidades: uma associada à Formação São Paulo, com capacidade específica (Q/s) média de 0,3 m³/h/m e outra à Formação Resende, mais produtiva, com Q/s média de 0,9 m³/h/m.

Os volumes máximos passíveis de serem extraídos de um aquífero estão intimamente associados: (i) à sua recarga, ou seja, a quantidade de água que ingressa no aquífero, seja naturalmente ou artificialmente, ao longo do tempo; (ii) às interferências que os poços provocam no aquífero; (iii) à manutenção dos fluxos de base em corpos de água superficial, quer rios, reservatórios e lagos; e (iv) à indução de água de baixa qualidade pela mudança das direções de fluxo devido ao bombeamento. Portanto, uma vazão de exploração sustentável ou segura (*safe yield*) será aquela que cumpra com esses requerimentos.

Uma exploração sustentável será uma fração do volume recarregado do aquífero. Extrações superiores a esse valor podem causar problemas, redundando até em perda do recurso. Mas, mesmo quando as vazões totais extraídas estejam dentro desse limite em uma dada bacia, a potencialidade do aquífero estará também associada à densidade de poços existentes na área.

Em uma situação de intensa exploração, como a verificada na BAT, os processos de outorga de novas captações e de avaliação das já existentes deveriam levar em conta principalmente a recarga da sub-bacia, onde a nova captação está inserida, e a proximidade de outros poços existentes, analisando-se conjuntamente essas duas componentes, a fim de minimizar os impactos e manter a extração dentro de níveis aceitáveis. De outro lado, a limitação na exploração deverá também considerar as áreas contaminadas.

3.2.1. Recarga

O PBH-AT (2009) analisou a recarga com base nos poucos estudos existentes, ressaltando a grande dificuldade em se estimar a recarga em áreas altamente urbanizadas, como as encontradas na BAT. Os estudos do PBH-AT (2009) avaliaram as reservas e o regime de exploração de forma indicativa, mostrando taxas de recarga globais aplicadas à toda a bacia, não caracterizando regiões dentro da mesma. Quanto à recarga dos aquíferos da BAT o PBH-AT (2009), apresentou a **Tabela 3.8**.

Tabela 3.8 - Recarga dos aquíferos nas sub-bacias da BAT

Sub-bacias	Área não impermeabilizada	Recarga natural (355 mm/ano)	Recarga zona urbana (437 mm/ano)	Recarga total (mm/ano)
Penha-Pinheiros	32%	114	297	411
Billings- Tamanduateí	60%	213	175	388
Pinheiros- Pirapora	70%	249	131	380
Cabeceiras	76%	270	105	375
Cotia- Guarapiranga	84%	298	70	368
Juqueri- Cantareira	85%	302	66	367

Fonte: PBH-AT (2009)

Apesar da sub-bacia Penha-Pinheiros possuir apenas 32% de área não impermeabilizada possui a maior recarga (411 mm/ano) devido à grande contribuição antrópica para a recarga dos aquíferos.

3.2.2. Vazões Seguras de Exploração

Para a determinação das vazões seguras de exploração, o PBH-AT (2009) utilizou dois conceitos: (i) reservas reguladoras ou dinâmicas; e, (ii) reservas exploráveis ou a disponibilidade efetiva.

A primeira corresponde à totalidade da recarga do sistema aquífero, que é uma parcela da água infiltrada no solo. Em condições naturais essa vazão se iguala à aquela restituída pelos aquíferos aos rios, alimentando suas vazões de base. A este volume pode também ser acrescida a água infiltrada não intencionalmente no solo, a partir das perdas das redes de distribuição de água e de coleta de esgoto.

Já a segunda, corresponde a uma fração de 50% das reservas reguladoras, ou seja, da recarga. Nesse cálculo, restam 50% da recarga que se destinaria a alimentar os rios (fluxo de base) e cumprir várias funções, incluindo diluição de efluentes, manutenção de água no leito em estiagem e transporte de detritos no canal. A **Tabela 3.9** apresenta as reservas reguladoras para as sub-bacias da BAT.

Tabela 3.9 - Reservas reguladoras para as sub-bacias da BAT

Sub-bacias	Recarga total (mm/ano)*	Recarga total (Mm ³ /km ² /ano)	Área (km ²)	Reserva reguladora (mm ³ /ano)	Reserva reguladora (m ³ /s)
Penha-Pinheiros	411	0,411	798	328	10
Billings- Tamanduateí	388	0,388	824	320	10
Jusante Pinheiros- Pirapora	380	0,380	520	198	6
Cabeceiras	375	0,375	1.914	717	23
Cotia- Guarapiranga	368	0,368	866	319	10
Juqueri-Cantareira	367	0,367	852	313	10
Total	-	-	5.775	2.194	70

* Cálculo de recarga segundo o tipo de ocupação do terreno.

Fonte: PBH-AT (2009)

A partir das reservas reguladoras, calculam-se as reservas exploráveis, que para a BAT representa 50% da recarga, sem afetar o fluxo de base, as quais estão apresentadas na **Tabela 3.10**.

Tabela 3.10 - Reservas exploráveis para as sub-bacias da BAT

Sub-bacias	Reserva reguladora (m ³ /s)	Reservas exploráveis 50% Reserva reguladora (m ³ /s)
Penha-Pinheiros	10,4	5,2
Billings-Tamanduateí	10,1	5,1
Jusante Pinheiros-Pirapora	6,3	3,1
Cabeceiras	22,7	11,4
Cotia-Guarapiranga	10,1	5,1
Juqueri-Cantareira	9,9	5
Total	69,6	34,8

Fonte: PBH-AT (2009)

Considerando-se que as reservas exploráveis para a BAT são de 34,8 m³/s e uma vazão média contínua de 120 m³/dia por poço, o PBH-AT (2009) estimou que estas reservas seriam suficientes

para 25.000 poços homoganeamente distribuídos na área da BAT. No entanto, os poços não estão distribuídos homoganeamente nessa bacia. Há forte concentração de poços na sub-bacia Penha-Pinheiros, bem como um incremento de novos poços para a zona oeste da bacia, causando em algumas áreas uma exploração superior às capacidades de recarga do aquífero. Esse problema é mais grave quando se constata que essas áreas de expansão estão associadas ao Sistema Aquífero Fraturado (SAF), como exposto no PBH-AT (2009).

Finalmente, mesmo quando as extrações se encontram dentro dos limites das reservas explotáveis de água, as características hidráulicas dos aquíferos mostram que o adensamento de obras de captação pode provocar problemas localizados de forte rebaixamento dos níveis aquíferos, devido à interferência entre poços. Neste último caso, é importante a intervenção dos órgãos responsáveis para controlar as extrações e as perfurações de novos poços, sob pena de conflitos entre usuários e perda significativa do recurso hídrico subterrâneo.

No PBH-AT (2009) foram estimados que aproximadamente 11 m³/s sejam extraídos dos sistemas aquíferos da bacia através de 7.000 a 8.000 poços tubulares em operação, de um universo de mais de 12.000 poços perfurados, considerando-se, por poço, uma captação contínua de 120 m³/dia. Essa vazão mostra a importância do recurso subterrâneo e os problemas que poderão surgir caso estes usuários voltassem ao abastecimento público

No período 2013-2016, provavelmente em decorrência da crise hídrica ocorrida, a BAT apresentou um aumento da vazão outorgada para água subterrânea de 15,7%, conforme disposto no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da BAT – 2017, atingindo em 2016, 4.288 outorgas. Essa crise hídrica fomentou a realização de novos estudos de disponibilidade hídrica subterrânea, que até então eram escassos. São eles: (i) o Regionalização de Diretrizes de Utilização e Proteção das Águas Subterrâneas (DAEE/UNESP); e, (ii) Diagnóstico da Disponibilidade Hídrica Subterrânea em Contribuição ao Plano de Contingência de Abastecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo (SABESP/CEPAS-USP). Esses estudos serão incorporados nos relatórios subsequentes do presente plano, aprofundando-se a análise desse tema.

3.2.3. Indicador de Disponibilidade de Água Subterrânea

A Deliberação CRH nº146, de 11 de dezembro de 2012, estabelece o indicador para a disponibilidade de águas subterrâneas através do parâmetro E.05-A (Disponibilidade per capita de água subterrânea), calculado em função da reserva explorável (m³/ano). No entanto não estabelece valor de referência para esse parâmetro. A **Tabela 3.11** aponta os valores obtidos para a UGRHI 06 e seus respectivos municípios.

Tabela 3.11 - Indicador E.05-A - Disponibilidade per capita subterrânea (m³/hab.ano)

Nome do Município	E.05-A - Disponibilidade per capita subterrânea (m ³ /hab.ano)
Arujá	67,74
Barueri	17,31
Biritiba Mirim	1.279,81
Caieiras	66,44
Cajamar	117,87
Carapicuíba	6,55
Cotia	81,20
Diadema	4,76
Embu das Artes	17,06
Embu-Guaçu	153,12
Ferraz de Vasconcelos	10,34
Francisco Morato	19,00
Franco da Rocha	59,10
Guarulhos	15,04
Itapecerica da Serra	61,99
Itapevi	25,53
Itaquaquecetuba	13,50

Continua...

Tabela 3.12 - Indicador E.05-A - Disponibilidade per capita subterrânea (m³/hab.ano) (cont.)

Nome do Município	E.05-A - Disponibilidade per capita subterrânea (m³/hab.ano)
Jandira	10,74
Juquitiba	2179,35
Mairiporã	216,70
Mauá	8,53
Mogi das Cruzes	111,75
Nazaré Paulista	983,58
Osasco	6,08
Paraibuna	2204,56
Pirapora do Bom Jesus	377,65
Poá	11,28
Ribeirão Pires	56,70
Rio Grande da Serra	53,14
Salesópolis	1.660,28
Santana de Parnaíba	84,65
Santo André	17,45
São Bernardo do Campo	49,98
São Caetano do Sul	8,37
São Lourenço da Serra	1332,5
São Paulo	11,06
São Roque	168,49
Suzano	45,14
Taboão da Serra	5,88
Vargem Grande Paulista	38,72

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 2017 – Ano base 2016

3.3. Mudanças Climáticas e Eventos Críticos

Os conceitos e fundamentos ligados à segurança hídrica, em nível mundial, passam pela sua associação com as **mudanças climáticas**, conforme indicado no Plano Nacional sobre Mudança do Clima (2008) e no recente Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA; 2016) e em outros documentos nacionais elaborados nos últimos anos, além das definições da ONU, que destacam a necessidade de se garantir água em quantidade e qualidade para o abastecimento humano e, também, a adaptação dos territórios à intensificação dos eventos extremos.

A importância dos eventos climáticos extremos no Brasil é indiscutível, conforme demonstram os resultados do Painel de Mudanças Climáticas da ONU (IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*), e a perceptível evolução de tais eventos desde a década de 60. A associação entre as mudanças climáticas e a diminuição (ou aumento) das vazões máximas/mínimas, frequência de cheias e secas agudas (e respectivos eventos de precipitação incomuns), magnitude e intensidade de eventos críticos extremos, é crescentemente perceptível.

Os sucessivos e recorrentes problemas relacionados a secas e cheias, desde 2010, acentuaram a discussão sobre o enfrentamento de crises e eventos críticos, sobretudo em regiões com altas concentrações populacionais, áreas conurbadas e metrópoles, como é o caso da BAT. Nos últimos oito anos, a UGRHI 06 passou por eventos climáticos extremos opostos: entre os anos de 2009 e 2011, presenciaram-se eventos de chuvas extremamente intensas, em dias consecutivos, causando graves inundações; em contrapartida, durante os anos de 2013 a 2015, registrou-se um período de estiagem, que correspondeu à denominada crise hídrica, que atingiu principalmente a UGRHI 05 (PCJ), mas com grandes impactos no abastecimento da BAT. A seguir são descritos em maiores detalhes os eventos críticos mencionados.

- **Eventos Extremos: Chuvas de 2009-2010 na Bacia do Alto Tietê**

Na **Figura 3.4** pode-se verificar a precipitação compreendida entre julho de 2009 e janeiro de 2010 na BAT, onde nota-se que a precipitação foi sistematicamente acima das médias mensais.

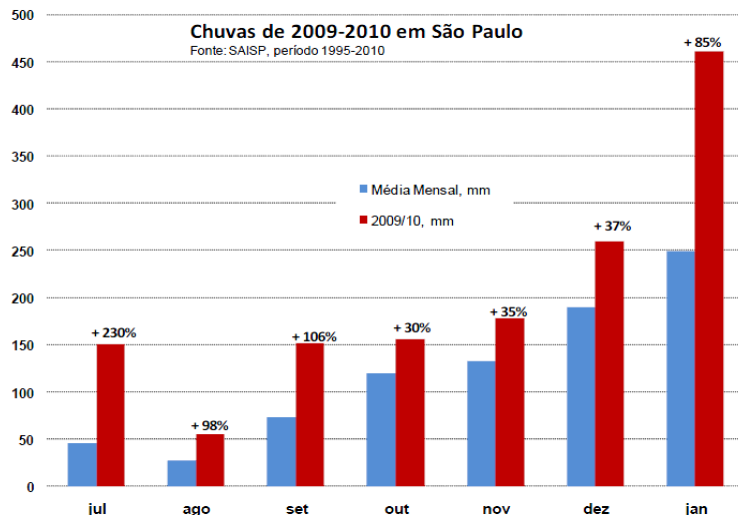


Figura 3.4 - Precipitação compreendida entre julho de 2009 e janeiro de 2010 na BAT

• **Eventos Extremos: Estiagem de 2013-2015 na Bacia do Alto Tietê**

Entre 2013 e 2015 observou-se a situação mais crítica para os sistemas Cantareira e Alto Tietê. No decorrer do ano de 2014, a vazão afluente ao sistema Cantareira atingiu níveis médios quase 50% inferiores aos mínimos registrados nos anos de 1953-954, biênio com os índices mais críticos até então. As baixas precipitações combinada com a retirada de água para abastecer a população e o calor acima da média, observado nos meses de verão, levou à contínua queda do nível das represas que compõem o sistema Cantareira. Em outubro de 2014, ao invés da chegada das chuvas, a situação começou a se agravar. Entre outubro de 2014 e janeiro de 2015, a vazão afluente atingiu apenas 31% da média histórica. Em socorro ao sistema Cantareira, o mais afetado pela seca, o sistema Alto Tietê foi a primeira alternativa. A população atendida pelo sistema saltou de 3,8 milhões de pessoas para 5 milhões em dezembro de 2013. Um ano após começar a ser usado como reforço do sistema Cantareira, em dezembro de 2014, o sistema chegou a ter apenas 4,2% da capacidade. A **Figura 3.5** apresenta os índices de armazenamento e pluviometria do Sistema Cantareira para o período de estiagem de 2013 a 2015.

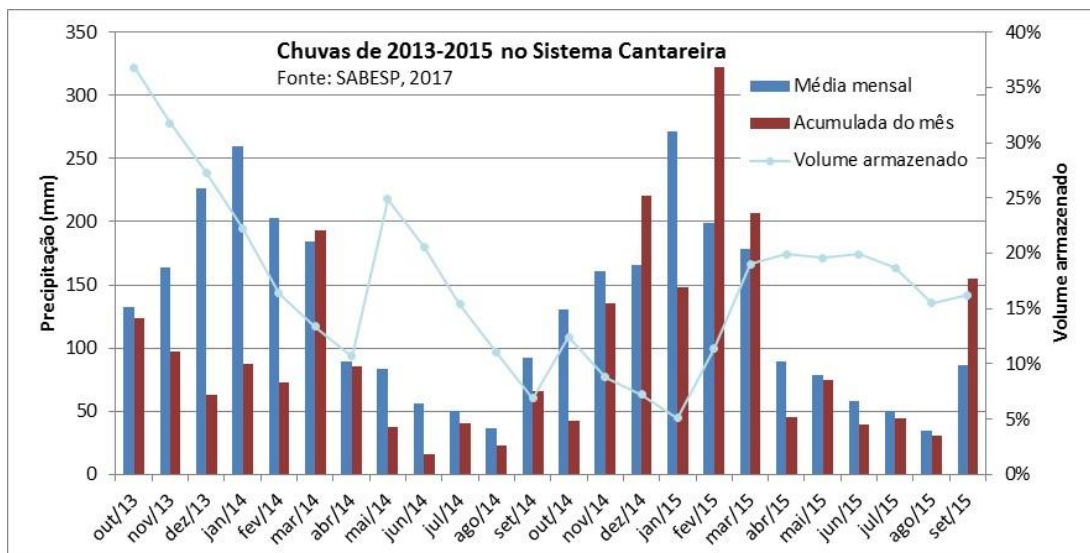
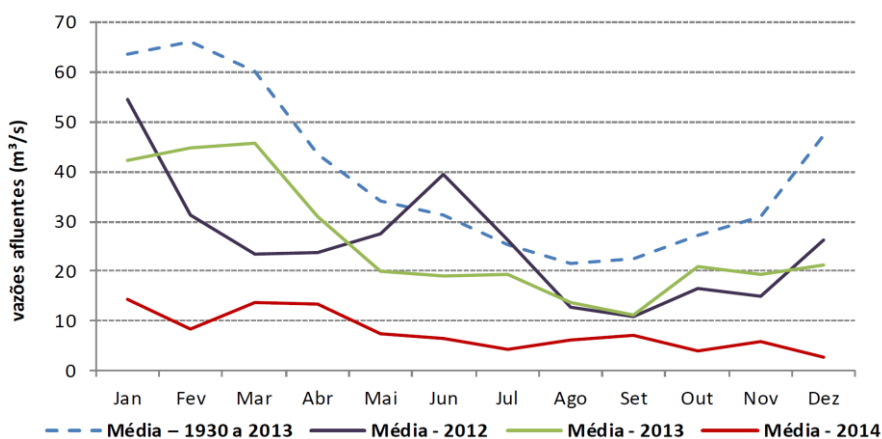


Figura 3.5 - Eventos Extremos: Estiagem de 2013-2015 no Sistema Cantareira – SABESP

A **Figura 3.6** apresenta uma comparação das vazões afluentes ao Sistema Cantareira em diferentes períodos históricos. A média registrada entre os anos de 1931 a 2013 serve como referência para outros dois períodos de estiagem: 1953, o mais seco registrado até o momento; e o ano de 2014, inferior a qualquer parâmetro já visto.



Fonte: Bol. Diário ANA/DAEE de monitoramento do sistema Cantareira (Situação do Sistema Equivalente – 24/02/2015)

Figura 3.6 - Vazões Afluentes ao Sistema Cantareira

As baixas vazões afluentes aos sistemas de abastecimento de água da BAT nos anos de 2013 e 2014, provocou a drástica redução da disponibilidade hídrica no sistema integrado metropolitano, não garantindo as demandas da bacia, o que resultou na maior crise hídrica já verificada, atingindo a todos os segmentos econômicos e sociais da RMSP. O impacto sobre o abastecimento da região foi parcialmente amortecido pela utilização da reserva técnica.

No dia 16 de maio de 2014, com o nível do Sistema Cantareira a 8,2% (80,53 hm³) de sua capacidade total, foram incorporados ao volume útil 182,5 bilhões de litros, correspondentes à primeira cota da reserva técnica. Com a ampliação do volume total o percentual de água disponível no sistema passou para 26,7% (263,03 hm³), porcentagem em relação ao volume útil (982,0 hm³). Com a permanência da estiagem, o volume útil do Sistema Cantareira (982,0 hm³) se esgotou no dia 11 de julho de 2014. No dia 24 de outubro de 2014, a Sabesp passou a contabilizar mais 10,7% no nível do sistema, referentes aos 105 bilhões de litros da segunda cota da reserva técnica. Quando o volume passou a ser contabilizado, a medição saltou de 2,8% (27,47 hm³) para 13,6% (132,43 hm³).

No dia 15 de novembro de 2014, o nível do Cantareira chegou a 10,6%, o que significava que a primeira reserva técnica do Sistema Cantareira tinha se esgotado. No dia 19 de dezembro, o Cantareira chegou, contando com a segunda cota da reserva técnica, aos 6,7 pontos percentuais, se mantendo nessa cota até o dia 23 de dezembro, data em que o nível voltou a subir. As chuvas acumuladas no mês de março de 2015 foram de 206,5 mm, superior à média histórica para esse mês que era de 178 mm. No entanto, o volume do sistema Cantareira só voltou a se restabelecer em outubro de 2015, quando se iniciou um novo ano hidrológico.

No PBH-AT (2009), observou-se altas garantias de atendimento do sistema Cantareira, porém com déficits de grande magnitude, indicando a necessidade de contar com regras operacionais, tal qual o procedimento de operação dos reservatórios desse sistema através das curvas de aversão ao risco, envidando o colapso do abastecimento público da RMSP. Entre outras medidas adotadas para garantia da segurança hídrica destacam-se: (i) Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013); (ii) aceleração das obras do Sistema Produtor São Lourenço (SPSL); (iii) obras emergenciais da interligação do ribeirão Guaió e do braço Rio Grande da Billings com o reservatório Taiaçupeba; (iv) contratação das obras da interligação do reservatório Jaguari (UGRHI 02) para o reservatório Atibainha; (v) ações de gestão de demandas como a redução de pressões na rede em períodos noturnos; e, (vi) Plano de Contingência para o Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo, elaborado pelo Comitê Crise Hídrica (CCH).

3.3.1. Indicador para a Enchente e Estiagem

A Deliberação CRH nº146, de 11 de dezembro de 2012, estabelece o indicador para a enchente e estiagem através do parâmetro E.08-B (Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco (abr/set) abaixo da média. O valor calculado para esse indicador na BAT foi 78%.

4. DEMANDAS POR RECURSOS HÍDRICOS

As demandas, consuntivas e não consuntivas, são elementos essenciais para a gestão de recursos hídricos em uma bacia hidrográfica. Analisando-se os dados do passar dos anos observa-se que as demandas existentes vêm aumentando, muito em função do crescimento populacional, da mudança de hábitos de consumo e do incremento de produção industrial e agrícola. Portanto, o estudo das demandas se faz importante, uma vez que introduz questões que subsidiam discussões de gestão territorial, de uso e ocupação do solo e de consumo hídrico das diversas tipologias de usos estudadas.

Para o recorte territorial analisado no presente Plano, foram levantados e avaliados alguns documentos, planos e estudos já realizados, com a finalidade de se compreender a evolução das demandas, bem como as metodologias aplicadas nos mesmos. Portanto, neste capítulo, serão apresentados os resultados do PBH-AT (2009), do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 2017 – Ano Base 2016 (FABHAT, 2017), do primeiro relatório do PBH-AT (ano base 2016-2035) e também do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013), além dos resultados obtidos através das metodologias consolidadas e aplicadas para o estudo atual – PBH-AT (2018).

4.1. Situação atual das demandas na UGRHI 06

As demandas estimadas pelo PBH-AT (2009) totalizam 80.900,78 l/s, onde foram considerados os usos para o abastecimento público, industrial e agricultura, para o mesmo recorte territorial adotado na atualização do Plano e, considerando o cenário tendencial de 2015.

O estudo de demandas que fez parte do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013) estimou para o ano de 2015 uma demanda total para a UGRHI 06 (abrangência de 34 municípios) de 89.046,97 l/s, englobando os usos urbanos, industriais e de irrigação.

Já o Relatório I do PBH-AT (Ano base 2016-2035), considera as demandas outorgadas pelo DAEE para os usos industriais, urbanos, rurais e outros usos, resultando em uma demanda total de 74.900 l/s para a UGRHI 06. Segundo o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 2017 – Ano Base 2016 (FABHAT, 2017), a vazão outorgada total para a UGRHI 06 neste período, para o abastecimento público, industrial, uso rural, soluções alternativas e outros usos, foi de 55.456,68l/s.

Observam-se divergências nos resultados obtidos pelos estudos citados, que podem estar relacionadas às metodologias aplicadas para a estimativa dessas demandas e também à área de abrangência considerada. No RS 2017 e no Relatório I do PBH-AT (ano base 2016-2035), as demandas foram calculadas com base nas outorgas concedidas pelo DAEE e foram considerados 34 municípios em sua área de abrangência; já no PBH-AT (2009), além das outorgas, as demandas foram estimadas com base nos dados do Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP (PDAA, 2006) e, para a irrigação, no consumo específico médio anual, obtido através do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH 2004-2007), em um território composto por 37 municípios.

Portanto, o entendimento do recorte territorial considerado em cada estudo citado e no presente PBH-AT (2018) é importante, para que as comparações pertinentes possam ser feitas de forma correta. Dessa forma, o **Quadro 4.1** relaciona os municípios considerados em cada estudo um destes estudos.

Quadro 4.1 - Municípios abrangidos em cada estudo considerado

Código IBGE	Município	UF	PBH-AT (2009)	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (2013)	Relatório de Situação 2017 (FABHAT, 2017)	Relatório I do PBH-AT (Ano base 2016-2035)	PBH-AT (2018)
3503901	Arujá	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3505708	Barueri	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3506607	Biritiba Mirim	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3509007	Caieiras	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3509205	Cajamar	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3510609	Carapicuíba	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3513009	Cotia	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3513801	Diadema	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3515004	Embu das Artes	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3515103	Embu-Guaçu	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3516309	Francisco Morato	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3516408	Franco da Rocha	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3518800	Guarulhos	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3522505	Itapevi	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3523107	Itaquaquecetuba	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3525003	Jandira	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3526209	Juquitiba	SP	✓	X	X	X	✓
3528502	Mairiporã	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3529401	Mauá	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3530607	Mogi das Cruzes	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3532405	Nazaré Paulista	SP	X	X	X	X	✓
3534401	Osasco	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3535606	Paraibuna	SP	X	X	X	X	✓
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3539806	Poá	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3543303	Ribeirão Pires	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3544103	Rio Grande da Serra	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3545001	Salesópolis	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3547304	Santana de Parnaíba	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3547809	Santo André	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3548708	São Bernardo do Campo	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3548807	São Caetano do Sul	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3549953	São Lourenço da Serra	SP	✓	X	X	X	✓
3550308	São Paulo	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3550605	São Roque	SP	X	X	X	X	✓
3552502	Suzano	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3552809	Taboão da Serra	SP	✓	✓	✓	✓	✓
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	✓	X	X	X	✓
TOTAL			37	34	34	34	40

A **Tabela 4.1** apresenta os resultados das estimativas de demandas obtidos nos estudos anteriormente citados, considerando-se os respectivos recortes territoriais e metodologias específicas.

Tabela 4.1 - Demandas estimadas em diferentes estudos

Estudo	Demandas estimadas	Fontes adotadas	Demanda (l/s)	Ano do dado
Relatório I do PBH-AT (Ano base 2016-2035)	Abastecimento urbano, industrial, uso rural e outros usos	- Outorgas DAEE	74.900,00	2015
Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da BAT 2017 – Ano Base 2016 (FABHAT, 2017)	Abastecimento público, industrial, uso rural, soluções alternativas e outros usos.	- Outorgas DAEE	55.456,68	2016
PBH-AT (2009)	Abastecimento público, industrial e agricultura.	- PDAA 2006; - Outorgas DAEE - Consumo específico médio anual - irrigação (PERH 2004/2007)	80.900,78	2015 (projeção)
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (2013)	Urbano, irrigação e industrial.	- Sabesp - SNIS - Produção Pecuária Municipal - Censo Agropecuário 2006 - PERH 2004/2007 - Outorgas DAEE	89.046,97	2015 (projeção)

A **Tabela 4.2** a seguir dá destaque para as demandas totais dos municípios pertencentes à área de estudo abrangida no PBH-AT (2018), conforme dados constantes no PBH-AT (2009), no estudo da Macrometrópole e no recente Relatório de Situação 2017. Não são apresentados os dados do Relatório I do PBH-AT (Ano base 2016-2035) na **Tabela 4.2**, pois este documento não relacionou a demanda por município, mas somente o total da UGRHI.

Tabela 4.2 - Demandas estimadas por município

Código IBGE	Município	UF	PBH-AT (2009) (projeção para 2015)		Macrometrópole (2013) (projeção para 2015)		Relatório de Situação 2017 (dados 2016)	
			l/s	%	l/s	%	l/s	%
3503901	Arujá	SP	403,68	0,50%	315,78	0,35%	18,63	0,03%
3505708	Barueri	SP	1.510,00	1,87%	1.237,56	1,39%	121,72	0,22%
3506607	Biritiba Mirim	SP	927,62	1,15%	1.501,77	1,69%	754,7	1,36%
3509007	Caieiras	SP	383,66	0,47%	708,13	0,80%	210,7	0,38%
3509205	Cajamar	SP	203,49	0,25%	499,28	0,56%	269,45	0,49%
3510609	Carapicuíba	SP	1.514,00	1,87%	1.401,02	1,57%	1.079,00	1,95%
3513009	Cotia	SP	1.244,51	1,54%	975,76	1,10%	1.313,79	2,37%
3513801	Diadema	SP	1.320,00	1,63%	1.305,77	1,47%	123,39	0,22%
3515004	Embu das Artes	SP	788,49	0,97%	960,30	1,08%	185,14	0,33%
3515103	Embu-Guaçu	SP	365,36	0,45%	210,99	0,24%	85,68	0,15%
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	423,53	0,52%	564,15	0,63%	2,72	0,00%
3516309	Francisco Morato	SP	617,14	0,76%	526,51	0,59%	10,52	0,02%
3516408	Franco da Rocha	SP	676,51	0,84%	629,84	0,71%	88,88	0,16%
3518800	Guarulhos	SP	4.827,91	5,97%	5.021,36	5,64%	812,06	1,46%
3522208	Itapecerica da Serra	SP	670,55	0,83%	550,94	0,62%	54,56	0,10%
3522505	Itapevi	SP	681	0,84%	836,30	0,94%	140,4	0,25%
3523107	Itaquaquecetuba	SP	1.247,10	1,54%	1.402,44	1,57%	46,03	0,08%
3525003	Jandira	SP	541	0,67%	340,54	0,38%	15,21	0,03%
3526209	Juquitiba	SP	120	0,15%	-	-	-	-
3528502	Mairiporã	SP	357,46	0,44%	462,32	0,52%	2.318,92	4,18%
3529401	Mauá	SP	1.511,22	1,87%	1.925,54	2,16%	80,1	0,14%
3530607	Mogi das Cruzes	SP	3.077,71	3,80%	3.365,27	3,78%	1.535,91	2,77%
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	-	-	-	-	-
3534401	Osasco	SP	2.587,00	3,20%	2.795,26	3,14%	146,96	0,26%
3535606	Paraibuna	SP	-	-	-	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	143	0,18%	69,18	0,08%	68,08	0,12%
3539806	Poá	SP	362,12	0,45%	382,47	0,43%	19,07	0,03%

Continua...

Tabela 4.2 - Demandas estimadas por município (cont.)

Código IBGE	Município	UF	PBH-AT (2009)		Macrometrópole (2013)		Relatório de Situação 2017 (dados 2016)	
			(projeção para 2015)		(projeção para 2015)		(dados 2016)	
			l/s	%	l/s	%	l/s	%
3543303	Ribeirão Pires	SP	395,84	0,49%	370,31	0,42%	13,44	0,02%
3544103	Rio Grande da Serra	SP	119,19	0,15%	120,63	0,14%	111,82	0,20%
3545001	Salesópolis	SP	218,21	0,27%	114,34	0,13%	2.553,98	4,61%
3547304	Santana de Parnaíba	SP	638	0,79%	497,63	0,56%	311,48	0,56%
3547809	Santo André	SP	2.187,00	2,70%	2.656,51	2,98%	702,63	1,27%
3548708	São Bernardo do Campo	SP	3.059,46	3,78%	4.091,08	4,59%	5.905,90	10,65%
3548807	São Caetano do Sul	SP	551	0,68%	621,44	0,70%	34,4	0,06%
3549953	São Lourenço da Serra	SP	72	0,09%	54,46	0,06%	-	-
3550308	São Paulo	SP	44.821,19	55,40%	47.261,70	53,08%	19.154,90	34,54%
3550605	São Roque	SP	-	-	-	-	-	-
3552502	Suzano	SP	1.240,83	1,53%	4.331,78	4,86%	17.061,58	30,77%
3552809	Taboão da Serra	SP	857	1,06%	938,64	1,05%	104,93	0,19%
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	237	0,29%	-	-	-	-
TOTAL			80.900,78	100,00%	89.046,97	100,00%	55.456,68	100,00%

- Municípios com contribuições expressivas em relação ao total
- Municípios não considerados nos estudos

Inicialmente, a análise da Tabela mostra a importância da padronização metodológica nos estudos de demandas e da definição da área de abrangência do estudo, que fica evidenciada através da discrepância identificada nos valores relacionados.

Analisando tão somente as demandas identificadas no PBH-AT (2009), observa-se que os municípios que possuem maiores demandas são Mogi das Cruzes (3.077,71 l/s), Guarulhos (4.827,91 l/s) e São Paulo (44.821,19 l/s), sendo este último responsável por 55,40% da demanda total para a UGRHI 06, no recorte territorial considerado. Os dados obtidos pelo estudo da Macrometrópole mostram que Suzano (4.331,78 l/s), Guarulhos (5.021,36 l/s) e São Paulo (47.261,70 l/s) são, juntos, responsáveis por 63,58% da demanda total considerada. Analisando os dados de demandas do Relatório de Situação 2017, essa expressividade se repete, apesar de não ser nas mesmas proporções, para os municípios de São Paulo (19.154,90 l/s) e Mogi das Cruzes (1.535,91 l/s). No RS 2017, outros municípios apresentaram demanda significativa: São Bernardo do Campo (5.905,90 l/s) e Suzano (17.061,58 l/s).

Portanto, apesar das discrepâncias de valores e independentemente da metodologia adotada, pode-se afirmar que os municípios que mais demandam água para os diversos usos são: São Paulo, Guarulhos, Suzano, Mogi das Cruzes e São Bernardo do Campo.

Os itens a seguir destacam a metodologia proposta pelo Consórcio COBRAPE/JNS para o cálculo das demandas no âmbito do PBH-AT (2018) e apresenta os resultados dos indicadores previstos na Deliberação no 146/2012, relacionados à quantificação destas demandas.

4.2. Metodologias e Estimativas de Cálculo de Demandas

O estudo de demandas realizado no PBH-AT (2018) considerou as seguintes finalidades de uso: (i) abastecimento urbano, composto pelas demandas domésticas, de comércio e serviços; (ii) abastecimento industrial atendido pelo sistema público; (iii) abastecimento industrial isolado; (iv) irrigação; (v) dessedentação animal; (vi) abastecimento humano rural; (vii) outros usos; (viii) lançamento de efluentes domésticos em rede de esgoto; e, (ix) lançamento de efluentes industriais. A seguir, apresenta-se a metodologia adotada para a estimativa das demandas atuais.

4.2.1. Demandas Urbanas

As demandas urbanas foram estimadas considerando-se as parcelas referentes ao abastecimento público (abastecimento doméstico, de comércio e serviços) e ao abastecimento industrial, correspondente às indústrias ligadas na rede e aquelas consideradas isoladas, conforme pode ser observado adiante.

4.2.1.1. Abastecimento Público

No PBH-AT (2009) a demanda para o abastecimento público foi estimada, para o ano de 2015, como sendo igual a 75.521,00 l/s, considerando-se a área de abrangência do estudo. Já o estudo realizado na Macrometrópole resultou numa demanda destinada para o abastecimento público, na UGRHI 06, igual a 74.810,00 l/s. O RS 2017 estimou a demanda para o abastecimento público, baseando-se nos dados constantes no cadastro de outorgas do DAEE, como sendo de 46.288,10 l/s, o que corresponde a cerca de 83% da demanda total estimada neste estudo para a UGRHI 06. Tais dados podem ser observados, por município, da **Tabela 4.3** a seguir.

Tabela 4.3 - Demanda para o Abastecimento Público estimada por município, segundo dados do PBH-AT (2009), Macrometrópole (2013) e Relatório de Situação 2017 (FABHAT, 2017)

Código IBGE	Município		PBH-AT (2009)	Macrometrópole (2013)	Relatório de Situação 2017
	Nome	UF	(Projeção para 2015) (l/s)	(Projeção para 2015) (l/s)	(dados 2016) (l/s)
3503901	Arujá	SP	325,0	260,00	0,00
3505708	Barueri	SP	1.460,0	1.178,00	41,70
3506607	Biritiba Mirim	SP	89,0	63,00	109,70
3509007	Caieiras	SP	373,0	279,00	0,00
3509205	Cajamar	SP	200,0	429,00	141,80
3510609	Carapicuíba	SP	1.503,0	1.379,00	1.050,00
3513009	Cotia	SP	1.063,0	724,00	1.250,00
3513801	Diadema	SP	1.300,0	1.189,00	0,00
3515004	Embu das Artes	SP	759,0	739,00	0,00
3515103	Embu-Guaçu	SP	349,0	203,00	72,00
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	417,0	533,00	0,00
3516309	Francisco Morato	SP	612,0	524,00	0,00
3516408	Franco da Rocha	SP	593,0	538,00	47,60
3518800	Guarulhos	SP	4.636,0	4.087,00	309,30
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	558,0	490,00	15,90
3522505	Itapevi	SP	679,0	732,00	38,00
3523107	Itaquaquecetuba	SP	1.192,0	1.313,00	0,30
3525003	Jandira	SP	535,0	334,00	0,00
3526209	Juquitiba	SP	119,0	-	-
3528502	Mairiporã	SP	357,0	199,00	2.279,60
3529401	Mauá	SP	1.428,0	1.379,00	0,00
3530607	Mogi das Cruzes	SP	1.257,0	1.271,00	1.132,90
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	2.500,00	-
3534401	Osasco	SP	2.553,0	-	0,80
3535606	Paraibuna	SP	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	143,0	60,00	64,00
3539806	Poá	SP	349,0	341,00	0,00
3543303	Ribeirão Pires	SP	358,0	345,00	0,00
3544103	Rio Grande da Serra	SP	110,0	118,00	100,00
3545001	Salesópolis	SP	42,0	25,00	2.546,50
3547304	Santana de Parnaíba	SP	624,0	464,00	132,50
3547809	Santo André	SP	2.156,0	2.132,00	150,00
3548708	São Bernardo do Campo	SP	2.991,0	3.587,00	5.570,90
3548807	São Caetano do Sul	SP	527,0	590,00	3,10
3549953	São Lourenço da Serra	SP	72,0	-	-
3550308	São Paulo	SP	43.789,0	45.014,00	16.230,50
3550605	São Roque	SP	-	-	-
3552502	Suzano	SP	930,0	890,00	15.001,00
3552809	Taboão da Serra	SP	839,0	901,00	0,00
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	234,0	-	-
TOTAL			75.521,00	74.810,00	46.288,10

- Municípios com contribuições expressivas em relação ao total.

- Municípios não considerados nos estudos

Fonte: Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT, 2009); Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013); e Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 2017 – Ano Base 2016 (FABHAT 2017).

É possível notar, ao analisar a Tabela anterior, que os municípios com demandas mais expressivas são Guarulhos, São Bernardo do Campo e São Paulo. Observa-se também que o município de Suzano, segundo dados do RS 2017, possui uma demanda de 15.001,00 l/s, o que não condiz com a demanda necessária para atender os 267.106 habitantes (dados da Fundação SEADE para o ano de 2015) existentes em sua área urbana. Desse modo, é importante ressaltar que quando se analisa as outorgas, leva-se em conta tão somente sua localização e não os municípios que são atendidos por ela, como é o caso dessa outorga em Suzano, que diz respeito à outorga do Sistema Alto Tietê.

Nesse sentido, a elaboração da metodologia de estimativa de demanda para o abastecimento público no PBH-AT (2018) foi pautada em seis principais etapas:

- 1) Levantamento e consolidação dos dados provenientes do SNIS 2015;
- 2) Análise dos dados disponibilizados pela Sabesp – PDAA, em elaboração;
- 3) Preenchimento de lacunas existentes para os municípios que não apresentaram dados no SNIS 2015;
- 4) Definição da relação da demanda atendida por mananciais superficiais e subterrâneos;
- 5) Análise do cadastro de outorgas do DAEE; e,
- 6) Consolidação dos dados.

Sendo assim, na primeira etapa, foram levantados dados como o volume de água produzido (AG006), volume de água consumido (AG010), população urbana atendida com abastecimento de água (AG026), consumo médio per capita de água (IN022) e índice de perdas na distribuição (IN049), sendo estes indicadores e informações constantes no SNIS 2015. A relação dessas informações resultou numa demanda total de 49.297,68 l/s.

Numa segunda etapa, os dados fornecidos pelo PDAA em sua recente revisão, contemplam 35 dos 40 municípios inseridos na área de abrangência do PBH-AT (2018). Estes correspondem aos consumos micromedidos referentes às parcelas residenciais, de comércio e serviços, ao consumo industrial ligado à rede, ao consumo operacional, emergencial e de uso social, às perdas aparentes e às perdas reais. Portanto, a demanda total para estes municípios, segundo o PDAA, é de 74.906,58 l/s, sendo 1,42% dessa demanda referente às indústrias ligadas na rede.

Na terceira etapa, foi identificado que os municípios de Nazaré Paulista e Paraibuna, não contemplados no PDAA, também não forneceram dados para o SNIS 2015. Dessa forma, buscou-se informações no Estudo de Modelagem Quantitativa e Qualitativa de Trechos de Rio em Bacias Hidrográficas Consideradas Críticas (ANA, 2016), sendo a demanda destes municípios consolidadas como 25,93 l/s e 24,84 l/s, respectivamente.

A quarta etapa consistiu na análise dos sistemas de abastecimento público de cada município e daqueles que são integrados, através de dados disponíveis, em que foi possível definir as porcentagens, para cada município, da demanda atendida por mananciais superficiais e pelos subterrâneos. Em seguida, como forma de complementação, foi analisado o cadastro de outorga do DAEE, afim de se determinar a parcela de demanda atendida por poços particulares, não identificados na etapa 4.

Após análise de todos os dados das etapas de 1 a 5, na 6ª etapa, foi realizada a consolidação das informações, determinando-se as demandas finais, para o abastecimento público, de cada município pertencente à área de estudo.

A **Tabela 4.4** apresenta a demanda para o abastecimento público segundo dados do SNIS 2015 (etapa 1), dados do PDAA (etapa 2) e a proporção dos mananciais superficiais e subterrâneos (etapa 4).

Tabela 4.4 - Demanda para o Abastecimento Público estimada por município, segundo dados SNIS (2015) e PDAA (em elaboração)

Código IBGE	Município Nome	UF	Proporção dos Mananciais (%)		Demanda (l/s) - SNIS Abastecimento Público Urbano			Demanda (l/s) - PDAA Abastecimento Público Urbano				
			Superficial	Subterrâneo	Total	Superficial	Subterrâneo	Total	Superficial	Subterrâneo	Indústria ligada na rede	Doméstico, Comércio e Serviços
3503901	Arujá	SP	100%	0%	156,89	156,89	0,00	230,60	230,60	0,00	8,59	222,01
3505708	Barueri	SP	100%	0%	878,72	878,72	0,00	1.052,04	1.052,04	0,00	29,72	1.022,32
3506607	Biritiba Mirim	SP	76%	24%	43,05	32,89	10,16	39,14	29,90	9,24	0,05	39,09
3509007	Caieiras	SP	100%	0%	165,20	165,20	0,00	319,55	319,55	0,00	7,05	312,50
3509205	Cajamar	SP	48%	52%	173,88	82,80	91,08	252,94	120,44	132,50	4,48	248,46
3510609	Carapicuíba	SP	100%	0%	628,54	628,54	0,00	1.275,36	1.275,36	0,00	5,66	1.269,70
3513009	Cotia	SP	100%	0%	600,71	598,47	2,24	818,06	815,00	3,06	19,29	798,77
3513801	Diadema	SP	100%	0%	1.019,53	1.019,53	0,00	1.223,96	1.223,96	0,00	24,96	1.199,00
3515004	Embu das Artes	SP	100%	0%	515,97	515,97	0,00	761,35	761,35	0,00	10,03	751,32
3515103	Embu-Guaçu	SP	57%	43%	177,02	101,47	75,55	142,61	81,74	60,87	3,30	139,31
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	100%	0%	253,17	253,17	0,00	459,44	459,44	0,00	7,91	451,53
3516309	Francisco Morato	SP	100%	0%	279,57	279,57	0,00	508,38	508,38	0,00	0,59	507,79
3516408	Franco da Rocha	SP	100%	0%	227,88	227,88	0,00	426,54	426,54	0,00	1,82	424,72
3518800	Guarulhos	SP	96%	4%	2.954,08	2.840,91	113,17	4.245,96	4.083,30	162,66	49,68	4.196,28
3522208	Itapecerica da Serra	SP	99%	1%	337,47	332,60	4,87	474,68	467,83	6,85	6,92	467,76
3522505	Itapevi	SP	100%	0%	530,86	530,86	0,00	622,76	622,76	0,00	3,26	619,50
3523107	Itaquaquecetuba	SP	100%	0%	702,58	702,58	0,00	969,07	969,07	0,00	12,53	956,54
3525003	Jandira	SP	100%	0%	286,05	286,05	0,00	366,77	366,77	0,00	4,36	362,41
3526209	Juquitiba	SP	86%	14%	59,03	50,89	8,14	-	-	-	-	-
3528502	Mairiporã	SP	48%	52%	127,37	60,91	66,46	169,40	81,01	88,39	1,61	167,79
3529401	Mauá	SP	100%	0%	964,96	964,96	0,00	1.197,92	1.197,92	0,00	13,96	1.183,96
3530607	Mogi das Cruzes	SP	99%	1%	1.240,79	1.231,31	9,48	1.500,26	1.488,80	11,46	17,35	1.482,91
3532405	Nazaré Paulista	SP	87%	13%	35,85	31,03	4,83	-	-	-	-	-
3534401	Osasco	SP	100%	0%	1.644,96	1.644,96	0,00	3.192,84	3.192,84	0,00	32,22	3.160,62
3535606	Paraibuna	SP	100%	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0%	100%	53,24	0,00	53,24	59,96	0,00	59,96	0,25	59,71
3539806	Poá	SP	100%	0%	152,78	152,78	0,00	305,21	305,21	0,00	5,83	299,38
3543303	Ribeirão Pires	SP	100%	0%	225,21	225,21	0,00	298,80	298,80	0,00	6,86	291,94
3544103	Rio Grande da Serra	SP	100%	0%	73,32	73,32	0,00	91,35	91,35	0,00	0,81	90,54
3545001	Salesópolis	SP	85%	15%	18,87	16,10	2,76	21,54	18,39	3,15	0,04	21,50
3547304	Santana de Parnaíba	SP	94%	6%	334,19	315,19	19,00	484,20	456,67	27,53	2,81	481,39
3547809	Santo André	SP	100%	0%	1.920,37	1.920,37	0,00	2.491,91	2.491,91	0,00	51,30	2.440,61
3548708	São Bernardo do Campo	SP	99%	1%	2.130,68	2.113,75	16,93	3.338,48	3.311,95	26,53	111,55	3.226,93
3548807	São Caetano do Sul	SP	100%	0%	424,99	423,60	1,39	594,00	592,06	1,94	20,38	573,62
3549953	São Lourenço da Serra	SP	92%	8%	27,83	25,66	2,17	-	-	-	-	-
3550308	São Paulo	SP	100%	0%	28.514,92	28.468,77	46,16	45.167,99	45.094,88	73,11	561,34	44.606,66
3550605	São Roque	SP	100%	0%	265,05	265,05	0,00	-	-	-	-	-
3552502	Suzano	SP	100%	0%	501,56	501,56	0,00	795,64	795,64	0,00	23,00	772,64
3552809	Taboão da Serra	SP	100%	0%	556,40	556,40	0,00	879,10	879,10	0,00	12,44	866,66
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	100%	0%	94,11	94,11	0,00	128,77	128,77	0,00	1,38	127,39
TOTAL					49.297,68	48.770,03	527,65	74.906,58	74.239,33	667,25	1.063,33	73.843,26
Percentual em relação ao total					100%	98,93%	1,07%		99,11%	0,89%	1,42%	98,58%

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total.

- Municípios não considerados nos estudos

Como resultado da 5ª etapa, as outorgas de poços para o abastecimento público foram analisadas, obtendo-se uma vazão total de 2.800,95 l/s, conforme pode ser observado na **Tabela 4.5** a seguir.

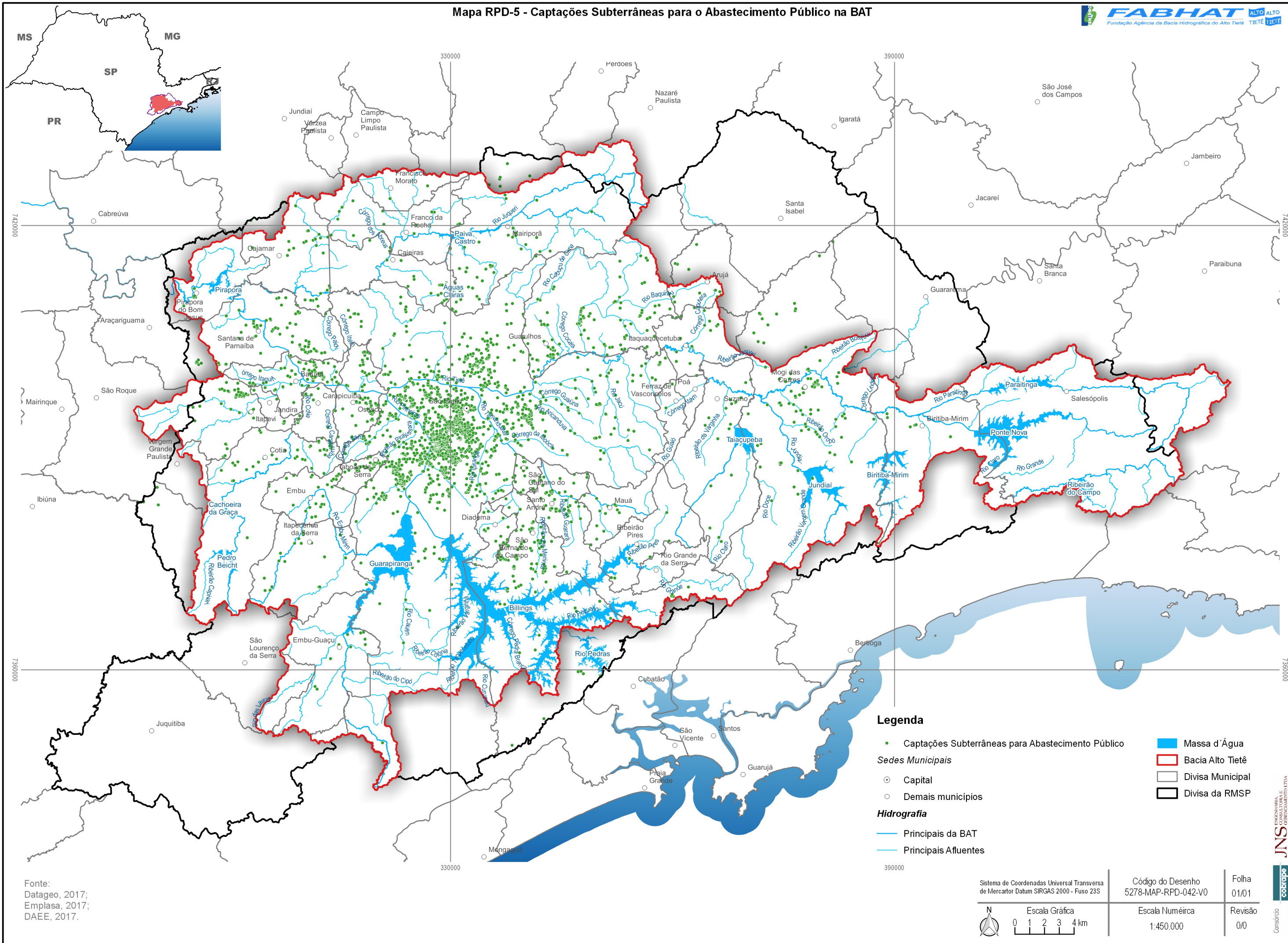
Tabela 4.5 - Outorgas de poços para o Abastecimento Público por município, segundo banco de dados DAEE

Código IBGE	Município Nome	UF	Demanda – Outorgas Subterrâneas	
			l/s	%
3503901	Arujá	SP	7,40	0,26%
3505708	Barueri	SP	52,59	1,88%
3506607	Biritiba Mirim	SP	1,95	0,07%
3509007	Caieiras	SP	6,24	0,22%
3509205	Cajamar	SP	56,09	2,00%
3510609	Carapicuíba	SP	27,39	0,98%
3513009	Cotia	SP	27,84	0,99%
3513801	Diadema	SP	95,91	3,42%
3515004	Embu das Artes	SP	45,17	1,61%
3515103	Embu-Guaçu	SP	13,62	0,49%
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0,91	0,03%
3516309	Francisco Morato	SP	0,28	0,01%
3516408	Franco da Rocha	SP	11,60	0,41%
3518800	Guarulhos	SP	234,38	8,37%
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	8,72	0,31%
3522505	Itapevi	SP	27,38	0,98%
3523107	Itaquaquecetuba	SP	102,55	3,66%
3525003	Jandira	SP	4,74	0,17%
3526209	Juquitiba	SP	-	-
3528502	Mairiporã	SP	49,97	1,78%
3529401	Mauá	SP	11,55	0,41%
3530607	Mogi das Cruzes	SP	80,14	2,86%
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	-
3534401	Osasco	SP	65,25	2,33%
3535606	Paraibuna	SP	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	7,16	0,26%
3539806	Poá	SP	-	-
3543303	Ribeirão Pires	SP	8,50	0,30%
3544103	Rio Grande da Serra	SP	-	-
3545001	Salesópolis	SP	-	-
3547304	Santana de Parnaíba	SP	77,84	2,78%
3547809	Santo André	SP	112,78	4,03%
3548708	São Bernardo do Campo	SP	86,38	3,08%
3548807	São Caetano do Sul	SP	18,42	0,66%
3549953	São Lourenço da Serra	SP	-	-
3550308	São Paulo	SP	1.464,84	52,30%
3550605	São Roque	SP	-	-
3552502	Suzano	SP	13,71	0,49%
3552809	Taboão da Serra	SP	79,66	2,84%
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	-	-
TOTAL			2.800,95	100,00%

- Municípios com contribuições expressivas em relação ao total
- Municípios sem outorgas subterrâneas para o abastecimento público

Observa-se que os municípios de Guarulhos, Santo André e São Paulo possuem as maiores captações em poços para o abastecimento público, sendo São Paulo responsável por 52,30% desta demanda. O **Mapa RPD-5** a seguir apresenta a distribuição desta demanda na BAT.

Mapa RPD-5 - Captações Subterrâneas para o Abastecimento Público na BAT



Legenda

- Captações Subterrâneas para Abastecimento Público
- Sedes Municipais
- Capital
- Demais municípios
- Principais da BAT
- Principais Afluentes
- Massa d'Água
- Bacia Alto Tietê
- Divisa Municipal
- Divisa da RMS

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
DAEE, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-042-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

Portanto, a demanda para o abastecimento urbano consolidada, considerada no PBH-AT (2018), tem como base os dados do PDAA (SABESP, em andamento) para os municípios contemplados no estudo e, para os demais, informações presentes no SNIS 2015 ou constantes no Estudo de Modelagem Quantitativa e Qualitativa de Trechos de Rio em Bacias Hidrográficas Consideradas Críticas (ANA, 2016), conforme pode ser observado na **Tabela 4.6** a seguir.

Tabela 4.6 - Demanda para o Abastecimento Urbano Estimada por município

Código IBGE	Município		Demanda (l/s)					Fonte
	Nome	UF	Total	Superficial	Subterrâneo*	Indústria ligada na rede	Doméstico, Comércio e Serviços	
3503901	Arujá	SP	230,60	223,20	7,40	8,59	222,01	PDAA
3505708	Barueri	SP	1.052,00	999,40	52,60	29,72	1022,28	PDAA
3506607	Biritiba Mirim	SP	39,10	28,40	10,70	0,05	39,05	PDAA
3509007	Caieiras	SP	319,60	313,30	6,20	7,05	312,55	PDAA
3509205	Cajamar	SP	252,90	93,70	159,20	4,48	248,42	PDAA
3510609	Carapicuíba	SP	1.275,40	1.248,00	27,40	5,66	1269,74	PDAA
3513009	Cotia	SP	818,10	787,30	30,80	19,29	798,81	PDAA
3513801	Diadema	SP	1.224,00	1.128,10	95,90	24,96	1199,04	PDAA
3515004	Embu das Artes	SP	761,40	716,20	45,20	10,03	751,37	PDAA
3515103	Embu-Guaçu	SP	142,60	73,90	68,70	3,3	139,3	PDAA
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	459,40	458,50	0,90	7,91	451,49	PDAA
3516309	Francisco Morato	SP	508,40	508,10	0,30	0,59	507,81	PDAA
3516408	Franco da Rocha	SP	426,50	414,90	11,60	1,82	424,68	PDAA
3518800	Guarulhos	SP	4.246,00	3.857,90	388,10	49,68	4196,32	PDAA
3522208	Itapecerica da Serra	SP	474,70	459,20	15,40	6,92	467,78	PDAA
3522505	Itapevi	SP	622,80	595,40	27,40	3,26	619,54	PDAA
3523107	Itaquaquecetuba	SP	969,10	866,50	102,50	12,53	956,57	PDAA
3525003	Jandira	SP	366,80	362,00	4,70	4,36	362,44	PDAA
3526209	Juquitiba	SP	59,00	50,90	8,10	-	59,00	SNIS
3528502	Mairiporã	SP	169,40	57,10	112,30	1,61	167,79	PDAA
3529401	Mauá	SP	1.197,90	1.186,40	11,50	13,96	1183,94	PDAA
3530607	Mogi das Cruzes	SP	1.500,30	1.409,30	91,00	17,35	1482,95	PDAA
3532405	Nazaré Paulista	SP	22,90	19,80	3,10	-	22,90	Bacias Críticas
3534401	Osasco	SP	3.192,80	3.127,60	65,20	32,22	3160,58	PDAA
3535606	Paraibuna	SP	24,80	24,80	0,00	-	24,80	Bacias Críticas
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	60,00	0,00	60,00	0,25	59,75	PDAA
3539806	Poá	SP	305,20	305,20	0,00	5,83	299,37	PDAA
3543303	Ribeirão Pires	SP	298,80	290,30	8,50	6,86	291,94	PDAA
3544103	Rio Grande da Serra	SP	91,40	91,40	0,00	0,81	90,59	PDAA
3545001	Salesópolis	SP	21,50	18,40	3,20	0,04	21,46	PDAA
3547304	Santana de Parnaíba	SP	484,20	383,30	100,90	2,81	481,39	PDAA
3547809	Santo André	SP	2.491,90	2.379,10	112,80	51,3	2440,6	PDAA

Continua...

Tabela 4.6 - Demanda para o Abastecimento Urbano Estimada por município (cont.)

Código IBGE	Município		Demanda (l/s)					Fonte
	Nome	UF	Total	Superficial	Subterrâneo*	Indústria ligada na rede	Doméstico, Comércio e Serviços	
3548708	São Bernardo do Campo	SP	3.338,50	3.226,30	112,20	111,55	3226,95	PDAA
3548807	São Caetano do Sul	SP	594,00	573,70	20,30	20,38	573,62	PDAA
3549953	São Lourenço da Serra	SP	27,80	25,70	2,20	-	27,80	SNIS
3550308	São Paulo	SP	45.168,10	43.627,80	1.540,20	561,34	44606,76	PDAA
3550605	São Roque	SP	265,05	265,05	0,00	-	265,05	SNIS
3552502	Suzano	SP	795,60	781,90	13,70	23	772,6	PDAA
3552809	Taboão da Serra	SP	879,10	799,40	79,70	12,25	866,85	PDAA
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	128,80	128,80	0,00	1,38	127,42	PDAA
TOTAL			75.306,45	71.641,20	3.399,90	1.063,14	74.242,13	
Percentual em relação ao total			100,00%	95,13%	4,51%	1,41%	92,59%	

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total.

- Parcelas não consideradas nos estudos

* A parcela subterrânea considera os poços particulares outorgados pelo DAEE

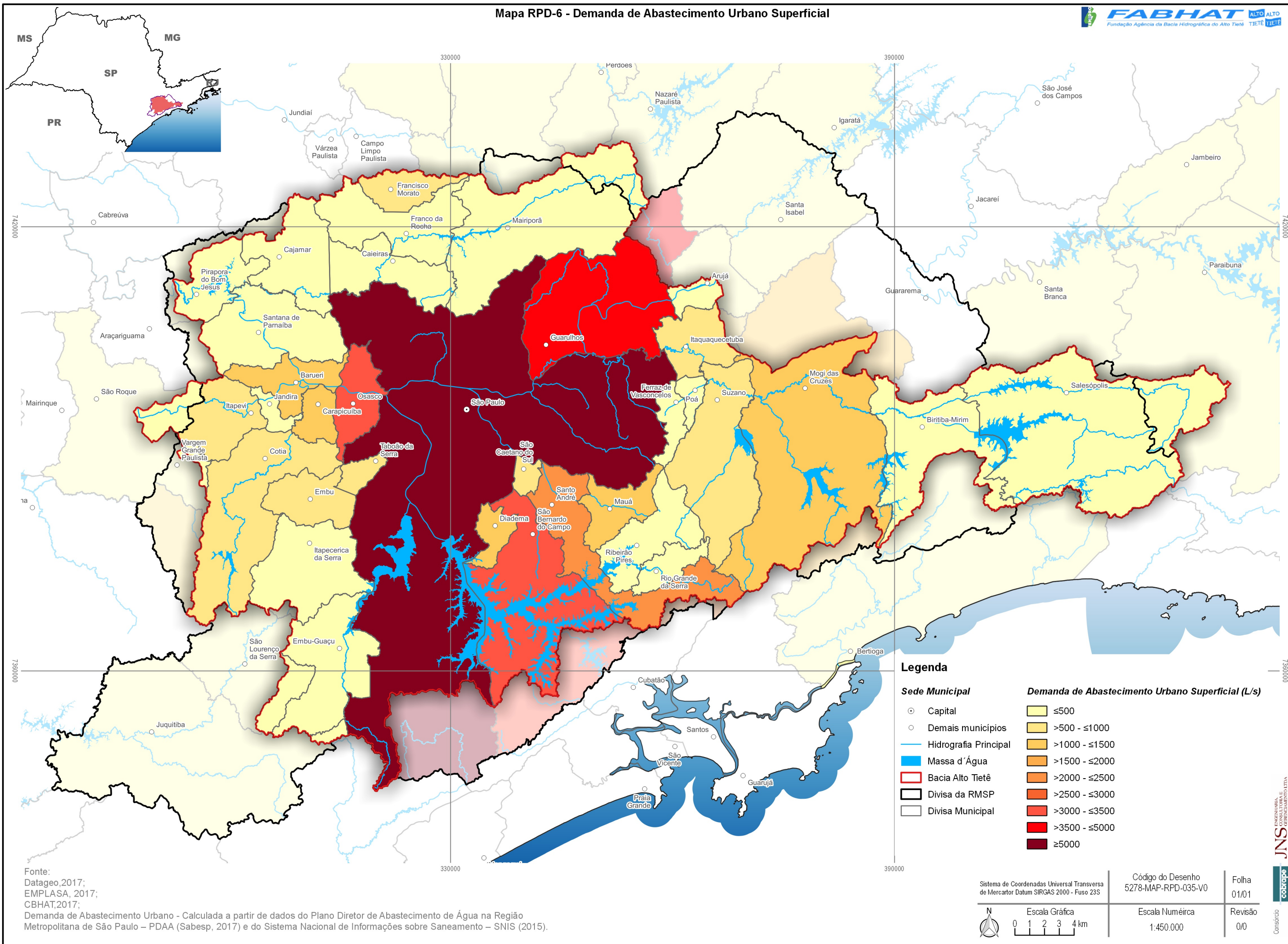
Fonte: PDAA (SABESP, em andamento); SNIS 2015; Estudo de Modelagem Quantitativa e Qualitativa de Trechos de Rio em Bacias Hidrográficas Consideradas Críticas (ANA, 2016)

Observa-se, portanto, que a demanda total para o abastecimento público, para o recorte territorial contemplado neste Plano, é de 75.306,45 l/s, sendo 95,13% atendida por mananciais superficiais.

Nota-se, conforme já destacado nas **Tabelas 4.3 e 4.4** apresentadas anteriormente, que os municípios com demandas mais expressivas para o abastecimento urbano são Santo André, Osasco, São Bernardo do Campo, Guarulhos e São Paulo, com vazões de 2.491,90 l/s, 3.192,80 l/s, 3.338,50 l/s, 4.246,00 l/s e 45.168,10 l/s, respectivamente. Fica evidente que o município de São Paulo possui a demanda mais significativa (60% do total estimado), uma vez que também concentra a maior parcela populacional da área de estudo (54%).

Os **Mapas** a seguir apresentam esta distribuição da demanda para o abastecimento urbano, diferenciados em mananciais superficiais e subterrâneos.

Mapa RPD-6 - Demanda de Abastecimento Urbano Superficial



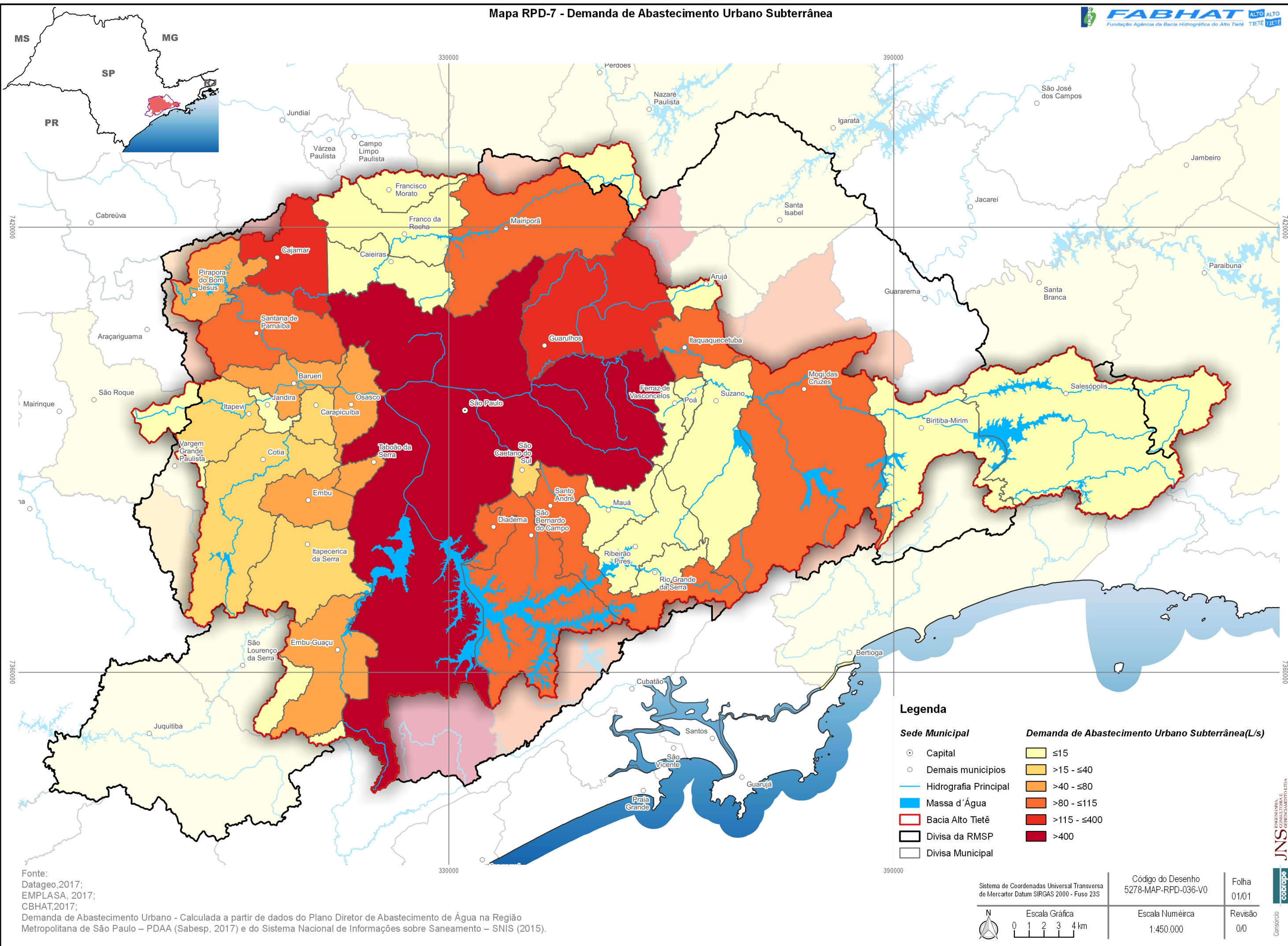
Legenda

Sede Municipal	Demanda de Abastecimento Urbano Superficial (L/s)
○ Capital	≤500
○ Demais municípios	>500 - ≤1000
— Hidrografia Principal	>1000 - ≤1500
■ Massa d'Água	>1500 - ≤2000
□ Bacia Alto Tietê	>2000 - ≤2500
□ Divisa da RMSP	>2500 - ≤3000
□ Divisa Municipal	>3000 - ≤3500
	>3500 - ≤5000
	≥5000

Fonte:
Datageo, 2017;
EMPLASA, 2017;
CBHAT, 2017;
Demanda de Abastecimento Urbano - Calculada a partir de dados do Plano Diretor de Abastecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo - PDAA (Sabesp, 2017) e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2015).

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-035-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

Mapa RPD-7 - Demanda de Abastecimento Urbano Subterrânea



Legenda

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|---|-------------|
| Sede Municipal | | Demanda de Abastecimento Urbano Subterrânea(L/s) | |
| ○ | Capital | ■ | ≤15 |
| ○ | Demais municípios | ■ | >15 - ≤40 |
| — | Hidrografia Principal | ■ | >40 - ≤80 |
| ■ | Massa d'Água | ■ | >80 - ≤115 |
| □ | Bacia Alto Tietê | ■ | >115 - ≤400 |
| □ | Divisa da RMSP | ■ | >400 |
| □ | Divisa Municipal | | |

Fonte:
Datageo,2017;
EMPLASA, 2017;
CBHAT,2017;
Demanda de Abastecimento Urbano - Calculada a partir de dados do Plano Diretor de Abastecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo – PDAA (Sabesp, 2017) e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2015).

<p>Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S</p> <p>Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km</p>	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-036-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

4.2.1.2. Abastecimento Industrial

A demanda industrial pode ser estimada basicamente considerando-se duas formas de captação. A primeira delas é através do sistema público de abastecimento urbano, citado no item anterior, e a segunda de forma isolada, a partir de outorgas concedidas pelo DAEE.

O PBH-AT (2009) estimou a demanda das indústrias isoladas para 2015 como sendo igual a 1.256,00 l/s, para o recorte territorial considerado neste Plano. O estudo da Macrometrópole Paulista considerou uma projeção para o ano de 2015 de 9.639,10 l/s para o abastecimento industrial da UGRHI 06. Segundo o RS 2017 (FABHAT, 2017), tendo como base o ano de 2016, esta demanda é de 5.880,10 l/s para o recorte territorial da UGRHI 06 considerado no estudo. A **Tabela 4.7** a seguir relaciona estes dados por município.

Tabela 4.7 - Demanda para o Abastecimento Industrial (isolado) por município, segundo o PBH-AT (2009), Macrometrópole e RS 2017 (FABHAT, 2017)

Código IBGE	Município Nome	UF	PBH-AT (2009) Projeção para 2015 Total	Demanda (l/s) Macrometrópole Projeção para 2015 Total	RS 2017 Dados de 2016 Total
3503901	Arujá	SP	7,00	22,18	14,90
3505708	Barueri	SP	50,00	59,28	26,80
3506607	Biritiba Mirim	SP	1,00	0,00	0,30
3509007	Caieiras	SP	4,00	417,28	201,90
3509205	Cajamar	SP	2,00	69,44	69,90
3510609	Carapicuíba	SP	11,00	22,22	5,80
3513009	Cotia	SP	13,00	36,33	26,50
3513801	Diadema	SP	20,00	116,39	36,60
3515004	Embu das Artes	SP	11,00	221,19	135,30
3515103	Embu-Guaçu	SP	2,00	3,98	2,10
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	4,00	5,04	2,10
3516309	Francisco Morato	SP	1,00	0,00	0,80
3516408	Franco da Rocha	SP	0,00	36,23	19,90
3518800	Guarulhos	SP	113,00	753,09	322,60
3522208	Itapecerica da Serra	SP	4,00	35,65	19,10
3522505	Itapevi	SP	2,00	104,45	60,50
3523107	Itaquaquecetuba	SP	8,00	13,68	23,30
3525003	Jandira	SP	6,00	6,78	7,40
3526209	Juquitiba	SP	1,00	-	-
3528502	Mairiporã	SP	0,00	259,78	4,70
3529401	Mauá	SP	73,00	546,19	63,40
3530607	Mogi das Cruzes	SP	2,00	428,66	229,80
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	-	-
3534401	Osasco	SP	34,00	295,43	97,30
3535606	Paraibuna	SP	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,00	3,86	3,50
3539806	Poá	SP	6,00	26,00	3,50
3543303	Ribeirão Pires	SP	2,00	24,91	3,70
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,00	2,89	11,80
3545001	Salesópolis	SP	0,00	0,00	0,00
3547304	Santana de Parnaíba	SP	14,00	32,76	34,00
3547809	Santo André	SP	31,00	520,55	442,70
3548708	São Bernardo do Campo	SP	51,00	478,49	220,40
3548807	São Caetano do Sul	SP	24,00	31,44	8,30
3549953	São Lourenço da Serra	SP	0,00	-	-
3550308	São Paulo	SP	731,00	2.074,16	1.749,10
3550605	São Roque	SP	-	-	-
3552502	Suzano	SP	7,00	2.953,27	2.005,30
3552809	Taboão da Serra	SP	18,00	37,49	26,80
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	3,00	-	-
TOTAL			1.256,00	9.639,10	5.880,10

- Municípios com contribuições expressivas em relação ao total.

- Municípios não considerados nos estudos

Observa-se que os municípios de Guarulhos, São Paulo e Suzano são os mais expressivos com relação à demanda industrial, considerando-se os três estudos citados.

No PBH-AT (2018) a determinação deste tipo de uso foi realizada através de consulta aos bancos de dados de outorgas concedidas pelo DAEE, onde foi possível identificar as atividades desenvolvidas e suas respectivas vazões outorgadas. As vazões outorgadas para esta finalidade somam 6.532,30 l/s, sendo 4.902,49 l/s captadas em mananciais superficiais.

O banco de dados do DAEE recebido possuía inicialmente 26.112 outorgas, para todos as finalidades de uso consideradas, no entanto, observaram-se outorgas vencidas, com vazões iguais a zero, sem coordenadas, entre outras discrepâncias. Sendo assim, foi realizado um refinamento a fim de se determinar a demanda real da área de estudo, que consistiu em:

- Exclusão das outorgas vencidas: foram consideradas as outorgas com validade de até 01 de janeiro de 2015, isso porque os outorgados têm até dois anos, após o fim da validade, para renovação da outorga;
- Identificação e separação das outorgas sem data de vencimento para questionamento;
- Identificação das outorgas com vazões iguais a zero;
 - Separação daquelas que possuíam dados de horas de uso, para questionamento;
 - Exclusão daquelas sem dados de vazão e de horas de uso;
- Identificação e separação das outorgas sem dados de coordenadas;
- Cálculo da vazão média mensal em m³/s;
- Identificação das outorgas em mananciais superficiais e subterrâneos, bem como o tipo de uso; e,
- Separação das outorgas industriais.

Para as outorgas industriais com vazões iguais ou superiores a 200,00 l/s, as atividades foram identificadas e agrupadas de acordo com a Classificação de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), com a finalidade de se obter os coeficientes de retorno. Estes coeficientes variam de acordo com a atividade exercida e foram obtidos a partir da matriz de coeficientes técnicos para recursos hídricos, constante no Relatório Final de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos, das Atividades Industriais e Agricultura Irrigada (FUNARBE, 2010).

Após a aplicação do procedimento anteriormente citado, obteve-se um total de 199 outorgas de captação industrial superficial inseridas na área de estudo, sendo que 30 destas foram identificadas como as mais expressivas, correspondendo a 90,3% da demanda total superficial para este fim. Estas estão localizadas em todas as sub-bacias da BAT, no entanto, a mais expressiva, a indústria Suzano Papel e Celulose, que correspondendo a 29% do total, localiza-se na sub-bacia Alto Tietê-Cabeceiras (ATC).

Já para as outorgas industriais subterrâneas, foram identificados 1.420 pontos, com vazões baixas, sendo a maior captação igual a 55,00 l/s (3% do total), localizada em Guarulhos, para a fabricação de radiadores automotivos. A **Tabela 4.8** a seguir relaciona por município as vazões outorgadas para o abastecimento industrial.

Tabela 4.8 - Demanda final para o Abastecimento Industrial (isolado), estimada por município

Código IBGE	Município Nome	UF	Demanda (l/s)		
			Superficial	Abastecimento Industrial Subterrâneo	Total
3503901	Arujá	SP	4,38	8,89	13,27
3505708	Barueri	SP	5,58	17,47	23,05
3506607	Biritiba Mirim	SP	0,88	0,51	1,39
3509007	Caieiras	SP	369,93	24,81	394,74
3509205	Cajamar	SP	34,81	90,79	125,60
3510609	Carapicuíba	SP	0,00	15,37	15,37
3513009	Cotia	SP	7,84	28,46	36,30
3513801	Diadema	SP	0,00	28,74	28,74
3515004	Embu	SP	27,93	37,28	65,21
3515103	Embu-Guaçu	SP	0,00	1,80	1,80
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	1,37	2,95	4,32
3516309	Francisco Morato	SP	0,00	0,00	0,00
3516408	Franco da Rocha	SP	3,54	14,32	17,86
3518800	Guarulhos	SP	233,60	237,76	471,37
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	14,50	14,28	28,78
3522505	Itapevi	SP	43,14	25,20	68,34
3523107	Itaquaquecetuba	SP	24,51	8,68	33,19
3525003	Jandira	SP	0,00	5,41	5,41
3526209	Juquitiba	SP	0,00	0,00	0,00
3528502	Mairiporã	SP	199,57	17,49	217,06
3529401	Mauá	SP	141,24	42,64	183,88
3530607	Mogi das Cruzes	SP	465,86	100,48	566,34
3532405	Nazaré Paulista	SP	0,03	0,81	0,83
3534401	Osasco	SP	2,37	56,51	58,88
3535606	Paraibuna	SP	0,00	0,00	0,00
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,20	5,24	5,44
3539806	Poá	SP	17,92	2,97	20,89
3543303	Ribeirão Pires	SP	1,54	11,83	13,37
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,00	18,48	18,48
3545001	Salesópolis	SP	0,00	0,00	0,00
3547304	Santana de Parnaíba	SP	1,52	47,28	48,80
3547809	Santo André	SP	329,22	107,91	437,13
3548708	São Bernardo do Campo	SP	43,91	212,72	256,62
3548807	São Caetano do Sul	SP	0,00	4,84	4,84
3549953	São Lourenço da Serra	SP	0,00	0,00	0,00
3550308	São Paulo	SP	1.097,80	342,06	1.439,86
3550605	São Roque	SP	0,00	0,00	0,00
3552502	Suzano	SP	1.828,86	68,90	1.897,76
3552809	Taboão da Serra	SP	0,00	26,94	26,94
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	0,44	0,00	0,44
TOTAL			4.902,49	1.629,82	6.532,30
Percentual em relação ao total			75%	25%	100%

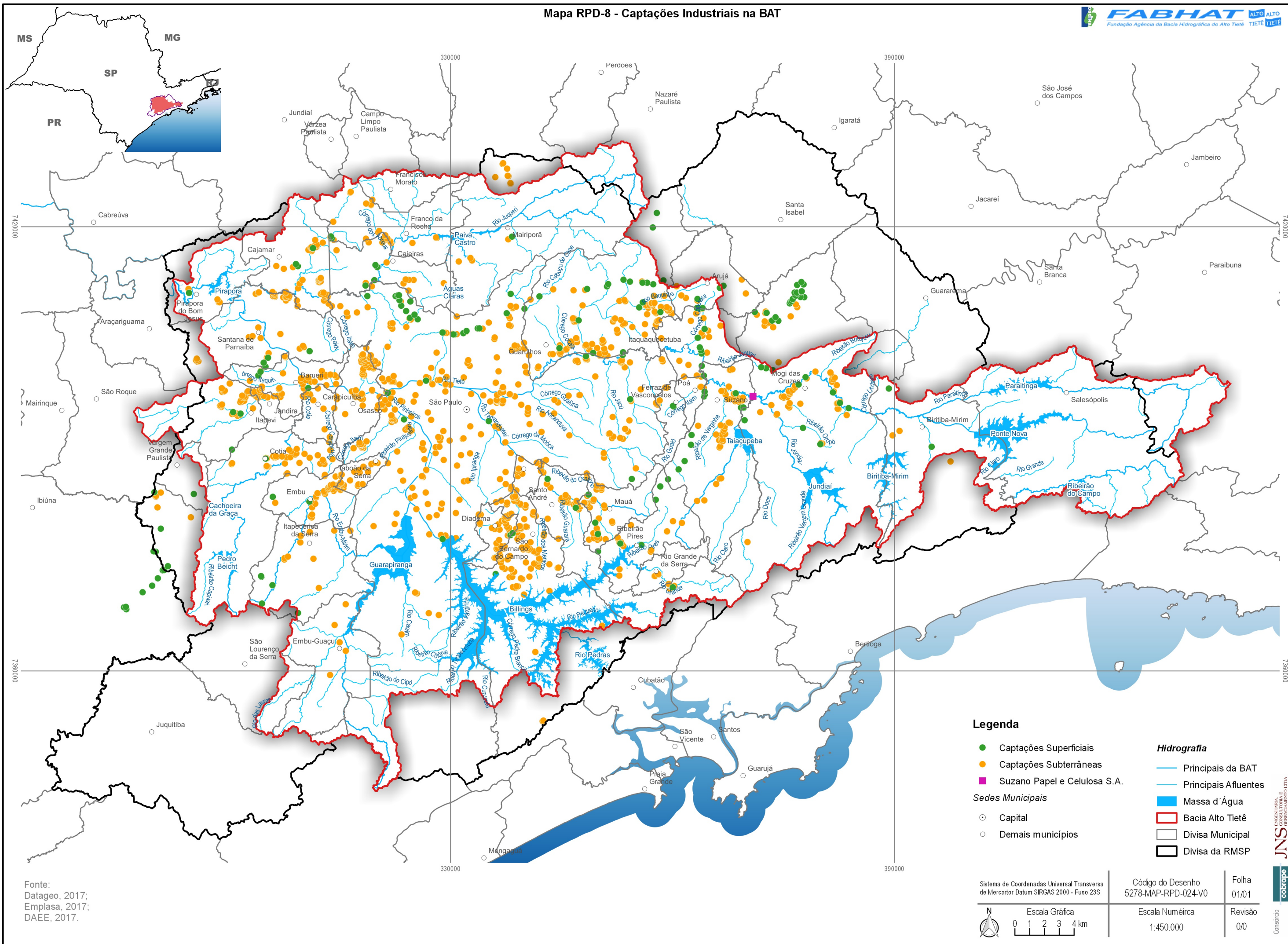
Municípios com contribuições expressivas em relação ao total

Fonte: Outorgas DAEE

Observa-se, portanto, que os municípios mais expressivos quanto ao abastecimento industrial são Suzano, São Paulo, Mogi das Cruzes, Guarulhos e Santo André, com demandas que correspondem respectivamente a 30,0%, 22,7%, 8,9%, 7,4% e 6,9%, respectivamente, do total observado.

O **Mapa** a seguir apresenta as outorgas de captações industriais, superficiais e subterrâneas, existentes na BAT. Nota-se que a densidade de pontos de captações subterrâneas é maior que a relativa às superficiais, no entanto, a demanda superficial equivale a 74% do total captado na área de estudo. Destaca-se também a captação da indústria Suzano Papel e Celulose, que possui expressividade em face às demais.

Mapa RPD-8 - Captações Industriais na BAT



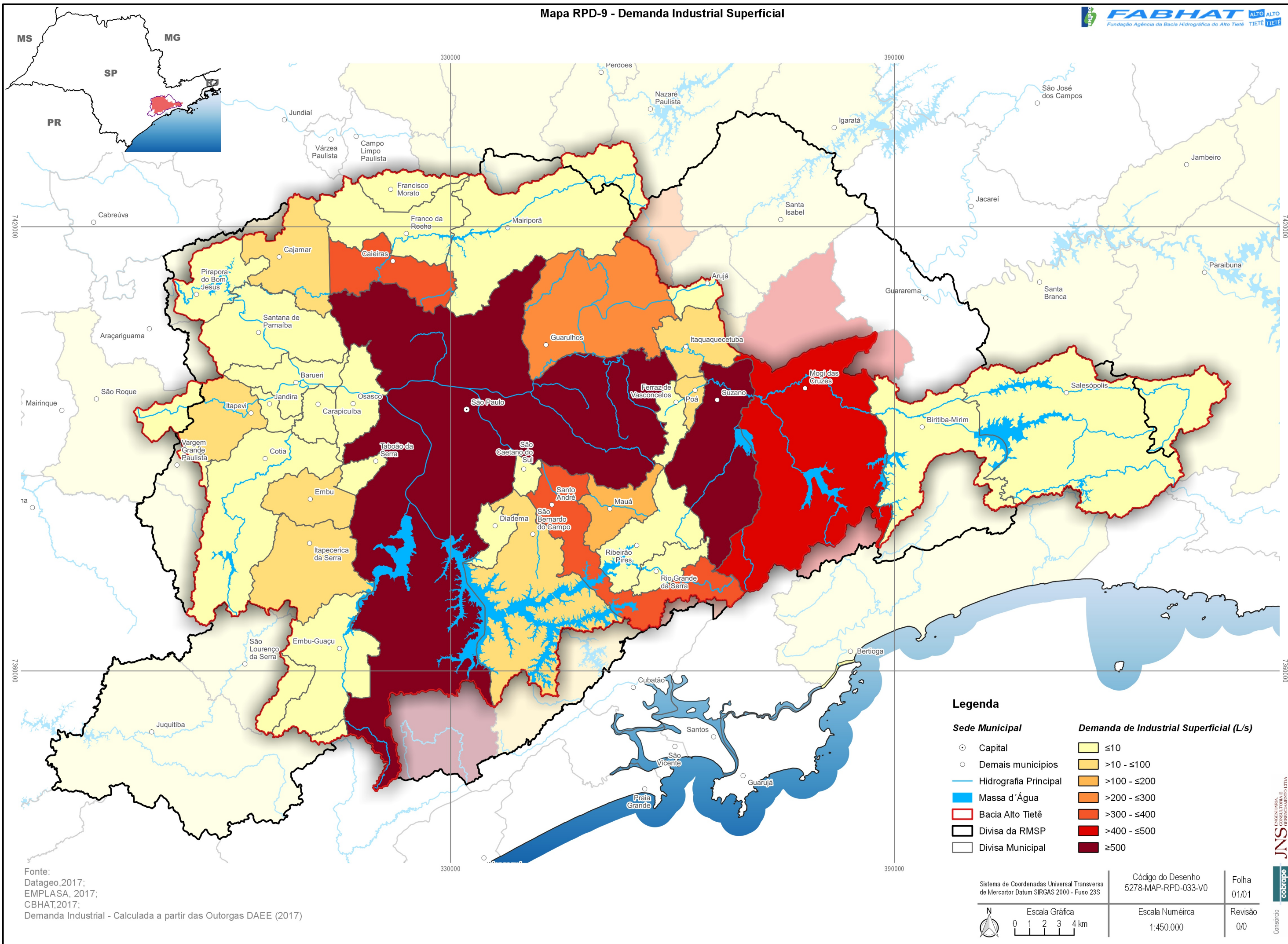
Legenda

- Captações Superficiais
 - Captações Subterrâneas
 - Suzano Papel e Celulosa S.A.
 - Sedes Municipais
 - Capital
 - Demais municípios
- Hidrografia**
- Principais da BAT
 - Principais Afluentes
 - Massa d'Água
 - Bacia Alto Tietê
 - Divisa Municipal
 - Divisa da RMSP

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
DAEE, 2017.

	Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-024-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0	

Mapa RPD-9 - Demanda Industrial Superficial



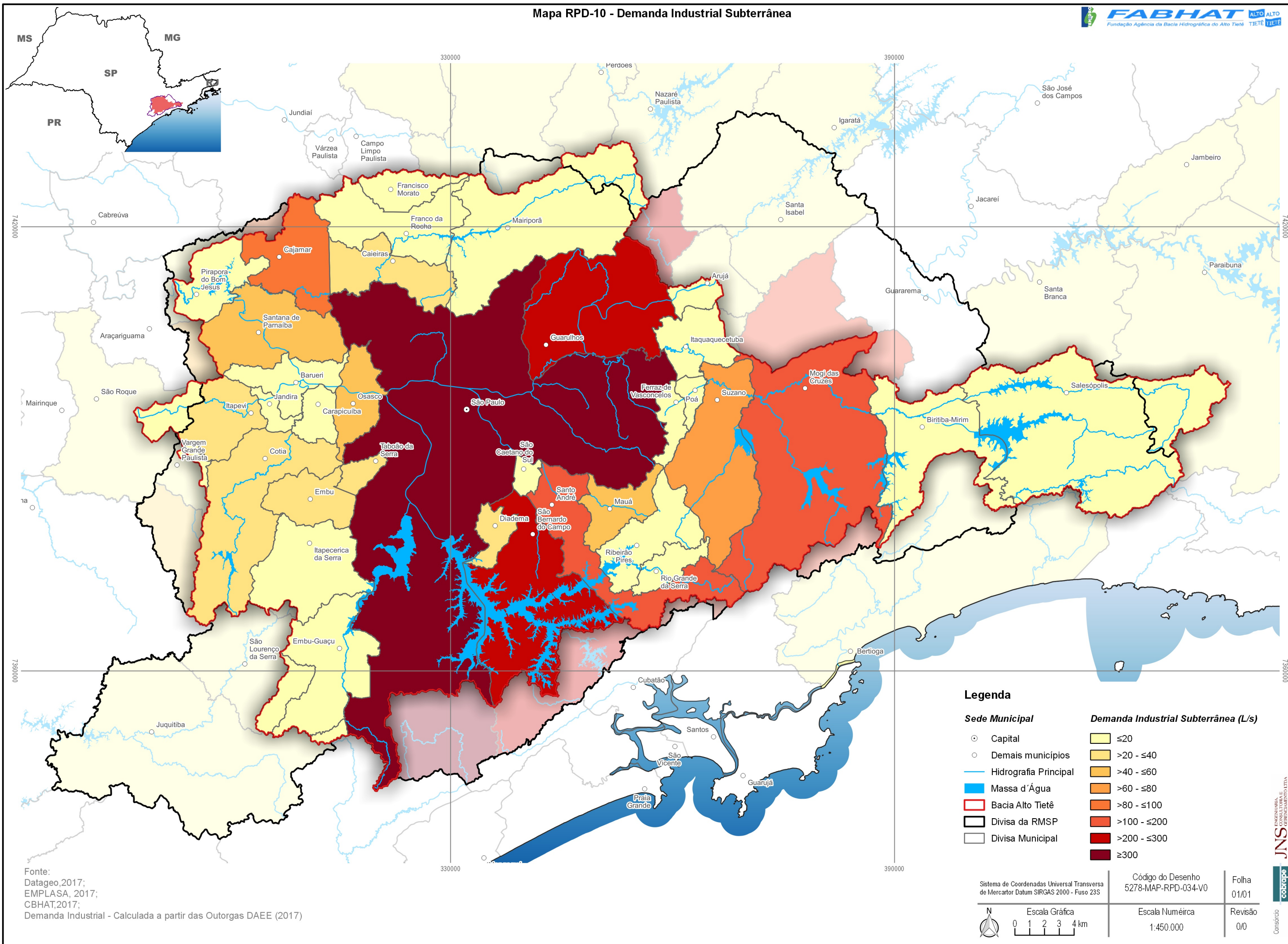
Legenda

Sede Municipal		Demanda de Industrial Superficial (L/s)	
⊙	Capital	≤10	Light Yellow
○	Demais municípios	>10 - ≤100	Yellow
—	Hidrografia Principal	>100 - ≤200	Orange
■	Massa d'Água	>200 - ≤300	Dark Orange
▭	Bacia Alto Tietê	>300 - ≤400	Red
▭	Divisa da RMSP	>400 - ≤500	Dark Red
▭	Divisa Municipal	≥500	Black

Fonte:
Datageo, 2017;
EMPLASA, 2017;
CBHAT, 2017;
Demanda Industrial - Calculada a partir das Outorgas DAEE (2017)

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-033-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

Mapa RPD-10 - Demanda Industrial Subterrânea



Legenda

Sede Municipal		Demanda Industrial Subterrânea (L/s)	
○	Capital	≤20	Light Yellow
○	Demais municípios	>20 - ≤40	Yellow
—	Hidrografia Principal	>40 - ≤60	Orange
■	Massa d'Água	>60 - ≤80	Dark Orange
□	Bacia Alto Tietê	>80 - ≤100	Red-Orange
—	Divisa da RMSP	>100 - ≤200	Red
—	Divisa Municipal	>200 - ≤300	Dark Red
		≥300	Very Dark Red

Fonte:
Datageo, 2017;
EMPLASA, 2017;
CBHAT, 2017;
Demanda Industrial - Calculada a partir das Outorgas DAEE (2017)

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-034-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

4.2.2. Demandas Rurais

As demandas rurais abrangem as finalidades de irrigação, de dessedentação animal e de abastecimento de população rural. No entanto, os estudos consultados deram enfoque para a irrigação, por se tratar de uma demanda mais expressiva em face às demais.

O PBH-AT (2009) e o estudo da Macrometrópole Paulista adotaram como metodologia a aplicação de uma lâmina média (índice médio de consumo em l/s/ha) a uma área irrigada. Em ambos estudos foi considerado o índice médio de consumo igual a 0,475 l/s/ha, o mesmo estimado pelo PERH (2004-2007). As demandas calculadas por estes estudos foram respectivamente iguais a 4.120,00 e 4.542,58 l/s, ambas considerando o ano de 2015.

O RS 2017, no entanto, considerou as outorgas concedidas para este fim, cuja demanda totaliza 987,43 l/s ou cerca de 2% do total estimado para a área de abrangência considerada neste estudo.

Para o PBH-AT (2018), as estimativas de demandas rurais serão compostas pela soma das demandas para a irrigação, para a dessedentação de animais e para o abastecimento da parcela da população rural. Na sequência são apresentados os detalhes das metodologias de estimativa das demandas rurais.

4.2.2.1. Irrigação

A demanda de irrigação, conforme ressaltado anteriormente e observado em outros estudos, pode ser calculada baseando-se nas outorgas existentes para este fim ou na aplicação de um índice médio de consumo. Há também, no entanto, uma terceira metodologia para este cálculo, que leva em consideração a necessidade hídrica da planta e características climatológicas, de evapotranspiração, incidência solar, entre outras, da região.

Analisando-se os dados constantes nos estudos anteriormente citados, observa-se que há discrepâncias no que tange às vazões outorgadas para a irrigação e, principalmente, no que se diz respeito às estimativas das áreas irrigadas. A **Tabela 4.9** apresenta as estimativas de áreas irrigadas constantes no PERH (2004-2007), no estudo da Macrometrópole e no Censo Agropecuário de 2006.

Tabela 4.9 - Áreas Irrigadas segundo PERH (2004-2007), Macrometrópole e Censo Agropecuário de 2006

Código IBGE	Município Nome	UF	PERH (2004-2007)	Área irrigada (ha)	
				Macrometrópole	Censo Agropecuário 2006*
3503901	Arujá	SP		70,08	1,00
3505708	Barueri	SP		0,00	0,00
3506607	Biritiba Mirim	SP		3.027,76	11,98
3509007	Caieiras	SP		25,82	0,00
3509205	Cajamar	SP		2,69	2,00
3510609	Carapicuíba	SP		0,00	0,00
3513009	Cotia	SP		452,45	0,00
3513801	Diadema	SP		0,00	0,00
3515004	Embu	SP		0,00	0,00
3515103	Embu-Guaçu	SP	Sem Informações desagregadas por município	8,66	0,00
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP		54,44	18,00
3516309	Francisco Morato	SP		4,84	0,00
3516408	Franco da Rocha	SP		116,99	3,00
3518800	Guarulhos	SP		382,10	11,00
3522208	Itapecerica da Serra	SP		53,96	0,00
3522505	Itapeví	SP		0,00	0,00
3523107	Itaquaquecetuba	SP		160,42	5,00
3525003	Jandira	SP		0,00	0,00
3526209	Juquitiba	SP		8,07	0,00
3528502	Mairiporã	SP	7,53	0,00	
3529401	Mauá	SP		0,00	0,00

Continua...

Tabela 4.9 - Áreas Irrigadas segundo PERH (2004-2007), Macrometrópole e Censo Agropecuário de 2006 (cont.)

Código IBGE	Município Nome	UF	PERH (2004-2007)	Área irrigada (ha)	
				Macrometrópole	Censo Agropecuário 2006*
3530607	Mogi das Cruzes	SP	Sem Informações desagregadas por município	3.505,50	265,00
3532405	Nazaré Paulista	SP		142,23	25,00
3534401	Osasco	SP		0,00	0,00
3535606	Paraibuna	SP		370,80	34,00
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP		9,68	0,00
3539806	Poá	SP		32,14	0,00
3543303	Ribeirão Pires	SP		0,00	0,00
3544103	Rio Grande da Serra	SP		0,00	0,00
3545001	Salesópolis	SP		188,30	5,00
3547304	Santana de Parnaíba	SP		1,84	3,00
3547809	Santo André	SP		8,84	0,00
3548708	São Bernardo do Campo	SP		54,20	0,00
3548807	São Caetano do Sul	SP		0,95	0,00
3549953	São Lourenço da Serra	SP		0,00	0,00
3550308	São Paulo	SP		364,87	18,00
3550605	São Roque	SP		309,00	20,98
3552502	Suzano	SP		1.029,26	2,00
3552809	Taboão da Serra	SP		0,00	0,00
3556453	Vargem Grande Paulista	SP		102,38	23,00
TOTAL				7.561,00	10.495,81

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total

* Soma das tabelas 825 e 1179 do SIDRA (IBGE)

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH 2004-2007); Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013); e Censo Agropecuário (IBGE, 2006).

Observa-se uma diferença significativa nas estimativas das áreas irrigadas realizadas no PERH e na Macrometrópole, quando comparadas ao Censo 2006. Destaca-se que nos dois primeiros estudos foi realizada análise de imagens de satélite, tendo-se uma aferição mais precisa das áreas, no entanto, não foi possível identificar as áreas irrigadas por município no primeiro estudo citado.

Destaca-se os municípios de Biritiba Mirim, Cotia, Guarulhos, Mogi das Cruzes e Suzano são os mais expressivos segundo os dados da Macrometrópole. O município de Mogi das Cruzes também é representativo de acordo com o Censo Agropecuário de 2006, no entanto é 13 vezes inferior ao estimado no estudo da Macrometrópole. Este município é notadamente conhecido por possuir a maior produção de caqui do Estado.

Estas discrepâncias comprovam a necessidade de uma padronização e estudos recentes com relação à estimativa das áreas irrigadas. Sabe-se, entretanto, que o Censo Agropecuário está em processo de atualização, tendo como previsão de divulgação preliminar o primeiro semestre de 2018.

Sendo assim, no PBH-AT (2018) o cálculo da demanda de irrigação, para o cenário tendencial, será baseado, conforme preconiza os TDR do presente Plano, através da aplicação do índice médio de consumo, em l/s/ha. Tal índice foi consolidado pelo PERH (2004-2007) e foi utilizado em outros estudos, como o da Macrometrópole, sendo este igual a 0,475 l/s/ha.

Ainda conforme recomendado pelos TDR, foi realizado um refinamento das áreas irrigadas, mais especificamente na sub-bacia ATC, pois esta região possui maior intensidade e expressividade da atividade agrícola. Para tal, foi contratado serviço especializado de interpretação e sensoriamento remoto de imagens satélites.

Inicialmente definiu-se a escala como sendo igual a 1:50.000, a área mínima mapeável igual a 1,0 hectare e a imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, datada de 07 de julho de 2016 (INPE). Para a realização desta metodologia foram utilizadas algumas técnicas de interpretação, em função das características da área estudada. Dessa forma, os métodos de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), *Enhanced Vegetation Index* (EVI) e *Soil-Adjusted Vegetation Index* (SAVI) foram utilizados analisando-se as bandas Vermelho (R) e infravermelho próximo e a banda da faixa

multiespectral compreendida pelo Azul pelo método EVI. As equações utilizadas para detectar o estresse hídrico na vegetação e o efeito da refletância do solo, afim de se determinar uma correlação direta com a quantidade de água no solo foram:

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho R}{\rho NIR + \rho R}$$

$$EVI = 2,5 * \frac{\rho NIR - \rho R}{\rho NIR + 6 * \rho R - 7,5 * \rho Azul + 1}$$

$$SAVI = \frac{(1 + 0,5) * (\rho NIR - \rho R)}{\rho NIR + \rho R + 0,5}$$

Onde:

ρ = Refletância da banda;

NIR = Infravermelho próximo;

R = Vermelho.

Como forma de aprimoramento da metodologia utilizada, foram analisadas também as outorgas concedidas para a irrigação, de forma georreferenciada, para garantir uma certa aferição aos resultados obtidos pelas imagens de satélite. A **Tabela 4.10** relaciona os resultados obtidos, em hectares, para cada município inserido na sub-bacia ATC e o **Mapa RPD-11** seguinte apresenta a distribuição dessas áreas na área estudada.

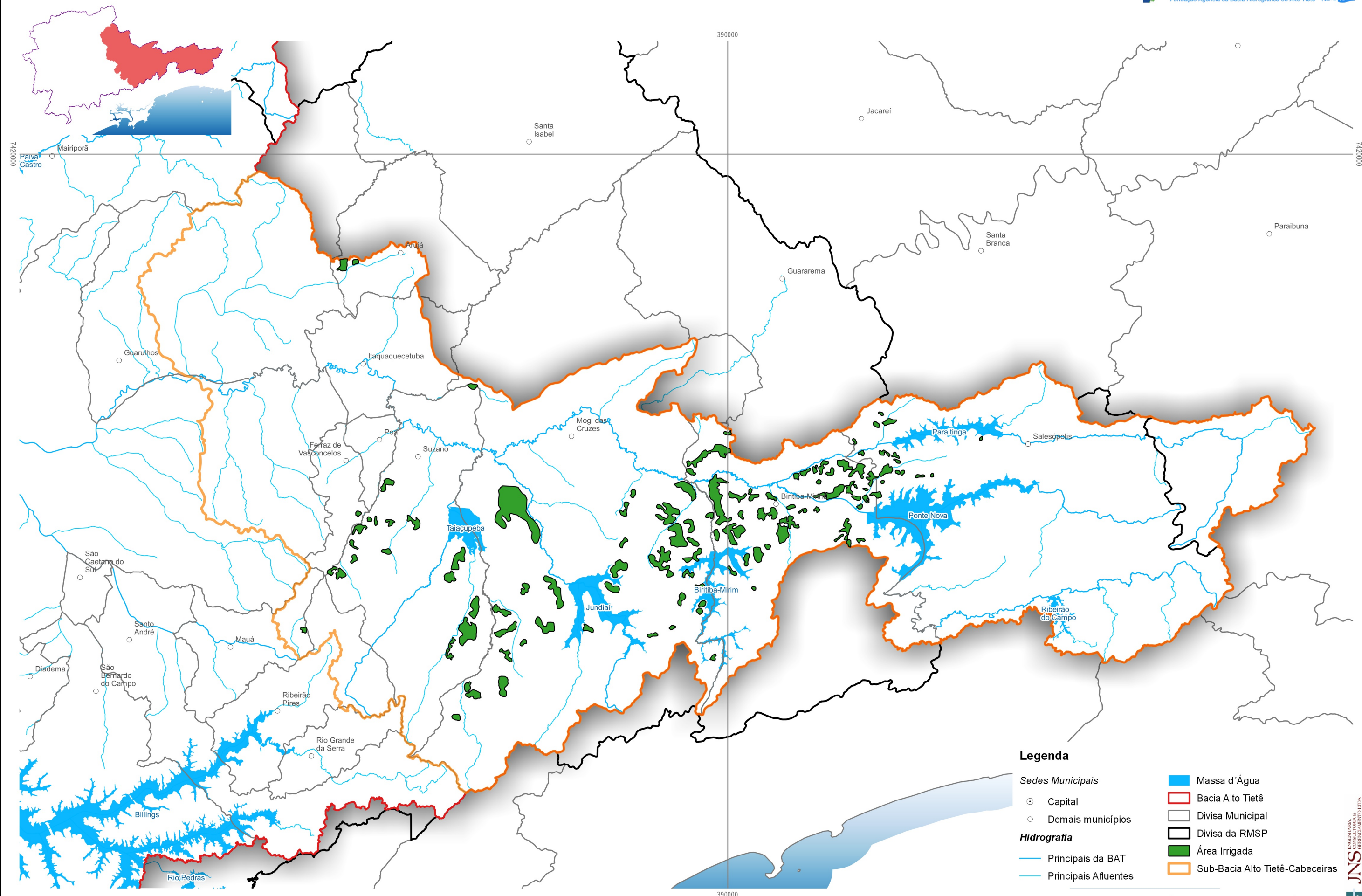
Tabela 4.10 - Resultado das áreas irrigadas, em hectares, na sub-bacia ATC

Código IBGE	Município		UF	Área Irrigada (ha)
	Nome			
3503901	Arujá		SP	65,90
3506607	Biritiba Mirim		SP	1.778,56
3515707	Ferraz de Vasconcelos		SP	36,98
3518800	Guarulhos		SP	0,00
3523107	Itaquaquecetuba		SP	0,00
3529401	Mauá		SP	15,66
3530607	Mogi das Cruzes		SP	2.455,36
3535606	Paraibuna		SP	0,00
3539806	Poá		SP	0,00
3543303	Ribeirão Pires		SP	0,00
3545001	Salesópolis		SP	216,24
3550308	São Paulo		SP	0,00
3552502	Suzano		SP	743,61
TOTAL				5.312,31

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total

O município de Mogi das Cruzes, conforme indica a Tabela anterior, é o mais expressivo, possuindo 46,22% da área irrigada total para a sub-bacia ATC. Esta constatação indica, mais uma vez, a necessidade de constante atualização de bases de dados e padronização de metodologias de estimativa de áreas irrigadas no Brasil.

O **Mapa RPD-11** a seguir apresenta a localização dessas áreas irrigadas, identificadas pela metodologia de análise de imagens de satélite, realizada no PBH-AT (2018).



Legenda

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| Sedes Municipais | Massa d'Água |
| Capital | Bacia Alto Tietê |
| Demais municípios | Divisa Municipal |
| Hidrografia | Divisa da RMSP |
| Principais da BAT | Área Irrigada |
| Principais Afluentes | Sub-Bacia Alto Tietê-Cabeceiras |

Fonte:
 Datageo, 2017;
 Emplasa, 2017;
 DAEE, 2017;
 Áreas Irrigadas Elaborado pelo Consórcio COBRAPE-JNS através de imagens do satélite Landsat 8 (INPE).

Escala Gráfica 0 0,5 1 1,5 2 km	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-044-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:273.000	Revisão 0/0

Após a aplicação da metodologia de interpretação de imagens de satélite na sub-bacia ATC, consideraram-se, para os demais municípios inseridos na área de estudo, as áreas irrigadas estimadas na Macrometrópole, com a finalidade de se determinar a demanda de irrigação por município. A **Tabela 4.11** apresenta as áreas irrigadas consideradas na Macrometrópole, aquelas estimadas no âmbito do PBH-AT (2018) e a áreas finais de cada município, bem como as respectivas vazões para a irrigação.

Tabela 4.11 - Áreas irrigadas e demanda final para a Irrigação, estimadas por município

Código IBGE	Município Nome	UF	Áreas Irrigadas (ha)			Demanda (l/s) Irrigação
			Macrometrópole	PBH-AT (2018)*	Área Final**	
3503901	Arujá	SP	70,08	65,90	65,90	31,30
3505708	Barueri	SP	0,00		0,00	0,00
3506607	Biritiba Mirim	SP	3.027,76	1.778,56	1.778,56	844,81
3509007	Caieiras	SP	25,82		25,82	12,26
3509205	Cajamar	SP	2,69		2,69	1,28
3510609	Carapicuíba	SP	0,00		0,00	0,00
3513009	Cotia	SP	452,45		452,45	214,91
3513801	Diadema	SP	0,00		0,00	0,00
3515004	Embu	SP	0,00		0,00	0,00
3515103	Embu-Guaçu	SP	8,66		8,66	4,11
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	54,44	36,98	36,98	17,57
3516309	Francisco Morato	SP	4,84		4,84	2,30
3516408	Francisco da Rocha	SP	116,99		116,99	55,57
3518800	Guarulhos	SP	382,10		382,10	181,50
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	53,96		53,96	25,63
3522505	Itapevi	SP	0,00		0,00	0,00
3523107	Itaquaquecetuba	SP	160,42		160,42	76,20
3525003	Jandira	SP	0,00		0,00	0,00
3526209	Juquitiba	SP	8,07		8,07	3,83
3528502	Mairiporã	SP	7,53		7,53	3,58
3529401	Mauá	SP	0,00	15,66	15,66	7,44
3530607	Mogi das Cruzes	SP	3.505,50	2.455,36	2.455,36	1.166,30
3532405	Nazaré Paulista	SP	142,23		142,23	67,56
3534401	Osasco	SP	0,00		0,00	0,00
3535606	Paraibuna	SP	370,80	0,00	370,80	176,13
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	9,68		9,68	4,60
3539806	Poá	SP	32,14	0,00	32,14	15,27
3543303	Ribeirão Pires	SP	0,00	0,00	0,00	0,00
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,00		0,00	0,00
3545001	Salesópolis	SP	188,30	216,24	216,24	102,71
3547304	Santana de Parnaíba	SP	1,84		1,84	0,87
3547809	Santo André	SP	8,84		8,84	4,20
3548708	São Bernardo do Campo	SP	54,20		54,20	25,75
3548807	São Caetano do Sul	SP	0,95		0,95	0,45
3549953	São Lourenço da Serra	SP	0,00		0,00	0,00
3550308	São Paulo	SP	364,87	0,00	364,87	173,31
3550605	São Roque	SP	309,00		309,00	146,77
3552502	Suzano	SP	1.029,26	743,61	743,61	353,21
3552809	Taboão da Serra	SP	0,00		0,00	0,00
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	102,38		102,38	48,63
TOTAL			10.495,81	5.312,31	7.932,77	3.768,07

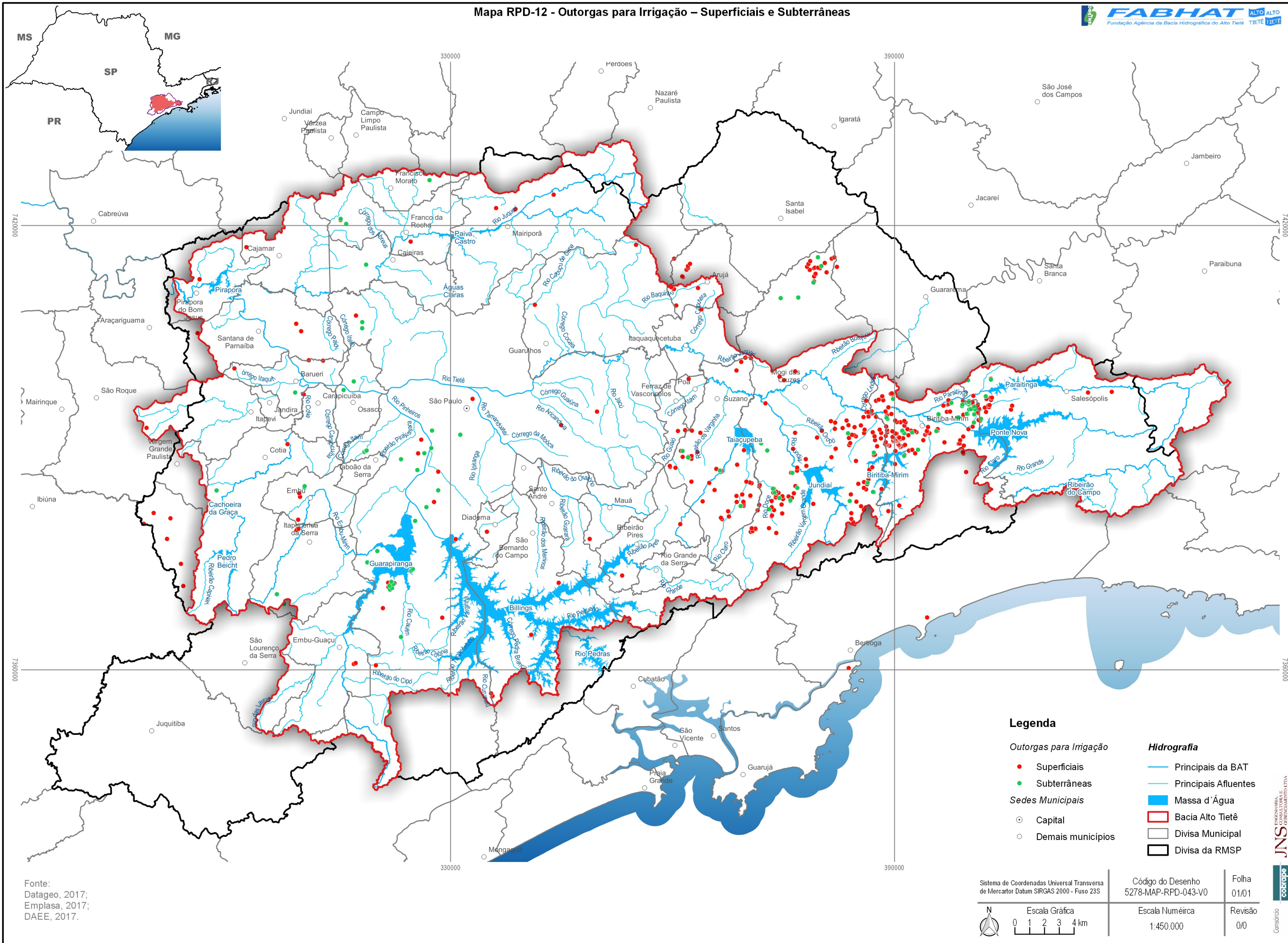
* Metodologia de interpretação de imagem de satélite realizada no âmbito do PBH-AT (2018) na sub-bacia do ATC

** Área final considerada para o cálculo da demanda de irrigação no PBH-AT (2018)

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total

Fica evidente, portanto, que os municípios de Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Suzano são os mais expressivos no que se refere à demanda de irrigação. Todos estes estão inseridos na sub-bacia do ATC e juntos representam 62,75% da demanda total estimada de 3.768,07 l/s. Os **Mapas RPD-12** e **RPD-13** a seguir apresentam a distribuição de tal demanda, sendo que o primeiro representa as outorgas concedidas pelo DAEE para a irrigação e o segundo a demanda total estimada.

Mapa RPD-12 - Outorgas para Irrigação – Superficiais e Subterrâneas



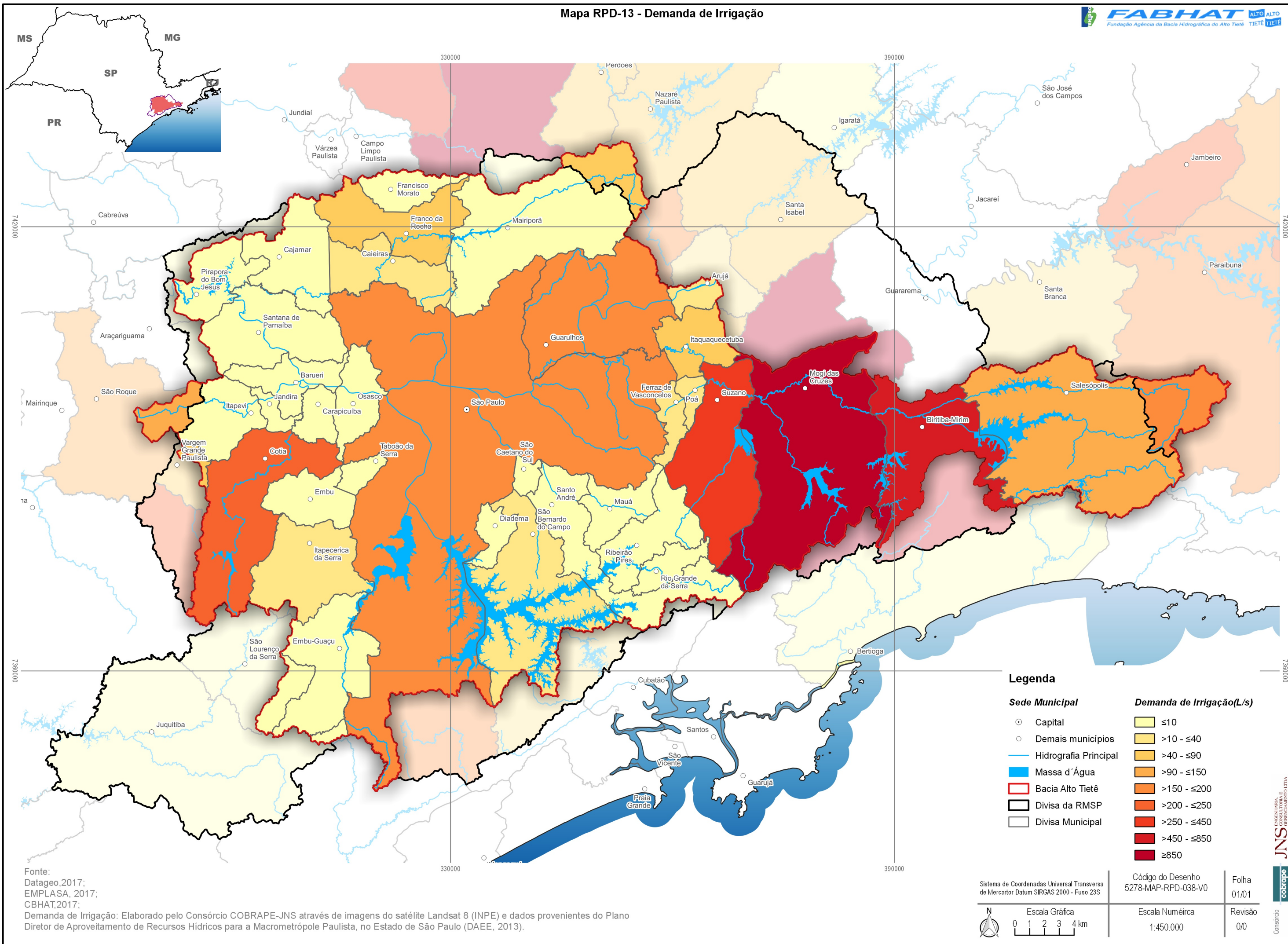
Legenda

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| Outorgas para Irrigação | Hidrografia |
| ● Superficiais | — Principais da BAT |
| ● Subterrâneas | — Principais Afluentes |
| Sedes Municipais | ■ Massa d'Água |
| ○ Capital | ▭ Bacia Alto Tietê |
| ○ Demais municípios | ▭ Divisa Municipal |
| | ▭ Divisa da RMSP |

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
DAEE, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-043-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

Mapa RPD-13 - Demanda de Irrigação



Legenda

Sede Municipal		Demanda de Irrigação (L/s)	
○	Capital	≤10	Light Yellow
○	Demais municípios	>10 - ≤40	Yellow
—	Hidrografia Principal	>40 - ≤90	Light Orange
■	Massa d'Água	>90 - ≤150	Orange
□	Bacia Alto Tietê	>150 - ≤200	Dark Orange
□	Divisa da RMSP	>200 - ≤250	Red-Orange
□	Divisa Municipal	>250 - ≤450	Red
		>450 - ≤850	Dark Red
		≥850	Very Dark Red

Fonte:
Datageo, 2017;
EMPLASA, 2017;
CBHAT, 2017;
Demanda de Irrigação: Elaborado pelo Consórcio COBRAPE-JNS através de imagens do satélite Landsat 8 (INPE) e dados provenientes do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, no Estado de São Paulo (DAEE, 2013).

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-038-V0	Folha 01/01
<p>Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km</p>	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

4.2.2.2. Dessedentação Animal

A demanda para a dessedentação de animais foi calculada a partir do efetivo animal, obtido pela Pesquisa Pecuária Municipal (PPM/IBGE, 2015) e coeficientes de conversão do consumo animal, sendo considerada também a parcela destinada à manutenção e limpeza das áreas de criação animal. Os coeficientes que foram utilizados constam da **Tabela 4.12** a seguir.

Tabela 4.12 - Coeficientes adotados no cálculo de demanda de Dessedentação Animal

Rebanhos	Coeficiente (l/dia)	% de Manutenção e Limpeza
Bovino (exceto vacas ordenhadas)	50,0	-
Bubalino	50,0	-
Suínos	18,7	50,0
Equino	40,0	-
Ovino e Caprino	10,0	-
Galináceos – Total	0,22	20,0
Galináceos – Galinhas	0,27	50,0
Codornas	0,18	-
Vacas Ordenhadas	127,5	50,0

Fonte: Estudo de Modelagem Quantitativa e Qualitativa de Trechos de Rio em Bacias Hidrográficas Consideradas Críticas (ANA, 2016)

Os municípios inseridos na BAT, segundo levantamento realizado pelo IBGE na PPM 2015, possuem um efetivo animal que totaliza 3.655.802 animais. Os municípios de Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Suzano se destacam, pois juntos possuem 89% do efetivo animal total observado. A **Tabela 4.13** apresenta o efetivo animal identificado por município, segundo a PPM (2015). Observa-se que 24 municípios do universo estudado não possuem dados, uma vez que a PPM não disponibiliza informações para municípios que não tiverem pelo menos um efetivo de rebanho. Vale ressaltar, entretanto, que destes municípios, Diadema, Jandira, Osasco, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Taboão da Serra possuem grande parte de sua área urbanizada, o que pode explicar a falta de dados.

Tabela 4.13 - Efetivo Animal – Produção Pecuária Municipal (PPM) - 2015

Código IBGE	Município	UF	Bovino	Bubalino	Suíno	Equino	Ovino	Caprino	Galináceos - total	Galináceos - galinhas	Codornas	TOTAL
3503901	Arujá	SP	350	SI	2	76	34	SI	SI	SI	SI	462
3505708	Barueri	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3506607	Biritiba Mirim	SP	802	86	51	367	77	9	486.799	387.341		875.532
3509007	Caieiras	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3509205	Cajamar	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3510609	Carapicuíba	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3513009	Cotia	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3513801	Diadema	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3515004	Embu	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3515103	Embu-Guaçu	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	89	SI	SI	1	2	SI	SI	SI	SI	92
3516309	Francisco Morato	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3516408	Franco da Rocha	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3518800	Guarulhos	SP	SI	SI	40	150	SI	SI	SI	SI	SI	190
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3522505	Itapevi	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3523107	Itaquaquecetuba	SP	845	SI	88	36	283	262	SI	SI	SI	1.514
3525003	Jandira	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3526209	Juquitiba	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3528502	Mairiporã	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3529401	Mauá	SP	64	SI	49	30	SI	47	79	61	SI	330
3530607	Mogi das Cruzes	SP	4.455	55	119	588	341	612	256.887	256.887	450.000	969.944
3532405	Nazaré Paulista	SP	8.300	20	1.690	950	900	300	100.000	4.500	6.000	122.660
3534401	Osasco	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3535606	Paraibuna	SP	27.272	24	1.730	935	600	620	21.300	4.300	SI	56.781
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3539806	Poá	SP	12	SI	SI	SI	SI	21	SI	SI	SI	33
3543303	Ribeirão Pires	SP	75	SI	SI	SI	SI	69	2.500	630		3.274
3544103	Rio Grande da Serra	SP	21	SI	SI	30	SI	20	350	135		556
3545001	Salesópolis	SP	4.201	59	106	346	459	44	SI	SI	SI	5.215
3547304	Santana de Parnaíba	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3547809	Santo André	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3548708	São Bernardo do Campo	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3548807	São Caetano do Sul	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3549953	São Lourenço da Serra	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3550308	São Paulo	SP	600	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	600
3550605	São Roque	SP	2.468	26	3.720	750	318	170	44.500	10.000	140.000	201.952
3552502	Suzano	SP	1.230	3	134	214	48	16	685.096	489.926	240.000	1.416.667
3552809	Taboão da Serra	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Total			50.784	273	7.729	4.473	3.062	2.190	1.597.511	1.153.780	836.000	3.655.802

Legenda: SI – Sem Informações

A metodologia aplicada considera o efetivo animal dos municípios como um todo, dessa forma, a demanda foi estimada para cada município ainda que o mesmo tenha parte de seu território fora dos limites da BAT. Portanto, após a aplicação dos coeficientes relacionados na **Tabela 4.12**, em cada tipo de animal considerado (**Tabela 4.13**), foi realizada a estimativa da demanda de água para a Dessedentação Animal por município, apresentada na **Tabela 4.14** a seguir.

Tabela 4.14 - Demanda para a Dessedentação de Animais estimada por município

Código IBGE	Município Nome	UF	Demanda (l/s) Dessedentação Animal
3503901	Arujá	SP	0,24
3505708	Barueri	SP	0,00
3506607	Biritiba Mirim	SP	6,52
3509007	Caieiras	SP	0,00
3509205	Cajamar	SP	0,00
3510609	Carapicuíba	SP	0,00
3513009	Cotia	SP	0,00
3513801	Diadema	SP	0,00
3515004	Embu das Artes	SP	0,00
3515103	Embu-Guaçu	SP	0,00
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0,05
3516309	Francisco Morato	SP	0,00
3516408	Franco da Rocha	SP	0,00
3518800	Guarulhos	SP	0,08
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	0,00
3522505	Itapevi	SP	0,00
3523107	Itaquaquecetuba	SP	0,59
3525003	Jandira	SP	0,00
3526209	Juquitiba	SP	0,00
3528502	Mairiporã	SP	0,00
3529401	Mauá	SP	0,07
3530607	Mogi das Cruzes	SP	7,49
3532405	Nazaré Paulista	SP	6,31
3534401	Osasco	SP	0,00
3535606	Paraibuna	SP	16,90
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,00
3539806	Poá	SP	0,01
3543303	Ribeirão Pires	SP	0,07
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,03
3545001	Salesópolis	SP	2,71
3547304	Santana de Parnaíba	SP	0,00
3547809	Santo André	SP	0,00
3548708	São Bernardo do Campo	SP	0,00
3548807	São Caetano do Sul	SP	0,00
3549953	São Lourenço da Serra	SP	0,00
3550308	São Paulo	SP	0,35
3550605	São Roque	SP	3,27
3552502	Suzano	SP	9,05
3552809	Taboão da Serra	SP	0,00
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	0,00
TOTAL			53,73

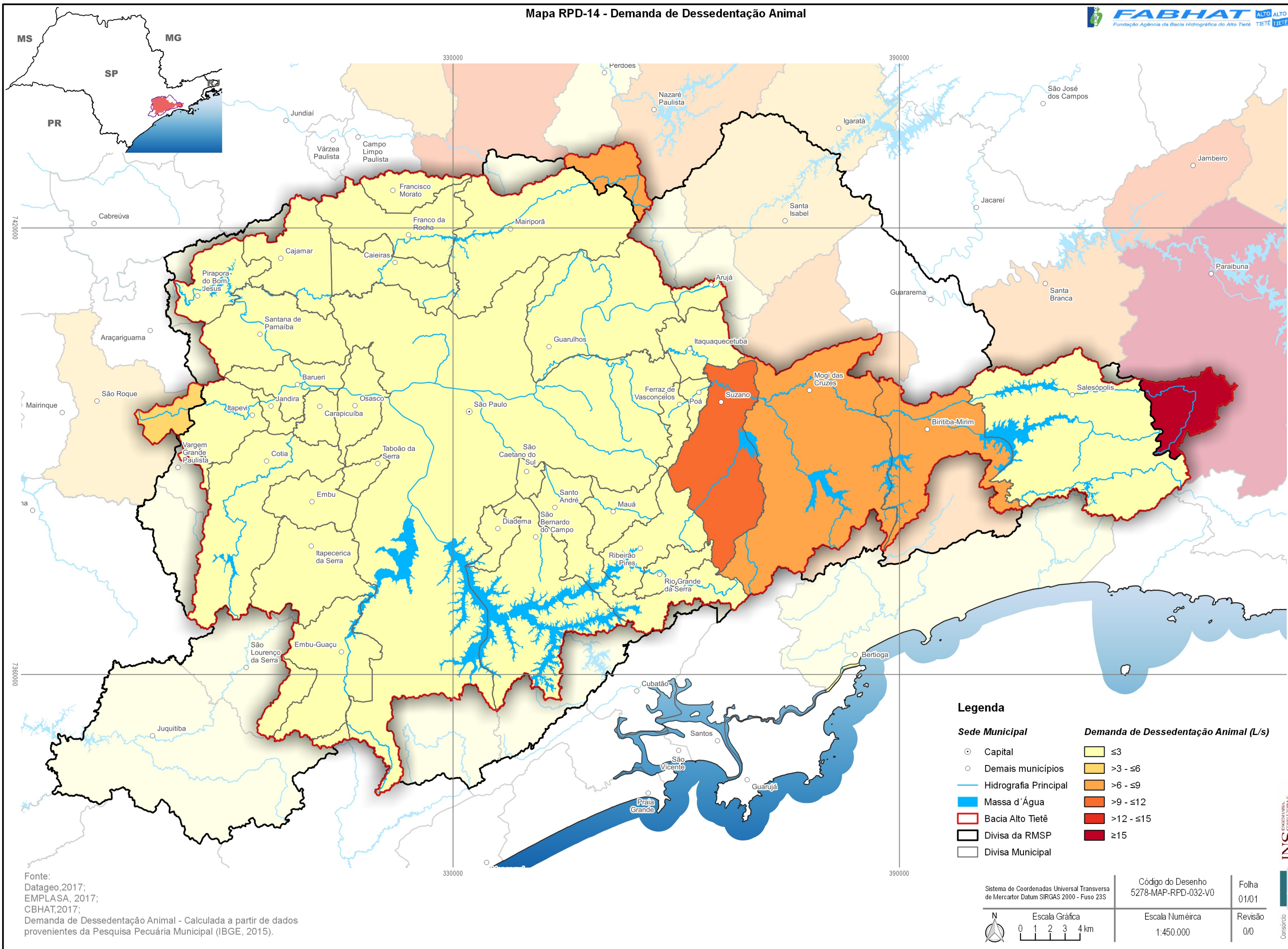
Municípios com contribuições expressivas em relação ao total

Fonte: Demanda calculada a partir de dados provenientes da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2015)

A demanda estimada totaliza 53,73 l/s, sendo os municípios de Paraibuna, Suzano, Mogi das Cruzes e Biritiba Mirim, localizados na sub-bacia ATC, e o município de Nazaré Paulista, localizado na sub-bacia Juqueri-Cantareira, responsáveis por cerca de 86% da demanda total para este fim.

Percebe-se que o município de Paraibuna, localizado na cabeceira da sub-bacia Tietê Cabeceiras, possui 10% de seu território na BAT, no entanto, a porção inserida na BAT é destinada à usos agrícolas. O mesmo ocorre com o município de Nazaré Paulista, que está localizado na porção nordeste da sub-bacia Juqueri-Cantareira e 16% de seu território está inserido nos limites da BAT. O município de Suzano está 100% inserido na BAT, enquanto Mogi das Cruzes e Biritiba Mirim possuem mais da metade de seus territórios na sub-bacia ATC (68% e 59%, respectivamente). O **Mapa RPD-14** apresenta a distribuição da demanda de dessedentação animal na BAT, evidenciando a sub-bacia ATC como sendo a principal área de demanda para este fim.

Mapa RPD-14 - Demanda de Dessedentação Animal



4.2.2.3. Abastecimento humano rural

A determinação da demanda para o abastecimento humano rural foi baseada no cálculo das parcelas referentes ao abastecimento rural com sistema público e abastecimento rural sem sistema público, obtidos a partir do SNIS 2015, conforme as etapas detalhadas a seguir.

- **Etapa 1:** Consolidação dos dados do SNIS 2015 – foram levantados os dados de população total do município, população rural, população atendida com abastecimento de água, volume de água produzido, volume de água consumido, consumo médio per capita, perdas e vazões para a determinação da demanda.
- **Etapa 2:** Foi realizado o cálculo final, diferenciando-se cada parcela (abastecimento rural com sistema público e abastecimento rural sem sistema público) para cada município que integra a área de estudo.

A **Tabela 4.15** destaca, para cada município inserido na BAT, a demanda para as parcelas de abastecimento rural com e sem sistema público, obtidas através dos dados disponibilizados pelo SNIS 2015. Observa-se que a demanda total para este fim, para os municípios da BAT, totaliza 244,09 l/s, sendo 57% destes atendidos sem o sistema público de abastecimento. Os municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo, Mogi das Cruzes, Suzano e Franco da Rocha, possuem as maiores demandas para este fim, o correspondente a 81% da demanda total. Estes municípios estão localizados nas sub-bacias Penha-Pinheiros, Billings-Tamanduateí, Alto Tietê-Cabeceiras e Juqueri-Cantareira, conforme pode ser observado no **Mapa RPD-15**.

Tabela 4.15 - Demanda para o Abastecimento Humano rural estimada por município

Código IBGE	Município	UF	Abastecimento Rural com sistema público (l/s)	Abastecimento Rural sem sistema público (l/s)	Abastecimento Rural TOTAL (l/s)
3503901	Arujá	SP	6,52	6,52	6,52
3505708	Barueri	SP	0,00	0,00	0,00
3506607	Biritiba Mirim	SP	0,00	2,79	2,79
3509007	Caieiras	SP	0,00	1,21	1,21
3509205	Cajamar	SP	3,55	3,55	3,55
3510609	Carapicuíba	SP	0,00	0,00	0,00
3513009	Cotia	SP	0,00	0,00	0,00
3513801	Diadema	SP	0,00	0,00	0,00
3515004	Embu das Artes	SP	0,00	0,00	0,00
3515103	Embu-Guaçu	SP	0,00	1,10	1,10
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	2,57	6,52	6,52
3516309	Francisco Morato	SP	0,00	0,19	0,19
3516408	Franco da Rocha	SP	8,06	12,54	12,54
3518800	Guarulhos	SP	0,00	0,00	0,00
3522208	Itapeerica da Serra	SP	0,00	0,82	0,82
3522505	Itapevi	SP	0,00	0,00	0,00
3523107	Itaquaquecetuba	SP	0,00	0,00	0,00
3525003	Jandira	SP	0,00	0,00	0,00
3526209	Juquitiba	SP	0,00	5,64	5,64
3528502	Mairiporã	SP	0,00	5,17	5,17
3529401	Mauá	SP	0,00	0,00	0,00
3530607	Mogi das Cruzes	SP	0,00	25,21	25,21
3532405	Nazaré Paulista	SP	0,00	1,13	1,13
3534401	Osasco	SP	0,00	0,00	0,00
3535606	Paraibuna	SP	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,00	0,00	0,00
3539806	Poá	SP	2,45	2,45	2,45
3543303	Ribeirão Pires	SP	0,00	0,00	0,00
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,00	0,00	0,00
3545001	Salesópolis	SP	0,00	3,82	3,82
3547304	Santana de Parnaíba	SP	0,00	0,00	0,00
3547809	Santo André	SP	0,00	0,00	0,00
3548708	São Bernardo do Campo	SP	36,25	36,25	36,25
3548807	São Caetano do Sul	SP	0,00	0,00	0,00

Continua...

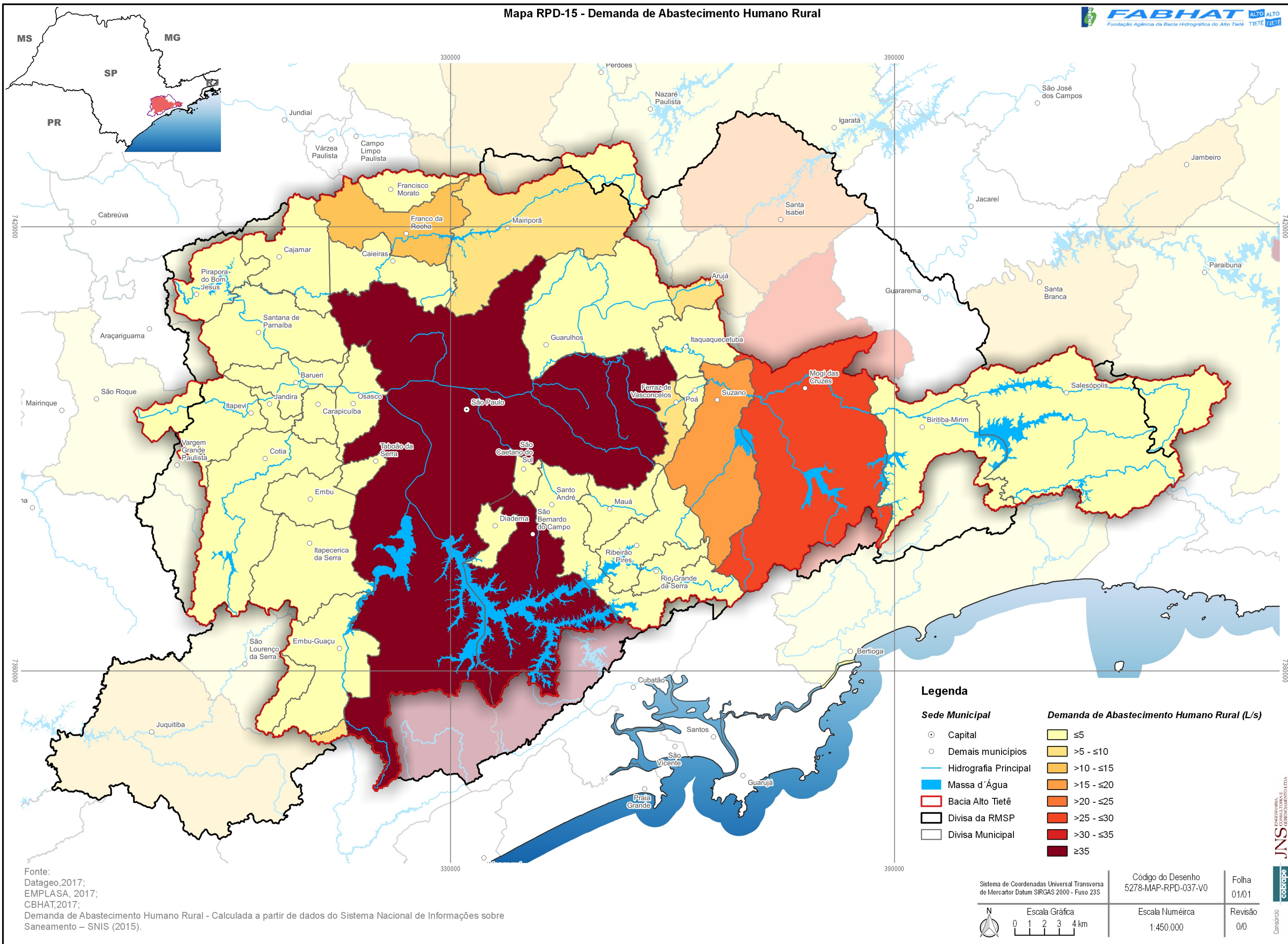
Tabela 4.15 - Demanda para o Abastecimento Humano rural estimada por município (cont.)

Código IBGE	Município	UF	Abastecimento Rural com sistema público (l/s)	Abastecimento Rural sem sistema público (l/s)	Abastecimento Rural TOTAL (l/s)
3549953	São Lourenço da Serra	SP	0,00	1,11	1,11
3550308	São Paulo	SP	28,46	105,83	105,83
3550605	São Roque	SP	0,00	3,93	3,93
3552502	Suzano	SP	18,30	18,30	18,30
3552809	Taboão da Serra	SP	0,00	0,00	0,00
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	0,00	0,00	0,00
TOTAL			106,16	137,93	244,09

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total
- Município sem dados no SNIS 2015

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2015)

Mapa RPD-15 - Demanda de Abastecimento Humano Rural



Legenda

Sede Municipal

- Capital
- Demais municípios
- Hidrografia Principal
- Massa d'Água
- ▭ Bacia Alto Tietê
- ▭ Divisa da RMSP
- ▭ Divisa Municipal

Demanda de Abastecimento Humano Rural (L/s)

- ≤5
- >5 - ≤10
- >10 - ≤15
- >15 - ≤20
- >20 - ≤25
- >25 - ≤30
- >30 - ≤35
- ≥35

Fonte:
Datageo, 2017;
EMPLASA, 2017;
CBHAT, 2017;
Demanda de Abastecimento Humano Rural - Calculada a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2015).

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S

Escala Gráfica
0 1 2 3 4 km

Código do Desenho
5278-MAP-RPD-037-V0

Escala Numérica
1:450.000

Folha
01/01

Revisão
0/0

4.2.3. Outros Usos

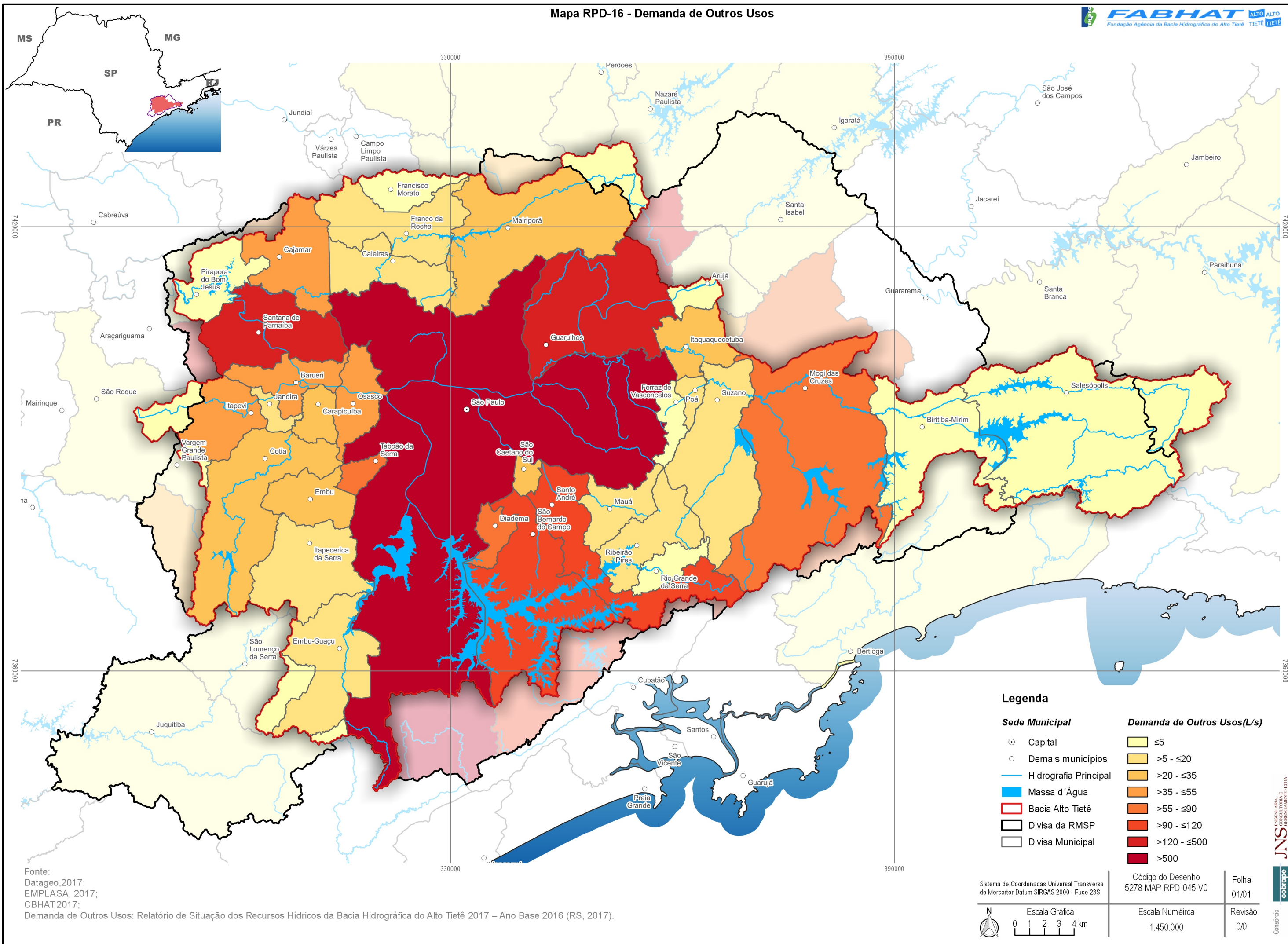
A estimativa da demanda para os outros usos (cujas finalidades não podem ser identificadas ou o cadastro classifica como “outros”) foi realizada com base nos dados de outorga, obtidos junto ao DAEE, previamente consolidados pela FABHAT, constantes no RS 2017. A demanda outorgada para soluções alternativas e outros usos, tendo-se como base o ano de 2016, é igual a 2.323,60 l/s, conforme observa-se da **Tabela 4.16**.

Tabela 4.16 - Demanda outorgada para Soluções Alternativas e Outros Usos

Código IBGE	Município	UF	Soluções Alternativas e Outros Usos (l/s)
3503901	Arujá	SP	3,60
3505708	Barueri	SP	53,10
3506607	Biritiba Mirim	SP	3,70
3509007	Caieiras	SP	7,40
3509205	Cajamar	SP	51,80
3510609	Carapicuíba	SP	23,20
3513009	Cotia	SP	25,20
3513801	Diadema	SP	86,80
3515004	Embu das Artes	SP	34,60
3515103	Embu-Guaçu	SP	11,10
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0,60
3516309	Francisco Morato	SP	4,20
3516408	Franco da Rocha	SP	9,70
3518800	Guarulhos	SP	170,50
3522208	Itapecerica da Serra	SP	17,20
3522505	Itapevi	SP	41,30
3523107	Itaquaquecetuba	SP	21,00
3525003	Jandira	SP	7,80
3526209	Juquitiba	SP	0,00
3528502	Mairiporã	SP	32,80
3529401	Mauá	SP	16,60
3530607	Mogi das Cruzes	SP	65,70
3532405	Nazaré Paulista	SP	0,00
3534401	Osasco	SP	48,50
3535606	Paraibuna	SP	0,00
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,60
3539806	Poá	SP	15,50
3543303	Ribeirão Pires	SP	9,40
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,00
3545001	Salesópolis	SP	0,20
3547304	Santana de Parnaíba	SP	143,90
3547809	Santo André	SP	109,90
3548708	São Bernardo do Campo	SP	114,00
3548807	São Caetano do Sul	SP	23,00
3549953	São Lourenço da Serra	SP	0,00
3550308	São Paulo	SP	1.080,40
3550605	São Roque	SP	0,00
3552502	Suzano	SP	12,10
3552809	Taboão da Serra	SP	78,20
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	0,00
TOTAL			2.323,60

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total
Fonte: Relatório de Situação 2017 (FABHAT, 2017)

Mapa RPD-16 - Demanda de Outros Usos



Legenda

Sede Municipal	Demanda de Outros Usos (L/s)
○ Capital	≤5
○ Demais municípios	>5 - ≤20
— Hidrografia Principal	>20 - ≤35
■ Massa d'Água	>35 - ≤55
▭ Bacia Alto Tietê	>55 - ≤90
▭ Divisa da RMSP	>90 - ≤120
▭ Divisa Municipal	>120 - ≤500
	>500

Fonte:
Datageo, 2017;
EMPLASA, 2017;
CBHAT, 2017;
Demanda de Outros Usos: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 2017 – Ano Base 2016 (RS, 2017).

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-045-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

4.2.4. Lançamentos de Efluentes

Os lançamentos de efluentes dividem-se em dois tipos: (i) domésticos; e (ii) industriais. As estimativas foram realizadas de acordo com cada tipo de efluente gerado, detalhadas a seguir.

4.2.4.1. Efluentes Domésticos

Para a determinação do lançamento de efluentes domésticos, serão estimadas, a partir de dados constantes no SNIS 2015, três diferentes parcelas: (i) coletados e tratados; (ii) não coletados; e, (iii) coletados e não tratados. Serão determinadas as vazões para cada parcela, lançadas em cada uma das bacias de esgotamento que compõem a área de estudo, conforme divisão estabelecida pela Sabesp, e as cargas destes efluentes, mais especificamente a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e o fósforo, tanto das contribuições pontuais quanto das difusas. Os dados de cargas e as divisões entre as três diferentes parcelas citadas, serão apresentados no capítulo de 7.2 Esgotamento Sanitário, pois serão consolidados conforme metodologia estabelecida no referido item.

No entanto, para efeito da modelagem quantitativa, foram determinados coeficientes de retorno para cada município, zona de demanda e setor de abastecimento, baseando-se nas informações de demanda para o abastecimento público, consolidadas no item 4.2.1.1 anteriormente apresentado. O cálculo dos coeficientes de retorno foi realizado da seguinte forma:

$$\text{Coeficiente de Retorno} = \frac{\text{Demanda para o abastecimento público} * (1 - \text{perdas}) * 0,8}{\text{Demanda para o abastecimento público}}$$

Os coeficientes de retorno e as perdas podem ser observados na **Tabela 4.17**.

Tabela 4.17 - Coeficientes de Retorno e de Perdas da Demanda para o Abastecimento Urbano

Código IBGE	Município	UF	Setor de Abastecimento	Zona de Demanda	Perdas (%)	Coeficiente de retorno
3550308	São Paulo	SP	Vila Alpina	1	33,20%	0,53
3550308	São Paulo	SP	Carrão	1	46,49%	0,43
3550308	São Paulo	SP	Moóca	1	31,19%	0,55
3550308	São Paulo	SP	Cambuci	1	52,56%	0,38
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Ipiranga	1	40,07%	0,48
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Sacomã	1	28,08%	0,58
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Brás	1	49,78%	0,4
3550308	São Paulo	SP	Sapopemba	2	24,93%	0,6
3550308	São Paulo	SP	São Mateus	2	14,94%	0,68
3550308	São Paulo	SP	Jardim da Conquista	2	41,70%	0,47
3550308	São Paulo	SP	Jardim São Pedro	2	33,91%	0,53
3550308	São Paulo	SP	Itaquera	3	35,34%	0,52
3550308	São Paulo	SP	São Miguel Paulista	3	45,37%	0,44
3550308	São Paulo	SP	Itaim Paulista	3	37,66%	0,5
3550308	São Paulo	SP	Guaianazes	3	36,20%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Ferraz de Vasconcelos	3	33,96%	0,53
3550308	São Paulo	SP	Santa Etelvina	3	30,27%	0,56
3550308	São Paulo	SP	Cidade Tiradentes	3	25,88%	0,59
3550308	São Paulo	SP	Carmo	3	35,13%	0,52
3550308	São Paulo	SP	Savoy	3	31,16%	0,55
3550308	São Paulo	SP	Vila Formosa	4	34,57%	0,52
3550308	São Paulo	SP	Penha	4	26,67%	0,59
3550308	São Paulo	SP	Cangaíba	4	34,05%	0,53
3550308	São Paulo	SP	Jardim Popular	4	39,44%	0,48
3550308	São Paulo	SP	Artur Alvim	4	44,03%	0,45
3550308	São Paulo	SP	Ermelino Matarazzo	4	36,51%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Penha	4	29,53%	0,56
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Vila Matilde	4	42,49%	0,46

Continua...

Tabela 4.17 - Coeficientes de Retorno e de Perdas da Demanda para o Abastecimento Urbano (cont.)

Código IBGE	Município	UF	Setor de Abastecimento	Zona de Demanda	Perdas (%)	Coeficiente de retorno
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Parque Cantareira	5	51,69%	0,39
3550308	São Paulo	SP	Tucuruvi	5	36,73%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Edu Chaves	5	39,32%	0,49
3550308	São Paulo	SP	Vila Medeiros	5	35,02%	0,52
3550308	São Paulo	SP	Vila Maria	5	30,31%	0,56
3550308	São Paulo	SP	Vila Nova Cachoeirinha	5	12,01%	0,7
3550308	São Paulo	SP	Casa Verde (MN)	5	43,35%	0,45
3550308	São Paulo	SP	Mirante	5	28,91%	0,57
3550308	São Paulo	SP	Santana	5	21,75%	0,63
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Tremembé	5	25,53%	0,6
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Horto Florestal	5	31,21%	0,55
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Edu Chaves	5	43,43%	0,45
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Vila Nova Cachoeirinha	5	28,05%	0,58
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Santana	5	30,28%	0,56
3550308	São Paulo	SP	Vila Brasilândia	6	36,64%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Freguesia Do Ó	6	34,20%	0,53
3550308	São Paulo	SP	Pirituba	6	19,82%	0,64
3550308	São Paulo	SP	Vila Jaguará (MN)	6	46,54%	0,43
3550308	São Paulo	SP	Jaraguá	6	34,20%	0,53
3550308	São Paulo	SP	Perus	6	22,25%	0,62
3550308	São Paulo	SP	Parque Anhanguera	6	38,40%	0,49
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Vila Brasilândia	6	32,62%	0,54
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Jaraguá	6	38,68%	0,49
3550308	São Paulo	SP	Jardim América	7	36,45%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Perdizes	7	18,19%	0,65
3550308	São Paulo	SP	Casa Verde (MC)	7	15,95%	0,67
3550308	São Paulo	SP	Consolação	7	33,75%	0,53
3550308	São Paulo	SP	Sumaré	7	24,01%	0,61
3550308	São Paulo	SP	Vila Romana	7	36,39%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Lapa	7	36,28%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Pinheiros	7	29,41%	0,56
3550308	São Paulo	SP	Jaguareé	7	36,89%	0,5
3550308	São Paulo	SP	Osasco - Vila Iracema	7	37,42%	0,5
3550308	São Paulo	SP	Deriv. USP	7	36,34%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Paulista	8	17,27%	0,66
3550308	São Paulo	SP	Vila Mariana	8	23,77%	0,61
3550308	São Paulo	SP	Jabaquara (MC)	8	32,87%	0,54
3550308	São Paulo	SP	Sacomã	8	29,88%	0,56
3550308	São Paulo	SP	Cursino	8	11,17%	0,71
3550308	São Paulo	SP	Jabaquara (MS)	8	45,23%	0,44
3550308	São Paulo	SP	Vila do Encontro	8	31,73%	0,55
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Brooklin (MC)	9	30,64%	0,55
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Brooklin (MS)	9	38,16%	0,49
3550308	São Paulo	SP	Campo Belo	9	9,43%	0,72
3550308	São Paulo	SP	Americanópolis	9	33,58%	0,53
3550308	São Paulo	SP	Chácara Flora	9	33,09%	0,54
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Santo Amaro	9	24,42%	0,6
3550308	São Paulo	SP	Jardim São Luiz (MS)	10	41,52%	0,47
3550308	São Paulo	SP	Itapecerica - Campestre	10	45,48%	0,44
3550308	São Paulo	SP	Jardim Ângela (MS)	10	44,70%	0,44
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Itapecerica - Embu-Guaçu	10	46,24%	0,43
3550308	São Paulo	SP	Pirajussara	10	41,39%	0,47
3550308	São Paulo	SP	Jardim São Luiz (MO)	10	36,58%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Butantã	10	27,78%	0,58
3550308	São Paulo	SP	Vila Sônia	10	39,65%	0,48
3550308	São Paulo	SP	Morumbi	10	32,72%	0,54

Continua...

Tabela 4.17 - Coeficientes de Retorno e de Perdas da Demanda para o Abastecimento Urbano (cont.)

Código IBGE	Município	UF	Setor de Abastecimento	Zona de Demanda	Perdas (%)	Coeficiente de retorno
3550308	São Paulo	SP	Taboão da Serra - Jardim Record (MO)	10	23,94%	0,61
3550308	São Paulo	SP	Jardim Ângela (MO)	10	35,81%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Raposo Tavares	10	19,53%	0,64
3550308	São Paulo	SP	Deriv. Butantã	10	27,15%	0,58
3550308	São Paulo	SP	Interlagos	11	41,72%	0,47
3550308	São Paulo	SP	Grajaú	11	36,18%	0,51
3550308	São Paulo	SP	Parelheiros	11	40,29%	0,48
3550308	São Paulo	SP	Embu-Guaçu - Cipó	11	50,18%	0,4
3550308	São Paulo	SP	Jardim das Fontes	11	32,09%	0,54
3550308	São Paulo	SP	Colônia	11	23,77%	0,61
3550308	São Paulo	SP	Americanópolis - Parque Real	35	45,70%	0,43
3526209	Juquitiba	SP	-	12	29,28%	0,57
3549953	São Lourenço da Serra	SP	-	12	26,78%	0,59
3515004	Embu das Artes	SP	-	13	37,75%	0,5
3515103	Embu-Guaçu	SP	-	13	39,13%	0,49
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	-	13	40,57%	0,48
3552809	Taboão da Serra	SP	-	13	28,58%	0,57
3513009	Cotia	SP	-	14	39,96%	0,48
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	-	15	35,86%	0,51
3550605	São Roque	SP	-	16	53,46%	0,37
3505708	Barueri	SP	-	17	39,99%	0,48
3510609	Carapicuíba	SP	-	17	32,06%	0,54
3522505	Itapevi	SP	-	17	47,71%	0,42
3525003	Jandira	SP	-	17	44,98%	0,44
3534401	Osasco	SP	-	18	48,32%	0,41
3509205	Cajamar	SP	-	19	38,27%	0,49
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	-	19	52,05%	0,38
3547304	Santana de Parnaíba	SP	-	19	40,60%	0,48
3509007	Caieiras	SP	-	20	42,40%	0,46
3516309	Francisco Morato	SP	-	20	44,64%	0,44
3516408	Franco da Rocha	SP	-	20	30,08%	0,56
3528502	Mairiporã	SP	-	21	42,14%	0,46
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	28	26,95%	0,58
3518800	Guarulhos	SP	-	30	41,63%	0,47
3503901	Arujá	SP	-	31	32,31%	0,54
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	-	31	32,11%	0,54
3523107	Itaquaquecetuba	SP	-	31	45,76%	0,43
3539806	Poá	SP	-	31	35,18%	0,52
3552502	Suzano	SP	-	31	40,87%	0,47
3543303	Ribeirão Pires	SP	-	32	35,74%	0,51
3544103	Rio Grande da Serra	SP	-	32	28,05%	0,58
3529401	Mauá	SP	-	33	46,95%	0,42
3548807	São Caetano do Sul	SP	-	34	17,52%	0,66
3513801	Diadema	SP	-	35	39,12%	0,49
3547809	Santo André	SP	-	35	39,90%	0,48
3548708	São Bernardo do Campo	SP	-	35	36,94%	0,5
3530607	Mogi das Cruzes	SP	-	36	55,17%	0,36
3506607	Biritiba Mirim	SP	-	38	21,48%	0,63
3545001	Salesópolis	SP	-	39	22,63%	0,62
3535606	Paraibuna	SP	-	40	39,00%	0,49

Legenda: Apenas o município de São Paulo possui a divisão em Setor de Abastecimento

Fonte: PDAA (SABESP, em andamento)

4.2.4.2. Efluentes Industriais

Conforme descrito no item 4.2.1.2 Abastecimento Industrial, as outorgas industriais com vazões de captação iguais ou superiores a 200,00 l/s foram identificadas e classificadas segundo o CNAE 2.0. Após esta classificação aplicou-se a Matriz de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos no Brasil (FUNARBE, 2010), que relaciona o consumo e o retorno de acordo com as diferentes atividades industriais. Dessa forma, os coeficientes determinados foram aplicados nas vazões de captação, obtendo-se assim as vazões de lançamentos. Ressalta-se que para as outorgas com vazões inferiores a 200,00 l/s aplicou-se um coeficiente padrão igual a 80%. A **Tabela 4.18** a seguir apresenta estes coeficientes para as 30 outorgas mais expressivas identificadas.

Observa-se, através da **Tabela 4.18**, que a indústria com demanda mais significativa, total de 1.740,00 l/s, possui como atividade a fabricação de papel e celulose, e está localizada no município de Suzano, na sub-bacia ATC. Esta atividade, segundo dados da Matriz FUNARBE, consome 12,40% do que é captado para a produção dos insumos, retornando aos corpos hídricos 1.525,00l/s. Nota-se também que o menor coeficiente de retorno (2,90%) está relacionado à atividade de extração de areia, localizada no município de Mogi das Cruzes (sub-bacia ATC). No entanto, a média do coeficiente de retorno destas captações é igual a 80,04%, número geralmente utilizado para este tipo de estimativa.

Tabela 4.18 - Coeficientes de Retorno das Outorgas Industriais superficiais mais expressivas

Código IBGE	Município	Indústria	Classificação CNAE 2.0	Vazão de captação média anual (l/s)	Coefficiente de retorno	Vazão de retorno (l/s)
3552502	Suzano	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	c-17,1 celulose	1.381,00	87,6%	1.210,00
3550308	São Paulo	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	c-19,2 derivados de petróleo	429,00	79,8%	342,00
3550308	São Paulo	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	c-19,2 derivados de petróleo	228,00	79,8%	182,00
3547809	Santo André	UNIPAR INDUPA DO BRASIL S/A	c-20,2 químicos orgânicos	192,00	57,1%	110,00
3509007	Caieiras	MD PAPEIS LTDA.	c-17,2 papel	192,00	81,9%	157,00
3552502	Suzano	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	c-17,1 celulose	192,00	87,6%	168,00
3509007	Caieiras	MELHORAMENTOS CMPC LTDA.	c-17,1 celulose	160,00	87,6%	140,00
3550308	São Paulo	COMPANHIA NITRO QUIMICA BRASILEIRA	c-20,2 químicos orgânicos	151,00	57,1%	86,00
3529401	Mauá	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	c-19,2 derivados de petróleo	137,00	79,8%	109,00
3547809	Santo Andre	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	c-19,2 derivados de petróleo	137,00	79,8%	109,00
3550308	São Paulo	VISCOFAN DO BRASIL SOC COMERCIAL E INDUSTRIAL LTDA	c-22,2 material plástico	137,00	78,3%	107,00
3530607	Mogi das Cruzes	MELHORAMENTOS PAPEIS LTDA.	c-17,1 celulose	110,00	87,6%	96,00
3552502	Suzano	CLARIANT S.A.	c-22,2 material plástico	82,00	78,3%	64,00
3518800	Guarulhos	AMBEV S.A.	c-11.13-5 cervejas	71,00	79,6%	57,00
3550308	São Paulo	PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	c-19,2 derivados de petróleo	68,00	79,8%	55,00
3552502	Suzano	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	c-17,1 celulose	68,00	87,6%	60,00
3552502	Suzano	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	c-17,1 celulose	66,00	87,6%	58,00
3530607	Mogi das Cruzes	GERDAU S.A.	c-24,2 siderurgia	55,00	73,5%	40,00
3550308	São Paulo	MANIKRAFT GUAIANAZES IND.DE CELULOSE E PAPEL LTDA.	c-17,1 celulose	47,00	87,6%	41,00
3530607	Mogi das Cruzes	MULTIVERDE PAPEIS ESPECIAIS LTDA	c-17,2 papel	44,00	81,9%	36,00
3530607	Mogi das Cruzes	KIMBERLY-CLARK BRASIL IND COM PROD DE HIGIENE LTDA	c-17,2 papel	44,00	81,9%	36,00
3552502	Suzano	SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A.	c-17,1 celulose	33,00	87,6%	29,00
3518800	Guarulhos	DAMAPEL IND. COM. E DISTRIBUICAO DE PAPEIS LTDA	c-17,2 papel	32,00	81,9%	26,00
3530607	Mogi das Cruzes	ITAQUAREIA INDUSTRIA EXTRATIVA DE MINERIOS LTDA	b-08.1 extração areia	30,00	2,9%	1,00
3515004	Embu das Artes	IBEMA COMPANHIA BRASILEIRA DE PAPEL	c-17,2 papel	27,00	81,9%	22,00
3530607	Mogi das Cruzes	ITAQUAREIA INDUSTRIA EXTRATIVA DE MINERIOS LTDA	b-08.1 extração areia	24,00	2,9%	1,00
3530607	Mogi das Cruzes	ITAQUAREIA INDUSTRIA EXTRATIVA DE MINERIOS LTDA	b-08.1 extração areia	24,00	2,9%	1,00
3518800	Guarulhos	ROSSET & CIA LTDA.	c-13,3 tecidos de malha	24,00	83,3%	20,00
3550308	São Paulo	INDUSTRIAS TEXTEIS SUECO LTDA.	c-13,3 tecidos de malha	24,00	83,3%	20,00
3530607	Mogi das Cruzes	MINERACAO MARIA ROSA LTDA.	b-08.1 extração areia	0,020	2,9%	1,00
TOTAL				4.228,00	80,04% (média)	3.384,00

Fonte: Outorgas DAEE; Classificação de Atividades Econômicas (CNAE 2.0); Relatório Final de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos, das Atividades Industriais e Agricultura Irrigada (FUNARBE, 2010)

4.3. Síntese das Demandas

A estimativa de demandas no PBH-AT (2018) considerou as finalidades de uso para o Abastecimento Público (abastecimento doméstico, comércio e serviços e indústrias ligadas na rede), Abastecimento Industrial, Irrigação, Dessedentação de Animais, Abastecimento Humano Rural e Outros Usos. Tendo 2015 como ano base, a demanda total foi estimada em 88.227,39 l/s, sendo o Abastecimento Público o uso mais significativo, cuja demanda é igual a 75.306,45 l/s, 85,35% do total estimado.

A **Figura 4.1** apresenta a divisão destes usos, onde é possível observar que os usos de Dessedentação Animal e Abastecimento Humano Rural representam juntos 0,34% da demanda total.

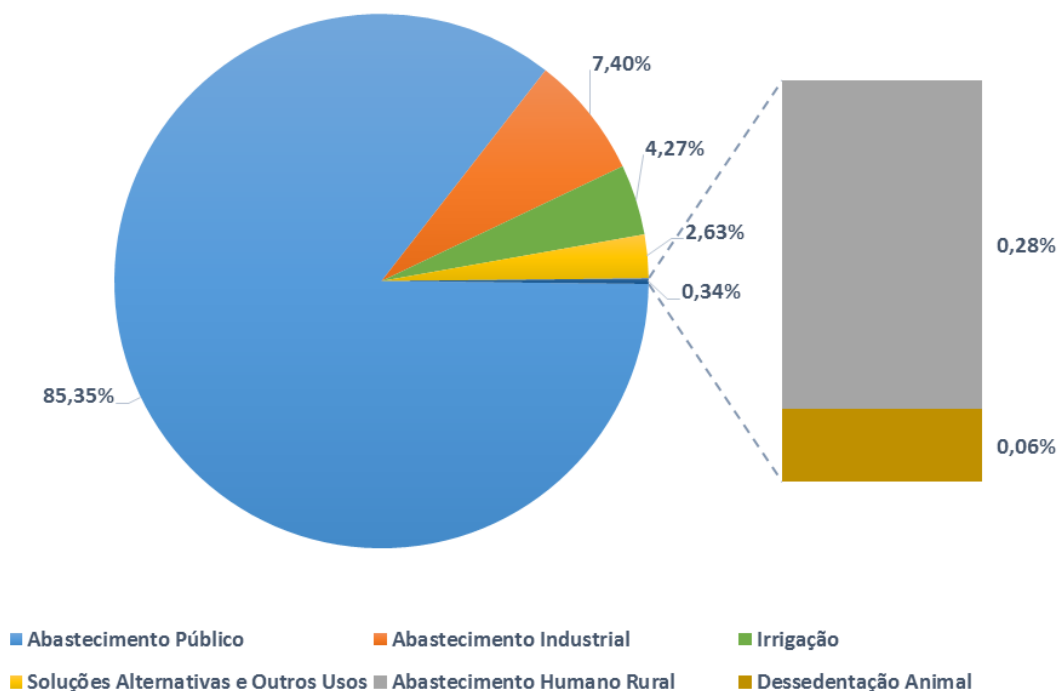


Figura 4.1 - Demandas estimadas - PBH-AT (2018)

Conforme já descrito nos itens anteriores, os municípios com demandas mais expressivas, quando se considera a demanda total, são Osasco (3.300,18 l/s), Mogi das Cruzes (3.331,34 l/s), São Bernardo do Campo (5.069,45 l/s) e São Paulo (47.967,85 l/s). A **Tabela 4.19** a seguir apresenta tais dados por município, considerando também os diferentes tipos de uso estimados.

Tabela 4.19 - Demandas Estimadas no PBH-AT (2018), por município e por tipo de uso

Código IBGE	Município		Demanda (l/s)							TOTAL
	Nome	UF	Abastecimento Público	Abastecimento Industrial	Irrigação	Dessedentação Animal	Abastecimento Humano Rural	Soluções Alternativas e Outros Usos		
3503901	Arujá	SP	230,60	13,27	31,3	0,24	6,52	3,60	285,53	
3505708	Barueri	SP	1.052,00	23,05	0,00	0,00	0,00	53,10	1.128,15	
3506607	Biritiba Mirim	SP	39,10	1,39	844,81	6,52	2,79	3,70	898,31	
3509007	Caieiras	SP	319,60	394,74	12,26	0,00	1,21	7,40	735,21	
3509205	Cajamar	SP	252,90	125,60	1,28	0,00	3,55	51,80	435,13	
3510609	Carapicuíba	SP	1.275,40	15,37	0,00	0,00	0,00	23,20	1.313,97	
3513009	Cotia	SP	818,10	36,30	214,91	0,00	0,00	25,20	1094,51	
3513801	Diadema	SP	1.224,00	28,74	0,00	0,00	0,00	86,80	1.339,54	
3515004	Embu das Artes	SP	761,40	65,21	0,00	0,00	0,00	34,60	861,21	
3515103	Embu-Guaçu	SP	142,60	1,80	4,11	0,00	1,10	11,10	160,71	
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	459,40	4,32	17,57	0,05	6,52	0,60	488,46	
3516309	Francisco Morato	SP	508,40	0,00	2,3	0,00	0,19	4,20	515,09	
3516408	Franco da Rocha	SP	426,50	17,86	55,57	0,00	12,54	9,70	522,17	
3518800	Guarulhos	SP	4.246,00	471,37	181,50	0,08	0,00	170,50	5.069,45	
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	474,70	28,78	25,63	0,00	0,82	17,20	547,13	
3522505	Itapevi	SP	622,80	68,34	0,00	0,00	0,00	41,30	732,44	
3523107	Itaquaquecetuba	SP	969,10	33,19	76,20	0,59	0,00	21,00	1100,08	
3525003	Jandira	SP	366,80	5,41	0,00	0,00	0,00	7,80	380,01	
3526209	Juquitiba	SP	59,00	0,00	3,83	0,00	5,64	0,00	68,47	
3528502	Mairiporã	SP	169,40	217,06	3,58	0,00	5,17	32,80	221,86	
3529401	Mauá	SP	1.197,90	183,88	7,44	0,07	0,00	16,60	1.405,89	
3530607	Moji das Cruzes	SP	1.500,30	566,34	1.166,30	7,49	25,21	65,70	3.331,34	
3532405	Nazaré Paulista	SP	22,90	0,00	67,56	6,31	1,13	0,00	97,9	
3534401	Osasco	SP	3.192,80	58,88	0,00	0,00	0,00	48,50	3.300,18	
3535606	Paraibuna	SP	24,80	0,00	176,13	16,9	0,00	0,00	217,83	
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	60,00	5,44	4,60	0,00	0,00	0,60	70,64	
3539806	Poá	SP	305,20	20,89	15,27	0,01	2,45	15,50	359,32	
3543303	Ribeirão Pires	SP	298,80	13,37	0,00	0,07	0,00	9,40	321,64	
3544103	Rio Grande da Serra	SP	91,40	18,48	0,00	0,03	0,00	0,00	109,91	
3545001	Salesópolis	SP	21,50	0,00	102,71	2,71	3,82	0,20	130,94	
3547304	Santana de Parnaíba	SP	484,20	48,8	0,87	0,00	0,00	143,90	677,77	
3547809	Santo André	SP	2.491,90	437,13	4,20	0,00	0,00	109,90	3.043,13	
3548708	São Bernardo do Campo	SP	3.338,50	256,62	25,75	0,00	36,25	114,00	3.771,12	
3548807	São Caetano do Sul	SP	594,00	4,84	0,45	0,00	0,00	23,00	622,29	
3549953	São Lourenço da Serra	SP	27,80	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	28,91	
3550308	São Paulo	SP	45.168,10	1.439,86	173,31	0,35	105,83	1.080,40	47.967,85	
3550605	São Roque	SP	265,05	0,00	146,77	3,27	3,93	0,00	419,02	
3552502	Suzano	SP	795,60	1897,76	353,21	9,05	18,3	12,10	3086,02	
3552809	Taboão da Serra	SP	879,10	26,94	0,00	0,00	0,00	78,20	984,24	
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	128,80	0,44	48,63	0,00	0,00	0,00	177,87	
TOTAL			75.306,45	6.531,47	3.768,05	53,74	244,08	2.323,60	88.227,39	
Percentual em relação ao total			85,35%	7,40%	4,27%	0,06%	0,28%	2,63%	100,00%	

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total

Observa-se, portanto, que dentre a área de abrangência do presente estudo, 13 são os municípios que possuem demandas mais significativas, de acordo com cada tipo de uso, quais sejam: Nazaré Paulista, Paraibuna, Franco da Rocha, Santana de Parnaíba, Biritiba Mirim, Cotia, Santo André, Suzano, Osasco, Mogi das Cruzes, São Bernardo do Campo, Guarulhos e São Paulo.

A **Figura 4.2** apresenta, em forma de gráfico, a distribuição das demandas e suas respectivas representatividades em relação ao total, para os municípios anteriormente citados.

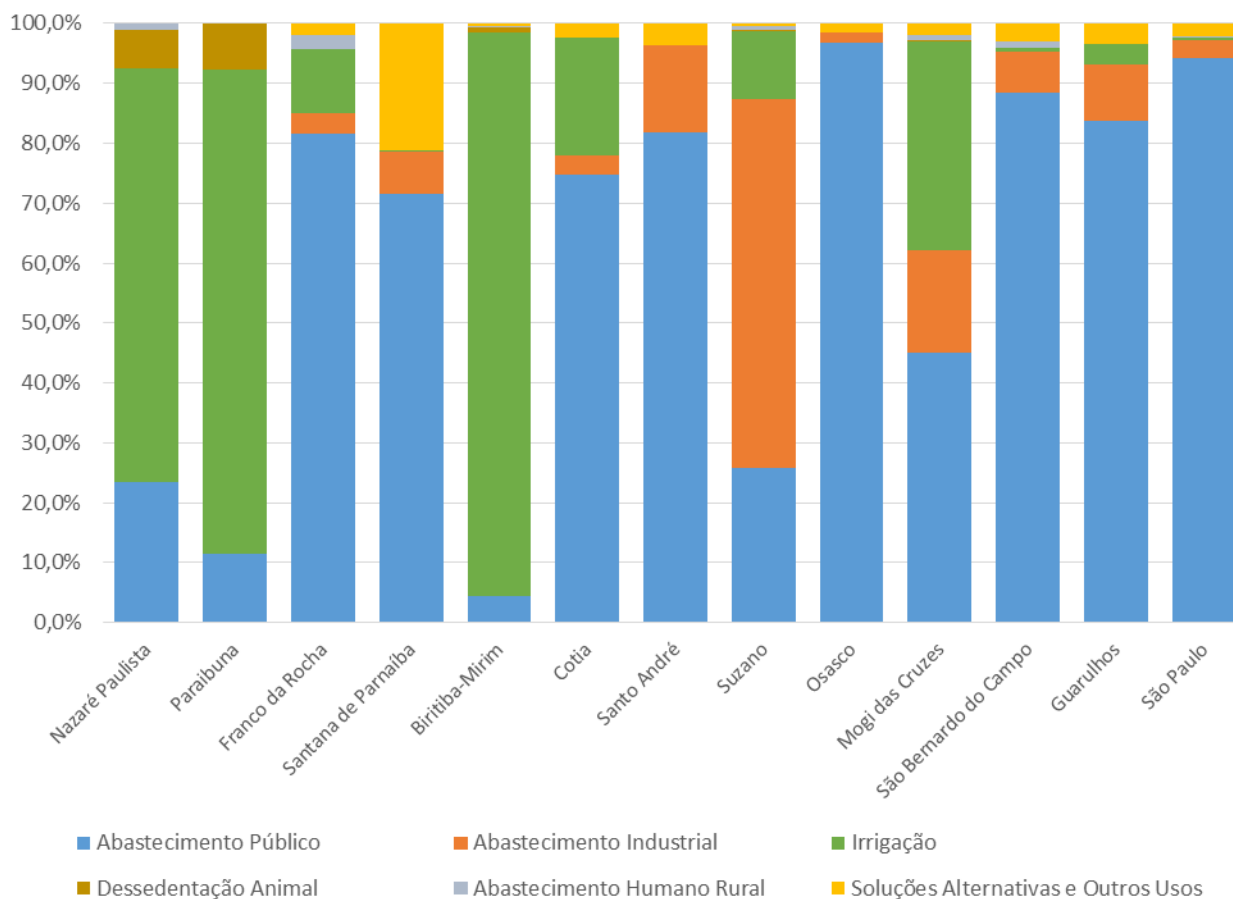
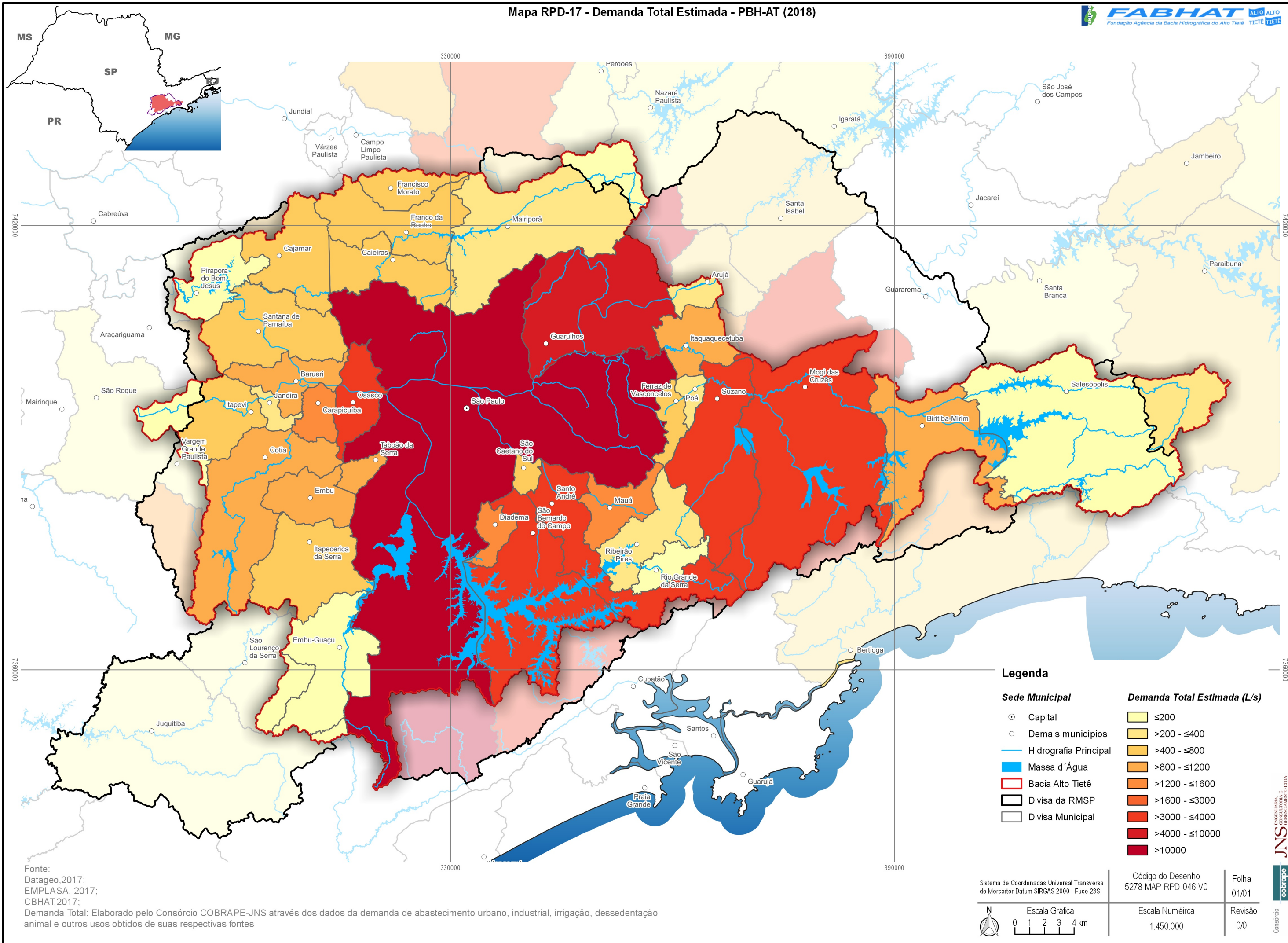


Figura 4.2 - Distribuição das demandas estimadas nos municípios mais expressivos

Sendo assim, fica evidente que os municípios de Nazaré Paulista, Paraibuna, Biritiba Mirim, Cotia, Suzano e Mogi das Cruzes possuem demandas rurais expressivas, enquanto para os demais municípios a demanda urbana é mais representativa.

Mapa RPD-17 - Demanda Total Estimada - PBH-AT (2018)



Legenda

Sede Municipal	Demanda Total Estimada (L/s)
○ Capital	≤200
○ Demais municípios	>200 - ≤400
— Hidrografia Principal	>400 - ≤800
■ Massa d'Água	>800 - ≤1200
□ Bacia Alto Tietê	>1200 - ≤1600
□ Divisa da RMSP	>1600 - ≤3000
□ Divisa Municipal	>3000 - ≤4000
	>4000 - ≤10000
	>10000

Fonte:
Datageo,2017;
EMPLASA, 2017;
CBHAT,2017;
Demanda Total: Elaborado pelo Consórcio COBRAPE-JNS através dos dados da demanda de abastecimento urbano, industrial, irrigação, dessedentação animal e outros usos obtidos de suas respectivas fontes

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-046-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

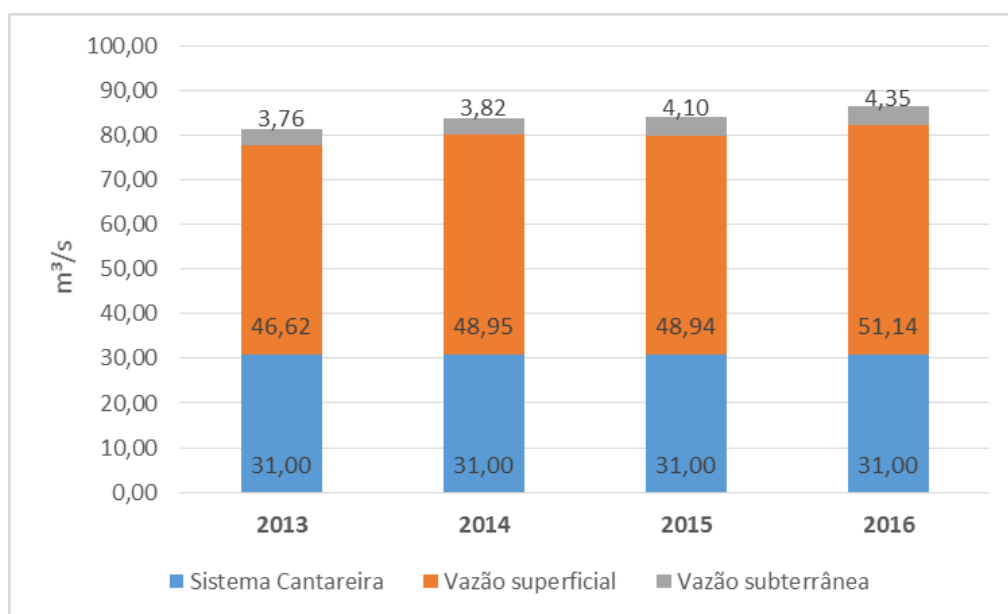
4.4. Indicadores

Em consonância ao Anexo da Deliberação CRH nº 146 de 11 de dezembro de 2012, serão estimados indicadores que terão por finalidade a caracterização das demandas dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, conforme **Quadro 4.2**.

Quadro 4.2 - Indicadores propostos na Deliberação CRH no 146/2012

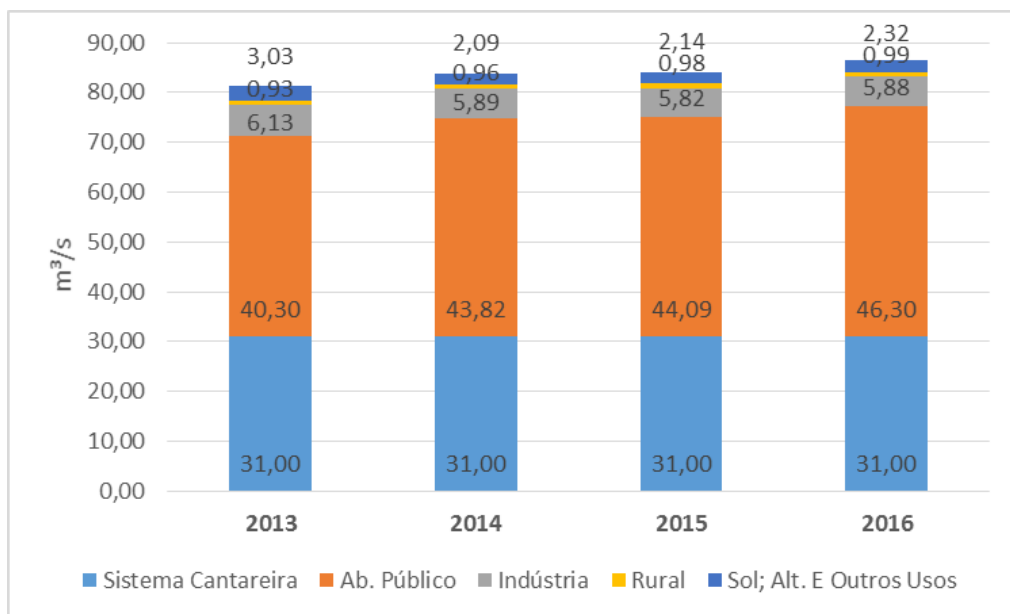
Variável	Indicador	Parâmetro
Demanda de água	P.01 – Demanda de água	P.01-A- Demanda total de água: m³/s
		P.01-B- Demanda de água superficial: m³/s
		P.01-C- Demanda de água subterrânea: m³/s
	P.02- Tipos de uso da água	P.02-A- Demanda urbana de água: m³/s
		P.02-B- Demanda industrial de água: m³/s
		P.02-C- Demanda rural de água: m³/s
		P.02-D- Demanda para outros usos de água: m³/s
		P.02-E- Demanda estimada para abastecimento urbano: m³/s
	P.03 – Captações de água	P.03-A- Captações superficiais em relação à área total da bacia: nº de outorgas/ 1000 km²
		P.03-B- Captações subterrâneas em relação à área total da bacia: nº de outorgas/ 1000 km²
P.03-C- Proporção de captações superficiais em relação ao total: %		
P.03-D- Proporção de captações subterrâneas em relação ao total: %		
Controle da exploração e uso da água	R.05 – Outorga de uso da água	R.05-B – Vazão total outorgada para captações superficiais: m³/s
		R.05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas: m³/s
		R.05-D – Outorgas para outras interferências em cursos d’água: nº de outorgas
		R.05-G – Vazão outorgada para uso urbano/ Volume estimado para abastecimento urbano: %
Interferências em corpos d’água	P.08 – Barramentos em corpos d’água	P.08-A – Barramentos hidrelétricos: nº de barramentos outorgados
		P.08-D – Total de barramentos: nº total de barramentos outorgados

Segundo o Relatório de Situação 2017, no período de 2013 a 2016 observou-se um aumento de vazão outorgada superficial de 9,7%, enquanto o acréscimo para água subterrânea foi de 15,7%. No que tange os usos, para o mesmo período, constatou-se que houve um aumento de 14,9% para a vazão outorgada para o abastecimento público, uma redução de 4,1% da vazão outorgada para indústria, um aumento de 6,5% para uso rural e a redução de 23,4% para solução alternativa e outros usos. A vazão outorgada para o Sistema Cantareira se manteve, conforme pode ser observado nas **Figuras 4.3 e 4.4**.



Fonte: Relatório de Situação 2017 (FABHAT, 2017)

Figura 4.3 - Quadro Síntese – Evolução das vazões outorgadas, por tipo de manancial



Fonte: Relatório de Situação 2017 (FABHAT, 2017)

Figura 4.4 - Quadro Síntese – Evolução das vazões outorgadas, por tipo de uso

Foi possível notar, através de análise dos dados, que o número de captações subterrâneas é superior ao das superficiais. O número total de outorgas no ano de 2016 foi de 4.923, sendo 87% destas subterrâneas. No entanto, as vazões outorgadas em mananciais superficiais equivalem a 92% do total outorgado, em vazão, na UGRHI 06.

O RS 2017 (FABHAT, 2017), tratou os indicadores de uma forma diferente da preconizada na Deliberação CRH nº 146, pois considerou para todos os indicadores a vazão outorgada. Tais indicadores, referentes aos dados do ano de 2016, podem ser observados no **Quadro 4.3**.

Quadro 4.3 - Indicadores calculados no Relatório de Situação 2017

Variável	Indicador	Parâmetro	
Demanda de água	P.01 – Demanda de água	P.01-A Vazão outorgada total de água: m³/s	55,46
		P.01-B - Vazão outorgada de água superficial: m³/s	51,10
		P.01-C - Vazão outorgada de água subterrânea: m³/s	4,35
	P.02- Tipos de uso da água	P.02-A - Vazão outorgada para abastecimento público: m³/s	46,29
		P.02-B - Vazão outorgada para uso industrial: m³/s	5,88
		P.02-C - Vazão outorgada para uso rural: m³/s	0,97
		P.02-D - Vazão outorgada para soluções alternativas e outros usos: m³/s	2,32
		P.02-E - Demanda estimada para abastecimento urbano: m³/s	Sem informações
	P.03 – Captações de água	P.03-A - Captações superficiais em relação à área total da bacia: nº de outorgas/ 1000 km²	109,00
		P.03-B - Captações subterrâneas em relação à área total da bacia: nº de outorgas/ 1000 km²	735,90
		P.03-C - Proporção de captações superficiais em relação ao total: %	12,90
		P.03-D - Proporção de captações subterrâneas em relação ao total: %	87,10

Quadro 4.3 - Indicadores calculados no Relatório de Situação 2017 (cont.)

Variável	Indicador	Parâmetro	
Controle da exploração e uso da água	R.05 – Outorga de uso da água	R.05-B - Vazão total outorgada para captações superficiais: m³/s	51,10
		R.05-C - Vazão total outorgada para captações subterrâneas: m³/s	4,35
		R.05-D – Outorgas para outras interferências em cursos d'água: nº de outorgas	5713
		R.05-G – Vazão outorgada para uso urbano/ Volume estimado para abastecimento urbano: %	Sem informações
Interferências em corpos d'água	P.08 – Barramentos em corpos d'água	P.08-A – Barramentos hidrelétricos: nº de barramentos outorgados	Sem informações
		P.08-D – Total de barramentos: nº total de barramentos outorgados	410

Fonte: Relatório de Situação 2017 (FABHAT, 2017)

Na Tabela 4.20 a seguir apresenta-se os indicadores relacionados no Quadro 4.3, por município, constantes no RS 2017.

Tabela 4.20 - Indicadores de Demanda de Água – RS 2017 (FABHAT, 2017)

P.01 – Demanda de água					
Código IBGE	Município	UF	P.01-A Vazão outorgada total de água (m³/s)	P.01-B - Vazão outorgada de água superficial (m³/s)	P.01-C - Vazão outorgada de água subterrânea (m³/s)
3503901	Arujá	SP	0,02	0,01	0,01
3505708	Barueri	SP	0,12	0,06	0,06
3506607	Biritiba Mirim	SP	0,75	0,74	0,01
3509007	Caieiras	SP	0,21	0,18	0,03
3509205	Cajamar	SP	0,27	0,10	0,16
3510609	Carapicuíba	SP	1,08	1,05	0,03
3513009	Cotia	SP	1,31	1,27	0,04
3513801	Diadema	SP	0,12	0,00	0,12
3515004	Embu das Artes	SP	0,19	0,11	0,08
3515103	Embu-Guaçu	SP	0,09	0,00	0,09
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0,00	0,00	0,00
3516309	Francisco Morato	SP	0,01	0,01	0,00
3516408	Franco da Rocha	SP	0,09	0,06	0,02
3518800	Guarulhos	SP	0,81	0,23	0,58
3522208	Itapeverica da Serra	SP	0,05	0,02	0,04
3522505	Itapevi	SP	0,14	0,09	0,05
3523107	Itaquaquecetuba	SP	0,05	0,02	0,03
3525003	Jandira	SP	0,02	0,00	0,01
3526209	Juquitiba	SP	-	-	-
3528502	Mairiporã	SP	2,32	2,26	0,06
3529401	Mauá	SP	0,08	0,00	0,08
3530607	Mogi das Cruzes	SP	1,54	1,38	0,15
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	-	-
3534401	Osasco	SP	0,15	0,03	0,12
3535606	Paraibuna	SP	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,07	0,02	0,05
3539806	Poá	SP	0,02	0,02	0,00
3543303	Ribeirão Pires	SP	0,01	0,00	0,01
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,11	0,10	0,01
3545001	Salesópolis	SP	2,55	2,55	0,01
3547304	Santana de Parnaíba	SP	0,31	0,18	0,13
3547809	Santo André	SP	0,70	0,48	0,22
3548708	São Bernardo do Campo	SP	5,91	5,51	0,40
3548807	São Caetano do Sul	SP	0,03	0,00	0,03
3549953	São Lourenço da Serra	SP	-	-	-
3550308	São Paulo	SP	19,15	17,63	1,53
3550605	São Roque	SP	-	-	-
3552502	Suzano	SP	17,06	16,99	0,07
3552809	Taboão da Serra	SP	0,10	0,00	0,10
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	-	-	-
TOTAL			55,46	51,10	4,35

- Municípios com contribuições expressivas em relação ao total
- Municípios não considerados no estudo

Observa-se, através da **Tabela 4.20**, que o indicador P.01-A, que corresponde à demanda total de água, totaliza em 55,46 m³/s, sendo os municípios de Mairiporã, Salesópolis, São Bernardo do Campo, São Paulo e Suzano, os mais expressivos. Destaca-se os dois últimos como os principais, pois juntos demandam cerca de 65% do total. O mesmo ocorre para o indicador P.01-B, que representa a demanda de água superficial, somando 51,10 m³/s, o equivalente a 92% do total. Já para o indicador P.01-C, cujo total para a área abrangida é de 4,35 m³/s, os municípios que se destacam são Cajamar, Guarulhos, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo, sendo este último o mais significativo, com 35% do total.

Tabela 4.21 - Indicadores de Tipos de Uso de Água – RS 2017 (FABHAT, 2017)

P.02- Tipos de uso da água							
Código IBGE	Município	UF	P.02-A - Vazão outorgada para abastecimento público (m ³ /s)	P.02-B - Vazão outorgada para uso industrial (m ³ /s)	P.02-C - Vazão outorgada para uso rural (m ³ /s)	P.02-D - Vazão outorgada para soluções alternativas e outros usos (m ³ /s)	P.02-E - Demanda estimada para abastecimento urbano (m ³ /s)
3503901	Arujá	SP	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
3505708	Barueri	SP	0,04	0,03	0,00	0,00	0,05
3506607	Biritiba Mirim	SP	0,11	0,00	0,64	0,00	0,00
3509007	Caieiras	SP	0,00	0,20	0,00	0,00	0,01
3509205	Cajamar	SP	0,14	0,07	0,00	0,00	0,05
3510609	Carapicuíba	SP	1,05	0,01	0,00	0,00	0,02
3513009	Cotia	SP	1,25	0,03	0,02	0,00	0,03
3513801	Diadema	SP	0,00	0,04	0,00	0,00	0,09
3515004	Embu das Artes	SP	0,00	0,14	0,02	0,00	0,04
3515103	Embu-Guaçu	SP	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3516309	Francisco Morato	SP	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
3516408	Franco da Rocha	SP	0,05	0,02	0,01	0,00	0,01
3518800	Guarulhos	SP	0,31	0,32	0,00	0,00	0,17
3522208	Itapecerica da Serra	SP	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02
3522505	Itapevi	SP	0,04	0,06	0,00	0,00	0,04
3523107	Itaquaquecetuba	SP	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
3525003	Jandira	SP	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
3526209	Juquitiba	SP	-	-	-	-	-
3528502	Mairiporã	SP	2,28	0,01	0,00	0,00	0,03
3529401	Mauá	SP	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02
3530607	Mogi das Cruzes	SP	1,13	0,23	0,11	0,00	0,07
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	-	-	-	-
3534401	Osasco	SP	0,00	0,10	0,00	0,00	0,05
3535606	Paraibuna	SP	-	-	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
3539806	Poá	SP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
3543303	Ribeirão Pires	SP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00
3545001	Salesópolis	SP	2,55	0,00	0,01	0,00	0,00
3547304	Santana de Parnaíba	SP	0,13	0,03	0,00	0,00	0,14
3547809	Santo André	SP	0,15	0,44	0,00	0,00	0,11
3548708	São Bernardo do Campo	SP	5,57	0,22	0,02	0,00	0,11
3548807	São Caetano do Sul	SP	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
3549953	São Lourenço da Serra	SP	-	-	-	-	-
3550308	São Paulo	SP	16,23	1,75	0,10	0,00	1,08
3550605	São Roque	SP	-	-	-	-	-
3552502	Suzano	SP	15,00	2,01	0,04	0,00	0,01
3552809	Taboão da Serra	SP	0,00	0,03	0,00	0,00	0,08
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	-	-	-	-	-
TOTAL			46,29	5,88	0,97	2,32	

Sem Informações

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total
- Municípios não considerados no estudo

A **Tabela 4.21** relaciona os indicadores referentes ao tipo de uso da água, sendo o P.02-A correspondente à demanda urbana outorgada, cujo total é de 46,29 m³/s. Os municípios mais expressivos para este indicador são Mairiporã, Salesópolis, São Bernardo do Campo, São Paulo e Suzano, que juntos representam 90% da demanda total. Para o indicador P.02-B, referente à demanda industrial, os municípios de Guarulhos, Mogi das Cruzes, Santo André, São Paulo e

Suzano são os principais, sendo este último responsável por 34% do total. A demanda para o uso rural, estabelecida pelo indicador P.02-C é pouco expressiva, totalizando 0,97 m³/s, sendo Biritiba Mirim o município mais representativo, detendo 66% desta demanda. O indicador P.02-D, relaciona as demandas para outros usos não identificados, tendo como total a vazão de 2,32 m³/s e São Paulo responsável por 47%.

Tabela 4.22 - Indicadores de Captações de água – RS 2017 (FABHAT, 2017)

P.03 – Captações de água			
P.03-A- Captações superficiais em relação à área total da bacia (nº de outorgas/ 1000 km ²)	P.03-B- Captações subterrâneas em relação à área total da bacia (nº de outorgas/ 1000 km ²)	P.03-C- Proporção de captações superficiais em relação ao total (%)	P.03-D- Proporção de captações subterrâneas em relação ao total (%)
109,00	735,90	12,90	87,10

Analisando a **Tabela 4.22**, observa-se que a densidade de captações subterrâneas, expressa pelo indicador P.03-B, é cerca de 7 vezes maior do que a de captações superficiais apontado pelo indicador P.03-A. Esta diferença de concentração observada é também evidenciada pelos indicadores P.03-C e P.03-D, que apresentam a proporção das captações nos mananciais superficiais e subterrâneos.

Tabela 4.23 - Indicadores de Outorga de uso da água – RS 2017 (FABHAT, 2017)

R.05 – Outorga de uso da água						
Código IBGE	Município	UF	R.05-B – Vazão total outorgada para captações superficiais (m ³ /s)	R.05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas (m ³ /s)	R.05-D – Outorgas para outras interferências em cursos d'água: nº de outorgas	R.05-G – Vazão outorgada para uso urbano/ Volume estimado para abastecimento urbano (%)
3503901	Arujá	SP	0,006	0,013	55	Sem Informações
3505708	Barueri	SP	0,061	0,06	114	
3506607	Biritiba Mirim	SP	0,741	0,013	11	
3509007	Caieiras	SP	0,181	0,029	77	
3509205	Cajamar	SP	0,105	0,165	109	
3510609	Carapicuíba	SP	1,051	0,028	74	
3513009	Cotia	SP	1,27	0,044	129	
3513801	Diadema	SP	0	0,123	88	
3515004	Embu das Artes	SP	0,105	0,08	90	
3515103	Embu-Guaçu	SP	0	0,085	5	
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0	0,003	63	
3516309	Francisco Morato	SP	0,009	0,001	68	
3516408	Franco da Rocha	SP	0,064	0,025	117	
3518800	Guarulhos	SP	0,23	0,582	524	
3522208	Itapecerica da Serra	SP	0,016	0,039	45	
3522505	Itapevi	SP	0,09	0,05	87	
3523107	Itaquaquecetuba	SP	0,016	0,03	157	
3525003	Jandira	SP	0,003	0,013	73	
3526209	Juquitiba	SP	-	-	-	
3528502	Mairiporã	SP	2,262	0,057	36	
3529401	Mauá	SP	0,004	0,076	122	
3530607	Mogi das Cruzes	SP	1,384	0,152	189	
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	-	-	
3534401	Osasco	SP	0,031	0,116	360	
3535606	Paraibuna	SP	-	-	-	
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,016	0,052	8	
3539806	Poá	SP	0,015	0,004	27	
3543303	Ribeirão Pires	SP	0,002	0,012	112	
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,1	0,012	92	
3545001	Salesópolis	SP	2,547	0,006	31	

Continua...

Tabela 4.23 – Indicadores de Outorga de uso da água – RS 2017 (FABHAT, 2017) (cont.)

R.05 – Outorga de uso da água						
Código IBGE	Município	UF	R.05-B – Vazão total outorgada para captações superficiais (m³/s)	R.05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas (m³/s)	R.05-D – Outorgas para outras interferências em cursos d'água: nº de outorgas	R.05-G – Vazão outorgada para uso urbano/ Volume estimado para abastecimento urbano (%)
3547304	Santana de Parnaíba	SP	0,184	0,128	128	Sem Informações
3547809	Santo André	SP	0,484	0,219	321	
3548708	São Bernardo do Campo	SP	5,509	0,397	368	
3548807	São Caetano do Sul	SP	0	0,034	15	
3549953	São Lourenço da Serra	SP	-	-	-	
3550308	São Paulo	SP	17,626	1,529	1729	
3550605	São Roque	SP	-	-	-	
3552502	Suzano	SP	16,991	0,071	211	
3552809	Taboão da Serra	SP	0	0,105	78	
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	-	-	-	
TOTAL			51,1	4,35	5.713	

- Municípios com contribuições expressivas em relação ao total

- Municípios não considerados no estudo

A Tabela 4.23 apresenta os indicadores referentes às vazões outorgadas totais, considerando-se todos os tipos de uso. Observa-se, portanto, que os municípios expressivos, segundo o indicador R.05-B de captações superficiais, apresenta o mesmo comportamento dos indicadores P.01-A (demanda total), P.01-B (demanda total superficial) e P.02-A (demanda urbana outorgada), apresentados anteriormente, que são Mairiporã, Salesópolis, São Bernardo do Campo, São Paulo e Suzano. Estes municípios juntos correspondem a cerca de 88% da demanda total estabelecida pelo indicador R.05-B. Já no que diz respeito ao indicador R.05-C, que apresenta a demanda de captações subterrâneas, seu comportamento é idêntico ao observado pelo indicador P.01-C (demanda de água subterrânea). O indicador R.05-D apresenta o número de outorgas para outras interferências em cursos d'água na BAT, o que totaliza 5.713. Não foram obtidas informações acerca do indicador R.05-G, que corresponde à relação da vazão outorgada para uso urbano e a estimada.

Tabela 4.24 – Indicadores de Barramentos em corpos d'água – RS 2017 (FABHAT, 2017)

P.08 – Barramentos em corpos d'água				
Código IBGE	Município	UF	P.08-A – Barramentos hidrelétricos: nº de barramentos outorgados	P.08-D – Total de barramentos: nº total de barramentos outorgados
3503901	Arujá	SP	Sem Informações	6
3505708	Barueri	SP		6
3506607	Biritiba Mirim	SP		25
3509007	Caieiras	SP		7
3509205	Cajamar	SP		7
3510609	Carapicuíba	SP		8
3513009	Cotia	SP		6
3513801	Diadema	SP		0
3515004	Embu das Artes	SP		10
3515103	Embu-Guaçu	SP		1
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP		1
3516309	Francisco Morato	SP		5
3516408	Franco da Rocha	SP		5
3518800	Guarulhos	SP		16
3522208	Itapeverica da Serra	SP		6

Continua...

Tabela 4.24 - Indicadores de Barramentos em corpos d'água – RS 2017 (FABHAT, 2017) (cont.)

P.08 – Barramentos em corpos d'água				
Código IBGE	Município	UF	P.08-A – Barramentos hidrelétricos: nº de barramentos outorgados	P.08-D – Total de barramentos: nº total de barramentos outorgados
3522505	Itapevi	SP		13
3523107	Itaquaquecetuba	SP		2
3525003	Jandira	SP		1
3526209	Juquitiba	SP		-
3528502	Mairiporã	SP		23
3529401	Mauá	SP		4
3530607	Mogi das Cruzes	SP		91
3532405	Nazaré Paulista	SP		-
3534401	Osasco	SP		7
3535606	Paraibuna	SP		-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP		2
3539806	Poá	SP		0
3543303	Ribeirão Pires	SP	Sem Informações	7
3544103	Rio Grande da Serra	SP		2
3545001	Salesópolis	SP		17
3547304	Santana de Parnaíba	SP		19
3547809	Santo André	SP		9
3548708	São Bernardo do Campo	SP		13
3548807	São Caetano do Sul	SP		0
3549953	São Lourenço da Serra	SP		-
3550308	São Paulo	SP		59
3550605	São Roque	SP		-
3552502	Suzano	SP		31
3552809	Taboão da Serra	SP		1
3556453	Vargem Grande Paulista	SP		-
TOTAL			SI	410
-	Municípios com contribuições expressivas em relação ao total			
-	Municípios não considerados no estudo do RS 2017			

A **Tabela 4.24** apresenta os indicadores referentes aos barramentos em corpos hídricos da BAT. O indicador P.08-A, que corresponde ao número de barramentos hidrelétricos outorgados não teve informações contempladas do RS 2017. Já o indicador P.08-D, que considera todos os tipos de barramentos outorgados, indica a totalidade de 410 barramentos, sendo Biritiba Mirim, Mairiporã, Mogi das Cruzes, São Paulo e Suzano os municípios com maiores quantidades de barramentos outorgados (56% do total).

No PBH-AT (2018), através do estudo de demandas elaborado no presente capítulo, alguns indicadores foram atualizados e outros permaneceram os calculados no RS 2017. O **Quadro 4.4** a seguir relaciona os indicadores, conforme Deliberação CRH nº 146.

Quadro 4.4 - Indicadores calculados no PBH-AT (2018)

Variável	Indicador	Parâmetro	
Demanda de água	P.01 – Demanda de água	P.01-A- Demanda total de água: m³/s	88,25
		P.01-B- Demanda de água superficial: m³/s	83,18
		P.01-C- Demanda de água subterrânea: m³/s	5,07
	P.02- Tipos de uso da água	P.02-A- Demanda urbana de água: m³/s	75,31
		P.02-B- Demanda industrial de água: m³/s	6,53
		P.02-C- Demanda rural de água: m³/s	4,07
		P.02-D- Demanda para outros usos de água: m³/s	2,32
		P.02-E- Demanda estimada para abastecimento urbano: m³/s	75,31
	P.03 – Captações de água	P.03-A- Captações superficiais em relação à área total da bacia: nº de outorgas/ 1000 km²	109,00
		P.03-B- Captações subterrâneas em relação à área total da bacia: nº de outorgas/ 1000 km²	735,90

Continua...

Quadro 4.4 - Indicadores calculados no PBH-AT (2018) (cont.)

Variável	Indicador	Parâmetro	
Demanda de água	P.03 – Captações de água	P.03-C- Proporção de captações superficiais em relação ao total: %	12,90
		P.03-D- Proporção de captações subterrâneas em relação ao total: %	87,10
Controle da exploração e uso da água	R.05 – Outorga de uso da água	R.05-B – Vazão total outorgada para captações superficiais: m³/s	51,10
		R.05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas: m³/s	4,35
		R.05-D – Outorgas para outras interferências em cursos d'água: nº de outorgas	5.713
		R.05-G – Vazão outorgada para uso urbano/ Volume estimado para abastecimento urbano: %	61,47
Interferências em corpos d'água	P.08 – Barramentos em corpos d'água	P.08-A – Barramentos hidrelétricos: nº de barramentos outorgados	Sem Informações
		P.08-D – Total de barramentos: nº total de barramentos outorgados	410

As Tabelas seguintes apresentam os indicadores relacionados no Quadro 4.4, por município, atualizados no PBH-AT (2018).

Tabela 4.25 - Indicadores de Demanda de Água – PBH-AT (2018)

Código IBGE	Município	UF	P.01-A- Demanda total de água (m³/s)	P.01-B- Demanda de água superficial (m³/s)	P.01-C- Demanda de água subterrânea (m³/s)
3503901	Arujá	SP	0,29	0,27	0,02
3505708	Barueri	SP	1,13	1,05	0,08
3506607	Biritiba Mirim	SP	0,9	0,88	0,02
3509007	Caieiras	SP	0,74	0,71	0,03
3509205	Cajamar	SP	0,44	0,18	0,26
3510609	Carapicuíba	SP	1,31	1,27	0,04
3513009	Cotia	SP	1,09	1,04	0,05
3513801	Diadema	SP	1,34	1,22	0,12
3515004	Embu das Artes	SP	0,86	0,77	0,09
3515103	Embu-Guaçu	SP	0,16	0,09	0,07
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0,49	0,48	0,01
3516309	Francisco Morato	SP	0,52	0,51	0,01
3516408	Franco da Rocha	SP	0,52	0,5	0,02
3518800	Guarulhos	SP	5,07	4,44	0,63
3522208	Itapeerica da Serra	SP	0,55	0,52	0,03
3522505	Itapeví	SP	0,73	0,68	0,05
3523107	Itaquaquecetuba	SP	1,1	0,99	0,11
3525003	Jandira	SP	0,38	0,37	0,01
3526209	Juquitiba	SP	0,07	0,06	0,01
3528502	Mairiporã	SP	0,43	0,3	0,13
3529401	Mauá	SP	1,41	1,36	0,05
3530607	Mogi das Cruzes	SP	3,33	3,14	0,19
3532405	Nazaré Paulista	SP	0,1	0,09	0,01
3534401	Osasco	SP	3,3	3,18	0,12
3535606	Paraibuna	SP	0,22	0,22	0
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,07	0	0,07
3539806	Poá	SP	0,36	0,36	0
3543303	Ribeirão Pires	SP	0,32	0,3	0,02
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,11	0,09	0,02
3545001	Salesópolis	SP	0,13	0,13	0
3547304	Santana de Parnaíba	SP	0,68	0,53	0,15
3547809	Santo André	SP	3,04	2,82	0,22
3548708	São Bernardo do Campo	SP	3,77	3,44	0,33
3548807	São Caetano do Sul	SP	0,62	0,59	0,03
3549953	São Lourenço da Serra	SP	0,03	0,03	0
3550308	São Paulo	SP	47,97	46,09	1,88
3550605	São Roque	SP	0,42	0,42	0
3552502	Suzano	SP	3,09	3	0,09
3552809	Taboão da Serra	SP	0,98	0,88	0,1
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	0,18	0,18	0
TOTAL			88,25	83,18	5,07

Municípios com contribuições expressivas em relação ao total

Observa-se, através da **Tabela 4.25**, que o indicador P.01-A, antes igual a 55,46 m³/s, foi estimado em 88,25 m³/s. Destaca-se que esta diferença se dá pela aplicação de diferentes metodologias de estimativa de demanda, pois no RS, cujos dados foram apresentados anteriormente, a demanda foi baseada apenas nas outorgas. Observa-se, portanto, que os municípios de São Bernardo do Campo e São Paulo se mantiveram como mais expressivos, no entanto, com os dados de demandas consolidados no PBH-AT (2018), os municípios de Guarulhos, Mogi das Cruzes e Nazaré Paulista são também representativos. O mesmo ocorre para o indicador P.01-B, que passou de 51,10 m³/s para 83,19 m³/s. Já para o indicador P.01-C, o demanda passou a ser 5,02 m³/s, em face a 4,35 m³/s anteriormente estimados. Os municípios que se destacam neste último indicador são Cajamar, Guarulhos, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo.

Tabela 4.26 - Indicadores de Tipos de Uso de Água – PBH-AT (2018)

P.02- Tipos de uso da água							
Código IBGE	Município	UF	P.02-A- Demanda urbana de água (m ³ /s)	P.02-B- Demanda industrial de água (m ³ /s)	P.02-C- Demanda rural de água (m ³ /s)	P.02-D- Demanda para outros usos de água (m ³ /s)	P.02-E- Demanda estimada para abastecimento urbano (m ³ /s)
3503901	Arujá	SP	0,23	0,01	0,04	0,00	0,23
3505708	Barueri	SP	1,05	0,02	0,00	0,05	1,05
3506607	Biritiba Mirim	SP	0,04	0,00	0,85	0,00	0,04
3509007	Caieiras	SP	0,32	0,39	0,01	0,01	0,32
3509205	Cajamar	SP	0,25	0,13	0,00	0,05	0,25
3510609	Carapicuíba	SP	1,28	0,02	0,00	0,02	1,28
3513009	Cotia	SP	0,82	0,04	0,21	0,03	0,82
3513801	Diadema	SP	1,22	0,03	0,00	0,09	1,22
3515004	Embu das Artes	SP	0,76	0,07	0,00	0,03	0,76
3515103	Embu-Guaçu	SP	0,14	0,00	0,01	0,01	0,14
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0,46	0,00	0,02	0,00	0,46
3516309	Francisco Morato	SP	0,51	0,00	0,00	0,00	0,51
3516408	Franco da Rocha	SP	0,43	0,02	0,07	0,01	0,43
3518800	Guarulhos	SP	4,25	0,47	0,18	0,17	4,25
3522208	Itapeçerica da Serra	SP	0,47	0,03	0,03	0,02	0,47
3522505	Itapevi	SP	0,62	0,07	0,00	0,04	0,62
3523107	Itaquaquecetuba	SP	0,97	0,03	0,08	0,02	0,97
3525003	Jandira	SP	0,37	0,01	0,00	0,01	0,37
3526209	Juquitiba	SP	0,06	0,00	0,01	0,00	0,06
3528502	Mairiporã	SP	0,17	0,22	0,01	0,03	0,17
3529401	Mauá	SP	1,20	0,18	0,01	0,02	1,20
3530607	Mogi das Cruzes	SP	1,50	0,57	1,20	0,07	1,50
3532405	Nazaré Paulista	SP	0,02	0,00	0,08	0,00	0,02
3534401	Osasco	SP	3,19	0,06	0,00	0,05	3,19
3535606	Paraibuna	SP	0,02	0,00	0,19	0,00	0,02
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,06	0,01	0,00	0,00	0,06
3539806	Poá	SP	0,31	0,02	0,02	0,02	0,31
3543303	Ribeirão Pires	SP	0,30	0,01	0,00	0,01	0,30
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,09	0,02	0,00	0,00	0,09
3545001	Salesópolis	SP	0,02	0,00	0,11	0,00	0,02
3547304	Santana de Parnaíba	SP	0,48	0,05	0,00	0,14	0,48
3547809	Santo André	SP	2,49	0,44	0,00	0,11	2,49
3548708	São Bernardo do Campo	SP	3,34	0,26	0,06	0,11	3,34
3548807	São Caetano do Sul	SP	0,59	0,00	0,00	0,02	0,59
3549953	São Lourenço da Serra	SP	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
3550308	São Paulo	SP	45,17	1,44	0,28	1,08	45,17
3550605	São Roque	SP	0,27	0,00	0,15	0,00	0,27
3552502	Suzano	SP	0,80	1,90	0,38	0,01	0,80
3552809	Taboão da Serra	SP	0,88	0,03	0,00	0,08	0,88
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	0,13	0,00	0,05	0,00	0,13
TOTAL			75,31	6,53	4,07	2,32	75,31
Municípios com contribuições expressivas em relação ao total							

A **Tabela 4.26** apresenta os indicadores referentes aos tipos de uso da água. O P.02-A, anteriormente estimado como sendo igual a 46,29 m³/s pelo RS 2017, agora possui o valor de 75,31

m³/s, pois metodologia de estimativa da demanda urbana de água foi distinta. Os municípios mais expressivos para este indicador são Guarulhos, Osasco, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo. O indicador P.02-B, referente à demanda industrial, corresponde à 7,2% do total (P.01-A) e os municípios de Guarulhos, Mogi das Cruzes, Santo André, São Paulo e Suzano são os principais. A demanda para o uso rural (P.02-C) continua com baixa expressividade, no entanto anteriormente totalizava 0,97 m³/s e no presente estudo é igual a 4,07 m³/s, sendo Mogi das Cruzes o município mais representativo, detendo 29% desta demanda. O indicador P.02-D, relaciona as demandas para outros usos não identificados, tendo como total a vazão de 2,32 m³/s e São Paulo responsável por 47%.

Tabela 4.27 - Indicadores de Captações de água – PBH-AT (2018)

P.03 – Captações de água			
P.03-A- Captações superficiais em relação à área total da bacia (nº de outorgas/ 1000 km ²)	P.03-B- Captações subterrâneas em relação à área total da bacia (nº de outorgas/ 1000 km ²)	P.03-C- Proporção de captações superficiais em relação ao total (%)	P.03-D- Proporção de captações subterrâneas em relação ao total (%)
109,00	735,90	12,90	87,10

Em consequência de no presente Plano as estimativas de demandas não terem sido baseadas nas outorgas, apenas para o uso industrial, optou-se por manter os indicadores P.03 consolidados no RS 2017.

Tabela 4.28 - Indicadores de Outorga de uso da água – PBH-AT (2018)

R.05 – Outorga de uso da água						
Código IBGE	Município	UF	R.05-B – Vazão total outorgada para captações superficiais (m ³ /s)	R.05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas (m ³ /s)	R.05-D – Outorgas para outras interferências em cursos d'água: nº de outorgas	R.05-G – Vazão outorgada para uso urbano/ Volume estimado para abastecimento urbano (%)
3503901	Arujá	SP	0,01	0,01	55	0,00
3505708	Barueri	SP	0,06	0,06	114	3,81
3506607	Biritiba Mirim	SP	0,74	0,01	11	275,00
3509007	Caieiras	SP	0,18	0,03	77	0,00
3509205	Cajamar	SP	0,11	0,17	109	56,00
3510609	Carapicuíba	SP	1,05	0,03	74	82,03
3513009	Cotia	SP	1,27	0,04	129	152,44
3513801	Diadema	SP	0	0,12	88	0,00
3515004	Embu das Artes	SP	0,11	0,08	90	0,00
3515103	Embu-Guaçu	SP	0	0,09	5	50,00
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	0	0	63	0,00
3516309	Francisco Morato	SP	0,01	0	68	0,00
3516408	Franco da Rocha	SP	0,06	0,03	117	11,63
3518800	Guarulhos	SP	0,23	0,58	524	7,29
3522208	Itapeerica da Serra	SP	0,02	0,04	45	4,26
3522505	Itapevi	SP	0,09	0,05	87	6,45
3523107	Itaquaquecetuba	SP	0,02	0,03	157	0,00
3525003	Jandira	SP	0	0,01	73	0,00
3526209	Juquitiba	SP	-	-	-	-
3528502	Mairiporã	SP	2,26	0,06	36	1.341,18
3529401	Mauá	SP	0	0,08	122	0,00
3530607	Mogi das Cruzes	SP	1,38	0,15	189	75,33
3532405	Nazaré Paulista	SP	-	-	-	-
3534401	Osasco	SP	0,03	0,12	360	0,00
3535606	Paraibuna	SP	-	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	0,02	0,05	8	100,00
3539806	Poá	SP	0,02	0	27	0,00
3543303	Ribeirão Pires	SP	0	0,01	112	0,00

Continua...

Tabela 4.28 - Indicadores de Outorga de uso da água – PBH-AT (2018) (cont.)

R.05 – Outorga de uso da água						
Código IBGE	Município	UF	R.05-B – Vazão total outorgada para captações superficiais (m³/s)	R.05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas (m³/s)	R.05-D – Outorgas para outras interferências em cursos d'água: nº de outorgas	R.05-G – Vazão outorgada para uso urbano/ Volume estimado para abastecimento urbano (%)
3544103	Rio Grande da Serra	SP	0,1	0,01	92	111,11
3545001	Salesópolis	SP	2,55	0,01	31	12.750,00
3547304	Santana de Parnaíba	SP	0,18	0,13	128	27,08
3547809	Santo André	SP	0,48	0,22	321	6,02
3548708	São Bernardo do Campo	SP	5,51	0,4	368	166,77
3548807	São Caetano do Sul	SP	0	0,03	15	0,00
3549953	São Lourenço da Serra	SP	-	-	-	-
3550308	São Paulo	SP	17,63	1,53	1729	35,93
3550605	São Roque	SP	-	-	-	-
3552502	Suzano	SP	16,99	0,07	211	1.875,00
3552809	Taboão da Serra	SP	0	0,11	78	0,00
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	-	-	-	-
TOTAL			51,1	4,35	5.713	61,47
Municípios com contribuições expressivas em relação ao total						
- Municípios não considerados no estudo do RS 2017						

A Tabela 4.28 apresenta os indicadores referentes às vazões outorgadas totais, considerando-se todos os tipos de uso. Conforme dito anteriormente, as outorgas foram consideradas apenas no cálculo do uso industrial, portanto, optou-se em manter os dados apresentados no RS 2017 para os indicadores R.05-B (vazão total outorgada para captações superficiais), R.05-C (vazão total outorgada para captações subterrâneas) e R.05-D (número de outorgas para outras interferências em cursos d'água). O indicador R.05-G, que relaciona a vazão outorgada para uso urbano e a estimada foi calculado, uma vez utilizou os indicadores P.02-A apresentado no RS (vazão outorgada para o abastecimento público) e o P.02-A calculado no presente Plano.

4.5. Usos Múltiplos da Água

Embora as interferências de retirada ou alteração dos cursos d'água superficiais e a exploração de aquíferos subterrâneos sejam usos antrópicos legítimos das diversas atividades humanas demandantes de água, há situações em que os interesses dos diversos grupos entram em conflito, ainda mais em situações de escassez, como é o caso da Bacia do Alto Tietê (BAT), onde as disponibilidades hídricas são consideradas críticas, pois não permitem conforto no atendimento das demandas.

O próprio Banco Mundial, historicamente, preocupou-se em fomentar políticas sustentáveis de usos de recursos hídricos para (i) abastecimento de água e saneamento; (ii) para usos industriais; (iii) para irrigação e geração hidrelétrica; e (iv) para proteção ambiental e redução da pobreza (IBRD, 1993).

Os usos de recursos hídricos são definidos como “qualquer ação direta em corpos hídricos, superficiais ou subterrâneos, por meio de obras ou serviços, que causem a alteração de seu regime, qualidade ou quantidade, destacadamente nas condições de escoamento ou na modificação do fluxo das águas” (DAEE, 2017). No caso, as modificações ou usos podem ser de um único usuário e setor (por exemplo, geração de energia ou abastecimento de água ou controle de cheias ou recreação, individualmente, sem envolver os demais tipos de uso) ou podem envolver mais de uma função de uso (por exemplo, geração de energia e abastecimento e controle de cheias e recreação, simultaneamente, com regras que respeitem os interesses de todos os agentes, usuários e setores envolvidos).

A evolução histórica dos usos da água dos rios da BAT iniciou-se ao final do século XIX, intensificou-se no século XX, e sofisticou-se no século XXI. Em função da necessidade de energia, os primeiros barramentos eram dedicados à geração de energia (ACKERMAN, 1953; ROCHA, 1991). Com o tempo, cerca de três décadas depois, parte das águas regularizadas por tais barramentos começaram a ser utilizadas para o abastecimento público, bem como começaram a surgir barramentos dedicados à regularização de vazões para o abastecimento público. Estes dois usos podem disputar pela água em si, mas ambos se beneficiam de manter reservatórios sempre mais cheios possível (BRANCO e ROCHA, 1977).

Conforme aumentou a população de São Paulo, espalhou-se a ocupação urbana e diversificou-se a economia, a gestão dos aproveitamentos dos recursos hídricos naquilo que evoluiria de cidades isoladas para a região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tornou-se mais desafiante, mas indubitavelmente necessária (NUCCI, 1993).

Tornando o gerenciamento de recursos hídricos ainda mais complexo, o chamado “Projeto Serra”, concebido na década de 1920 e implantado entre 1927 e 1961 em três fases distintas, fez com que vazões do Planalto Paulista (onde se localiza a BAT) fossem revertidas internamente (com a reversão do fluxo do rio Pinheiros pelas elevatórias Traição e Pedreira) para o reservatório Billings, que transferia suas vazões naturais mais as revertidas para o reservatório Rio das Pedras, na cota 728 metros e já na vertente marítima, para geração de energia nas usinas externa e subterrânea de Henry Borden, em Cubatão, na Baixada Santista (ACKERMAN, 1953).

Criou-se, em São Paulo, um círculo inicialmente virtuoso de aumento da pujança econômica ao longo do século XX em função de energia barata, imigração de mão-de-obra qualificada e investimentos de capital em industrialização. Seguiu-se uma maior diversificação econômica, maior urbanização, com intenso crescimento populacional. Com os investimentos em saneamento (principalmente coleta, afastamento e tratamento de esgotos) avançando mais vagarosamente do que o abastecimento de água e do que o próprio esquema de reversão de cursos d’água e transposição de vazões para a geração de energia, houve substancial perda da qualidade das águas (que recebiam os esgotos lançados sem tratamento ou apenas parcialmente tratados), comprometendo a qualidade das águas do sistema Pinheiros-Billings.

Com o recrudescimento paulatino da democracia no Brasil, os agentes sociais que se sentiam prejudicados por determinados fatos passaram a ter voz mais ativa, e compromisso democráticos influenciaram algumas das práticas do “*modus operandi*” inclusive na gestão de recursos hídricos na BAT. Por exemplo, a partir de 1982, as vazões que antes eram quase que integralmente revertidas pelo sistema Pinheiros-Billings para gerar energia em Cubatão passaram a ser divididas: 50% da vazão era revertida, e 50% da vazão era deixada fluir ao longo do rio Tietê (a chamada “operação balanceada”). A operação em reversão plena passou a ser chamada “operação energética”, e a operação deixando de reverter passou a ser chamada de “operação saneamento”. A partir de 1984, a “operação balanceada” passou a ser predominante. Isso causou problemas de avanço da mancha de poluição ao longo do rio Tietê, primeiro afetando fortemente os municípios imediatamente a jusante, como Pirapora do Bom Jesus, e eutrofizando o rio Tietê até o início do reservatório de Barra Bonita. Ainda hoje ocorrem episódios críticos de mancha de poluição com espumas de detergentes ou enegrecidas com sujeira em cidades como Pirapora do Bom Jesus e, ainda mais distantes, chegando até Salto.

O uso e ocupação do solo urbano se intensificou e se adensou a partir da segunda metade do século XX, aumentando substancialmente as áreas impermeabilizadas da RMSP. Com isto, a parcela de águas precipitadas que escoam superficialmente aumentou cada vez mais, causando problemas cada vez mais graves de enchentes e inundações. Para solucionar ou mitigar tal problema, primeiro surgiram estruturas exclusivas para controle de cheias, e estudou-se o comportamento hidráulico do rio Tietê para dar suporte à decisão de implantação de medidas estruturais e não estruturais (DAEE, 1982).

Em seguida, ao mesmo tempo em que se procurou expandir o número de reservatórios de amortecimento de cheias, os cursos d’água retificados (nos quais a velocidade do fluxo é maior do que em rios intocados e com meandros naturais) foram aprofundados ou alargados. Mesmo assim,

passou-se a operar os reservatórios originalmente construídos para geração de energia e/ou abastecimento de água também para o controle de cheias, mantendo-se volumes de espera nos meses de maior chuva.

Se para gerar energia e para abastecer populações urbanas ou projetos de irrigação o interessante é manter os reservatórios sempre no maior nível possível, para o controle de cheias, ao contrário, é necessário garantir um volume de espera, gerando um conflito quantitativo com as funções originais destes reservatórios (WORLD COMMISSION ON DAMS, 2000).

Além deste evidente conflito quantitativo, há – principalmente no caso da RMSP – o conflito qualitativo, fortemente decorrente do comprometimento da qualidade da água em função do relativo atraso das ações de esgotamento sanitário em relação ao abastecimento de água e às práticas de usos dos recursos hídricos para geração de energia na BAT. Em dois casos, as restrições se tornam patentes: primeiro, após atravessar a mancha urbana metropolitana, as usinas originais de geração de energia – Edgard de Souza, em Santana de Parnaíba, Rasgão e Pirapora, em Pirapora do Bom Jesus –, passam a enfrentar problemas na geração em função da qualidade da água; segundo, a má qualidade da água dos rios Tietê e Pinheiros comprometeram paulatinamente a qualidade da água do reservatório Billings, a ponto de resultar em uma Disposição Transitória na Constituição do Estado de São Paulo (Artigo 46 das Disposições Transitórias) indicando que o bombeamento para geração de energia só poderá ser retomado quando a qualidade da água nos rios Tietê e Pinheiros não mais comprometer a qualidade da água no reservatório Billings. Como consequência, o bombeamento só pode ser retomado em função de controle de cheias, conforme regulamentação específica. Isso gera um ônus sobre o atual agente operador dos ativos que outrora eram de geração de energia na BAT, e que só podem gerar receitas limitadas com tais ativos, e ainda tem que operá-los para o controle de cheias, gerando benefício difuso (imprescindível) à sociedade, mas sem o devido respaldo nas receitas ou cobertura de seus custos.

O conflito qualitativo coíbe, inibe ou mesmo impede o uso recreacional das águas: ao contrário de muitos países onde loteamentos habitacionais de alta renda se encontram na beira de grandes lagos, em São Paulo, particularmente na BAT, estes se encontram distantes dos lagos artificiais criados anteriormente por problemas de qualidade da água, relevando o uso de seu entorno a contingentes populacionais mais pobres, sem provisão de saneamento, gerando cargas que reforçam o círculo vicioso de perda da qualidade das águas.

Além disso, a construção de barramentos impede a navegação contínua dos rios que, mesmo restrita a calado em função de variações de tempos de cheia e seca, no passado desempenharam papel importante na própria exploração do território paulista, e sobretudo na evolução e expansão de São Paulo (ROCHA, 1991).

Os conflitos pelos usos múltiplos da água na BAT e pelos fatores que restringem alguns desses usos são, portanto, de caráter quantitativo e qualitativo, de abrangência localizada e regional, e causam desdobramentos econômico-financeiros a diversos atores e agentes usuários, gestores e reguladores dos recursos hídricos.

O enfoque sobre usos múltiplos, no caso do presente item, envolve os usos múltiplos concorrenciais em reservatórios criados para diversos fins, e não as diferentes outorgas setoriais (por exemplo, de abastecimento de água, de usos industriais e de usos rurais) que podem ser em reservatórios ou se beneficiar diretamente da vazão regularizada dos mesmos, mas também podem ser em rios, a fio d'água (sem regularização por reservatórios) e podem ser outorgas subterrâneas. Desta forma, no sentido de atender ao prescrito nos Termos de Referência, para contextualizar a questão dos usos múltiplos da água, este item aborda, separadamente, os aproveitamentos hidrelétricos, o controle de cheias nos reservatórios de aproveitamento múltiplo, e a navegação fluvial.

4.5.1. Aproveitamentos Hidrelétricos

A utilização dos recursos hídricos para a geração de energia no Brasil é antiga. A primeira hidrelétrica construída no país é datada no final do século XIX, ainda no império de D. Pedro II, que

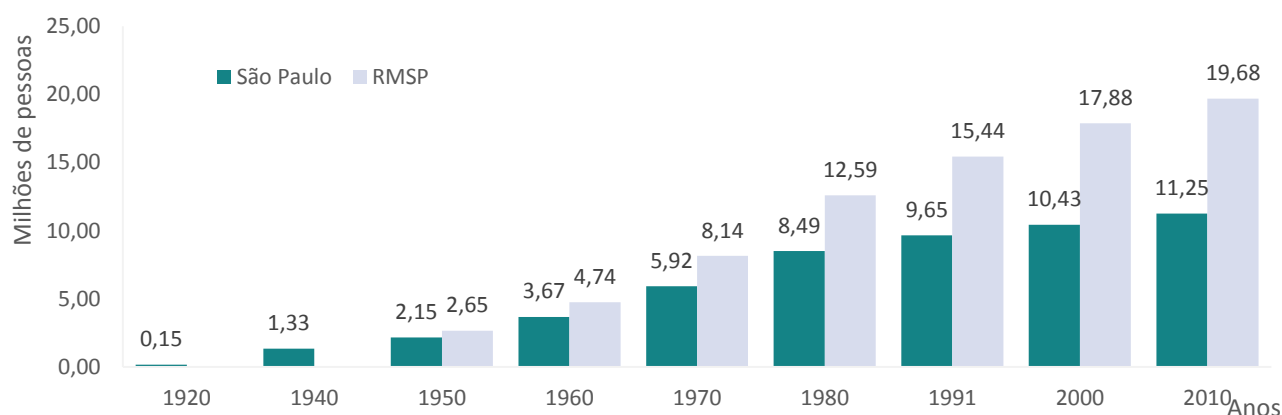
foi construída em Diamantina, realizando o aproveitamento do Ribeirão do Inferno (afluente do Rio Jequitinhonha), cuja potência era de 0,5 MW (ANEEL, 2008).

Na bacia do Alto Tietê (BAT), o primeiro aproveitamento hidrelétrico, hoje na chamada barragem Edgard de Souza (antiga Santana de Parnaíba) data de 1901 (ACKERMAN, 1953). Desde então o potencial hidrelétrico brasileiro cresceu consideravelmente, tornando este tipo de geração de energia elétrica o principal do Brasil. Segundo dados do Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (ano base 2016), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a capacidade instalada disponível em 2016 era de 150.338 MW, sendo de fonte hidrelétrica 96.925 MW, com um total de geração elétrica de 578.898 GWh, dos quais 65,8% são de fonte hidrelétrica, correspondendo a um crescimento de 5,9% em relação ao ano anterior.

Esta fonte representa mais da metade da matriz energética brasileira, conseqüentemente, a geração de energia do país é dependente do regime hidrológico. Disto resultaram crises energéticas principalmente vinculadas a disponibilidade hídrica, como o racionamento do ano 1986 na região sul, em 1987 na região nordeste e entre 2001 e 2002 em regiões Sudeste e Centro-Oeste, devido a períodos de estiagem. Acontecimentos como estes demonstram a importância da diversificação da matriz energética brasileira, tornando necessária a busca por outros tipos de fontes de energia elétrica, como no investimento em energia eólica que cresceu 54,9% entre 2015 e 2016 (BARDELIN, 2004 e EPE, 2016).

Historicamente, as hidrelétricas têm grande importância para o desenvolvimento do Brasil, sendo o cenário energético atual resultado de um processo fundamentado nessa fonte. Um grande marco histórico foi o início da concessão da “*The São Paulo Tramway, Light and Power Company*”, a chamada “*Light*”, em 1899, a qual foi propulsora de um crescimento acelerado da população de São Paulo e do Rio de Janeiro de 1920 a 1950, devido entre outros fatores à geração de energia por meio da hidroelétrica Edgar de Souza para a população (ACKERMAN, 1953).

Este crescimento acelerado da população em São Paulo continuaria nos anos seguintes e até a atualidade, conforme representado na **Figura 4.5**. Conseqüentemente, a demanda de geração de energia, dentre outros usos da água, também cresceu, e o parque de geração de energia elétrica por hidroeletricidade logo esgotou o potencial da BAT, passando a se expandir para outras bacias, como a do restante do rio Tietê, rio Paranapanema (divisa de São Paulo com o Paraná), rio Grande (divisa de São Paulo com Minas Gerais) e rio Paraná (divisa de São Paulo com o Mato Grosso do Sul). Estruturou-se, assim, um sistema energético brasileiro baseado na geração de energia por meio de hidrelétricas.



Fontes: IBGE – Censos Demográficos: 1950, 1960, 1970, 1980, 2000, 2010.

Figura 4.5 - Evolução da população na RMSP e no município de São Paulo.

Para ilustrar a evolução história das principais interferências com hidrelétricas e outros usos concorrentes de água na BAT, a **Figura 4.6** mostra uma “linha do tempo” das intervenções físicas nos rios da bacia hidrográfica do alto do tietê, mostrando como houve, no início, predomínio de intervenções voltadas à geração de energia hidrelétrica, paulatinamente entremeadas com

intervenções para abastecimento de água, seguida de intervenções para controle de cheias (mais recentes), estabelecendo uma sequência dos usos múltiplos.

Como se estabeleceram conflitos físico-geográficos tanto quantitativos como qualitativos, surgiu a necessidade de regular alguns dos usos, utilizando, inclusive, ativos de geração e energia (e a rigor, também os de abastecimento de água) para o controle de cheias, o que é ilustrado na **Figura 4.7**, constituindo uma “linha do tempo” de marcos regulatórios e regras operacionais. Aqui optou-se por colocar as regulamentações e eventos institucionais sem discriminar por setor, pois algumas das regulamentações, concessões e resoluções afetam, necessariamente, mais de um setor. O que chama atenção na evolução dos marcos institucionais é que, de fato, o sistema Pinheiros-Billings deixou de ser um ativo de apoio a geração de energia com benefícios secundários de controle de cheias para ser um ativo praticamente apenas de controle de cheias, com benefícios secundários de geração de energia.

Atualmente a bacia hidrográfica do Alto Tietê possui em operação 4 usinas de aproveitamento hidrelétrico, sendo formalmente 2 Usinas Hidrelétricas (UHEs) e 2 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), quais sejam: UHE Rasgão (construída entre 1924 e 1925), UHE Pedreira (a rigor, uma estação elevatória reversível em usina hidrelétrica, construída em 1939), PCH Salesópolis (inaugurada em 1913) e PCH Pirapora (com sua barragem construída em 1956, mas com sua casa de força construída apenas em 2014). Estes empreendimentos estão localizados, respectivamente, na sub-bacia Pinheiros-Pirapora (Rio Tietê, exutório da BAT), na divisa das sub-bacias Billings-Tamandateí e Penha-Pinheiros (Rio Pinheiros), na sub-bacia ATC (Rio Tietê) e na sub-bacia Pinheiros-Pirapora (Rio Tietê, próximo ao afluente Córrego do Caracol) (ANEEL, 2017).

A antiga UHE Edgard de Souza (antiga Santana de Parnaíba, construída em 1901 e com potência aumentada em 1912) encontra-se sem motorização desde 1986, havendo uma indefinição quanto ao rito de eventual renovação de sua concessão, motivo pelo qual sua atual operadora, a Empresa Metropolitana de Águas e energia (EMAE) não avançou com ações de uma eventual remotorização.

Apesar de não estar inserida na UGRHI 06 e sim na UGRHI 07 (Baixada Santista), a UHE Henry Borden possui grande influência nestes dois territórios, uma vez que depende das vazões da BAT para geração de energia e afeta o abastecimento de água potável de Santos, São Vicente, Cubatão e Praia Grande.

Existem, ainda, duas PCHs em processo de análise na Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração (SCG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e no Ministério de Minas e Energia (MME), são estas: PCH Guaraú, localizada junto à Estação de Tratamento de Água (ETA) Guaraú (após o desvio de águas Rio Juqueri pela Elevatório de Santa Inês, do Sistema Cantareira) e PCH Cascata, localizada na saída do Túnel 5 (Rio Juqueri), também parte do Sistema Cantareira (ANEEL, 2017).

A classificação das usinas hidroelétricas é realizada por meio da análise da potência instalada e área de reservatório. Estas determinam se a mesma é considerada uma Usina Hidrelétrica de Energia (UHE), uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), ou ainda uma Central Geradora Hidrelétrica (CGH).

Esta categorização é feita atualmente pela ANEEL, em que as UHEs são caracterizadas quando o aproveitamento hidrelétrico possui potência instalada superior a 30 MW, as PCHs possuem potência superior a 3 MW e igual ou inferior a 30 MW com área de reservatório de no máximo 13 km² de acordo com a resolução normativa nº 673 da ANEEL de 2015 (ANEEL, 2015). Já as CGHs são identificadas com potências de até 3 MW, não sendo objeto de concessão mediante licitação conforme lei federal nº 13.097, de 2015. Entretanto, algumas usinas com capacidade entre 10MW e 30MW ainda são referidas como UHE, apesar de terem potenciais de PCHs, devido a resolução, já revogada, nº 394, de 1998 da ANEEL. Até então, apenas geradoras de até 10 MW eram classificadas como PCHs, o que foi alterado posteriormente para as categorizações expostas acima.

O **Mapa RPD-18** apresenta a localização de cada aproveitamento hidrelétrico citado na BAT. Na sequência, apresenta-se um breve descritivo de cada uma destas unidades.

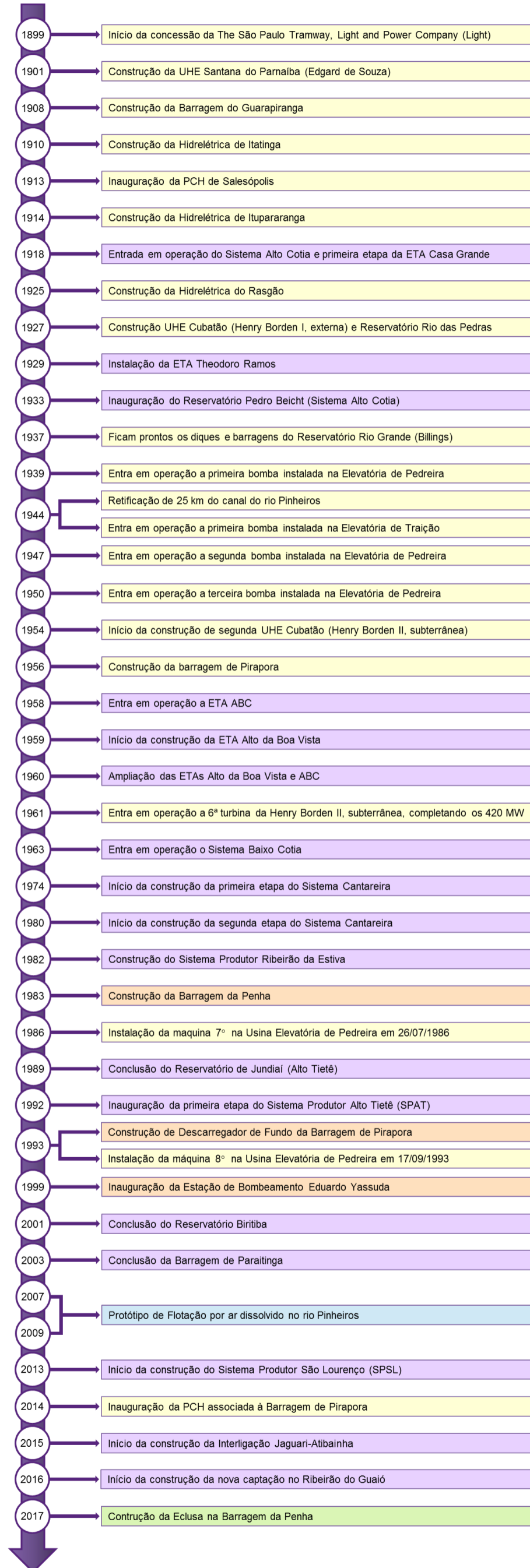
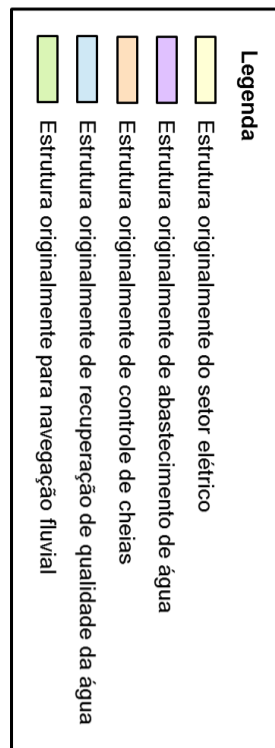


Figura 4.6 - Linha do Tempo das Estruturas Hidráulicas da Bacia do Alto Tietê

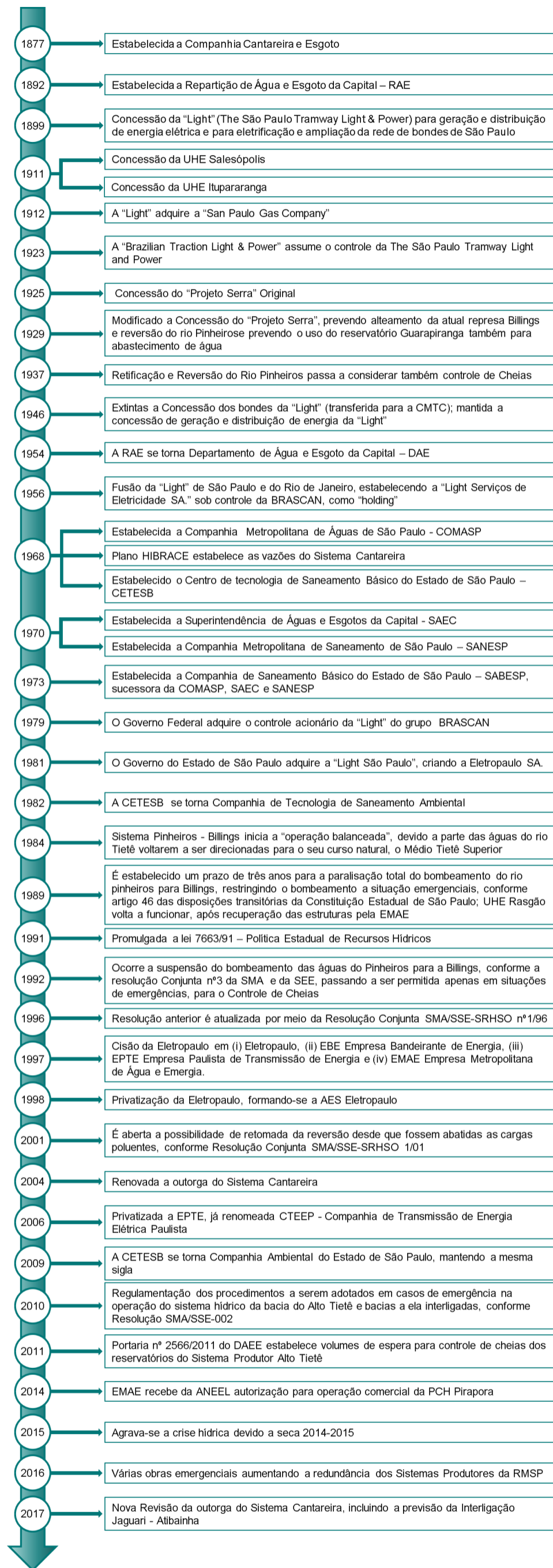
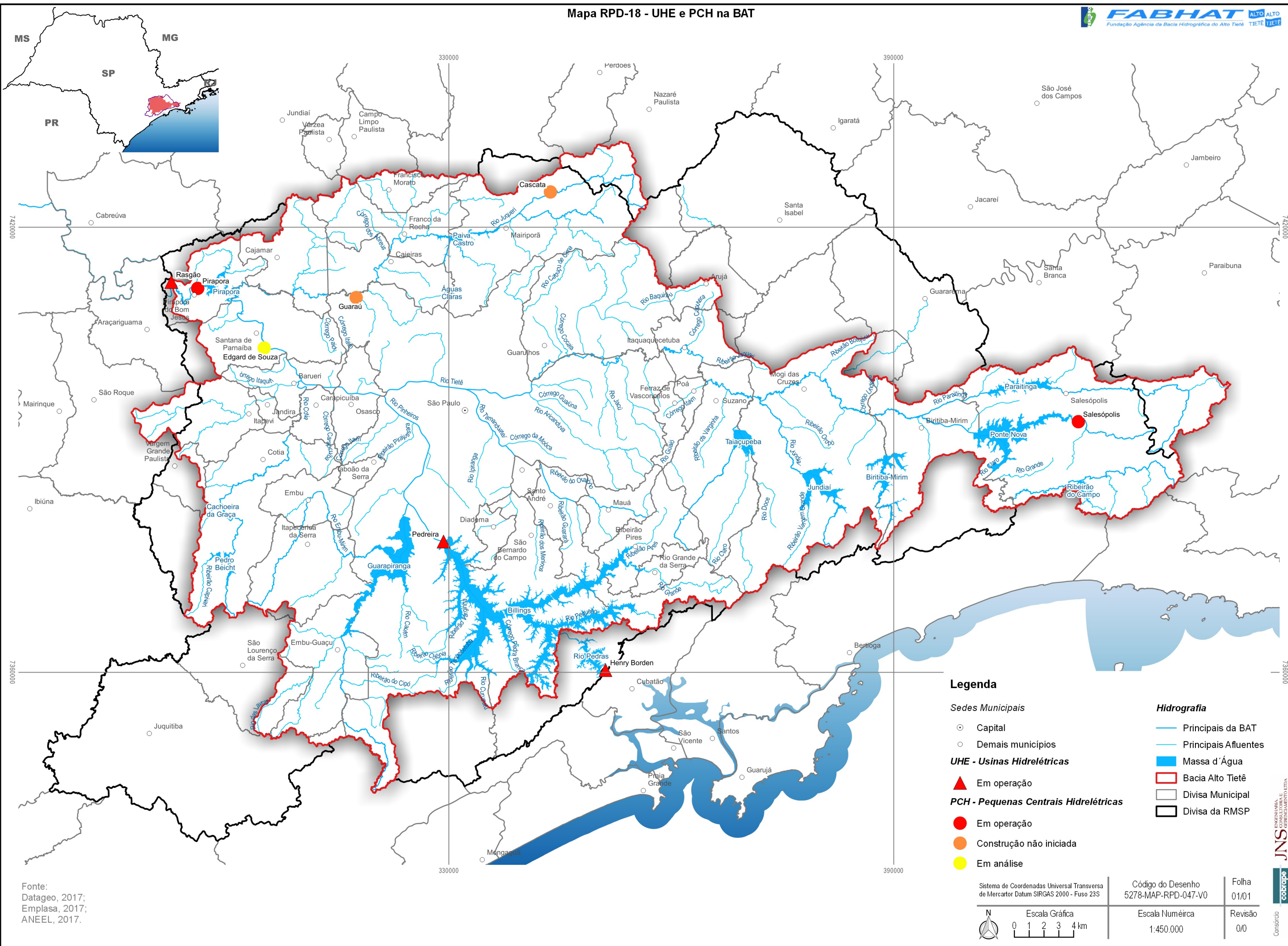


Figura 4.7 - Linha do Tempo dos Principais Atos Institucionais Afetando recursos Hídricos na Bacia do Alto Tietê



Legenda

- | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|
| Sedes Municipais | | Hidrografia | |
| ○ | Capital | — | Principais da BAT |
| ○ | Demais municípios | — | Principais Afluentes |
| UHE - Usinas Hidrelétricas | | ■ | Massa d'Água |
| ▲ | Em operação | □ | Bacia Alto Tietê |
| ● | Em operação | □ | Divisa Municipal |
| ● | Construção não iniciada | □ | Divisa da RMSP |
| ● | Em análise | | |

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
ANEEL, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-047-V0 Escala Numérica 1:450.000	Folha 01/01 Revisão 0/0
---	--	----------------------------------

A **PCH Edgard de Souza**, inaugurada em 1901, é o aproveitamento hidrelétrico mais antigo instalado na BAT, hoje operado pela EMAE. Sua barragem é do tipo gravidade, construída de concreto–contraforte com 19m de altura máxima e um comprimento total de 274,85 m. Possui 3 comportas de superfície, sendo uma comporta do circuito hidráulico da antiga unidade reversível e duas comportas de fundo. Sua potência atualmente, segundo dados da ANEEL, seria de 17.200 kW e sua vazão de engolimento seria de 3.269 m³/s; no entanto, esta PCH não está em operação, pois sua concessão encontra-se em processo de análise, e sua motorização (turbinas, geradores etc.) não estão mais instalados em sua casa de força. A PCH está localizada no Rio Tietê (23°27'54"S; 46°54'30"W), na Cachoeira do Inferno, a montante do município de Santana do Parnaíba (PRADO, C. e AMARAL, F., 2000).

Em 1913 a **PCH Salesópolis** foi inaugurada, instalada na cachoeira dos Freires, no Rio Tietê (23°33'51,006"S; 45°50'1,354"W), com a finalidade de gerar energia para os municípios de Mogi das Cruzes, Salesópolis (onde está localizada), Caçapava e Jacareí. A barragem do tipo gravidade foi construída em alvenaria de pedra argamassada, medindo 76,8m de comprimento e 4,3m de altura. Seu Canal de adução possui 52,7m de comprimento, com 4,5m de largura média. A água turbinável é conduzida por dois condutos forçados de 177m de comprimento e 1m de diâmetro cada, até a casa de força, provendo uma queda nominal de 73 metros. Em 1988 a PCH foi desativada; contudo, em 2008 voltou a gerar energia após restauração, com capacidade instalada de 2,5 MW e vazão de engolimento de 4,0 m³/s. Sua operação é feita pela Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo (FPHESP) desde 1998, tendo sido antes operada pela EMAE de acordo com a resolução da ANEEL nº 423 de 22 dezembro de 1998 (ANEEL, 1998; PRADO, C. e AMARAL, F., 2000).

A **UHE Rasgão**, foi construída após a forte seca em 1924, começando a funcionar em setembro de 1925 (ACKERMAN, 1953). A UHE funcionou até 1961, quando foi desativada em função de uma infiltração de água no canal, voltando a operar em 1989, quando a EMAE realizou a recuperação das estruturas. Sua barragem é do tipo gravidade, construída de concreto em forma de arco e possui uma altura total de 23m e comprimento de 124m (PRADO, C. e AMARAL, F., 2000). Está localizada no exutório da BAT, no município de Pirapora do Bom Jesus (23°22'58,816"S; 47°1'46,351"W). Essa usina, operada pela EMAE, possui duas unidades geradoras dotadas de turbinas tipo Francis, de eixo vertical, com capacidade instalada de geração de 22 MW, vazão turbinável de 130 m³/s e desnível nominal de 22 metros (EMAE, 2017).

A atual **UHE Henry Borden**, antes chamada de Usina de Cubatão, foi inaugurada em 1926 quando a primeira unidade geradora entrou em funcionamento com capacidade instalada de 28 MW. Em 1928, com a inclusão de novas unidades geradoras, a potência da UHE passou a ser de 48 MW. Paulatinamente, a instalação de novas turbinas Pelton para aproveitar vazões adicionais disponíveis e a queda nominal de 720 metros, fez com que sua capacidade fosse expandida para até 480 MW com 8 turbinas Pelton (ACKERMAN, 1953). Com modificação dos equipamentos, hoje chega a 469MW. É chamada, também de “usina externa”. Em função da crescente demanda, em 1954 foi iniciada a construção da usina subterrânea Cubatão II, sendo completamente concluída em 1961, com capacidade instalada de 420 MW provida por 6 turbinas Pelton adicionais instaladas em uma caverna escavada na rocha no pé da Serra do Mar. Em 1984 a usina passou ter uma operação restrita, devido a parte das águas do rio Tietê voltar a ser direcionada para o seu curso natural. No ano de 1992 esse sistema passou a atender a Resolução Conjunta SMA/SES 03/92 (SÃO PAULO, 1992), atualizada pela Resolução SMA-SSE-02 (SÃO PAULO, 2002) e complementada pela Resolução SMA/SSE-SRHSO 1/10 (SÃO PAULO, 2010), que restringe o bombeamento das águas do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings em situações emergenciais ou caso abatidas as cargas de poluentes, ocasionando uma perda significativa da quantidade de energia produzida na usina (EMAE, 2017; WHATELY, 2002). Segundo a EMAE, ao invés de operar com vazões diminuídas ao longo do dia, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) a despacha para operar com vazão máxima e com todas as turbinas disponíveis apenas algumas horas por dia. Se isso outrora ocorria no horário de pico de consumo da noite, atualmente vem ocorrendo no horário de pico próximo ao meio do dia. Recentemente, desde a crise hídrica de 2014-2015, vem se mantendo um turbinamento constante de 6m³/s, aumentando a segurança hídrica da captação da Sabesp em Cubatão. Localizada no sopé da Serra do Mar, no município de Cubatão

(23°51'42,971"S; 46°27'43,509"W), aproveita 720m de desnível e tem potência total de 889 MW (EMAE, 2017).

Entre 1938 e 1940 a Usina Elevatória de **Pedreira** foi implantada. Trata-se, a rigor, de uma usina hidrelétrica reversível, tendo sido a primeira unidade de máquina única reversível do mundo em operação comercial, ou seja, com possibilidade de funcionamento tanto como geradora de energia, tanto como bomba (até então, as usinas reversíveis tinham bombas e turbinas em unidades distintas; ACKERMAN, 1953). Posteriormente foram instaladas as demais unidades, de maior capacidade, que totalizam hoje oito, sendo sete reversíveis e uma que funciona apenas como bomba. Todas as turbinas são dotadas de rotor tipo Francis, acopladas a motores síncronos. As águas do Canal Pinheiros passam para o Reservatório Billings através desta usina, cuja capacidade atual de bombeamento é de 385 m³/s com capacidade instalada de 93.500 kW. Sua barragem possui 25 m de altura, é constituída por dois aterros hidráulicos em ambos os lados das estruturas de concreto da estação de recalque; além disso contém um diafragma de concreto armado central que vai do nível de água máximo normal do reservatório de Billings até as suas fundações (CBDB, 2011). Localiza-se no Rio Pinheiros, no município de São Paulo, com coordenadas de eixo: 23°42'13,496"S; 46°40'30,097"W.

A **PCH Pirapora**, é a de início de operação mais recente pela EMAE. Foi inaugurada em dezembro de 2014, com o intuito de ampliar o parque gerador da EMAE, sendo então construída junto à barragem de Pirapora, com potência de 25 MW. A barragem original, construída em 1956, tem um vertedouro de superfície com duas comportas de segmento de 830 m³/s de capacidade, tendo passado em 1993 por uma ampliação de sua capacidade de descarga vertida para proteção da cidade de Pirapora do Bom Jesus que era inundada após cargas de 480 m³/s. A obra deste novo descarregador de fundo foi concluída em 1993 e a capacidade de descarga da barragem passou para 1.450 m³/s. Esta é do tipo gravidade, construída de concreto e possui 43 m de altura e 97,62 m de comprimento (CBDB, 2011). Está localizada no Rio Tietê (23°23'28,67"S; 46°59'42,061"W), no município de Pirapora do Bom Jesus (PRADO, C. e AMARAL, F., 2000).

Para aumentar a capacidade de geração de energia da BAT, estão em processo de estudo as PCHs Guaraú e Cascata, devendo ambas virem a ser operadas pela Paulista Geradora de Energia Ltda. De acordo com o SIGEL (Sistema de informações Georreferenciadas do Setor Elétrico) da ANEEL, a **PCH Guaraú**, possui intenção de ser instalada junto às atuais válvulas dispersoras, na entrada da ETA Guaraú (23°24'18,048"S; 46°47'9,736"W), no município de São Paulo. Sua potência instalada está prevista para 4.190 kW, com vazão de engolimento de 33,0 m³/s. A **PCH Cascata**, prevista para ser implantada na saída do Túnel 5 do Sistema Cantareira, no Rio Juqueri (23°16'44,718"S; 46°31'40,463"W), irá aproveitar a vazão já existente (32,0 m³/s), que passa pelo vertedouro Cascata, no canal retificado do Rio Juqueri, permitindo a dissipação de energia, sem danos ao canal ou necessidade de criação de lago específico. O desnível existente é de 10,20 m, sendo previsto, adição de mais um metro pela implantação de comportas no vertedouro. A solução a ser adotada para as turbinas é do tipo Kaplan, com queda nominal de 9,9 metros e potência de 3.900 kW.

A **Tabela 4.29** a seguir apresenta as características de cada aproveitamento hidrelétrico anteriormente citado.

Tabela 4.29 - Características dos Aproveitamento Hidrelétricos existentes e planejados na BAT

Aproveitamento Hidrelétrico	Tipo	Situação	Operador	Potencial Aproveitado/ aproveitável	Características do local de Aproveitamento	Vazão de Engolimento
Edgard de Souza	PCH	Em análise	EMAE	17.200 kW	NA máximo de montante: 717,1 m NA normal de jusante: 694,63 m Área de drenagem: 4.803 ha	3.269 m³/s
Salesópolis	PCH	Em operação	Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo - FPHESP	Capacidade Instalada: 2,5MW Operação: 1.000 kW	NA máximo de montante: 862 m NA normal de jusante: 787,8 m Área de drenagem: 80 ha	4,0 m³/s
Rasgão	UHE	Em operação	EMAE	22.000 kW	NA máximo: 661,6 m Volume NA máximo: 5,1 hm Volume NA mínimo: 3,42 hm	130 m³/s
Henry Borden(*)	UHE	Em operação	EMAE	Capacidade instalada: 889.000 kW Usina externa: 469.000 kW Usina subterrânea: 420.000 kW	NA máximo: 746,5 m NA máximo de Montante: 747,65 m Volume NA máximo: 1.165,89 hm Volume NA mínimo: 0,43 hm	157 m³/s
Traição	Usina Elevatória	Em operação	EMAE	Capacidade de geração total: 6,0 MW	Cota superior montante: 722,50m Cota inferior montante: 711,94m	280 m³/s (máximo de bombeamento)
Pedreira	UHE	Em operação	EMAE	Potência de bombeamento: 93.500 kW		385 m³/s (máximo de bombeamento)
Pirapora	PCH	Em operação	Pirapora Energia S.A	25.024 kW	NA máximo de montante: 668 m NA normal de jusante: 664,6 m	
Guaraú	PCH	Construção não iniciada	Paulista Geradora de Energia Ltda	4.190 kW		33,0 m³/s
Cascata	PCH	Construção não iniciada	Paulista Geradora de Energia Ltda	3.900 kW		32,0 m³/s

(*) A UHE Henry Borden fica em Cubatão, tecnicamente fora da BAT, já na UGRHI 07, mas depende das vazões naturais do reservatório Billings e das vazões eventualmente revertidas dos rios Tietê e Pinheiros, todos na BAT, UGRHI 06.

Fonte: ANEEL,2017.

Dentre os aproveitamentos hidrelétricos citados, é importante salientar a influência da **UHE Henry Borden** conforme ressalta o item 4.2.4.2. do TdR. Esta UHE não está localizada na BAT, pertencendo ao território da UGRHI 07. De acordo com a revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista (SABESP, 2011), as vazões revertidas para esta usina por meio do sistema Pinheiros/Billings são lançadas no Rio Cubatão, incrementando o balanço hídrico da Baixada Santista com uma vazão mínima de 6 m³/s, possibilitando suprir o Sistema Produtor Cubatão (que abastece, além desse município, Santos e a parte insular de São Vicente) com capacidade máxima atual de produção de 4,5 m³/s.

A capacidade exclusiva do rio Cubatão possui vazões mínimas de Q95% de 2,9 m³/s no período de verão (janeiro/fevereiro) e de 1,9 m³/s no período de estiagem com as vazões da bacia de contribuição do Sistema Pilões descontadas. Desta forma, o funcionamento da Usina Henry Borden é essencial para suprir a demanda de abastecimento da região central da Baixada Santista, podendo ainda complementar o abastecimento dos municípios de Praia Grande e São Vicente Continental na região Sul e o município do Guarujá na região norte. Além disso, a usina contribui para a não intrusão da cunha salina em excesso e a conseqüente garantia da qualidade da água do rio para captações industriais existentes, pois o excedente da vazão não utilizado no Sistema Produtor Cubatão é escoado em direção ao mar, bloqueando, em parte e dependendo da hora do dia, o efeito de intrusão em função ad variação da maré no estuário de Santos.

O abastecimento de base dos municípios de Praia Grande e da parte continental de São Vicente, que até anos recentes era integrado ao Sistema Produtor Cubatão (dependente das vazões vertidas pela UHE Henry Borden) passou a ser integrado ao Sistema Mambú-Branco, que também abastece Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá. Localizado no município de Itanhaém, esse sistema produtor tem uma vazão máxima de 1,6 m³/s (primeira fase), duplicável em curto prazo, a depender do incremento da demanda.

Nota-se que a vazão mínima turbinável em Henry Borden, de 6 m³/s, a vazão média transferível da Billings, da ordem de 23 m³/s e a vazão máxima de engolimento das 14 turbinas Pelton (da ordem e 170 m³/s) das casas de força externa e subterrânea são todas superiores à capacidade da ETA Cubatão, que é de 4,5 m³/s.

4.5.2. Controle de Cheias nos Reservatórios de Aproveitamento Múltiplo

O controle de cheias na BAT está atrelado à operação das seguintes estruturas hidráulicas:

- (i) Os cinco reservatórios de cabeceira constituintes do Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), cuja função precípua é o abastecimento público: Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba Mirim, Taiaçupeba e Jundiá;
- (ii) A barragem da Penha, no rio Tietê, na entrada da área urbana da cidade de São Paulo;
- (iii) A Barragem Móvel, na parte central da bacia, na confluência do rio Tietê com o canal do rio Pinheiros;
- (iv) A barragem de Pirapora, no limite inferior da bacia;
- (v) A barragem Paiva Castro no rio Juqueri, pertencente ao Sistema Produtor Cantareira, e que deságua no reservatório de Pirapora; e
- (vi) À operação do sistema de reversão da Empresa Metropolitana de Águas e Energia (EMAE), através: (a) da estrutura de controle de Retiro, (b) das elevatórias de Traição e Pedreira, no rio Pinheiros, e (c) do reservatório Billings junto, às vertentes da Serra do Mar (incluindo a operação da barragem do *Summit Control*, do reservatório do Rio das Pedras e da UHE Henry Borden (externa e subterrânea).

A operação dessas estruturas hidráulicas obedece a critérios pré-estabelecidos de alteamento de níveis d'água que despacham as operações necessárias para o controle de cheias.

Sem vinculação operacional a esse sistema, encontram-se dezenas de reservatórios de retenção e/ou de amortecimento de cheias ("piscinões") espalhados pela BAT, cujos efeitos de abatimento de picos de cheias são mais sentidos nas próprias sub-bacias, pouco se refletindo nos caudais principais.

a) Áreas a Jusante dos reservatórios

A calha do rio Tietê, a montante da barragem da Penha, ainda se encontra bem próxima à condição natural. Além de manter o seu traçado meandrado, ainda possui parte das várzeas preservadas, o que contribui para o amortecimento e retardamento das ondas de cheia.

Essa região se tornou âmbito de projetos para implantação de parques lineares, como são o Parque Ecológico do Tietê, em Cangaíba, e a 1ª fase do Parque Várzeas Tietê (PVT), que abrange a região de São Miguel, Itaim Paulista, Jd. Romano, se estendendo até a divisa com Itaquaquecetuba. Após

o término das implantações de 2ª e 3ª fase do PVT, ainda em projeto, ocorrerá a extensão do PVT até Salesópolis, no Parque Nascente do Tietê, formando o maior parque linear do mundo.

Como função principal, o PVT irá atuar na proteção e recuperação das várzeas do rio Tietê, além de amortecer os efeitos das inundações dos trechos à montante.

Após a implantação das três etapas do PVT, tem-se como resultado esperado:

- Uma população diretamente beneficiada de 2,1 milhões;
- Controle de enchentes na região;
- Proteção das áreas de várzea;
- Motivar o investimento na região;
- Controle do uso e ocupação do solo.

A várzea de um rio tem sua área legalmente protegida pela APA da Várzea do Tietê. Essa proteção, juntamente com o controle e ação exercida pelo poder público, diminuem a chance de uma possível ocupação a possibilidades remotas. Porém, parte da área ainda é vulnerável.

Com o objetivo de avaliar os efeitos dessa eventual ocupação sobre as vazões do rio, foi apresentada, pelo Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT 3) (DAEE,2014), alternativa de ocupação das áreas nos municípios onde a várzea se desenvolve, a jusante da barragem da Penha. Nesses estudos hidrológicos, realizados pelo PDMAT 3, notou-se que a mancha de inundação para a tormenta de projeto avança, em certos locais, além do limite atual do PVT, fazendo-se necessário a implantação de obras de drenagem afim de que, nas áreas de várzea ocupadas por população ribeirinha, sejam evitados alagamentos.

Assim, o PDMAT 3 optou por apresentar novos limites para o PVT, considerando a ampliação do atual limite, especificamente no trecho entre a barragem da Penha e a foz do córrego Três Corações.

Integrado com o projeto do PVT está o projeto do Parque Linear do Rio Baquirivu-Guaçu, localizado na bacia de mesmo nome. Esse Parque faz parte do Programa Baquirivu-Guaçu (PBQ) de combate a enchentes no Município de Guarulhos. Além do Parque Linear com extensão de 20 km, a implantação do PBQ contará também com a canalização de 20 km do rio Baquirivu, entre a divisa de Guarulhos com Arujá até sua foz no rio Tietê, incluindo a construção de cinco reservatórios para retenção de chuvas e a adequação da infraestrutura viária existente.

b) Operação de Cheia dos reservatórios

b-1) Reservatórios SPAT

As operações de cheias do Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), formado pelos reservatórios Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba Mirim, Taiaçupeba e Jundiaí, todos operados pela Sabesp de forma integrada, são definidas pela portaria nº 2.556/2011 do DAEE (2011), e devem respeitar duas condições principais, sendo elas, que as vazões descarregadas sejam inferiores as vazões de restrição, a fim de evitar inundações à jusante e, que os níveis dos reservatórios estejam inferiores aos níveis máximos operacionais no período chuvoso.

Na **Tabela 4.30**, a seguir, são apresentados os níveis máximos operacionais e as vazões de restrição para cada reservatório do SPAT, obtidos na Portaria DAEE nº 2.556 – 28/11/2011 (DAEE, 2011).

Tabela 4.30 - Reservatório SPAT - Níveis Máximos Operacionais e Vazões de Restrição

Reservatório	N.A. máximo normal (m)	N.A. máximo operacional (m)	Vazão de restrição (m³/s)
Paraitinga	768,76	767,70	7,0*
Ponte Nova	769,94	769,60	12,0*
Biritiba	757,54	757,30	0,6
Jundiaí	754,50	754,25	2,0
Taiaçupeba	747,21	746,80	7,0

*A soma das descargas de Paraitinga e Ponte Nova não deve ultrapassar a vazão de 15,0 m³/s.

Já os volumes de espera disponíveis, seguindo a Nota Técnica “Regra de Operação das Represas do Sistema Produtor Alto Tietê – SPAT” da SABESP (2010a) e os níveis operativos do DAEE, são apresentados na **Tabela 4.31** a seguir.

Tabela 4.31 - Reservatório SPAT – Volumes de Espera Disponíveis

Represa	Volume útil N.A. máx. nor. (10 ⁶ m ³)	Volume útil N.A. máx. oper. (10 ⁶ m ³)	Volume de espera (10 ⁶ m ³)
Paraitinga	36,88	31,64	5,24
Ponte Nova	288,33	279,38	8,94
Biritiba	34,76	32,61	2,15
Jundiaí	74,09	70,26	3,84
Taiacupeba	85,20	78,52	6,68

b-2) Sistema Cantareira

O Sistema Cantareira é formado por 4 reservatórios (Jaguari/Jacareí – 22 m³/s, Cachoeira – 5 m³/s, Atibainha – 4 m³/s e Paiva Castro – 2 m³/s, totalizando 33 m³/s). Apenas o reservatório de Paiva Castro está inserido na BAT (os demais estão nas bacias PCJ, UGRHI 05), apesar deste receber águas da transposição de bacias para abastecimento de água potável da RMSP.

As condições de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira no período de controle de cheias foram estabelecidas pela Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614/2010 (ANA/DAEE, 2010), em complementação à Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428/2004 (limite de vazão de retirada) (ANA/DAEE, 2004) e à Portaria DAEE nº 1.213/2004 (outorga do Sistema Cantareira / Operação Normal) (DAEE, 2004). Nessa resolução mais recente (ANA/DAEE nº 614/2010; ANA/DAEE, 2010) ficou definido que os meses compreendidos entre outubro e junho corresponderiam ao período de controle de cheias, quando a Sabesp deverá verificar a necessidade de realização de estudos para alocação de volumes de espera (níveis máximos operacionais para cada reservatório) para amortecer as ondas de cheias afluentes aos reservatórios, de forma a minimizar os possíveis impactos

Em relação à operação no período de controle de cheias, essa mesma resolução nº 614/2010 (ANA/DAEE, 2010) estabelece que a alocação de volume de espera no Sistema Cantareira deverá ser realizada, prioritariamente, nos reservatórios de Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro.

A **Tabela 4.32** a seguir resume as principais informações dos reservatórios do Sistema Cantareira na operação de controle de cheias, apresentando outras recomendações operacionais para o período de controle de cheias.

Tabela 4.32 - Principais Informações dos Reservatórios do Sistema Cantareira na Operação de Controle de Cheias

Reservatório	Máximo Normal*		Máximo Operacional		Volume útil (10 ⁶ m ³)	Volume de espera (10 ⁶ m ³)**	Vazão de restrição para jusante (m ³ /s)
	N.A. (m)	Volume (10 ⁶ m ³)	N.A. (m)	Volume (10 ⁶ m ³)			
Jaguari-Jacareí	844,00	1.047,55	844,0	1.047,44	808,04	-	40 (julho a novembro) 100 (dezembro a junho)
Cachoeira	821,88	116,56	820,0	100,83	69,65	15,73	5 (julho a novembro) 7 (dezembro a junho)
Atibainha	786,72	290,19	786,0	274,68	96,26	15,51	5 (julho a novembro) 11 (dezembro a junho)
Paiva Castro	745,61	32,94	745,0	30,22	7,61	2,72	1 (julho a novembro) 10 (dezembro a junho)

* Limite superior para operações de controle de cheias.

** Volume de espera calculado com base nas curvas Cota x Área x Volume apresentadas no relatório técnico Dados de Referência Acerca da Outorga do Sistema Cantareira – Abril 2016. (ANA/DAEE, 2016)

Em atendimento à Resolução Conjunta ANA/DAEE nº. 614/2010, a Sabesp apresentou os estudos solicitados e consubstanciados no relatório “Regras de operação para controle de cheias dos

reservatórios do Sistema Cantareira – Determinação dos volumes de espera e planos de operação em tempo real – out/2010” (ANA/DAEE, 2010).

A metodologia estabelecida nesse estudo, em utilização atualmente pela Sabesp, é:

- Ao final de cada mês do período chuvoso (outubro a junho) é conhecido o estado de cada reservatório em termos de nível de água – N.A. e volume armazenado, sendo este o volume inicial para os doze meses subseqüentes a serem analisados;
- Elaboração das hipóteses para os doze meses subseqüentes: volume inicial de cada reservatório; vazões mínimas médias defluentes para jusante das barragens; retirada média para a RMSP (bombeamento na Estação Elevatória de Santa Inês – EESI);
- Geração das séries de vazões vertidas médias mensais para os doze meses subseqüentes à data de início, utilizando-se o módulo Planejamento Tático do software “AcquaNet” (desenvolvido pelo LabSid, o mesmo usado para o cálculo do Balanço Hídrico neste PBH-AT) para a série de 78 anos de vazões médias mensais afluentes a cada reservatório;
- As vazões médias mensais vertidas são ordenadas em função da magnitude média dos doze meses e a estas são atribuídas probabilidades;
- A escolha da probabilidade (e portanto, do risco associado) a ser adotada é feita considerando as previsões climatológicas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para os próximos 3 meses para a região Sudeste.

Com base nessas informações, elaboradas a cada mês, o DAEE sugere à ANA e ao CBH-PCJ os níveis máximos operacionais a serem respeitados em cada um dos reservatórios do Sistema Cantareira no mês que se inicia e, após a análise e concordância dessas instituições, emite um comunicado fixando os N.A. máximos operacionais e respectivos volumes de espera.

A **Tabela 4.33** a seguir apresenta os N.A. máximos operacionais determinados mediante a utilização da metodologia desenvolvida pela Sabesp, aplicados entre janeiro/11 e abril/13.

Tabela 4.33 - Sistema Cantareira – Operação de Controle de Cheia dos Reservatórios – Período 2011 a 2013 Estabelecimento de níveis máximos operacionais e volumes de espera

Mês/Ano	Jaguari-Jacareí		Cachoeira		Atibainha		Paiva Castro	
	NA mx op (m)	VE (hm³)	NA mx op (m)	VE (hm³)	NA mx op (m)	VE (hm³)	NA mx op (m)	VE (hm³)
11-Jan	843,00	49,0	815,25	49,7	783,00	75,5	744,70	4,8
fev/11	843,00	49,0	818,41	28,1	785,16	33,0	745,00	2,7
11-Mar	843,00	49,0	818,50	27,4	784,50	46,4	744,70	4,8
abr/11	844,00	0,0	820,00	15,8	785,00	36,3	744,70	4,8
mai/11	844,00	0,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
11-Jun	844,00	0,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
dez/11	840,00	188,6	817,50	34,0	784,50	46,0	745,00	2,7
12-Jan	841,00	144,0	819,40	20,5	784,90	38,3	745,00	2,7
fev/12	842,00	96,8	819,40	20,5	784,90	38,3	745,00	2,7
12-Mar	843,00	49,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
abr/12	844,00	0,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
dez/12	840,00	188,6	817,50	34,0	785,00	36,3	745,00	2,7
13-Jan	840,00	188,6	817,50	34,0	785,00	36,3	745,00	2,7
fev/13	842,00	96,8	817,50	34,0	785,00	36,3	745,00	2,7
13-Mar	843,00	49,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
abr/13	844,00	0,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
VU (hm³)	808,1		69,8		95,3		7,6	

NA mx op = NA máximo operacional no mês indicado

VU = Volume útil do reservatório

VE = Volume de Espera

Fonte: SABESP, 2010b

A metodologia apresentada anteriormente torna possível a antecipação de descargas a jusante das barragens, com alguns meses de antecedência, reduzindo futuros vertimentos de grande magnitude.

Se de um lado torna-se possível a melhoria das condições dos rios ao fim do período de estiagem, por outro, aumenta-se o risco de não recuperação do nível esperado dos reservatórios ao fim desse período, caso a previsão meteorológica não se concretize (algo possível, pois a previsão é estocástica, e não determinística).

Dessa forma, a operação para esvaziamento dos reservatórios do Sistema Cantareira necessita de extremos cuidados em sua operação, de forma que, tomada como base as previsões de vazões afluentes, garanta-se que as vazões de restrição à jusante e os níveis máximos normais sejam respeitados e atendidos, assim como provenha-se a garantia de que, ao fim do período de controle de cheia, o reservatório possua um volume compatível com as necessidades de uso do Sistema para atravessar o período seco seguinte.

Devido aos eventos de estiagem que atingiram o Sistema Cantareira entre o final de 2013 até outubro de 2015, não ocorreram operações para controle de cheias nos verões de 2013-2014 e 2014-2015 (dezembro de 2015).

Assim como os reservatórios do SPAT, os reservatórios do Sistema Cantareira acabam por ter conflitos de interesse uma vez que eles são de uso múltiplo. Aumentando-se o volume de espera diminui-se o volume de água armazenada, assim, ocorrendo um aumento do risco de não atendimento de demanda para abastecimento público.

c) Segurança Hídrica

c-1) Segurança Hídrica do SPAT

Com a finalidade de avaliar a necessidade da utilização de volumes de espera nos reservatórios, bem como o respectivo dimensionamento e determinação dos NA máximos operacionais a serem mantidos ao longo do ano a Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) elaborou o estudo técnico denominado Análise do Controle de Cheias dos Aproveitamentos do Sistema Produtor do Alto Tietê em agosto de 2013 (FCTH, 2013).

O estudo citado baseou-se nas simulações hidrológicas e hidráulicas, realizadas com o programa computacional de domínio público denominado Análise de Bacias Complexas Versão 1.3 – ABC 6, desenvolvido e disponibilizado pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões em Engenharia Ambiental e de Recursos Hídricos - LabSid do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP.

Para a simulação os vertedouros foram considerados livres, uma vez que não existem quaisquer controles como comportas ou outras estruturas de descarga. A condição inicial dos reservatórios correspondeu à respectiva cota do NA máximo normal obtido na Portaria DAEE nº 2.556 – 28/11/2011 (DAEE, 2011).

A **Tabela 4.34** a seguir apresenta uma síntese dos resultados obtidos no estudo do FCTH, para a simulação com Tempo de Retorno (TR) de 100 anos.

Tabela 4.34 - Resultados das informações de Operação do SPAT para Controle de Cheias

Reservatório	Paraitinga	Ponte Nova	Biritiba	Jundiaí	Taiapuê
Vazão Máxima Afluente (m³/s)	291,4	905,2	466,0	510,4	801,2
Vazão Máxima Efluente (m³/s)	9,7	1,1	2,6	2,3	6,7
NA da Lâmina d'água Inicial (m)	768,76	769,94	757,54	754,50	747,21
NA Máximo no Reservatório (m)	770,17	770,88	758,48	755,24	748,56
Volume Máximo (hm³)	46,406	357,266	70,056	121,87	119,665
Amortecimento (%)	97%	100%	99%	100%	99%
Sobrelevação (m)	1,37	0,94	0,98	0,74	1,56
Bordo Livre para TR = 100 anos (m)	3,23	5,12	1,52	2,76	2,94
Utilização do Bordo Livre (%)	30	16	39	21	35

O estudo concluiu que o Sistema de reservatórios do Alto Tietê apresenta um grande potencial de amortecimento dos hidrogramas de cheia afluentes para as tormentas de TR= 100 anos e 12 horas de duração, conforme observado na **Tabela 4.34**. O amortecimento foi superior a 97% para

todos os aproveitamentos, no entanto os reservatórios de Paraitinga e Biritiba, para a condição inicial da lâmina d'água adotado (N.A máximo normal), apresentaram valores de vazão vertida superiores aos estabelecidos na Portaria DAEE nº 2.556 – 28/11/2011 (DAEE, 2011), conforme destacado na **Tabela 4.35** a seguir.

Tabela 4.35 - Vazões de restrição (Portaria DAEE nº 2.556 – 28/11/2011) para descargas das barragens do SPAT e vazões máximas vertidas obtidas pela simulação para uma tormenta de projeto com TR de 100 anos

Reservatórios	Q restrição (m³/s)	Q máxima (m³/s)
Paraitinga	7,0	9,7
Ponte Nova	12,0	1,1
Total de Paraitinga mais Ponte Nova	15,0	10,8
Biritiba	0,6	2,6
Jundiáí	2,0	2,3
Taiacupeba	7,0	6,7

Ainda nesse estudo, foram simulados mais dois cenários de N.A da lâmina d'água para os reservatórios de Paraitinga e Biritiba. A Tabela a seguir apresenta o comparativo dos cenários, o primeiro mantém o valor do N.A. máximo normal (m), o segundo o N.A. máximo operacional (m) estabelecido na Portaria DAEE nº 2.556 – 28/11/2011 (DAEE, 2011) e o terceiro cenário proposto buscou rebaixar o reservatório até o nível que seja obedecido os valores de vazão de restrição de jusante.

Os resultados do terceiro cenário, como pode ser observado na **Tabela 4.36** a seguir, indicaram que os níveis dos reservatórios de Paraitinga e Biritiba que devem ser obedecidos são 768,45 m e 756,80 m, respectivamente. Estes valores representam um rebaixo de 0,35 m para o reservatório de Paraitinga e 0,74 m para o reservatório de Biritiba.

Tabela 4.36 - Resultados das simulações para TR de 100 anos para os Reservatórios de Paraitinga e Biritiba considerando o cenário com rebaixamento do N.A. da Lâmina D'água Inicial

Reservatório	Paraitinga			Biritiba		
	N.A. Máx. Normal	N.A. Máx. Operacional Rebaixado 1,06 m	N.A. Rebaixado 0,35 m	N.A. Máx. Normal	N.A. Máx. Operacional Rebaixado 0,24 m	N.A. Rebaixado 0,74 m
Vazão Máxima Afluente (m³/s)	291,4	291,4	291,4	466,0	443,0	443,0
Vazão Máxima Efluente (m³/s)	9,7	1,8	6,9	2,6	1,7	0,6
N.A. da Lâmina D'água Inicial (m)	768,76	767,76	768,45	757,54	757,30	756,85
NA Máxima no Reservatório (m)	770,20	769,30	769,89	758,50	758,20	757,85
Volume Máximo (hm ³)	48,406	43,299	46,800	70,056	67,664	63,826
Amortecimento (%)	97%	99,4%	98%	99%	99,6%	100%
Sobrelevação (m)	1,37	0,5	1,09	0,98	0,7	0,35
Bordo Livre para TR = 100 anos (m)	3,23	4,1	3,51	1,52	1,8	2,15
Utilização do Bordo Livre (%)	30	10	24	39	30	14

O estudo do FCTH (2013) concluiu, com base nas condições consideradas, que não há necessidade de considerar volumes de espera para tormentas com período de retorno iguais ou inferiores a 100 anos considerando a segurança das barragens. Esse estudo também recomendou avaliar, em estudos futuros, as condições dos trechos de canais de jusante para avaliar o impacto dos valores de vazão acima dos estipulados pela Portaria DAEE nº 2.556 – 28/11/2011 (DAEE, 2011), que são 2,7 m³/s e 2,0 m³/s para os reservatórios de Paraitinga e Biritiba respectivamente.

c-2) Segurança Hídrica no Canal do Rio Pinheiros

O Rio Pinheiros, ao longo dos anos, sofreu intervenções de forma a alterar substancialmente suas características hidrológicas originais. Em 1908 foi inaugurada a represa do Guarapiranga, com a finalidade de contribuir para a regularização da vazão do rio Tietê na alimentação da usina de Parnaíba, construída em 1901.

Entre 1937 e 1940, com o objetivo de aumentar a capacidade de geração da Usina Henry Borden, em Cubatão, o rio Pinheiros foi retificado e foi promovida a sua reversão de fluxo visando o direcionamento das suas águas em direção à represa Billings, com benefício adicional de um possível controle de cheias (evitando-se, tentativamente, cheias com a de 1929). Para tanto, foram construídas em 1939 e 1940 as usinas elevatórias de Pedreira e Traição (que permitem reverter as águas do rio Pinheiros, elevando-as cerca de 30 metros, atingindo o reservatório Billings) e a estrutura do Retiro, na confluência do rio Pinheiros com o rio Tietê. Desta forma, com a desfiguração do rio surgiu o “canal do Pinheiros” (a rigor, ‘inferior’ entre a estrutura do retiro e a Elevatória da Traição, e “superior” entre esta e a Elevatória de Pedreira), com cerca de 25 km de extensão total, largura variando entre 80 e 90m, profundidade média de 4,5 m e declividade teórica nula (zero).

A obra da Barragem de Pedreira é constituída por um maciço de terra responsável pela formação do reservatório Billings na qual está inserida uma estação elevatória, construída em concreto. O reservatório Billings possui vários diques e um conjunto de sangradouros ao longo do divisor de águas com a bacia do rio Cubatão. Entretanto, como a capacidade de armazenamento do reservatório é bastante elevada, o funcionamento dos mencionados sangradouros é de ocorrência extremamente rara.

As vazões efluentes do reservatório Billings (cota nominal de 746,5m) são normalmente controladas por uma estrutura de barragem de concreto equipada com comportas vagão (*Summit Control*) e encaminhadas por gravidade através de um canal escavado em rocha até o reservatório do rio das Pedras (cota nominal de 728m) e, em seguida, são aduzidas para o vale do rio Cubatão, parte em oito condutos forçados construídos em aço, e parte em uma chaminé (“*shaft*”) subvertical escavada na rocha. Após serem turbinadas nas usinas Henry Borden externa e subterrânea, para a geração de energia elétrica, deságuam no rio Cubatão, na Baixada Santista (UGRHI 07). A capacidade máxima de descarga é de 170 m³/s, que corresponde à capacidade máxima de turbinamento das usinas Henry Borden (“vazão de engolimento”, no jargão do setor elétrico). Os níveis operacionais característicos da Barragem Pedreira são os seguintes (*datum* EPUSP):

- Cota da crista da barragem = 750,00 m
- NA máximo *maximorum* = 747,00m
- NA máximo normal = 746,50 m
- NA mínimo normal = 728,00 m

A Usina Elevatória de Pedreira, tecnicamente uma usina hidrelétrica reversível, é composta por oito unidades, sendo sete reversíveis e uma operando apenas como bomba. Como mencionado anteriormente, as unidades reversíveis podem operar gerando energia e também como bomba; e uma unidade que funciona apenas como bomba. A capacidade máxima de bombeamento é de 385 m³/s (6 unidades de 50 m³/s, uma unidade de 10 m³/s e uma unidade de 75 m³/s). Havia, originalmente, duas caixas de concreto com previsão de instalação de eclusas, as quais foram destruídas para a instalação das duas últimas unidades de bombeamento/geração de energia em 1987 (a rigor, dos 9 berços, 8 são ocupados, havendo provisionamento para uma nona unidade no berço que era uma das caixas de reserva para eclusa).

A Usina Elevatória de Traição é composta de uma elevatória com quatro unidades de bombeamento sendo três reversíveis, com capacidade máxima de 280 m³/s, e um sangradouro, controlado por uma comporta tipo vagão, que permite efetuar descargas para o trecho inferior do rio Pinheiros. Há também uma pequena eclusa, a qual não se sabe se está ou não operacional.

A estrutura de Retiro exerce grande influência no controle do escoamento do rio Pinheiros em conjunto com as Elevatórias da Traição e Pedreira. A estrutura de Retiro é uma barragem de

concreto com 13 vãos, sendo que somente três deles possuem comportas do tipo segmento; os demais são compostos por painéis de vedação, sendo um deles operável; os demais permanecem fechados. A cota da soleira da comporta é 709,15 m e o topo da comporta está na cota 724,75 m.

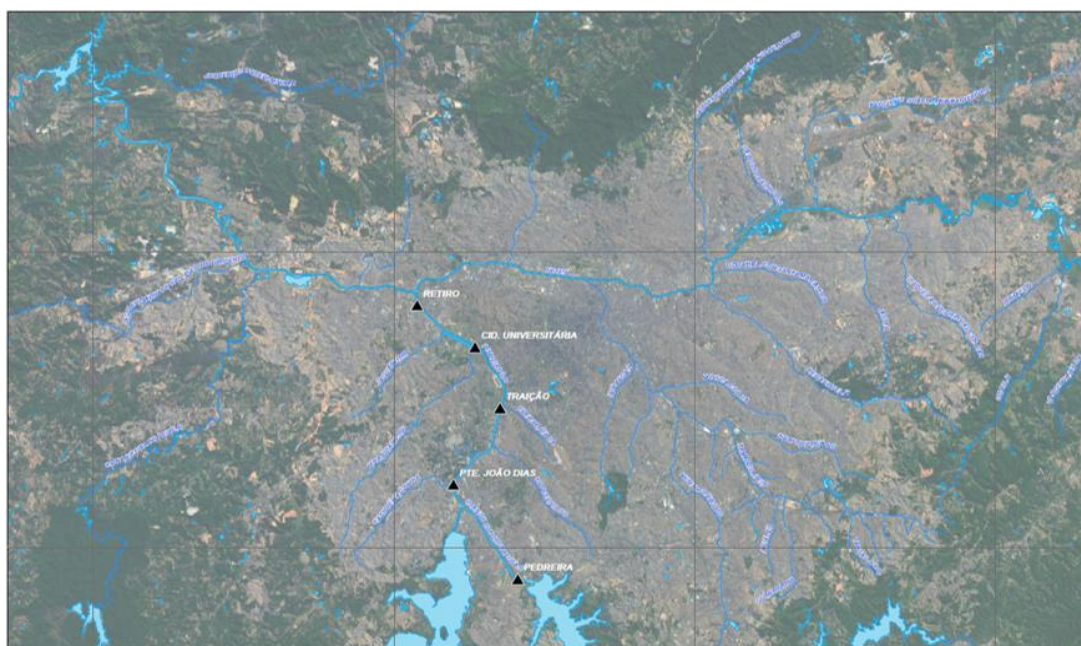
Como já foi mencionado, o sistema de reversão do rio Tietê através do canal do rio Pinheiros em direção à represa Billings foi construído com objetivo precípua de geração de energia. Após a mudança do regime de “operação energética” (reversão de 100% das vazões) para a “operação balanceada” (50% da vazão revertida e 50% da vazão deixada fluir pelo rio Tietê), alternando-se com a “operação saneamento” (100% da vazão fluindo pelo rio Tietê), a Constituição do estado de São Paulo, de 1989, suspendeu, por tempo indeterminado, o bombeamento das águas dos rios Tietê e Pinheiros para o Reservatório Billings, conforme a seguir:

Artigo 46 - No prazo de três anos, a contar da promulgação desta Constituição, ficam os Poderes Públicos Estadual e Municipal obrigados a tomar medidas eficazes para impedir o bombeamento de águas servidas, dejetos e de outras substâncias poluentes para a represa Billings.

Em 1992, ante à impossibilidade de executar o bombeamento de reversão do rio Pinheiros sem incluir “águas servidas, dejetos e outras substâncias poluentes para a represa Billings”, a regulamentação decorrente envolveu resoluções conjuntas da Secretaria de Meio Ambiente com a então Secretaria e Saneamento do Estado de São Paulo, permitindo que o bombeamento fosse retomado, em excepcionalidade ao Artigo 46 das Disposições Transitórias da Constituição Estadual, em casos de controle de cheias (SÃO PAULO, 1992).

Dessa forma, o ativo que outrora se dedicava exclusivamente à geração de energia, com controle de cheias como benefício associado e paralelo (de menor prioridade), passou a ser operado com objetivos invertidos: primordialmente para o controle de cheias, com geração adicional de energia como benefício associado e paralelo, de menor prioridade.

No âmbito do PDMAT 3 (DAEE, 2014), o canal do rio Pinheiros foi avaliado quanto à sua capacidade de escoamento. Para essa análise, foram selecionados cinco pontos de controle, sendo eles: Estrutura de Retiro, Ponte Cidade Universitária, Traição, Ponte João Dias e Pedreira. Os dois primeiros estão no Canal do Pinheiros Inferior e os dois últimos no Canal do Pinheiros Superior, divididos pela Usina Elevatória de Traição, conforme mostrado na **Figura 4.8**.



Fonte: PDMAT 3 (DAEE,2014)

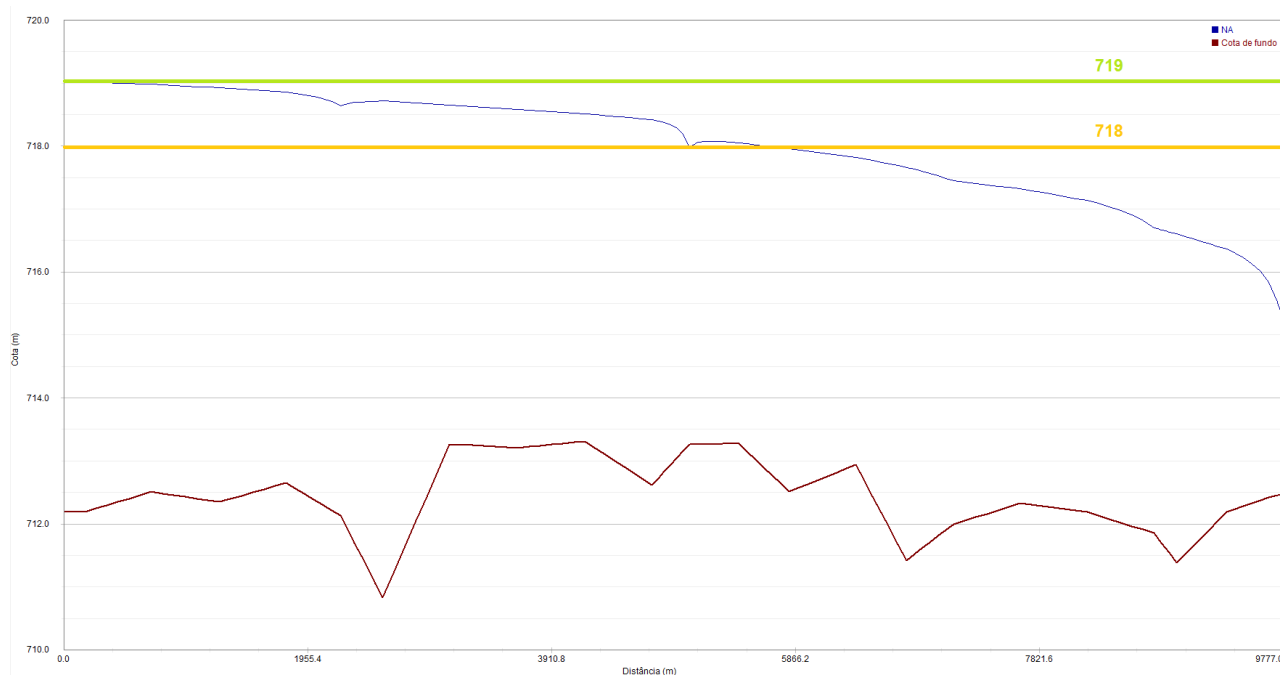
Figura 4.8 - Pontos de Controle no Rio Pinheiros

A avaliação da capacidade do Rio Pinheiros, feita pelo PDMAT 3, foi com base aos eventos chuvosos críticos ocorridos na BAT no período 2009-2010, considerando as regras operativas

vigentes das estruturas hidráulicas, resultantes da aplicação da Resolução Conjunta SMA-SES-03/92, de 04/10/92 (SÃO PAULO, 1992), atualizada pela Resolução SEE-SMA-SRHSO-1, de 13/03/96 (SÃO PAULO, 1996), atendendo ao disposto no artigo 46 das Disposições Transitórias da Constituição do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1989).

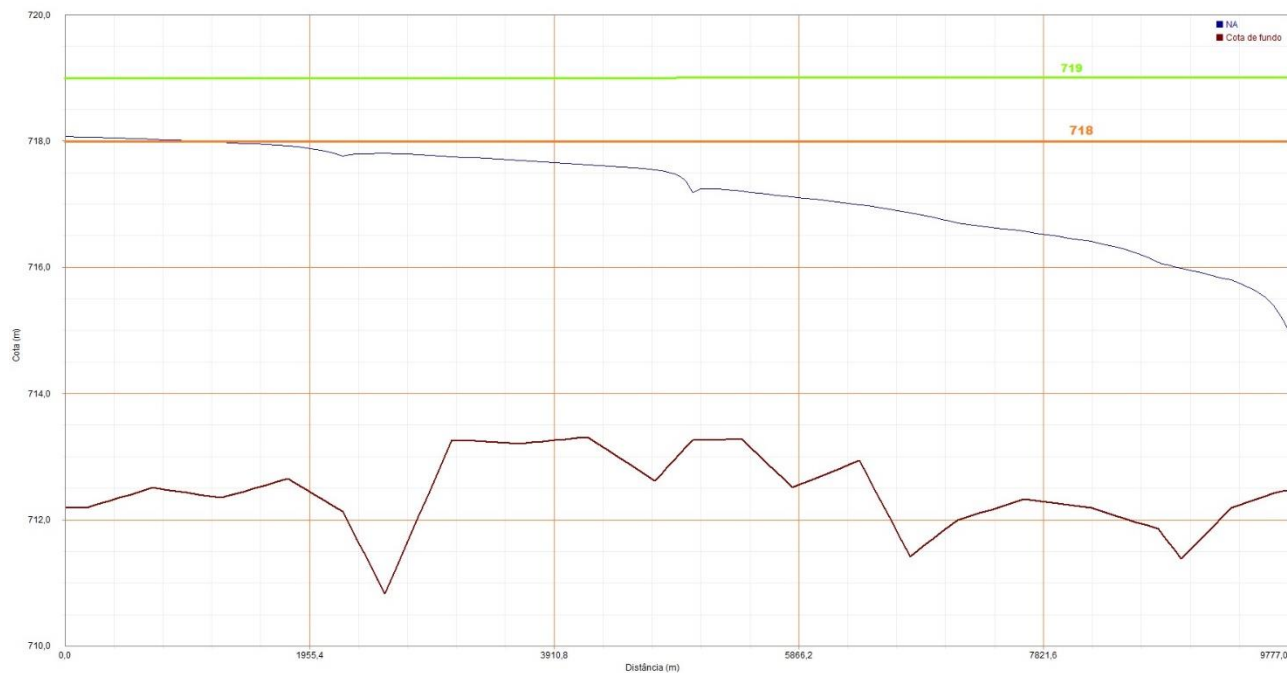
Os resultados da avaliação conduzida no âmbito do PDMAT 3 (DAEE,2013) indicaram áreas de alagamento, principalmente ao longo do rio Tietê, notadamente sob as pontes, locais em que as avenidas marginais estão rebaixadas, para esses locais o PDMAT 3 indica necessidade de implantação de polderes. Outro local de destaque refere-se à região dos baixios junto à confluência dos rios Tietê e Pinheiros, no bairro de Vila Leopoldina, onde se encontra o CEAGESP.

Para o Canal Pinheiros Inferior (Retiro-Traição) os resultados de linha d'água para as vazões de restrição, 420 m³/s na cota 719 m e 280 m³/s para a cota 718 m, que é a vazão máxima do bombeamento em Traição então apresentados nas **Figuras 4.9 e 4.10** a seguir.



Fonte: PDMAT 3 (DAEE, 2014)

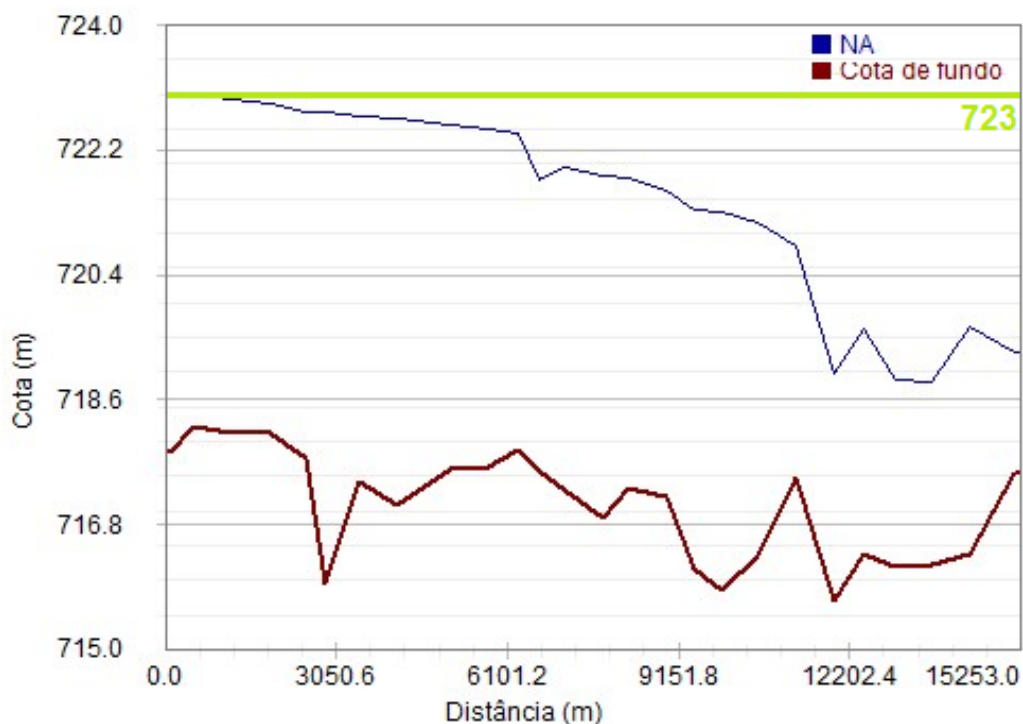
Figura 4.9 - Linha d'Água no Canal Pinheiros Inferior para a Vazão de 420 m³/s



Fonte: PDMAT 3 (DAEE, 2014)

Figura 4.10 - Linha d'Água no Canal Pinheiros Inferior para a Vazão de 280 m³/s

A vazão de restrição resultante para o canal Pinheiros superior (Traição-Pedreiro) foi de 450 m³/s, superior à capacidade de bombeamento em Pedreira que é de 385 m³/s, conforme a **Figura 4.11**.



Fonte: PDMAT 3 (DAEE, 2014)

Figura 4.11 - Linha d'Água no Canal Pinheiros Superior para a Vazão de 450 m³/s

Não obstante as regras operativas das estruturas hidráulicas estejam sendo utilizadas há bastante tempo, considera-se importante buscar-se a confirmação de que essas são as melhores para o

controle de enchentes, dadas as características dos eventos chuvosos críticos adotados no PDMAT 3.

Talvez um dos principais motivos é a introdução de uma nova estrutura hidráulica importante no Sistema Pinheiros-Billings no final da década de 1990. Em função da localização da Usina Elevatória da Traição junto à foz do córrego da traição (hoje canalizado, correndo sob a Avenida dos Bandeirantes), os córregos do Cordeiro e das Águas Espriadas passaram a ter sua foz original em cota inferior àquela do canal superior do rio Pinheiros. Seu escoamento se deu, a partir da retificação do canal do rio Pinheiros (na década de 1940) se dava através do “Dreno do Brooklin”, que desviava o córrego do Cordeiro (hoje canalizado sob a Avenida Roque Petroni Júnior) para o norte (hoje canalizado sob a atual Avenida Dr. Chucuri Zaidan), até receber a contribuição do córrego Água Espriada (hoje em canalização aberta no canteiro central da Avenida Roberto Marinho) e seguir, ainda como “Dreno do Brooklin”, com declividade praticamente nula, ao norte (canalizado sob a atual Avenida Engenheiro Luis Carlos Berrini), até seu desague no córrego da Traição sob a Avenida dos Bandeirantes. A **Figura 4.12** mostra a configuração original desse sistema na década de 1990.



Figura 4.12 - Configuração Original do “Dreno do Brooklin” até a Década de 1990

Com o desenvolvimento urbano ao longo dos vales dos córregos da Traição, do Cordeiro e Água Espriada, o “Dreno do Brooklin” mostrou-se, a partir da década de 1980, uma solução problemática, causando inúmeros episódios de inundação nas regiões hoje cortadas pelas avenidas Dr. Chucuri Zaidan e Engenheiro Luis Carlos Berrini. Várias vezes as canalizações fechadas entraram em pressão, rompendo lajes de cobertura e o pavimento das avenidas citadas (inclusive da Avenida Roque Petroni Júnior).

Na década de 1990, as enchentes nessa porção da cidade tornaram-se recorrentes e graves, demandando outro tipo de solução. Foi então que a Prefeitura de São Paulo removeu parte das favelas que ocupavam a várzea do córrego Água Espriada, construindo a canalização aberta do mesmo com paredes laterais de concreto e construindo a avenida com este nome original. Associando como estruturas de drenagem, construiu-se o reservatório de amortecimento de cheias

(“piscinão”) do Jabaquara, com 380.000m³ de volume útil, localizado a montante do córrego Água Espreada e, onde outrora era a foz deste córrego no rio Pinheiros, junto ao “Dreno do Brooklin”, foi construída, em 1999, uma grande estação elevatória de águas pluviais, atualmente chamada Estação de Bombeamento Eduardo Yassuda. Com capacidade de elevar até 44 m³/s de água por 5 metros em direção ao canal superior do rio Pinheiros, o funcionamento dessa estação não tem protocolos bem definidos como o do restante das estruturas do sistema Pinheiros-Billings. A **Figura 4.13** mostra a configuração atual do sistema de drenagem dessa parte de São Paulo, com a Estação de Bombeamento Eduardo Yassuda modificando os regimes operacionais do “Dreno do Brooklin”.



Figura 4.13 - Configuração Atual do “Dreno do Brooklin” com a estação de Bombeamento Eduardo Yassuda

Após alguns problemas operacionais iniciais devido a furto de cabos e inexperiência dos operadores (que não acionaram as bombas quando perceberam os alarmes), a Estação de Bombeamento Eduardo Yassuda passou a ser operada pela EMAE mediante contrato com a Prefeitura do Município de São Paulo, reduzindo a zero, desde então, o número de enchentes na região. Sua operação permite, aparentemente, uma harmonia com a aplicação das regras operacionais do Sistema Pinheiros-Billings, ou seja, com as estações elevatórias Traição e Pedreira.

Considera-se, simplesmente, que a operação da Estação de Bombeamento Eduardo Yassuda deve fazer com que os níveis de água no canal superior do rio Pinheiros subam mais rapidamente, demandando acionar em outro tempo (talvez mais rapidamente) e em outra condição (talvez por mais tempo) a elevatória de Pedreira nos casos de se atingir os níveis de cheias previstos nas resoluções de controle de cheias.

Assim, as regras operativas vigentes do sistema Tietê-Pinheiros – sem considerar especificamente a influência da Estação de Bombeamento Eduardo Yassuda – encontram-se resumidas na **Tabela 4.37** a seguir, tendo como base o documento “Regras de Operação da EMAE” (EMAE, 2017c). As cotas estão em referência de nível (RN) estabelecida pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (“datum” EPUSP).

Tabela 4.37 – Resumo das Informações de Controle de Cheias das Estruturas da BAT e do Médio Tietê Sorocaba

Estrutura	Controle de Cheias	Ação	Emergência	Ação
Reservatório do Guarapiranga	Limites de segurança: <ul style="list-style-type: none"> • 734,95 a 735,27 (JAN) • 735,59 (FEV) • 735,59 a 736,10 (MAR) • 736,10 (ABR a JUN) • 736,29 (JUL a OUT) • 736,23 (NOV) • 735,83 (DEZ) 	Descarga pelas comportas de superfície e uma de fundo no rio Pinheiros com o cuidado de manter os níveis d'água abaixo da cota 721m no canal Pinheiros Superior (CPS).	Reservatório acima da cota 736,56 m.	Efetuar descarga pelas outras duas comportas de fundo, utilizadas pela Sabesp para abastecimento.
Elevatória de Pedreira	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrelevação de 20 cm no rio Tietê a montante da Barragem Móvel ou no Canal Pinheiros Inferior com registro de chuvas maiores que 20 mm, ou • Sobrelevação de 30 cm no Canal Pinheiros Superior (CPS), ou • Descarga do Guarapiranga no CPS para controle de cheias. 	Acionar o bombeamento e explorar o máximo da sua capacidade. Caso o reservatório de Guarapiranga estiver operando em controle de cheias, ajustar o bombeamento para não sobrelevar os níveis no CPS.		
Elevatória de Traição		Interromper as descargas pelo sangradouro.		
Estrutura de Retiro		<ul style="list-style-type: none"> • Fechar Retiro para isolar o rio Pinheiros do Tietê. • Caso o nível no rio Tietê esteja maior que o CPI e houver folga no bombeamento das usinas de Traição e Pedreira, abrir parcialmente Retiro. • Caso atinja a capacidade máxima de bombeamento das usinas de Traição e Pedreira e o nível no CPI estiver acima do nível no Tietê, abrir parcialmente Retiro. 		
Barragem da Penha	Nível a montante da barragem da Penha atingir a cota 715,85 m ou nível a jusante da Penha atingir a cota 716,85 m.	Fechar a comportas da barragem.		
Barragem Móvel	Nível d'água a montante da Barragem Móvel ultrapassar a cota 714,35m.	Caso a abertura de todas as comportas de superfície não mantenham o nível normal (713,45m), abrir os descarregadores de fundo.		

Continua...

Tabela 4.37 – Resumo das Informações de Controle de Cheias das Estruturas da BAT e do Médio Tietê Sorocaba (cont.)

Estrutura	Controle de Cheias	Ação	Emergência	Ação
Barragem Edgard de Souza	Acionamento do bombeamento e abertura do descarregador de fundo da Barragem Móvel.	Abrir as comportas com 0,5m e dar continuidade à abertura com aumentos de 0,5m a cada 30 min.		
Reservatório de Pirapora	Abertura das comportas de fundo da barragem Edgard de Souza.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a descarga até 400 m³/s (evitando aumento de vazão maior que 100 m³/s em 1 hora). • Caso o nível aumente até a cota 694m, aumentar a descarga até 700 m³/s (vazão de restrição a jusante de Rasgão). • Caso atinja a cota 696,5m, poderão ser descarregadas vazões maiores que 700 m³/s. Também se deve avisar os responsáveis pela operação de contingenciamento a jusante. 	Atingir cota 697,8 m.	<ul style="list-style-type: none"> • Avisar a Gerência da EMAE. • Ajustar a descarga, a fim de manter o nível na cota 697,8 m (descargas superiores a 700 m³/s deverão ser comunicadas ao operador de Rasgão)
Reservatório de Rasgão	Abertura das comportas de fundo da barragem Edgard de Souza.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a vazão descarregada de acordo com a vazão descarregada em Pirapora. • Caso a cota supere 660m, descarregar 100 m³/s a mais que Pirapora, a fim de rebaixar o nível • A descarga máxima de 700 m³/s somente poderá ser ultrapassada caso Pirapora esteja em Regime de Emergência. Caso contrário, as descargas em Pirapora devem ser reduzidas. 		
Reservatório de Porto Góes	Início do controle de cheias em Rasgão.	Utilizar todos os vertedouros operáveis para descarregar a vazão pela superfície e, caso necessário, abrir os descarregadores de fundo.		

4.5.3. Navegação Fluvial

Originalmente, no final do século XIX, a navegação fluvial desempenhava papel importante no rio Tietê, inclusive pela quase inexistência de pontes para sua travessia. Após a retificação do canal do Tietê e do rio Pinheiros, paulatinamente a navegação fluvial começou a se restringir ao trânsito de barcaças com materiais de dragagem do fundo de ambos os canais.

As elevatórias Traição e Pedreira, construídas na década de 1940, foram originalmente dotadas de caixas de concreto prevendo a instalação futura de eclusas para permitir a navegação do canal inferior do rio Pinheiros até o *Summit Control* ao sul do reservatório Rio Grande (atual Billings), para onde barcaças poderiam ser transferidas para um sistema de planos inclinados para transpor a Serra do Mar até a Baixada Santista (ACKERMAN, 1953).

Todavia, o cenário de transporte entre o Planalto Paulista e a Baixada Santista também seria transformado ao longo do século XX. A duplicação da ferrovia da Estrada de Ferro Santos-Jundiaí em 1905, a construção da subida da Serra por simples aderência pela Estrada de Ferro Sorocabana entre 1928 e 1937, a construção das duas pistas da Rodovia Anchieta entre 1947 e 1950 e a construção da primeira dutovia entre as Refinarias de Cubatão (Atual Presidente Bernardes) e Capuava, em Mauá, entre 1949 e 1951, tornaram qualquer alternativa de descida de barcaças de carga pela Serra do mar pouco atraente (ACKERMAN, 1953).

Além disso, em 1990, as caixas das eclusas da elevatória Pedreira foram demolidas quando da instalação da 8ª bomba da elevatória em uma das caixas de eclusa, convertendo-se a segunda caixa de eclusa em berço para a eventual instalação de uma 9ª bomba, esgotando a disponibilidade de espaços físicos dentro da casa de força, e fazendo com que a elevatória passasse a ter a capacidade atual de 385 m³/s. Assim, apesar da retificação dos canais, a navegação no rio Pinheiros se interrompe entre o canal superior (entre Pedreira e Traição) e o canal inferior (entre Traição e Retiro), enquanto que a Billings em si nunca foi objeto de navegação comercial ou recreativa (esta última ocorre e ainda é intensa no reservatório Guarapiranga).

A rigor, a transposição da Usina da Traição é possível, pois as caixas de eclusas encontram-se operacionais, mas são bloqueadas por “*stop-logs*”, não possuindo portões ou válvulas ativos. Assim, quando a EMAE precisa fazer passar alguma barcaça com draga do canal inferior ao superior e vice-versa, é necessário operar os stop-logs com guinchos e talhas (há uma ponte rolante com acesso até o local), não sendo uma operação trivial nem tão rápida quando as de uma eclusa normal, dotada de equipamentos hidromecânicos próprios para navegação.

Já a estrutura do Retiro é composta por comportas que não têm funções de eclusa. Quando necessário transpor tal estrutura com uma barcaça – o que raramente ocorre – o que se faz é alterar o nível do canal do Pinheiros inferior de modo a equalizá-lo com o nível de sua foz no rio Tietê para então abrir uma das comportas vagão e por ali passar a barcaça. Não é uma operação trivial para ser realizada de forma frequente ou rotineira. O mesmo ocorre no canal retificado do rio Tietê, entre a barragem móvel (a jusante da foz do rio Pinheiros) e a barragem da Penha, construída em 1983. Recentemente, no entanto, construiu-se a eclusa da barragem da Penha, atualmente (novembro de 2017) em testes pré-operacionais.

Por outro lado, como o reservatório Billings é muito dendrítico (com vários braços ortogonais ao seu corpo principal), houve um seccionamento do município de São Bernardo do Campo, que tem ao sul da mesma o distrito de Riacho Grande, por exemplo. Se este é acessível pela Rodovia Anchieta, há três outras localidades cujo acesso desde a parte central e mais urbanizada da cidade (ao norte da Billings) só se dá por balsas. São elas:

- Travessia do Braço do Bororé, segundo braço na margem esquerda da Billings, conectando a área urbanizada à localidade de Bororé;
- Travessia do Braço do Taquacetuba, conectando as localidades de Bororé e Taquacetuba/Tatetos, e
- Travessia João Basso, conectando as localidades Tatetos e Capivari ao distrito de Riacho Grande.

Propositadamente, as rodovias Imigrantes e o Rodoanel Mário Covas (trecho Sul) não permitem acesso a estes bairros, visando coibir a indução da sua urbanização. A **Figura 4.14** mostra a localização dessas três travessias de balsa em relação ao cruzamento de suas áreas de influência, mas sem acesso, pelas rodovias dos Imigrantes e Rodoanel Mário Covas.

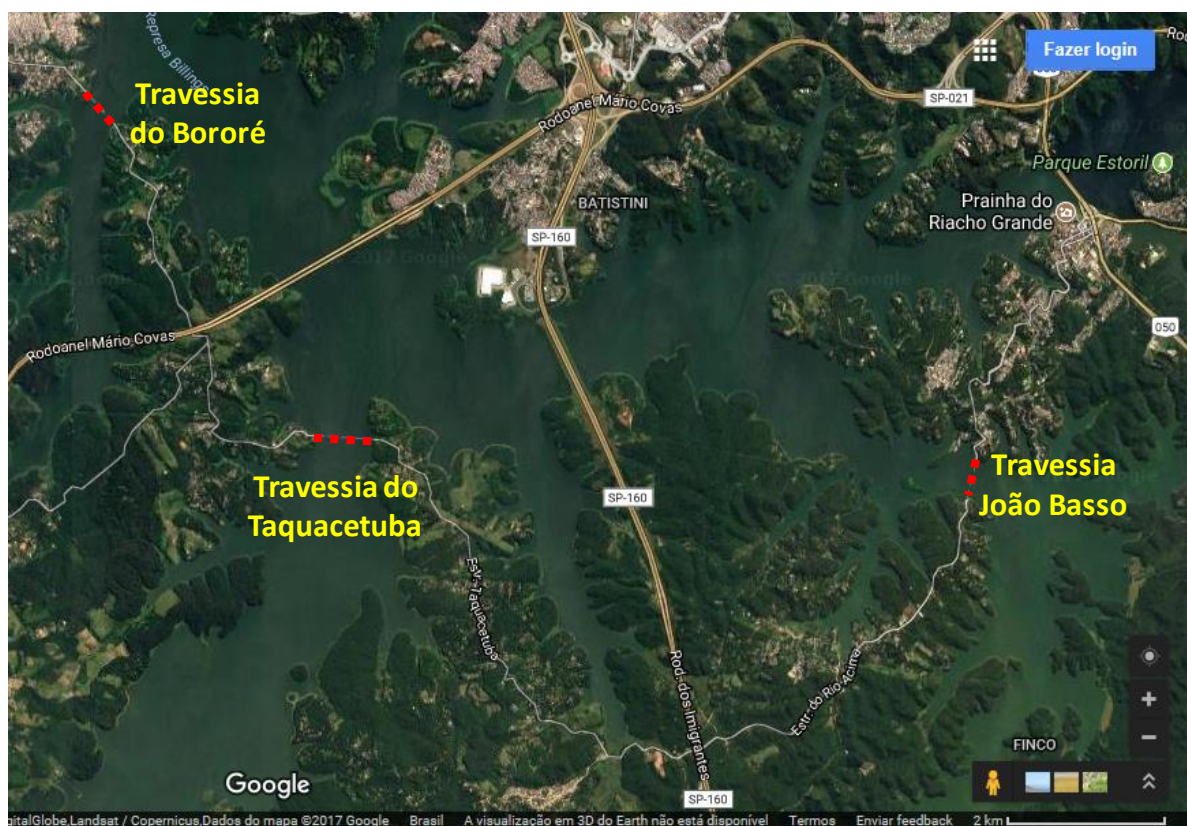


Figura 4.14 – Mapa das Travessias de Braços da Billings por Balsas

Neste cenário de praticamente inexistir o efetivo uso dos recursos hídricos da BAT para navegação fluvial, surgiu, em anos recentes, a proposta de se estabelecer um anel hidroviário para transportes nos rios e reservatórios da bacia, denominada Hidroanel Metropolitano do São Paulo. O Hidroanel Metropolitano de São Paulo é uma rede proposta de canais potencialmente navegáveis que conforma um anel hidroviário, composto por rios e represas existentes na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), somados a um canal artificial, totalizando 170 km de hidrovia urbanas.

A rede hidroviária proposta compreende os rios Tietê e Pinheiros, represas Billings e Taiaçupeba, além de um canal artificial ligando essas duas represas. Para viabilizar a navegação por este trecho seria necessário um conjunto de intervenções, entre elas, a construção do canal lateral Billings-Taiaçupeba, a edificação de 19 novas eclusas e obras de desassoreamento em pontos específicos.

O percurso atravessaria 15 dos 39 municípios da RMSP, a saber: Santana de Parnaíba, Barueri, Carapicuíba, Osasco, São Paulo, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Poá, Suzano, Mogi das Cruzes, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e Diadema, totalizando uma superfície de aproximadamente 3.200 km².

Este modal de transporte urbano se torna, na visão dos autores da proposta, atraente para a RMSP frente a possibilidade do novo trecho integrar a rede navegável do Sistema Hidroviário Paulista, com ligação à Hidrovia Tietê-Paraná, compreendida pelos rios Paraná, Tietê e Piracicaba.

Ao longo de 110 anos de história, engenheiros e arquitetos desenvolveram ao menos 67 estudos sobre as vantagens e as novas possibilidades com a navegação dos rios Tietê e Pinheiros. Em 2009, o Governo do Estado de São Paulo, através do Departamento Hidroviário da Secretaria Estadual de Logística e Transportes licitou o Estudo de Pré-Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo (SÃO PAULO, 2011b). O Estudo foi realizado

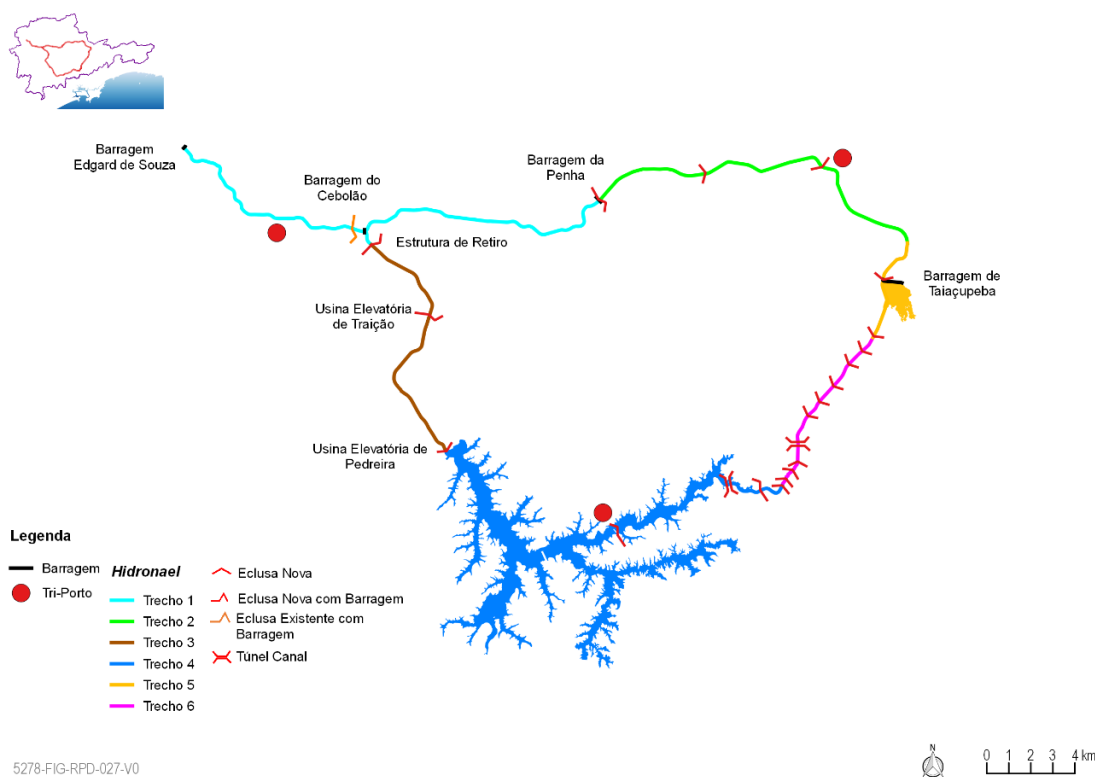
pela empresa Petcon, em parceria com o Departamento de Engenharia Naval da escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP).

Em 2011, a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), através do Grupo MetrÓpole Fluvial, iniciou o Projeto de Articulação Arquitetônica e Urbanística do Estudo de Pré-Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo. Segundo o Estudo da Pré-Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – Estudos de Tráfego (SÃO PAULO, 2011^a) -, a implantação do Hidroanel Metropolitano possibilitaria algumas vantagens diretas e indiretas para toda a RMSP, podendo provocar uma reorganização do transporte intermodal das cidades da RMSP, na gestão integrada de resíduos sólidos, na gestão de recursos hídricos e também na requalificação dos espaços públicos vinculados aos rios.

Os benefícios diretos do Hidroanel Metropolitano incluem uma racionalização energética do transporte (uma vez que o transporte hidroviário é mais econômico em relação ao rodoviário), a melhoria do sistema de gestão de cargas urbanas e a redução de custos operacionais, dada a maior capacidade de concentração dessas cargas.

Benefícios ambientais também são ressaltados no estudo, tais como a redução do consumo de combustível, a redução da emissão de gases poluentes, e a possibilidade de reestruturar o sistema de gestão integrada de resíduos sólidos, mediante a implantação de infraestruturas para processar os resíduos sólidos urbanos (RSU) nas margens das hidrovias. A melhoria na qualidade do ar e a diminuição dos congestionamentos são ganhos importantes destacados pelo estudo, frente às condições atuais de tráfego observadas nas principais vias de interligação da RMSP e, principalmente, na Capital Paulista.

O Relatório que traz os projetos conceituais do Estudo Pré-viabilidade (SÃO PAULO, 2011b) divide o Hidroanel Metropolitano em 6 trechos, destacando, à cada trecho, as intervenções necessárias para a idealização do projeto, conforme a **Figura 4.15** a seguir.



Fonte: SÃO PAULO, 2011b.

Figura 4.15 – Intervenções propostas no Estudo de Pré-viabilidade do Hidroanel Metropolitano

O **Quadro 4.5** apresenta, de forma sucinta, as intervenções necessárias à cada trecho.

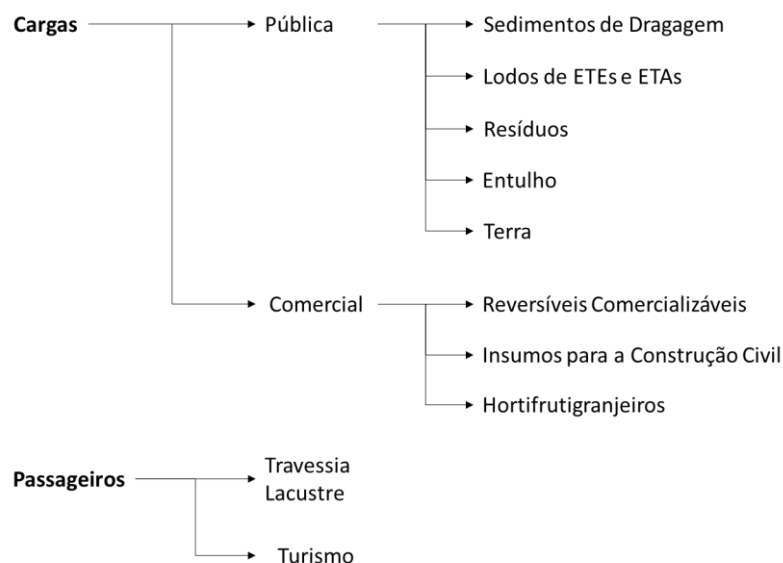
Quadro 4.5 – Principais intervenções propostas pelo Estudo de Pré-viabilidade do Hidroanel Metropolitano

Trecho	Principais intervenções
Trecho 1	Para a navegabilidade do trecho 1 o Estudo de Pré-viabilidade prevê a implantação de uma eclusa na Barragem Penha, com 110 metros de comprimento e boca de 12 metros. Na barragem Cebolão já existe a eclusa com 120 metros de comprimento e boca de 12 metros, que dá acesso a extensão entre o Cebolão e o Reservatório Edgard de Souza. Nas atuais condições de operação o transporte fluvial poderá ser mantido apenas até cerca de 6 km à jusante do Cebolão, uma vez que para acesso até a Barragem Edgard de Souza é necessária a abertura de um canal escavado com remoção de 300 a 350 mil m ³ de material, devido ao assoreamento natural deste trecho.
Trecho 2	O trecho 2 é composto por um segmento de 12 km que necessita de um desassoreamento de, aproximadamente, 3 milhões de m ³ de material, que está no Parque Várzea do Tietê. Além disso, para a navegação de embarcações de maior porte, possibilitada pela eclusa da Penha, é necessário que o canal seja alargado para 40 metros na altura da avenida Jacú Pêssego. Essa intervenção soma mais 1 milhão de m ³ de material. O Estudo determina ainda a implantação de duas eclusas neste trecho, porém não determina suas dimensões.
Trecho 3	Para a navegação fluvial do trecho 3 o Estudo de Pré-viabilidade preconiza a implantação de 3 eclusas: uma na Comporta de Retiro, com 60 metros de comprimento e 10 metros de boca; uma na barragem de Traição com as mesmas dimensões e uma na Barragem Pedreira com 110 metros de comprimento e 9 metros de boca. O Estudo salienta que este trecho apresenta pontos com estreitamentos importantes nas pontes que cruzam o canal, com vãos que variam de 33 a 45 metros. Esse estreitamento dificulta a navegação e limita o uso de embarcações maiores, porém, não inviabiliza a navegabilidade.
Trecho 4	No trecho 4, que compreende a navegação fluvial pela Represa Billings, o Estudo preconiza a implantação de uma eclusa de 100 metros de comprimento junto ao barramento de Pedreira (não são apresentadas definições quanto a largura da boca da eclusa). Para esta eclusa são propostas duas alternativas de traçados, ambas engastadas pela ombreira esquerda do barramento, o primeiro traçado compreende um percurso mais próximo a ombreira e o segundo segue por um eixo fora da ombreira. Também é apresentada a alternativa de uma ou duas eclusas para vencer o desnível de 23,5 metros. Os desenhos técnicos do Projeto Conceitual do Estudo de Pré-viabilidade também apresentam a implantação de uma barragem com eclusa no Braço Grande da Represa Billings, no entanto, não determina suas especificidades.
Trecho 5	O trecho 5 compreende um segmento sinuoso com ocupações antrópicas e em processo acentuado, o que impede a navegação fluvial pelo seu leito natural, mesmo com obras de dragagem. Para a concretização da navegação é necessária a construção de dois barramentos com eclusas, além da correção de meandros. A construção dos barramentos provocará a inundação de ocupações indevidas que, neste caso, deverão ser realocadas. O Estudo não define as dimensões das eclusas.
Trecho 6	O trecho que corresponde a ligação entre as Represas Billings e Taiapuêba representa a construção de um canal de 35 km que deve vencer dois desníveis de 38 metros cada. O Estudo apresenta dois traçados diferentes: a primeira alternativa, denominada Canal Leste, segue o traçado do rio Taiapuêba Mirim, contíguo à ferrovia MRS e a rodovia Índio Tibiriçá; e a segunda alternativa margeia a vertente superior da Serra do Mar, encravada na Mata Atlântica. O canal deverá compreender uma escada de eclusas (9 ao total), cada uma vencendo desníveis entre 6 a 9 metros, todas com 60 metros de comprimento e 9 metros de boca.

Fonte: SÃO PAULO, 2011b.

O Estudo de Pré-viabilidade destaca diversos benefícios indiretos na implantação do Hidroanel Metropolitano, sobretudo benesses sociais e urbanísticas, entre elas: (i) a transformação do ambiente fluvial urbano, que se traduz na melhoria da qualidade urbanística e ambiental e, conseqüentemente, no aumento da qualidade das cidades para os usuários; (ii) mudança da relação das cidades com os rios, promovendo uma transformação das margens e dos canais; (iii) aumento das áreas livres e dos espaços públicos qualificados; (iv) estímulo a despoluição das águas e da arborização urbana e crescimento do turismo; (v) incentivo à cultura de convivência com os rios (que deixam de ser entendidos como um problema) e com a gestão de resíduos sólidos, medidas que contribuem para conscientização social e ecológica da população.

Em relação as cargas e transporte de passageiros, o Estudo de Tráfego da Pré-Viabilidade do Hidroanel Metropolitano apresenta a configuração ilustrada na **Figura 4.16**.



Fonte: SÃO PAULO, 2011^a.

Figura 4.16 – Configuração do transporte de cargas e passageiros pelo Hidroanel Metropolitano

As cargas públicas são aquelas de responsabilidade dos poderes estaduais e municipais, uma vez que o gerenciamento das mesmas é imprescindível para o funcionamento e dinâmica das cidades.

O Estudo confere maior ênfase para o transporte dos sedimentos das dragagens provenientes da limpeza e rebaixamento dos leitos das próprias hidrovias que, com a possibilidade de navegação pelo Hidroanel, permite um transporte mais eficiente deste tipo de material. Além dos materiais de dragagem dos próprios canais fluviais, o estudo considera como cargas o transporte de: (i) lodos provenientes das estações de tratamento de água (ETA) e de estações de tratamento de esgotos (ETE) dos sistemas de saneamento; (ii) dos resíduos sólidos urbanos, provenientes das atividades domésticas e dos serviços de limpeza pública; (iii) entulhos oriundos de obras e serviços municipais, bem como aqueles coletados em vias e logradouros públicos e, por fim; (iv) para o transporte de terra originária das atividades públicas e particulares de terraplanagem.

Assim, para a viabilidade do transporte dessas cargas ao longo do Hidroanel Metropolitano o Estudo preconiza a implantação de um grupo de portos, divididos entre Portos de Origem (PO), que enviam carga através da hidrovia, e Portos de Destino (PD), que são receptores de cargas fluviais. A **Tabela 4.38** mostra um resumo dos portos de origem e de destino identificados nos estudos.

Tabela 4.38 – Portos previstos para a viabilização do Hidroanel Metropolitano

Função	Tipo de porto	Quant.	Descrição
PO	Draga-porto	1	Tem como função apoiar os equipamentos destinados a manutenção permanente de retirada de sedimentos que são naturalmente acumulados no fundo dos rios, provenientes do processo de assoreamento da hidrovia.
	Lodo-porto	5	São implantados junto às ETEs e às ETAs. Recebem esses resíduos diretamente após sua geração e encaminha para os Tri-Portos.
	Eco-porto	60	Estruturas menores, na forma de cais flutuantes, localizadas nas cabeceiras das pontes, facilitando o transbordo diretor por caminhões. Recebem RSU, entulho e terra diretamente dos veículos de coleta municipais.
	Trans-porto	14	Recebem as maiores cargas de RSU, pode inclusive substituir estruturas de transbordo de resíduos existentes em São Paulo e outros municípios. Trata-se de portos fechados (minimizando possíveis interferências na malha urbana no entorno), equipados com docas onde atracam as barças carregadas de RSU, entulho e terra. Como os Trans-Portos recebem cargas provenientes da coleta pública (de grande volume) e devem ser equipados com infraestrutura de pré-triagem, têm escala maior que a dos Eco-Portos.
PD	Tri-porto	3	São assim denominados devido às três funções que lhes são atribuídas: triagem, processamento e destinação final das cargas; e ao papel tri-modal que lhes cabem, interpolando os meios hidroviário, rodoviário e ferroviário.

Fonte: Adaptado de São Paulo, 2011^a.

Segundo o Estudo de Pré-viabilidade (SÃO PAULO, 2011b), no total, as obras para a navegabilidade fluvial pelos rios, canais e reservatórios, principalmente para a construção das eclusas, desassoreamentos e a dotação de infraestrutura básica para a implantação dos portos seria necessário um investimento de aproximadamente R\$ 3,4 bilhões. Por se tratar de um Estudo de Pré-viabilidade, os custos foram desenvolvidos a partir de valores médios e estimativos, sem indicar, portanto, orçamentos detalhados. Neste caso, o valor total do investimento necessário para a navegabilidade pelo Hidroanel Metropolitano, certamente, deverá ser confirmado quando da composição de estudos mais detalhados.

Ainda dentro do contexto financeiro, é importante salientar que, na determinação dos valores, o Estudo de Pré-viabilidade não considerou uma série de itens necessários para a viabilização do projeto, tais como: a aquisição das embarcações, construção de usinas de triagem e reciclagem de resíduos agregadas aos portos, entre outras intervenções. Também não foram encontradas informações sobre os custos de transbordo (transferência de cargas entre um modal e outro), que costumam onerar bastante a multimodalidade.

O transporte de cargas comerciais e passageiros é tratado pelo Estudo de Pré-viabilidade como secundário, a ser implantado num segundo momento, sem impactar sobre o transporte das cargas públicas. O Estudo não faz menção sobre as infraestruturas necessárias/atribuídas ao transporte classificado como secundário. Também não faz menção à percepção de que, em sistemas de navegação fluvial mencionados como exemplo (Paris e Londres), a movimentação de passageiros e turistas mostra-se pouco compatível com o transporte de cargas públicas como as sugeridas (em Paris, o famoso “*Bateau Mouche*” só conseguiu voltar a operar no horário do jantar quando da suspensão do tráfego de barcas de lixo), e muito menos com águas de qualidade comprometida (embora a qualidade dos canais londrinos, como o canal Regent, entre Camdem Locks e Little Venice, bem como dos canais Lea e Paddington Branch tenha pouca circulação e seja visivelmente inferior à qualidade da água do rio Tâmesa, que possui fluxo constante).

Atualmente, das intervenções previstas no Estudo de Pré-Viabilidade do Hidroanel, apenas as obras da eclusa Penha foram implantadas. A Eclusa Penha acrescentará 14 km ao trecho navegável do rio Tietê, totalizando 55 km. A obra foi orçada em R\$ 101 milhões e foi concluída em 2017, estando em fase de testes.

No geral, os relatórios que compõem o Estudo de Pré-Viabilidade Econômica, Financeira e Ambiental não constituem uma afirmação incontestável de viabilidade ou não do Projeto do Hidroanel de São Paulo, sendo até superficiais em alguns aspectos essenciais.

Os projetos elaborados pela FAU, que contemplam a Articulação Arquitetônica e Urbanística dos Estudos de Pré-viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Hidroanel subsidiam, hoje, um maior detalhamento visual para a elaboração de um provável novo estudo, com o intuito de verificar a viabilidade técnica, economia, ambiental e social do projeto em questão.

No âmbito de um novo estudo, com maior abrangência e profundidade, é necessário que se enfatize a condição do Hidroanel de forma integrada aos usos múltiplos da água na BAT (abastecimento, lazer, drenagem, uso industrial e dessedentação animal). O Estudo atual aborda essa questão de forma superficial. Isso fica claro quando o Estudo propõe ao longo da hidrovia a implantação de uma série de estruturas para o transporte, transbordo e tratamento de diferentes tipologias de resíduos e, no entanto, não apresenta diretrizes específicas para a mitigação dos riscos que essas atividades oferecem aos recursos hídricos – principalmente em relação à qualidade da água – uma vez que a contaminação por chorume (lixívia que escorre de resíduos sólidos “*in natura*”) proveniente dos resíduos domiciliares pode ser um fato eminente, inclusive danoso ao próprio material das barcas.

Outra questão essencial a ser observada num estudo mais abrangente é o impacto sobre os múltiplos usos da água em relação ao volume de água utilizado nas eclusagens. As eclusas propostas pelo Estudo de Pré-Viabilidade em questão apresentam diferentes dimensões, em média, comprimento de 100 metros, largura entre 9 e 10 metros e desníveis que variam de 2,5 a 9 metros. Dessa forma, é razoável pressupor que cada procedimento de eclusagem deve utilizar um volume razoável de água. A título de exemplo, uma eclusa de 100 metros de comprimento e 10 metros de

largura transpondo um desnível de 5 metros transfere 5.000m^3 por operação de eclusagem; se forem realizadas dez eclusagens por dia, a transferência em cada sentido será de $50.000\text{ m}^3/\text{dia}$, ou quase o equivalente a $0,6\text{ m}^3/\text{s}$. Assim, é necessário avaliar com cuidado as eclusagens casadas em ambos os sentidos e a capacidade de armazenamento nos canais lineares de modo a não resultar transferências muito significativas entre alguns dos reservatórios, salvo se desejado precisamente em contrário (o que pode não ser compatível com usos como abastecimento público, por exemplo).

Neste caso, um estudo mais abrangente também deve considerar uma capacidade máxima de tráfego pelas eclusas, levando em conta que será necessário um maior volume de água em todo o sistema para suportar as eclusagens. Essa análise abrangente deve compreender, principalmente, condições hidrológicas críticas, como a ocorrida no período 2014-2015, para que as operações hidroviárias não coloquem em risco as demandas atuais e futuras de água para abastecimento, por exemplo.

Portanto, observa-se que o Estudo de Pré-Viabilidade Econômica, Financeira e Ambiental, conforme já dito anteriormente, não é o suficiente para determinar se este empreendimento é totalmente viável, do ponto de vista econômico, social e ambiental. Sendo assim, acredita-se uma atualização da análise econômica, de forma mais detalhada e com valores presentes se faz necessária, considerando-se todos os custos envolvidos para a implantação e operação do Hidroanel. Além disso, nota-se também que para se avaliar os possíveis impactos, negativos e positivos, é oportuno a elaboração de um estudo socioambiental detalhado, como um EIA-RIMA ou Estudo Ambiental Simplificado, conforme o órgão ambiental julgar pertinente.

5. BALANÇO: DEMANDAS VERSUS DISPONIBILIDADE

Este capítulo apresenta as diretrizes e particularidades que foram consideradas na construção do modelo de cálculo de balanço hídrico no âmbito do PBH-AT (2009). Na sequência, apresenta os fundamentos metodológicos que nortearão o balanço hídrico do PBH-AT (2018), ou seja, uma descrição dos fundamentos metodológicos e dos elementos que norteiam os estudos de modelagem a serem realizados para o PBH-AT (2018), tais como: rios, reservatórios, série histórica de vazões, zonas de demandas entre outros aspectos. O item também destaca como ocorreu o processo de calibração do modelo. Após calibrar o modelo e inserir as informações atuais, tais como restrições operacionais e prioridades de atendimento, o diagnóstico da situação atual é apresentado.

5.1. O Balanço Hídrico no PBH-AT (2009)

A avaliação da disponibilidade hídrica no PBH-AT (2009) foi realizada mediante utilização do modelo de rede de fluxo denominado AcquaNet, desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões da Escola Politécnica da USP (LabSid). O AcquaNet é um modelo utilizado para análise de sistemas complexos de recursos hídricos e está estruturado como um sistema de suporte à decisão. Devido à complexidade do sistema de abastecimento de água existente na BAT, o AcquaNet tornou-se referência nos estudos de maior relevância nesta região.

Para a construção da rede hídrica, forma pela qual o AcquaNet é estruturado, o PBH-AT (2009) considerou e analisou o Sistema Cantareira, os Sistemas Produtores do Alto Tietê, Rio Claro e Sistemas Produtores Guarapiranga-Billings, Rio Grande e Cotia, além dos principais rios e afluentes e as estruturas hidráulicas existentes. O modelo foi concebido considerando-se as séries históricas mensais para o período de janeiro de 1930 a dezembro de 2003.

Ainda, no PBH-AT (2009), foram considerados dados de demandas dos recursos hídricos provenientes do cadastro de outorgas disponibilizado pelo DAEE, além do Sistema Produtor Guarapiranga-Billings, cujas águas são aduzidas para a ETA Alto da Boa Vista (ABV) e, ainda, a reversão do reservatório Billings para o reservatório Guarapiranga (braço do Taquacetuba).

A seguir, são apresentadas as particularidades de cada sistema produtor de água considerado no PBH-AT (2009).

- **Sistema Cantareira**

Dentre os elementos de construção da rede para a modelagem, foram simuladas as regras operacionais do Sistema Cantareira com o objetivo final de determinar a série de vazões médias mensais transferidas para a ETA Guaraú. Para a simulação da operação do Sistema Cantareira, considerou-se como adução para a ETA Guaraú uma demanda fixa de 33,0 m³/s.

- **Sistemas Produtores do Alto Tietê e do Rio Claro**

Em relação aos Sistemas Produtores Alto Tietê e Rio Claro, verificou-se a ocorrência de perdas gradativas na capacidade de produção dos Sistemas Produtores resultantes das outorgas adicionais na BAT. Por outro lado, a expansão deste sistema mostrava-se complexa, demandando um grande esforço para sua viabilização técnica e econômica (PBH-AT (2009), Vol.1, p. 123).

Para a modelagem, as principais variáveis consideradas para os Sistemas Produtores Alto Tietê e Rio Claro foram as demandas nas ETAs Taiaçupeba e Casa Grande. Também foi considerada uma eventual demanda na tomada d'água do canal do Biritiba para a garantia do nível d'água nas captações e/ou para as demandas outorgadas adicionais ao longo do rio Tietê.

- **Sistemas Produtores Guarapiranga-Billings, Rio Grande, Alto e Baixo Cotia**

Para os Sistemas Produtores Guarapiranga-Billings, Rio Grande, Alto e Baixo Cotia, o PBH-AT (2009) verificou-se que somente o Sistema Alto Cotia apresenta uma possibilidade de expansão da produção para o atendimento de sua demanda. De acordo com o PBH-AT (2009), a produção do Sistema Baixo Cotia (de 900 l/s) estava muito próxima da vazão garantida com 95%. A produção

do Sistema Guarapiranga-Billings de 14,0 m³/s já expunha as regiões Sudoeste e Sul da RMSP a riscos de racionamento de 9% e, a produção do Sistema Rio Grande de 4,8 m³/s expunha a população de Diadema, São Bernardo do Campo e Santo André a riscos de racionamento superiores a 20% (PBH-AT (2009), Vol.1, p. 156).

Para o Sistema Produtor Guarapiranga-Billings, o PBH-AT (2009) considerou o atendimento da energia assegurada da UHE Henry Borden com uma vazão de 19,2 m³/s a ser suprida pela afluência natural do reservatório Billings. Ainda, nesse Sistema, a demanda considerada foi de até 12,95 m³/s com garantia de 95% (PBH-AT (2009), Vol.1, p. 149).

Foram consideradas também algumas alternativas para o aumento da capacidade de abastecimento como:

- Braço do Taquacetuba passando para 4 m³/s;
- Transposição das águas do rio Juquitiba com capacidade de 4,7 m³/s (Sistema Produtor São Lourenço – SPSL);
- Transposição das águas do rio Capivari com capacidade de 4,3 m³/s.

5.2. O Balanço Hídrico no PBH-AT (2018)

5.2.1. Fundamentos Metodológicos na Atual Etapa

A modelagem para o cálculo do balanço hídrico no PBH-AT (2018) foi realizada em duas etapas. Na primeira, correspondente ao diagnóstico, estruturou-se a rede de simulação e sua calibragem. Para o ano base de 2016, a partir da situação observada em dezembro de 2015, foi verificado o atendimento às demandas, os volumes dos reservatórios e o atendimento às vazões mínimas e de controle. Ainda nessa primeira etapa, foram analisados os períodos críticos de 1952 a 1954 e de 2012 a 2014. Já na segunda etapa, de prognóstico, foram simuladas as demandas futuras, para a identificação de falhas de atendimento. Com essas análises consideram-se novos aproveitamentos (isoladamente ou em conjunto) para suprir os déficits apresentados nos cálculos do balanço hídrico.

5.2.1.1. Aspectos da Modelagem

O balanço hídrico de grandes bacias ou UGRHI pode ser realizado de duas formas. A primeira, e mais simplificada, é a utilização de uma vazão de referência (Q_{7,10}, Q_{90%}, Q_{95%}, etc.) acrescida de uma vazão de regularização, que equivale aos reservatórios em operação, como indicador de disponibilidade hídrica. A segunda, adotada para o PBH-AT (2018), é a modelagem matemática com séries de vazões históricas mensais para o período de 1930 a 2015, tanto para o diagnóstico quanto para o prognóstico.

Como no PBH-AT (2009), o PBH-AT (2018) também adotou o Sistema de Suporte à Decisão (SSD) – AcquaNet. Este modelo de rede de fluxo para simulação de bacias hidrográficas tem como vantagem a facilidade na utilização e rapidez de processamento, características que se mostraram adequadas ao estudo do balanço hídrico da BAT. Além disso, procedimentos semelhantes já foram aplicados em diversos projetos e estudos, como no Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Sistema Adutor Regional PCJ (SARPCJ), no Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí 2010 a 2020, no Plano Diretor de Abastecimento de Abastecimento de Água (em elaboração pela Sabesp), em estudos com objetivos de avaliar os impactos de novas transposições de vazão no rio Paraíba do Sul e também vem sendo utilizado pela Sabesp em análises específicas sobre seus sistemas de abastecimento, em particular o Sistema Cantareira.

Diferentemente do PBH-AT (2009), para a modelagem deste Plano, será considerada a interação entre os sistemas produtores da UGRHI 06, bem como a relação com as demais UGRHIs que influenciam na área de estudo.

A área de estudo foi dividida em Zonas de Demanda, permitindo a simulação de cenários de atendimento às demandas, fazendo-se uso de uma série hidrológica de mais de 85 anos de valores médios mensais de vazão, considerando a operação dos reservatórios existentes com suas

respectivas regras ou restrições, principalmente a nova outorga do Sistema Cantareira publicada em 31 de maio de 2017 (Resolução Conjunta DAEE nº 926 de 29/05/2017).

5.2.1.2. Princípios da Modelagem

A rede AcquaNet é uma rede de fluxo constituída de NÓS (que podem ser de 3 tipos: reservatórios, NÓS de passagem e NÓS de demanda) e LINKS (o que estabelecem as ligações entre os diversos NÓS, de acordo com o sentido do fluxo).

Assim, para a montagem da rede de simulação está sendo considerada a rede hídrica natural dividida entre os rios principais e os rios secundários, representados na rede através de LINKS. Para cada NÓ (passagem e reservatório) associam-se as séries de vazões mensais do período entre 1930 a 2015. Também são consideradas as vazões mínimas a serem observadas nos principais cursos d'água, ou seja, são representadas as restrições em pontos específicos, chamados pontos de controle, bem como vazões mínimas efluentes a serem garantidas pelos reservatórios.

Para o carregamento da rede são considerados dados sobre as características e a operação dos reservatórios da região, valores de vazões de transferência entre bacias hidrográficas, distribuição das vazões fornecidas pelas Estações de Tratamento de Água, entre outras informações.

Por fim, inserem-se NÓS correspondentes as zonas de demandas e os NÓS de passagem representando os lançamentos de efluentes decorrentes das captações subterrâneas.

Estas demandas estão localizadas na rede em função dos pontos de captação e desagregadas por tipo de atividade: rural, industrial, abastecimento público isolado e integrado. A divisão em setores de abastecimento da Sabesp será utilizada para compor as zonas de demanda. Para a fase de prognóstico as demandas serão estudadas entre 2019 e 2035.

Para cada tipo de demanda representada pela modelagem, se estabelece um valor de prioridade para seu atendimento tendo em vista os cálculos de alocação da água realizados pela simulação. A **Figura 5.1** representa um exemplo de rede AcquaNet.

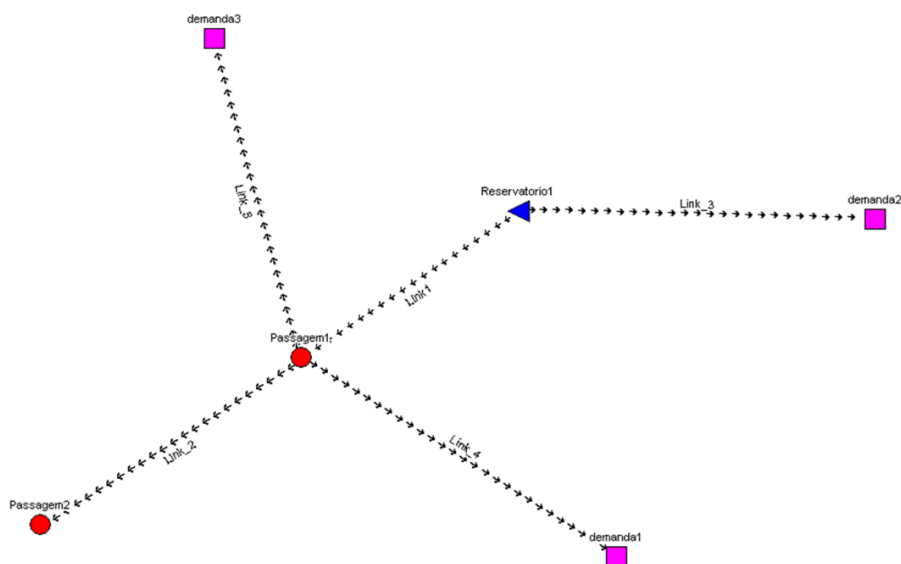


Figura 5.1 – Representação de uma Rede de Fluxo AcquaNet

Com base na disponibilidade hídrica, prioridades e restrições, a rede otimiza o fluxo, apresentando como resultados, para cada intervalo de tempo:

- Fluxo em cada LINK;
- Vazões em cada NÓ;
- Volumes em cada reservatório.

As formas de apresentação dos resultados podem ser:

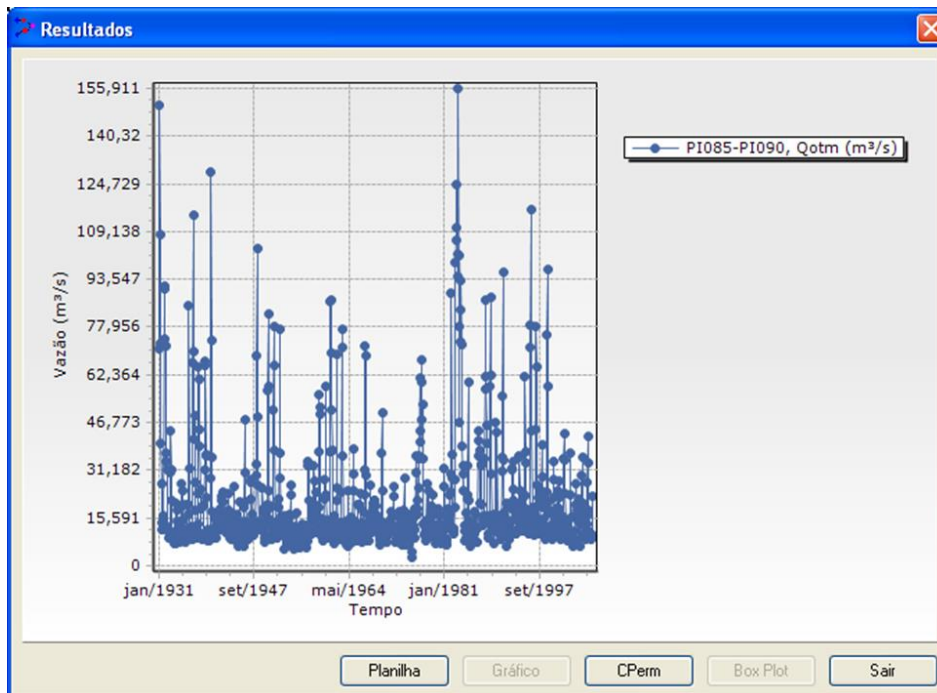
- Tabelas;
- Gráficos;
- Curvas de permanência.

Os formatos dos resultados gerados pelo SSD, são apresentados nas **Figuras 5.2, 5.3 e 5.4:**

Demandas	Tempo máximo abaixo da demanda necessária (mês(es))	Frequência abaixo da demanda necessária (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida [% da demanda média necessária]
ZD048_UR	1	0,11	1,937	4,161	4,160	99,98
ZD049_AG	0	0,00	0,000	0,314	0,314	100,00
ZD049_IN	0	0,00	0,000	2,651	2,651	100,00
ZD049_UR	0	0,00	0,000	2,368	2,368	100,00
ZD050_AG	36	53,07	10,176	0,008	0,004	46,93
ZD050_IN	0	0,00	0,000	0,019	0,019	100,00
ZD050_UR	5	1,10	7,017	0,367	0,364	99,20
ZD051_AG	0	0,00	0,000	0,076	0,076	100,00
ZD051_IN	0	0,00	0,000	1,075	1,075	100,00
ZD051_UR	0	0,00	0,000	1,322	1,322	100,00
ZD052_AG	6	1,10	0,762	0,029	0,029	98,90
ZD052_IN	6	1,10	4,179	0,159	0,157	98,90
ZD052_UR	2	0,55	6,662	1,970	1,967	99,86
ZD053_AG	36	53,07	19,079	0,015	0,007	46,93

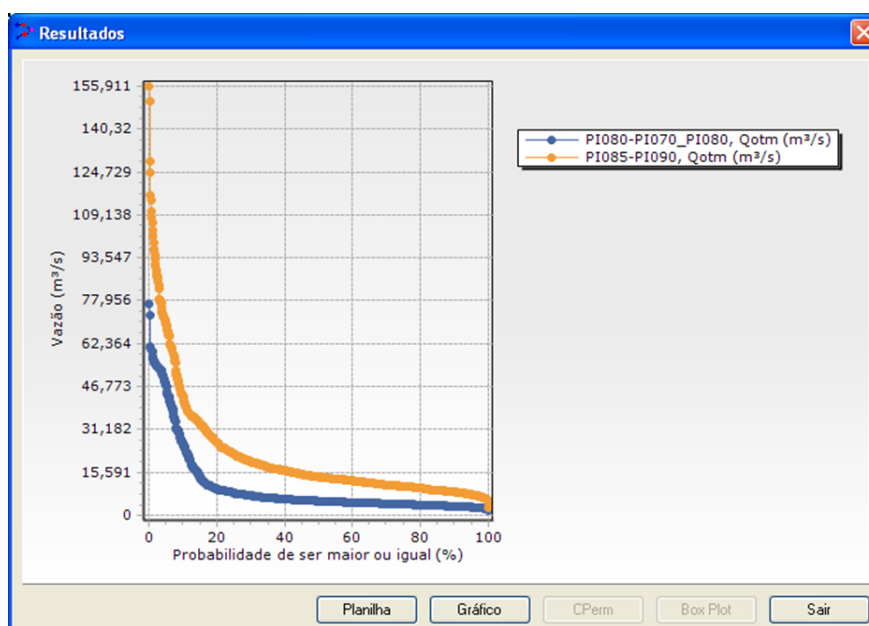
Fonte: DAEE, 2013

Figura 5.2 – Tabela com Resumo de Resultado de Simulações



Fonte: DAEE, 2013

Figura 5.3 – Histograma de Resultados



Fonte: DAEE, 2013

Figura 5.4 – Curva de Permanência com Dados Simulados

5.2.2. Elementos da Construção da Rede do PBH-AT (2018)

O processo de construção da rede de simulação com o modelo AcquaNet envolve as principais etapas: estruturação da rede hídrica a ser modelada, indicando os rios e reservatórios pertencentes ao sistema; série de vazões médias mensais naturalizadas; definição dos NÓS com suas respectivas vazões incrementais e; divisão do território em zonas de demanda. A seguir estão descritas as particularidades de cada etapa do processo que foram utilizadas para a construção da rede do PBH-AT (2018), que teve como base a rede do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013).

5.2.2.1. Rede Hídrica

- Rios Principais e Secundários

Inicialmente, para construção do modelo, a rede hídrica foi definida considerando os rios principais e os secundários. A Tabela 5.1 apresenta a rede hídrica que será considerada neste estudo.

Tabela 5.1 – Rede Hídrica Natural

Corpo Hídrico	UGRHI	Corpo Hídrico	UGRHI
Rio Jaguari	2	Rio Cotia	6
Rio Paraíba do Sul	2	Rio Juqueri	6
Rio Paraitinga	2	Rio Pinheiros	6
Rio Atibaia	5	Rio Tietê	6
Rio Atibainha	5	Rio Capivari-Monos	7
Rio da Cachoeira	5	Rio das Pedras	7
Rio Jundiá	5	Rio Guaratuba	7
Rio Biritiba Mirim	6	Rio Itapanhaú	7
Rio Cabuçu de Cima	6	Rio Itatinga	7
Rio Claro	6	Rio Juquiá	11

Para cada um dos rios, são determinadas (i) as vazões médias mensais a partir do histórico obtido entre os anos de 1930 e 2015; (ii) os nós de passagem, que correspondem às demandas de uma dada região; e, (iii) as seções de controle – para aquele que as possuem – que estabelecem restrições de vazões mínimas a serem observadas. A Figura 5.5 mostra a representação da rede hídrica que será utilizada como base para os estudos da modelagem no PBH-AT (2018). Destaca-se que as vazões incrementais, que também fazem parte da modelagem, estão apresentadas em item específico.

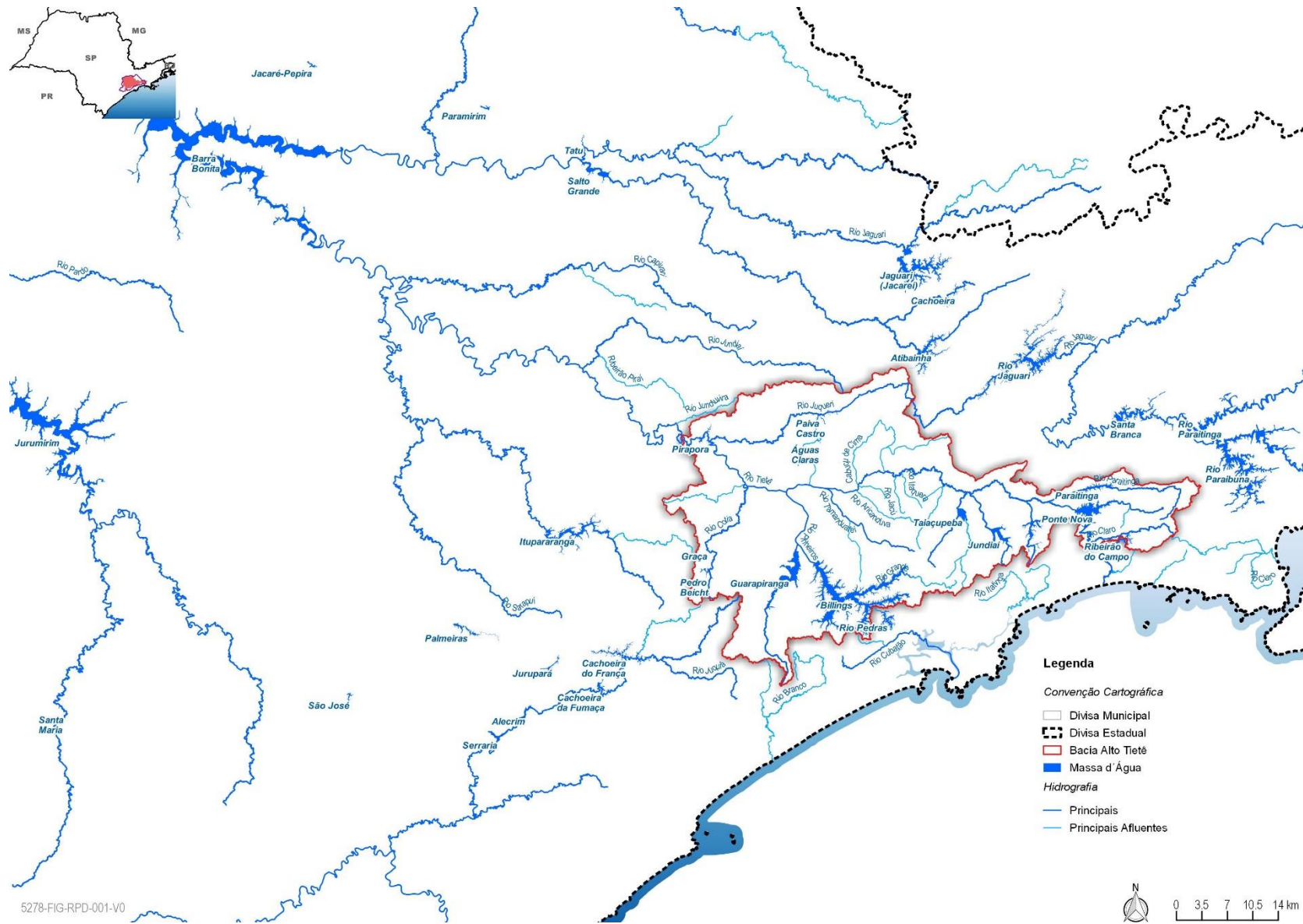


Figura 5.5 – Rede Hídrica para Modelagem

• Reservatórios

Para a construção da rede foram identificados os principais reservatórios que compõem a área de estudo e estes estão apresentados na **Tabela 5.2**. Além dos reservatórios existentes, aqueles que estão em fase de construção ou em planejamento também serão considerados em cenários específicos.

Estas informações foram obtidas na revisão e atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – PDAA (em elaboração pela Sabesp), no Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013), através de solicitações à EMAE e na Resolução Conjunta DAEE nº 925 de 29/05/2017.

Tabela 5.2 – Reservatórios pertencentes a área de estudo

Reservatório	UGRHI	Volume útil (Mm ³) PDAA*	Volume útil (Mm ³) EMAE	Volume útil (Mm ³) Adotado no PBH-AT (2018)
Jaguari	2	713,23	-	713,23
Paraibuna	2	2.636,10	-	2636,10
Santa Branca	2	277,20	308,00	308,00
Atibainha	5	96,26	-	96,26
Cachoeira	5	69,65	-	69,65
Jaguari/Jacaréi	5	808,04	-	808,04
Paiva Castro	6	7,61	-	7,61
Águas Claras	6	-	0,76	0,76
Billings	6	493,34**	1131,67	1131,67
Braço Rio Grande	6	112,18	153,15	153,15
Capivari-Vermelho	7	4,1	-	4,10
Rio das Pedras	7	15,50	29,06	29,06
Biritiba Mirim	6	34,80	-	34,80
Jundiá	6	74,10	-	74,10
Taiacupeba	6	85,29	-	85,29
Paraitinga	6	36,98	-	36,98
Ponte Nova	6	288,39	-	288,39
Ribeirão do Campo	6	13,67	-	13,67
Guarapiranga	6	171,19	189,18	171,19
Cachoeira da Graça	6	0,08	-	0,08
Pedro Beicht	6	16,50	-	16,50
Edgard de Souza	6	-	7,77	7,77
Pirapora	6	-	50,16	50,16
Rasgão	6	-	4,90	4,90
Cachoeira do França	11	124,00	-	124,00

* Plano Diretor de Abastecimento de Água, em elaboração pela SABESP

** na represa Billings foi considerado como volume útil somente o volume acima do nível de captação da Estação de Bombeamento de Taquacetuba.

5.2.2.2. Zonas de Demandas

As Zonas de Demandas (ZD) são definidas para simplificar a modelagem matemática. A identificação dos setores de abastecimento por sistemas produtores de água da Sabesp (sistema integrado) é a base para a determinação das ZD. Para as demandas que não fazem parte de nenhum setor de abastecimento, não incorporadas no PDAA (em elaboração pela Sabesp), essas serão estimadas a partir de outras fontes, conforme metodologia anteriormente descrita.

Uma vez que a BAT está inserida na Macrometrópole Paulista – que já foi objeto de estudo no Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE; 2013) – buscou-se, inicialmente, analisar as zonas de demandas adotadas neste estudo, para que fosse possível considerar aquilo já havia sido aplicado para a BAT.

Em seguida, com o mapa do Sistema Integrado Metropolitano (SIM), foi feita uma correlação entre o sistema de abastecimento da RMSP e as ZD definidas no estudo da Macrometrópole Paulista. Os

municípios que não fazem parte do SIM, mas são considerados na divisão por ZD são: Pirapora do Bom Jesus, Mairiporã, Cajamar, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim, Salesópolis, São Lourenço da Serra e Juquitiba. A partir desta análise gerou-se uma nova configuração das ZD a ser adotada, apresentada na **Tabela 5.3**, para os estudos de balanço hídrico no PBH-AT (2018).

Tabela 5.3 – Configuração das Zonas de Demanda

Cód. IBGE	Nome do Município	UF	CBH-AT	RMSF	Zona de Demanda	UGRHI
3503901	Arujá	SP	✓	✓	31	Alto Tietê
3504107	Atibaia	SP	x	x	23	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3505708	Barueri	SP	✓	✓	17	Alto Tietê
3506359	Bertioga	SP	x	x	37	Baixada Santista
3506607	Biritiba Mirim	SP	✓	✓	38	Alto Tietê
3507100	Bom Jesus dos Perdões	SP	x	x	22	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3507605	Bragança Paulista	SP	x	x	24	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3509007	Caieiras	SP	✓	✓	20	Alto Tietê
3509205	Cajamar	SP	✓	✓	19	Alto Tietê
3110509	Camanducaia	MG	x	x	25	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3510609	Carapicuíba	SP	✓	✓	18	Alto Tietê
3513009	Cotia	SP	✓	✓	14	Alto Tietê
3513801	Diadema	SP	✓	✓	35	Alto Tietê
3515004	Embu	SP	✓	✓	13	Alto Tietê
3515103	Embu-Guaçu	SP	✓	✓	13	Alto Tietê
3125101	Extrema	MG	x	x	25	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SP	✓	✓	31	Alto Tietê
3516309	Francisco Morato	SP	✓	✓	20	Alto Tietê
3516408	Franco da Rocha	SP	✓	✓	20	Alto Tietê
3518701	Guarujá	SP	x	x	37	Baixada Santista
3518800	Guarulhos	SP	✓	✓	30	Alto Tietê
3520202	Igaratá	SP	x	x	29	Paraíba do Sul
3522208	Itapecerica da Serra	SP	✓	✓	13	Alto Tietê
3133600	Itapeva	MG	x	x	25	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3522505	Itapevi	SP	✓	✓	17	Alto Tietê
3523107	Itaquaquecetuba	SP	✓	✓	31	Alto Tietê
3523404	Itatiba	SP	x	x	23	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3524907	Jambeiro	SP	x	x	40	Paraíba do Sul
3525003	Jandira	SP	✓	✓	17	Alto Tietê
3525201	Jarinu	SP	x	x	23	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3525508	Joanópolis	SP	x	x	26	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3526209	Juquitiba	SP	✓	✓	12	Ribeira de Iguape / Litoral Sul
3528502	Mairiporã	SP	✓	✓	21	Alto Tietê
3529401	Mauá	SP	✓	✓	33	Alto Tietê
3530607	Mogi das Cruzes	SP	✓	✓	36	Alto Tietê
3532009	Morungaba	SP	x	x	24	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3532306	Natividade da Serra	SP	x	x	40	Paraíba do Sul
3532405	Nazaré Paulista	SP	x	x	28	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3534401	Osasco	SP	✓	✓	18	Alto Tietê
3535606	Paraibuna	SP	x	x	40	Paraíba do Sul
3538600	Piracaia	SP	x	x	27	Piracicaba / Capivari / Jundiaí
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SP	✓	✓	19	Alto Tietê
3539806	Poá	SP	✓	✓	31	Alto Tietê
3542305	Redenção da Serra	SP	x	x	40	Paraíba do Sul

Continua...

Tabela 5.3 - Configuração das Zonas de Demanda (cont.)

Cód. IBGE	Nome do Município	UF	CBH-AT	RMSP	Zona de Demanda	UGRHI
3543303	Ribeirão Pires	SP	✓	✓	32	Alto Tietê
3544103	Rio Grande da Serra	SP	✓	✓	32	Alto Tietê
3545001	Salesópolis	SP	✓	✓	39	Alto Tietê
3546009	Santa Branca	SP	x	x	40	Paraíba do Sul
3546801	Santa Isabel	SP	x	✓	29	Paraíba do Sul
3547304	Santana de Parnaíba	SP	✓	✓	19	Alto Tietê
3547809	Santo André	SP	✓	✓	35	Alto Tietê
3548708	São Bernardo do Campo	SP	✓	✓	35	Alto Tietê
3548807	São Caetano do Sul	SP	✓	✓	34	Alto Tietê
3549953	São Lourenço da Serra	SP	✓	✓	12	Ribeira de Iguape / Litoral Sul
3550308	São Paulo	SP	✓	✓	1-11	Alto Tietê
3550605	São Roque	SP	x	x	16	Tietê / Sorocaba
3552502	Suzano	SP	✓	✓	31	Alto Tietê
3552809	Taboão da Serra	SP	✓	✓	13	Alto Tietê
3554953	Tuiuti	SP	x	x	24	Piracicaba / Capivari / Jundiá
3556354	Vargem	SP	x	x	24	Piracicaba / Capivari / Jundiá
3556453	Vargem Grande Paulista	SP	x	✓	15	Tietê / Sorocaba

No estudo da Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013), o município de São Paulo foi dividido em 4 (quatro) zonas de demandas. Porém, considerando as diversas especificidades existentes, a necessidade de um maior detalhamento para a BAT e a compatibilização com o PDAA (em elaboração pela Sabesp), neste PBH-AT (2018), dividiu-se o município de São Paulo em 11 ZD. Seguindo a mesma lógica, o restante do território pertencente a área de estudo também foi dividido, totalizando 40 ZD. Essa divisão está apresentada na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Divisão da área de estudo em Zonas de Demanda

ZONA DE DEMANDA	MUNICÍPIO	SISTEMA PRODUTOR	SETOR DE ABASTECIMENTO
1	São Paulo	Cantareira	Deriv. Brás
			Deriv. Ipiranga
			Vila Alpina
			Deriv. Sacomã
			Cambuci
			Carrão
2	São Paulo	Cantareira / Alto Tietê / Rio Claro	Moóca
			Sapopemba
			Jardim da Conquista
			Jardim São Pedro
			São Mateus
			Itaquera
3	São Paulo	Alto Tietê	Guaianazes
			Carmo
			Itaim Paulista
			Santa Etelvina
			Cidade Tiradentes
			Savoy
			Ferraz de Vasconcelos
			Itaim Paulista
			São Miguel Paulista
			Vila Formosa
4	São Paulo	Cantareira / Alto Tietê	Cangaíba
			Artur Alvim
			Jardim Popular
			Ermelino Matarazzo
			Penha
			Deriv. Penha
			Deriv. Vila Matilde

Continua...

Tabela 5.4 - Divisão da área de estudo em Zonas de Demanda (cont.)

ZONA DE DEMANDA	MUNICÍPIO	SISTEMA PRODUTOR	SETOR DE ABASTECIMENTO		
5	São Paulo	Cantareira	Deriv. Horto Florestal		
			Santana		
			Tucuruvi		
			Vila Medeiros		
			Vila Nova Cachoeirinha		
			Deriv. Parque Cantareira		
			Casa Verde		
			Deriv. Santana		
			Deriv. Edu Chaves		
			Vila Maria		
			Deriv. Vila Nova Cachoeirinha		
			Mirante		
			Edu Chaves		
			Deriv. Tremembé		
6	São Paulo	Cantareira	Jaraguá		
			Vila Brasilândia		
			Parque Anhanguera		
			Deriv. Jaraguá		
			Vila Jaguará		
			Pirituba		
			Deriv. Vila Brasilândia		
			Deriv. Freguesia do Ó		
			Perus		
			Vila Jaguará		
			Consolação		
			Pinheiros		
			Lapa		
			Jaguapé		
7	São Paulo	Cantareira	Vila Romana		
			Perdizes		
			Jardim América		
			Sumaré		
			Deriv. USP		
			Casa Verde		
			Vila Iracema		
			Cursino		
			Paulista		
			Jabaquara		
			Sacomã		
			Vila do Encontro		
			Jabaquara		
			Sacomã		
8	São Paulo	Cantareira / Guarapiranga			
		Jabaquara			
		Sacomã			
		Vila do Encontro			
		Jabaquara			
		Sacomã			
		Vila Mariana			
		Guarapiranga			
		9	São Paulo	Guarapiranga	Deriv. Brooklin
					Deriv. Santo Amaro
					Campo Belo
					Americanópolis
					Chácara Flora
					Jardim Ângela
Morumbi					
Vila Sônia					
Pirajussara					
Deriv. Butantã					
Butantã					
Raposo Tavares					
Jardim São Luiz					
Jardim Record					
10	São Paulo	Guarapiranga			
		Deriv. Itapeperica - Embu-Guaçu			
		Campestre			
		Interlagos			
		Grajaú			
		Parelheiros			
		Colônia			
		Jardim das Fontes			
		Embu-Guaçu - Cipó			
		11	São Paulo	Guarapiranga	
				Interlagos	
				Grajaú	
				Parelheiros	
				Colônia	
Jardim das Fontes					
Embu-Guaçu - Cipó					
Isolado					
Deriv. Itapeperica - Embu-Guaçu					
Campestre					
Interlagos					
Grajaú					
Parelheiros					
Colônia					
Jardim das Fontes					
Embu-Guaçu - Cipó					

Continua...

Tabela 5.4 - Divisão da área de estudo em Zonas de Demanda (cont.)

ZONA DE DEMANDA	MUNICÍPIO	SISTEMA PRODUTOR	SETOR DE ABASTECIMENTO	
12	Juquitiba	São Lourenço	-	
13	Embu das Artes	Alto Cotia	Deriv. Santo Antônio Campestre Deriv. Santo Antônio Santo Eduardo Vista Alegre	
		Guarapiranga	Jardim Record Granja Viana Jardim São Luiz	
			Guarapiranga / Alto Cotia	Centro
		Embu-Guaçu	Capivari / Embu-Guaçu Isolado	Centro Embu-Guaçu - Cipó
	Itapecerica da Serra	Alto Cotia	Deriv. Itapecerica - Embu-Guaçu Campestre Centro Campestre	
			Deriv. Itapecerica - Embu-Guaçu Santa Adélia	
		Isolado	Ressaca Natura	
	Taboão da Serra	Guarapiranga	Jardim Record Centro	
	14	Cotia	Alto Cotia	Centro Deriv. Morro Grande Centro
			Guarapiranga	Granja Viana
Isolado			Deriv. Caputera Jardim Japão	
São Lourenço			Deriv. Caucaia do Alto Jardim Atalaia Vila Dirce Deriv. Caucaia do Alto	
15	Vargem Grande Paulista	São Lourenço	Centro Deriv. Caucaia do Alto	
16	São Roque	Sistema Próprio	-	
17	Barueri	Isolado	Aldeia da Serra Deriv. Jardim Tupã Centro	
	Barueri	São Lourenço	Jardim Tupã Tamboré Centro	
			Centro Cohab	
			Vila Dirce Itapevi	
			Jardim Atalaia Centro	
			Mirante Sapiantã	
Itapevi	Mirante			
Itapevi	Deriv. Jardim Tupã			
Jandira	Centro			
18	Osasco	Cantareira	Bela Vista Mutinga Quitaúna Vila Jaguará Tamboré	
			Vila Dirce Jaguaré Vila Iracema Granja Viana	

Continua...

Tabela 5.4 - Divisão da área de estudo em Zonas de Demanda (cont.)

ZONA DE DEMANDA	MUNICÍPIO	SISTEMA PRODUTOR	SETOR DE ABASTECIMENTO
19	Cajamar	Isolado	Village Scorpios
			Capital Ville
			Parque São Roberto
	Pirapora do Bom Jesus	Isolado	Jordanésia
			São Benedito
			Polvilho
			Centro
			Cristal Park
			Green Hill
Santana de Parnaíba	São Lourenço	Paiol	
		Centro	
	Isolado	Tamboré	
		Jd. São Luis	
		Centro	
20	Caieiras	Cantareira	Alphaville
			Aldeia da Serra
	Francisco Morato	Isolado	Caieiras
			Perus
			Parque São Roberto
	Franco da Rocha	Cantareira	Centro
			Parque 120
			Jardim Liliane
			Vila Santista
21	Mairiporã	Isolado	Centro
			Vila Santista
			Jardim Liliane
	Cantareira	Cantareira	Vila Santista
			Jardim Liliane
			Vila Santista
			Vila Machado
			Parque Nautico
			Jardim Sandra
22	Bom Jesus dos Perdões	Sistema Próprio	Terra Preta
			Irara Branca
			Centro
23	Atibaia	Sistema Próprio	Ypeville
			Carpi
			-
24	Bragança Paulista	Sistema Próprio	-
			Morungaba
			Tuiuti
25	Itapeva	Sistema Próprio	-
			Extrema
			Camanducaia
26	Joanópolis	Sistema Próprio	-
27	Piracaia	Sistema Próprio	-
28	Nazaré Paulista	Sistema Próprio	-
29	Santa Isabel	Sistema Próprio	-
	Igaratá	Sistema Próprio	-
30	Guarulhos	Alto Tietê	Gopoúva
			Cidade Satelite
			Bonsucesso
	Arujá	Alto Tietê	Bairro dos Pimentas
			Vila Any
			Arujá
31	Ferraz de Vasconcelos	Alto Tietê	Ferraz de Vasconcelos
			Vila Industrial
			Recanto Mônica
	Itaquaquecetuba	Alto Tietê	Centro
			Pinheirinho
			Deriv. Abacateiros
			Deriv. General Motors
			Poá
			Recanto Mônica
Poá			
Poá	Sistema Próprio	Ferraz de Vasconcelos	

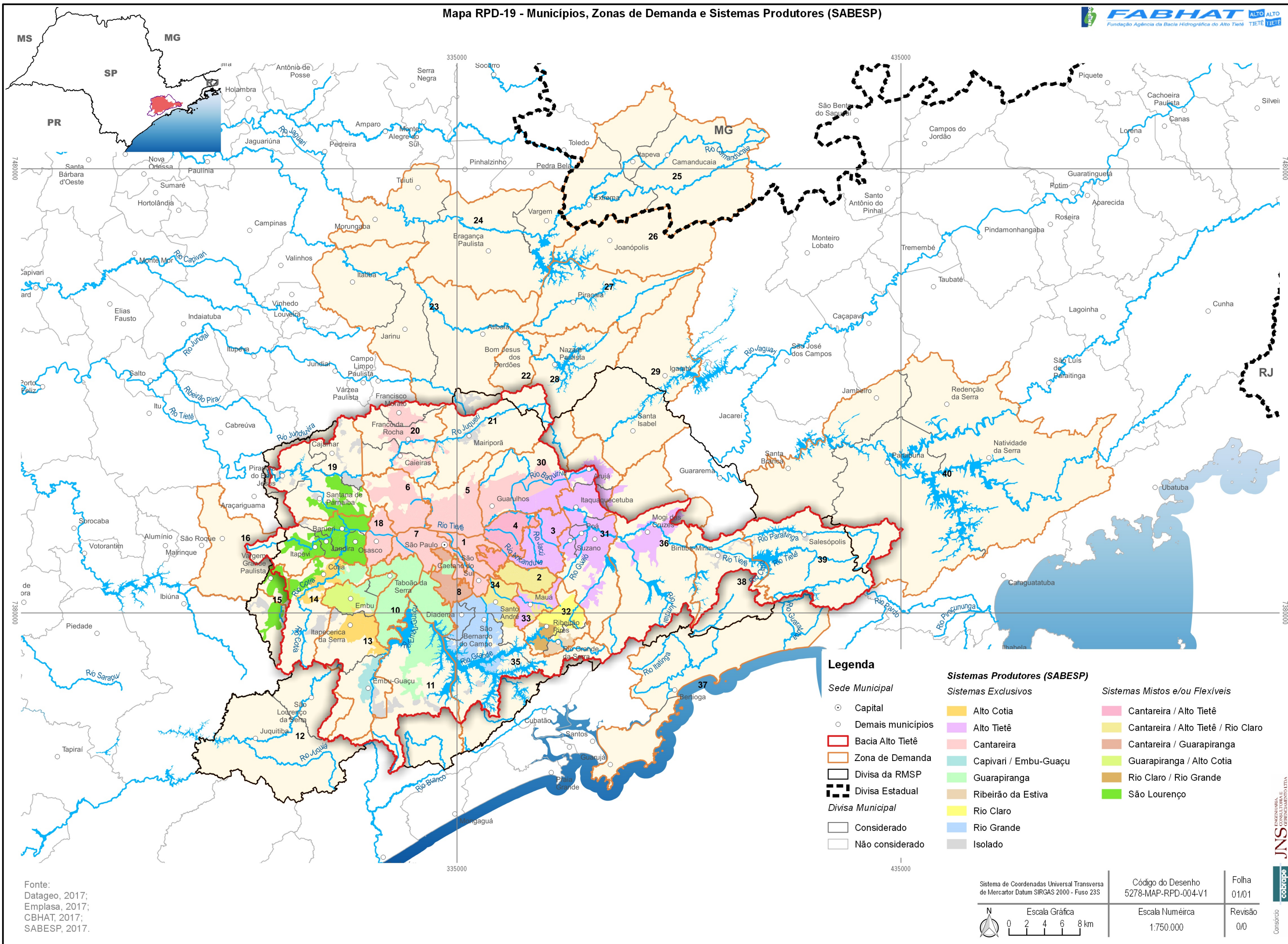
Continua...

Tabela 5.4 - Divisão da área de estudo em Zonas de Demanda (cont.)

ZONA DE DEMANDA	MUNICÍPIO	SISTEMA PRODUTOR	SETOR DE ABASTECIMENTO	
31	Suzano	Alto Tietê	Recanto Mônica Suzano	
32	Ribeirão Pires	Rio Claro	Deriv. Jardim Verão Deriv. Ouro Fino Vila Zaira Ouro Fino	
		Rio Claro / Ribeirão da Estiva	Centro	
	Rio Grande da Serra	Ribeirão da Estiva	Rio Grande da Serra	
		Rio Claro	Centro Ouro Fino	
33	Mauá	Alto Tietê	Centro	
		Cantareira / Alto Tietê / Rio Claro	Vila Zaira Magini	
34	São Caetano do Sul	Cantareira	Oswaldo Cruz Santa Maria Vila Gerty	
	Diadema	Rio Grande	Jardim das Nações	
35	Santo André	Rio Grande	Paraiso Camilópolis Vila Progresso Vila Vitória Curuçã Erasmoo Gonzaga Vila Vitória	
		Isolado	Santa Cruz Tatetos Capelinha	
		Rio Grande	Vila Cacilda Parque Selecta Pauliceia Planalto Nova Petrópolis Taboão Jardim Juçara Mussolini Deriv. Pedreira São José Deriv. Vila Marchi Deriv. Alvarenga Deriv. Nova Petrópolis Baeta Neves Deriv. Riacho Grande Batistini Vila Marchi Taboão Baeta Neves Parque Real	
			São Paulo	Mogi das Cruzes
			Deriv. General Motors	
			Recanto Mônica	
			-	
			-	
	36	Mogi das Cruzes	Alto Tietê	Mogi das Cruzes Deriv. General Motors Recanto Mônica
	37	Bertioga Guarujá	Sistema Próprio	-
38	Biritiba Mirim	Isolado	Vila dos Remédios Takebe Cruz das Almas Vista Alegre Hiroy	
			Centro	
			Vila dos Remédios	
			-	
39	Salesópolis	Isolado	Centro Vila dos Remédios	
40	Redenção da Serra	Sistema Próprio	-	
	Paraibuna			
	Natividade da Serra			
	Jambeiro			
	Santa Branca			

O **Mapa RPD-19** destaca as ZD propostas, os setores de abastecimento da SABESP e os municípios pertencentes a cada uma delas.

Mapa RPD-19 - Municípios, Zonas de Demanda e Sistemas Produtores (SABESP)



Legenda

Sede Municipal	Sistemas Produtores (SABESP)	Sistemas Mistos e/ou Flexíveis
○ Capital	Sistemas Exclusivos	○ Cantareira / Alto Tietê
○ Demais municípios	Alto Cotia	○ Cantareira / Alto Tietê / Rio Claro
▭ Bacia Alto Tietê	Alto Tietê	○ Cantareira / Guarapiranga
▭ Zona de Demanda	Cantareira	○ Guarapiranga / Alto Cotia
▭ Divisa da RMSP	Capivari / Embu-Guaçu	○ Rio Claro / Rio Grande
▭ Divisa Estadual	Guarapiranga	○ São Lourenço
Divisa Municipal	Ribeirão da Estiva	
▭ Considerado	Rio Claro	
▭ Não considerado	Rio Grande	
	Isolado	

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
SABESP, 2017.

<p>Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S</p> <p>Escala Gráfica 0 2 4 6 8 km</p>	<p>Código do Desenho 5278-MAP-RPD-004-V1</p> <p>Escala Numérica 1:750.000</p>	<p>Folha 01/01</p> <p>Revisão 0/0</p>
--	---	---

5.2.2.3. Sistemas Produtores de Água

Os sistemas produtores da BAT correspondem a algumas ETAs de grande porte, que fazem o abastecimento integrado dos municípios deste território. Há, também, alguns pequenos sistemas isolados, que são atendidos por captações de água superficiais e subterrâneas. A **Tabela 5.5** mostra um resumo das capacidades atuais das ETAs do chamado Sistema Principal.

Tabela 5.5 - Capacidade das ETAs do Sistema Integrado Metropolitano (SIM)

Sistema Produtor	ETA	Capacidade Nominal (m ³ /s)	Observações
Cantareira	Guaraú	33,0	Reservatórios Jaguari-Jacaré, Atibainha e Cachoeira nas bacias PCJ, e Paiva castro na BAT
Guarapiranga	Alto da Boa Vista	16,0	Capacidade ampliada de 14,0 para 16,0m ³ /s entre 2014 e 2015, através de 2 módulos de ultrafiltração
Rio Grande	Rio Grande	5,5	Capacidade ampliada de 4,5 para 5,5 m ³ /s, sendo 0,5m ³ /s em processo convencional e 0,5 m ³ /s em um módulo de ultrafiltração
Rio Claro	Rio Claro	4,0	
Alto Cotia	Alto Cotia	1,2	
Baixo Cotia	Baixo Cotia	0,90	
Ribeirão da Estiva	Ribeirão da Estiva	0,10	
Capivari-Embu-Guaçu	Capivari-Embu-Guaçu	0,13	Implantado em 2013-2014 em Embu-Guaçu, captando em afluente do reservatório Guarapiranga; integrado ao SIM via SAM
TOTAL		75,83	

Fonte: FABHAT, 2017

Segundo o Relatório de Situação 2017 (ano base 2016) da FABHAT, a disponibilidade hídrica em 2015 esteve próxima à capacidade nominal instalada desse conjunto de ETAs: a depender da condição de transferência entre sistemas produtores atendidos pelo mesmo reservatório (por exemplo: Billings com sistema Rio Grande, transferindo ou não para o Taiaçupeba (Alto Tietê); Braço do Taquacetuba transferindo para o Guarapiranga e, este último, atendendo às ETAs Alto da Boa Vista e Capivari-Embu-Guaçu, a disponibilidade hídrica variou entre 72,1 e 74,5 m³/s, ou seja, entre 95,08 e 98,25% da capacidade das ETAs.

No horizonte de planejamento do PBH-AT (2018) será considerado também, no prognóstico, a entrada em operação da ETA Vargem Grande, do Sistema Produtor São Lourenço (SPSL), com capacidade nominal de 6,4 m³/s e disponibilidade hídrica outorgada de 4,7 m³/s.

Além destas ETAs do Sistema Principal, há alguns sistemas isolados, tanto da Sabesp quanto dos municípios não operados pela empresa, tais como Guarulhos, Mogi das Cruzes, Santo André e Paraibuna. A **Tabela 5.6** apresenta os municípios que possuem sistemas isolados de abastecimento, operados ou não pela Sabesp, e suas respectivas capacidades nominais.

A **Tabela 5.7** mostra um resumo da produção de água destes sistemas isolados nos anos de 2014 e 2015, com base na cobrança pelo uso da água praticada pela FABHAT.

Fica claro que, apesar da grande predominância de capacidade do Sistema Principal, há diversos locais cujo atendimento por sistemas isolados se torna importante, atingindo mais de 2 m³/s de produção efetiva de água em 2014 e 2015.

Para efeitos do cálculo do Balanço Hídrico, a capacidade nominal das ETAs do Sistema Principal será atrelada às Zonas de Demanda da área atendida pelo mesmo, enquanto que os sistemas isolados terão seu mapeamento de área de atendimento verificada na análise do PDAA (em elaboração pela Sabesp), para verificar a forma de tratamento dessa informação.

Tabela 5.6 - Sistemas Isolados pertencentes à BAT

Municípios	Sistema Isolado	Capacidade Nominal (m³/s)
SITEMAS ISOLADOS SABESP		
Barueri	ETA Aldeia da Serra	0,042
Biritiba Mirim	ETA Biritiba Mirim	0,069
Cajamar	ETA Cristais	0,123
Cotia	ETA Jd. Japão	0,025
Franco da Rocha	ETA Juqueri	0,053
Itapevi	ETA Sapientã	0,050
Mairiporã	ETA Mairiporã	0,086
	ETA Terra Preta	0,057
Nazaré Paulista	ETA Nazaré Paulista	0,001
Salesópolis	ETA Salesópolis	0,024
Santana de Parnaíba	ETA (p/ Res. São Luis)	0,035
OUTROS SISTEMAS ISOLADOS		
Santo André	ETA Guarará	0,130
	ETA Cabuçu	0,300
Guarulhos	ETA Tanque Grande	0,140
	ETA Villa Barros	0,200
	ETA Centro	0,500
Mogi das Cruzes	ETA Leste	0,500
	ETA Compacta - Sabaúna	0,008
Paraibuna	ETA Paraibuna	0,045

Tabela 5.7 - Produção de Água nos Sistemas Isolados da BAT para os anos de 2014 e 2015

Operador	Tipo de Sistema Isolado	Produção (L/s)	
		2014	2015
SABESP	Superficial	605,7	496,1
	Subterrâneo	246,4	246,4
SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Guarulhos	Superficial	258,0	222,9
	Subterrâneo	133,9	122,2
SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgotos de Mogi das Cruzes	Superficial	951,0	887,3
	Subterrâneo	18,7	17,4
SEMASA – Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André	Superficial	115,7	98,2
	Subterrâneo	-	-
DAE – Departamento de Águas e Esgotos de São Caetano do Sul	Superficial	-	-
	Subterrâneo	11,9	11,9
Sub-totais por tipo de Sistemas Isolados Superficiais e Subterrâneos, e Total Geral dos Sistemas Isolados	Superficial	1.930,4	1.704,5
	Subterrâneo	410,9	397,9
	Total Sistemas Isolados	2.341,3	2.102,4

Fonte: FABHAT, 2017

5.2.2.4. Transposições

As transposições são estruturas hidráulicas que foram construídas com a finalidade de suprir a demanda por água de algumas regiões, transferindo água de uma bacia/sub-bacia para outra. Especificamente na região da BAT, existem inúmeras transposições responsáveis por manter o abastecimento de forma satisfatória.

No PBH-AT (2018) estão sendo consideradas as transposições existentes, as que estão em obras e as que estão em fase de planejamento ou já foram consideradas em outros estudos. A **Tabela 5.8** apresenta as transposições existentes e planejadas e suas respectivas capacidades, que serão utilizadas no PBH-AT (2018). Destaca-se que para a calibração do modelo (**item 5.4**), consideraram-se apenas as transposições existentes no período definido pela calibração.

Tabela 5.8 - Transposições utilizadas no PBH-AT (2018)

Transposições	Status	Capacidade (m³/s)	Fonte
Tietê - Reservatório Biritiba (EEAB)	existente	9,00	PDAA***
Reservatório Biritiba - Reservatório Jundiá	existente	10,50	PDMAT 3****
Reservatório Jundiá - Reservatório Taiacupeba	existente	12,50	PDMAT 3
Reservatório Billings - Rio das Pedras (Henry Borden)	existente	398,00	EMAE
Braço do Taquacetuba - Reservatório Guarapiranga	existente	4,50	PDAA
Reservatório Jaguari/Jacareí - Reservatório Cachoeira	existente	35,00	Outorga Cantareira
Reservatório Cachoeira - Reservatório Atibainha	existente	35,00	Outorga Cantareira
Reservatório Atibainha - Reservatório Paiva Castro	existente	35,00	Outorga Cantareira
Rio Tietê - Rio Pinheiros (Traição)	existente	280,00	EMAE
Reversão Pinheiros - Reservatório Billings (Pedreira)	existente	385,00	EMAE
Rio Guaió - Reservatório Taiacupeba	existente	1,00	PDAA
Capivari Monos - Guarapiranga	existente	1,50	PDMAT 3
Reservatório Cachoeira do França - ETA Vargem Grande (SPSL)*	planejado	6,40	PDAA
Reservatório Jaguari (PBS) - Reservatório Atibainha	planejado	8,50	PDAA
Rio Itatinga/Ribeirão Grande - Reservatório Jundiá	planejado	1,20	PDAA
Rio Itapanhaú/Rio das Pedras - Reservatório Biritiba	planejado	2,50	PDAA
Rio Guararema (PBS) - Reservatório Biritiba	planejado	4,69	MACRO-Var.7**
Braço Rio Pequeno - Rio Grande - Reservatório Taiacupeba	existente	4,00	PDAA
Rio Atibaia - Rio Jundiá	existente	1,00	MACRO**
Rio Guaratuba - Sistema Rio Claro	existente	1,00	PDAA

* transposição já em obra, mas para efeito da modelagem será considerada como existente.

** Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista, DAEE (2013)

*** Plano Diretor de Abastecimento de Água, em elaboração pela SABESP

**** Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, DAEE (2014)

5.2.2.5. A Outorga do Sistema Cantareira

Para a modelagem do PBH-AT (2018) foi considerada a outorga de uso do Sistema Cantareira para fins de abastecimento público, segundo a Resolução Conjunta DAEE nº 926 de 29/05/2017, publicada no DOU de 31 de maio de 2017.

De acordo com a nova outorga, ficam definidas regras para operação do Sistema Cantareira para atendimento da RMSP e das Bacias PCJ.

A operação respeitará dois períodos hidrológicos do ano e a condição de armazenamento dos reservatórios: (i) Período Úmido que vai de 1º de dezembro de um ano a 31 de maio do ano seguinte; (ii) Período Seco de 1º de junho a 30 de novembro do mesmo ano.

Em relação a operação dos reservatórios do Sistema Equivalente são consideradas as seguintes definições:

- A vazão mínima a jusante dos reservatórios Jacareí/Jaguari, no rio Jaguari – 0,25 m³/s;
- A vazão mínima a jusante dos reservatórios Cachoeira/Atibainha, no rio Atibaia - 0,25 m³/s;
- A vazão mínima a jusante do reservatório Paiva Castro, no rio Juqueri – 0,10 m³/s

Para a RMSP, o controle será de acordo com a vazão captada pela Sabesp na Estação Elevatória Santa Inês conforme as seguintes regras estabelecidas:

- **Faixa 1:** Normal – volume útil acumulado igual ou maior que 60% e limite de retirada de 33 m³/s;
- **Faixa 2:** Atenção – volume útil acumulado igual ou maior que 40% e menor que 60% e limite de retirada de 31 m³/s;
- **Faixa 3:** Alerta – volume útil acumulado igual ou maior que 30% e menor que 40% e limite de retirada de 27 m³/s;

- **Faixa 4:** Restrição – volume útil acumulado igual ou maior que 20% e menor que 30% e limite de retirada de 23 m³/s;
- **Faixa 5:** Especial – volume acumulado inferior a 20% do volume útil e limite de retirada de 15,5 m³/s.

Ainda, quando o Sistema Cantareira estiver operando nas Faixas 2, 3 e 4 terá um acréscimo da vazão média de 5,13 m³/s da transposição Jaguari – Atibainha, respeitando os limites outorgados. Já na Faixa 5 as vazões serão definidas pelos órgãos gestores para que se mantenha a segurança hídrica do sistema.

Para controle de vazões nas Bacias PCJ, ficam definidos postos de controle a jusante do Sistema Cantareira sendo eles: (i) Posto de Captação Valinhos no rio Atibaia; e, (ii) Posto Buenópolis no rio Jaguari, de acordo com os limites estabelecidos a seguir:

- Período úmido
 - Faixas 1 e 2 – as vazões mínimas de 12,0 m³/s no posto de Valinhos; 3,0 m³/s no posto de Atibaia; e 2,5 m³/s no posto de Buenópolis;
 - Faixas 3 e 4 – as vazões mínimas de 11,0 m³/s no posto de Valinhos; 2,0 m³/s no posto de Atibaia; e 2,0 m³/s no posto de Buenópolis; e,
 - Faixa 5 – as vazões mínimas de 10,0 m³/s no posto de Valinhos e 2,0 m³/s no posto de Buenópolis.
- Período seco
 - Faixas 1, 2, 3 e 4 – a vazão mínima de 10,0 m³/s para a Bacia PCJ; e,
 - Faixa 5 – as vazões mínimas de 10,0 m³/s no posto de Valinhos e 2,0 m³/s no posto de Buenópolis.

A **Tabela 5.9** apresenta, de maneira resumida, as condições de operação para o Sistema Cantareira.

Tabela 5.9 - Resumo da Nova Outorga do Sistema Cantareira

OPERAÇÃO SISTEMA CANTAREIRA									
Faixas	Vol. Útil Acumulado Sistema Cantareira	RMSP		BACIAS PCJ					
		Limite de Retirada		Período Úmido - 01 dezembro a 31 de maio			Período Seco - 01 junho a 30 de novembro		
		Túnel 2 - ETA Guaraú (Q)	Transposição Jaguari - Atibainha (Q)	Valinhos (3D-007T) (Q _{min})	Buenópolis (3D-009T) (Q _{min})	Atibaia (3E-063T) (Q _{min})	Valinhos (3D-007T) (Q _{min})	Buenópolis (3D-009T) (Q _{min})	Atibaia (3E-063T) (Q _{min})
Faixa 1 Normal	≥ 60%	33 m ³ /s	-	12 m ³ /s	2,5 m ³ /s	3,0 m ³ /s	10 m ³ /s	2,0 m ³ /s	2,0 m ³ /s
Faixa 2 Atenção	≥ 40%	31 m ³ /s	5,13 m ³ /s	12 m ³ /s	2,5 m ³ /s	2,0 m ³ /s	10 m ³ /s	2,0 m ³ /s	2,0 m ³ /s
Faixa 3 Alerta	≥ 30%	27 m ³ /s	5,13 m ³ /s	11 m ³ /s	2,0 m ³ /s	2,0 m ³ /s	10 m ³ /s	2,0 m ³ /s	2,0 m ³ /s
Faixa 4 Restrição	≥ 20%	23 m ³ /s	5,13 m ³ /s	11 m ³ /s	2,0 m ³ /s	2,0 m ³ /s	10 m ³ /s	2,0 m ³ /s	2,0 m ³ /s
Faixa 5 Especial	< 20%	15,5 m ³ /s	à definir	10 m ³ /s	2,0 m ³ /s	-	10 m ³ /s	2,0 m ³ /s	-

Fonte: Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 925, de 29 de maio de 2017.

Analisando a atual regra operacional do Sistema Cantareira constata-se a necessidade de utilização de uma ferramenta de modelagem que possa representar a mudança das vazões captadas em função dos níveis dos reservatórios. Foi desenvolvida a ferramenta do SSD, denominada Estados Hidrológicos, que possui como princípios básicos:

- Definir um subsistema de reservatórios, no caso o Sistema Equivalente do Cantareira; e,
- Definir Fronteiras, de acordo com as faixas de atendimento à RMSP.

A **Figura 5.6** apresenta a tela para configuração dos Estados Hidrológicos.

Subsistema		Fronteiras	
Atibainha	<input checked="" type="checkbox"/> pertence	fronteira 1	0.20
Cachoeira	<input checked="" type="checkbox"/> pertence	fronteira 2	0.30
Campo_Limpo	<input type="checkbox"/> pertence	fronteira 3	0.40
Capivari_Mirim	<input type="checkbox"/> pertence	fronteira 4	0.60
Caxambu	<input type="checkbox"/> pertence		

Figura 5.6 - Tela de Inserção de Dados dos Estados Hidrológicos

5.2.2.6. Premissas do Modelo

Existem duas premissas básicas nos modelos de fluxo que devem ser consideradas quando se deseja realizar o balanço hídrico de uma região. A primeira são as restrições operacionais, ou seja, quais são as vazões mínimas de jusante que devem ser cumpridas, por exemplo. A segunda são as prioridades de atendimento, que são determinadas em função dos aspectos operacionais.

Para o carregamento da rede, foram considerados os dados referentes às características e a operação dos reservatórios modelados. Para cada reservatório, foi criado um nó de demanda imediatamente a jusante para que se possa estabelecer um valor a ser retirado do reservatório, como uma vazão regularizada ou vazão mínima defluente. Os valores de vazão adotados para estes nós de demanda foram definidos a partir de resoluções ou portarias existentes que regulam essas vazões. Na ausência destes valores, geralmente, se adota o Q98% da seção relativa à série de vazões médias mensais naturais.

A **Tabela 5.10** apresenta as restrições operacionais adotadas na rede PBH-AT (2018). Os valores de vazão foram obtidos através de resoluções e na própria Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo (em elaboração pela Sabesp).

Tabela 5.10 - Restrições operacionais utilizadas na calibração do modelo

RESTRIÇÕES OPERACIONAIS			
SISTEMAS	m³/s	Observações	
Sistema Cantareira			
Jusante Jaguari – Jacaréí	0,25		
Jusante Cachoeira/Atibainha	0,25	Qmin. Resolução Conjunta ANA/DAEE n° 926, de 29 de maio de 2017	
Jusante Paiva Castro	0,10		
Demanda mínima no Posto Guaripocaba, no rio Jaguari	3,00		
Demanda mínima no Posto Buenópolis, no rio Jaguari	2,50		
Demanda mínima no Posto Atibaia, no rio Atibaia	3,00		
Demanda mínima no Posto Valinhos, no rio Atibaia	12,00		
Sistema Alto Tietê e Rio Claro			
EEAB Biritiba	9,00	Qmáx	
Reversão rio Guaratuba	0,50	Qmáx	
Vazão Mínima rio Guaratuba à jusante da captação	0,15	Qmin	
Vazão mínima da seção do rio Tietê a jusante da foz do rio Biritiba	3,00	Qmin	
Vazão mínima da seção do rio Tietê a jusante da foz do Taiaçupeba	4,00	Qmin	
Vazão Mínima com Novos Aportes			
Vazão mínima de jusante no rio Guaió	0,12	Qmin	
Vazão mínima UHE Docas	3,30	Qmin	
Vazão mínima para BS no rio Itapanhaú	0,67	Qmin	
Represa Paraitinga			
Vazão mínimo a jusante	0,50		
Vazão máxima a jusante	7,00		
Represa Ponte Nova			
Vazão mínimo a jusante	0,30		
Vazão máxima a jusante	12,00		
<i>Total das descargas simultâneas das represas Paraitinga e Ponte Nova não deve ser superior a 15 m³/s*</i>			
Represa de Biritiba			
Vazão mínimo a jusante	0,30	Qmáx. de jusante válida de 01 de novembro a 30 de abril.	
Vazão máxima a jusante	0,60		
Represa Jundiá			
Vazão mínimo a jusante	0,10		
Vazão máxima a jusante	2,00		
Represa Taiaçupeba			
Vazão mínimo a jusante	0,70		
Vazão máxima a jusante	7,00		
Sistemas Guarapiranga, Billings, Rio Grande e Ribeirão da Estiva			
Transferência da represa Billings (Braço Taquacetuba) para a represa Guarapiranga	2,19	-	
Jusante Capivari	0,14	Qmin	
Bombeamento Pinheiros - Billings	6,00	-	
Jusante Ribeirão da Estiva	0,027	Qmin	
Henry Borden			
Vazão objetivo	22,60	-	
Bacia Paraíba do Sul			
Reservatório de Paraibuna			
Descarga mínima (Qmín.)	7,00	Resolução ANA n° 1.188 de 29 de setembro de 2016	
Reservatório de Santa Branca			
Descarga mínima (Qmín.)	10,00		
Reservatório Jaguari			
Descarga mínima (Qmín.)	4,00		
Sistema Alto Cotia e Baixo Cotia			
Jusante Pedro Beicht	0,00	-	
Jusante Cachoeira da Graça	0,158	-	
Jusante Isolina	0,00	-	
Bacia do Juquiá			
Jusante Cachoeira do França	3,20	-	

* Portaria DAEE n° 2.556, de 28 de novembro de 2011.

5.2.2.7. Variáveis do Estudo da Rede PBH-AT (2018)

O Sistema de Suporte à Decisão (SSD) da rede PBH-AT (2018) permite avaliar os cenários através de diversos critérios. Para cada um dos 1.008 meses de dados de vazão (84 anos), o sistema realiza a alocação de água em função da disponibilidade hídrica, volume de reserva existente e prioridade de atendimento. Para uma determinada zona de demanda, cada mês que não foi possível atender a demanda em sua totalidade é computado como uma falha. Todas as falhas são somadas para que seja definido o percentual de falhas de atendimento em relação ao período da série histórica de vazões.

Como em cada zona de demanda existem 3 demandas distintas, abastecimento urbano, industrial e agrícola, é possível elaborar um mapa de falhas de atendimento de acordo com o setor. Para a elaboração dos mapas, foram estabelecidos percentuais de falhas aceitáveis para cada um dos setores, quais sejam:

- Setor de abastecimento urbano – 2% do tempo;
- Setor industrial – 10% do tempo; e,
- Setor de irrigação – 20% do tempo.

Diferentemente do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (2013), onde adotou-se como aceitável 5% de falha no setor de abastecimento urbano, no PBH-AT (2018) será adotado 2%. Para os setores industrial e de irrigação os valores permanecerão iguais.

O valor de 2% para as demandas urbanas é também um número que vem sendo utilizado no planejamento dos sistemas de abastecimento para os quais é definida uma garantia de pleno atendimento em 98% do tempo. Este período de 2% do tempo é considerado aceitável para o não atendimento das demandas urbanas, visto ser um período em que é possível gerenciar os déficits através de campanhas de redução de consumo, racionamentos e rodízios de abastecimento.

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*) estabelece como aceitável um nível de segurança de 80% do tempo de atendimento às demandas de irrigação. Isso significa que uma falha de 20% do tempo é aceitável, valor este adotado para as demandas de água na irrigação.

Não há uma definição ou uma convenção usual de risco aceitável para o setor industrial. Como o abastecimento urbano é prioritário em relação ao atendimento das demandas de indústria, o setor deve, portanto, ter uma falha aceitável superior a 5%. Entretanto, sabe-se que as indústrias hidrotensivas têm pouca margem para a gestão em caso de estiagens, tendo sido estabelecida a faixa de 10% do tempo como aceitável para o atendimento das demandas desse tipo. Trata-se de um valor intermediário entre as falhas aceitáveis do abastecimento urbano e da irrigação, mas ainda abaixo e mais próximo do estabelecido para as demandas urbanas.

Para cada tipo de demanda, seja ela uma restrição operacional, uma seção de controle, uma vazão a ser garantida ou o atendimento a uso específico (abastecimento urbano, industrial e agrícola, por exemplo), é preciso estabelecer uma prioridade de atendimento. Esta priorização indica, dentro de um sistema, quem deve ser atendido primeiro. A forma pela qual se prioriza as demandas está baseada em requisitos legais e de operação. Ressalta-se que quanto menor o valor de prioridade, maior a preferência de atendimento.

Para o PBH-AT (2018) foram identificadas 9 (nove) demandas que precisaram ser colocadas em ordem de priorização. Para a modelagem, a primeira prioridade é o atendimento as restrições operacionais. Já a demanda, dentro da área de estudo, que tem menor prioridade é a agrícola (prioridade 9). A **Tabela 5.11** apresenta as demandas e suas respectivas prioridades.

Tabela 5.11 - Ordem de prioridade para atendimento às demandas

Demanda (consuntiva ou de passagem)	Prioridade
Restrições Operacionais	1
Seções de Controle	2
Demandas Urbanas Externa a Área de Estudo	3
Demandas Industriais Externa a Área de Estudo	4
Demandas Agrícolas Externa a Área de Estudo	5
Demandas Urbanas da Área de Estudo	6
Demandas Industriais da Área de Estudo	7
Demandas Agrícolas da Área de Estudo	8

Após todas as considerações e peculiaridades apresentadas nos capítulos subsequentes, construiu-se a rede de fluxo utilizando o software AcquaNet para o PBH-AT (2018) e deu-se início à calibração.

5.2.2.8. Cálculo da Distribuição dos Esgotos Gerados para o Modelo AcquaNet

Para distribuir no modelo os esgotos gerados e a taxa de retorno para a rede, para o ano de 2015, em função das Estações de Tratamento existentes, foram feitas análises através dos dados enviados pela Sabesp – Vazões de Esgoto Sabesp - Bacias de Esgotamento da Área de Operação da Sabesp¹¹. A partir destas informações, inicialmente, identificou-se a taxa de retorno para as ETEs São Miguel Paulista, Barueri, Parque Novo Mundo, ABC, Suzano e Sistemas de Tratamento Isolados.

A partir desses dados determinaram-se os percentuais de esgotos gerados de acordo com as seguintes parcelas: esgotos tratados pelas ETEs do Sistema Integrado; esgotos tratados em Sistema Isolados; e esgotos não tratados. Para quantificação das vazões de esgoto, adotou-se como base de cálculo, as demandas por Zonas de Demandas (ZD) descontados os respectivos valores das perdas.

Para o cômputo das taxas de retorno, foram relacionadas a divisão adotada pela Sabesp de Bacias de Esgotamento com as ZD e, assim, foi possível identificar a quantidade de esgoto gerado por ZD e a distribuição dos esgotos tratados para cada uma das ETEs, dentro da área do presente estudo.

Com esses resultados, foram calculados: (i) os esgotos tratados por ETE; (ii) o total por ZD; (iii) os esgotos tratados por Sistemas Isolados; e, (iv) os esgotos não tratados.

Para as ETEs dos sistemas isolados foram considerados como ponto de lançamento no modelo o ponto a jusante do rio onde está localizada a ETE isolada. Para o esgoto tratado pelas estações de tratamento do sistema integrado, o esgoto foi distribuído de acordo com os cálculos efetuados, e lançados imediatamente a jusante das ETEs ABC, Barueri, Parque Novo Mundo, São Miguel Paulista e Suzano. Para o esgoto não tratado, o ponto de lançamento, no modelo, corresponde ao exutório da respectiva ZD.

A **Tabela 5.12** a seguir, mostra a distribuição, em porcentagem, do retorno do abastecimento urbano colocado no modelo de SSD – AcquaNet, para o ano de 2015. Os esgotos gerados a partir das demandas industriais isoladas estão sendo, no modelo, lançados no ponto (nó do modelo) imediatamente a jusante a captação da ZD.

¹¹ Dados Sabesp em retorno a solicitação do Consórcio

Tabela 5.12 - Distribuição dos Esgotos Gerados – 2015

Zona Demanda	Esgotos Gerados como % das Demandas		Sistema	% de Esgoto não Tratado
	% total por ZD	% Distribuído por ETE/Sistema		
1	0,48	0,16	Sistema Barueri	
		0,15	Sist. Pq. Novo Mundo	
2	0,57	0,06	Sistema ABC	0,16
		0,34	Sist. Pq. Novo Mundo	
3	0,52	0,20	Sistema São Miguel	0,33
		0,18	Sistema ABC	
4	0,51	0,15	Sist. Pq. Novo Mundo	0,13
		0,06	Sistema São Miguel	
5	0,54	0,05	Sist. Pq. Novo Mundo	0,22
		0,27	Sistema Barueri	
6	0,53	0,20	Sistema Barueri	0,33
		0,00	Sistema isolado	
7	0,55	0,53	Sistema Barueri	0,02
		0,02	Sistema ABC	
8	0,58	0,44	Sistema Barueri	0,12
		0,40	Sistema Barueri	
9	0,57	0,21	Sistema Barueri	0,18
		0,21	Sistema Barueri	
10	0,52	0,01	Sistema isolado	0,30
		0,47	Sistema Barueri	
11	0,50	0,01	Sistema isolado	0,02
		0,47	Sistema Barueri	
12	0,58	0,52	Sistema isolado	0,06
		0,03	Sistema isolado	
13	0,51	0,40	Sistema Barueri	0,08
		0,00	Sistema isolado	
14	0,48	0,27	Sistema Barueri	0,21
		0,00	Sistema isolado	
15	0,51	0,00	Sistema isolado	0,51
		0,00	Sistema isolado	
16	0,00	0,00	Sistema isolado	0,00
		0,00	Sistema isolado	
17	0,45	0,13	Sistema Barueri	0,32
		0,27	Sistema Barueri	
18	0,48	0,02	Sistema Barueri	0,21
		0,01	Sistema isolado	
19	0,45	0,00	Sistema isolado	0,42
		0,00	Sistema isolado	
20	0,49	0,00	Sistema isolado	0,49
		0,35	Sistema isolado	
21	0,46	0,00	Sistema isolado	0,11
		0,00	Sistema isolado	
22	0,52	0,00	Sistema isolado	0,52
		0,00	Sistema isolado	
23	0,45	0,00	Sistema isolado	0,45
		0,00	Sistema isolado	
24	0,62	0,00	Sistema isolado	0,62
		0,00	Sistema isolado	
25	0,56	0,00	Sistema isolado	0,56
		0,00	Sistema isolado	
26	0,64	0,00	Sistema isolado	0,64
		0,00	Sistema isolado	
27	0,56	0,00	Sistema isolado	0,56
		0,00	Sistema isolado	
28	0,58	0,00	Sistema isolado	0,58
		0,00	Sistema isolado	
29	0,46	0,00	Sistema isolado	0,46
		0,09	Sist. Pq. Novo Mundo	
30	0,47	0,03	Sistema São Miguel	0,35
		0,00	Sistema isolado	
31	0,50	0,02	Sistema isolado	0,27
		0,22	Sistema Suzano	
32	0,54	0,00	Sistema São Miguel	0,24
		0,31	Sistema isolado	
33	0,42	0,00	Sistema ABC	0,42
		0,00	Sistema isolado	
34	0,66	0,66	Sistema ABC	0,00
		0,01	Sistema isolado	
35	0,48	0,13	Sistema ABC	0,34
		0,00	Sistema isolado	
36	0,36	0,35	Sistema Suzano	0,01
		0,00	Sistema isolado	
37	0,46	0,00	Sistema isolado	0,46
		0,56	Sistema isolado	
38	0,63	0,62	Sistema isolado	0,07
		0,62	Sistema isolado	
39	0,62	0,00	Sistema isolado	0,00
		0,00	Sistema isolado	
40	0,41	0,00	Sistema isolado	0,41
		0,00	Sistema isolado	

5.2.3. Calibração do Modelo

A calibração consiste em, como base em um modelo já consolidado, aferir uma nova rede, para que os resultados fiquem compatíveis e passíveis de comparação. Isto é, ao selecionar pontos de controle na rede, a calibração permite verificar se as informações apresentadas estão compatíveis, como por exemplo, se o comportamento de uma dada ETA, quanto ao atendimento às suas demandas, apresenta similaridade em ambas as redes para um período pré-definido.

Para a calibração da rede PBH-AT (2018), utilizou-se, como base, a rede de fluxo já consolidada do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista - PDMM (DAEE, 2013) pois, foi com base nesta rede que novas transferências de vazões foram propostas e testadas. Atualmente, encontram-se em fase de obras ou planejamento a interligação entre os reservatórios Jaguari e Atibainha, o Sistema Produtor São Lourenço, a transferência de vazão entre o Braço do Pequeno e o Grande e posteriormente para o reservatório Taiaçupeba (Sistema Produtor Alto Tietê) e a transposição de vazões do rio Itapanhaú para o reservatório de Biritiba, já estudadas no PDMM.

Para compor o cenário de calibração (e somente para calibração), as seguintes informações obtidas a partir do PDMM (DAEE, 2013) foram utilizadas na rede PBH-AT (2018):

- Demandas projetadas para o ano de 2035;
- Restrições operacionais exigidas à época;
- Prioridades de atendimento;
- Vazões naturais afluentes entre o período de out/31 a set/06;
- Transposições existentes em 2006;

Visando apresentar os resultados da calibração, demonstrando a existência de uma compatibilidade entre as duas redes de fluxo – a do PDMM e do PBH-AT (2018), os seguintes pontos de controle foram selecionados:

- Sistema Produtor Cantareira
- Sistema Produtor Alto Tietê
- Sistema Produtor Guarapiranga
- UHE Henry Borden

Para a análise dos pontos de controle foram construídas curvas de atendimento às demandas para cada ponto. As curvas de atendimento às demandas, também conhecida como curva de duração ou de permanência de vazão, é um traçado gráfico que informa com que frequência a vazão de dada magnitude é igualada ou excedida durante o período de registro de vazões.

A seguir são exibidas as curvas de atendimento às demandas dos pontos de controle escolhidos. Cada gráfico apresenta os valores obtidos na rede da PDMM em comparação a rede do PBH-AT (2018). É possível verificar que os pontos de controle selecionados apresentam similaridade quanto as curvas (**Figuras 5.7, 5.8, 5.9 e 5.10**). As diferenças que existem podem ser explicadas por quatro razões básicas:

- A rede da MMP é mais ampla que a rede do PBH-AT (2018);
- Na rede do PBH-AT (2018), existe na região da BAT, uma densidade maior de Zonas de Demanda (ZD) em comparação com a adotada pela PDMM;
- A capacidade máxima dos links que fazem atendimento às zonas de demanda teve que ser adaptada aos setores de abastecimentos, em função das novas zonas de demandas;
- Na rede da MMP existem restrições operacionais que estão fora da área de influência da BAT, portanto, acabam demandando mais água do sistema como um todo, como por exemplo, a vazão mínima de 40 m³/s a ser garantida no rio Piracicaba.

As diferenças ainda se devem ao fato de no estudo da PDMM existir 73 ZD, das quais 22 ZD pertencem exclusivamente à Bacia do Alto Tietê. Por outro lado, no PBH-AT (2018) existem 40 ZD no total, onde 28 ZD fazem parte da BAT. Essa diferença de 6 ZD no território da BAT se deve, essencialmente, à subdivisão do município de São Paulo.

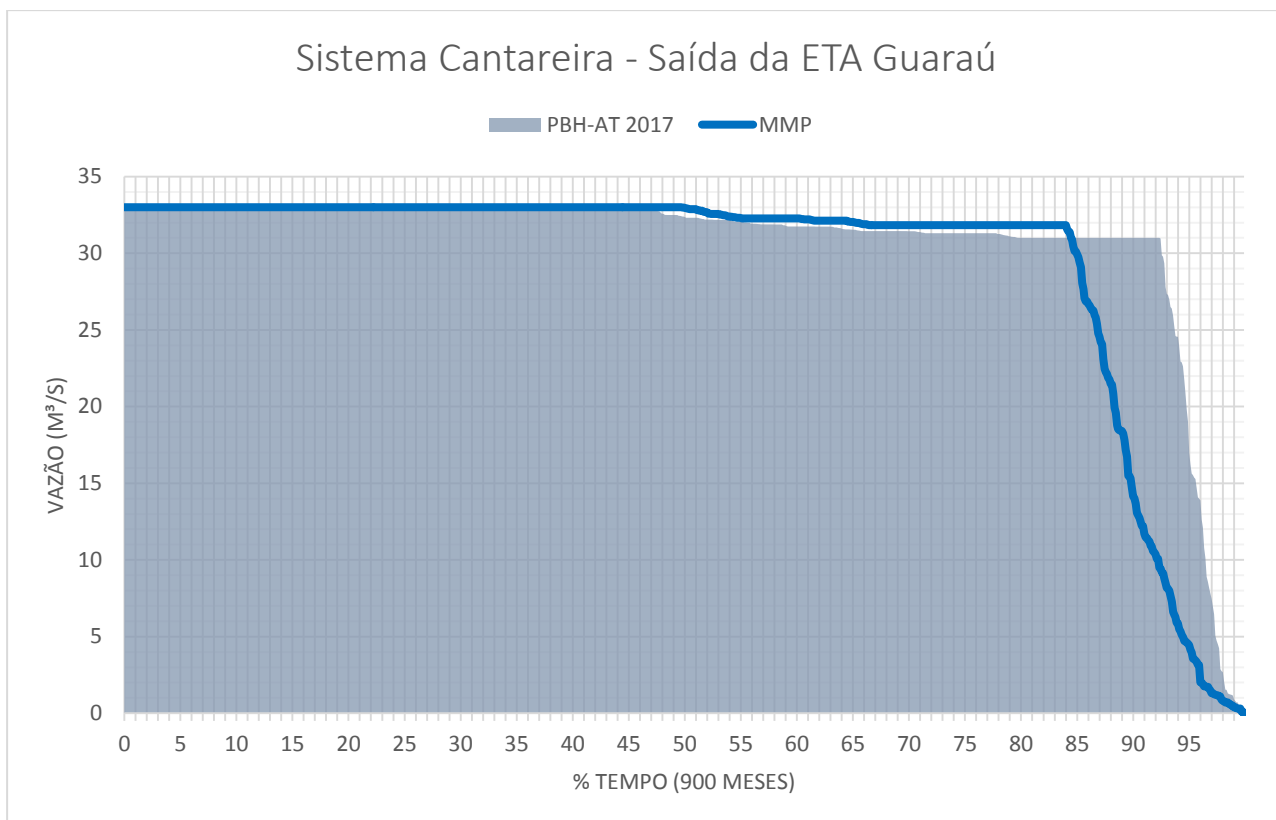


Figura 5.7 - Curva de atendimento as demandas do Sistema Canteira

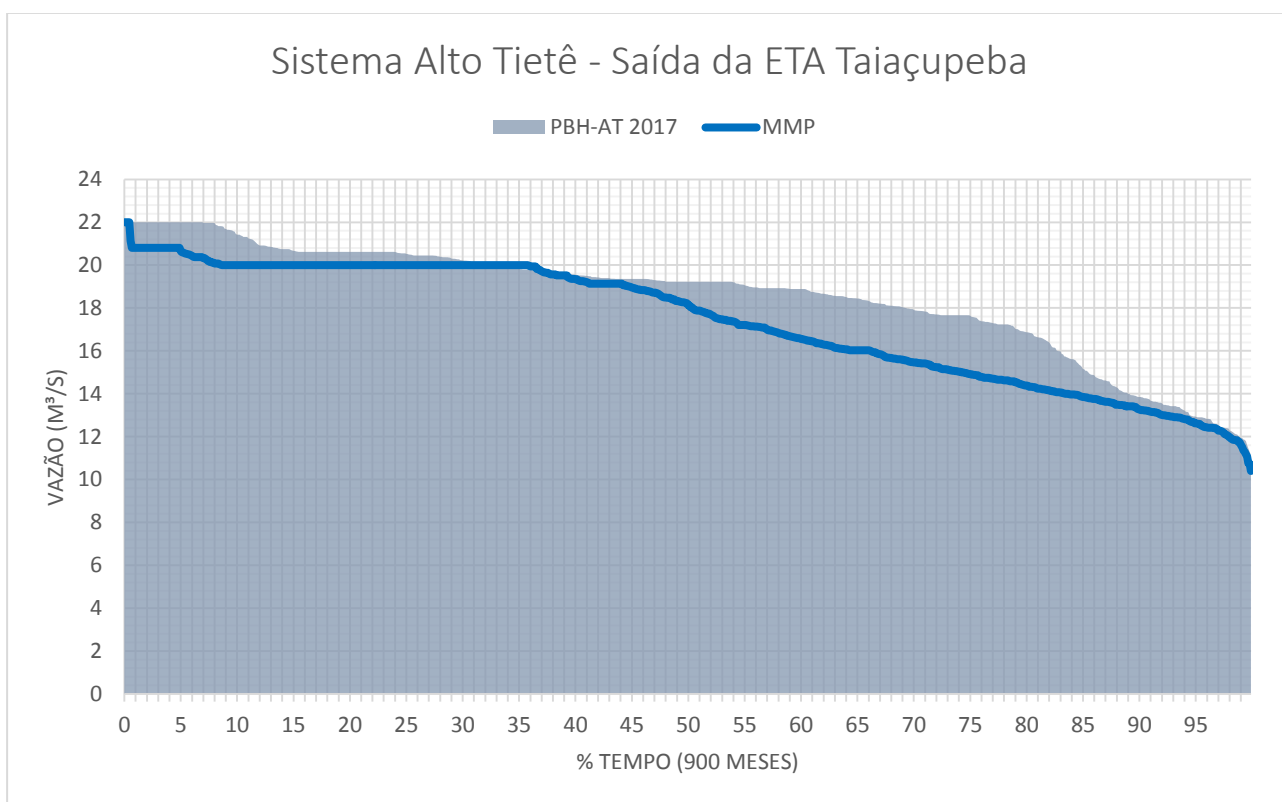


Figura 5.8 - Curva de atendimento as demandas do Sistema Alto Tietê

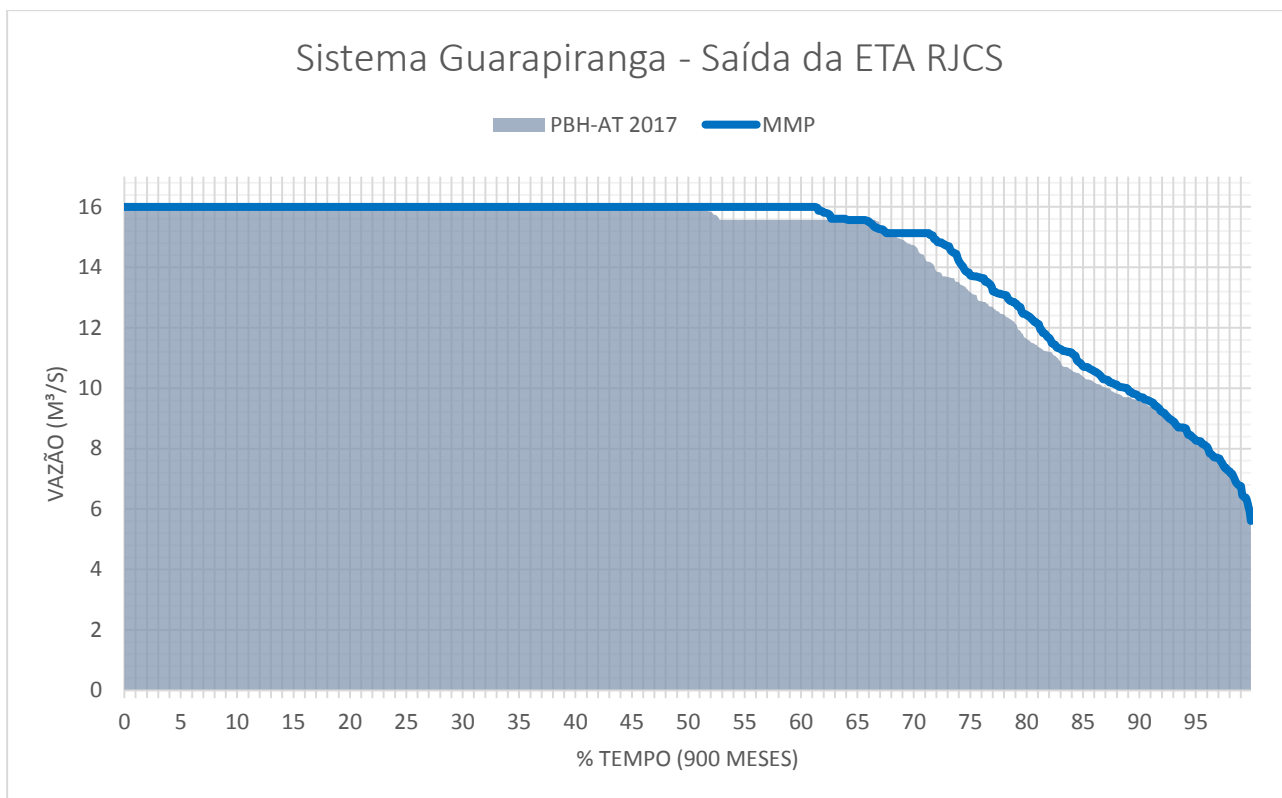


Figura 5.9 - Curva de atendimento as demandas do Sistema Guarapiranga

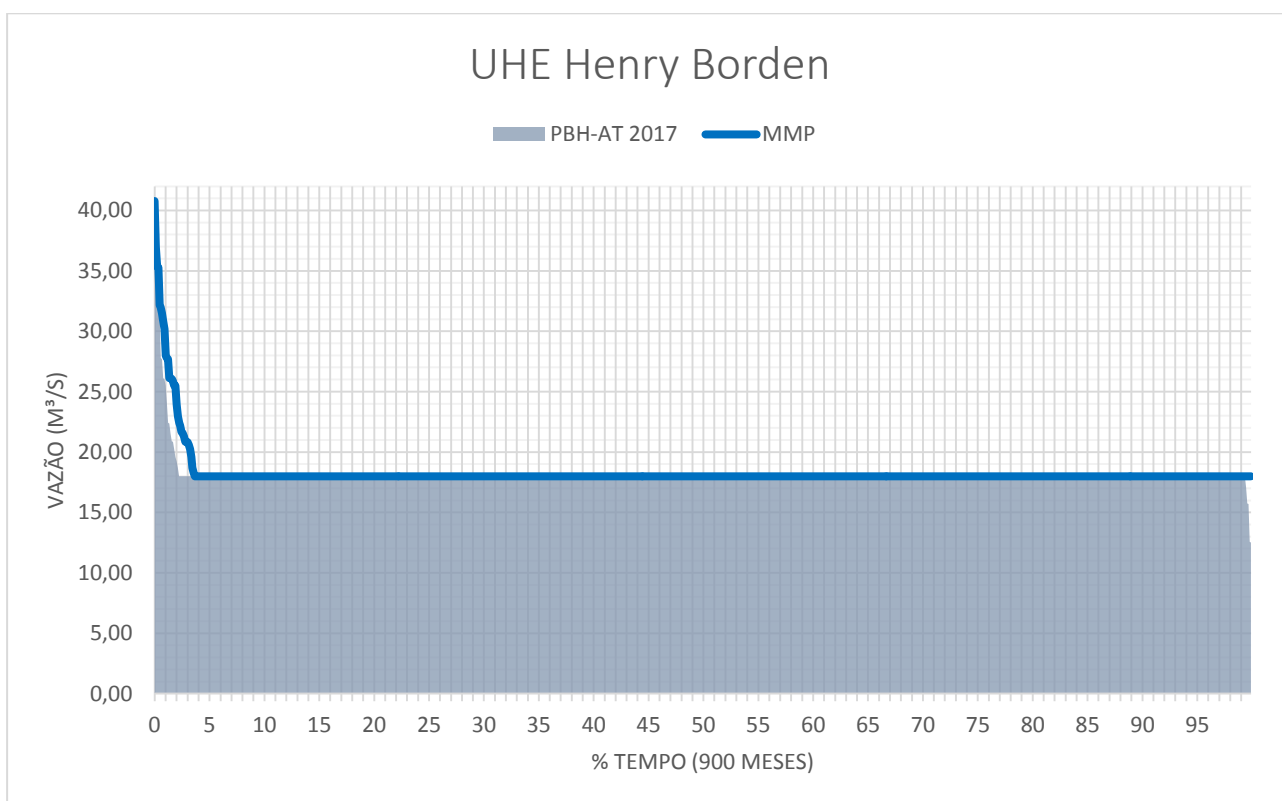


Figura 5.10 - Curva de atendimento a demanda da UHE Henry Borden

Outra forma de avaliar se existe similaridade entre as duas redes é analisando os efeitos sobre o abastecimento de água. A **Figura 5.11** apresenta os efeitos de atendimento no abastecimento,

considerando as demandas de 2008 e a ocorrência de um período de estiagem similar ao verificado no período de 1950 a 1955.

Na **Figura 5.11**, a Oferta – Macrometrópole (2013), se refere a totalidade do território da Macrometrópole Paulista (180 municípios). Já a Oferta – PBH-AT (2018), corresponde somente a área de estudo do PBH-AT considerado na modelagem matemática (61 municípios).

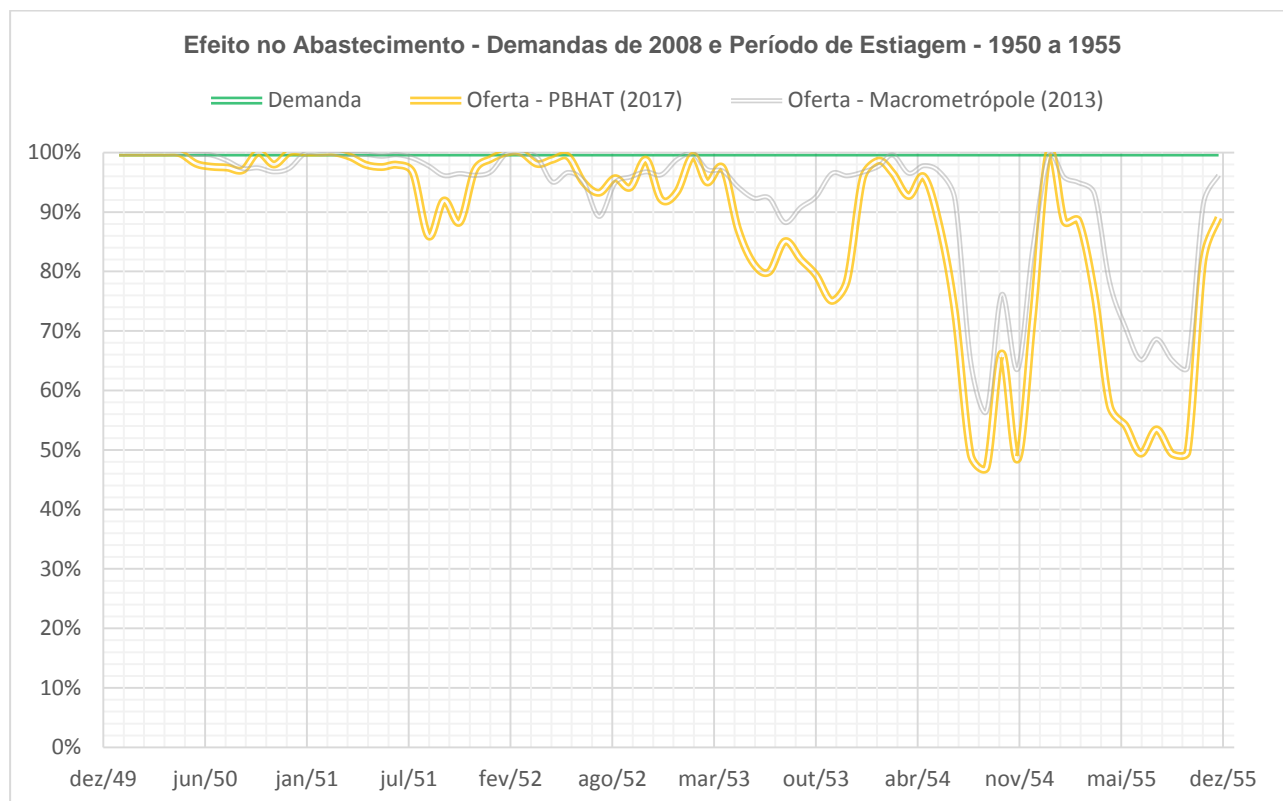


Figura 5.11 - Efeitos no Abastecimento nas redes da MMP e do PBH-AT (2018)

Analisando a **Figura 5.11**, é possível verificar que as duas redes apresentam semelhanças quanto ao atendimento às demandas. As diferenças se explicam em razão:

1. Da rede da PDMM ser mais ampla que a rede do PBH-AT (2018), como já mencionado;
2. Da rede da PDMM possuir uma demanda total de 234,99 m³/s contra os 88,88 m³/s da rede do PBH-AT (2018); e
3. De existir uma vazão natural superior na rede da PDMM, proveniente, especialmente da bacia do PCJ, que colabora no suprimento às demandas.

Após a calibração do modelo, onde constatou-se que os pontos de controle determinados a partir do estudo “Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013)” são correspondentes a rede do PBH-AT (2018), ou seja, apresentam semelhança nos resultados, como demonstrado, deu-se início a adaptação da rede para o cenário atual, ou seja, considerando as transposições existentes e as atuais restrições operacionais, que não estavam contempladas na calibração, já que o objetivo era se ter duas redes idênticas, passíveis de comparação.

5.3. Diagnóstico da Situação Atual: Balanço Hídrico (ano base 2015)

Para realizar o balanço hídrico da situação de diagnóstico carregou-se o modelo com as demandas urbanas, industriais e agrícolas correspondentes ao ano de 2015 (88,88 m³/s), as restrições operacionais apresentadas anteriormente (Tabela 5.10) e as seguintes capacidades das transposições (Tabela 5.12).

Tabela 5.13 - Demandas urbanas, industriais e agrícolas da BAT – ano base 2015

Transposições/Estruturas Hidráulicas	Capacidade Adotada (m ³ /s)
Tietê - Reservatório Biritiba (EEAB)	9,00
Reservatório Biritiba - Reservatório Jundiá	10,50
Reservatório Jundiá - Reservatório Taiacupeba	12,50
UHE Henry Borden	22,60
Braço do Taquacetuba - Reservatório Guarapiranga	2,20
Reservatório Jaguari/Jacareí - Reservatório Cachoeira	35,00
Reservatório Cachoeira - Reservatório Atibainha	35,00
Reservatório Atibainha - Reservatório Paiva Castro	35,00
Reversão Pinheiros - Reservatório Billings	6,20
Rio Guaió - Reservatório Taiacupeba	1,00
Capivari Monos - Guarapiranga	1,50
Reservatório Cachoeira do França - ETA Vargem Grande (SPSL)	6,40
Reservatório Jaguari (PBS) - Reservatório Atibainha	5,13 - 8,50*
Braço Rio Pequeno - Rio Grande - Reservatório Taiacupeba	4,00

*conforme Resolução Conjunta ANA/DAEE n° 925, de 29 de maio de 2017.

Durante a realização do presente PBH-AT (2018) o balanço hídrico foi realizado de duas formas denominadas “integrado” e “isolado”.

O **balanço hídrico integrado** corresponde, como o próprio nome sugere, à modelagem que integra todos os sistemas produtores, todas as demandas isoladas (irrigação e indústrias com captações próprias) e objetiva analisar o atendimento a todas as zonas de demandas que compõem a BAT, incorporando, inclusive, as transferências de água entre sistemas produtores que estão previstas no Sistema Adutor Metropolitano (SAM), operado pela Sabesp. Os resultados dessa modelagem são: (i) curvas de permanência de atendimento às demandas para cada zona de demanda; e (ii) curvas de permanência das vazões afluentes a cada uma das estações de tratamento de água que compõem o sistema integrado da Sabesp.

O **balanço hídrico isolado** corresponde à modelagem de cada um dos sistemas produtores de água para abastecimento, que compõem o sistema integrado da Sabesp. A partir das séries de vazões médias mensais observadas em cada manancial e dos usos prioritários em relação a ETA (as demandas de montante, as restrições operacionais e as transposições regulamentadas por outorgas de direito de uso da água), obtém-se, como resultado, a curva de permanência que, nas condições descritas, corresponde às vazões disponíveis resultantes para cada uma das estações de tratamento de água estudadas. Desta curva de permanência extrai-se, diretamente, qual a garantia para a vazão correspondente à capacidade nominal da ETA.

A análise do balanço hídrico para o diagnóstico, a seguir apresentada, foi elaborada na forma do **Balanço Hídrico Integrado**. Ou seja, foram adotadas quase todas as particularidades do sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo, tais como capacidade de adução dos sistemas de abastecimento, interligações entre sistemas, principais pontos de flexibilidade de atendimento entre sistemas para atendimento de uma região específica, entre outros. Desta forma o cenário contempla quase todas as peculiaridades da rede de abastecimento e permite uma boa aproximação da realidade. Com relação ao Sistema Adutor Metropolitano, o chamado SAM operado pela Sabesp, que permite manobras que aumenta a flexibilidade do sistema, não foi totalmente representado por esta modelagem.

A análise das disponibilidades que resultam para cada uma das ETA, individualmente, **Balanço Hídrico Isolado**, ou seja, quanto de vazão estaria disponível para a ETA após atender todas as

demandas de montante e as restrições operacionais – quando estas existirem –, fez parte do Anexo 3 - Estudos Hidrológicos, deste Plano de Bacia.

Este entendimento inicial se faz necessário, pois dentro deste Plano de Bacia existem, conforme acima comentado, duas formas de abordagem (**análise isolada e integrada**) cujos resultados não são comparáveis entre si, pois cada uma delas buscam objetivos diferentes.

A seguir estão apresentados os resultados obtidos para o cenário de diagnóstico – **Balanço Hídrico Integrado** –, considerando todas as interdependências citadas anteriormente.

Para o cenário de diagnóstico – ano base 2015 – considerou-se a interligação Jaguari-Atibainha e o Sistema Produtor São Lourenço (SPSL) como existentes, já que a interligação se encontra em operação e o SPSL tem previsão de ser concluído em 2018. Ao considerar estas obras como existentes já no diagnóstico, possibilita que a análise seja mais enriquecedora do ponto de vista estratégico, ao invés de apontar que elas seriam necessárias em algum momento. Por esta razão, este cenário já as considera, assim como as demandas urbanas, industriais e agrícolas correspondentes ao ano de 2015 (**Tabela 5.14**).

Tabela 5.14 - - Demandas urbanas, industriais e agrícolas da BAT – ano base 2015

Zona	Tipo de Demanda			Subtotal	Zona	Tipo de Demanda			Subtotal
	UR	IN	AG			UR	IN	AG	
ZD01	3,95	0,00	0,00	3,95	ZD21	0,06	0,20	0,01	0,27
ZD02	1,95	0,00	0,03	1,98	ZD22	0,04	0,03	0,05	0,12
ZD03	4,40	0,09	0,04	4,54	ZD23	0,80	0,40	2,07	3,27
ZD04	4,30	0,14	0,01	4,45	ZD24	0,43	0,11	1,06	1,59
ZD05	4,77	0,01	0,01	4,79	ZD25	0,15	0,00	0,34	0,49
ZD06	3,28	0,01	0,04	3,33	ZD26	0,02	0,00	0,04	0,06
ZD07	4,74	0,02	0,01	4,77	ZD27	0,05	0,03	0,14	0,22
ZD08	3,78	0,00	0,00	3,78	ZD28	0,02	0,00	0,08	0,10
ZD09	3,41	0,00	0,01	3,42	ZD29	0,17	0,00	0,11	0,29
ZD10	6,44	0,00	0,07	6,50	ZD30	3,86	0,34	0,18	4,38
ZD11	2,59	0,73	0,06	3,38	ZD31	2,64	1,88	0,54	5,05
ZD12	0,08	0,00	0,01	0,09	ZD32	0,38	0,00	0,00	0,38
ZD13	2,05	0,04	0,03	2,12	ZD33	1,19	0,14	0,01	1,34
ZD14	0,79	0,01	0,22	1,01	ZD34	0,57	0,00	0,00	0,57
ZD15	0,13	0,00	0,05	0,18	ZD35	6,76	0,37	0,07	7,20
ZD16	0,00	0,00	0,15	0,15	ZD36	1,41	0,47	1,20	3,07
ZD17	3,21	0,05	0,00	3,25	ZD37	1,43	0,00	0,00	1,44
ZD18	3,13	0,00	0,00	3,13	ZD38	0,03	0,00	0,85	0,88
ZD19	0,48	0,04	0,01	0,52	ZD39	0,02	0,00	0,11	0,13
ZD20	1,24	0,37	0,08	1,69	ZD40	0,10	0,00	0,91	1,01
						74,82	5,48	8,59	88,88
						TOTAL (m³/s)			

Analisando a Tabela, é possível verificar que para o ano de 2015 as demandas urbanas, industriais e agrícolas da BAT, totalizaram 88,88 m³/s. Destas, somente o município de São Paulo (ZD 1 a ZD 11) é responsável por aproximadamente 50% da demanda, isto é, 44,88 m³/s.

Posteriormente à inserção das informações na rede PBH-AT (2018), deu-se início à primeira rodada do modelo. Nesta fase, discutiu-se com a Sabesp a situação das ZD que são atendidas por mais de um sistema produtor, as chamadas zonas mistas ou flexíveis¹². Destaca-se que estas informações disponibilizadas foram reunidas em um documento que sintetiza as principais informações solicitadas em reuniões técnicas. A seguir, estão apresentadas as informações disponibilizadas e que foram consideradas na modelagem.

¹² As zonas de demanda mistas ou flexíveis são aquelas atendidas por um ou mais setores de abastecimento. Seja de forma constante ou de acordo com a necessidade.

- **Zona de Demanda 02 - Transferência entre o Sistema Produtor Alto Tietê e o Sistema Produtor Rio Claro**

Setores de abastecimento que fazem parte dessa Zona de Demanda e são abastecidos pelos Sistemas Produtores Cantareira, Alto Tietê e Rio Claro:

- Sapopemba, São Mateus, Jardim da Conquista e Jardim São Pedro.

Capacidades de transferências através do SIM ou limitada pela demanda total da área atendida, entre os sistemas produtores e a zona de demanda 02:

- A capacidade da Adutora do Rio Claro é no máximo de 4,00 m³/s;
- Transferência do Sistema Cantareira para o Sistema Rio Claro: 0,93 m³/s;
- Transferência do Alto Tietê para o Sistema Rio Claro: 1,44 m³/s;
- Transferência do Sistema Rio Claro para o Sistema Cantareira: 0,93 m³/s.

- **Zona de Demanda 04 - Transferência entre o Sistema Produtor Cantareira e o Sistema Produtor Alto Tietê**

Setores de Abastecimento que fazem parte dessa Zona de Demanda e são abastecidos pelos Sistemas Produtores Cantareira e Alto Tietê:

- Vila Formosa, Penha, Cangaíba, Jardim Popular, Artur Alvim, Ermelino Matarazzo, Derivação Penha e Derivação Vila Matilde.

Capacidades de transferências através do SIM ou limitada pela demanda total da área atendida, entre os sistemas produtores e a zona de demanda 04:

- Transferência do Sistema Cantareira para o Sistema Alto Tietê: 4,81 m³/s;
- Transferência do Alto Tietê para o Sistema Cantareira: 3,19 m³/s.

- **Zona de Demanda 08 - Transferência entre o Sistema Produtor Cantareira e o Sistema Produtor Guarapiranga**

Setores de Abastecimento que fazem parte dessa Zona de Demanda e são abastecidos pelos Sistemas Produtores Cantareira e Guarapiranga:

- Paulista, Vila Mariana, Jabaquara (MC), Sacomã, Jabaquara (MS) e Vila do Encontro.

Capacidades de transferências através do SIM ou limitada pela demanda total da área atendida, entre os sistemas produtores e a zona de demanda 08:

- Transferência do Sistema Cantareira para o Sistema Guarapiranga: 5,00 m³/s;
- Transferência do Guarapiranga para o Sistema Cantareira: 5,60 m³/s.

- **Zona de Demanda 13 - Transferência entre o Sistema Produtor Alto Cotia e o Sistema Produtor Capivari – Embu Guaçu**

Os municípios que fazem parte dessa Zona de Demanda e são abastecidos pelos Sistemas Produtores Alto Cotia, Guarapiranga e Embu Guaçu:

- Embu das Artes, Embu-Guaçu, Itapecerica da Serra e Taboão da Serra.

Capacidade de transferência através do SIM ou limitada pela demanda total da área atendida, entre os sistemas produtores e a zona de demanda 013:

- Transferência do Sistema Alto Cotia para o Sistema Capivari: 0,04 m³/s.

- **Zona de Demanda 14 - Transferência entre o Sistema Produtor Guarapiranga e o Sistema Produtor Alto Cotia**

O município que faz parte dessa Zona de Demanda e é abastecido pelos Sistemas Produtores Alto Cotia, Guarapiranga e São Lourenço, é Cotia.

Capacidade de transferência através do SIM ou limitada pela demanda total da área atendida, entre os sistemas produtores e a zona de demanda 14:

- Transferência do Sistema Guarapiranga para o Sistema Alto Cotia: 0,15 m³/s.
- **Zona de Demanda 17 - Transferência entre o Sistema Produtor Cantareira e o Sistema Produtor Baixo Cotia**

Os municípios que fazem parte dessa Zona de Demanda e são abastecidos pelos Sistemas Produtores Cantareira e Baixo Cotia.

- Barueri, Carapicuíba, Itapevi e Jandira.

Capacidade de transferência através do SIM ou limitada pela demanda total da área atendida, entre os sistemas produtores e a zona de demanda 17:

- Transferência do Sistema Cantareira para o Sistema Baixo Cotia é de 0,22 m³/s

A **Tabela 5.15**, a seguir, apresenta um resumo das informações apresentadas acima, disponibilizadas pela Sabesp.

Tabela 5.15 - Capacidade de Adução dos Sistemas

Sistemas	Transferências	Capacidade de transferência (m ³ /s)
Cantareira	Cantareira para Alto Tietê via Ermelino	2,99
Alto Tietê	Alto Tietê para Cantareira via Ermelino	0,80
Cantareira	Cantareira para Alto Tietê via Anchieta	1,82
Alto Tietê	Alto Tietê para Cantareira via Anchieta	2,39
Cantareira	Cantareira para Guarapiranga via Morumbi	0,51
Guarapiranga	Guarapiranga para Cantareira via Morumbi	0,16
Cantareira	Cantareira para Guarapiranga via Pinheiros	0,53
Guarapiranga	Guarapiranga para Cantareira via Pinheiros	0,53
Cantareira	Cantareira para Guarapiranga via Consolação	1,26
Guarapiranga	Guarapiranga para Cantareira via Consolação	1,07
Cantareira	Cantareira para Guarapiranga via Jabaquara	2,71
Guarapiranga	Guarapiranga para Cantareira via Jabaquara	3,85
Cantareira	Cantareira para São Lourenço	2,44
Alto Tietê	Alto Tietê para Rio Claro	1,44
Guarapiranga	Guarapiranga para Alto Cotia	0,15

Fonte: Sabesp (2017)

Além das demandas urbanas, industriais e agrícolas e a capacidade dos sistemas adutores, foram considerados também, na situação de diagnóstico, os seguintes sistemas produtores: Cantareira; Alto Tietê; Guarapiranga; Rio Grande; Alto Cotia; Baixo Cotia; Capivari e São Lourenço;

Após inserir todas as informações na rede PBH-AT (2018), foi possível gerar o cenário correspondente ao diagnóstico da situação atual, ano base de 2015. Com o resultado, têm-se as falhas de atendimento às demandas, as restrições operacionais e o comportamento das transposições ao longo do período de análise (1.008 meses).

Os resultados disponibilizados pelo modelo AcquaNet possibilitam um entendimento mais detalhado das falhas de atendimento às demandas, pois apresentam oito categorias de informações para cada demanda, seja ela urbana, industrial ou agrícola. As informações apresentadas pelo modelo estão descritas a seguir.

- **Tempo máximo abaixo da demanda necessária:** quando existe falha de atendimento a qualquer demanda, este campo informa o tempo, em meses, consecutivos sem atendimento;
- **Frequência abaixo da demanda necessária:** informa em porcentagem o período total sem atendimento;

- **Volume acumulado dos déficits:** apresentado em milhões de metro cúbicos, representa o volume total acumulado necessário para suprir os déficits de atendimento às demandas;
- **Demandas média necessária:** representa a vazão (m³/s) total de cada demanda;
- **Vazão média fornecida:** informa a vazão (m³/s) média que é foi fornecida para todo o período de análise;
- **Vazão média fornecida:** é a razão entre a vazão média fornecida e a demanda média necessária;
- **Vazão média fornecida quando ocorrem falhas:** vazão (m³/s) disponibilizada no período em que houve a falha de atendimento total à demanda;
- **Vazão mínima fornecida:** representa a vazão (m³/s) mínima que foi disponibilizada para uma determinada demanda, durante todo o período de análise.

De forma mais simplificada, a **Figura 5.12** apresenta um mapa de falha de atendimento às demandas atuais – ano base 2015 – para cada zona de demanda. O mapa informa apenas se houve falha ou não, as particularidades das falhas, como descrito anteriormente, estão apresentadas na **Tabela 5.16**, a seguir. Verifica-se que as demandas agrícolas apresentam falhas nas ZD 16 e 30. As demandas urbanas possuem falhas nas ZD 10, 11 e 13 e as industriais nas ZD 11, 13 e 30. Destaca-se que as ZD 11 e 13 possuem falhas de atendimento às demandas nos três setores de abastecimento.

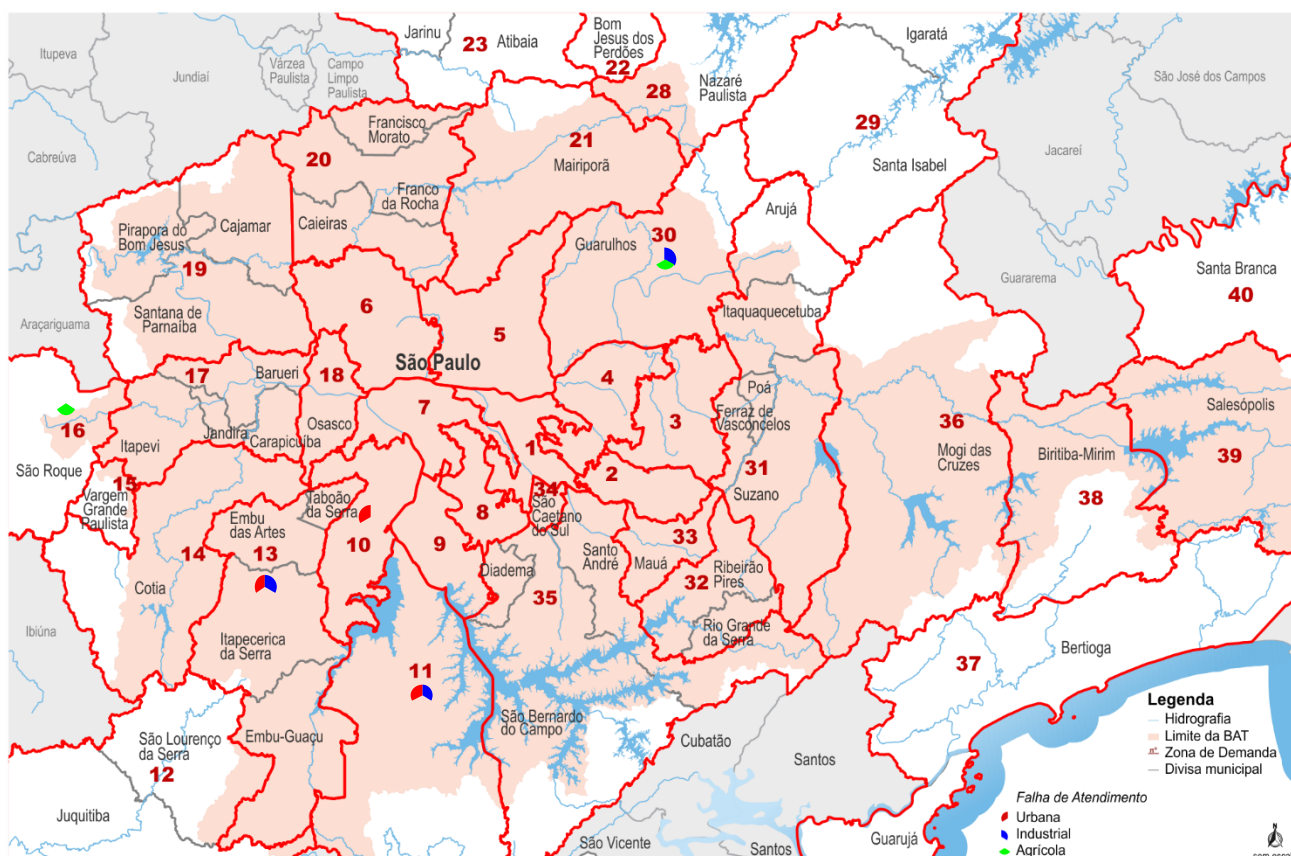


Figura 5.12 - Mapa de falha de atendimento às demandas – ano base 2015

Tabela 5.16 - Falhas de atendimento às demandas para situação atual – ano base 2015

Demandas	Tempo máximo abaixo da demanda necessária (mês (es))	Frequência abaixo da demanda necessária (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ZD01_AG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD01_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD01_UR	0	0,00	0,00	3,95	3,95	100,00	3,95	3,95
ZD02_AG	0	0,00	0,00	0,03	0,03	100,00	0,03	0,03
ZD02_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD02_UR	4	0,40	5,37	1,95	1,95	99,90	1,44	1,44
ZD03_AG	0	0,00	0,00	0,04	0,04	100,00	0,04	0,04
ZD03_IN	0	0,00	0,00	0,09	0,09	100,00	0,09	0,09
ZD03_UR	0	0,00	0,00	4,40	4,40	100,00	4,40	4,40
ZD04_AG	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD04_IN	0	0,00	0,00	0,14	0,14	100,00	0,14	0,14
ZD04_UR	0	0,00	0,00	4,30	4,30	100,00	4,30	4,30
ZD05_AG	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD05_IN	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD05_UR	0	0,00	0,00	4,77	4,77	100,00	4,77	4,77
ZD06_AG	0	0,00	0,00	0,04	0,04	100,00	0,04	0,04
ZD06_IN	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD06_UR	0	0,00	0,00	3,28	3,28	100,00	3,28	3,28
ZD07_AG	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD07_IN	0	0,00	0,00	0,02	0,02	100,00	0,02	0,02
ZD07_UR	0	0,00	0,00	4,74	4,74	100,00	4,74	4,74
ZD08_AG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD08_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD08_UR	0	0,00	0,00	3,78	3,78	100,00	3,78	3,78
ZD09_AG	12	13,49	2,50	0,01	0,01	86,51	0,00	0,00
ZD09_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD09_UR	0	0,00	0,00	3,41	3,41	100,00	3,41	3,41
ZD10_AG	18	17,76	30,58	0,07	0,05	82,24	0,00	0,00
ZD10_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD10_UR	9	12,20	495,63	6,44	6,25	97,09	4,90	1,69
ZD11_AG	18	17,76	26,27	0,06	0,05	82,29	0,00	0,00
ZD11_IN	18	16,47	305,26	0,73	0,61	84,13	0,03	0,00
ZD11_UR	11	12,00	617,00	2,59	2,36	91,02	0,65	0,00
ZD12_AG	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD12_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD12_UR	0	0,00	0,00	0,08	0,08	100,00	0,08	0,08
ZD13_AG	18	17,86	15,13	0,03	0,03	82,15	0,00	0,00
ZD13_IN	18	16,57	18,43	0,04	0,04	83,44	0,00	0,00
ZD13_UR	12	14,88	494,59	2,05	1,86	90,89	0,79	0,64
ZD14_AG	0	0,00	0,00	0,22	0,22	100,00	0,22	0,22
ZD14_IN	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD14_UR	0	0,00	0,00	0,79	0,79	100,00	0,79	0,79
ZD15_AG	0	0,00	0,00	0,05	0,05	100,00	0,05	0,05
ZD15_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD15_UR	0	0,00	0,00	0,13	0,13	100,00	0,13	0,13
ZD16_AG	10	30,46	69,67	0,15	0,13	82,92	0,07	0,00
ZD16_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD16_UR	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD17_AG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD17_IN	0	0,00	0,00	0,05	0,05	100,00	0,05	0,05
ZD17_UR	0	0,00	0,00	3,21	3,21	100,00	3,21	3,21
ZD18_AG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD18_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD18_UR	1	0,10	1,99	3,13	3,13	99,98	2,37	2,37
ZD19_AG	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD19_IN	0	0,00	0,00	0,04	0,04	100,00	0,04	0,04
ZD19_UR	0	0,00	0,00	0,48	0,48	100,00	0,48	0,48
ZD20_AG	0	0,00	0,00	0,08	0,08	100,00	0,08	0,08
ZD20_IN	0	0,00	0,00	0,37	0,37	100,00	0,37	0,37
ZD20_UR	1	0,10	3,11	1,24	1,24	99,91	0,05	0,05

Continua...

Tabela 5.16 - Falhas de atendimento às demandas para situação atual – ano base 2015 (cont.)

Demandas	Tempo máximo abaixo da demanda necessária (mês (es))	Frequência abaixo da demanda necessária (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ZD21_AG	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD21_IN	0	0,00	0,00	0,20	0,20	100,00	0,20	0,20
ZD21_UR	0	0,00	0,00	0,06	0,06	100,00	0,06	0,06
ZD22_AG	0	0,00	0,00	0,05	0,05	100,00	0,05	0,05
ZD22_IN	0	0,00	0,00	0,03	0,03	100,00	0,03	0,03
ZD22_UR	0	0,00	0,00	0,04	0,04	100,00	0,04	0,04
ZD23_AG	0	0,00	0,00	2,07	2,07	100,00	2,07	2,07
ZD23_IN	0	0,00	0,00	0,40	0,40	100,00	0,40	0,40
ZD23_UR	0	0,00	0,00	0,80	0,80	100,00	0,80	0,80
ZD24_AG	0	0,00	0,00	1,06	1,06	100,00	1,06	1,06
ZD24_IN	0	0,00	0,00	0,11	0,11	100,00	0,11	0,11
ZD24_UR	0	0,00	0,00	0,43	0,43	100,00	0,43	0,43
ZD25_AG	0	0,00	0,00	0,34	0,34	100,00	0,34	0,34
ZD25_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD25_UR	0	0,00	0,00	0,15	0,15	100,00	0,15	0,15
ZD26_AG	0	0,00	0,00	0,04	0,04	100,00	0,04	0,04
ZD26_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD26_UR	0	0,00	0,00	0,02	0,02	100,00	0,02	0,02
ZD27_AG	0	0,00	0,00	0,14	0,14	100,00	0,14	0,14
ZD27_IN	0	0,00	0,00	0,03	0,03	100,00	0,03	0,03
ZD27_UR	0	0,00	0,00	0,05	0,05	100,00	0,05	0,05
ZD28_AG	0	0,00	0,00	0,08	0,08	100,00	0,08	0,08
ZD28_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD28_UR	0	0,00	0,00	0,02	0,02	100,00	0,02	0,02
ZD29_AG	0	0,00	0,00	0,11	0,11	100,00	0,11	0,11
ZD29_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD29_UR	0	0,00	0,00	0,17	0,17	100,00	0,17	0,17
ZD30_AG	9	20,63	86,63	0,18	0,15	82,03	0,02	0,00
ZD30_IN	8	14,98	77,55	0,34	0,31	91,31	0,14	0,00
ZD30_UR	4	0,69	9,22	3,86	3,86	99,91	3,36	2,94
ZD31_AG	0	0,00	0,00	0,54	0,54	100,00	0,54	0,54
ZD31_IN	0	0,00	0,00	1,88	1,88	100,00	1,88	1,88
ZD31_UR	0	0,00	0,00	2,64	2,67	101,28	2,67	2,64
ZD32_AG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD32_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD32_UR	5	1,79	15,60	0,38	0,40	103,99	0,05	0,00
ZD33_AG	0	0,00	0,00	0,01	0,01	100,00	0,01	0,01
ZD33_IN	0	0,00	0,00	0,14	0,14	100,00	0,14	0,14
ZD33_UR	4	0,40	12,47	1,19	1,18	99,60	0,00	0,00
ZD34_AG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD34_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD34_UR	4	0,69	10,56	0,57	0,57	99,31	0,00	0,00
ZD35_AG	0	0,00	0,00	0,07	0,07	100,00	0,07	0,07
ZD35_IN	3	0,79	3,85	0,37	0,37	99,61	0,19	0,19
ZD35_UR	4	1,29	28,85	6,76	6,75	99,84	5,91	5,59
ZD36_AG	2	0,60	11,28	1,20	1,20	99,64	0,48	0,00
ZD36_IN	1	0,20	2,45	0,47	0,47	99,80	0,00	0,00
ZD36_UR	0	0,00	0,00	1,41	1,41	100,00	1,41	1,41
ZD37_AG	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD37_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD37_UR	0	0,00	0,00	1,43	1,43	100,00	1,43	1,43
ZD38_AG	0	0,00	0,00	0,85	2,70	316,47	2,70	0,85
ZD38_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD38_UR	0	0,00	0,00	0,03	0,03	100,00	0,03	0,03
ZD39_AG	5	1,88	5,44	0,11	0,11	100,64	0,00	0,00
ZD39_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD39_UR	0	0,00	0,00	0,02	0,02	100,00	0,02	0,02
ZD40_AG	0	0,00	0,00	0,91	0,91	100,00	0,91	0,91
ZD40_IN	0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
ZD40_UR	0	0,00	0,00	0,10	0,10	100,00	0,10	0,10

Outra forma de analisar as falhas de atendimento às demandas, é considerando, de forma agrupada, as demandas totais da BAT (**Tabela 5.17**).

Tabela 5.17 - Falha de atendimento às demandas totais da BAT

Demandas	Urbana	Industrial	Agrícola
Tempo máximo abaixo da demanda necessária (mês(es) consecutivos)	12	19	20
Volume acumulado dos déficits (Mm ³)	1.694,39	407,53	232,15
Demanda média necessária (m ³ /s)	74,82	5,48	8,59
Vazão média fornecida (m ³ /s)	74,24	5,32	10,34
Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	99,22	97,19	120,48
Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m ³ /s)	70,94	4,87	8,32
Vazão mínima fornecida (m ³ /s)	64,36	4,19	7,11

Como era de se esperar, com os novos aportes de vazão, representados pela interligação Jaguari – Atibainha e o Sistema Produtor São Lourenço – considerados como existentes –, o cenário de 2015 se mostra bastante favorável, mesmo nos períodos críticos. É possível verificar na Tabela acima, que o volume acumulado dos déficits, considerando as três demandas somadas, é de 2.334,06 Mm³, isto é, 6,21 m³/s, para que fossem atendidas 100% das demandas.

As falhas de atendimento às demandas urbanas apresentadas na **Tabela 5.17**, ocorreram nas ZD 10, 11 e 13. As ZD 10 e 11 pertencem ao município de São Paulo e a ZD 13 é um agrupamento dos municípios de Embu das Artes, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra e Taboão da Serra. Todas estas ZD são atendidas pelos Sistemas Guarapiranga e Alto Cotia, porém, com maior dependência do Sistema Guarapiranga. Após o balanço hídrico, foi possível verificar a curva de permanência de vazão da ETA RJCS durante o período de análise, uma vez que as falhas de atendimento às demandas urbanas estão concentradas neste sistema produtor. A **Figura 5.13** apresenta a curva de permanência de vazão da ETA RJCS.

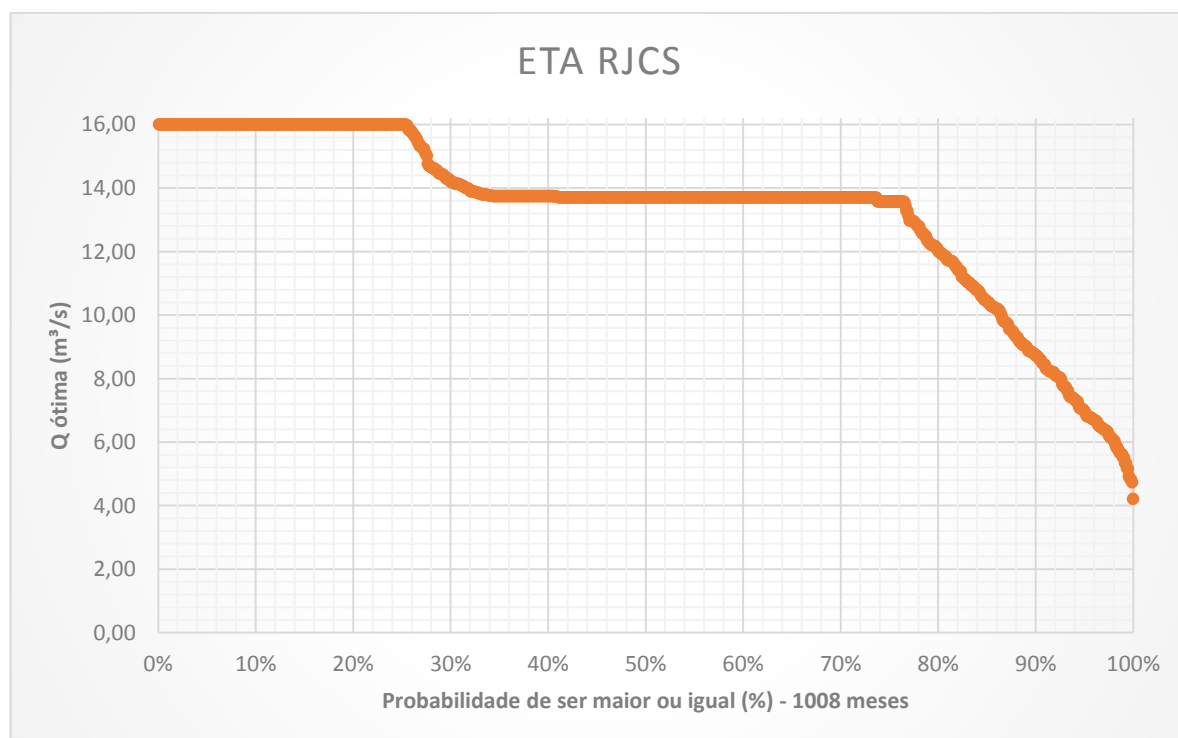


Figura 5.13 - Curva de Permanência de vazão ETA RJCS – ano base 2015

Analisando a **Figura 5.13** é possível verificar que em aproximadamente 75% do tempo a ETA RJCS não é capaz de manter uma vazão constante de 16 m³/s, porém, na média, disponibilizou 13,31 m³/s. Isso explica as falhas de atendimento às demandas urbanas nas ZD 10, 11 e 13. No entanto, além destas zonas de demanda, as ZD 8 e 9 também são atendidas pelo Sistema Guarapiranga,

seja de forma parcial ou integral. Ou seja, estas 5 (cinco) zonas de demandas são dependentes de alguma maneira do Sistema Guarapiranga e juntas necessitam de 18,27 m³/s para atender os setores de abastecimento urbano.

Uma forma de verificar a razão pela qual a ETA RJCS teve este comportamento no atendimento às demandas, é analisando também a curva de permanência de vazão do reservatório Guarapiranga (**Figura 5.14**), que indica a disponibilidade hídrica ao longo do período de análise (1.008 meses).

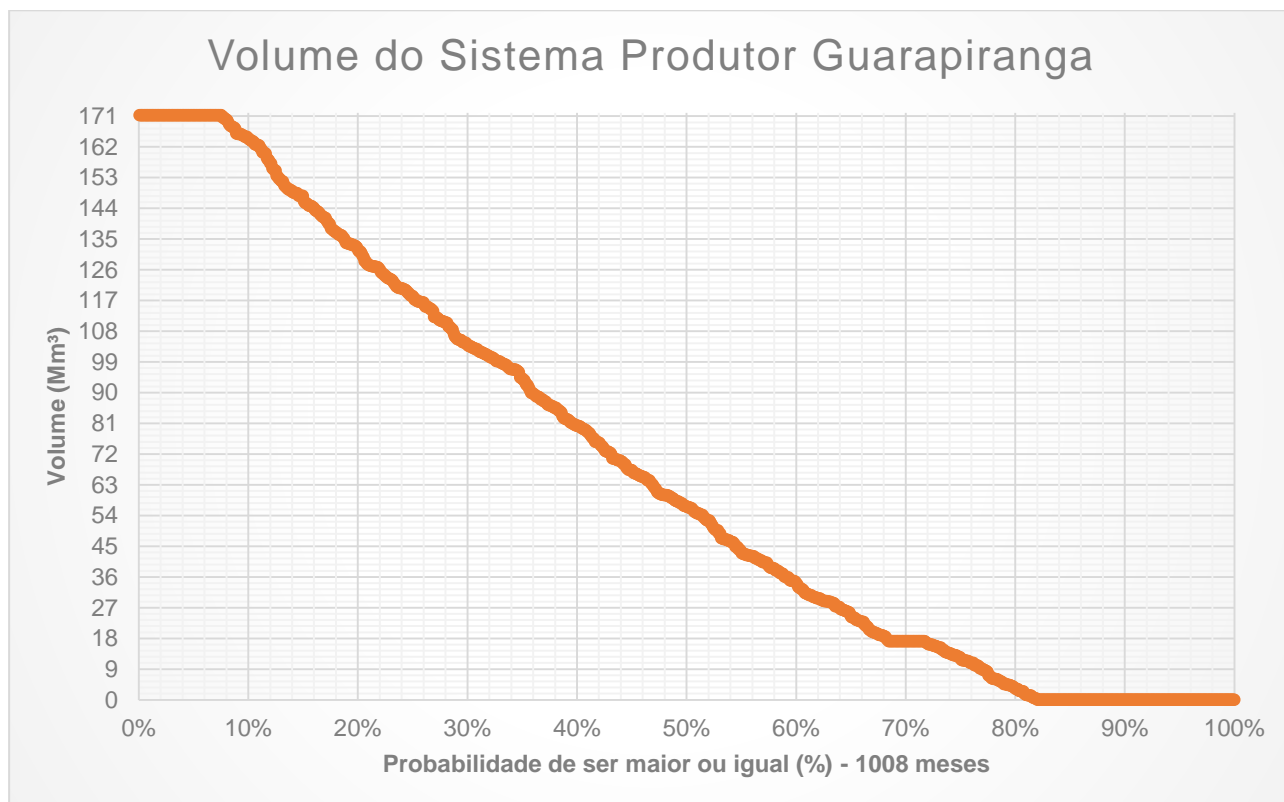


Figura 5.14 - Curva de Permanência de volume do reservatório Guarapiranga - ano base 2015

Analisando a **Figura 5.14** é possível verificar, que somente em 8% do tempo o reservatório consegue manter o volume útil na capacidade máxima. Após esse período o volume sofre uma queda constante, passando a ficar sem água 18% do tempo. Ou seja, se trata de um indício de que o reservatório Guarapiranga pode se tornar vulnerável, em função das demandas requeridas, caso outros aportes de vazão para essa região não sejam considerados.

Visando aprofundar um pouco a análise para estas ZD que apresentaram falhas de atendimento às demandas urbanas, a **Tabela 5.18**, apresenta, de forma agrupada, as falhas das zonas 10, 11 e 13. Esta análise permite verificar, dentre outras informações, qual é o volume acumulado quando houve falha de atendimento às demandas para estas três zonas.

Tabela 5.18 - Falha de atendimento às demandas das zonas 10, 11 e 13

Demandas	Urbano
Tempo máximo abaixo da demanda necessária (mês(es) consecutivos)	12
Volume acumulado dos déficits (Mm ³)	1.607,22
Demanda média necessária (m ³ /s)	11,09
Vazão média fornecida (m ³ /s)	10,48
Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	94,53
Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m ³ /s)	7,11
Vazão mínima fornecida (m ³ /s)	2,33

Analisando a **Tabela 5.18**, verifica-se que o volume acumulado dos déficits, considerando as três zonas de demandas urbanas, é de 1.607,22 Mm³, isto é, 4,28 m³/s, para que fossem atendidas 100% das demandas. É possível verificar, ainda, que a demanda urbana média destas zonas de demandas é de 11,09 m³/s, onde, de acordo com **Tabela 5.19**, são atendidos da seguinte maneira:

Tabela 5.19 - Sistemas utilizados para atendimento às demandas urbanas das zonas 10, 11 e 13

Zonas de Demanda	Demanda total (m ³ /s)	Sistemas (m ³ /s)	
		Guarapiranga	Alto Cotia
10	6,43	6,28	0,15
11	2,60	2,60	-
13	2,05	1,35	0,70
TOTAL	11,08	10,23	0,85

É possível verificar na **Tabela 5.19** que o Sistema Produtor Guarapiranga é responsável por atender 10,23 m³/s da demanda total destas 3 (três) ZD, isto é, 92%. Somente estas ZD – que não são as únicas atendidas pelo sistema Guarapiranga, como já mencionado –, são responsáveis por consumir 64% da vazão média (16,00 m³/s) disponibilizada pela ETA RJCS.

Verifica-se, ainda, na **Tabela 5.18**, que estas falhas representam um não atendimento às demandas urbanas por 12 meses consecutivos. Analisando o balanço hídrico, foi possível identificar que estes 12 meses sem atender as demandas ocorrem em dois cenários hidrológicos distintos: (i) **entre fevereiro de 1955 e janeiro de 1956** e (ii) **entre outubro de 1968 e setembro de 1969**. Estes períodos correspondem ao máximo de meses consecutivos sem atendimento às demandas, no entanto, não significa a ausência de outros períodos de baixa disponibilidade hídrica com menor tempo de permanência. Destaca-se, neste caso, o período crítico ocorrido entre **junho de 1963 e novembro de 1964**, que só não foi o maior período consecutivo de baixa disponibilidade hídrica, porque no mês de fevereiro de 1964 houve uma vazão natural afluyente de 9,97 m³/s, quando a média deste período foi de 4,85 m³/s. Sem essa vazão excepcional e pontual, este período (**jun/63 a nov/64**) seria o mais crítico, com **18 meses consecutivos** de não atendimento às demandas urbanas. Esta análise já é um indicativo de que existem períodos críticos no Sistema Produtor Guarapiranga que devem ser avaliados, pois caso se repitam, ações contingenciais devem ser tomadas para que não haja maiores problemas no atendimento às demandas.

Uma vez que existe uma interligação entre os reservatórios Billings e Guarapiranga, através da transferência de vazão pelo braço do Taquacetuba, a **Tabela 5.20** apresenta as vazões médias afluentes para estes reservatórios para que fosse possível analisar o comportamento hidrológico ocorrido nestes períodos críticos.

Tabela 5.20 - Vazão média dos cenários hidrológicos críticos

Período/Vazão (m ³ /s)	Reservatórios	
	Billings	Guarapiranga
Fev. 1955 - Jan. 1956	5,88	5,22
Jun. 1963 - Nov. 1964	4,85	4,78
Out. 1968 - Set. 1969	9,07	5,25
Out. 1931 - Set. 2015 (Total)	8,36	10,13

Analisando a Tabela, é possível verificar que os períodos críticos de fev/1955 a jan/1956 e de jun/1963 a nov/1964 são piores para os reservatórios Billings e Guarapiranga, quando comparado ao período de out/1968 a set/1969.

Por outro lado, o período de baixa disponibilidade hídrica ocorrido entre out/1968 a set/1969 é mais crítico para o reservatório Guarapiranga. Neste mesmo período, o reservatório Billings recebeu vazão natural acima da média, no entanto, em função das demandas requeridas, ainda é considerado crítico. Em resumo, esta análise possibilitou identificar, já na fase de diagnóstico, os

locais e os períodos hidrológicos que apresentam problemas quanto ao atendimento às demandas e que precisarão ser analisados nos cenários de prognóstico.

Outra análise que é possível realizar a partir deste diagnóstico é o comportamento do Sistema Produtor Cantareira frente as vazões transpostas entre os reservatórios Jaguari e Atibainha, que para efeito de diagnóstico considerou-se como capacidade máxima diária de 5,13 m³/s nos Estados Hidrológicos (EH) 1, 2, 3 e 4 e, 8,50 m³/s no EH 5, conforme determina a nova outorga. A **Figura 5.15** apresenta a curva de permanência de volume do Sistema Cantareira.

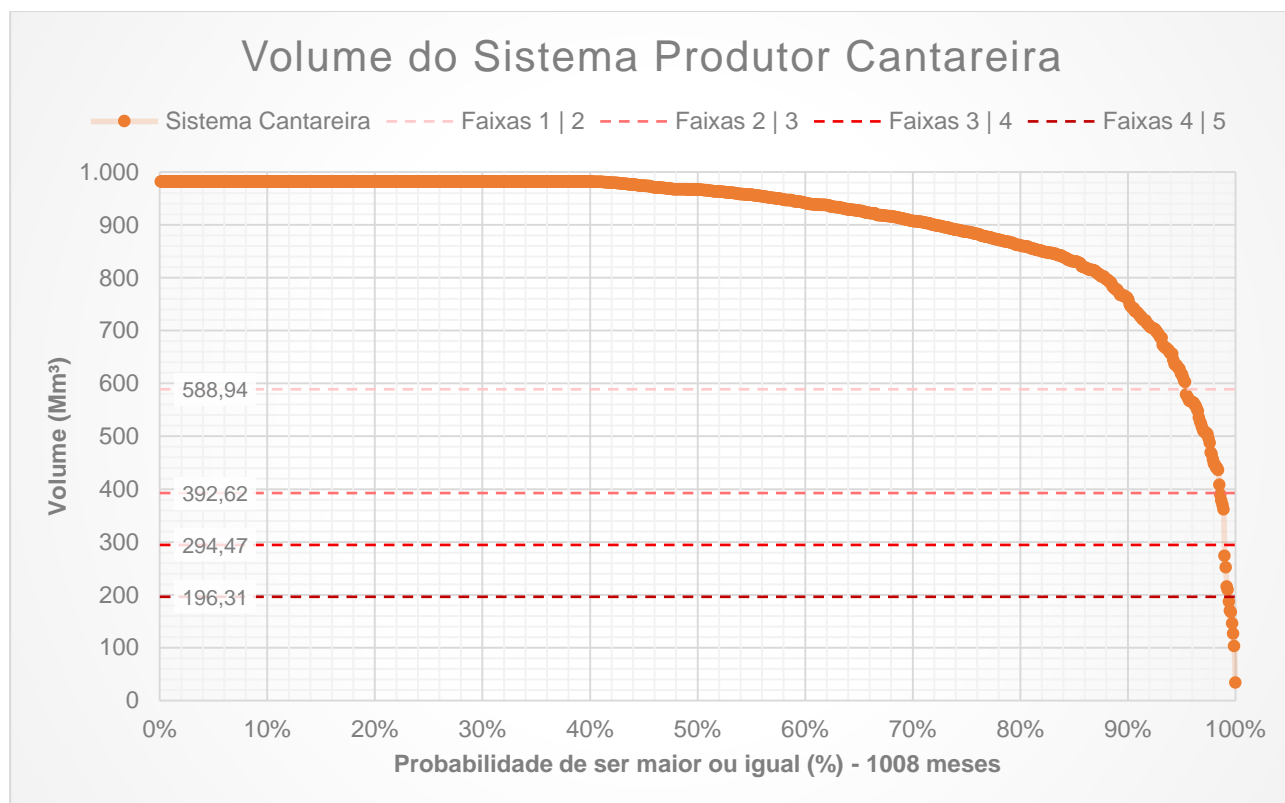


Figura 5.15 - Curva de Permanência do volume do Sistema Cantareira – ano base 2015

A representação da figura acima pode ser também analisada a partir da **Tabela 5.21**, onde se apresenta de forma numérica a porcentagem de tempo no qual o volume do Sistema Produtor Cantareira permaneceu em cada Faixa (Estados Hidrológicos), conforme regulamenta a nova outorga.

Tabela 5.21 - Estados hidrológicos do Sistema Produtor Cantareira – ano base 2015

Sistema Produtor Cantareira		
Estados Hidrológicos	Faixas	Frequência (%)
Faixa 1	>60%	95,34
Faixa 2	>40% e ≤60%	3,17
Faixa 3	>30% e ≤40%	0,40
Faixa 4	>20% e ≤30%	0,40
Faixa 5	≤20%	0,69
Total		100,00

Analisando a **Tabela 5.21** verifica-se que em 95,34% do tempo o Sistema Cantareira operou na Faixa 1, uma vez que durante todo este período o volume dos reservatórios se mantiveram acima de 60% do volume total. A permanência destes Estados Hidrológicos se deve especialmente em função da transposição Jaguari - Atibainha que aportou na média do período analisado uma vazão de 4,63 m³/s, no entanto, ficando 87% do tempo disponibilizando 5,13 m³/s, conforme pode ser observado na **Figura 5.16**.

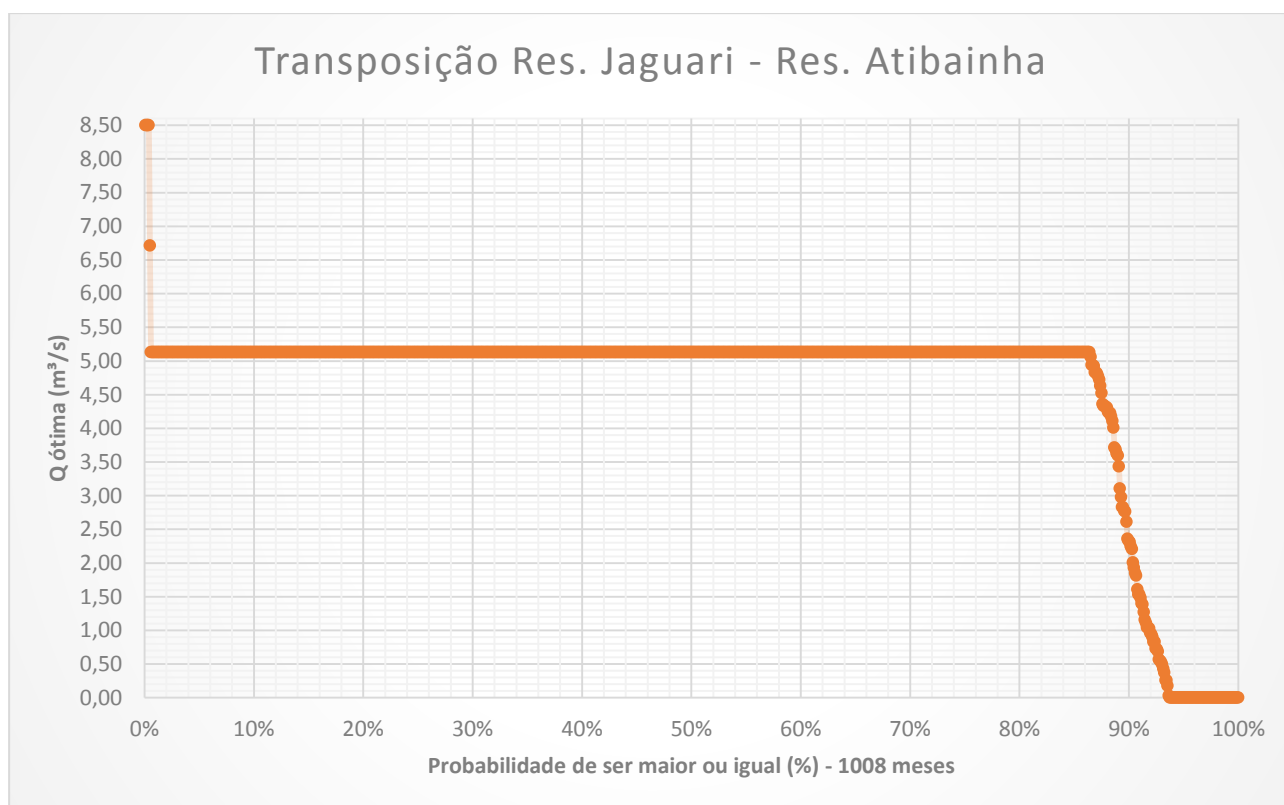


Figura 5.16 - Curva de Permanência da Transposição Jaguari-Atibainha

O reflexo desta disponibilidade hídrica também pode ser observado na curva de permanência de vazão da ETA Guaraú (Figura 5.17). A Tabela 5.22, a seguir, apresenta a vazão máxima, média e mínima fornecida pela ETA Guaraú de acordo com os Estados Hidrológicos. Nas duas primeiras faixas ocorre uma variação maior na disponibilidade, pois existe uma flexibilidade entre os sistemas de abastecimento, isto é, existem demandas urbanas que são atendidas pela ETA Guaraú, juntamente com outros sistemas produtores (Balanço Hídrico Integrado). Por exemplo, algumas demandas ora são atendidas pela ETA Guaraú, ora são atendidas pelo Sistema Alto Tietê. Desta forma, o modelo AcquaNet faz a distribuição de vazão em função da disponibilidade hídrica de cada sistema. Neste arranjo, a vazão máxima de tratamento (33,00 m³/s) só foi requerida 25% do tempo.

Tabela 5.22 - Vazões máximas, médias e mínimas fornecidas pela ETA Guaraú em cada Estado Hidrológico – ano base 2015

Estados Hidrológicos / Vazões (m³/s)	ETA Guaraú		
	Máximo	Média	Mínima
Faixa 1	33,00	31,19	26,28
Faixa 2	26,27	26,07	26,03
Faixa 3	26,03	26,03	26,03
Faixa 4	26,03	25,53	24,57
Faixa 5	24,00	24,00	24,00

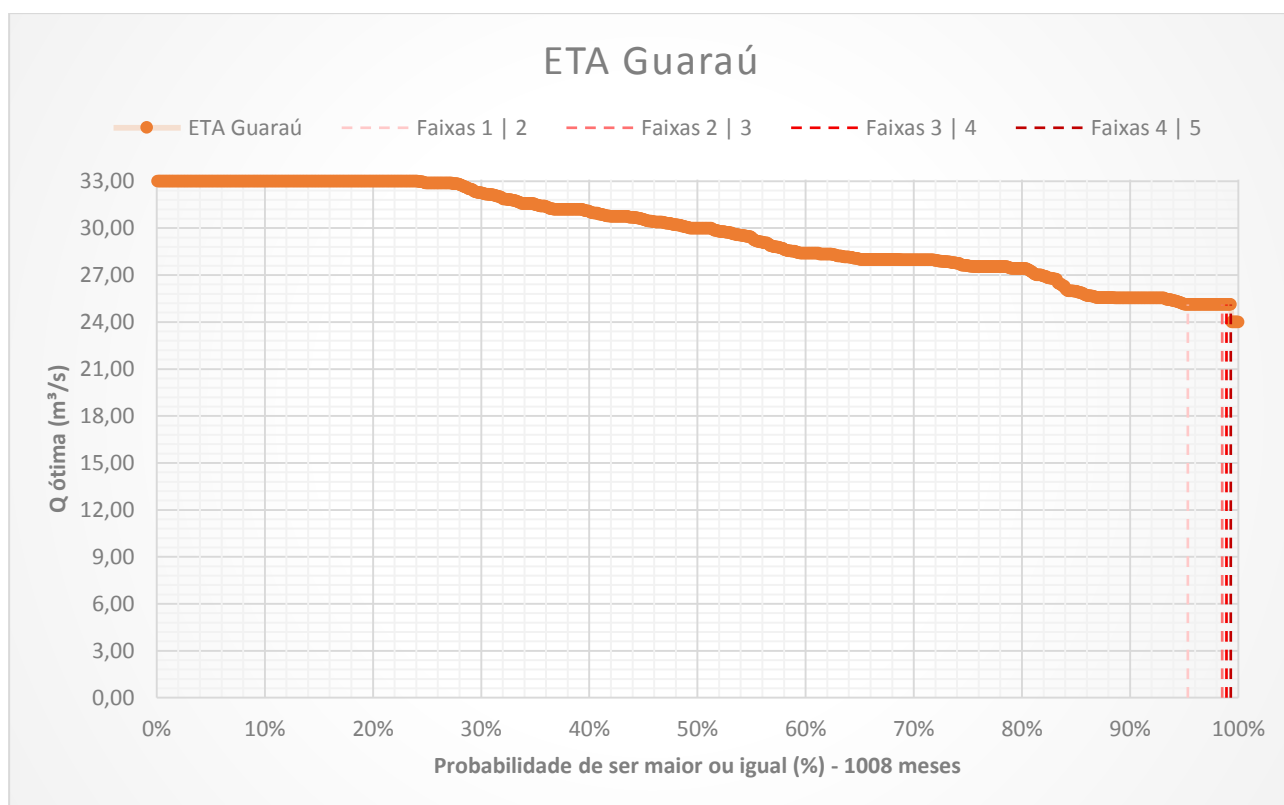


Figura 5.17 - Curva de Permanência da Transposição da ETA Guarau – ano base 2015

No cenário de curto prazo (2015), outro Sistema Produtor que também merece destaque é o Alto Tietê, uma vez que ao considerar estes novos aportes, existe uma flexibilidade entre os Sistemas Produtores, através do Sistema Adutor Metropolitano, que alivia os demais sistemas.

Neste cenário a ETA Taiapuêba é capaz de fornecer para a BAT uma vazão média de 14,13 m³/s, no entanto, 81% do tempo é capaz de disponibilizar uma vazão variando de 15,00 m³/s a 14,00 m³/s, permitindo, desta forma, que as demandas urbanas pertencentes a este sistema sejam atendidas com uma garantia de 98% de atendimento (**Figura 5.18**).

Como parte do suprimento às demandas de 2015 considerou-se como existente o Sistema Produtor São Lourenço (SPSL) como uma capacidade máxima de 4,70 m³/s. Neste cenário, o SPSL forneceu na média do período analisado (1.008 meses) uma vazão de 2,93 m³/s, no entanto, em aproximadamente 60% do tempo, ofertou uma vazão de 3,40 m³/s (**Figura 5.19**).

Ao analisar o diagnóstico como um todo, verificou-se a existência de falhas de atendimento às demandas urbanas nas ZD 10, 11 e 13, como já apresentado. Por outro lado, se tem o SPSL com capacidade máxima de 4,70 m³/s, que na média, utiliza apenas 2,93 m³/s. Isso ocorre, neste cenário da modelagem para as transferências consideradas no Sistema Integrado Metropolitano – SIM porque o SPSL não atende a estas ZD. Cabe lembrar que as capacidades de transferências utilizadas na modelagem, conforme mostrado na **Tabela 5.15**, apresenta somente as transferências existentes em 2017, anteriores à inauguração do SPSL. A Sabesp vem atuando para o aumento da flexibilidade do sistema, que possibilitará uma melhor utilização da capacidade de produção do SPSL no Sistema Integrado. Portanto, nos cenários de prognóstico, esta oportunidade do SPSL atender as ZD 10, 11 e 13 foi considerada como uma alternativa de planejamento.

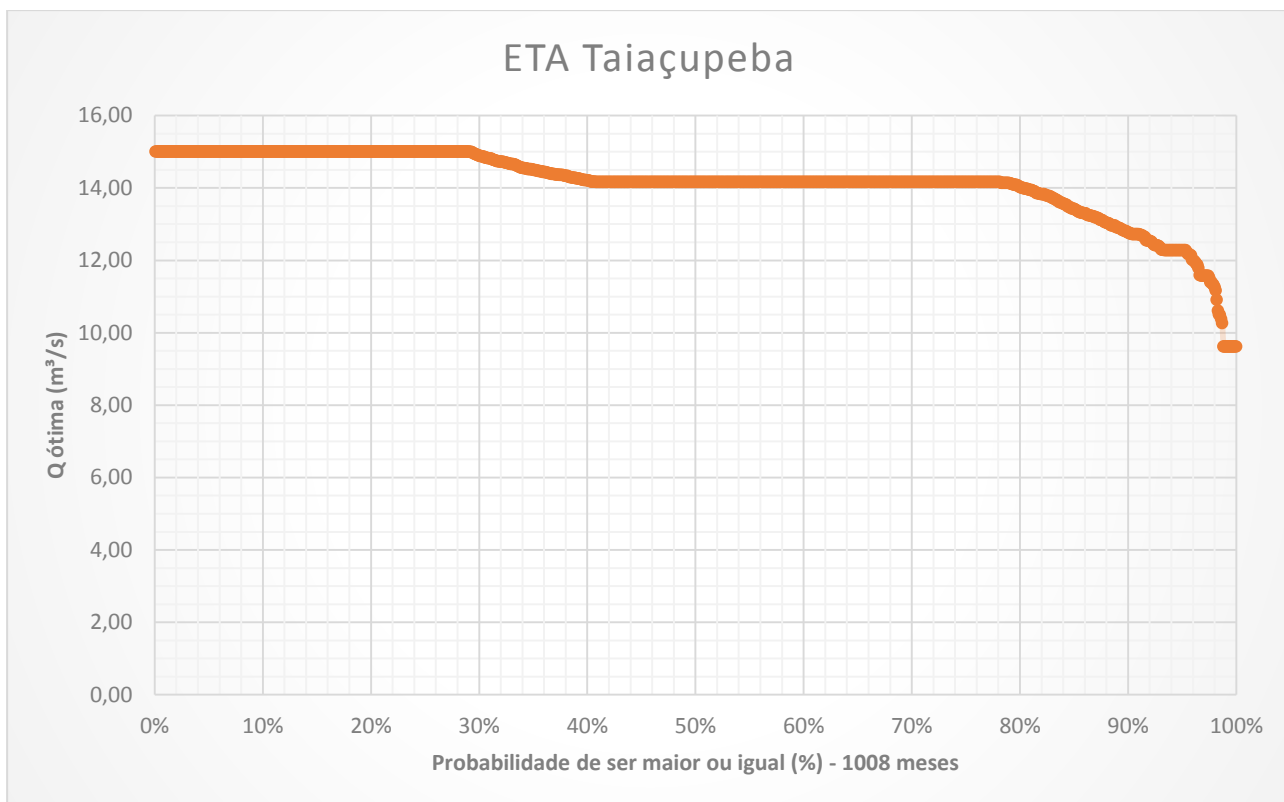


Figura 5.18 - Curva de Permanência da ETA Taiapuêba (Sistema Produtor Alto Tietê)

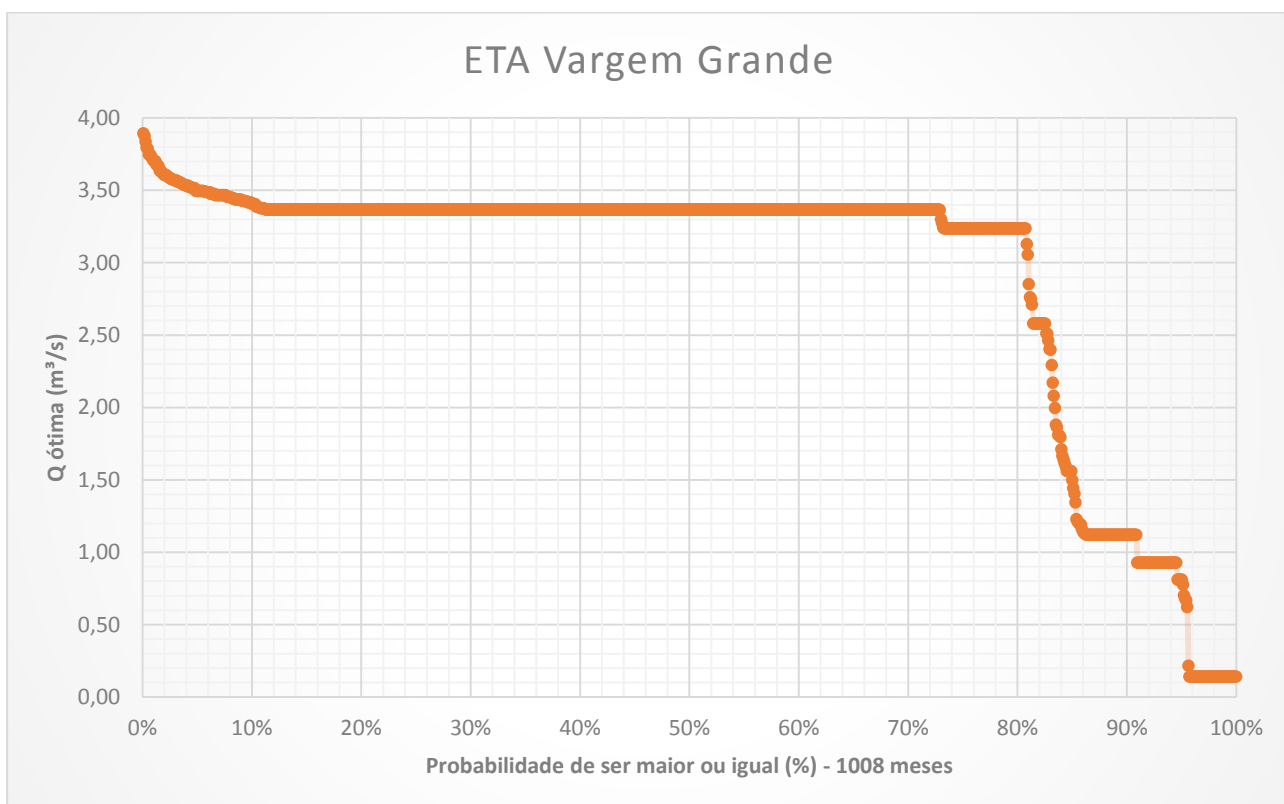


Figura 5.19 - Curva de Permanência da ETA Vargem Grande (Sistema Produtor São Lourenço)

5.3.1. Indicadores – Deliberação CRH no 146/2012

Em cumprimento a Deliberação CRH nº146 de 11 de dezembro de 2012, a **Tabela 5.23** apresenta os dados de balanço entre as demandas para os diferentes tipos de uso da água e as disponibilidades (superficial e subterrânea), expressas em termos de vazões de referência.

Tabela 5.23 - Resultados do Balanço conforme Deliberação

Balanço				
E.07 - Balanço: demanda outorgada versus vazões de referência				
MUNICÍPIO	E.07-A- Vazão estimada total (superficial e subterrânea) em relação ao Q_{95%}: %	E.07-B - Vazão estimada total (superficial e subterrânea) em relação à vazão média: %	E.07-C - Vazão estimada superficial em relação a vazão mínima superficial (Q_{7,10}): %	E.07-D -Vazão estimada subterrânea em relação às reservas explotáveis: %
	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2018)
	2017	2017	2017	2017
Arujá	46,86	15,11	1,27	3,44
Barueri	266,98	86,09	7,23	20,15
Biritiba Mirim	44,05	14,21	1,25	1,04
Caieiras	117,66	37,94	3,29	5,08
Cajamar	52,01	16,77	0,62	32,76
Carapicuíba	588,66	189,82	16,62	19,16
Cotia	52,17	16,82	1,45	2,55
Diadema	677,00	218,31	17,96	64,62
Embu	189,64	61,15	4,95	21,15
Embu-Guaçu	15,98	5,15	0,26	7,45
Ferraz de Vasconcelos	257,39	83,00	7,34	5,60
Francisco Morato	165,22	53,28	4,72	3,39
Franco da Rocha	60,82	19,61	1,70	2,49
Guarulhos	247,03	79,66	6,30	32,72
Itapeçerica da Serra	56,64	18,26	1,56	3,29
Itapevi	137,03	44,19	3,72	10,00
Itaquaquecetuba	206,64	66,64	5,42	22,03
Jandira	338,04	109,01	9,59	9,48
Juquitiba	2,08	0,67	0,05	0,32
Mairiporã	20,82	6,71	0,42	6,71
Mauá	353,67	114,05	9,94	13,37
Mogi das Cruzes	72,54	23,39	1,99	4,41
Nazaré Paulista	4,76	1,53	0,12	0,51
Osasco	788,71	254,33	22,14	30,57
Paraibuna	4,22	1,36	0,12	0,00
Pirapora do Bom Jesus	10,01	3,23	0,00	10,67
Poá	323,84	104,43	9,43	0,00
Ribeirão Pires	50,16	16,17	1,37	3,34
Rio Grande da Serra	47,01	15,16	1,12	9,11
Salesópolis	4,75	1,53	0,14	0,00
Santana de Parnaíba	58,65	18,91	1,33	13,79
Santo André	268,46	86,57	7,25	20,71
São Bernardo do Campo	142,91	46,08	3,80	13,33
São Caetano do Sul	627,94	202,49	17,41	32,39
São Lourenço da Serra	2,50	0,81	0,07	0,00
São Paulo	489,57	157,87	13,70	20,45
São Roque	21,19	6,83	0,62	0,00
Suzano	232,68	75,03	6,58	7,22
Taboão da Serra	746,22	240,63	19,52	81,16
Vargem Grande Paulista	65,83	21,23	1,92	0,00

6. QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os itens apresentados neste capítulo trazem a avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da Bacia do Alto Tietê (BAT); o histórico dos estudos que empregaram modelos matemáticos de qualidade da água na BAT, incluindo a conceituação sobre o modelo QUAL2E, que será utilizado no prognóstico da BAT; e a análise da desconformidade do enquadramento dos cursos d'água. O primeiro item, avaliação dos resultados do monitoramento de qualidade da água, apresenta e analisa os indicadores previstos na Deliberação CRH nº 146/2012.

6.1. Avaliação dos resultados do monitoramento de qualidade da água

A avaliação da qualidade das águas superficiais considerou os indicadores de qualidade da água constantes na Deliberação CRH nº 146/2012 (IQA, IAP, IET, IVA e IB), além dos parâmetros DBO, OD e fósforo total. As informações estão baseadas nos dados da rede de monitoramento da CETESB, que monitora bimestralmente a qualidade das águas da UGRHI 06, considerando o como período de análise os últimos cinco anos, de 2012 a 2016.

No que se refere a análise da qualidade das águas subterrâneas, a mesma está embasada nos dados de monitoramento realizado pela CETESB, adotando como período os anos de 2010 a 2015. Os indicadores de qualidade da água, superficial e subterrânea, que foram analisados estão listados no **Quadro 6.1** e que estão na Deliberação CRH nº 146/2012.

Quadro 6.1 - Indicadores de qualidade da água

Variável	Indicador	Parâmetro
Qualidade das águas	E.01 - Qualidade das águas superficiais	E.01-A - IQA - Índice de Qualidade das Águas: nº de pontos por Categoria
		E.01-B - IAP - Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público: nº de pontos por categoria
		E.01-C - IVA - Índice de Qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática: nº de pontos por categoria
		E.01-D - IET - Índice de Estado Trófico: nº de pontos por categoria
		E.01-E - Concentração de Oxigênio Dissolvido: nº de amostras em relação ao valor de referência
		E.01-G - IB - Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios: nº de pontos por categoria
	E.02 - Qualidade das águas subterrâneas	E.02-A - Concentração de Nitrato: nº de amostras em relação ao valor de referência
		E.02-B - IPAS - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas: % de amostras conformes em relação ao padrão de potabilidade
Saúde pública e ecossistemas	I.02 - Danos à vida aquática	I.02-A - Registro de reclamação de mortandade de peixes: nº de registros/ano
Uso da água	I.05 - Restrições ao uso da água	I.05-B - Classificação semanal das praias de reservatórios e rios: nº de amostras por classificação
		I.05-C - Classificação da água subterrânea: nº de amostras por categoria

6.1.1. Qualidade das águas superficiais

A avaliação da qualidade das águas dos corpos hídricos superficiais da RMSP está baseada nos dados da rede de monitoramento operada pela CETESB, considerando os pontos de monitoramento localizados na UGRHI 06 – Alto Tietê, cuja frequência de monitoramento é realizada bimestralmente para a rede básica, e semanalmente para a rede de balneabilidade das praias em rios e reservatórios. A rede básica tem como objetivo fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos, enquanto que a rede de balneabilidade visa informar as condições da água para recreação de contato primário e banho à população.

Na **Tabela 6.1** estão relacionados os pontos de monitoramento abordados na presente análise, indicando (i) código do ponto; (ii) classe de enquadramento; (iii) tipo de rede de monitoramento; (iv) corpo d'água; e, (v) município. Já no **Mapa RPD-20** está apresentada a classe de enquadramento dos corpos hídricos da BAT, e no **Mapa RPD-21** estão as distribuições destes pontos na UGRHI 06.

Tabela 6.1 - Pontos de monitoramento da rede de águas superficiais da CETESB

Código do ponto	Classe de enquadramento	Tipo de rede	Corpo d'água	Município
ACLA00500	Especial	Básica	Reservatório Águas Claras	Caieiras
BILL02030	2	Básica	Reservatório Billings	São Paulo
BILL02100	2	Básica	Reservatório Billings	São Paulo
BILL02500	2	Básica	Reservatório Billings	São Bernardo do Campo
BILL02801	2	Balneabilidade	Reservatório Billings	São Bernardo do Campo
BILL02900	2	Básica	Reservatório Billings	São Bernardo do Campo
BIRP00500	Especial	Básica	Braço do Rio Pequeno	São Bernardo do Campo
BITQ00100	Especial	Básica	Braço do Taquacetuba	São Paulo
BMIR02800	2	Básica	Rio Biritiba Mirim	Biritiba Mirim
BQGU03150	3	Básica	Rio Baquirivu-Guaçu	Arujá
BQGU03850	3	Básica	Rio Baquirivu-Guaçu	Guarulhos
CABU04700	4	Básica	Rio Cabuçu	São Paulo
CIPO00900	Especial	Básica	Ribeirão do Cipó	Embu Guaçu
COGR00900	Especial	Básica	Reservatório das Graças	Cotia
CORU04950	4	Básica	Ribeirão dos Couros	São Bernardo do Campo
COTI03800	3	Básica	Rio Cotia	Cotia
COTI03900	3	Básica	Rio Cotia	Carapicuíba
CRIS03400	3	Básica	Ribeirão dos Cristais	Cajamar
DUVA04900	4	Básica	Rio Aricanduva	São Paulo
EMGU00800	Especial	Básica	Rio Embu-Guaçu	Embu Guaçu
EMMI02900	2	Básica	Rio Embu-Mirim	São Paulo
GADE02900	2	Básica	Rio Grande ou Jurubatuba	Rio Grande da Serra
GUAO02600	2	Básica	Rio Guaió	Ferraz de Vasconcelos
GUAO02900	2	Básica	Rio Guaió	Suzano
GUAR00051	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	Itapeverica da Serra
GUAR00100	Especial	Básica	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00101	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00301	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00401	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00452	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00602	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00611	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00702	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00751	Especial	Balneabilidade	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
GUAR00900	Especial	Básica	Reservatório do Guarapiranga	São Paulo
IPIG03950	3	Básica	Ribeirão Ipiranga	Mogi das Cruzes
IPIR04900	4	Básica	Córrego do Ipiranga	São Paulo
JGUA03950	3	Básica	Rio Jaguari	Itaquaquecetuba

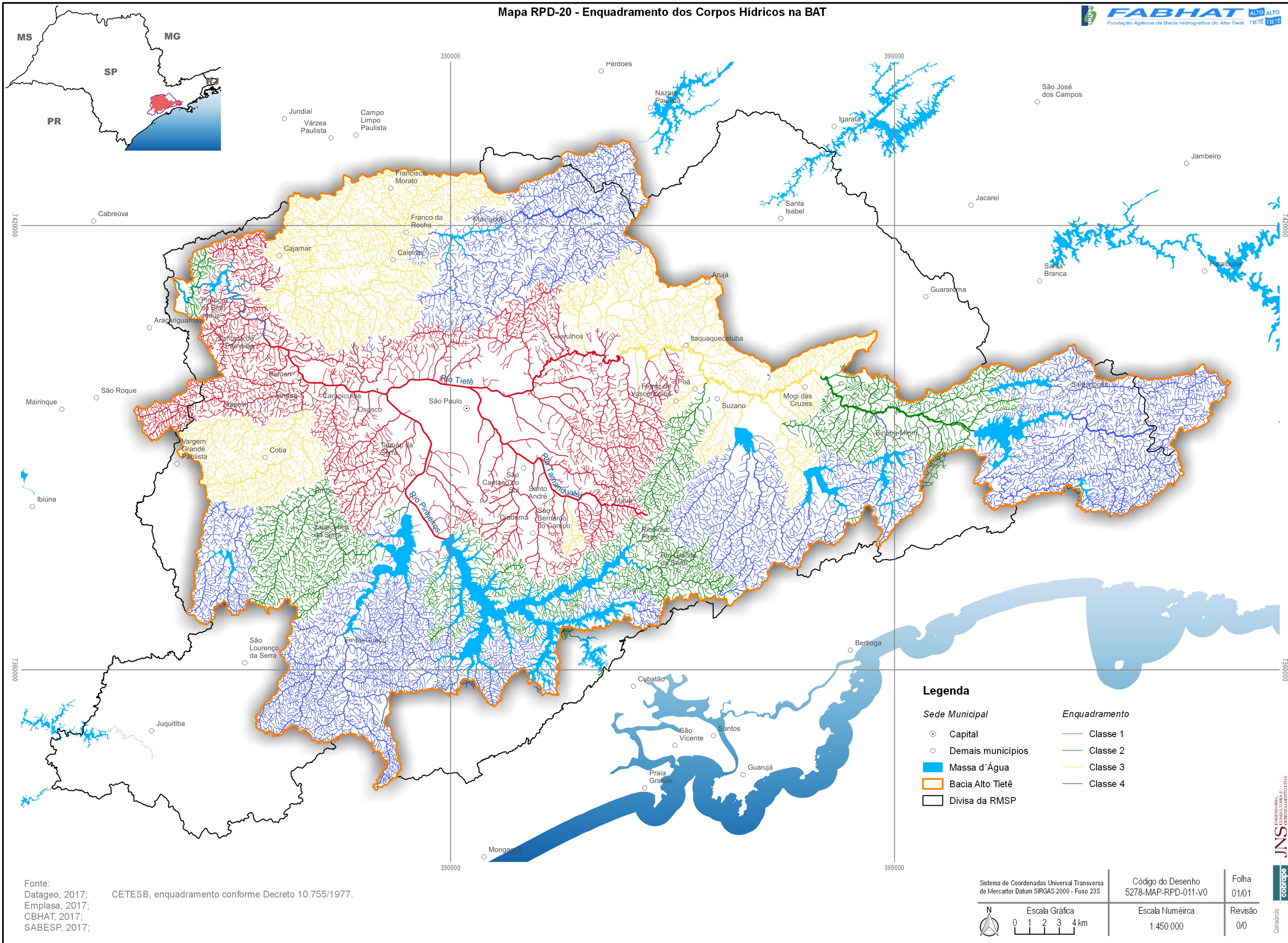
Continua...

Tabela 6.1 - Pontos de monitoramento da rede de águas superficiais da CETESB (cont.)

Código do ponto	Classe de enquadramento	Tipo de rede	Corpo d'água	Município
JNDI00500	Especial	Básica	Reservatório do Rio Jundiáí	Mogi das Cruzes
JQJU00900	Especial	Básica	Res. Juqueri ou Paiva Castro	Mairiporã
JQRI03300	3	Básica	Rio Juqueri	Franco da Rocha
JQRI03800	3	Básica	Rio Juqueri	Cajamar
JUÇA04900	4	Básica	Córrego Pirajussara	São Paulo
JUNI03950	3	Básica	Rio Jundiáí	Mogi das Cruzes
KERA04990	4	Básica	Ribeirão Itaquera	São Paulo
MOVE03500	3	Básica	Ribeirão Moinho Velho	Cotia
NINO04900	4	Básica	Ribeirão dos Meninos	São Paulo
PEBA00900	Especial	Básica	Reservatório Taiaçupeba	Suzano
PEDA03900	3	Básica	Ribeirão das Pedras	Cotia
PEOV03900	3	Básica	Ribeirão Perová	Itaquaquecetuba
PINH04100	4	Básica	Rio Pinheiros	São Paulo
PINH04250	4	Básica	Rio Pinheiros	São Paulo
PINH04500	4	Básica	Rio Pinheiros	São Paulo
PINH04900	4	Básica	Rio Pinheiros	São Paulo
PIRE02900	2	Básica	Ribeirão Pires	Ribeirão Pires
RCAB00900	Especial	Básica	Reservatório do Cabuçu	Guarulhos
RGDE02030	2	Básica	Reservatório do Rio Grande	Ribeirão Pires
RGDE02200	2	Básica	Reservatório do Rio Grande	Ribeirão Pires
RGDE02301	2	Balneabilidade	Reservatório do Rio Grande	Ribeirão Pires
RGDE02701	2	Balneabilidade	Reservatório do Rio Grande	São Bernardo do Campo
RGDE02851	2	Balneabilidade	Reservatório do Rio Grande	São Bernardo do Campo
RGDE02900	2	Básica	Reservatório do Rio Grande	São Bernardo do Campo
RGDE02901	2	Balneabilidade	Reservatório do Rio Grande	São Bernardo do Campo
SJBA04950	4	Básica	Córrego São João do Barueri	Barueri
SPRA04850	4	Básica	Córrego Águas Espriadas	São Paulo
TAIA02900	2	Básica	Rio Taiaçupeba-Açu	Suzano
TAIM00800	Especial	Básica	Rio Taiaçupeba-Mirim	Suzano
TAMT04250	4	Básica	Rio Tamanduateí	Mauá
TAMT04500	4	Básica	Rio Tamanduateí	São Caetano do Sul
TAMT04600	4	Básica	Rio Tamanduateí	São Paulo
TAMT04900	4	Básica	Rio Tamanduateí	São Paulo
TGDE00900	Especial	Básica	Reservatório de Tanque	Guarulhos
TIES04900	4	Básica	Reservatório Edgard de Souza	Santana do Parnaíba
TIET02050	2	Básica	Rio Tietê	Biritiba Mirim
TIET02090	2	Básica	Rio Tietê	Mogi das Cruzes
TIET03120	3	Básica	Rio Tietê	Suzano
TIET03130	3	Básica	Rio Tietê	Itaquaquecetuba
TIET04150	4	Básica	Rio Tietê	Guarulhos
TIET04170	4	Básica	Rio Tietê	São Paulo
TIET04180	4	Básica	Rio Tietê	São Paulo
TIET04200	4	Básica	Rio Tietê	São Paulo
TIPI04900	4	Básica	Reservatório de Pirapora	Pirapora do Bom Jesus
UARE04550	4	Básica	Córrego do Jaguaré	São Paulo
VEME04250	4	Básica	Ribeirão Vermelho ou Mutinga	São Paulo
ZVUS04950	4	Básica	Córrego Zavuvus	São Paulo

Fonte: CETESB, 2017

Mapa RPD-20 - Enquadramento dos Corpos Hídricos na BAT



Legenda

Sede Municipal

- Capital
- Demais municípios
- Massa d'Água
- Bacia Alto Tietê
- Divisa da RMSP

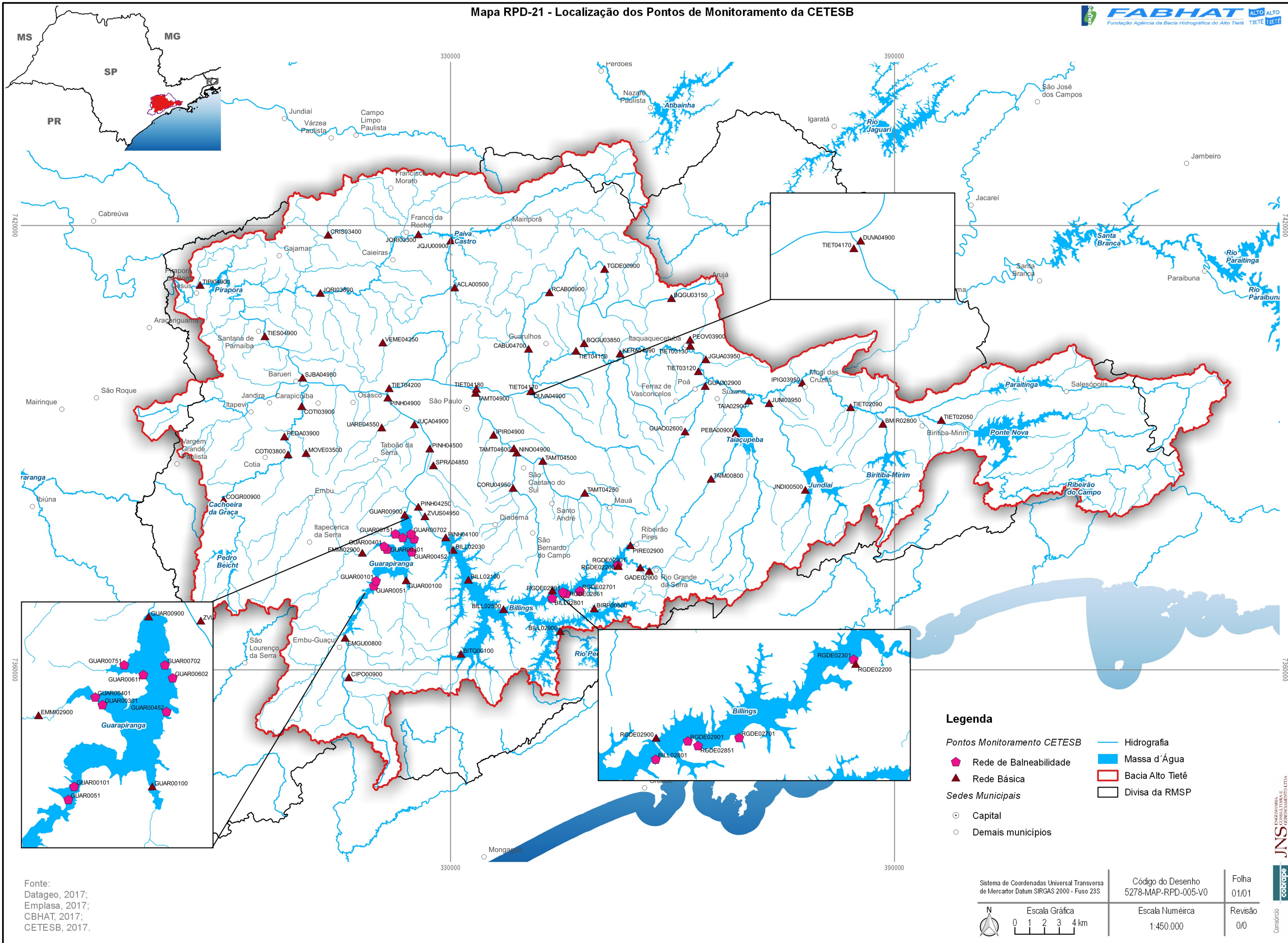
Enquadramento

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
SABESP, 2017;
CETESB, enquadramento conforme Decreto 10.755/1977.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-011-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

Mapa RPD-21 - Localização dos Pontos de Monitoramento da CETESB



Legenda

- Pontos Monitoramento CETESB
 - Rede de Balneabilidade
 - Rede Básica
- Sedes Municipais
 - Capital
 - Demais municípios
- Hidrografia
- Massa d'Água
- Bacia Alto Tietê
- Divisa da RMS

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
CETESB, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa
de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S

Escala Gráfica
0 1 2 3 4 km

Código do Desenho 5278-MAP-RPD-005-V0	Folha 01/01
Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

A CETESB publica anualmente índices que refletem a qualidade das águas dos rios e mananciais do Estado de São Paulo, sendo eles:

- a) IQA – Índice de Qualidade das Águas: incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público;
- b) IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público: avalia a qualidade da água bruta nos pontos de monitoramento de rios e reservatórios que são destinados à captação da água para abastecimento público, ou em locais de transposição para reservatórios utilizados para abastecimento;
- c) IVA – Índice de Qualidade das Águas para Preservação da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas: avalia a qualidade da água para proteção da fauna e da flora aquática;
- d) IET – Índice do Estado Trófico: classifica o grau de trofia em que os corpos hídricos se encontram, avaliando o enriquecimento por nutrientes e seu efeito relativo ao crescimento excessivo de algas e cianobactérias; e
- e) IB – Índice de Balneabilidade das Praias em Rios e Reservatórios: avalia a qualidade para fins de recreação de contato primário em praias localizadas em rios e reservatórios.

Desta forma, considerou-se para a análise da evolução da qualidade da água os cinco índices citados anteriormente, sendo a situação de referência os últimos cinco anos, ou seja, 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016. Os resultados da evolução da qualidade da água são apresentados em forma de tabela e mapas. Tanto na tabela de resultados como nos mapas, as células/pontos foram coloridas de acordo com a categoria em que se enquadram o valor do índice. Para IQA e IVA, as cores: a) azul indica qualidade ótima; b) verde indica qualidade boa; c) amarela indica qualidade regular; d) vermelha indica qualidade ruim; e e) roxa indica qualidade péssima. Para IET, as cores: a) azul indica estado ultraoligotrófico; b) verde indica estado oligotrófico; c) amarela indica estado mesotrófico; d) laranja indica estado eutrófico; e) vermelha indica estado supereutrófico; e f) roxa indica estado hipereutrófico.

Além dos índices de qualidade da água, foram também abordados três parâmetros de qualidade da água – DBO, OD e fósforo total –, e relacionado o número de reclamações relativo à mortalidade de peixes. A avaliação dos três parâmetros de qualidade da água considerou as concentrações observadas ao longo do período de 2012 a 2016, que foram comparadas com os limites máximos preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005, indicando, na forma de gráficos, o atendimento à legislação na cor verde; e o não atendimento à legislação na cor vermelha.

• Índice de Qualidade das Águas – IQA (Indicador E.01-A)

A evolução da qualidade da água considerando o IQA (indicador E.01-A), apresentada na **Tabela 6.2**, indica que a situação qualitativa dos corpos hídricos da UGRHI 06 manteve-se estável ao longo do período de 2012 a 2016, ou seja, houve manutenção na classificação da qualidade da água, cuja constatação é possível ser observada pelo quantitativo de pontos em cada categoria de IQA (**Figura 6.1**). Em 2016, 56,4% dos pontos monitorados foram classificados como ruim e péssima, enquanto que os demais pontos apresentaram qualidade da água entre ótima e boa, principalmente nos pontos de captação de água para abastecimento público. Na sequência é apresentada uma análise por sub-bacia.

Cabeceiras:

Os pontos de monitoramento localizados na sub-bacia Cabeceiras apresentaram, no geral, IQA variando entre boa e ruim, com predominância da segunda classificação, durante o período de 2012 a 2016. A degradação da qualidade da água foi observada nos pontos do Rio Baquirivu-Guaçu (BQGU03150 e BQGU03850), no Rio Jaguari (JGUA03950), no Ribeirão Itaquera (KERA04990), Ribeirão Perová (PEOV03900), Rio Taiaçupeba-Açu (TAIA02900) e Rio Tietê, após a confluência com o Rio Guaió (TIET03120 e TIET03130), onde as possíveis causas são aporte de esgoto doméstico, efluente industrial e cargas difusas provenientes da prática de agricultura em seu entorno.

Em situação inversa, os reservatórios do Rio Jundiá (JNDI00500) e Taiapuê (PEBA00900) foram os mananciais que apresentaram melhor qualidade da água nesta sub-bacia, sugerindo que as atividades antrópicas existentes na região impactaram minimamente em suas qualidades.

Billings-Tamanduateí:

Nos corpos hídricos em que há captação de água para abastecimento público (RGDE02900) ou que são transpostas para outros sistemas produtores (BIRP00500, BITQ00100 e RGDE02030), a qualidade da água observada ao longo dos anos varia entre as classificações ótima e boa. Nos demais pontos, o IQA foi considerado bom.

As exceções foram observadas nos pontos BILL02030 (Reservatório Billings), PIRE02900 (Ribeirão Pires), TAMT04250 e TAMT04500 (ambos no Rio Tamanduateí), que apresentaram qualidade regular, ruim e péssima, respectivamente. Nos quatro pontos, há o indicativo que existem contribuições de esgoto doméstico *in natura*, influência do bombeamento das águas do Rio Pinheiros e aporte de efluentes industriais na entrada do Reservatório Billings, e poluição difusa.

Cotia-Guarapiranga:

Na sub-bacia Cotia-Guarapiranga, dois afluentes do Reservatório Guarapiranga (Rio Embu-Mirim e Ribeirão do Cipó), estiveram regulares no período de 2012 a 2016. O ponto localizado no Braço do Rio Parelheiros (GUAR00100), a qualidade da água esteve regular entre os anos de 2013 a 2015, recuperando-se em 2016. As prováveis causas para o IQA regular são as fontes de poluição difusa, advindas de chácaras e da prática de agricultura, além do lançamento de esgoto doméstico diretamente nos corpos d'água. Em contrapartida, no ponto da captação da Sabesp (GUAR00900) e no Rio Embu Guaçu (EMGU00900), a qualidade da água permaneceu boa ao longo dos últimos cinco anos, indicando que as chácaras existentes no entorno e a área urbanizada exerceram pouca influência no índice.

A degradação da qualidade da água também foi observada no Ribeirão das Pedras (PEDA03900) e no Ribeirão Moinho Velho (MOVE03500), indicando que há ocorrência de lançamento de esgotos domésticos e industriais ao longo de seus cursos.

Juqueri-Cantareira:

A sub-bacia Juqueri-Cantareira apresentou resultados de IQA variando entre ótima e regular nos pontos localizados em mananciais, como nos reservatórios Águas Claras (ACLA00500) e Juqueri ou Paiva Castro (JQU00900) e Ribeirão dos Cristais (CRIS03400). A água de boa qualidade observada nestes reservatórios mostra que as interferências antrópicas exerceram pouca influência nos reservatórios. Outro fator que contribuiu para a manutenção da qualidade é a existência de grandes áreas vegetadas no entorno.

Entretanto, os pontos localizados no Rio Juqueri (JQRI03300 e JQRI03800) estiveram ruins em todo o período considerado. No entorno da região destes pontos encontram-se áreas urbanas, que pode contribuir com o despejo de esgoto doméstico, e áreas industriais, além do carreamento de cargas difusas por escoamento superficial.

Penha-Pinheiros e Pinheiros-Pirapora:

As sub-bacias Penha-Pinheiros e Pinheiros-Pirapora apresentaram resultados similares no período de 2012 a 2016, ou seja, houve predominância das categorias ruim e péssima em todos os corpos hídricos, exceto o Reservatório do Cabuçu (RCAB00900) e Ribeirão Vermelho ou Mutinga (VEME04250), que foram classificados como ótimo e bom, respectivamente.

Dentre as principais razões para a degradação da qualidade da água encontrada estão a alta densidade populacional no entorno dos pontos de monitoramento, as contribuições de efluentes domésticos, industriais e de fontes de poluição difusa, e os efluentes remanescentes de ETEs.

Na **Tabela 6.2** está apresentada a evolução do IQA no período de 2012 a 2016, e que corresponde ao indicador E.01-A da Deliberação CRH nº 146/2012, e na **Figura 6.1** está ilustrado o quantitativo de pontos classificado em cada categoria.

Tabela 6.2 - Evolução do IQA no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-A)

Sub-bacia	Código do ponto	Corpo d'água	2012	2013	2014	2015	2016
Cabeceiras	BMIR02800	Rio Biritiba Mirim	74	71	67	69	70
	BQGU03150	Rio Baquirivu-Guaçu	37	33	23	26	24
	BQGU03850	Rio Baquirivu-Guaçu	17	19	12	13	15
	GUAO02600	Rio Guaió	-	-	-	-	49
	GUAO02900	Rio Guaió	-	-	-	24	23
	IPIG03950	Ribeirão Ipiranga	-	-	-	24	24
	JGUA03950	Rio Jaguari	16	18	16	14	19
	JNDI00500	Reservatório do Rio Jundiáí	84	86	85	78	80
	JUNI03950	Rio Jundiáí	-	-	-	26	27
	KERA04990	Ribeirão Itaquera	18	18	15	14	16
	PEBA00900	Reservatório Taiapuêba	84	84	83	83	84
	PEOV03900	Ribeirão Perová	23	23	23	22	25
	TAIA02900	Rio Taiapuêba-Açu	-	-	28	27	29
	TAIM00800	Rio Taiapuêba-Mirim	40	46	41	34	44
	TGDE00900	Reservatório de Tanque Grande	73	74	70	75	77
	TIET02050	Rio Tietê	70	70	74	69	62
	TIET02090	Rio Tietê	60	66	62	55	61
	TIET03120	Rio Tietê	26	26	21	24	25
	TIET03130	Rio Tietê	27	27	22	23	26
Billings-Tamanduateí	BILL02030	Reservatório Billings	43	42	45	46	51
	BILL02100	Reservatório Billings	64	58	51	61	57
	BILL02500	Reservatório Billings	79	74	71	76	73
	BILL02900	Reservatório Billings	84	81	82	84	77
	BIRP00500	Braço do Rio Pequeno	-	-	-	85	88
	BITQ00100	Braço do Taquacetuba	81	77	68	74	77
	CORU04950	Ribeirão dos Couros	14	14	12	14	16
	GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	53	58	55	50	56
	NINO04900	Ribeirão dos Meninos	16	17	15	15	17
	PIRE02900	Ribeirão Pires	35	36	24	29	33
	RGDE02030	Reservatório do Rio Grande	-	-	-	66	72
	RGDE02200	Reservatório do Rio Grande	67	72	76	76	74
	RGDE02900	Reservatório do Rio Grande	81	80	81	83	83
	TAMT04250	Rio Tamanduateí	-	-	13	12	15
TAMT04500	Rio Tamanduateí	15	19	12	14	14	
Cotia-Guarapiranga	CIPO00900	Ribeirão do Cipó	50	43	35	44	42
	COGR00900	Reservatório das Graças	79	79	80	81	77
	COTI03800	Rio Cotia	38	35	26	30	35
	EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	62	63	60	61	64
	EMMI02900	Rio Embu-Mirim	47	35	38	40	45
	GUAR00100	Reservatório do Guarapiranga	65	44	42	51	53
	GUAR00900	Reservatório do Guarapiranga	76	79	71	78	78
	MOVE03500	Ribeirão Moinho Velho	40	41	35	34	38
PEDA03900	Ribeirão das Pedras	27	31	27	28	33	
Juqueri-Cantareira	ACLA00500	Reservatório Águas Claras	-	-	87	82	81
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	62	63	58	62	61
	JQUU00900	Res. Juqueri ou Paiva Castro	81	79	84	85	82
	JQRI03300	Rio Juqueri	-	39	30	29	31
	JQRI03800	Rio Juqueri	23	23	17	20	19

Continua...

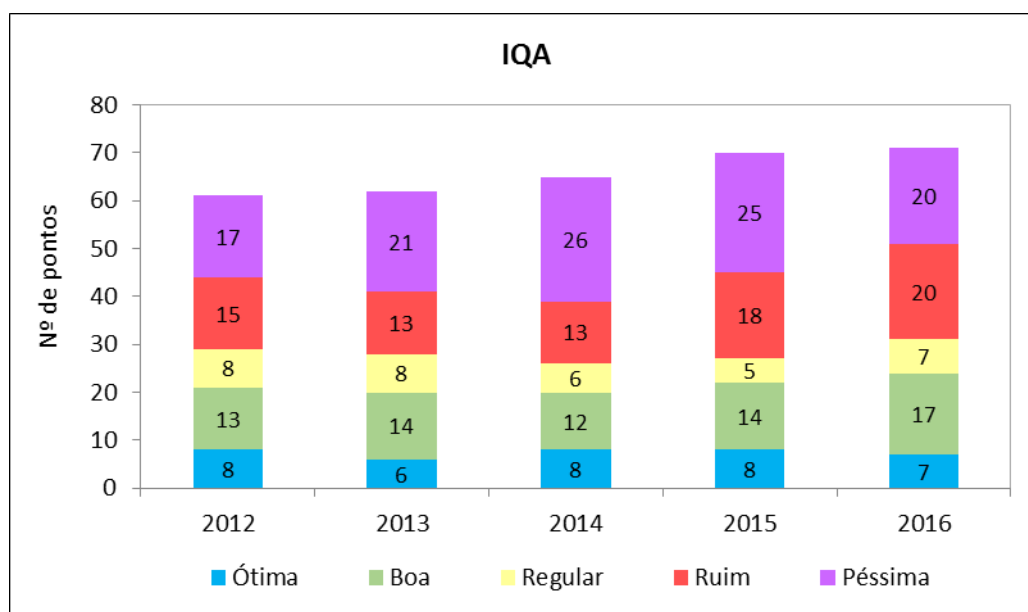
Tabela 6.2 - Evolução do IQA no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-A) (cont.)

Sub-bacia	Código do ponto	Corpo d'água	2012	2013	2014	2015	2016
Penha-Pinheiros	CABU04700	Rio Cabuçu	17	16	15	13	16
	DUVA04900	Rio Aricanduva	20	17	16	18	22
	IPIR04900	Córrego do Ipiranga	14	22	27	30	30
	JUÇA04900	Córrego Pirajussara	19	19	17	17	19
	PINH04100	Rio Pinheiros	34	43	41	28	41
	PINH04250	Rio Pinheiros	21	21	18	17	17
	PINH04500	Rio Pinheiros	20	20	16	18	17
	PINH04900	Rio Pinheiros	16	17	15	16	17
	RCAB00900	Res. do Cabuçu	84	85	80	81	82
	SPRA04850	Córrego Águas Espreiadas	20	16	14	18	20
	TAMT04600	Rio Tamanduaí	15	16	15	15	15
	TAMT04900	Rio Tamanduaí	17	15	15	14	14
	TIET04150	Rio Tietê	27	19	15	18	20
	TIET04170	Rio Tietê	18	19	16	19	21
	TIET04180	Rio Tietê	16	15	18	16	19
	TIET04200	Rio Tietê	18	17	15	15	17
	UARE04550	Córrego do Jaguaré	20	18	17	14	22
ZVUS04950	Córrego Zavuvus	17	15	15	14	17	
Pinheiros-Pirapora	COTI03900	Rio Cotia	40	37	32	31	32
	TIES04900	Reservatório Edgard de Souza	18	17	16	15	17
	TIPI04900	Reservatório de Pirapora	22	18	15	16	18
	VEME04250	Ribeirão Vermelho ou Mutinga	-	-	60	54	59
	SJBA04950	Córrego São João do Barueri	23	21	15	18	21

Legenda:

Ótima 79 < IQA ≤ 100	Boa 51 < IQA ≤ 79	Regular 36 < IQA ≤ 51	Ruim 19 < IQA ≤ 36	Péssima IQA ≤ 19
-------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	---------------------

Fonte: CETESB, 2013 a 2017



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.1 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IQA

O Mapa RPD-22 ilustra a classificação de IQA observada em 2016 nos pontos de monitoramento da CETESB pertencentes à UGRHI 06.

- **Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público – IAP (Indicador E.01-B)**

Os valores de IAP (indicador E.01-B) estiveram estáveis ao longo do período de 2012 a 2016, com predominância da categoria boa, representado por pontos localizados nas sub-bacias Juqueri-Cantareira e Penha-Pinheiros. Os demais pontos oscilaram em suas classificações, principalmente entre os anos de 2014 e 2016, sendo que neste último os corpos hídricos estiveram melhor classificados. A seguir, apresenta-se uma análise por sub-bacia.

Cabeceiras:

Ao longo do período de 2012 a 2016, os pontos de captação localizados na sub-bacia Cabeceiras apresentaram boa situação qualitativa, seguida das situações regular e ruim. Especificamente em 2016, os dois pontos localizados no Rio Tietê (TIET02050 e TIET02090) foram classificados como ruim e péssimo, respectivamente, e podem ter sido influenciados pelos altos valores de potencial de formação de trihalometano (PFTHM), além do aporte de carga difusa, devido à presença de chácaras e prática de atividade agrícola, e de efluentes domésticos e industriais. As mesmas razões podem ter influenciado a qualidade regular obtida no ponto do Reservatório do Rio Jundiá (JNDI00500). Já no Rio Guaió (GUAO02600), que começou a ser monitorado no ano de 2016, que também foi classificado como regular, pode ter sido influenciado pela contribuição de esgoto doméstico e de cargas difusas, advindas principalmente de áreas agrícolas.

Por outro lado, os reservatórios Taiapuê (PEBA00900) e Tanque Grande (TGDE00900) estiveram bons em 2016. Considerando a evolução de ambos os mananciais, o primeiro apresentou melhora em relação a 2015, enquanto que o segundo se manteve estável durante os cinco anos analisados.

Billings-Tamanduateí:

O IAP da sub-bacia Billings-Tamanduateí mostrou-se melhor no ano de 2016, quando comparado ao ano de 2015. O incremento na qualidade da água deve-se provavelmente ao aumento do volume d'água no Reservatório Billings, entretanto, é importante observar que dois dos quatro pontos amostrados em 2016 estiveram classificados como ruins. Dentre as possíveis causas para esta classificação no Braço do Taquacetuba (BITQ00100) e no Reservatório do Rio Grande (RGDE02030) estão o elevado número de cianobactérias encontrado em seus leitos, que está relacionado com as contribuições de esgoto doméstico e da carga proveniente da agricultura praticada no entorno dos reservatórios.

Cotia-Guarapiranga:

A qualidade da água dos dois pontos localizados na sub-bacia Cotia-Guarapiranga variou entre bom e regular nos anos de 2012 a 2016. Considerando somente o último ano analisado, o Reservatório das Graças (COGR00900) apresentou melhora qualitativa, que pode ter sido provocada pelo aumento do índice pluviométrico observado em 2016 em relação a 2014 e 2015.

O Reservatório Guarapiranga (GUAR00900) esteve em pior condição qualitativa em 2016 quando comparado ao ano de 2015, passando da categoria boa para regular. Dentre as possíveis causas para a degradação da qualidade da água estão o lançamento de esgoto doméstico proveniente das áreas urbanas e de chácaras existentes em seu entorno.

Juqueri-Cantareira:

A evolução do IAP nos três pontos monitorados (ACLA00500, JQJU00900 e CRIS03400) na sub-bacia Juqueri-Cantareira indica boa situação qualitativa, ou seja, houve a manutenção da classificação boa entre os anos de 2012 a 2016. Especificamente em 2016, apenas o Ribeirão dos Cristais (CRIS03400) apresentou uma redução em sua qualidade da água, passando da categoria boa para regular. Os possíveis motivos são a proximidade com a área urbana (despejo de esgoto doméstico) e a existência de áreas de reflorestamento e de mata no entorno do ponto.

Penha-Pinheiros:

O IAP do ponto localizado na sub-bacia Penha-Pinheiros apresentou-se bom em todo o período monitorado, indicando que as atividades antrópicas praticadas em seu entorno pouco influenciaram na qualidade da água do Reservatório do Cabuçu (RCAB00900).

Pinheiros-Pirapora:

O único ponto monitorado para IAP na sub-bacia Pinheiros-Pirapora está localizado no Rio Cotia (COTI03900), cuja qualidade da água esteve péssima durante os anos de 2012 a 2015, com melhora em 2016, passando para a categoria ruim. Esta classificação pode ter sido influenciada pelos valores elevados PFTHM, que está associado ao carreamento de partículas orgânicas para o curso d'água, e pelo lançamento de esgoto doméstico, evidenciada pelas altas concentrações do parâmetro *E. coli*.

Na **Tabela 6.3** são apresentados os resultados de IAP, com a indicação se o ponto monitorado é coincidente com a captação de água para abastecimento público ou é de transposição para reservatórios utilizados para abastecimento público, enquanto que na **Figura 6.2** é ilustrado o quantitativo de pontos classificada em cada categoria.

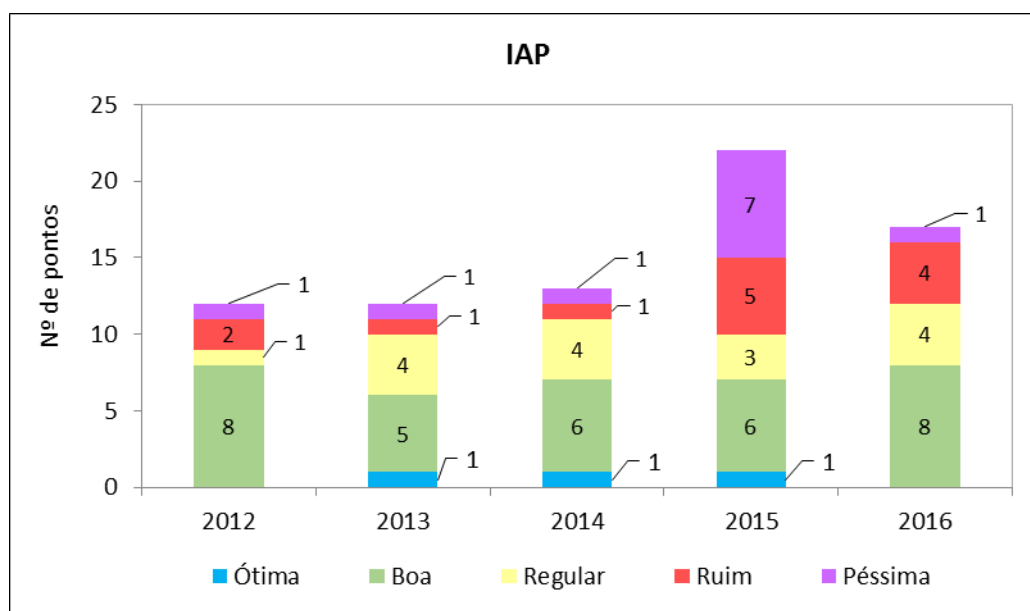
Tabela 6.3 - Evolução do IAP no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-B)

Sub-bacia	Código do ponto	Corpo d'água	Captação/Transposição	2012	2013	2014	2015	2016
Cabeceiras	GUAO02600	Rio Guaió	Transposição	-	-	-	-	46
	JNDI00500	Reservatório do Rio Jundiá	Captação	51	63	58	16	41
	PEBA00900	Reservatório Taiapuê	Captação	64	48	55	29	56
	TAIM00800	Rio Taiapuê-Mirim	-	-	-	-	5	-
	TGDE00900	Reservatório de Tanque Grande	Captação	65	70	61	69	73
	TIET02050	Rio Tietê	Captação	-	-	-	-	29
	TIET02090	Rio Tietê	Captação	35	34	43	25	18
Billings-Tamanduateí	BILL02030	Reservatório Billings	-	-	-	-	8	-
	BILL02100	Reservatório Billings	-	-	-	-	24	-
	BILL02500	Reservatório Billings	-	-	-	-	41	-
	BILL02900	Reservatório Billings	-	-	-	-	45	-
	BIRP00500	Braço do Rio Pequeno	Transposição	-	-	-	40	62
	BITQ00100	Braço do Taquacetuba	Transposição	32	44	31	17	30
	GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	-	-	-	-	10	-
	RGDE02030	Reservatório do Rio Grande	Transposição	-	-	-	18	31
	RGDE02200	Reservatório do Rio Grande	Captação	-	-	-	36	-
Cotia-Guarapiranga	COGR00900	Reservatório das Graças	Captação	62	47	44	20	58
	GUAR00900	Reservatório do Guarapiranga	Captação	55	45	37	62	49
Juqueri-Cantareira	ACLA00500	Reservatório Águas Claras	Captação	-	-	86	81	74
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	Captação	58	60	49	56	48
	JQJU00900	Res. Juqueri ou Paiva Castro	Captação	75	78	77	73	66
Penha-Pinheiros	RCAB00900	Res. do Cabuçu	Captação	79	83	72	55	58
Pinheiros-Pirapora	COTI03900	Rio Cotia	Captação	14	15	9	9	21

Legenda:

Ótima 79 < IAP ≤ 100	Boa 51 < IAP ≤ 79	Regular 36 < IAP ≤ 51	Ruim 19 < IAP ≤ 36	Péssima IAP ≤ 19
-------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	---------------------

Fonte: CETESB, 2013 a 2017



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.2 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IAP

O **Mapa RPD-23** ilustra a classificação de IAP observada em 2016 nos pontos de monitoramento da CETESB que estão inseridos na UGRHI 06.

- **Índice de Qualidade das Águas para Preservação da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas – IVA (Indicador E.01-C)**

A evolução do IVA (indicador E.01-C) nos últimos cinco anos, apresentada na **Tabela 6.4**, mostra que a qualidade da água para proteção da vida aquática está estável, porém crítica. Pelo menos, 60% dos pontos monitorados foram classificados nas categorias ruim e péssima, como pode ser notado na **Figura 6.3**, através do quantitativo de pontos em cada categoria de IVA. Resultado semelhante é observado em 2016, em que o mesmo percentual encontra-se nestas categorias, exemplificado pelos pontos localizados no Reservatório Billings, Rio Baquirivu-Guaçu, Rio Cotia, Ribeirão do Cipó e Ribeirão Perová. Na sequência, realiza-se uma breve análise sobre o IVA por sub-bacia.

Cabeceiras:

Os pontos de monitoramento localizados na sub-bacia Cabeceiras apresentaram IVA variando entre regular e péssimo durante os anos de 2012 a 2016. A exceção foi o ponto do Reservatório Tanque Grande (TGDE00900), que esteve classificado entre ótimo e bom. Especificamente no Ribeirão Perová (PEOV03900), a péssima qualidade pode ter sido provocada por três fatores: (i) efeito tóxico para organismos aquáticos, que teve efeito agudo em metade das campanhas de monitoramento; (ii) surfactantes; e (iii) presença dos metais chumbo, cobre dissolvido e níquel.

As concentrações de OD também impactaram a qualidade para proteção da vida aquática em, pelo menos, três pontos de monitoramento (GUAO02900, JUNI03950 e TAlA02900), onde os valores observados no ano de 2016 estiveram equivalentes a classe 4 ou encontram-se abaixo do limite estabelecido para esta classe na Resolução CONAMA 357/2005 (menor que 2,0 mg/L).

Billings-Tamanduateí:

O IVA observado nos últimos cinco anos na sub-bacia Billings-Tamanduateí esteve predominantemente ruim, exceto nos pontos localizados no Braço do Rio Grande (RGDE02900) e Rio Grande ou Jurubatuba (GADE02900).

No ano de 2016, a qualidade da água manteve-se estável em relação ao ano de 2015, ou seja, as classificações ruim e péssima estiveram presentes em 64,0% dos pontos monitorados. A

degradação da qualidade da água para vida aquática pode estar relacionada com a presença de substâncias tóxicas, o grau de trofia (variando entre mesotrófico e hipereutrófico) e baixos níveis de OD, como observado no Ribeirão Pires (PIRE02900).

Cotia-Guarapiranga:

Ao longo dos anos de 2012 a 2016, a qualidade da água da sub-bacia Cotia-Guarapiranga foi classificada como péssima, seguida das classificações regular e ruim. O Rio Cotia (COTI03800), Ribeirão Moinho Velho (MOVE03500), Rio das Pedras (PEDA03900), Rio Embu-Mirim (EMMI02900), Ribeirão do Cipó (CIPO00900) e Reservatório Guarapiranga (GUAR00100 e GUAR00900) foram os corpos d'água que estiveram em pior situação qualitativa quanto ao IVA. Esta situação pode ter sido influenciada pela presença de substâncias tóxicas e pelo aporte de esgoto doméstico *in natura* nos corpos hídricos, evidenciado pelas concentrações elevadas de fósforo total e concentrações baixas de OD.

Juqueri-Cantareira:

Dentre as sub-bacias analisadas para IVA, a sub-bacia Juqueri-Cantareira foi a que apresentou melhor resultado ao longo do período analisado, ou seja, houve a manutenção da qualidade da água na categoria boa, incluindo o ano de 2016. Nesta avaliação o ponto localizado no Rio Juqueri (JQRI03800) foi desconsiderado, pois o IVA foi calculado apenas no ano de 2013.

Penha-Pinheiros:

A evolução do IVA no Reservatório do Cabuçu (RCAB00900) variou entre as categorias boa e regular, sendo que a qualidade da água esteve melhor em 2016 em relação a 2015, passando da categoria regular para boa.

Pinheiros-Pirapora:

A sub-bacia Pinheiros-Pirapora foi classificada como ruim ao longo do período analisado. O Rio Cotia (COTI03900) e o Ribeirão Vermelho ou Mutinga (VEME04250) apresentaram qualidade péssima e ruim, respectivamente, em 2016, que pode ter sido provocada pela presença de substâncias tóxicas e pelo aporte de esgoto doméstico *in natura* nos corpos hídricos, evidenciado pelas concentrações elevadas de fósforo total e concentrações baixas de OD.

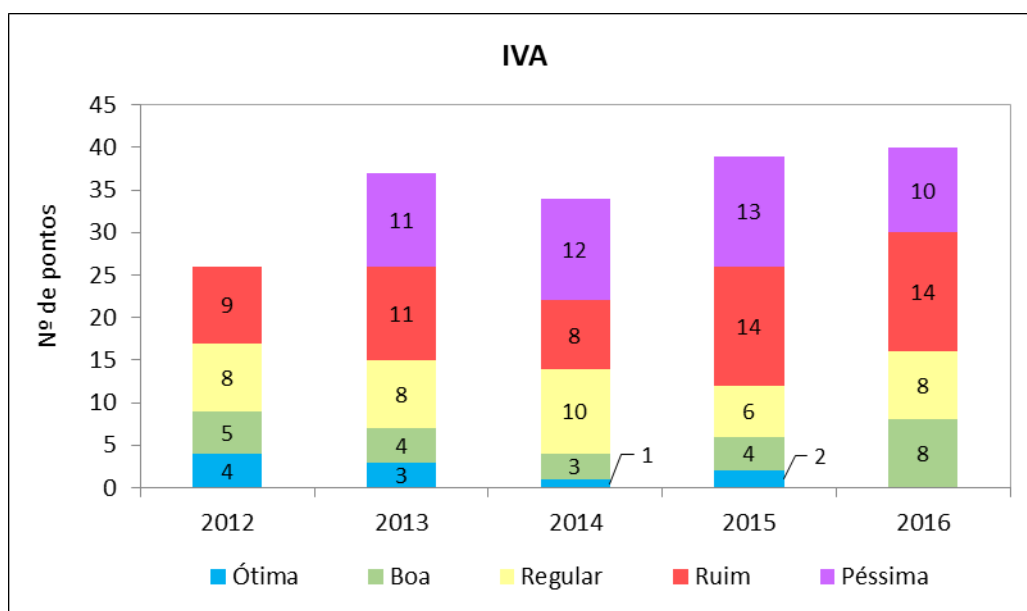
Na **Tabela 6.4** são apresentados os resultados de IVA, enquanto que na **Figura 6.3** está ilustrado o quantitativo de pontos classificado em cada categoria.

Tabela 6.4 - Evolução do IVA no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-C)

Sub-bacia	Código do ponto	Corpo d'água	2012	2013	2014	2015	2016
Cabeceiras	BMIR02800	Rio Biritiba Mirim	2,8	3,7	4,5	3,7	3,5
	BQGU03150	Rio Baquirivu-Guaçu	-	10,7	12,5	15,8	11,9
	BQGU03850	Rio Baquirivu-Guaçu	-	10,2	-	-	-
	GUAO02600	Rio Guaió	-	-	-	sd	4,8
	GUAO02900	Rio Guaió	-	-	-	8,2	9,3
	IPIG03950	Ribeirão Ipiranga	-	-	-	10,6	8,8
	JGUA03950	Rio Jaguari	-	8,3	-	-	-
	JNDI00500	Reservatório do Rio Jundiá	4,1	3,8	4,3	4,8	4,3
	JUNI03950	Rio Jundiá	-	-	-	8,2	7,9
	PEBA00900	Reservatório Taiaçupeba	3,0	3,3	3,8	3,2	3,6
	PEOV03900	Ribeirão Perová	-	10,5	10,7	11,0	10,4
	TAIA02900	Rio Taiaçupeba-Açu	-	-	6,8	8,0	6,1
	TAIM00800	Rio Taiaçupeba-Mirim	4,6	4,9	6,9	6,3	5,2
	TGDE00900	Reservatório de Tanque Grande	2,1	2,5	3,6	3,3	2,7
	TIET02050	Rio Tietê	4,2	4,3	5,2	6,8	4,7
	TIET02090	Rio Tietê	5,4	3,6	3,8	4,8	4,2
	TIET03120	Rio Tietê	-	9,2	-	-	-
TIET03130	Rio Tietê	-	9,8	-	-	-	
Billings-Tamandateí	BILL02030	Reservatório Billings	6,5	7,0	7,0	7,1	6,9
	BILL02100	Reservatório Billings	5,7	6,4	6,7	6,7	6,4
	BILL02500	Reservatório Billings	5,2	6,1	5,9	5,5	5,5
	BILL02900	Reservatório Billings	5,0	5,2	5,2	5,1	4,9
	BIRP00500	Braço do Rio Pequeno	-	-	-	4,7	3,3
	BITQ00100	Braço do Taquacetuba	4,9	5,9	5,3	5,8	5,2
	GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	2,9	3,1	4,2	4,4	3,2
	PIRE02900	Ribeirão Pires	6,2	6,0	11,7	11,0	8,1
	RGDE02030	Reservatório do Rio Grande	-	-	-	4,7	3,8
	RGDE02200	Reservatório do Rio Grande	4,6	5,0	4,5	4,2	4,9
RGDE02900	Reservatório do Rio Grande	3,3	4,3	4,0	4,6	3,4	
Cotia-Guarapiranga	COGR00900	Reservatório das Graças	3,9	4,0	3,5	3,5	3,5
	COTI03800	Rio Cotia	-	6,4	10,1	9,0	7,0
	MOVE03500	Ribeirão Moinho Velho	-	5,1	7,4	9,2	5,4
Cotia-Guarapiranga	PEDA03900	Ribeirão das Pedras	-	7,0	11,4	8,2	8,2
	CIPO00900	Ribeirão do Cipó	4,0	4,8	6,9	5,3	5,3
	EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	2,3	2,7	2,6	2,5	2,7
	EMMI02900	Rio Embu-Mirim	4,3	8,1	9,1	6,7	4,1
	GUAR00100	Reservatório do Guarapiranga	3,7	7,5	6,7	5,6	5,9
GUAR00900	Reservatório do Guarapiranga	3,5	4,0	5,0	4,0	4,8	
Juqueri-Cantareira	ACLA00500	Reservatório Águas Claras	-	-	2,5	2,6	2,6
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	2,7	2,1	2,6	2,5	3,0
	JQJU00900	Res. Juqueri ou Paiva Castro	2,1	2,4	3,0	3,2	3,3
	JQRI03800	Rio Juqueri	-	9,8	-	-	-
Penha-Pinheiros	RCAB00900	Res. do Cabuçu	2,5	2,7	3,8	3,5	3,0
Pinheiros-Pirapora	COTI03900	Rio Cotia	3,5	4,6	9,4	8,0	8,2
	VEME04250	Ribeirão Vermelho ou Mutinga	-	-	6,0	6,0	6,2

Legenda:	Otima IVA ≤ 2,5	Boa 2,6 ≤ IVA ≤ 3,3	Regular 3,4 ≤ IVA ≤ 4,5	Ruim 4,6 ≤ IVA ≤ 6,7	Péssima IVA ≥ 6,8
-----------------	--------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------

Fonte: CETESB, 2013 a 2017



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.3 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IVA

O **Mapa RPD-24** ilustra a classificação de IVA observada em 2016 nos pontos de monitoramento da CETESB que estão inseridos na UGRHI 06.

- **Índice do Estado Trófico – IET (Indicador E-01.D)**

A maioria dos corpos hídricos da UGRHI 06 estiveram classificados com grau de trofia mesotrófico, ou seja, são corpos d'água que apresentam produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, ao longo do período analisado.

Em 2016, 52,2% dos pontos encontraram-se eutrofizados (eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico), porém convém ressaltar que os corpos hídricos apresentaram melhora em relação a 2015, ou seja, 43,5% dos pontos foram classificados como mesotrófico em 2016 ante a 31,1% dos pontos em 2015. A seguir, é realizada uma análise por sub-bacia.

Cabeceiras:

A evolução do IET na sub-bacia Cabeceiras manteve-se estável em todo o período analisado, sendo a categoria predominante mesotrófica, seguida da categoria eutrófica. De modo geral, em 2016, a predominância de grau trofia não sofreu alteração em relação aos anos anteriores, onde 50,0% dos pontos estiveram mesotróficos e 25,0% estiveram eutróficos. Em todos os corpos hídricos desta sub-bacia, a concentração de fósforo total esteve acima do limite estabelecido pela legislação vigente. Isto pode estar relacionado ao uso de fertilizantes empregado nas atividades agrícolas desenvolvidas na região e também ao lançamento de esgoto doméstico.

A degradação na qualidade da água pode ser observada no Rio Tietê (TIET03120 e TIET03130) e no Rio Baquirivu-Guaçu (BQGU03150 e BQGU03850). Os dois corpos d'água estão localizados em regiões altamente adensadas, que podem receber o aporte de esgotos domésticos e industriais, e por apresentarem áreas agrícolas em seu entorno, pode ocorrer carreamento de adubos e fertilizantes nos rios.

Já os pontos localizados no Ribeirão Ipiranga (IPIG03950), Rio Jundiá (JUNI03950) e Rio Taiaçueba-Açu (TAIA02900) apresentaram melhora em suas classificações em relação ao ano de 2015, mas ainda mantiveram valores de fósforo total elevados, indicativo de aporte de esgoto doméstico.

Billings-Tamandateí:

A sub-bacia Billings-Tamandateí apresentou seus corpos hídricos eutrofizados no período de 2012 a 2016, sendo que nos pontos localizados na entrada do reservatório (BILL02030 e BILL02100) encontraram-se em pior situação qualitativa, cuja classificação observada foi hipereutrófica, seguido do ponto localizado no corpo central (BILL02500) e do Braço do Taquacetuba (BITQ00900), ambos classificados como supereutróficos. A contribuição do Rio Pinheiros na entrada do reservatório e o despejo de esgotos doméstico e industrial possivelmente exerceram impactos negativos sobre a qualidade da água quanto ao IET.

Os demais pontos apresentaram grau de trofia variando entre mesotrófica e eutrófica, onde a qualidade da água pode ter sido influenciada pelo aporte de esgoto doméstico, devido à ocupação urbana existente no entorno dos pontos, além do escoamento superficial.

Cotia-Guarapiranga:

Nos últimos cinco anos, sub-bacia Cotia-Guarapiranga apresentou, de modo geral, a prevalência da condição mesotrófica, seguida da condição eutrófica. Entretanto, o ponto localizado no Braço do Rio Parelheiros (GUAR00100) esteve supereutrófico em três dos cinco anos analisados.

Em 2016, a condição mesotrófica esteve presente nos afluentes do Reservatório Guarapiranga (Ribeirão do Cipó, Rio Embu Mirim e Rio Embu Guaçu) e no Reservatório das Graças (COGR00900). Nos pontos localizados no interior do reservatório Guarapiranga (GUAR00100 e GUAR00900) e no Rio Cotia (COTI03800), a situação qualitativa da água encontrava-se nos estados eutrófico e supereutrófico. Os lançamentos de efluentes domésticos, evidenciado pelas concentrações de fósforo total, o despejo de efluentes industriais, a prática de atividade agrícola e as fontes difusas são os possíveis causadores do impacto negativo observado no reservatório.

Juqueri-Cantareira:

Os reservatórios que compõem a sub-bacia Juqueri-Cantareira apresentaram boa situação qualitativa nos anos de 2012 a 2016, ou seja, o estado de trofia encontrado foi o oligotrófico, em que as águas possuem baixo enriquecimento por nutrientes e elevado teor de OD.

Desde 2015, o Reservatório Juqueri ou Paiva Castro (JQJU00900), o Rio Juqueri (JQRI03800) e o Ribeirão dos Cristais (CRIS03400) decaíram para o estado mesotrófico e eutrófico, respectivamente, influenciados pelo incremento de concentração de clorofila *a* e de fósforo total pela ocupação urbana e industrial, e a presença de chácaras e áreas de reflorestamento no entorno dos pontos de monitoramento.

Penha-Pinheiros:

O Reservatório do Cabuçu (RCAB00900), localizado na sub-bacia Penha-Pinheiros, apresentou-se estável desde 2013, ou seja, esteve no grau de trofia mesotrófico.

Pinheiros-Pirapora:

Os corpos d'água da sub-bacia Pinheiros-Pirapora apresentaram-se estáveis em suas classificações de IET, variando entre eutrófico e hipereutrófico no período de 2013 e 2016.

O Ribeirão Vermelho ou Mutinga (VEME04250) é o que se encontra em situação mais crítica, com grau de trofia hipereutrófico, comprometendo o seu uso para diversos fins. As possíveis causas para esta situação são o aporte de esgotos domésticos e industriais, a existência de áreas de reflorestamento e a presença de chácaras, que também podem aportar esgotos domésticos, além do carrear adubos caso existam áreas agrícolas e áreas de reflorestamento.

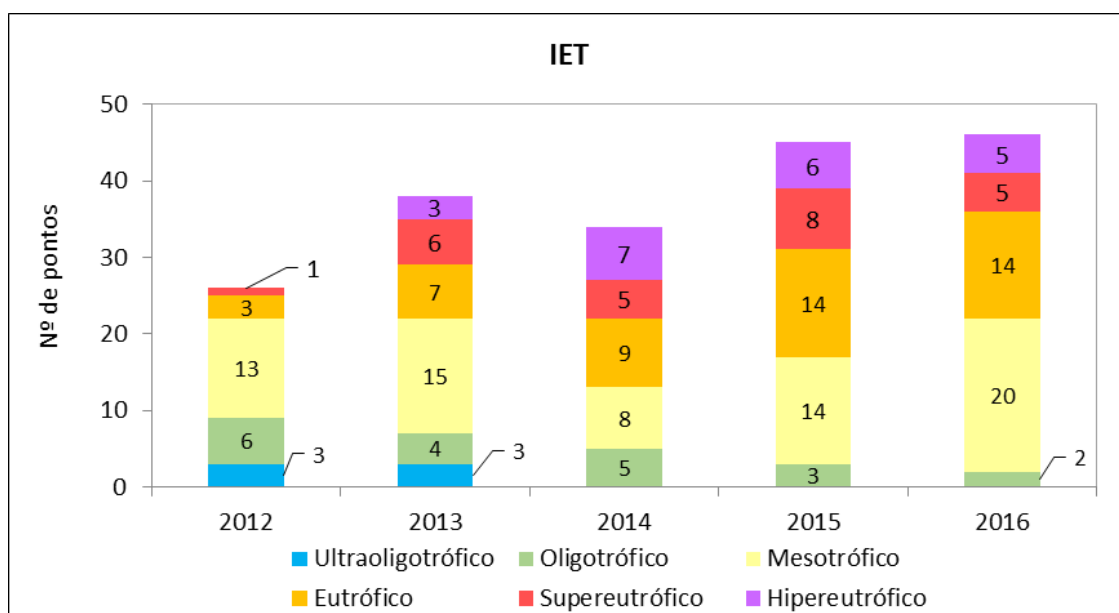
A **Tabela 6.5** apresenta a evolução do IET (indicador E.01-D) ao longo dos últimos cinco anos, enquanto que a **Figura 6.4** ilustra o quantitativo de pontos classificados em cada categoria de IET.

Tabela 6.5 - Evolução do IET no período de 2012 a 2016 (indicador E.01-D)

Sub-bacia	Código do ponto	Corpo d'água	2012	2013	2014	2015	2016
Cabeceiras	BMIR02800	Rio Biritiba Mirim	48	59	62	58	57
	BQGU03150	Rio Baquirivu-Guaçu	-	75	78	78	78
	BQGU03850	Rio Baquirivu-Guaçu	-	57	-	71	71
	GUAO02600	Rio Guaió	-	-	-	sd	54
	GUAO02900	Rio Guaió	-	-	-	60	61
	IPIG03950	Ribeirão Ipiranga	-	-	-	68	60
	JGUA03950	Rio Jaguari	-	62	-	63	60
	JNDI00500	Reservatório do Rio Jundiá	55	57	60	63	59
	JUNI03950	Rio Jundiá	-	-	-	60	59
	PEBA00900	Reservatório Taiapuê	52	55	57	55	56
	PEOV03900	Ribeirão Perová	-	46	60	57	57
	TAIA02900	Rio Taiapuê-Açu	-	-	57	64	60
	TAIM00800	Rio Taiapuê-Mirim	54	59	62	62	62
	TGDE00900	Reservatório de Tanque Grande	47	51	54	53	52
	TIET02050	Rio Tietê	58	59	58	64	57
	TIET02090	Rio Tietê	56	53	52	55	55
	TIET03120	Rio Tietê	-	66	-	69	66
TIET03130	Rio Tietê	-	64	-	67	65	
Billings-Tamanduateí	BILL02030	Reservatório Billings	65	69	73	70	69
	BILL02100	Reservatório Billings	62	69	71	67	68
	BILL02500	Reservatório Billings	61	65	63	64	65
	BILL02900	Reservatório Billings	58	60	60	60	63
	BIRP00500	Braço do Rio Pequeno	-	-	-	56	55
	BITQ00100	Braço do Taquacetuba	58	64	65	65	64
	GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	49	48	54	57	53
	PIRE02900	Ribeirão Pires	57	56	68	66	60
Billings-Tamanduateí	RGDE02030	Reservatório do Rio Grande	-	-	-	60	58
	RGDE02200	Reservatório do Rio Grande	61	64	62	61	62
	RGDE02900	Reservatório do Rio Grande	54	58	58	57	56
Cotia-Guarapiranga	CIPO00900	Ribeirão do Cipó	54	56	61	56	57
	COGR00900	Reservatório das Graças	52	55	56	56	56
	COTI03800	Rio Cotia	-	60	60	60	60
	EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	46	47	51	50	53
	EMMI02900	Rio Embu-Mirim	53	61	65	60	58
	GUAR00100	Reservatório do Guarapiranga	58	67	69	64	65
	GUAR00900	Reservatório do Guarapiranga	57	61	65	60	61
	MOVE03500	Ribeirão Moinho Velho	-	57	65	62	61
PEDA03900	Ribeirão das Pedras	-	58	69	60	61	
Juqueri-Cantareira	ACLA00500	Reservatório Águas Claras	-	-	49	50	49
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	45	46	49	51	53
	JQJU00900	Res. Juqueri ou Paiva Castro	49	51	51	54	53
	JQRI03300	Rio Juqueri	-	52	-	58	57
	JQRI03800	Rio Juqueri	-	59	-	59	62
Penha-Pinheiros	RCAB00900	Res. do Cabuçu	51	54	57	56	56
Pinheiros-Pirapora	COTI03900	Rio Cotia	58	60	66	63	60
	VEME04250	Ribeirão Vermelho ou Mutinga	-	sd	70	69	71

Legenda:	Ultraoligotrófico IET ≤ 47	Oligotrófico 47 < IET ≤ 52	Mesotrófico 52 < IET ≤ 59	Eutrófico 59 < IET ≤ 63	Supereutrófico 63 < IET ≤ 67	Hipereutrófico IET > 67
-----------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------------

Fonte: CETESB, 2013 a 2017



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.4 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IET

O **Mapa RPD-25** ilustra a classificação de IET observada em 2016 nos pontos de monitoramento da CETESB pertencentes à UGRHI 06.

• **Índice de Balneabilidade das Praias em Rios e Reservatórios – IB (Indicador E.01-G)**

A avaliação da qualidade das praias dos reservatórios Guarapiranga e Billings é realizada através do IB (indicador E.01-G). Os resultados observados ao longo dos anos de 2012 a 2016, apresentados na **Tabela 6.6**, mostraram que houve estabilidade quanto à situação qualitativa das 14 praias monitoradas, com cinco praias impróprias para banho, como na Praia Miami Paulista (GUAR00301) e na Prainha em frente à ETE (BILL02801), ambas classificadas com qualidade péssima. Dentre as causas do comprometimento qualitativo estão a redução dos níveis de água dos reservatórios e o aporte de cargas afluentes.

Comparando os resultados de 2015 e 2016, observa-se que quatro praias estiveram piores em 2016, tornando-as impróprias para banho a maior parte do ano, exemplificado pela Praia Dedo de Deus (GUAR00101), que passou da condição de balneabilidade regular para péssima, pela Praia do Club Tahiti (RGDE02301), de regular para ruim, e pela Prainha do Parque Municipal do Estoril, próximo ao Zoo (RGDE02851), passando de ótima para regular. Apesar da piora da qualidade da água no ponto do RGDE02851, as águas desta praia continuam próprias para banho na maior parte do tempo.

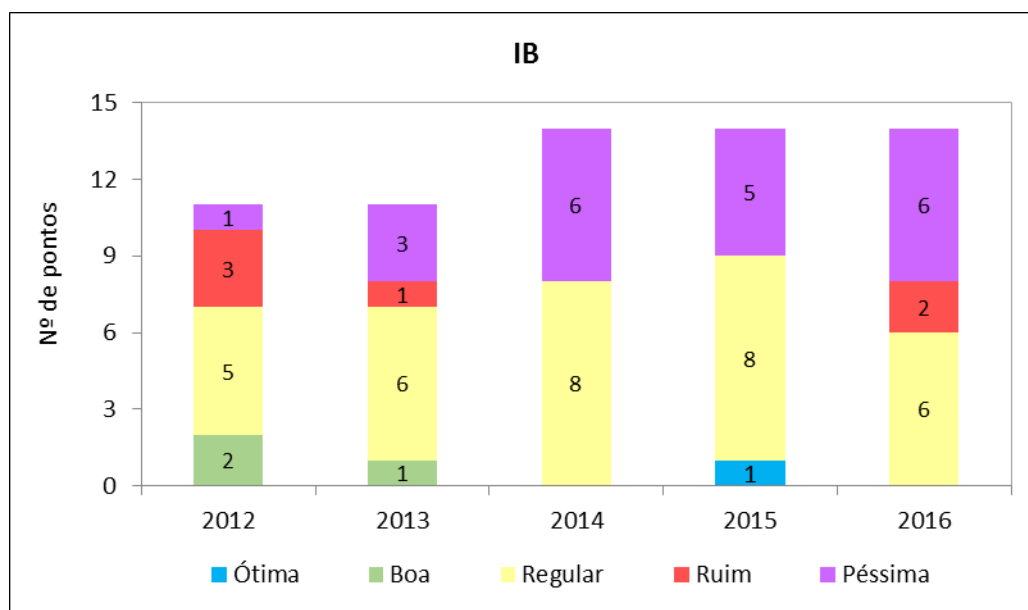
Tabela 6.6 - Evolução do IB no período de 2012 a 2016

Sub-bacia	Código do ponto	Local de amostragem	2012	2013	2014	2015	2016
Billings-Tamanduatei	BILL02801	Prainha em frente à ETE					
	RGDE02301	Prainha do Club Tahiti					
	RGDE02701	Clube de Campo Sind. Metal. ABC					
	RGDE02851	Prainha do Parque Municipal do Estoril, próximo ao Zoo					
	RGDE02901	Prainha do Parque Municipal do Estoril					
Cotia-Guarapiranga	GUAR00051	Prainha do Bairro do Crispim					
	GUAR00101	Praia Dedo de Deus - M'Boi Mirim	-	-			
	GUAR00301	Praia Miami Paulista (Aracati)					
Cotia-Guarapiranga	GUAR00401	Marina Guaraci					
	GUAR00452	Prainha do Jardim Represa (Hidroavião)					
	GUAR00602	Praia no Restaurante Interlagos - Guarujapiranga	-				
	GUAR00611	No píer da Escola de Esportes Náuticos Wind Clube	-	-			
	GUAR00702	Praia do Sol (Marina Guarapiranga)					
	GUAR00751	Em frente ao píer do Yacht Club Paulista	-	-			

Legenda: Ótima Boa Regular Ruim Péssima

Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Na Figura 6.5 mostra-se o quantitativo de pontos de monitoramento em cada categoria de IB no período de 2012 a 2016.



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.5 - Quantitativo de pontos de monitoramento por categoria de IB

No que se refere à classificação semanal das praias dos reservatórios Guarapiranga e Billings (indicador I.05-B), apresentada na Tabela 6.7, verifica-se que o percentual de amostras em condições próprias para balneabilidade decresce linearmente ao longo do período analisado, onde em 2012 contabilizou-se 75,5% de praias próprias para banho, enquanto que em 2016, este percentual é reduzido para 57,1%. As possíveis causas podem estar relacionadas à redução dos níveis de água dos reservatórios e o aporte de cargas poluentes.

Tabela 6.7 - Classificação das praias no período de 2012 a 2016 (indicador I.05-B)

Classificação	2012		2013		2014		2015		2016	
	Número de Amostras	%	Número de Amostras	%	Número de Amostras	%	Número de Amostras	%	Número de Amostras	%
Própria	404	72,8	390	70,7	411	58,0	444	62,5	399	57,1
Imprópria	151	27,2	162	29,3	298	42,0	266	37,5	300	42,9
Total	555	100	552	100	709	100	710	100	699	100

Fonte: CETESB, 2013 a 2017

A **Tabela 6.8** mostra um detalhamento da classificação das águas das praias dos dois reservatórios no ano de 2016. Nota-se que 57,1% ou 399 das amostras apresentaram balneabilidade próprias (**P**), enquanto que não houve nenhuma amostra considerada própria sistematicamente boa (**SB**). Já as amostras que tiveram balneabilidade considerada impróprias com presença de *Escherichia coli* (**I**), apresentaram um percentual de 37,1% ou 259 amostras; as impróprias com presença de algas (**IA**) representaram 3,1% ou 22 amostras; e as impróprias com presença de *Escherichia coli* e algas (**IB**) totalizaram 2,7% ou 19 amostras.

No **Mapa RPD-26** é ilustrado os resultados de IB observados no ano de 2016 nas praias dos reservatórios da UGRHI 06.

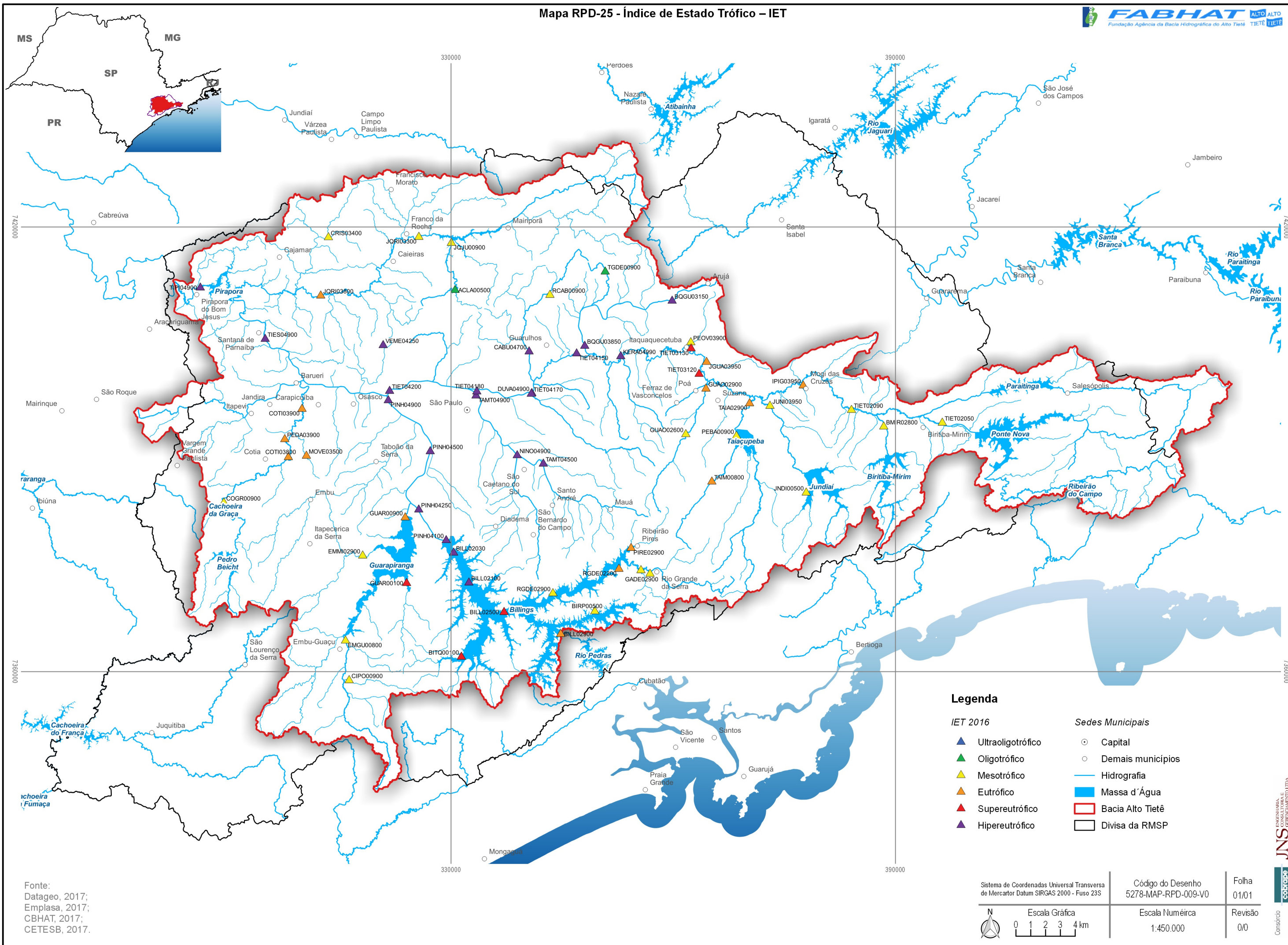
Tabela 6.8 - Classificação das praias por categoria no ano de 2016

Categoria	Número de amostras	Classificação	Total de amostras
P	399	Própria	399
SB	0		
I	259	Imprópria	300
IA	22		
IB	19		

Legenda: **P** – Própria
SB – Sistematicamente Boa
I – Imprópria (presença de *Escherichia coli*)
IA – Imprópria (presença de algas)
IB – Imprópria (presença de *Escherichia coli* e algas)

Fonte: CETESB, 2017

Mapa RPD-25 - Índice de Estado Trófico - IET



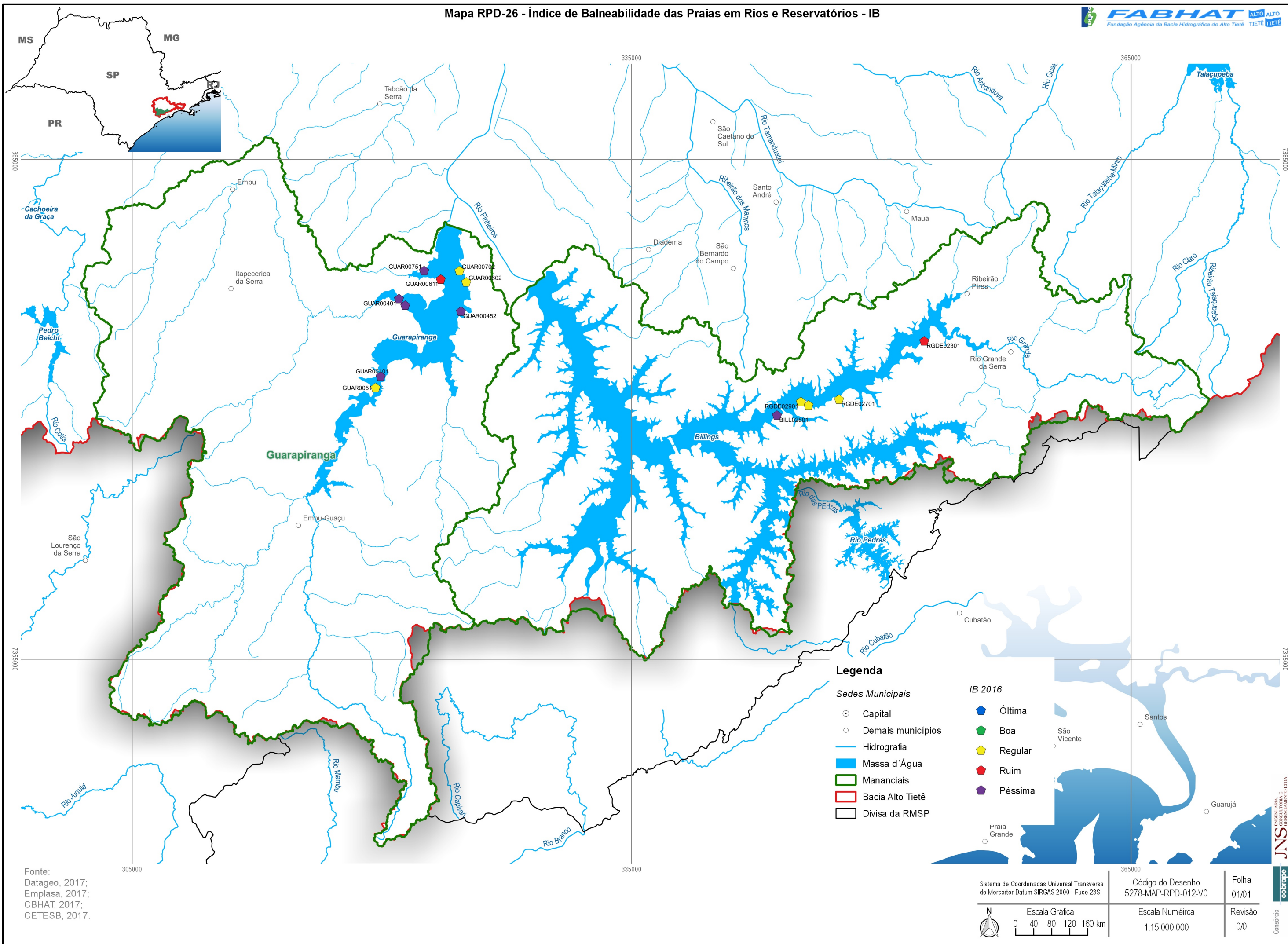
Legenda

- | | | | |
|---------------------|----------------|-------------------------|------------------|
| IET 2016 | | Sedes Municipais | |
| ▲ Ultraoligotrófico | ○ Capital | ○ Demais municípios | — Hidrografia |
| ▲ Oligotrófico | ○ Massa d'Água | — Bacia Alto Tietê | — Divisa da RMSP |
| ▲ Mesotrófico | | | |
| ▲ Eutrófico | | | |
| ▲ Supereutrófico | | | |
| ▲ Hipereutrófico | | | |

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
CETESB, 2017.

<p>Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km</p>	Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-009-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0	Consórcio

Mapa RPD-26 - Índice de Balneabilidade das Praias em Rios e Reservatórios - IB



Legenda

- Sedes Municipais**
- Capital
 - Demais municípios
 - Hidrografia
 - Massa d'Água
 - Mananciais
 - Bacia Alto Tietê
 - Divisa da RMSP

- IB 2016**
- Ótima
 - Boa
 - Regular
 - Ruim
 - Péssima

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
CETESB, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S

Escala Gráfica: 0 40 80 120 160 km

Código do Desenho: 5278-MAP-RPD-012-V0

Escala Numérica: 1:15.000.000

Folha: 01/01

Revisão: 0/0

- **Parâmetros de qualidade da água**

A avaliação dos parâmetros de qualidade da água considerou três variáveis: DBO, OD e fósforo total. As concentrações observadas ao longo do período de 2012 a 2016, através do monitoramento da CETESB, foram comparadas com os limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, cujos valores estão apresentados na **Tabela 6.9**. Os corpos hídricos enquadrados na classe especial foram comparados com os padrões de qualidade da classe 1, da Resolução CONAMA 357/2005, uma vez que não há definição de critérios para esta classe. Os parâmetros DBO e fósforo total não apresentam padrões de qualidade da água definidos para a classe 4, impossibilitando a comparação com os limites de concentração preconizados na legislação.

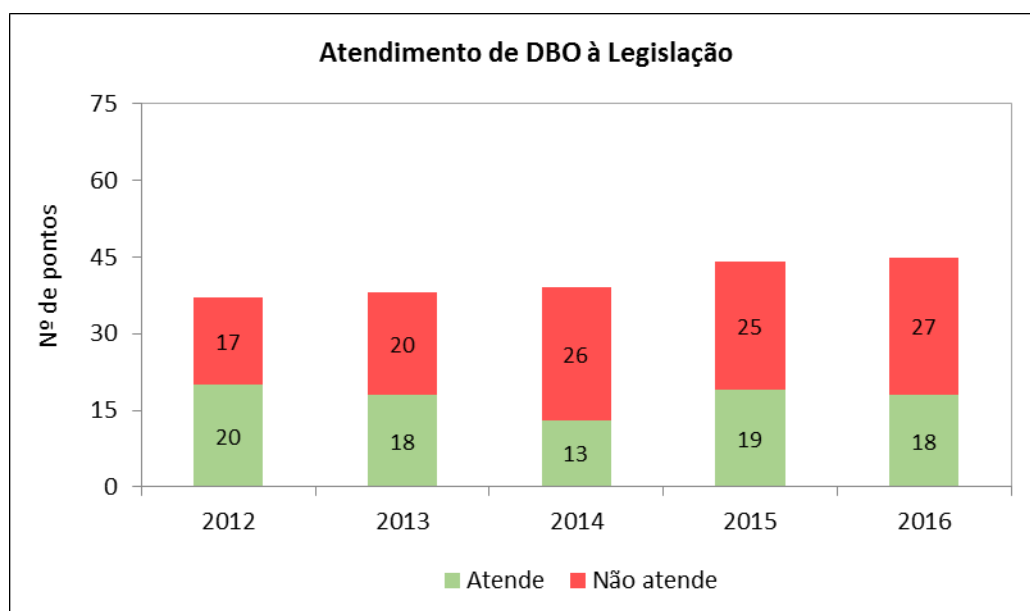
Tabela 6.9 - Condições e padrões de qualidade da água, segundo a Resolução CONAMA 357/2005

Parâmetros	Condições	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
OD [mg/L O ₂]	-	≥ 6,0	≥ 5,0	≥ 4,0	> 2,0
DBO [mg/L O ₂]	-	< 3,0	< 5,0	< 10,0	-
Fósforo Total [mg/L P]	Ambiente lântico	0,020	0,030	0,050	-
	Ambiente intermediário (tempo de residência entre 2 e 40 dias) e tributários diretos de ambiente lântico	0,025	0,050	0,075	-
	Ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários	0,10	0,10	0,15	-

Durante todo o período analisado, verifica-se que o parâmetro DBO apresentou pelo menos 40% dos pontos monitorados em conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as classes de enquadramento em que os corpos d'água se encontram. O maior percentual foi observado no ano de 2012, com 54,1% dos pontos em conformidade. Nos anos subsequentes (2013 e 2014) este percentual decaiu (47,4% e 33,3%, respectivamente), com recuperação em 2015 (43,2%), e queda novamente em 2016 (40,0%). Vale mencionar que os cursos d'água enquadrados na classe 4 não fizeram parte desta análise, englobando 26 pontos de monitoramento, por não haver padrão de qualidade da água definido na legislação vigente para esta classe. A **Figura 6.6** mostra o número de pontos que atenderam e não atenderam aos padrões da Resolução CONAMA 357/2005 nos últimos cinco anos.

No ano de 2016, destaca-se o Rio Tietê, onde os três pontos enquadrados nas classes 1 a 3 na UGRHI 06, apresentaram conformidade com as classes de enquadramento em que se encontram. Por outro lado, os pontos localizados a partir da confluência com o Rio Baquirivu-Guaçu, as concentrações do parâmetro foram elevadas, com valores acima de 10 mg/L.

O Braço do Taquacetuba (BITQ00100) está enquadrado como classe especial, e o Ribeirão Jaguari (JGUA03950) como classe 3, porém as concentrações observadas em 2016 destes dois pontos foram típicas de classe 2, para o primeiro ponto, e acima do limite para a classe 3, para o segundo ponto, ou seja, ambos não atenderam os padrões de qualidade da água para as classes em que se encontram. As não conformidades indicam que os trechos correspondentes a estes pontos de monitoramento podem ter sofrido a influência do longo período de estiagem no ano de 2015, diminuindo a capacidade de diluição dos corpos d'água, além de possível recebimento de contribuições de esgoto sanitários tratados e não tratados e da carga difusa urbana.



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.6 - Atendimento de DBO à legislação

Na **Tabela 6.10** são apresentados: (i) classe de enquadramento dos corpos d'água monitorados, de acordo com o Decreto Estadual 10.755/1977; (ii) concentração média observada de DBO nos anos de 2012 a 2016; e (iii) classe de equivalência do parâmetro, considerando as concentrações médias anuais e comparadas com os padrões de qualidade da água da Resolução CONAMA 357/2005, com a exclusão dos cursos d'água enquadrados na classe 4. A representação da cor verde significa que houve atendimento do parâmetro à sua classe de enquadramento, enquanto que a cor vermelha significa que não houve atendimento do parâmetro à sua classe.

Tabela 6.10 - Concentrações médias de DBO e sua classe de equivalência

Sub-bacia	Nome do Ponto	Classe de Enquadramento	2012		2013		2014		2015		2016	
			Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe
Cabeceiras	BMIR02800	2	5,0	2	3,0	1	3,0	1	3,0	1	3,0	1
	BQGU03150	3	31,0	SCE	24,0	SCE	30,0	SCE	39,0	SCE	45,0	SCE
	BQGU03850	3	64,0	SCE	73,0	SCE	86,0	SCE	88,0	SCE	106,0	SCE
	GUAO02600	2	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	3
	GUAO02900	2	-	-	-	-	-	-	28,0	SCE	24,0	SCE
	IPIG03950	3	-	-	-	-	-	-	20,0	SCE	24,0	SCE
	JGUA03950	3	63,0	SCE	59,0	SCE	95,0	SCE	79,0	SCE	79,0	SCE
	JNDI00500	Especial	3,0	1	3,0	1	3,0	1	5,0	2	4,2	2
	JUNIO3950	3	-	-	-	-	-	-	18,0	SCE	13,0	SCE
	KERA04990	4	57,0	SCE	75,0	SCE	70,0	SCE	101,0	SCE	68,0	SCE
	PEBA00900	Especial	3,0	1	3,0	1	3,2	2	3,0	1	4,3	2
	PEOV03900	3	32,0	SCE	50,0	SCE	52,0	SCE	58,0	SCE	24,0	SCE
	TAIA02800	2	5,0	2	3,0	1	-	-	-	-	-	-
	TAIA02900	2	-	-	-	-	27,0	SCE	42,0	SCE	15,0	SCE
	TAIM00800	Especial	6,0	3	5,0	2	5,3	3	8,0	3	7,3	3
	TGDE00900	Especial	3,0	1	3,0	1	3,7	2	3,0	1	3,0	1
	TIET02050	2	4,0	2	3,0	1	3,0	1	4,0	2	3,0	1
	TIET02090	2	7,0	3	3,0	1	3,0	1	4,0	2	3,0	1
	TIET03120	3	11,0	SCE	13,0	SCE	33,0	SCE	14,0	SCE	18,0	SCE
	TIET03130	3	9,0	3	12,0	SCE	22,0	SCE	11,0	SCE	10,0	3
Billings-Tamanduatei	BILL02030	2	14,0	SCE	13,0	SCE	15,0	SCE	11,0	SCE	11,0	SCE
	BILL02100	2	7,0	3	15,0	SCE	14,0	SCE	7,0	3	8,3	3
	BILL02500	2	5,0	2	6,0	3	5,0	2	7,0	3	4,5	2
	BILL02900	2	3,0	1	4,0	2	3,3	2	3,0	1	3,5	2
	BIRP00500	Especial	-	-	-	-	-	-	3,0	1	3,1	2
	BITQ00100	Especial	3,0	1	8,0	3	9,2	3	7,0	3	3,6	2
	CORU04950	4	147,0	SCE	139,0	SCE	182,0	SCE	145,0	SCE	117,0	SCE
	GADE02900	2	3,0	1	3,0	1	3,0	1	4,0	2	3,3	2
	NINO04900	4	63,0	SCE	77,0	SCE	75,0	SCE	84,0	SCE	79,0	SCE
	PIRE02900	2	10,0	3	10,0	3	22,0	SCE	20,0	SCE	10,0	3
	RGDE02030	2	-	-	-	-	-	-	3,0	1	3,3	2
	RGDE02200	2	12,0	SCE	4,0	2	4,0	2	4,0	2	4,2	2
	RGDE02900	2	4,0	2	3,0	1	3,0	1	3,0	1	3,3	2
	TAMT04250	4	-	-	-	-	86,0	SCE	86,0	SCE	82,0	SCE
	TAMT04500	4	71,0	SCE	67,0	SCE	92,0	SCE	73,0	SCE	74,0	SCE
Cotia-Guarapiranga	CIPO00900	Especial	4,0	2	11,0	SCE	8,2	3	5,0	2	4,2	2
	COGR00900	Especial	3,0	1	3,0	1	3,3	2	3,0	1	3,2	2
	COTI03800	3	7,0	3	10,0	3	17,0	SCE	13,0	SCE	10,0	3
	EMGU00800	Especial	3,0	1	3,0	1	3,2	2	3,0	1	3,0	1
	EMMI02900	2	6,0	3	7,0	3	6,3	3	5,0	2	5,3	3
	GUAR00100	Especial	4,0	2	8,0	3	10,0	3	5,0	2	5,8	3
	GUAR00900	Especial	4,0	2	5,0	2	4,2	2	4,0	2	5,0	2
	MOVE03500	3	10,0	3	12,0	SCE	15,0	SCE	12,0	SCE	10,0	3
	PEDA03900	3	52,0	SCE	18,0	SCE	21,0	SCE	14,0	SCE	14,0	SCE
Juqueri-Cantareira	ACLA00500	Especial	-	-	-	-	3,0	1	3,0	1	3,0	1
	CRIS03400	3	3,0	1	3,0	1	3,5	2	3,0	1	3,3	2
	JQJU00900	Especial	3,0	1	3,0	1	3,0	1	3,0	1	3,0	1
	JQRI03300	3	-	-	3,0	1	8,5	3	10,0	3	8,6	3
	JQRI03800	3	19,0	SCE	24,0	SCE	49,0	SCE	27,0	SCE	34,0	SCE

Tabela 6.10 - Concentrações médias de DBO e sua classe de equivalência (cont)

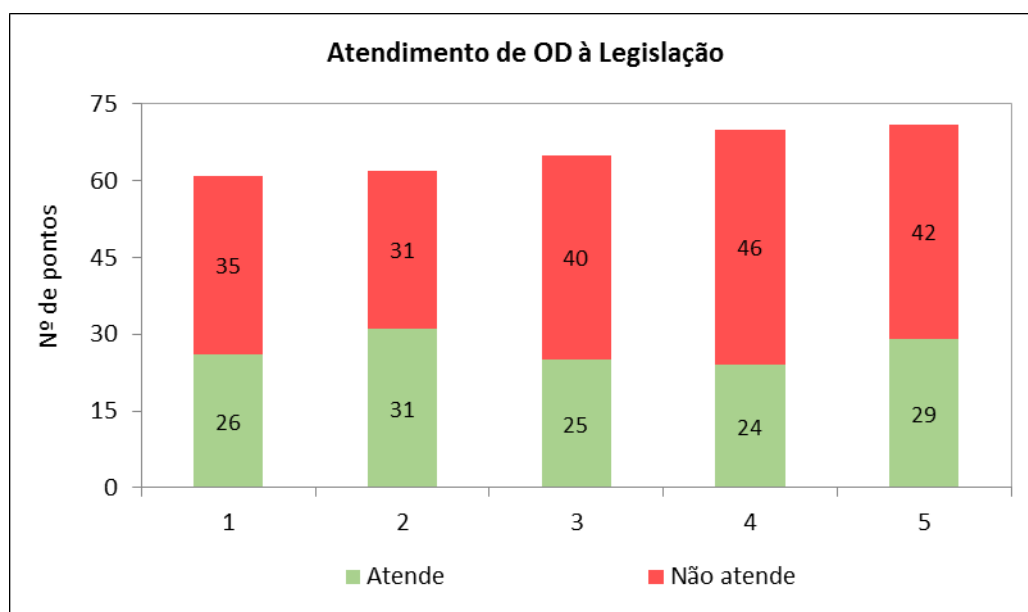
Sub-bacia	Nome do Ponto	Classe de Enquadramento	2012		2013		2014		2015		2016	
			Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe
Penha-Pinheiros	CABU04700	4	58,0	SCE	78,0	SCE	63,0	SCE	93,0	SCE	63,0	SCE
	DUVA04900	4	42,0	SCE	45,0	SCE	45,0	SCE	52,0	SCE	28,0	SCE
	IPIR04900	4	65,0	SCE	56,0	SCE	29,0	SCE	21,0	SCE	21,0	SCE
	JUÇA04900	4	58,0	SCE	81,0	SCE	83,0	SCE	58,0	SCE	66,0	SCE
	PINH04100	4	13,0	SCE	16,0	SCE	17,0	SCE	17,0	SCE	15,0	SCE
	PINH04250	4	32,0	SCE	38,0	SCE	50,0	SCE	50,0	SCE	63,0	SCE
	PINH04500	4	28,0	SCE	44,0	SCE	50,0	SCE	36,0	SCE	45,0	SCE
	PINH04900	4	40,0	SCE	62,0	SCE	67,0	SCE	58,0	SCE	53,0	SCE
	RCAB00900	Especial	3,0	1	3,0	1	3,7	2	3,0	1	3,2	2
	SPRA04850	4	62,0	SCE	80,0	SCE	72,0	SCE	55,0	SCE	56,0	SCE
	TAMT04600	4	56,0	SCE	63,0	SCE	75,0	SCE	102,0	SCE	83,0	SCE
	TAMT04900	4	98,0	SCE	97,0	SCE	87,0	SCE	103,0	SCE	69,0	SCE
	TIET04150	4	30,0	SCE	41,0	SCE	56,0	SCE	51,0	SCE	37,0	SCE
	TIET04170	4	33,0	SCE	41,0	SCE	55,0	SCE	58,0	SCE	53,0	SCE
	TIET04180	4	31,0	SCE	53,0	SCE	53,0	SCE	41,0	SCE	41,0	SCE
	TIET04200	4	33,0	SCE	55,0	SCE	64,0	SCE	58,0	SCE	47,0	SCE
	UARE04550	4	52,0	SCE	78,0	SCE	75,0	SCE	76,0	SCE	65,0	SCE
ZVUS04950	4	66,0	SCE	86,0	SCE	78,0	SCE	64,0	SCE	82,0	SCE	
Pinheiros-Pirapora	COTI03900	3	8,0	3	12,0	SCE	16,0	SCE	17,0	SCE	16,0	SCE
	SJBA04950	4	45,0	SCE	44,0	SCE	100,0	SCE	55,0	SCE	68,0	SCE
	TIES04900	4	33,0	SCE	50,0	SCE	56,0	SCE	57,0	SCE	37,0	SCE
	TIPI04900	4	26,0	SCE	45,0	SCE	43,0	SCE	42,0	SCE	28,0	SCE
	VEME04250	4	-	-	-	-	7,3	3	7,0	3	6,3	3

Obs.: SCE significa que não foi possível determinar a classe de equivalência ao enquadramento do ponto de monitoramento por apresentar concentração de DBO superior ao padrão de qualidade preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 3.

Legenda: Atende Não Atende

Situação semelhante à DBO ocorreu para o parâmetro OD (indicador E.01-E), onde, pelo menos, 58,0% dos pontos de monitoramento apresentaram baixas concentrações, cujos valores não são equivalentes aos limites preconizados as classes de enquadramento que se encontram os corpos hídricos. A **Figura 6.7** apresenta o quantitativo de pontos que atenderam e não atenderam a Resolução CONAMA 357/2005.

Especificamente em 2016, OD esteve em desconformidade com a legislação em 59,2% dos pontos de monitoramento e, comparado aos dois anteriores, apresentou melhora na qualidade da água para este parâmetro. Destaca-se que 29 pontos apresentaram concentrações inferiores ao limite da classe 4, ou seja, menor que 2,0 mg/L, como no Reservatório de Pirapora (TIPI04900), com concentração de 0,6 mg/L; no Reservatório Edgard de Souza (TIES04900), com concentração de 0,7 mg/L; no Rio Pinheiros (PINH04250, PINH04500 e PINH04900), com concentrações médias dos pontos de 0,9 mg/L; e Rio Tamanduateí (TAMT04250, TAMT04500, TAMT04600 e TAMT04900), com concentrações médias dos pontos de 1,0 mg/L. Assim como para DBO, os baixos valores de OD indicam a influência do regime de chuvas menos intenso no período, diminuindo a capacidade de diluição dos corpos d'água; recebimento de contribuições de esgotos tratados e não tratados, devido ao crescimento populacional e de ocupações irregulares; e as cargas difusas provenientes da área urbana.



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.7 - Atendimento de OD à legislação (indicador E.01-E)

Na **Tabela 6.11** são apresentados: (i) classe de enquadramento dos corpos d'água monitorados, de acordo com o Decreto Estadual 10.755/1977; (ii) concentração média observada de OD ao longo do período analisado (2012 a 2016); e (iii) classe de equivalência do parâmetro, considerando as concentrações médias anuais e comparadas com os padrões de qualidade da água da Resolução CONAMA 357/2005. A representação da cor verde significa que houve atendimento do parâmetro à sua classe de enquadramento, enquanto que a cor vermelha significa que não houve atendimento do parâmetro à sua classe.

Tabela 6.11 - Concentrações médias de OD e sua classe de equivalência

Sub-bacia	Nome do Ponto	Classe de Enquadramento	2012		2013		2014		2015		2016	
			Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe
Cabeceiras	BMIR02800	2	7,0	1	6,7	1	6,9	1	6,5	1	6,9	1
	BQGU03150	3	7,2	1	6,1	1	8,3	1	4,3	3	5,2	2
	BQGU03850	3	1,3	SCE	1,8	SCE	0,4	SCE	0,6	SCE	1,3	SCE
	GUAO02600	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	4
	GUAO02900	2	-	-	-	-	-	-	1,5	SCE	1,9	SCE
	IPIG03950	3	-	-	-	-	-	-	1,7	SCE	2,8	4
	JGUA03950	3	1,4	SCE	1,5	SCE	0,8	SCE	0,5	SCE	1,3	SCE
	JNDI00500	Especial	7,5	1	7,5	1	7,8	1	7,4	1	6,6	1
	JUNIO3950	3	-	-	-	-	-	-	0,8	SCE	1,3	SCE
	KERA04990	4	0,9	SCE	1,8	SCE	0,5	SCE	0,7	SCE	1,2	SCE
	PEBA00900	Especial	7,8	1	7,6	1	8,1	1	6,9	1	7,5	1
	PEOV03900	3	3,6	4	3,2	4	3,5	4	2,0	4	3,3	4
	TAIA02800	2	7,7	1	7,9	1	-	-	-	-	-	-
	TAIA02900	2	-	-	-	-	1,6	SCE	1,4	SCE	1,6	SCE
	TAIM00800	Especial	2,7	4	4,0	3	2,3	4	2,5	4	4,7	3
	TGDE00900	Especial	7,4	1	7,0	1	6,8	1	6,4	1	7,1	1
	TIET02050	2	5,0	2	5,6	2	5,4	2	5,3	2	4,1	3
	TIET02090	2	5,2	2	4,9	3	4,2	3	2,6	4	3,9	4
	TIET03120	3	0,8	SCE	1,2	SCE	0,6	SCE	0,5	SCE	1,6	SCE
TIET03130	3	0,6	SCE	1,1	SCE	0,9	SCE	0,5	SCE	1,0	SCE	
Billings-Tamanduatei	BILL02030	2	6,9	1	2,6	4	9,7	1	4,9	3	5,9	2
	BILL02100	2	7,9	1	5,6	2	10,0	1	6,1	1	6,9	1
	BILL02500	2	8,2	1	8,9	1	8,6	1	8,5	1	7,6	1
	BILL02900	2	7,9	1	7,8	1	8,4	1	8,5	1	8,9	1
	BIRP00500	Especial	-	-	-	-	-	-	8,3	1	8,0	1
	BITQ00100	Especial	8,4	1	7,4	1	9,6	1	9,9	1	8,9	1
	CORU04950	4	1,4	SCE	1,7	SCE	0,6	SCE	0,9	SCE	1,4	SCE
	GADE02900	2	4,8	3	5,5	2	4,1	3	4,6	3	5,1	2
	NINO04900	4	1,2	SCE	1,7	SCE	1,4	SCE	0,9	SCE	1,9	SCE
	PIRE02900	2	2,7	4	3,6	4	1,5	SCE	2,6	4	2,4	4
	RGDE02030	2	-	-	-	-	-	-	5,8	2	6,1	1
	RGDE02200	2	9,0	1	7,9	1	8,6	1	8,7	1	9,3	1
	RGDE02900	2	7,9	1	7,4	1	7,1	1	7,3	1	7,8	1
	TAMT04250	4	-	-	-	-	0,6	SCE	0,5	SCE	1,6	SCE
	TAMT04500	4	1,0	SCE	2,7	4	0,8	SCE	0,5	SCE	1,0	SCE
Cotia-Guarapiranga	CIPO00900	Especial	3,7	4	4,8	3	1,7	SCE	3,6	4	2,9	4
	COGR00900	Especial	7,9	1	7,8	1	8,6	1	7,7	1	7,9	1
	COTI03800	3	2,6	4	3,1	4	1,6	SCE	2,5	4	2,9	4
	EMGU00800	Especial	6,5	1	6,7	1	6,4	1	6,4	1	6,6	1
	EMMI02900	2	3,7	4	2,2	4	3,2	4	2,8	4	3,8	4
	GUAR00100	Especial	6,0	1	3,9	4	4,5	3	3,4	4	4,5	3
	GUAR00900	Especial	8,2	1	7,7	1	7,4	1	6,9	1	7,0	1
	MOVE03500	3	5,6	2	6,4	1	4,9	3	3,5	4	4,8	3
	PEDA03900	3	3,4	4	4,6	3	3,5	4	2,9	4	3,9	4
Juqueri-Cantareira	ACLA00500	Especial	-	-	-	-	7,8	1	6,5	1	6,3	1
	CRIS03400	3	7,0	1	7,2	1	6,4	1	6,6	1	7,3	1
	JQJU00900	Especial	8,1	1	7,7	1	8,2	1	7,9	1	7,7	1
	JQRI03300	3	-	-	1,7	SCE	0,8	SCE	1,2	SCE	1,6	SCE
	JQRI03800	3	0,6	SCE	1,0	SCE	0,7	SCE	0,5	SCE	1,0	SCE

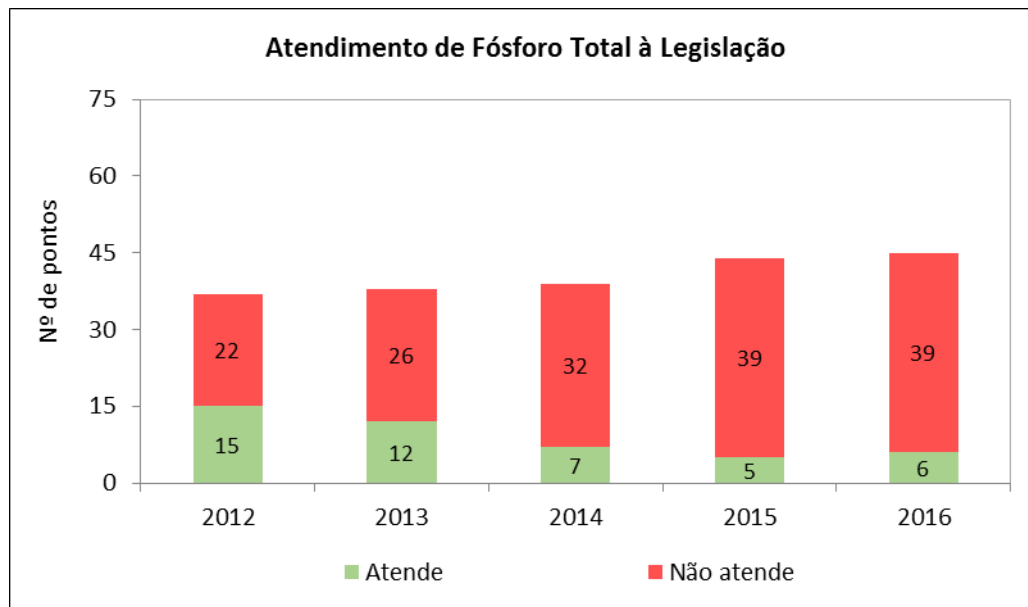
Tabela 6.11 - Concentrações médias de OD e sua classe de equivalência

Sub-bacia	Nome do Ponto	Classe de Enquadramento	2012		2013		2014		2015		2016	
			Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe
Penha-Pinheiros	CABU04700	4	1,3	SCE	0,8	SCE	0,8	SCE	0,3	SCE	1,0	SCE
	DUVA04900	4	1,6	SCE	0,8	SCE	1,4	SCE	1,1	SCE	1,8	SCE
	IPIR04900	4	0,9	SCE	2,4	4	3,5	4	3,6	4	4,3	3
	JUÇA04900	4	2,1	4	2,2	4	1,2	SCE	1,6	SCE	2,1	4
	PINH04100	4	2,3	4	4,6	3	4,2	3	1,5	SCE	4,4	3
	PINH04250	4	0,7	SCE	2,9	4	2,4	4	0,6	SCE	1,2	SCE
	PINH04500	4	1,1	SCE	2,2	4	0,7	SCE	0,4	SCE	0,9	SCE
	PINH04900	4	0,3	SCE	1,3	SCE	0,6	SCE	0,4	SCE	0,7	SCE
	RCAB00900	Especial	8,4	1	8,5	1	7,6	1	7,5	1	7,6	1
	SPRA04850	4	2,3	4	1,7	SCE	1,3	SCE	2,3	4	3,0	4
	TAMT04600	4	0,9	SCE	1,0	SCE	1,1	SCE	1,0	SCE	0,9	SCE
	TAMT04900	4	0,9	SCE	1,5	SCE	0,7	SCE	0,3	SCE	0,5	SCE
	TIET04150	4	1,2	SCE	1,5	SCE	0,6	SCE	0,6	SCE	1,2	SCE
	TIET04170	4	0,9	SCE	1,7	SCE	1,4	SCE	1,4	SCE	1,8	SCE
	TIET04180	4	0,5	SCE	0,6	SCE	0,6	SCE	0,7	SCE	0,8	SCE
	TIET04200	4	0,4	SCE	1,0	SCE	0,5	SCE	0,5	SCE	0,7	SCE
	UARE04550	4	2,5	4	2,2	4	1,6	SCE	0,6	SCE	2,4	4
	ZVUS04950	4	0,9	SCE	1,2	SCE	0,8	SCE	0,5	SCE	1,7	SCE
Pinheiros-Pirapora	COTI03900	3	4,4	3	5,0	2	3,9	4	3,8	4	3,5	4
	SJBA04950	4	1,9	SCE	2,1	4	0,6	SCE	1,1	SCE	1,6	SCE
	TIES04900	4	0,5	SCE	0,7	SCE	0,4	SCE	0,3	SCE	0,7	SCE
	TIP104900	4	1,4	SCE	0,9	SCE	0,3	SCE	0,4	SCE	0,6	SCE
	VEME04250	4	-	-	-	-	7,1	1	6,3	1	6,9	1

Obs.: SCE significa que não foi possível determinar a classe de equivalência ao enquadramento do ponto de monitoramento por apresentar concentração de OD inferior ao padrão de qualidade preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 4.

Legenda: Atende Não Atende

Já o parâmetro fósforo total não esteve compatível com os limites estabelecidos pela legislação vigente em todo o período monitorado. O ano de 2012 foi o que o apresentou maior número de pontos de monitoramento em conformidade, 40,5%, enquanto que 2015 foi o ano que apresentou maior desconformidade, com 88,6% dos pontos de monitoramento. A **Figura 6.8** contabiliza o número de pontos de monitoramento que atenderam e não atenderam a Resolução CONAMA 357/2005.

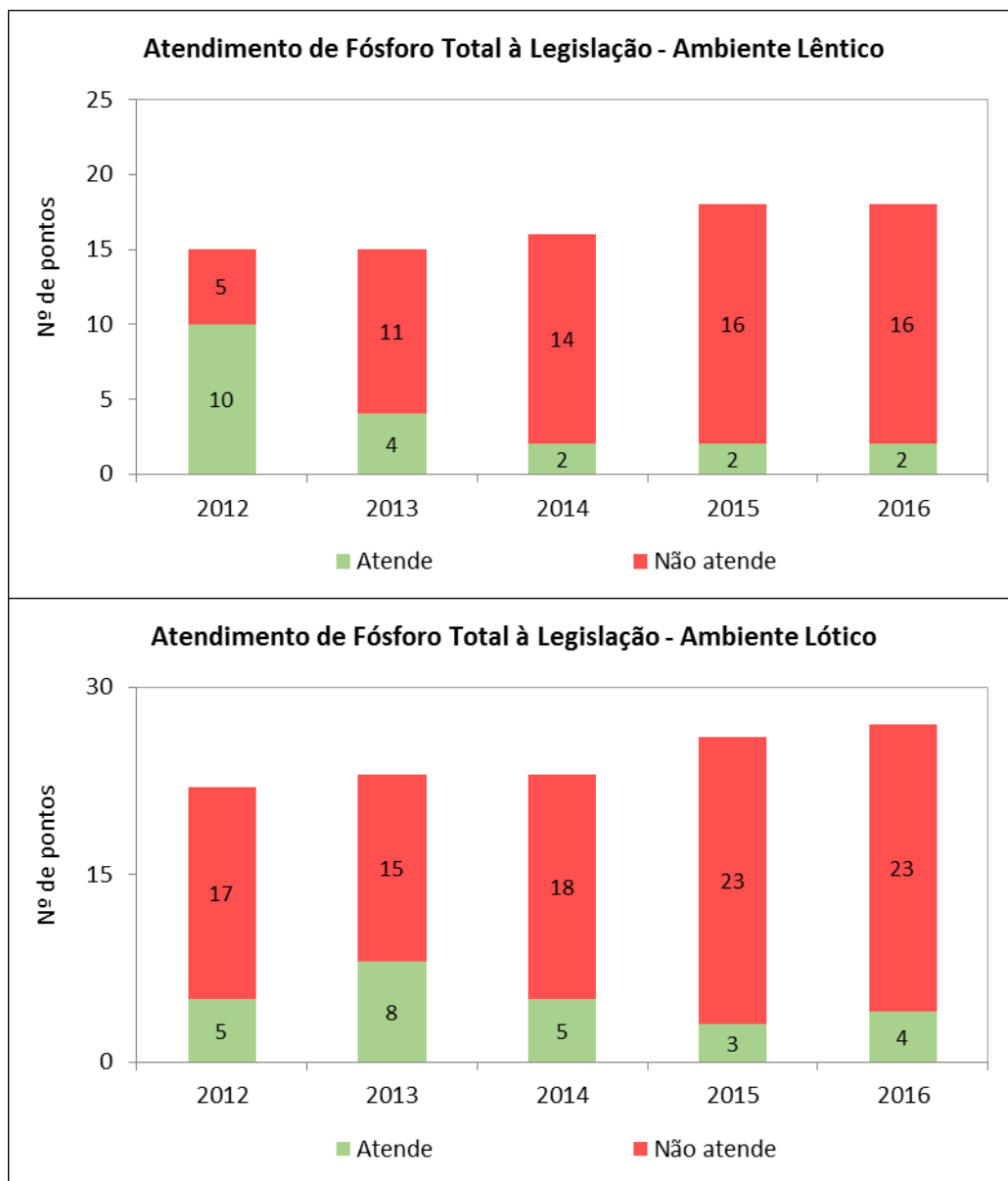


Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.8 -Atendimento de fósforo total à legislação

A Resolução CONAMA 357/2005 apresenta limites distintos para fósforo total em ambientes lêntico e lótico, sendo assim, realizou-se a avaliação das concentrações deste parâmetro por tipo de ambiente. Os pontos localizados em reservatórios (lêntico) apresentaram evolução negativa no período analisado, atingindo 89,0% dos pontos em desconformidade com a legislação em 2015 e 2016. Nos pontos localizados em rios (lótico), excluindo-se os enquadrados na classe 4, observa-se situação semelhante aos reservatórios, em que predominaram as concentrações de fósforo total não compatíveis com a Resolução CONAMA 357/2005 nos cinco anos, com crescimento do número de pontos que não atendem a lei ao longo dos anos. A **Figura 6.9** mostra o quantitativo de pontos que atenderam e não atenderam a legislação em cada ambiente.

Desconsiderando os corpos hídricos enquadrados na classe 4 por não possuírem padrões de qualidade para fósforo total, em 2016, 39 pontos de monitoramento ou 86,7% estiveram em desconformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, sendo 16 dos 18 pontos localizados em reservatórios, e 23 dos 27 pontos localizados em rios. Considerando a análise por ambiente, dos pontos que se encontram em reservatórios, destacam-se todos os pontos do Reservatório Billings e do Reservatório Guarapiranga, em que as concentrações do parâmetro ultrapassaram os limites preconizados para a classe 3, quando os mesmos estão enquadrados como classe 2 e especial, respectivamente. Os pontos que se encontram em rios e estiveram desconformes aos padrões da legislação obtiveram valores de concentração do fósforo total acima de 0,15 mg/L em 20 pontos de monitoramento, quando a maioria deles pertencem a classe 3, como no Ribeirão Ipiranga (IPIG03950), Ribeirão Moinho Velho (MOVE03950) e Ribeirão das Pedras (PEDA03900). O indicativo das altas concentrações encontradas é o impacto por efluentes domésticos, além da recepção dos efluentes industriais tratados na região.



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.9 - Atendimento de fósforo total à legislação – ambientes lântico e lótico

Na **Tabela 6.12** são apresentados: (i) tipo de ambiente do corpo hídrico monitorado (lótico ou lântico); (ii) classe de enquadramento dos corpos d'água monitorados, de acordo com o Decreto Estadual 10.755/1977; (iii) concentração média observada de fósforo total ao longo do período analisado (2012 a 2016); e (iv) classe de equivalência do parâmetro, considerando as concentrações médias anuais e comparadas com os padrões de qualidade da água da Resolução CONAMA 357/2005, , com a exclusão dos cursos d'água enquadrados na classe 4. A representação da cor verde significa que houve atendimento do parâmetro à sua classe de enquadramento, enquanto que a cor vermelha significa que não houve atendimento do parâmetro à sua classe.

Tabela 6.12 - Concentrações médias de fósforo total e sua classe de equivalência

Sub-bacia	Nome do Ponto	Ambiente	Classe de Enquadramento	2012		2013		2014		2015		2016	
				Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe
Cabeceiras	BMIR02800	Lótico	2	0,430	SCE	0,097	1	0,170	SCE	0,130	3	0,130	3
	BQGU03150	Lótico	3	1,000	SCE	1,400	SCE	2,100	SCE	2,000	SCE	1,800	SCE
	BQGU03850	Lótico	3	1,000	SCE	1,400	SCE	1,900	SCE	2,400	SCE	2,100	SCE
	GUAO02600	Lótico	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,130	3
	GUAO02900	Lótico	2	-	-	-	-	-	-	0,860	SCE	0,780	SCE
	IPIG03950	Lótico	3	-	-	-	-	-	-	1,200	SCE	1,100	SCE
	JGUA03950	Lótico	3	1,600	SCE	1,900	SCE	2,800	SCE	2,800	SCE	2,200	SCE
	JNDI00500	Lêntico	Especial	0,010	1	0,028	2	0,050	3	0,060	SCE	0,043	3
	JUNI03950	Lótico	3	-	-	-	-	-	-	0,650	SCE	0,540	SCE
	KERA04990	Lótico	4	1,100	SCE	2,200	SCE	2,300	SCE	3,300	SCE	2,300	SCE
	PEBA00900	Lêntico	Especial	0,007	1	0,020	1	0,070	SCE	0,030	2	0,028	2
	PEOV03900	Lótico	3	0,520	SCE	1,000	SCE	0,800	SCE	0,700	SCE	0,550	SCE
	TAIA02800	Lótico	2	0,007	1	0,045	1	-	-	-	-	-	-
	TAIA02900	Lótico	2	-	-	-	-	0,600	SCE	0,770	SCE	1,100	SCE
	TAIM00800	Lótico	Especial	0,170	SCE	0,160	SCE	0,370	SCE	0,370	SCE	0,220	SCE
	TGDE00900	Lêntico	Especial	0,007	1	0,020	1	0,460	SCE	0,030	2	0,022	2
	TIET02050	Lótico	2	0,100	1	0,043	1	0,030	1	0,070	1	0,097	1
	TIET02090	Lótico	2	0,300	SCE	0,083	1	0,070	1	0,110	3	0,140	3
	TIET03120	Lótico	3	0,490	SCE	0,520	SCE	0,780	SCE	0,630	SCE	0,930	SCE
	TIET03130	Lótico	3	0,400	SCE	0,500	SCE	0,780	SCE	0,690	SCE	0,640	SCE
Billings-Tamanduaí	BILL02030	Lêntico	2	0,170	SCE	0,330	SCE	0,370	SCE	0,440	SCE	0,300	SCE
	BILL02100	Lêntico	2	0,070	SCE	0,280	SCE	0,390	SCE	0,260	SCE	0,240	SCE
	BILL02500	Lêntico	2	0,050	3	0,095	SCE	0,100	SCE	0,100	SCE	0,110	SCE
	BILL02900	Lêntico	2	0,030	2	0,036	3	0,040	3	0,040	3	0,059	SCE
	BIRP00500	Lêntico	Especial	-	-	-	-	-	-	0,180	SCE	0,016	1
	BITQ00100	Lêntico	Especial	0,020	1	0,058	SCE	0,100	SCE	0,080	SCE	0,086	SCE
	CORU04950	Lótico	4	6,600	SCE	3,600	SCE	6,200	SCE	4,100	SCE	3,800	SCE
	GADE02900	Lótico	2	0,210	SCE	0,056	1	0,090	1	0,180	SCE	0,093	1
	NINO04900	Lótico	4	1,600	SCE	2,400	SCE	2,500	SCE	2,700	SCE	2,400	SCE
	PIRE02900	Lótico	2	0,430	SCE	0,410	SCE	1,200	SCE	0,660	SCE	0,620	SCE
	RGDE02030	Lêntico	2	-	-	-	-	-	-	0,080	SCE	0,065	SCE
	RGDE02200	Lêntico	2	0,090	SCE	0,550	SCE	0,060	SCE	0,060	SCE	0,078	SCE
	RGDE02900	Lêntico	2	0,007	1	0,036	3	0,040	3	0,030	2	0,042	3
	TAMT04250	Lótico	4	-	-	-	-	2,600	SCE	3,900	SCE	2,100	SCE
TAMT04500	Lótico	4	2,000	SCE	2,400	SCE	2,400	SCE	2,700	SCE	2,300	SCE	
Cotia-Guarapiranga	CIP000900	Lótico	Especial	0,110	3	0,260	SCE	0,400	SCE	0,230	SCE	0,210	SCE
	COGR00900	Lêntico	Especial	0,010	1	0,021	2	0,030	2	0,030	2	0,033	3
	COTI03800	Lótico	3	0,130	3	0,540	SCE	0,800	SCE	0,760	SCE	0,380	SCE
	EMGU00800	Lótico	Especial	0,030	1	0,039	1	0,070	1	0,050	1	0,060	1
	EMMI02900	Lótico	2	0,210	SCE	0,480	SCE	0,670	SCE	0,430	SCE	0,300	SCE
	GUAR00100	Lêntico	Especial	0,040	3	0,230	SCE	0,270	SCE	0,150	SCE	0,190	SCE
	GUAR00900	Lêntico	Especial	0,020	1	0,058	SCE	0,240	SCE	0,060	SCE	0,063	SCE
	MOVE03500	Lótico	3	0,200	SCE	0,450	SCE	0,630	SCE	0,510	SCE	0,400	SCE
	PEDA03900	Lótico	3	0,720	SCE	1,600	SCE	1,500	SCE	1,200	SCE	1,100	SCE
Juqueri-Cantareira	ACLA00500	Lêntico	Especial	-	-	-	-	0,010	1	0,030	2	0,018	1
	CRIS03400	Lótico	3	0,040	1	0,034	1	0,050	1	0,060	1	0,055	1
	JQUU00900	Lêntico	Especial	0,007	1	0,018	1	0,010	1	0,020	1	0,022	2
	JQRI03300	Lótico	3	-	-	0,097	1	0,310	SCE	0,410	SCE	0,250	SCE
	JQRI03800	Lótico	3	0,540	SCE	0,970	SCE	1,100	SCE	1,400	SCE	1,300	SCE

Tabela 6.12 - Concentrações médias de fósforo total e sua classe de equivalência (cont.)

Sub-bacia	Nome do Ponto	Ambiente	Classe de Enquadramento	2012		2013		2014		2015		2016	
				Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe	Concentração (mg/L)	Equivalência de classe
Penha-Pinheiros	CABU04700	Lótico	4	1,800	SCE	2,300	SCE	2,100	SCE	3,100	SCE	2,200	SCE
	DUVA04900	Lótico	4	1,600	SCE	1,300	SCE	1,500	SCE	1,800	SCE	1,400	SCE
	IPIR04900	Lótico	4	2,100	SCE	1,800	SCE	1,100	SCE	1,000	SCE	0,930	SCE
	JUÇA04900	Lótico	4	1,900	SCE	2,600	SCE	2,600	SCE	2,300	SCE	2,200	SCE
	PINH04100	Lótico	4	0,460	SCE	0,800	SCE	0,520	SCE	0,740	SCE	0,520	SCE
	PINH04250	Lótico	4	0,810	SCE	1,200	SCE	1,300	SCE	1,700	SCE	1,700	SCE
	PINH04500	Lótico	4	1,100	SCE	1,600	SCE	1,300	SCE	1,400	SCE	1,600	SCE
	PINH04900	Lótico	4	1,400	SCE	1,900	SCE	2,000	SCE	2,000	SCE	1,900	SCE
	RCAB00900	Lêntico	Especial	0,010	1	0,020	1	0,030	2	0,030	2	0,028	2
	SPRA04850	Lótico	4	1,900	SCE	2,800	SCE	2,800	SCE	2,600	SCE	1,800	SCE
	TAMT04600	Lótico	4	1,800	SCE	2,200	SCE	2,200	SCE	2,800	SCE	2,300	SCE
	TAMT04900	Lótico	4	1,800	SCE	2,500	SCE	2,300	SCE	2,700	SCE	2,800	SCE
	TIET04150	Lótico	4	0,900	SCE	1,300	SCE	1,700	SCE	1,700	SCE	1,600	SCE
	TIET04170	Lótico	4	1,100	SCE	1,500	SCE	1,800	SCE	1,800	SCE	1,900	SCE
	TIET04180	Lótico	4	0,970	SCE	1,500	SCE	1,700	SCE	1,900	SCE	1,600	SCE
	TIET04200	Lótico	4	1,100	SCE	1,700	SCE	1,800	SCE	2,200	SCE	2,000	SCE
	UARE04550	Lótico	4	1,900	SCE	2,600	SCE	2,700	SCE	2,700	SCE	2,200	SCE
ZVUS04950	Lótico	4	2,500	SCE	3,300	SCE	3,400	SCE	3,100	SCE	2,800	SCE	
Pinheiros-Pirapora	COTI03900	Lótico	3	0,160	SCE	0,490	SCE	0,810	SCE	0,850	SCE	0,710	SCE
	SJBA04950	Lótico	4	0,520	SCE	1,200	SCE	1,400	SCE	1,500	SCE	1,300	SCE
	TIES04900	Lêntico	4	1,400	SCE	1,900	SCE	1,800	SCE	2,200	SCE	2,000	SCE
	TIPI04900	Lêntico	4	1,300	SCE	1,700	SCE	1,900	SCE	2,100	SCE	1,700	SCE
	VEME04250	Lótico	4	-	-	-	-	0,110	3	0,140	3	0,120	3

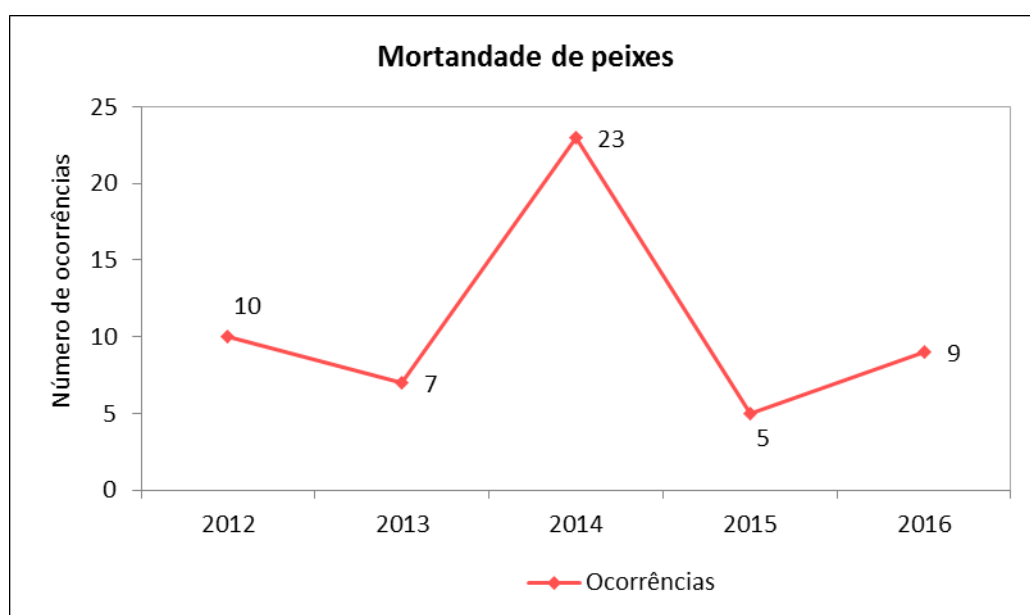
Obs.: SCE significa que não foi possível determinar a classe de equivalência ao enquadramento do ponto de monitoramento por apresentar concentração de fósforo total superior ao padrão de qualidade preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 3.

Legenda: Atende Não Atende

- **Mortandade de peixes (Indicador I.02-A)**

A mortandade de peixes (indicador I.02-A) está diretamente relacionada com as condições da qualidade da água dos corpos hídricos, e nem sempre é possível detectar os motivos que levaram a este fator. Pela **Figura 6.10**, nota-se que a UGRHI 06 tem apresentado baixa variação de registros sobre mortandade de peixes nos últimos cinco anos. A exceção foi o ano de 2014, em que o número de registros aumentou significativamente em comparação a 2013, passando de sete para 23 ocorrências, provocado principalmente pela redução dos níveis dos corpos d'água devido à seca que assolou o estado de São Paulo, diminuindo a concentração de OD.

No ano de 2016, observou-se um incremento dos registros de mortandade em relação a 2015, sendo registradas nove ocorrências de reclamações, cujos principais motivos observados foram a contaminação dos corpos hídricos por esgoto doméstico e por material descartado irregularmente, que é carregado pela chuva; e a queda na concentração de OD na água, devido a inversão térmica no corpo d'água, causando a mistura das camadas de água mais profundas e com pouco oxigênio às camadas superiores.



Fonte: CETESB, 2013 a 2017

Figura 6.10 - Registros de reclamações de mortandade de peixes (indicador I.02-A)

6.1.2. Qualidade das águas subterrâneas

A qualidade das águas subterrâneas é monitorada pela CETESB desde 1990, com a implementação da rede de monitoramento nos poços utilizados para abastecimento público, instalados nos Aquíferos Guarani e Bauru. Nos anos subsequentes, o número de pontos de monitoramento e de aquíferos foram ampliados, totalizando, no ano de 2015, 28 pontos na Bacia do Alto Tietê.

Desde 2009, a CETESB, em parceria com o DAEE, implementou uma rede integrada de monitoramento de qualidade e quantidade das águas subterrâneas, considerando a mensuração do nível d'água e a determinação de parâmetros de qualidade da água.

A análise aqui apresentada está baseada somente nos dados de qualidade da água da rede da CETESB, cuja frequência de monitoramento é realizada semestralmente. Na Bacia do Alto Tietê são monitorados 28 pontos, sendo 23 poços e cinco nascentes, que captam água dos Aquíferos Pré-Cambriano e São Paulo. A **Tabela 6.13** relaciona estes pontos de monitoramento da rede de qualidade das águas subterrâneas, indicando: a) aquífero; b) município; c) código do ponto; d) local de amostragem; e) profundidade de captação; e f) nível estático.

Tabela 6.13 - Pontos de monitoramento da rede de água subterrânea da CETESB

Aquífero	Município	Código do ponto	Local de amostragem	Profundidade de captação (m)	Nível estático (m)
Pré-Cambriano	Biritiba Mirim	PC0234P	P Irohi - Sabesp	6 a 140	7
	Cajamar	PC0209P	P4 - Sabesp	-	11
	Cajamar	PC0295P	P1 Jordânia - Cond. Capitalville - Sabesp	24 a 215	5
	Cotia	PC0171P	P2 Cotia Foods	34 a 290	-
	Embu das Artes	PC0163P	P Águas Criss Ltda	53 a 262	23
	Embu das Artes	PC0180N	P Águas Criss Ltda	Nascente	0
	Embu Guaçu	PC0184P	P2 - Sabesp	31 a 150	1
	Itapeverica da Serra	PC0174N	P Crystal Fonte Del Rey - Mineração Zulu	Nascente	0
	Mairiporã	PC0254P	P7 Jardim Sandra - Sabesp	26 a 154	3
	Mogi das Cruzes	PC0173P	P SPAL	-	-
	Pirapora do Bom Jesus	PC0290P	P4 - Sabesp	136 a 211	4
	Poá	PC0178P	P Mineração Planeta Água	-	-
	Rio Grande da Serra	PC0192N	P Fontanário	Nascente	0
	Salesópolis	PC0274P	P Vila Bragança - Sabesp	37 a 49	0
	Santo André	PC193N	P Paranapiacaba	Nascente	0
	São Bernardo do Campo	PC0299P	P Santa Cruz - Sabesp	34 a 240	3
	São Bernardo do Campo	PC0300P	P Tatetos - Sabesp	85 a 220	2
	São Bernardo do Campo	PC0301P	P1 Capelinha - Sabesp	51 a 208	2
	São Paulo	PC0162P	P Escola Técnica Federal - DAEE	43 a 320	34
	São Paulo	PC0183P	P1 Parelheiros - Sabesp	82 a 240	0
São Paulo	PC0214P	P1 Fonte Sonja	88 a 252	95	
São Paulo	PC0349P	P Jardim Oriental - Sabesp	40 a 250	0	
São Paulo	PC0323N	P Horto Florestal	Nascente	0	
São Paulo	Guarulhos	SP0169P	P14 - SAAE	124 a 218	112
	Guarulhos	SP0170P	P17 - SAAE	129 a 235	-
	Guarulhos	SP0187P	P2 Aeroporto - DAEE	78 a 238	43
	Guarulhos	SP0208P	P6 - Aeroporto	-	-
	Guarulhos	SP0351P	P15 - Aeroporto	125 a 235	41

Fonte: CETESB, 2016

A CETESB publica trienalmente o Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS, que representa o percentual de amostras de águas subterrâneas em conformidade com o padrão de potabilidade para substâncias que representam risco à saúde e o padrão organoléptico, estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011.

Desta maneira, a análise da evolução da qualidade da água subterrânea considerou o indicador mencionado anteriormente, sendo a situação de referência o triênio 2010-2012 e 2013-2015.

Os resultados da evolução da qualidade da água são apresentados em forma de tabela, onde as células foram coloridas de acordo com a categoria em que se enquadram o valor do índice. A cor verde indica qualidade da água boa; a cor amarela indica qualidade da água regular; e a cor vermelha indica qualidade da água ruim. Vale mencionar que no ano de 2011, o IPAS não foi calculado devido ao cancelamento dos resultados referentes aos metais na campanha do 2º semestre.

Além do IPAS, foi também abordado o parâmetro nitrato, indicando, na forma de gráfico, o número de amostras que não necessitam de ações preventivas nos processos de licenciamento na cor verde; e o número de amostras que necessitam de ações preventivas estão na cor vermelha

• **Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS (Indicador E.02-B)**

A evolução da potabilidade das águas subterrâneas considerando o IPAS (indicador E.02-B) mostra que ao longo dos anos de 2010 a 2012, a qualidade das águas manteve-se estável, apresentando melhora a partir de 2013 e decaindo em 2015. A queda da qualidade da água em 2015 ocorreu devido ao aumento do número de contaminantes microbiológicos, que podem estar associadas tanto aos sistemas de tratamento de esgotos nas áreas próximas aos pontos monitorados como à deficiência sanitária dos perímetros de proteção dos poços, e mesmo à manutenção dos poços. A **Tabela 6.14** apresenta os percentuais de IPAS observados na UGRHI 06 no período analisado.

Tabela 6.14 - Evolução do IPAS no período de 2010 a 2015 na UGRHI 06 (indicador E.02-B)

Ano	IPAS (%)	Parâmetros em desconformidade
2010	64,6	Fluoreto, nitrato, ferro, manganês, coliformes totais, bactérias heterotróficas
2012	62,2	Fluoreto, alumínio, arsênio, chumbo, ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais
2013	76,0	Ferro, manganês, fluoreto, bactérias heterotróficas
2014	70,0	Ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais, fluoreto
2015	66,0	Arsênio, chumbo, ferro, fluoreto, manganês, coliformes totais, bactérias heterotróficas

Legenda:

Boa	% de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade > 67%
Regular	33% < % de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade ≤ 67%
Ruim	% de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade ≤ 33%

Fonte: CETESB, 2013 e 2016

Nas **Tabelas 6.15** e **6.16** são apresentados os resultados de IPAS por aquífero inserido na UGRHI 06, ou seja, Aquífero Pré-Cambriano e Aquífero São Paulo, respectivamente. Pela **Tabela 6.14**, é possível notar que o Aquífero Pré-Cambriano apresentou resultados semelhantes ao considerar a UGRHI 06 como um todo, apresentando qualidade da água entre regular e boa, com predomínio da categoria regular. Menciona-se que piora na qualidade da água do aquífero se deve a presença de substâncias tóxicas à saúde humana (arsênio e chumbo), indicando a necessidade de tratamento da água para consumo.

Já no Aquífero São Paulo (**Tabela 6.16**), observa-se que a qualidade das águas deste aquífero decaiu entre os anos de 2014 e 2015, passando da classificação regular para ruim. Apesar do IPAS baixo, as desconformidades ocorrem devido ao padrão de potabilidade estabelecida pela legislação vigente para os parâmetros ferro e manganês, que representam características organolépticas indesejáveis para o consumo da água *in natura*.

Tabela 6.15 - Evolução do IPAS no período de 2010 a 2015 – Aquífero Pré-Cambriano

Ano	IPAS (%)	Parâmetros em desconformidade
2010	64,3	Ferro, fluoreto, manganês, nitrato, bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>Escherichia coli</i>
2012	65,2	Alumínio, arsênio, chumbo, ferro, fluoreto, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>Escherichia coli</i>
2013	73,6	Alumínio, ferro, fluoreto, sulfato, manganês, mercúrio, bactérias heterotróficas, coliformes totais, <i>Escherichia coli</i>
2014	69,5	Arsênio, ferro, fluoreto, manganês, urânio, bactérias heterotróficas, coliformes totais
2015	66,7	Arsênio, chumbo, ferro, manganês, fluoreto, urânio, <i>Escherichia coli</i> , coliformes totais, bactérias heterotróficas

Legenda:

Boa	% de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade > 67%
Regular	33% < % de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade ≤ 67%
Ruim	% de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade ≤ 33%

Fonte: CETESB, 2013 e 2016

Tabela 6.16 - Evolução do IPAS no período de 2010 a 2015 – Aquífero São Paulo

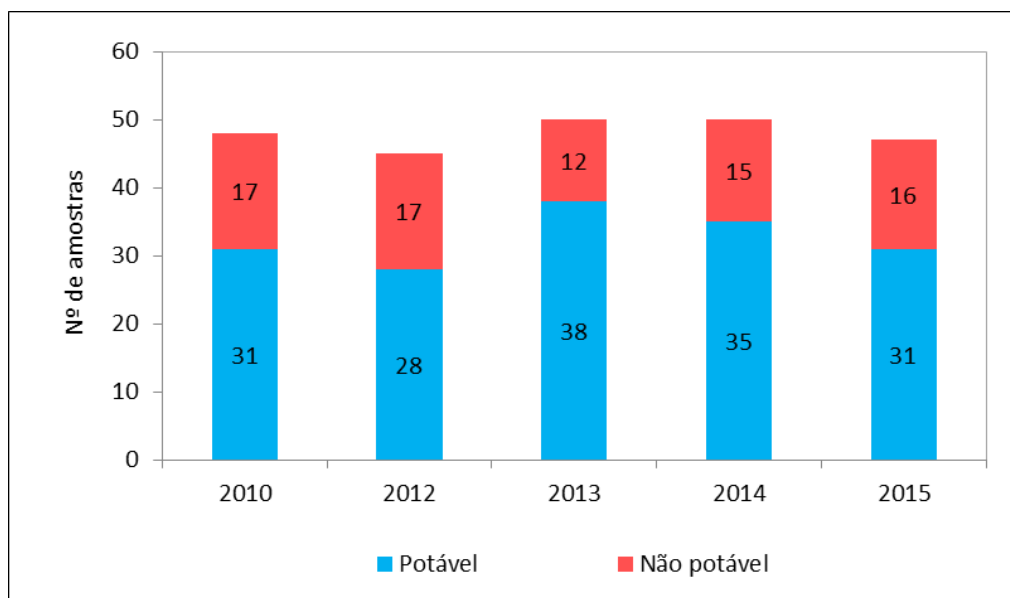
Ano	IPAS (%)	Parâmetros em desconformidade
2010	87,5	Ferro
2012	50,0	Ferro, manganês
2013	83,3	Ferro, manganês, bactérias heterotróficas
2014	66,7	Manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais
2015	20,0	Ferro, manganês

Legenda:

Boa	% de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade > 67%
Regular	33% < % de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade ≤ 67%
Ruim	% de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade ≤ 33%

Fonte: CETESB, 2013 e 2016

No que se refere à classificação da água subterrânea (indicador I.05-C) quanto a sua potabilidade, verifica-se pela **Figura 6.11** que o número de amostras considerada não potável manteve-se estável ao longo do período de 2010 a 2015. O ano de 2012 foi o que apresentou maior número de amostras impróprias para consumo (37,8%), enquanto que o ano de 2013 foi que apresentou o menor número de amostras impróprias (24,0%). Especificamente no último ano analisado neste estudo (2015), observa-se que 66,0% das amostras foram consideradas potável.



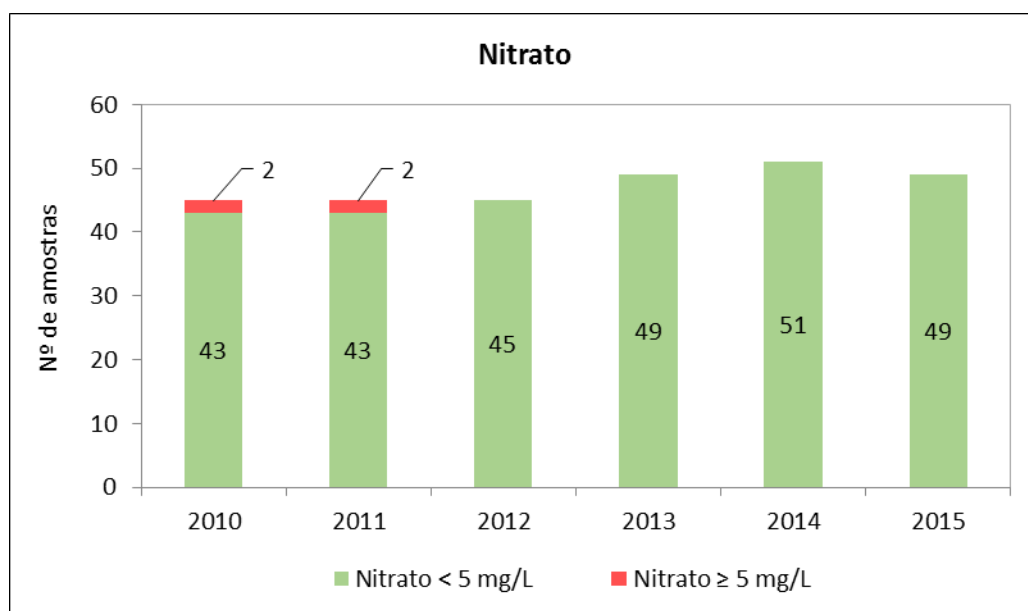
Fonte: CETESB, 2013 e 2016

Figura 6.11 - Classificação da água subterrânea (indicador I.05-C)

• **Nitrato (Indicador E.02-A)**

De acordo com CETESB (2016), é comum a ocorrência de baixos teores do nitrato nas águas subterrâneas. Este parâmetro representa o estágio final da degradação da matéria orgânica. Para efeitos de avaliação, a CETESB adotou a concentração nitrato de 5,0 mg/L como valor de prevenção – VP, para definir ações preventivas e regras para aplicação de resíduos em solos agrícolas, nos processos de licenciamento e fiscalização ambiental, e a concentração de nitrato de 10,0 mg/L, como valor orientador de intervenção para o gerenciamento de áreas contaminadas.

A **Figura 6.12** apresenta o quantitativo de amostras que estiveram na faixa estabelecida para VP. Nota-se que o parâmetro esteve estável durante todo o período analisado, apresentando concentrações inferiores a 5,0 mg/L, o que indica que não há contaminação dos aquíferos Pré-Cambriano e São Paulo por compostos nitrogenados, a exceção foram duas amostras nos anos de 2010 e 2011, que tiveram concentrações de nitrato acima de 5,0 mg/L.



Fonte: CETESB, 2013 e 2016

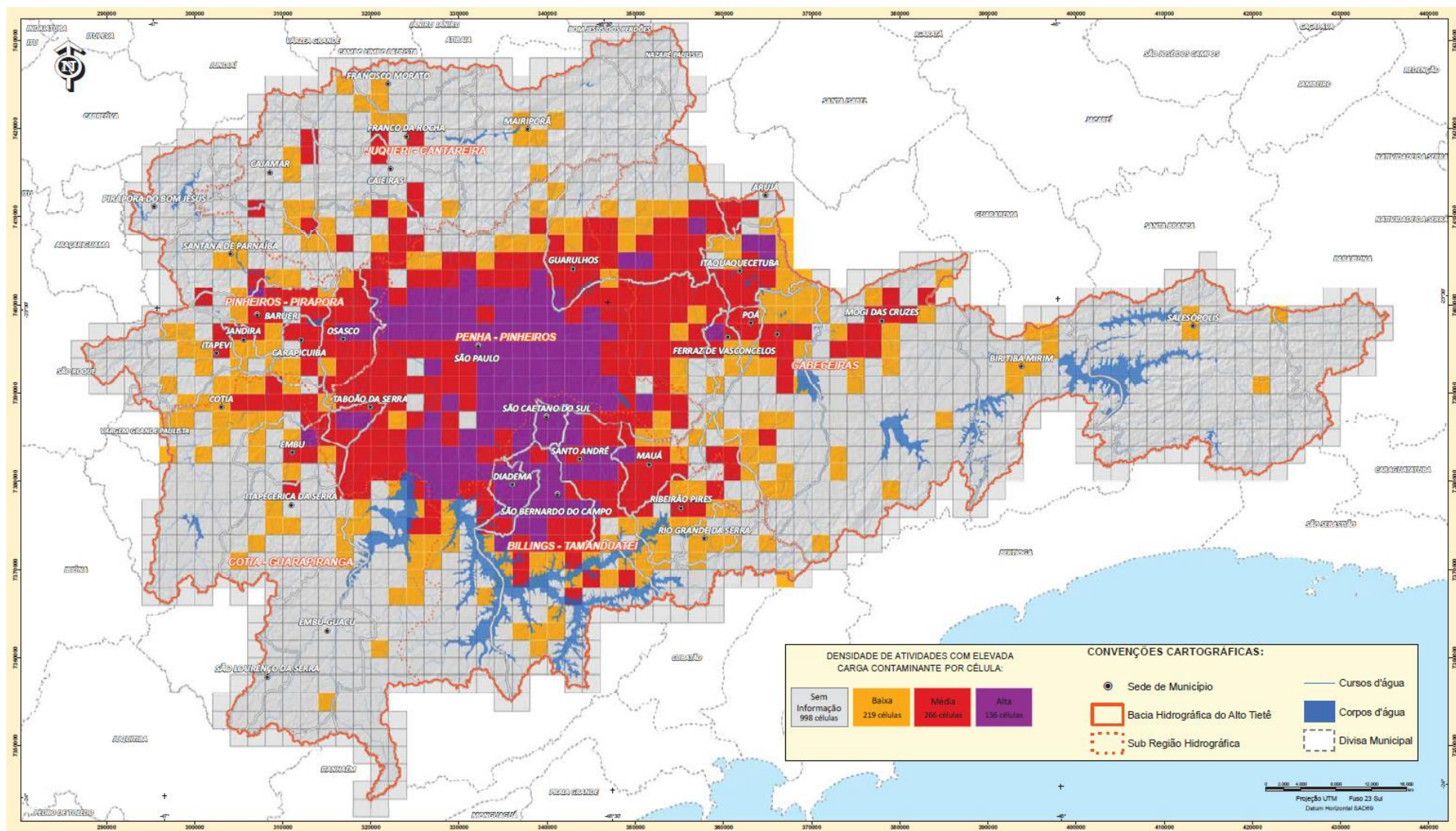
Figura 6.12 - Amostras de nitrato com concentrações inferiores e superiores a 5,0 mg/L (indicador E.02-A)

De maneira a complementar a análise da situação da qualidade da água, com a indicação dos possíveis motivos de contaminação da água subterrânea, a FABHAT realizou em 2012 um estudo denominado “Mapeamento de áreas críticas com potenciais riscos de contaminação das águas subterrâneas da UGRHI 06 e suas regiões de recarga”.

As principais fontes de poluição apontadas no estudo e que interferem na qualidade da água subterrânea estão as fontes difusas, provenientes principalmente das atividades agrícolas e de criação de animais, abrangendo uma área de aproximadamente 750 km², localizada em municípios das porções noroeste e leste da bacia, e que foram consideradas como potencial de geração de contaminação dos aquíferos, acrescidas às cargas difusas provenientes das áreas urbanas, com foco no esgoto doméstico proveniente de fossas sépticas e fossas negras. Outras fontes de poluição que contribuem na qualidade da água são as fontes pontuais, consideradas como as mais preocupantes para a BAT, por haver manuseio de substâncias tóxicas, como os solventes clorados e hidrocarbonetos, e advêm de áreas associadas às indústrias, lixões, aterros de resíduos sólidos e postos de combustíveis.

O estudo mapeou as áreas críticas tanto de qualidade como de quantidade da água subterrânea, de modo a auxiliar na gestão e controle. Nas áreas críticas de qualidade foram identificados empreendimentos que desenvolvem atividades com elevado potencial de geração de carga contaminante. A **Figura 6.13** apresenta a classificação dos empreendimentos segundo a densidade de atividades de baixo, médio e alto nível de controle ou de criticidade, cujas faixas são: (i) baixa: densidade de atividade com elevada carga potencial de potencial igual ou inferior a 19; (ii) média: densidade de atividade com elevada carga potencial de potencial entre 20 e 127; e (iii) alta: densidade de atividade com elevada carga potencial de potencial igual ou superior a 128.

Através desta Figura, foi possível identificar que a área central do município de São Paulo, dos municípios da região do ABC e de Guarulhos apresentaram atividades com alto nível de criticidade, e que, segundo FABHAT (2012) causam preocupação, pois a distribuição das áreas críticas com elevada carga de contaminação é devida as indústrias que estão localizadas junto aos vales e planícies das principais drenagens superficiais dos municípios citados.



Fonte: FABHAT, 2012

Figura 6.13 - Áreas críticas de contaminação das águas subterrâneas

6.2. Modelagem Matemática na Bacia do Alto Tietê

6.2.1. Histórico dos estudos existentes na Bacia do Alto Tietê

Na BAT foram desenvolvidos diversos estudos relativos à modelagem matemática de qualidade da água que auxiliaram no melhor conhecimento da situação atual de seus corpos d'água e na simulação de cenários futuros de qualidade da água de modo a subsidiar decisões relativas ao seu aproveitamento e preservação.

Dentre os estudos levantados na área de abrangência do PBH-AT (2018) encontram-se:

- Plano de Despoluição do Rio Tietê – Região Metropolitana de São Paulo, elaborado em 1992;
- Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, elaborado em 1995;
- Estudos Técnicos e Alternativas referentes ao Programa de Conservação e Utilização Eficiente de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, elaborado em 1998;
- Compilação de Dados e Processamento dos Resultados Anuais referentes ao Projeto de Despoluição do Rio Tietê – Etapa II, elaborado em 2002;
- Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo, elaborado em 2006;
- Modelo Matemático para as Bacias do Alto e Médio Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo, Brasil, elaborado em 2006;
- Plano Diretor de Esgoto da Região Metropolitana de São Paulo, elaborado em 2010;
- Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação Ambiental dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, em andamento;
- Plano de Modernização do Tratamento de Esgotos na Região Metropolitana de São Paulo – PLAMTE, em andamento
- Subsídios para o Enquadramento dos Corpos d'Água na Bacia do Alto Tietê, em andamento.

Nos itens seguintes apresenta-se um breve resumo dos estudos levantados.

6.2.1.1. Plano de Despoluição do Rio Tietê – Região Metropolitana de São Paulo

O Plano de Despoluição do Projeto Tietê foi elaborado em 1992 pelo Governo do Estado de São Paulo, representado pelo Grupo Executivo coordenado pela Secretaria de Energia e Saneamento – SES, e participação da Sabesp, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB e Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE.

A área de abrangência do estudo de qualidade da água considerou o Rio Tietê, entre Mogi das Cruzes até a montante do Rio Jundiáí no reservatório Porto Goés, os rios Pinheiros e Tamanduateí, e o reservatório Billings.

A avaliação dos efeitos das obras deste Plano na qualidade das águas dos corpos hídricos foi feita através do modelo matemático QUAL2E UNCAS, com a simulação de cenários que consideraram e não consideraram as alternativas das obras do Plano.

Os parâmetros DBO₅, OD, fósforo total, nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrato e coliformes fecais foram calibrados, cujos resultados da calibração foi considerado satisfatório.

Para os cenários simulados, a análise do estudo focou-se nos parâmetros DBO e OD, onde foi observado que todas as alternativas de intervenção propostas pelo estudo apresentaram melhora para o parâmetro OD, principalmente no ano 2000, cenário este que considerou o atendimento de 88% da população ao sistema de coleta e tratamento de esgotos. Ao analisar a consideração das regras de operação, a operação energética apresentou melhores benefícios para o Rio Tietê, abaixo de Rasgão, e a Operação Sanitária é a mais favorável para o Reservatório Billings, mas piorou as condições no trecho de jusante do Rio Tietê.

As Figuras a seguir apresentam os perfis de DBO e OD para as simulações com vazões mínimas ($Q_{90\%}$) e vazões máximas, considerando a operação balanceada, as alternativas de obras para o ano de 1995 e investimentos em saneamento na ordem de US\$ 900 milhões.

Nota-se na **Figura 6.14** que na alternativa A5, onde não ocorre a execução das obras de interceptação e tratamento de efluentes de esgotos domésticos e industriais, tanto para a vazão mínima quanto para a vazão máxima, houve declínio nas concentrações de OD a partir de Mogi das Cruzes, atingindo valor nulo nas proximidades da Barragem da Penha. Com investimento de US\$ 900 milhões (alternativa A2), houve melhora nos níveis de OD nas diversas alternativas, retardando a ocorrência de concentração nula.

Já para a DBO (**Figura 6.15**), a alternativa A5 apresentou crescimento uniforme das concentrações de DBO do Rio Tietê, de Mogi das Cruzes até a Barragem da Penha. Nas alternativas que receberam investimentos, nota-se que as concentrações de DBO diminuíram.

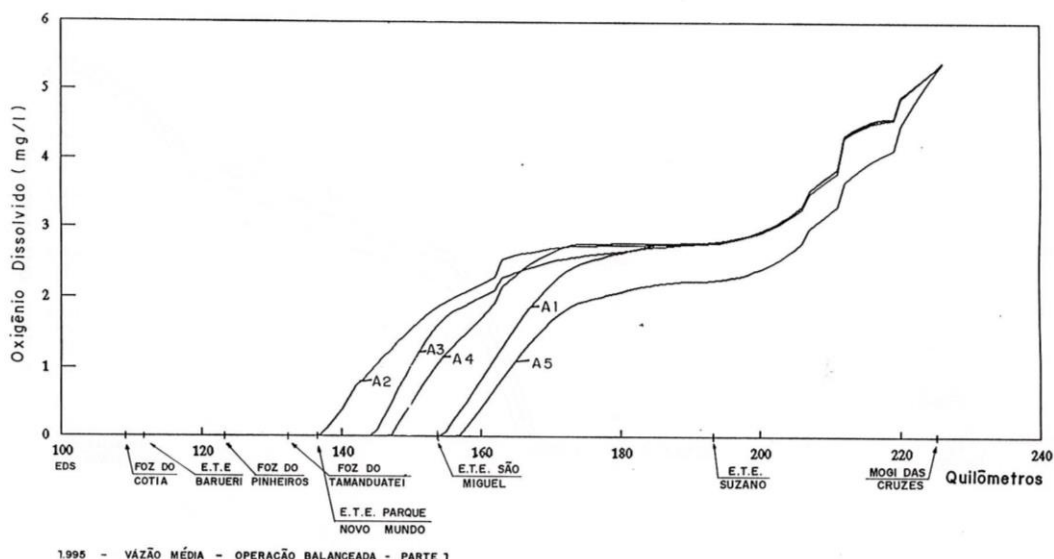
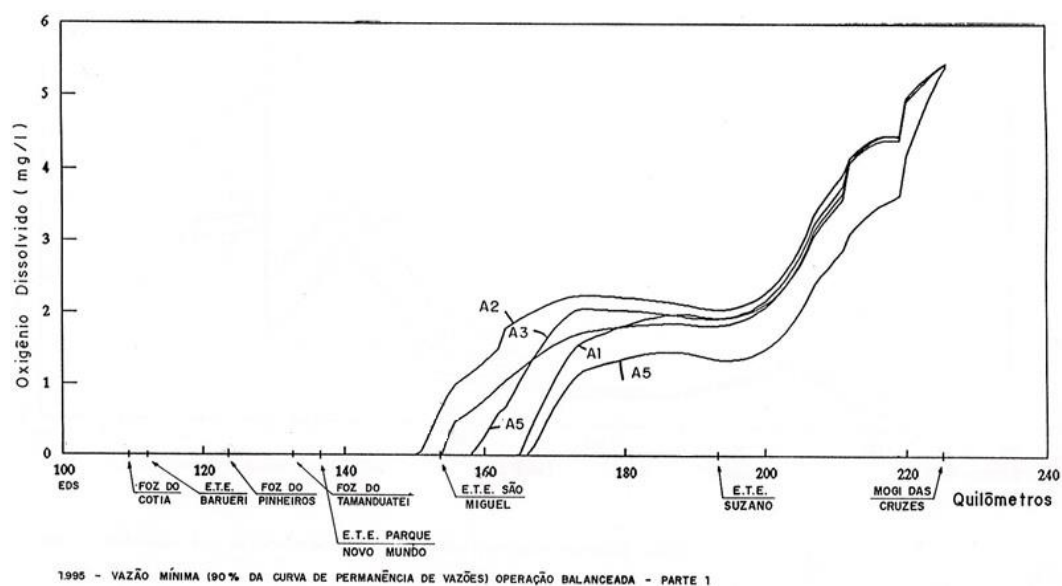
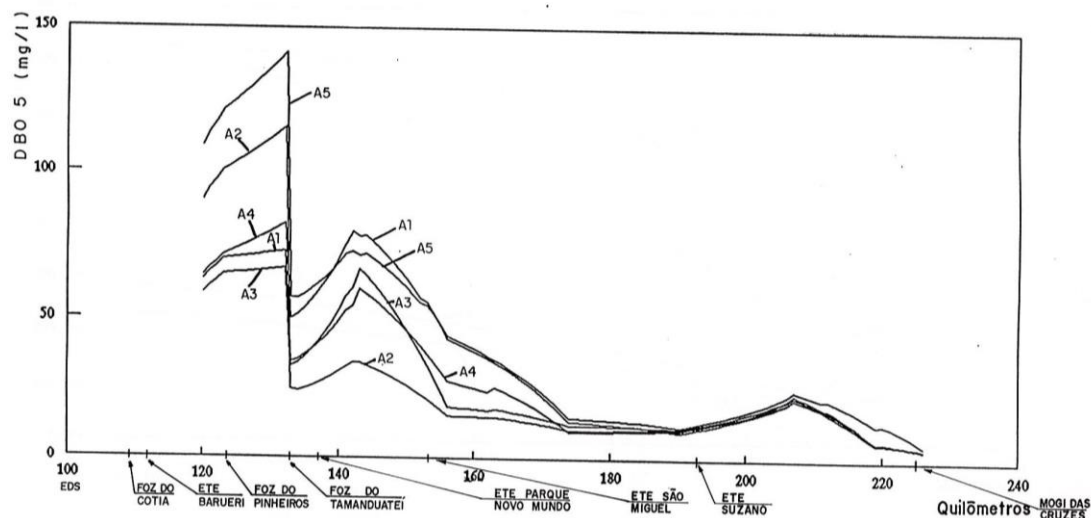
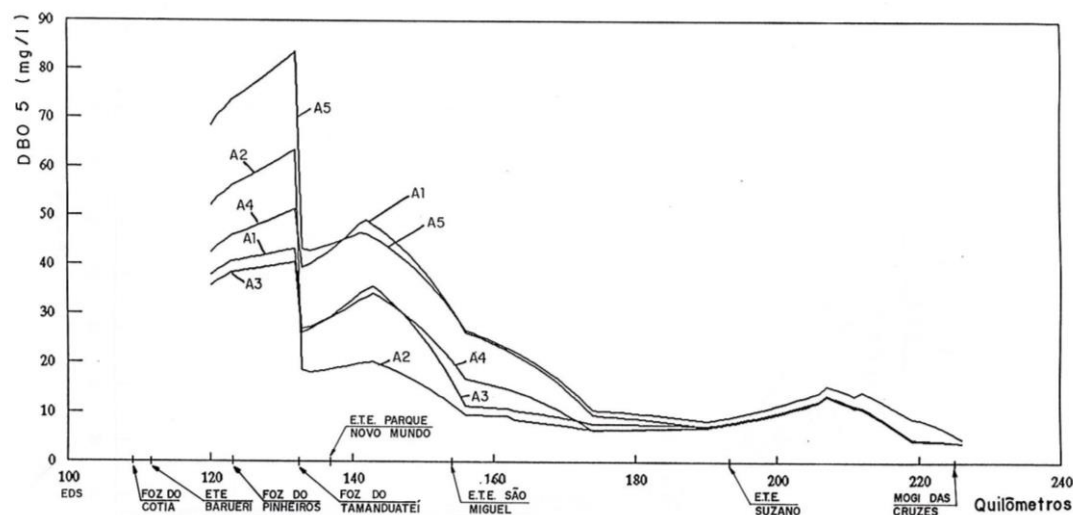


Figura 6.14 - Perfil de OD no trecho entre Mogi das Cruzes e a confluência com o Rio Pinheiros



1995 - VAZÃO MÍNIMA (90% DA CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES) - OPERAÇÃO BALANCEADA - PARTE 1



1995 - VAZÃO MÉDIA - OPERAÇÃO BALANCEADA - PARTE 1

Figura 6.15 - Perfil de DBO no trecho entre Mogi das Cruzes e a confluência com o Rio Pinheiros

6.2.1.2. Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista

O Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, denominado como Hidroplan, foi desenvolvido pela Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo – SRHSO e pelo DAEE, em 1995.

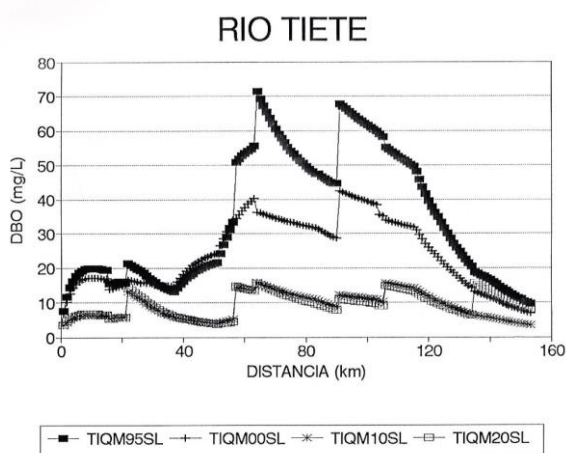
Um dos aspectos abordados pelo Hidroplan foi a qualidade da água, aplicando a modelagem matemática de qualidade da água na Bacia do Alto Tietê, nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) e nos reservatórios Billings, Pirapora e Barra Bonita.

Na área de estudo da BAT compreendeu os municípios da RMSP, com exceção dos municípios de Guararema, Juquitiba, Santa Isabel e Vargem Grande Paulista, totalizando 35 municípios.

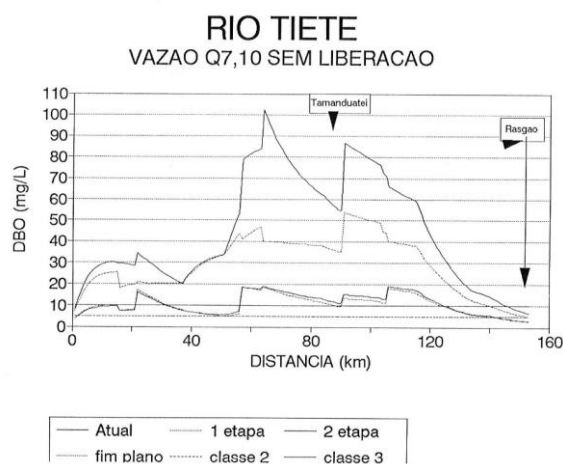
À época, cerca de 64% da população era atendida por rede coletora de esgoto e 15% do esgoto coletado era direcionado para as Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs. A carga orgânica despejada de esgoto doméstico era de 1.100 toneladas/dia no Rio Tietê, sendo que 70% era proveniente de esgoto doméstico.

O Plano realizou a avaliação das cargas por bacia de esgotamento sanitário para o ano de 1993 e para os horizontes de planejamento 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. Com as cargas do cenário de 1993, realizou-se a calibração do modelo matemático QUAL2E e, em seguida, simulações de cenários para horizontes 1995, 2000, 2010 e 2020 para as vazões naturais $Q_{7,10}$ e $Q_{média}$, considerando cenários com liberação e sem liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê. Os parâmetros de qualidade da água simulados foram DBO, OD, fósforo total, nitrogênio total e coliformes.

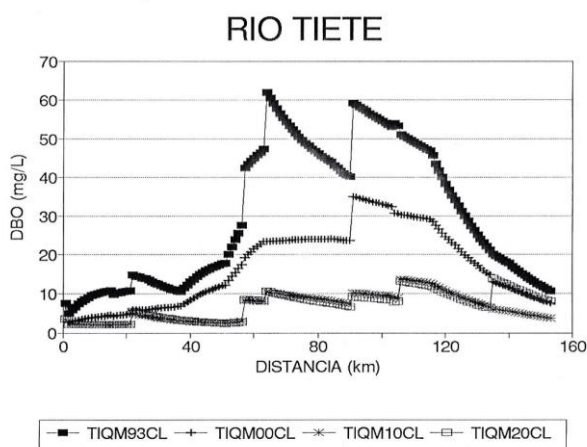
As Figuras 6.16 e 6.17 a seguir apresentam os resultados dos parâmetros DBO e OD para as $Q_{média}$ e $Q_{7,10}$ no Rio Tietê para cenários com liberação (CL) e sem liberação (SL) de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê.



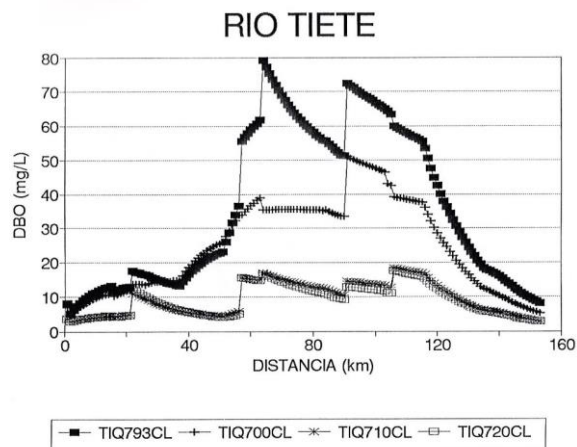
(a) Simulação com $Q_{média}$ sem liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê - parâmetro DBO



(c) Simulação com $Q_{7,10}$ sem liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê parâmetro DBO



(b) Simulação com $Q_{média}$ com liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê parâmetro DBO

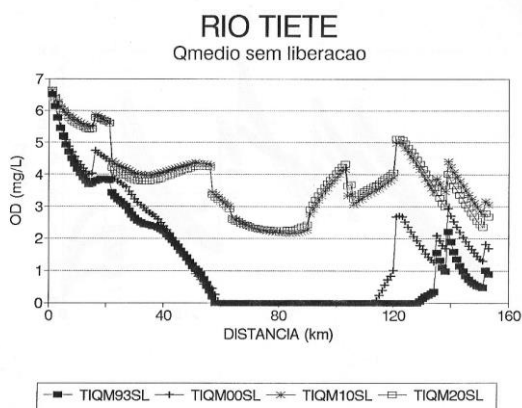


(d) Simulação com $Q_{7,10}$ com liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê parâmetro DBO

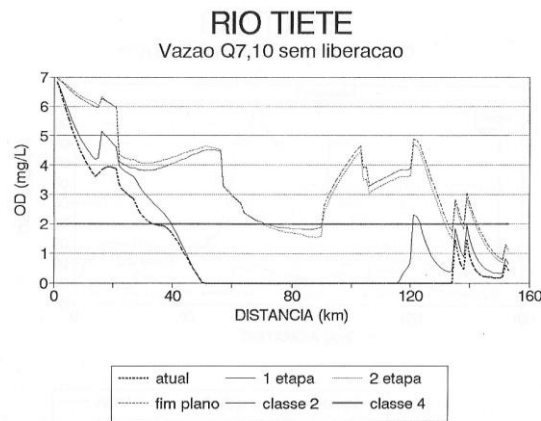
Legenda: TIQM - Simulação no Rio Tietê com a vazão média
TIQ7 - Simulação no Rio Tietê com a $Q_{7,10}$
CL - com liberação de vazão na cabeceira do Rio Tietê
SL - sem liberação de vazão na cabeceira do Rio Tietê
93 - Cenário de calibração - ano de 1993

95 - Cenário considerando o ano de 1995
00 - Cenário considerando o ano de 2000
10 - Cenário considerando o ano de 2010
20 - Cenário considerando o ano de 2020

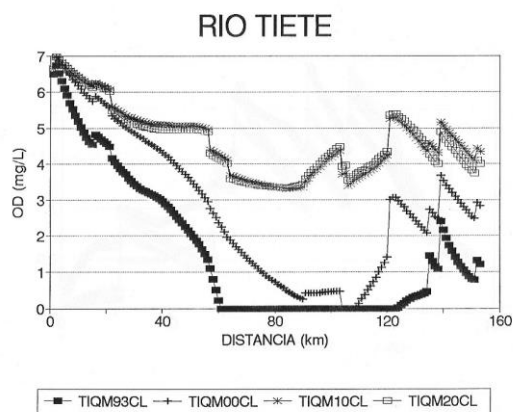
Figura 6.16 - Perfil de DBO no Rio Tietê entre Mogi das Cruzes e a Barragem de Rasgão



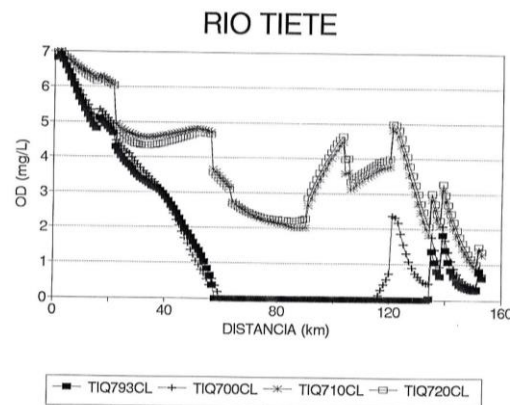
(a) Simulação com $Q_{média}$ sem liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê - parâmetro OD



(c) Simulação com $Q_{7,10}$ sem liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê parâmetro OD



(b) Simulação com $Q_{média}$ com liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê parâmetro OD



(d) Simulação com $Q_{7,10}$ com liberação de vazão nas cabeceiras do Rio Tietê parâmetro OD

Legenda: TIQM - Simulação no Rio Tietê com a vazão média
TIQ7 - Simulação no Rio Tietê com a $Q_{7,10}$
CL - com liberação de vazão na cabeceira do Rio Tietê
SL - sem liberação de vazão na cabeceira do Rio Tietê
93 - Cenário de calibração - ano de 1993

95 - Cenário considerando o ano de 1995
00 - Cenário considerando o ano de 2000
10 - Cenário considerando o ano de 2010
20 - Cenário considerando o ano de 2020

Figura 6.17 - Perfil de OD no Rio Tietê entre Mogi das Cruzes e a Barragem de Rasgão

O Hidroplan realizou também estudos de qualidade nos Reservatórios Billings, Pirapora e Barra Bonita. O objetivo era avaliar as condições de utilização das águas dos três reservatórios em função da capacidade de autopurificação destes corpos receptores e da progressão das obras previstas no Projeto Tietê. Para tanto, aplicou-se a ferramenta EUTRO-4, módulo integrante do modelo WASP-4, e selecionou-se os parâmetros DBO, OD, clorofila-a, fósforo total e coliforme fecal para análise.

Os cenários adotados para os reservatórios Billings e Pirapora foram a estação seca na primeira etapa das obras do Projeto Tietê (1S); estação seca na segunda etapa das obras do Projeto Tietê (2S); e estação seca no fim do Hidroplan (FS). Para o reservatório Barra Bonita, as cargas dos parâmetros foram avaliadas com base em dados do monitoramento da CETESB disponíveis à época.

Para o reservatório Billings foram analisadas sete alternativas de utilização, considerando a hipótese de conclusão do Projeto Tietê até o ano 2000 e os acréscimos previstos pelo Hidroplan até o ano de 2020.

6.2.1.3. *Estudos Técnicos e Alternativas Referentes ao Programa de Conservação e Utilização Eficiente de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*

Os Estudos Técnicos e Alternativas Referentes ao Programa de Conservação e Utilização Eficiente de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo foi desenvolvido no ano de 1998, pela Sabesp, e visava subsidiar pedido de financiamento da Sabesp ao Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID para a execução do Projeto Tietê – 2ª Etapa.

Um dos tópicos abordados foi a implementação do modelo matemático de qualidade da água, permitindo a análise ambiental do Projeto Tietê. Esta análise ambiental considerou o prognóstico da qualidade da água ao longo da malha hídrica estudada, obtido através de formulação de hipóteses que consideraram distintas alternativas de planos de obra, sendo: (i) plano de obras das 2ª e 3ª etapas; (ii) anos de simulação: 1998, 2003 e 2010; (iii) condição hidrológica: vazão média e vazão mínima; (iv) partição da vazão: regras de operação do sistema Alto Tietê; (v) vazão de diluição na cabeceira; (vi) utilização de flotação no Rio Pinheiros; e (vii) aeração dos efluentes das ETEs.

A área modelada pelo modelo QUAL2E corresponde a Bacia do Alto Tietê, compreendendo o Rio Tietê, de Mogi das Cruzes até Salto, o Rio Tamandateí e o Rio Pinheiros. Assim como nas simulações realizadas para a primeira etapa do Projeto Tietê, também foram simuladas a qualidade da água do Reservatório Billings para avaliar o efeito do bombeamento durante as operações balanceada e energética.

As variáveis analisadas nos rios Tietê e Pinheiros foram OD, DBO, nitrogênio, fósforo e coliformes fecais, e no Reservatório Billings, OD e DBO.

Assim como nos projetos e planos anteriores, a Bacia do Rio Tietê foi dividida em dois sistemas para que fosse possível representar as regras de operação da Bacia: *Upper*, com 16 trechos, e *Lower*, com 14 trechos. Um terceiro sistema foi utilizado para representar o Reservatório Billings, que a segmentação do reservatório em 18 trechos.

6.2.1.4. *Compilação de Dados e Processamento dos Resultados Anuais Referentes ao Projeto de Despoluição do Rio Tietê – Etapa II*

A Compilação de Dados e Processamento dos Resultados Anuais Referentes ao Projeto de Despoluição do Rio Tietê – Etapa II foi elaborada no ano de 2002 pela Sabesp.

A atividade concernente à modelagem matemática objetivou a elaboração de prognósticos de qualidade da água ao longo dos rios Tietê, Pinheiros e Tamandateí, considerando cenários de evolução da ocupação urbana e arranjo final das obras de implantação e operação do sistema de coleta, afastamento e tratamento de esgotos previstas pela 2ª Etapa do Projeto Tietê.

A área de abrangência do estudo compreendeu o Rio Tietê, de Mogi das Cruzes até a Barragem de Rasgão, o Rio Pinheiros e o Rio Tamandateí, sendo que a representação destes cursos hídricos foi realizada pelo modelo QUAL2E.

De modo a subsidiar a calibração do modelo matemático, foram realizadas cinco campanhas de monitoramento nos anos de 2002 e 2003, tanto no período seco como no período chuvoso, sendo monitorados os parâmetros DBO, OD, DQO, temperatura do ar, temperatura da água, fósforo orgânico, fósforo total (fósforo orgânico, ortofosfatos e polisfosfatos), nitrogênio Kjeldahl (nitrogênio orgânico mais nitrogênio amoniacal).

De posse dos dados monitorados, procedeu-se com a calibração dos parâmetros DBO e OD para o Cenário de Referência (ano 2002) e, em seguida, com o prognóstico. Para o prognóstico foram feitas simulações para o final da 2ª Etapa do Projeto Tietê, no ano de 2007, adotando condições hidrológicas médias e mínimas e a operação saneamento do sistema Alto Tietê.

A **Figura 6.18** apresenta o resultado da simulação para o ano de 2007, em que foi considerado a vazão média no Rio Tietê, para os parâmetros DBO, OD, nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais.

No que se refere às cargas remanescentes, as simulações mostraram que não houve diferenças significativas entre os cenários de 2002 (referência) e o de 2007 (final do plano). A **Tabela 6.17** apresenta as cargas remanescentes dos dois cenários.

Tabela 6.17 - Cargas remanescentes de DBO nos Cenários de 2002 e 2007

Tributário	Carga remanescente (kg DBO/dia)		Abatimento (%)
	Cenário 2002	Cenário 2007	
Rio Tietê	373.165	382.429	-2,5%
Rio Pinheiros	151.248	98.896	34,6%
Rio Tamanduateí	125.885	115.004	8,6%
Total	650.298	596.329	8,3%

Projeto Tietê - Rio Tietê
Etapa I - Ano 2007 - Vazão Média - Operação Saneamento
Perfil de Cargas

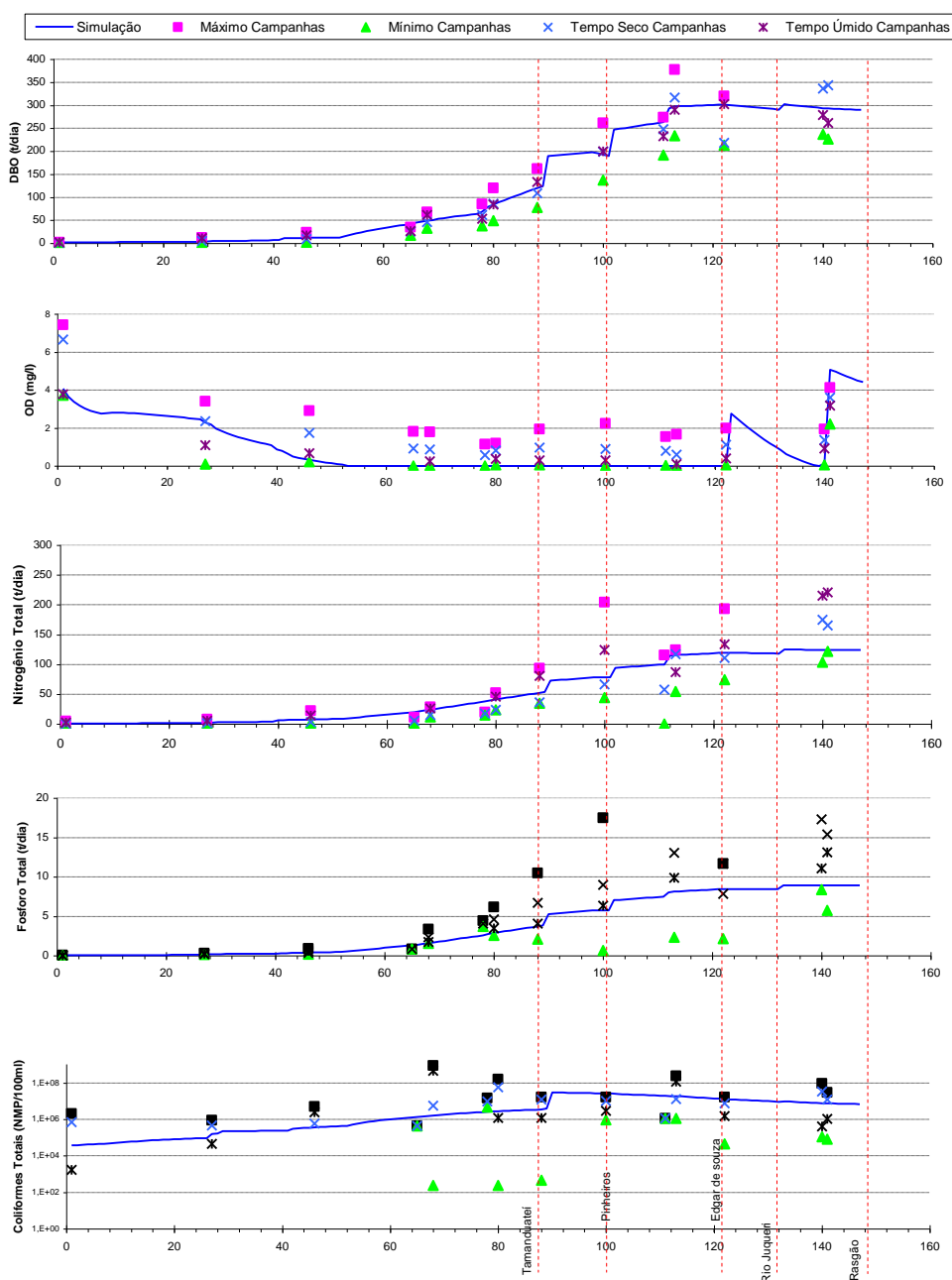


Figura 6.18 - Perfis de DBO, OD, nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais no Rio Tietê para o cenário de 2007

6.2.1.5. Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP

O Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo - PDAA encontra-se em revisão e atualização. Na sequência, apresenta-se uma breve descrição dos modelos aplicados na revisão do PDAA concluído em 2006.

PDAA 2006

No ano de 2006, a Sabesp revisou e atualizou o Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – PDAA com o intuito avaliar e propor alternativas em diversas etapas do sistema de abastecimento público de água da RMSP, tendo como horizonte de planejamento o ano de 2025.

No tema relativo à qualidade das águas dos mananciais, o PDAA 2006 utilizou dois modelos matemáticos: (i) MQUAL, para avaliação das cargas poluidoras na Bacia Billings considerando a infraestrutura sanitária do ano de 1999, e população relativa ao Censo IBGE de 1991 e contagem populacional do IBGE de 1996; e (ii) LACAT, para avaliação das cargas de fósforo total com as características do ano 2000 (Cenário Atual) e a estimativa do aumento da população e do uso e ocupação das bacias de drenagem da RMSP para o horizonte de 2025.

A aplicação do MQUAL foi realizada na etapa de diagnóstico do PDAA 2006 e apresentou como resultado quatro das 11 sub-bacias com cargas de fosfato hidrolisável superior a 100 kg/dia, sendo que o Corpo Central é o braço que recebeu maiores cargas deste parâmetro (26% da carga total). A **Tabela 6.18** apresenta as cargas geradas no reservatório para o ano de 1996, que considerou a Contagem Populacional do IBGE neste ano.

Tabela 6.18 - Cargas geradas no Reservatório Billings – Cenário 1996

Sub-bacia	Carga gerada (kg/dia)				
	Fosfato hidrolisável	Ntotal	DBO _c	DBO _n	Sólidos Suspensos
Braço Cocaia	228	1.009	2.393	4.779	3.697
Braço Bororé	22	106	235	404	2.538
Braço Taquacetuba	18	107	244	325	4.512
Braço Pedra Branca	5	30	63	98	884
Braço Capivari	1	12	26	25	468
Braço Rio Pequeno	3	28	60	68	1.023
Braço Rio Grande (montante captação)	181	813	1.510	3.141	8.155
Braço Rio Grande (jusante captação)	22	99	223	432	867
Braço Alvarenga	148	640	1.550	1.894	2.933
Braço Grota Funda	85	398	1.043	1.887	1.694
Corpo Central	251	1.142	2.912	5.305	5.023
TOTAL	966	4.382	10.259	19.357	31.794
Município					
São Paulo	516	2.337	5.725	10.756	14.545
Diadema	79	374	1.001	1.775	1.556
São Bernardo do Campo	205	923	2.178	3.990	7.986
Santo André	32	170	370	652	3.230
Ribeirão Pires	95	413	693	1.525	3.046
Rio Grande da Serra	39	165	292	660	1.432
TOTAL	966	4.382	10.259	19.357	31.794

Já o modelo LACAT (*Lagos Calidos Tropicais*), desenvolvido pelo *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente* (CEPIS) foi aplicado para a estimativa de cargas de fósforo total dos mananciais da RMSP, a partir da população e do uso e ocupação do solo da bacia de drenagem dos reservatórios, considerando a situação atual. Além da concentração esperada de fósforo total, o modelo indicou o percentual de probabilidade do reservatório apresentar algum grau de eutrofização, em três níveis, ao longo do ano. A **Tabela 6.19** apresenta os resultados observados para a situação atual (ano 2000) e o horizonte de 2025.

Tabela 6.19 - Cargas de fósforo total por bacia hidrográfica – Cenários 2000 e 2025

Bacia	Cargas potenciais (g/ano)						Concentração no reservatório (mg/L)		Classificação trófica (%)									
	Uso		Populacional		Total		2000	2025	Hipereutrófico		Eutrófico		Mesotrófico		Oligotrófico		Ultraoligotrófico	
	2000	2025	2000	2025	2000	2025			2000	2025	2000	2025	2000	2025	2000	2025	2000	2025
Biritba (Barragem)	1.910.501	1.910.501	-	-	1.910.501	1.910.501	0,009	0,009	-	-	-	-	0,26	2,56	29,86	33,00	69,88	64,40
Paraitinga	4.917.592	4.917.592	11.386.060	16.830.200	16.303.652	21.747.792	0,089	0,116	2,94	9,85	66,80	77,85	29,98	12,27	-	-	-	-
Taiacupeba (Barragem)	9.169.938	9.169.938	27.077.160	40.087.950	36.247.098	49.257.888	0,055	0,073	-	1,38	28,47	54,94	69,66	42,99	3,33	-	-	-
Billings (Braço do Rio Pequeno)	899.438	899.438	1.080.627	1.699.331	1.980.065	2.598.769	0,013	0,016	-	-	-	-	2,64	8,45	64,88	77,19	32,48	14,34
Billings (Braço Rio Grande)	6.214.900	6.214.900	143.852.340	212.963.265	150.067.240	219.178.165	0,263	0,368	-	2,08	29,33	61,54	67,25	35,95	3,16	-	-	-
Billings (Braço Pedra Branca)	190.381	190.381	3.618.898	5.690.866	3.809.279	5.881.247	0,087	0,128	2,51	14,73	64,46	77,17	32,68	8,08	-	-	-	-
Billings (Braço Capivari)	175.240	175.240	890.400	1.400.191	1.065.640	1.575.431	0,011	0,015	-	-	-	-	0,90	5,83	47,70	74,69	51,40	19,47
Juquiá (montante São Lourenço)	5.887.678	5.887.678	8.993.037	15.421.143	14.880.715	21.308.821	0,278	0,397	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Lourenço (Norte)	3.914.845	3.914.845	34.804.642	72.370.729	38.719.487	76.285.574	0,409	0,806	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Itatinga (Barragem)	1.101.546	1.101.546	-	-	1.101.546	1.101.546	0,004	0,004	-	-	-	-	-	0,00	1,26	1,26	98,74	98,74
Ipanhaú (Barragem)	1.329.988	1.329.988	5.586.136	12.113.864	6.916.124	13.443.852	0,026	0,047	-	-	-	12,62	40,58	77,54	57,19	9,78	1,63	-
Capivari (Alto Capivari)	1.030.031	1.030.031	-	-	1.030.031	1.030.031	0,011	0,011	-	-	-	-	1,10	1,10	50,82	50,82	48,08	48,08
Capivari (Baixo Capivari)	1.878.866	1.878.866	-	-	1.878.866	1.878.866	0,008	0,008	-	-	-	-	0,10	0,10	19,64	19,64	80,26	80,26
São Lourencinho (LH1)	4.007.760	4.007.760	-	-	4.007.760	4.007.760	0,006	0,006	-	-	-	-	0,01	0,01	6,39	6,39	93,60	93,60
São Lourencinho (Sul)-B4	5.403.728	5.403.728	-	-	5.403.728	5.403.728	0,021	0,021	-	-	-	-	26,35	26,35	69,70	69,70	3,74	3,74
São Lourencinho (B1)	24.100.940	24.100.940	-	-	24.100.940	24.100.940	0,035	0,035	-	-	3,95	3,95	70,24	70,24	25,61	25,61	-	-

6.2.1.6. Modelo Matemático para as Bacias do Alto e Médio Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo, Brasil

O estudo Modelo Matemático para as Bacias do Alto e Médio Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo, Brasil, foi desenvolvido pela CETESB, em contrato assinado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) com recursos do *Japan Special Fund* (JSF) no ano de 2006.

Este estudo teve como objetivo implantar um modelo matemático hidrodinâmico e de qualidade da água para o sistema formado entre os reservatórios Billings e Barra Bonita e os rios Tietê e Pinheiros, desde a barragem da Penha até o Reservatório de Barra Bonita.

Para definir as fronteiras do sistema e as cargas que seriam consideradas, foi feita uma avaliação dos dados existentes na área do projeto, dividindo-o em quatro grandes compartimentos: Reservatório Billings, Alto Tietê, Médio Tietê e Reservatório Barra Bonita.

As cargas geradas e remanescentes foram estimadas pelo modelo de carga *Load Model*, desenvolvido no Japão; enquanto que a qualidade da água foi simulada com o modelo tridimensional *ELCOM-CAEDYM*, aplicado no Reservatório Billings, Rio Pinheiros e Reservatório de Barra Bonita, e com o modelo *quasi-2D DYRIM-CAEDYM*, aplicado no Rio Tietê, ambos hidrodinâmicos e desenvolvidos pelo *Centre for Water Research* da *University of Western Australia*. A **Figura 6.19** apresenta a área de abrangência do estudo e aplicação dos modelos.

Alguns cenários simulados abrangiam dois ou mais compartimentos, sendo utilizado, nestes casos, o modelo integrado, em que o resultado de um compartimento gerava automaticamente os arquivos de entrada da região a jusante.

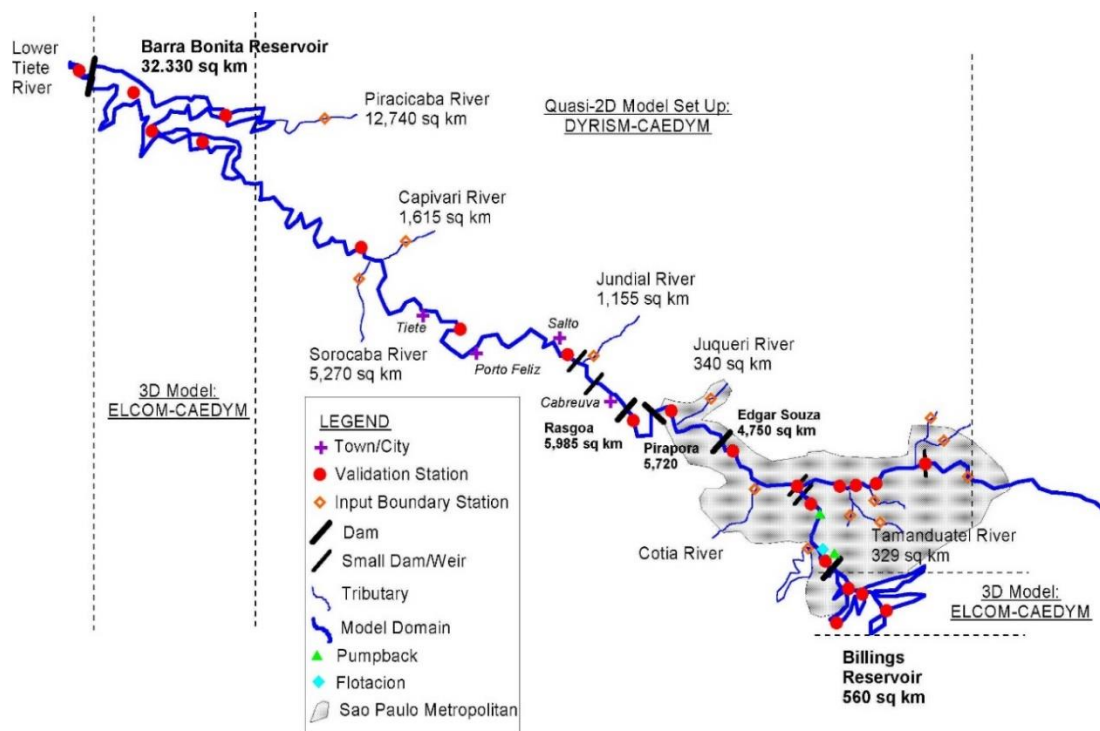


Figura 6.19 - Área de abrangência do estudo e aplicação dos modelos matemáticos

O estudo realizou a simulação de cenários que consideraram diversos aspectos que impactariam na qualidade da água dos corpos hídricos estudados, e adotou como período de simulação os anos de 2002 e 2003, na maioria dos cenários. A **Tabela 6.20** apresenta a lista de cenários simulados. Já a **Figura 6.20** ilustra o resultado de Cenário C – Resposta das algas ao bombeamento de Pedreira, onde em (a) não considera o bombeamento e apresentou concentrações de clorofila-a de $150 \mu\text{g.L}^{-1}$, com extensão da pluma em 4 km do reservatório; e em (b) o bombeamento de $200 \text{ m}^3/\text{s}$ provocou concentrações maiores que $200 \mu\text{g.L}^{-1}$ no corpo central e a pluma avançou de 12 a 14 km no reservatório.

Tabela 6.20 - Cenários simulados e a área de aplicação

Cenário		Área de aplicação
A	Típica estação seca	Reservatórios Billings e Barra Bonita e Rios Tietê e Pinheiros
B	Redução na carga das sub-bacias da Billings e do Alto Tietê	Reservatórios Billings e Barra Bonita e Rios Tietê e Pinheiros
C	Resposta das algas ao bombeamento de Pedreira	Reservatório Billings
D	Segmentação dos Braços Taquacetuba e Rio Pequeno do Reservatório Billings	Reservatório Billings
E	Flotação com vazão de operação de 10m ³ /s e 50m ³ /s	Reservatório Billings
F	Derramamento de óleo na Ponte Imigrantes	Reservatório Billings
G	Típico pico de vazão na estação chuvosa	Rios Tietê e Pinheiros
H	Operação da Barragem de Pirapora	Rio Tietê
I	Abertura de fundo da comporta de Rasgão	Rio Tietê
J	Calha de Projeto da Fase II do Rebaixamento do Rio Tietê	Rio Tietê

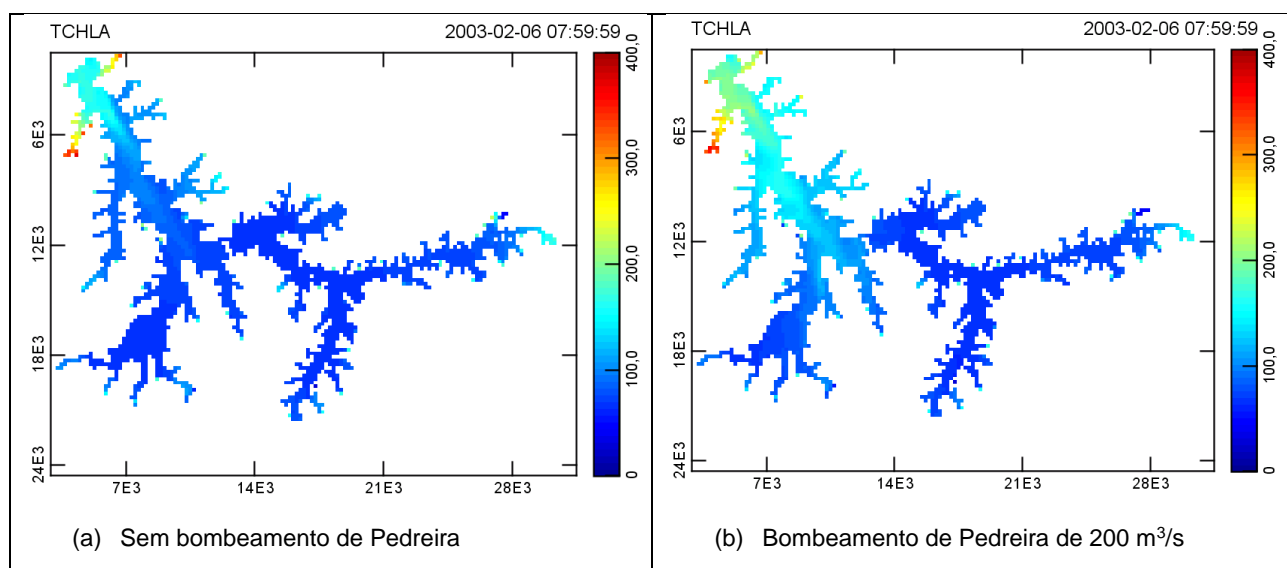


Figura 6.20 - Resultado do Cenário C – Resposta das algas ao bombeamento de Pedreira

6.2.1.7. Plano Diretor de Esgoto da Região Metropolitana de São Paulo

O Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo – PDE foi desenvolvido pela Sabesp no ano de 2010. A área de abrangência do PDE compreendeu a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, envolvendo 39 municípios localizados na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, com exceção dos municípios de Guararema, Santa Isabel e Juquitiba.

Este estudo considerou a integração do Sistema de Esgotamento Sanitário da RMSP, denominado como Sistema Principal, composto pelas ETEs ABC, Barueri, Parque Novo Mundo, São Miguel e Suzano, e as especificidades dos Sistemas Isolados, localizados em regiões periféricas da RMSP, incluindo o Médio Tietê, com o intuito de identificar as demandas para a ampliação destes sistemas ao longo do período de planejamento até o ano de 2030. Os anos de 2018 e 2023 foram adotados como os dois cenários distintos para a universalização dos serviços de esgotos, ou seja, envolve a coleta e o afastamento de no mínimo 90% dos esgotos gerados pelos domicílios de cada município, e o tratamento de 100% das vazões de esgoto coletadas.

Um dos componentes do PDE 2010 foi relativo à modelagem matemática, onde foram apresentados prognósticos de qualidade da água, utilizando os modelos matemáticos de qualidade da água QUAL2E, aplicado nos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, e MQUAL, aplicado nos reservatórios Guarapiranga e Billings. Os cenários considerados nas simulações foram os anos de 2008 (situação atual), 2015, 2018, 2023 e 2030. Vale mencionar que para o cenário de 2018 foram realizados dois

outros cenários: (i) Cenário 1 – universalização dos esgotos em 2018; e (ii) Cenário 2 – universalização dos esgotos em 2023.

A calibração dos parâmetros de qualidade da água do QUAL2E considerada foi do documento “Compilação de Dados e Processamento dos Resultados Anuais Referentes ao Projeto de Despoluição do Rio Tietê – Etapa II”, desenvolvido em 2004, que utilizou os resultados das campanhas de monitoramento de qualidade das águas realizadas nos anos de 2002 e 2003. Entretanto, o modelo foi verificado para as condições do ano de 2008, cenário de referência, englobando as vazões domésticas, naturais e industriais e as cargas difusas, domésticas e industriais, além da população e eficiência das ETEs. As concentrações dos parâmetros OD, DBO, nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais foram obtidas na publicação da CETESB relativa à qualidade das águas interiores. Como resultado da verificação, o estudo mostrou que as concentrações simuladas estiveram ajustadas aos dados do monitoramento da CETESB e apresentaram as mesmas tendências dos resultados das simulações de calibração. Sendo assim, a calibração realizada no ano de 2004 pôde ser utilizada no PDE 2010.

Após a verificação do QUAL2E, procedeu-se às simulações de qualidade para a obtenção dos prognósticos. Os resultados das simulações do modelo QUAL2E apontados pelo estudo indicaram que ocorreu redução nas cargas de DBO e, conseqüentemente, um aumento nas concentrações de OD nos corpos d’água nos cenários simulados, principalmente quando há a universalização dos serviços de esgoto. Esta melhora na qualidade da água foi devido aos investimentos realizados em infraestrutura sanitária considerados nos cenários simulados, como a 3ª Etapa do Projeto Tietê.

A aplicação do modelo MQUAL nas bacias dos reservatórios Billings e Guarapiranga, para os mesmos cenários adotados para o QUAL2E, mostrou que houve redução na carga de fósforo total em ambos os reservatórios nos cenários com universalização dos esgotos. Entretanto, no período após a universalização, ano de 2030, ocorre um incremento na carga de fósforo total devido ao crescimento da população residente nas bacias Billings e Guarapiranga nos anos subsequentes e a adoção dos mesmos índices de atendimento e tratamento de esgotos considerados no cenário com universalização.

A **Figura 6.21** apresenta os perfis de concentrações de DBO e OD para todos os cenários simulados com o modelo QUAL2E no Rio Tietê, enquanto que a **Tabela 6.21** apresenta um resumo das vazões e cargas totais de DBO para a RMSP.

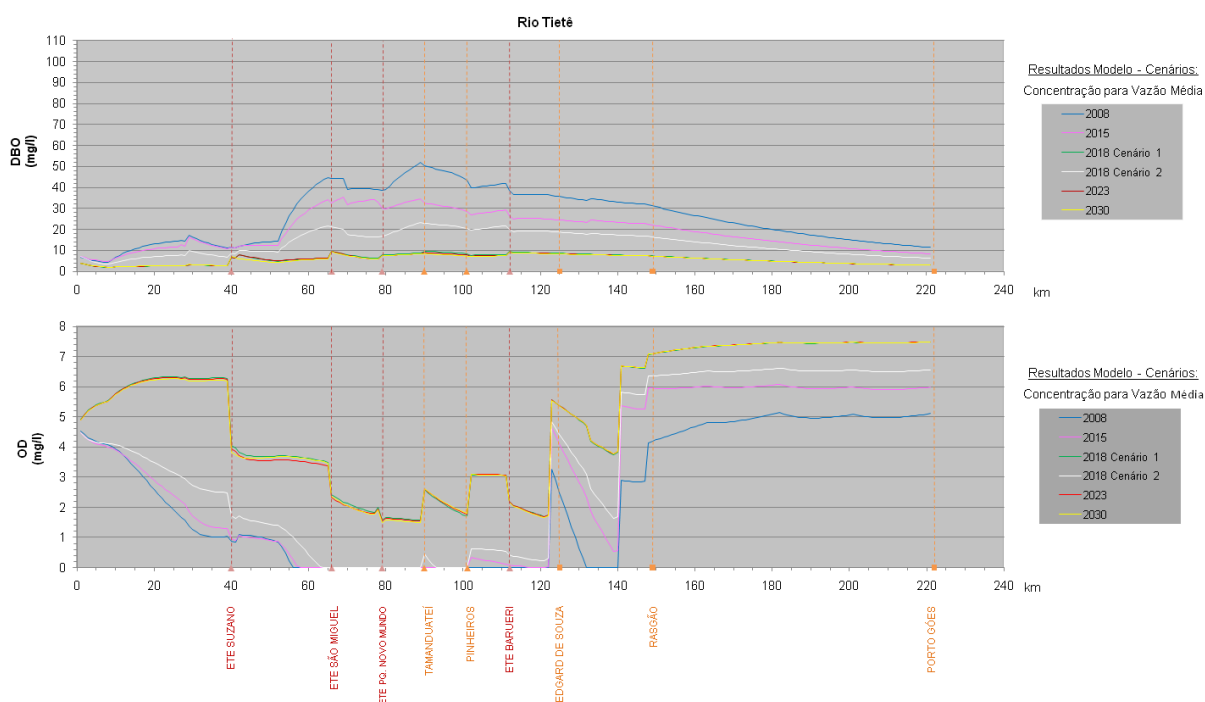


Figura 6.21 -Perfis de concentração de DBO e OD para a vazão média - Rio Tietê

Tabela 6.21 - Resumo dos resultados dos cenários – vazão total e carga total de DBO

Cenários	População (hab.)	Vazão Total de esgoto gerado (L/s)	Carga de DBO Total gerada (kg/dia)	Carga de DBO Total lançada nos rios (kg/dia)	Carga de DBO Total lançada nos rios (%)
2008	19.554.832	39.880	1.194.856	707.906	59,3
2015	20.973.785	43.601	1.265.847	518.622	41,0
2018 - Cenário 1	21.314.147	44.462	1.291.463	152.751	11,9
2018 - Cenário 2	21.314.147	44.462	1.291.463	377.873	29,3
2023	22.053.880	46.407	1.331.584	146.975	11,0
2030	22.887.455	48.387	1.378.386	136.488	10,0

A **Tabela 6.22** apresenta as cargas de fósforo total obtidas nas bacias dos reservatórios Billings e Guarapiranga.

Tabela 6.22 - Cargas de fósforo total nas bacias Billings e Guarapiranga

Cenários	Carga de fósforo total (kg/dia)			
	Universalização 2018		Universalização 2023	
	Billings	Guarapiranga	Billings	Guarapiranga
2008	1.014	731	1.014	731
2015	961	507	961	507
2018	310	162	755	456
2023	337	168	337	168
2030	334	174	334	174

6.2.1.8. Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo

O Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo (PDPA RMSP) encontra-se fase final de elaboração pela Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Este estudo objetiva a (i) revisão e atualização dos PDPA's instituídos por Leis Específicas: Guarapiranga, Billings, Alto Juquery e Alto Tietê Cabeceiras; (ii) revisão e atualização dos PDPA's que não possuem Leis Específicas instituídas: Cabuçu-Tanque Grande e Cotia¹³; e (iii) elaboração do primeiro PDPA para as APRMs do Guaió, Alto Juquiá e Jaguari.

O projeto PDPA's RMSP (SSRH, 2017) teve como um de seus objetivos analisar a situação atual da geração de cargas dos mananciais de interesse para o abastecimento da RMSP. Para tal, fez uso do Modelo de Correlação Uso do Solo e Qualidade da Água (MQUAL) para cômputo das cargas geradas e do QUAL-UFMG para a realização da modelagem da qualidade da água em rios.

Desta forma, foram estimadas as cargas geradas, afluentes e admissíveis em cada manancial. Além disso, foi verificado o atingimento das cargas metas estabelecidas nas leis específicas existentes antes de 2017 (Billings, Guarapiranga, Alto Tietê Cabeceiras e Alto Juquery).

A carga gerada é caracterizada como a carga estimada em cada porção da bacia com base na população urbana residente e na infraestrutura sanitária, além da carga difusa associada a diferentes categorias de uso e ocupação do solo. Já a carga afluente é a carga que de fato chega ao reservatório ou ponto de captação, considerando-se o resultado do abatimento da carga gerada ao longo de corpos hídricos.

A carga admissível é caracterizada como a capacidade de suporte do reservatório de modo a não sofrer eutrofização pelas suas condições naturais. Desta forma, a estimativa da carga admissível de um poluente em um reservatório permite o estabelecimento de um valor de referência para o qual são mantidas condições ideais para os usos a que esse corpo hídrico for destinado.

¹³ APRM Alto Cotia criada, em 2017, pela Lei nº 16.568/2017.

A **Tabela 6.23** apresenta as cargas admissíveis para cada reservatório, além das cargas geradas e afluentes, que consideram dados do uso e ocupação do solo, da infraestrutura sanitária e de população referente ao ano de 2015.

Para os mananciais Guaió e Cotia, onde os corpos hídricos utilizados para abastecimento são rios, determinou-se como parâmetro de referência a DBO. Para os demais mananciais utilizou-se como principal referência o fósforo, por sua relevância como fator limitante ao processo de eutrofização nos reservatórios.

Tabela 6.23 - Resultado das cargas/concentrações para o cenário atual (2015)

Manancial	Carga meta (kg P/dia)	Carga/Concentração admissível	Situação atual (2015)
Billings	281 kg P/dia	Resultado em kg P/dia	712 kg P/dia
		Ultraoligotrófico < 30,11;	
		Oligotrófico (Classe 1) < 71,52;	
		Mesotrófico < 195,74;	
		Eutrófico < 451,71;	
Supereutrófico < 877,07			
Guarapiranga	147 kg P/dia	Resultado em kg P/dia	201 kg P/dia
		Ultraoligotrófico < 17,43;	
		Oligotrófico (Classe 1) < 41,40;	
		Mesotrófico < 113,30;	
		Eutrófico < 261,46;	
Supereutrófico < 412,52			
Alto Tietê Cabeceiras	36,0 kg P/dia	Reservatório Taiapuê: 40,61 kg P/dia	83,52 kg P/dia
Alto Cotia	-	-	3,13 mg DBO/L
Guaió	-	5 mg DBO/L	20,78 mg DBO/L
Jaguari	-	Resultado em kg P/dia	108,09 kg P/dia
		Ultraoligotrófico < 46,99;	
		Oligotrófico (Classe 1) < 111,59;	
		Mesotrófico < 305,41;	
		Eutrófico < 704,79;	
Supereutrófico < 1.368,47			
Alto Juquiá	-	75 kg P/dia	42,66 kg P/dia
Alto Juquery	Atendimento aos padrões da Classe 1	Resultado em kg P/dia para vazão natural da bacia	60,2 kg P/dia
		Ultraoligotrófico < 5,16;	
		Oligotrófico (Classe 1) < 12,26;	
		Mesotrófico < 33,55;	
		Eutrófico < 77,42;	
Supereutrófico < 150,32			
Cabuçu-Tanque Grande	-	0,17 kg P/dia	0,39 kg P/dia

Verifica-se que na APRM Billings a carga afluente em 2015 (712 kg P/dia) é 2,5 vezes superior à carga meta (281 kg P/dia). Neste estudo, foi estimado o potencial de carga que extravasa no complexo de sistemas de elevatórias de esgoto existente, associado a ocorrência de problemas operacionais. Com isso, o valor de carga afluente passa para 806 kg P/dia. A elevada carga na bacia se deve ao fato de existir uma alta concentração populacional na região, na qual, em locais específicos, até mesmo índices elevados de coleta de esgoto não são suficientes para suprir a demanda. Além disso, ainda se encontram em fase de implantação serviços de saneamento (coleta e tratamento de esgoto) em regiões críticas altamente adensadas como Diadema e São Bernardo do Campo.

Na APRM Billings, no curto prazo (2022), foi proposta a provisão de infraestrutura sanitária nos municípios de São Bernardo do Campo, Diadema e Ribeirão Pires, uma vez que são regiões com altas taxas de contribuições de carga para o reservatório. Também se considerou a melhoria dos sistemas de estações elevatórias de esgoto para manutenção da eficiência de operação em 95%.

No médio prazo (2027) foi proposta a regularização de parte da população que se encontra em favelas, somadas as ações de saneamento nos municípios de Rio Grande da Serra e Santo André. No longo prazo (2035) sugeriu-se provisão total de infraestrutura sanitária para a APRM, que inclui o atendimento total da população em favela, além da finalização das ações previstas no Programa Pró-Billings e nos Programas Estruturantes da Sabesp. Comparando o cenário atual (712 kg P/dia) com o cenário com as intervenções propostas (226 kg P/dia), tem-se uma redução de quase 70% na carga, desta forma, atingindo a meta estabelecida pela Lei Específica. Isso mostra, que as ações propostas, somadas, são capazes de fazer com que haja uma significativa redução das cargas. Porém, o atingimento da meta requer um esforço bastante significativo por parte dos gestores públicos, das concessionárias e da população.

Na APRM Guarapiranga, a carga afluyente em 2015 (201 kg P/dia) apresenta-se relativamente próxima a carga meta 147 kg P/dia. Entretanto, ainda se verificam problemas de difícil solução como população em favelas, desprovida de coleta e tratamento de esgotos, alto adensamento que dificulta a provisão de infraestrutura sanitária e problemas associados aos sistemas de exportação de esgotos.

Na APRM Guarapiranga, no curto prazo (2022), foram propostas ações de manutenção da eficiência dos sistemas de estações elevatórias de esgoto em 95%; aumento da eficiência no sistema de flotação já existente nos rios Itupu e Guavirutuba; e, provisão de infraestrutura sanitária nas sub-bacias mais críticas. No médio prazo (2027) foi proposta a implantação de sistema de flotação nos rios São José e Pedras, por se tratar de uma região bastante adensada que possui dificuldades técnicas de atendimento com coleta de esgoto, além da finalização dos Programas Estruturantes da Sabesp e regularização de parte da população que se encontra em favelas. No longo prazo (2035) sugeriu-se o atendimento total da população em favela e a provisão total de infraestrutura sanitária na bacia, considerando índices de 90% de atendimento por rede coletora de esgoto com 95% de exportação do esgoto coletado. O conjunto dessas ações possibilitaria uma redução de 200 kg P/dia, considerando os coeficientes de exportação do MQUAL 2.0. Ao considerar os coeficientes do MQUAL 1.6, somente com a execução de todas as ações previstas e propostas seria possível atingir a carga meta estabelecida pela Lei Específica, com prazo postergado para o ano de 2035.

Na APRM Alto Tietê Cabeceiras, os principais problemas estão localizados nos núcleos urbanos dos municípios de Suzano e Ribeirão Pires, onde existe uma concentração populacional relevante inserida no território da APRM, com baixos índices de coleta e tratamento de esgotos. Na situação representativa do ano de 2015, a carga afluyente ao reservatório Taiaçupeba é de 83,52 kg P/dia, ou seja, 2,3 vezes maior que a carga meta (36 kg P/dia). Essa questão é preocupante, pois uma carga elevada de fósforo aumenta a produtividade no reservatório, podendo acarretar em florações de algas, que elevam os custos para o tratamento das águas.

Na APRM Alto Tietê Cabeceiras, no curto prazo (2022) foram propostas ações que visem reduzir as cargas provenientes das atividades agrícolas; além da provisão de infraestrutura sanitária em parte das favelas localizadas na bacia do Taiaçupeba. A solução encontrada para redução da carga de fósforo que aflui aos reservatórios pertencentes ao Sistema Produtor Alto Tietê é a exportação de esgotos ou a implantação de sistema específico de remoção de fósforo.

No cenário de médio prazo (2027) propôs-se a continuidade na busca de soluções que possibilitem reduções de parte da carga proveniente da atividade agrícola, através da adoção de métodos que devem ser objeto de estudo específico. Além disso, destacou-se a necessidade de provisão de infraestrutura sanitária na bacia da represa Taiaçupeba e a exportação ou remoção específica de fósforo da ETE Biritiba.

Para o longo prazo (2035), as ações/intervenções propostas estão mais voltadas para as ETEs Salesópolis, Remédios e Mogi das Cruzes, propondo-se como solução a exportação do esgoto ou alguma alternativa técnica que vise remover consideravelmente o fósforo no tratamento. Além disso, sugeriu-se que o trabalho de conscientização dos agricultores, que objetiva reduzir as cargas de fósforo provenientes da agricultura seja contemplado nesta fase, assim como nas demais. Com a execução de todas as ações propostas, é possível atingir a carga meta estabelecida pela lei específica que é de 36 kg P/dia no reservatório Taiaçupeba.

Na APRM Alto Juquery, a carga gerada é de 60,20 kg P/dia, porém a lei específica deste manancial determina que a carga meta corresponda ao atendimento aos padrões estabelecidos na Classe 1. Utilizando os dados hidráulicos do reservatório e considerando os parâmetros estabelecidos pela Classe 1 (CONAMA 357/2005), foi possível estimar a carga admissível para o reservatório, que é de 12,26 kg P/dia, ou seja, quase 5 vezes menor que a contribuição atual. A elevada carga se justifica, especialmente, pela ETE não possuir remoção específica de fósforo em seu tratamento, apesar do município de Mairiporã possuir índices aceitáveis de coleta e encaminhamento para tratamento.

No curto prazo (2022), previu-se uma intervenção proposta no Plano Municipal de Saneamento de Mairiporã, que sugere a exportação do esgoto coletado para fora da APRM. Como alternativa, foi elaborado um cenário analisando a implantação de tratamento terciário para a ETE existente em Mairiporã. No entanto, verificou-se, que as ações analisadas, de forma isolada, ainda não são suficientes para atingir a carga admissível.

O último cenário (longo prazo – 2035) considerou o tratamento terciário ao invés de exportação – uma vez que o primeiro traz mais benefícios para a APRM em questões de disponibilidade e não corre o risco de o esgoto ficar dependente de um sistema de elevatórias, onde uma possível falha poderia acarretar em prejuízos para a qualidade da água – e melhoria na eficiência dos sistemas individuais de tratamento. No entanto, essas duas ações somadas não são suficientes para atingir a carga admissível. Analisando-se a APRM Alto Juquery isoladamente (contribuições da transposição) a ocupação projetada para a bacia não é compatível com a manutenção da qualidade nos padrões requeridos. No entanto, considerando-se a situação atual das contribuições da transposição, com as ações propostas é possível atender aos padrões e as metas estabelecidos.

Na bacia do Jaguari, a carga gerada estimada para o ano de 2015 foi de 108,09 kg P/dia. Apesar dessa carga não ser superior a carga admissível (111,6 kg P/dia) é importante destacar que, na época da realização do estudo, no município de Santa Isabel o esgoto coletado não era tratado. Diante disso, ocorrem problemas pontuais de qualidade da água a jusante dos lançamentos de esgoto *in natura*.

Os cenários foram elaborados considerando a implantação do sistema de tratamento dos esgotos coletados em Santa Isabel e a ampliação da rede de coleta de esgoto em Arujá. No cenário projetado para 2035, essas duas ações possibilitariam que a carga no reservatório chegasse a 100,95 kg P/dia, atingindo, dessa forma, a carga admissível.

No manancial Guaió, a concentração atual está em 20,78 mg DBO/L – pouco mais de 4 vezes a concentração admissível para rios de Classe 2 (5 mg DBO/L) – considerando o ponto de captação como referência. No estudo, verificou-se que os principais problemas se localizam na cabeceira da bacia, especificamente nos municípios de Mauá, Ribeirão Pires e Ferraz de Vasconcelos. Destaca-se que o território do município de Mauá, pertencente ao manancial, possui sistema de coleta de esgoto, porém, sem tratamento, ou seja, o esgoto está sendo apenas afastado e lançado no rio Guaió *in natura*.

O conjunto de ações propostas para o manancial Guaió contempla a exportação de esgotos coletados nos municípios de Mauá, Ribeirão Pires e Ferraz de Vasconcelos, acrescido de medidas complementares de redução da carga difusa, tais como melhoria na prestação de serviços de limpeza pública; revitalização de córregos e suas margens; incentivo a mudança comportamental da população em relação à disposição dos resíduos sólidos (educação ambiental); controle e fiscalização de ligações de esgoto nas galerias pluviais; aumento do percentual de áreas verdes no ambiente urbano, entre outras. Este conjunto de ações proporcionaria uma redução significativa das cargas afluentes ao ponto de captação. No entanto, a previsão de crescimento com a implantação da alça do rodoanel (que apresenta incertezas) torna difícil o atendimento dos padrões de qualidade exigidos na legislação pertinente. Em razão da reduzida vazão do rio Guaió, previu-se atendimento das condições exigidas na legislação apenas 30% do tempo.

Na bacia do Cabuçu, a carga gerada representa a condição natural da bacia, ou seja, não há impactos antrópicos significativos. Já no Tanque Grande, a população está dispersa no território e

em áreas de chácaras, isto é, providas de sistemas individuais de tratamento. A situação atual mostra que a carga é de 0,39 kg P/dia, duas vezes superior à carga admissível (0,17 kg P/dia).

Para a bacia Tanque Grande, que possui população com sistema individual de tratamento, optou-se por propor soluções apenas para o longo prazo (2035). Primeiramente, restrição quanto a ocupação da bacia, mantendo a mesma população atual (2015) e, complementarmente, prevendo uma melhora significativa nos sistemas individuais de tratamento. Somente nestas condições é que a carga ficaria em 0,13 kg/dia, dentro da admissível.

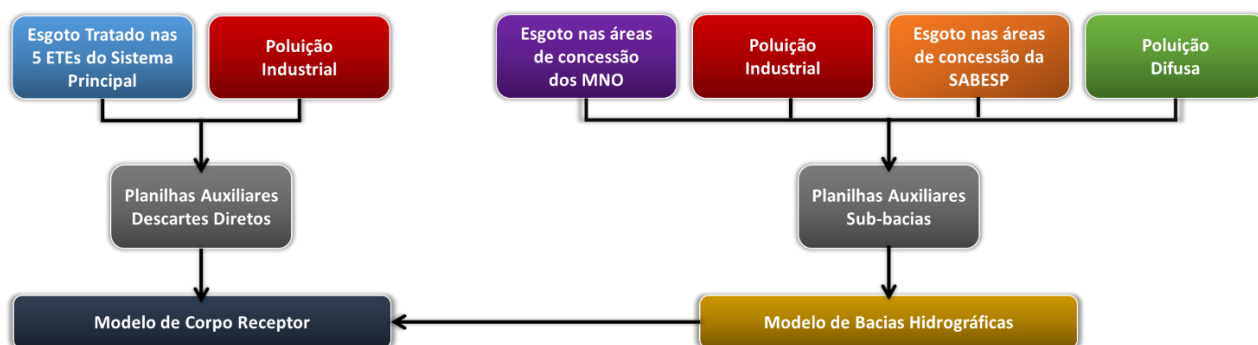
Na bacia do Cabuçu, pelo estado de preservação em que se encontra, sem impactos antrópicos significativos, foi proposta como meta a manutenção das condições existentes.

Os mananciais Alto Cotia e Alto Juquiá não possuem problemas significativos em relação à geração de cargas. No Alto Cotia, assim como no Cabuçu, a carga gerada representa a condição natural da bacia. O Alto Juquiá é uma bacia bastante preservada e a carga de fósforo gerada, estimada para 2015, não causa impactos relevantes ao reservatório. Nesse sentido, foi proposto que o crescimento seja acompanhado pela provisão de infraestrutura adequada.

6.2.1.9. Plano de Modernização do Tratamento de Esgotos na Região Metropolitana de São Paulo – PLAMTE

O Plano de Modernização do Tratamento de Esgotos na Região Metropolitana de São Paulo (PLAMTE) encontra-se em elaboração pelo Consórcio CH2MHill/JNS para a Sabesp. Dentre os assuntos em desenvolvimento pelo PLAMTE está a avaliação do impacto das cargas poluidoras geradas sobre a qualidade da água os principais cursos d'água da Bacia do Alto Tietê e uma porção da Bacia do Médio Tietê, considerando alternativas de tratamento de esgoto no Sistema Principal de Esgotamento Sanitário da RMSP, através da aplicação de um sistema integrado de modelagem matemática, compreendendo um modelo de corpo receptor vinculado com um modelo de bacias hidrográficas.

Buzzella *et al.* (2017) apresentou o sistema integrado de modelagem utilizado no PLAMTE, composto pelos modelos *Storm Water Management Model (SWMM5)* e do *Hydrologic Centers River Analysis System (HEC-RAS)*, que permitiu calcular a hidrologia da bacia hidrográfica, as cargas e o transporte de poluentes, e a resposta da qualidade da água nos rios modelados (rios Tietê, Pinheiros, Tamanduateí e Juqueri). A **Figura 6.22** apresenta a esquematização das fontes de poluição, que foram divididas em cinco categorias e que subsidiaram os dados de entrada do sistema integrado de modelagem, sendo que a poluição difusa foi obtida através das concentrações médias de evento (CMEs).



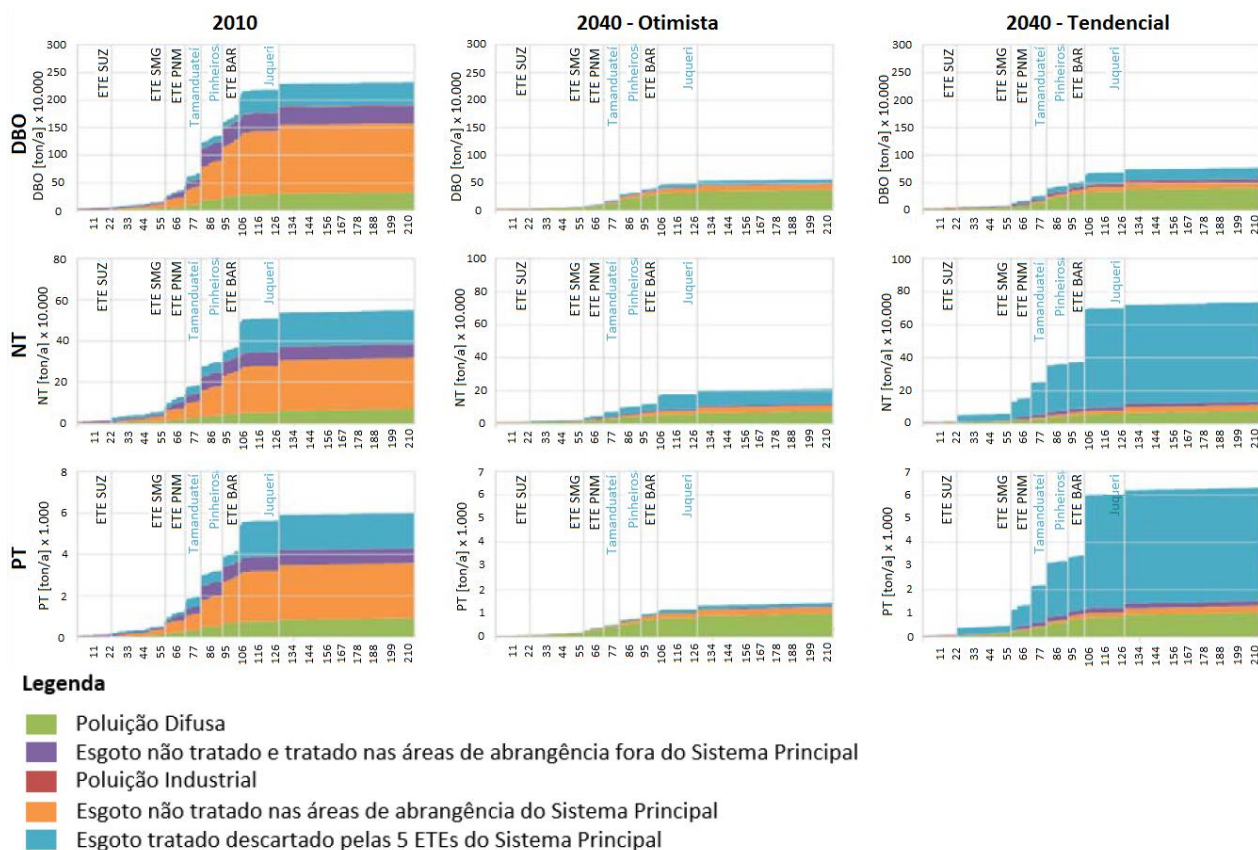
Fonte: Adaptado de Buzzella *et al.* (2017)

Figura 6.22 - Fontes poluidoras vinculadas aos modelos matemáticos utilizados

O estudo expôs os resultados dos cenários de controle de poluição desenvolvidos pelo PLAMTE, Tendencial e Otimista, para cada fonte poluidora e para cada uma das ETES do Sistema Principal, considerando melhorias no processo de tratamento, ampliação do sistema de coleta e tratamento de esgoto, crescimento populacional e urbano, e alterações nos lançamentos de efluentes industriais até o ano de horizonte de planejamento (2040). Para cada fonte poluidora, o Cenário

Tendencial adotou como premissas: (i) esgoto doméstico: universalização de esgoto em 2030, com tipo de tratamento do esgoto baseado no PDE e nos planos diretores dos municípios não operados pela Sabesp; (ii) poluição difusa: crescimento populacional desordenado, não havendo medidas de mitigação para a redução das cargas difusas; (iii) poluição industrial: número de indústrias conectadas a rede da Sabesp igual ao da situação atual (2010), com qualidade dos efluentes lançados na limitação de descarte estabelecidos na legislação atual. No Cenário Otimista, as premissas estabelecidas foram: (i) esgoto doméstico: universalização de esgoto em 2025, com a ocorrência da implantação progressiva de tratamento terciário para as principais ETEs; (ii) poluição difusa: adensamento populacional, considerando que 30% do escoamento superficial será tratado através de medidas de mitigação nas bacias que possuem piscinões e áreas públicas disponíveis; e (iii) poluição industrial: redução do número de indústrias com descarte direto no corpo d'água, cuja qualidade do efluente atende a classe 3 de enquadramento.

A **Figura 6.23** ilustra as cargas anuais geradas para os cenários citados, onde é possível notar que os parâmetros nitrogênio total e fósforo total apresentaram cargas elevadas no Cenário Tendencial, pois neste cenário é considerado o tratamento de esgotos a nível secundário, não prevendo a remoção destes nutrientes.



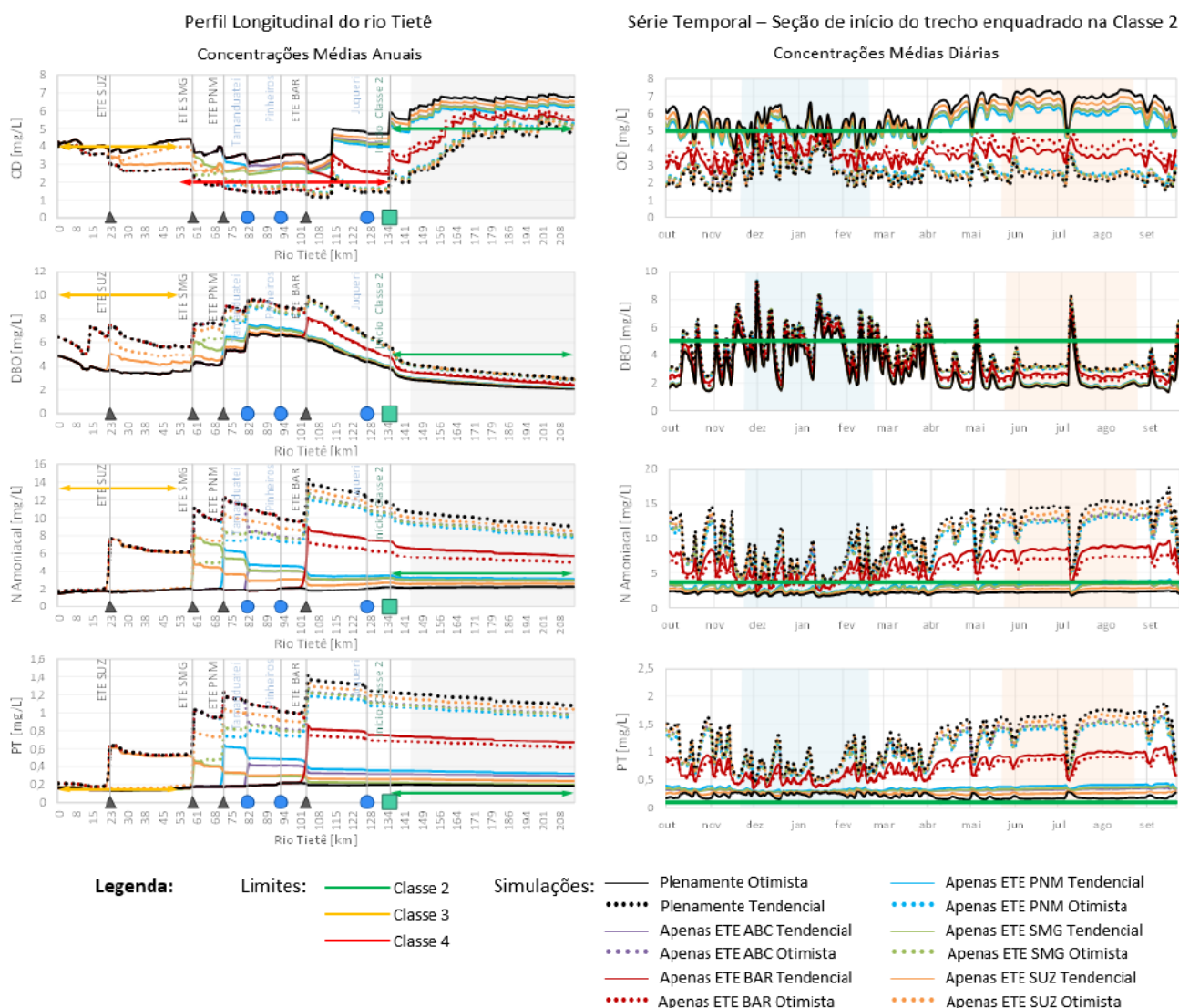
Fonte: Buzzella *et al.* (2017)

Figura 6.23 - Cargas anual geradas pelas fontes poluidoras

A obtenção das cargas poluidoras possibilitou a simulação da qualidade da água dos rios modelados. Para tanto, realizou-se a calibração do modelo de qualidade da água através de avaliações visuais, uma vez que os pontos de amostragem da rede de monitoramento da CETESB apresentam medições bimestrais, de modo a representar as tendências observadas nos períodos seco e chuvoso. Concluída a calibração, prosseguiu-se com as simulações de qualidade da água para os cenários da situação atual (2010) e futuro (2040), cujos perfis de concentração, assim como as séries temporais de concentração diária de OD, DBO, nitrogênio amoniacal e fósforo total estão apresentados no **Figura 6.24**.

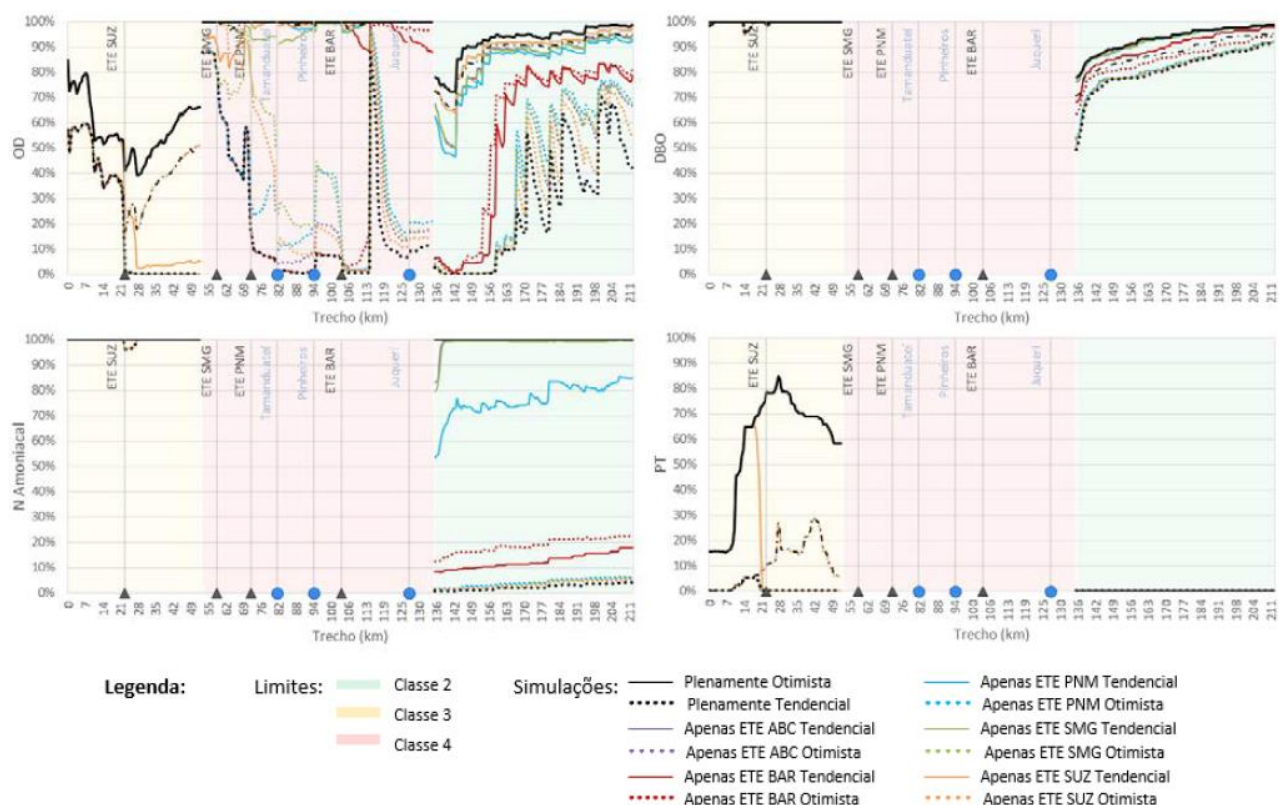
Através desta **Figura 6.24**, é possível observar que o tratamento secundário convencional, considerado no Cenário Tendencial, não consegue atender os limites de concentração preconizados pela legislação vigente dos parâmetros nitrogênio amoniacal e fósforo total. Na consideração de tratamentos avançados na remoção de nutrientes (Cenário Otimista), os limites de ambos os parâmetros foram atendidos plenamente.

Especificamente para o Rio Tietê, foram calculados índices de conformidade ao enquadramento, apresentados na **Figura 6.25**, que indicam o número de dias que o trecho esteve enquadrado aos limites de sua classe no período de um ano. A DBO esteve sempre acima de 95% do tempo no trecho enquadrado na classe 3, já no trecho enquadrado na classe 2, a conformidade ao enquadramento esteve acima de 50% do tempo. O OD, no trecho de classe 3, esteve enquadrado em 60% do tempo no Cenário Otimista; no Cenário Tendencial, OD apresentou-se pior, com simulações atingindo valores nulos. No trecho enquadrado na classe 4, OD esteve enquadrado em mais de 90% do tempo no tempo nos limites da classe em quase todas as simulações.



Fonte: Buzzella *et al.* (2017)

Figura 6.24 - Perfis de concentração e série temporal nos Cenários Otimista e Tendencial



Fonte: Buzzella *et al.* (2017)

Figura 6.25 - Índice de conformidade ao enquadramento no Rio Tietê

De posse destes resultados, o estudo concluiu que dentre as fontes de poluição consideradas, a poluição industrial foi a que exerceu menor influência sobre a qualidade da água nos dois cenários, enquanto que a poluição difusa se manteve praticamente constante ao longo dos anos. Para o esgoto doméstico, foi evidenciado a necessidade de remoção de nutrientes nas ETEs, uma vez que se observou não conformidade do parâmetro fósforo total com o enquadramento nos trechos classificados como classe 2 em todas as simulações.

6.2.1.10. Subsídios para o Enquadramento dos Corpos d'Água na Bacia do Alto Tietê

O estudo Subsídios para o Enquadramento dos Corpos d'Água na Bacia do Alto Tietê está em desenvolvimento pela Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP) para a Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT), com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

Este estudo realizou um diagnóstico da BAT de maneira a obter informações sobre a situação atual da bacia, principalmente em função dos usos dos recursos hídricos e os impactos sobre a qualidade da água; e um prognóstico de modo a estimar os usos e o crescimento populacional e das atividades econômicas.

Para a situação qualitativa atual, foram observados o atendimento ou não dos corpos hídricos da bacia aos padrões de qualidade da água estabelecidos pela legislação vigente; identificadas e quantificadas as cargas poluidoras que aportam aos rios e reservatórios, sendo divididas em cargas pontual e difusa; e calculado o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE).

A caracterização das cargas poluidoras de origem pontual considerou as cargas domésticas, lançamentos do Sistema de Esgotamento Sanitário da RMSP e as cargas industriais, tendo como base os estudos do Plano de Bacia do Alto Tietê 2009 e do PDE 2010, e o cadastro de outorgas do DAEE de 2011.

Os subsídios para o enquadramento dos corpos hídricos partiram de uma matriz de usos e impactos sobre a qualidade da água da BAT, sendo composta de informações dos principais rios que compõem a bacia, contendo dados característicos (extensão dos rios, dados hidráulicos, área e população), vazão e cargas domésticas, industriais e difusas. Esta matriz permite realizar a análise da situação atual da bacia, propicia a estruturação dos dados de entrada de um modelo matemático, e auxilia na tomada de decisões para a gestão dos recursos hídricos da BAT.

Com os dados constantes na matriz, foi possível empregar o Modelo Computacional de Simulação de Qualidade da Água (MODGEST.Net) – versão 1.0.8.0, desenvolvido no âmbito do projeto “Disponibilidade Hídrica para a Aplicação de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos: Quantidade e Qualidade de Água”, do convênio MCT/FINEP/CT-HIDRO-IGRH 01/2007.

A aplicação do modelo teve como intuito avaliar preliminarmente e de forma simplificada a qualidade da água da BAT, considerando como parâmetros de análise a DBO e o OD, com a utilização das equações de Streeter-Phelps. O MODGEST.Net forneceu perfis de qualidade da água e a permanência da qualidade da água para a situação atual, auxiliando no estabelecimento de estratégias de enquadramento através da consideração de metas progressivas para a efetivação do processo de enquadramento.

A avaliação da qualidade da água foi realizada ao longo do Rio Tietê, sendo considerados quatro cenários de vazão de referência: $Q_{95\%}$, $Q_{90\%}$, $Q_{80\%}$ e $Q_{7,10}$, que apresentam diversos fatores sobre a qualidade da água, como a baixa capacidade de diluição.

A **Figura 6.26** apresenta o perfil de concentração de DBO para os quatro cenários de vazão de referência, sendo possível observar que o cenário $Q_{7,10}$ foi o que apresentou maiores concentrações do parâmetro, indicando que quanto mais restritiva a vazão, menor é a capacidade de diluição das cargas poluentes lançadas no corpo hídrico. Ainda nesta Figura estão plotados *boxplots*, que representam a série histórica dos pontos de monitoramento da CETESB existentes ao longo do trecho simulado e permitem analisar estatisticamente o comportamento das concentrações dos parâmetros de qualidade da água. A estrutura de *boxplot* é composta por cinco estatísticas (mínimo, primeiro quartil, mediana, terceiro quartil e máximo) que auxiliaram na calibração do modelo matemático utilizado neste estudo.

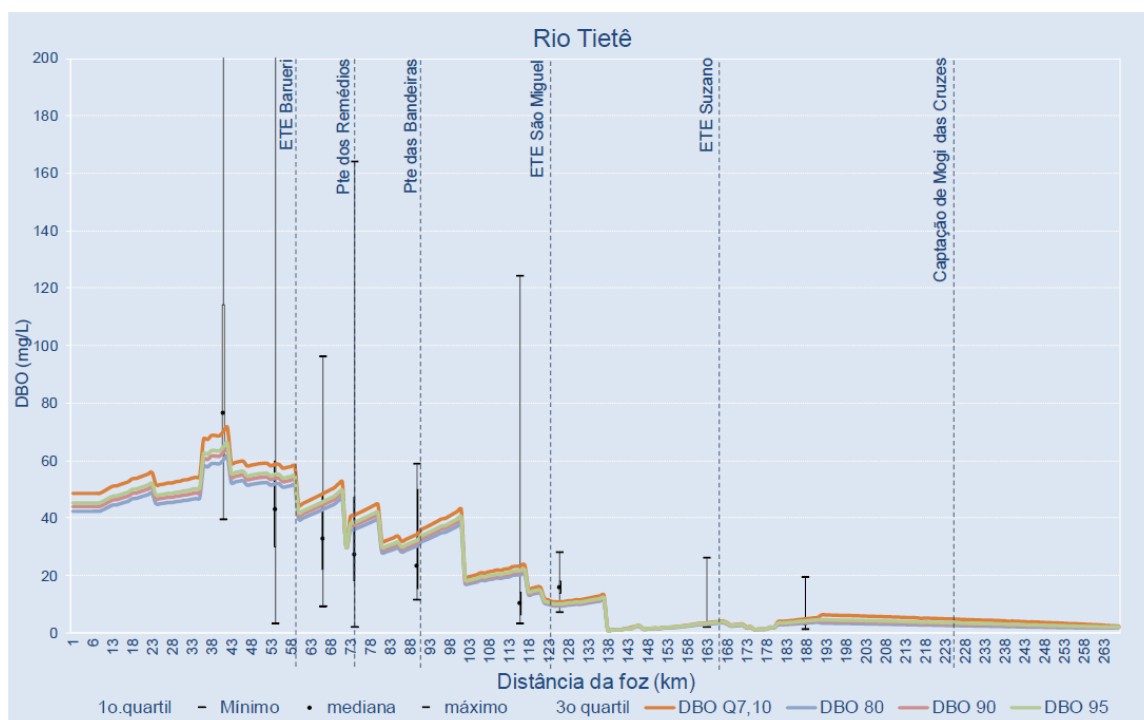


Figura 6.26 - Perfis de concentração de DBO no Rio Tietê

Já na **Figura 6.27** é apresentada a frequência de atendimento aos limites estabelecidos para as

classes 2 e 3 para o parâmetro DBO e OD, onde a área colorida em azul indica a probabilidade do corpo hídrico em atender a classe 2; a área colorida em vermelho indica a probabilidade do corpo hídrico em atender a classe 3; e a área colorida em verde indica a probabilidade do corpo hídrico em atender a classe 4. Para a DBO, a partir do km 140 de distância da foz, o Rio Tietê não atende aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 2.

Como a Resolução CONAMA nº 357/2005 não apresenta limite para a classe 4 para a DBO, FUSP analisou o parâmetro OD, sendo possível identificar pela **Figura 6.27** à medida que aumenta o limite estabelecido para OD, reduz o atendimento aos padrões de qualidade do Rio Tietê.

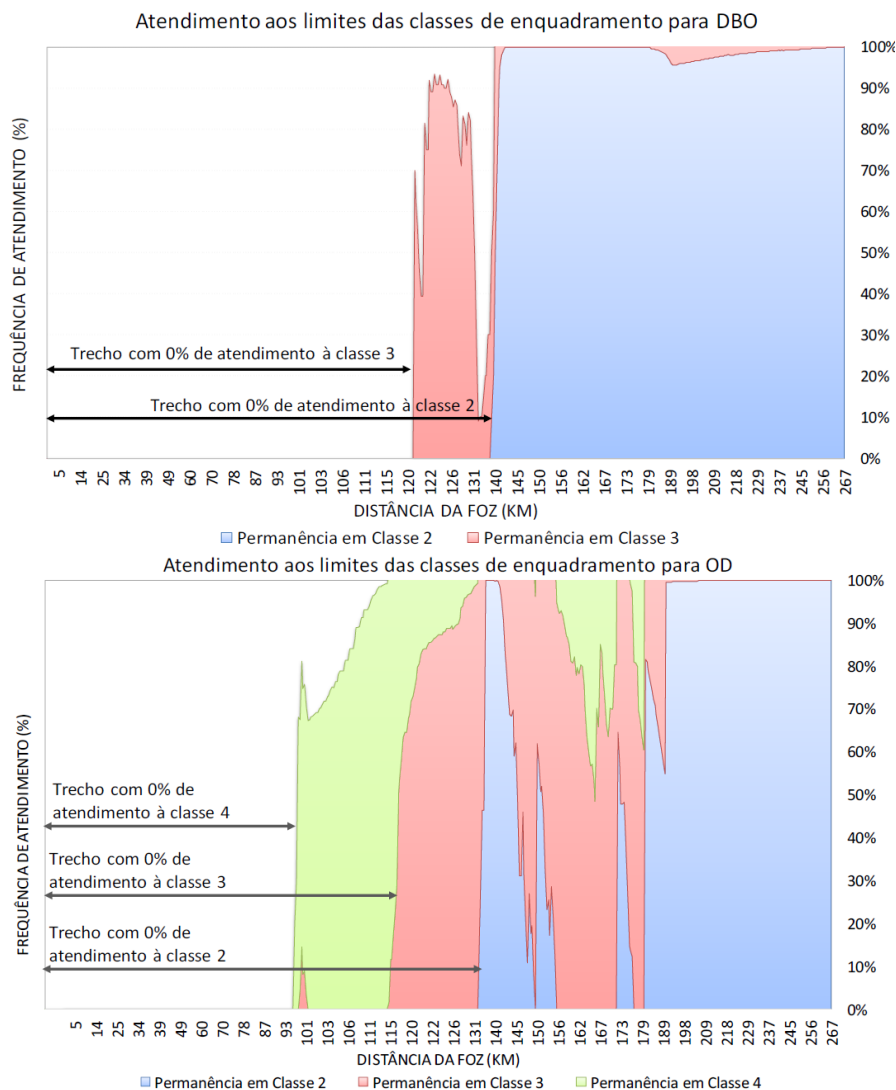


Figura 6.27 - Frequência de atendimento às classes de enquadramento de DBO e OD

6.2.2. Modelo QUAL2E

O modelo QUAL2E foi amplamente empregado em diversos estudos desenvolvidos na Bacia do Alto Tietê, desde a preparação/monitoramento do Projeto Tietê - 1ª e 2ª etapas até a revisão do PDE 2010, apresentando resultados que auxiliaram na gestão dos recursos hídricos da Bacia. Desta maneira, este modelo será igualmente aplicado no presente trabalho, adotando para a análise da qualidade da água os parâmetros DBO, OD e fósforo total na fase de prognóstico. Este modelo foi desenvolvido através de um convênio firmado entre o *National Council for Air and Stream Improvement* (NCASI) e a *United States Environmental Protection Agency* (USEPA).

Trata-se de um modelo unidimensional, aplicável a rios de formação dendrítica e bem misturados, e considera que os principais mecanismos de transporte, a advecção e a dispersão, são significativos somente ao longo da direção do fluxo, isto é, no eixo longitudinal do rio. Sua

estruturção possibilita a localização de afluentes e/ou efluentes do rio principal, descargas pontuais, distribuições laterais de vazões, drenagem superficial, lençóis subterrâneos, além de outras características.

O modelo QUAL2E é capaz de simular 15 parâmetros de qualidade da água ou qualquer subconjunto das mesmas, a saber:

- Oxigênio dissolvido - OD;
- Demanda bioquímica de oxigênio - DBO;
- Temperatura;
- Alga como clorofila-a;
- Nitrogênio orgânico como N;
- Amônia como N;
- Nitrito como N;
- Nitrato como N;
- Nitrato como N;
- Fósforo orgânico como P;
- Fósforo inorgânico dissolvido como P;
- Coliformes;
- Constituinte não conservativo arbitrário; e,
- Três constituintes conservativos.

Os mecanismos básicos que controlam a quantidade de OD em rios são: reaeração atmosférica, fotossíntese, respiração de plantas, demandas bentônica e bioquímica, nitrificação e temperatura, além de outros. As principais relações entre os parâmetros OD, DBO, algas, nitrogênio orgânico, amônia, nitrito, nitrato, fósforo inorgânico dissolvido e fósforo orgânico, são apresentadas na **Figura 6.28**. Já os constituintes não-conservativos e os coliformes são considerados de forma isolada, não interagindo com as demais variáveis de estado do modelo.

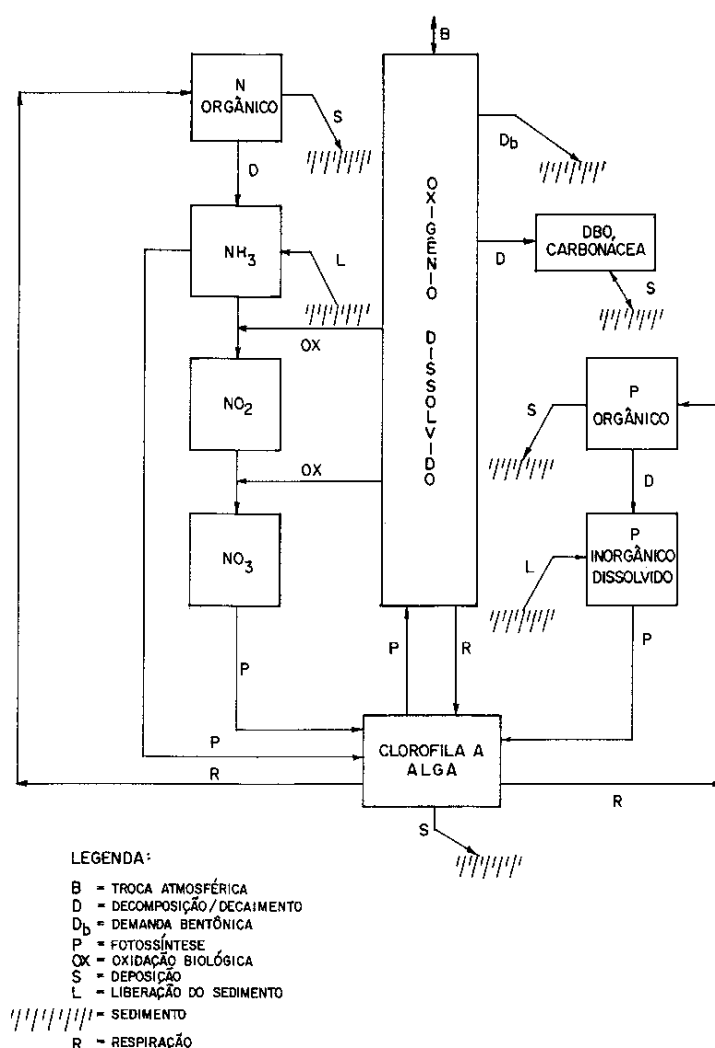


Figura 6.28 - Relação entre os parâmetros de qualidade da água

A representação conceitual do modelo constitui-se num conjunto de elementos computacionais que

funcionam como reatores bem misturados ligados sequencialmente. Numa escala maior, os sub-trechos que possuem iguais características hidrogeométricas, taxas e coeficientes, são agrupados em um único trecho do rio. Os dados requeridos pelo modelo QUAL2E podem ser divididos em quatro grupos:

- Características gerais;
- Dados da segmentação do trecho estudado;
- Balanço de cargas e vazões;
- Taxas e coeficientes dos processos simulados.

As características gerais englobam dados da área de estudo e da simulação. Os dados de segmentação detalham a segmentação utilizada na área a ser modelada. O balanço de cargas e vazões relaciona os aportes e retiradas de cargas poluidoras e vazões ao longo do trecho simulado. Finalmente, as taxas e coeficientes estão relacionados à dinâmica dos processos simulados. Uma descrição mais detalhada dos componentes mais importantes é apresentada a seguir, sendo que a descrição completa de todos os parâmetros está disponível no manual do modelo.

As características hidráulicas (velocidade da água, profundidade e largura da calha) foram escolhidas para serem representadas por equações que relacionam a vazão com a velocidade e a profundidade.

O balanço de massa é realizado através da especificação do contorno de montante, das fontes pontuais/incrementais e condições iniciais. Os contornos de montante bem como as fontes pontuais, incluindo vazões e respectivas concentrações de constituintes, são os principais dados para as aplicações do modelo. As condições iniciais são entradas de modelo que definem a qualidade da água inicial no rio. Os valores selecionados para as condições iniciais não são, geralmente, importantes para simulações em estado permanente.

O modelo utiliza coeficientes relacionados ao corpo d'água modelado para dimensionar os efeitos dos processos físicos e bioquímicos que aí ocorrem, afetando as concentrações dos parâmetros de qualidade de água simulados.

6.2.2.1. *Estrutura do modelo de qualidade da água*

O sistema a ser modelado é composto pelo Rio Tietê, a partir do município de Mogi das Cruzes até o Reservatório de Rasgão, no exutório da Bacia do Alto Tietê; pelo Rio Pinheiros, do Reservatório Billings até a confluência com o Rio Tietê, totalizando 26 km de extensão; e pelo Rio Tamandateí, com início da simulação a 1 km a montante da foz do Ribeirão dos Meninos até a confluência com o Rio Tietê, compreendendo 13 km de extensão.

Os critérios adotados para a segmentação dos rios da Bacia do Alto Tietê abordam características geométricas, hidrológicas, as cargas atribuídas nos diversos pontos de lançamento de efluentes sobre os rios, além da adequação desses trechos ao modelo matemático desenvolvido. Todos esses critérios visam definir trechos uniformes e homogêneos, concorrendo para otimizar a operação e a obtenção de resultados com a aplicação de modelagem matemática de simulação da qualidade da água.

O modelo está preparado para simular as três regras de operação existentes no sistema hídrico da Bacia do Alto Tietê. Estas regras de operação variam quanto a direção do fluxo e a quantidade de água bombeada do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings, conforme descrito a seguir e ilustrado na **Figura 6.29**.

- Operação Saneamento: os rios correm em seus sentidos originais, ou seja, o Rio Tietê recebe as águas do Rio Pinheiros;
- Operação Energética: ocorre a reversão do Rio Tietê para o Rio Pinheiros e, conseqüentemente, para o Reservatório Billings. O objetivo desta reversão é aumentar a geração de energia na Usina Henry Borden;
- Operação Balanceada: parte da vazão do Rio Tietê é desviada para o Rio Pinheiros, e parte segue o fluxo normal.



Figura 6.29 - Regras de operação do Sistema Alto Tietê

De modo a viabilizar a consideração do fluxo de água nos dois sentidos ao longo dos rios Pinheiros e Tietê, em função das regras de operação do sistema do Alto Tietê, a área de estudo foi dividida em dois sistemas: *Upper* e *Lower*. A representação destes sistemas, ilustrada na **Figura 6.30**, no modelo QUAL2E foi realizada com a utilização de 16 trechos para o sistema *Upper* e 14 trechos para o sistema *Lower*, que por sua vez foram divididos em estacas de um quilômetro.

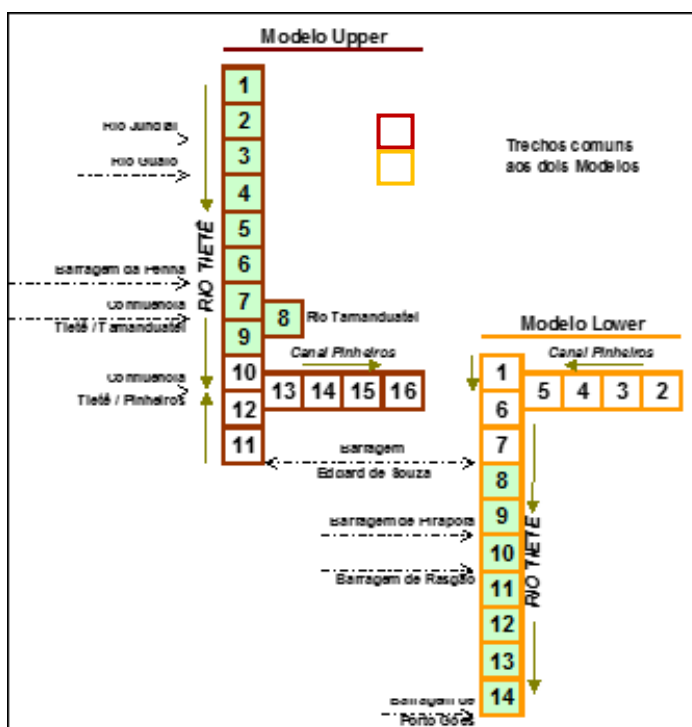


Figura 6.30 - Representação dos Sistemas Upper e Lower

As simulações de qualidade da água irão considerar as cargas de origem doméstica, industrial e de escoamento superficial, além da população, vazão de esgoto doméstico, vazão de efluente industrial, vazão de infiltração e os índices de tratamento de esgoto. Estes dados encontram-se em fase de atualização.

Os resultados das simulações serão apresentados em forma de gráficos, através de perfis de concentração dos parâmetros OD, DBO e fósforo total ao longo dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduaí. Nestes perfis, a quilometragem dos rios é crescente, de montante para jusante, sendo que o km 1 corresponde às cabeceiras dos rios e o último quilômetro corresponde à barragem de Rasgão, em Pirapora do Bom Jesus, para o Rio Tietê, e à foz dos rios Pinheiros e Tamanduaí no Rio Tietê. A **Figura 6.31** exemplifica o perfil de resultado a ser apresentado.

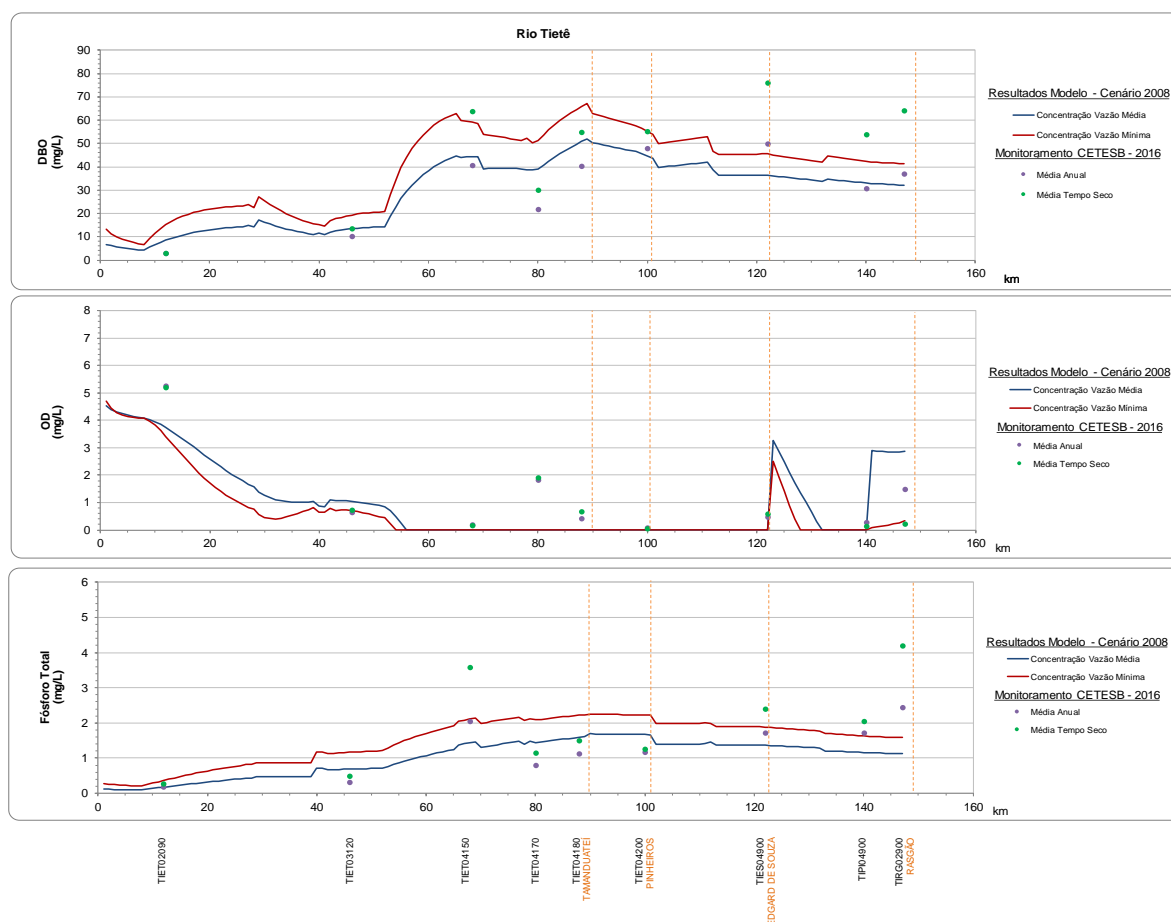


Figura 6.31 - Exemplo de perfil de concentração obtido pelo modelo QUAL2E

6.3. Análise da desconformidade entre o enquadramento dos corpos hídricos e o monitoramento de qualidade da água

A análise dos corpos hídricos em desconformidade com o enquadramento preconizado pelo Decreto Estadual nº 10.755/1977 considerou as concentrações médias dos parâmetros DBO, OD e fósforo total observadas no monitoramento da CETESB no ano de 2016, e a permanência dos três parâmetros na classe de enquadramento dos corpos hídricos ao longo deste mesmo ano, acrescida da evolução desta permanência no período de 2012 a 2016. Em ambas as abordagens, as concentrações dos parâmetros foram comparadas aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/2005, cujos limites estão apresentados na **Tabela 6.9** (item 6.1.1). No caso dos corpos hídricos enquadrados como classe especial, os valores de concentração foram confrontados com os padrões de qualidade da classe 1. Para os corpos hídricos enquadrados na classe 4, os parâmetros DBO e fósforo total não foram objetos de análise por não apresentarem padrões de qualidade especificados na legislação vigente.

Em uma outra abordagem, realizou-se a análise dos corpos d'água em função dos seus usos, separando os corpos hídricos enquadrados nas classes 1, 2 e 3, que se destinam ao abastecimento público e à proteção da vida aquática, daqueles enquadrados na classe 4, que se destinam aos usos menos exigentes.

Destaca-se que as cargas poluidoras, seja de origem doméstica, industrial ou difusa, impactam na qualidade da água dos rios e reservatórios. Estas cargas atingem os cursos d'água de forma pontual e não pontual, sendo as pontuais representadas pelos lançamentos de ETEs e indústrias, e as não pontuais representadas pelo esgoto não tratado e cargas difusas. As cargas domésticas são provenientes de lançamentos de estações de tratamento de esgoto ou de lançamentos diretos ao corpo d'água. Já as cargas industriais são originárias de processos produtivos; e as cargas difusas

podem ser entendidas como aquelas com origem no uso do solo, afluindo aos corpos d'água através do escoamento superficial.

• **Permanência dos corpos hídricos no enquadramento**

A permanência dos corpos hídricos ao enquadramento considerou as concentrações observadas bimestralmente pela CETESB ao longo do período de 2012 a 2016, com destaque para 2016, que teve 16,9% dos pontos amostrados mensalmente. Os valores das concentrações foram confrontados com os limites preconizados às suas respectivas classes de enquadramento. A **Tabela 6.24** mostra o número de pontos em cada classe de enquadramento, de acordo com o Decreto Estadual nº 10.755/77, tendo como referência o ano de 2016.

Tabela 6.24 - Quantitativo de pontos de monitoramento por classe de enquadramento em 2016

Classe de Enquadramento	Pontos (un.)
Especial	14
1	0
2	16
3	15
4	26
Total	71

Considerando os últimos cinco anos, verifica-se que a permanência dos corpos hídricos ao enquadramento esteve estável, onde OD e o fósforo total apresentaram, em média, 46,0% e 57,0% dos pontos, respectivamente, enquadrados em tempo inferior a 20%. Situação oposta ocorreu para DBO, em que a maior parte dos pontos permaneceu mais de 80% do tempo no enquadramento a que pertencem. O ano de 2013 foi o que apresentou o maior número de conformidade para os três parâmetros, enquanto que o ano de 2014 foi o que apresentou menor número de conformidade com o enquadramento, indicando que houve influência da crise hídrica verificada neste ano. Vale lembrar que tanto para DBO como para fósforo total os pontos que estão na classe 4 de enquadramento não foram considerados nesta análise. A **Tabela 6.25** apresenta o percentual de pontos de monitoramento em cada faixa de permanência no período analisado.

Tabela 6.25 – Percentual de pontos de monitoramento por faixa de permanência ao enquadramento

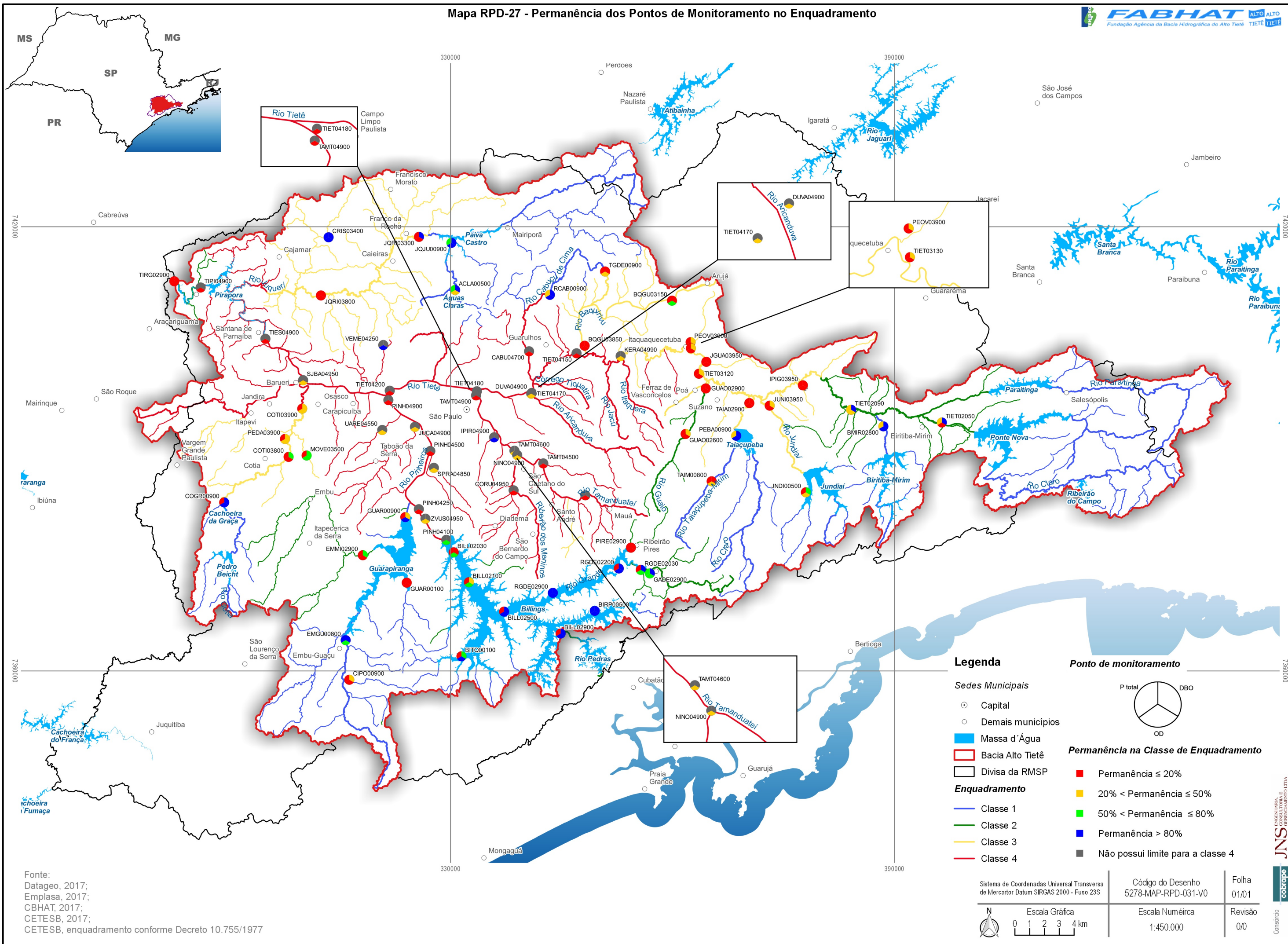
Parâmetro	Percentual de pontos de monitoramento																			
	Permanência ≤ 20%					20% < Permanência ≤ 50%					50% < Permanência ≤ 80%					Permanência > 80%				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
DBO	21,6	23,7	41,0	29,5	26,7	18,9	31,6	12,8	22,7	22,2	13,5	0,0	5,1	11,4	11,1	45,9	44,7	41,0	36,4	40,0
OD	41,0	38,7	50,8	52,9	43,7	21,3	22,6	12,3	15,7	23,9	8,2	4,8	4,6	11,4	11,3	29,5	33,9	32,3	20,0	21,1
P _{Total}	21,6	57,9	66,7	65,9	73,3	32,4	7,9	15,4	20,5	11,1	10,8	2,6	2,6	2,3	6,7	35,1	31,6	15,4	11,4	8,9

É válido mencionar que alguns dos pontos de monitoramento que estão em corpos hídricos de classe 4 apresentaram concentrações elevadas dos parâmetros DBO e fósforo total. Para o primeiro parâmetro, verifica-se que no ano de 2016, 86 de um total de 487 amostras apresentaram valores acima de 50 mg/L. Para o fósforo total, 156 de 489 amostras apresentaram concentrações acima de 1,0 mg/L.

O **Mapa RPD-27** apresenta o enquadramento dos trechos da BAT e o tempo de permanência dos pontos de monitoramento na classe de enquadramento em que o corpo hídrico se encontra para os parâmetros DBO, OD e fósforo total em 2016, sendo adotadas as seguintes cores e faixas:

- A cor vermelha indica que os corpos hídricos permaneceram na classe de enquadramento a que pertencem em tempo menor ou igual a 20,0%;
- A cor laranja indica que os corpos hídricos permaneceram na classe de enquadramento a que pertencem entre 20,0% a 50,0% do tempo;
- A cor verde indica que os corpos hídricos permaneceram na classe de enquadramento a que pertencem entre 50,0 a 80,0% do tempo;
- A cor azul indica que os corpos hídricos permaneceram na classe de enquadramento a que pertencem em tempo superior a 80,0%.

Mapa RPD-27 - Permanência dos Pontos de Monitoramento no Enquadramento



• **Classe de equivalência ao enquadramento**

Através das concentrações médias dos três parâmetros analisados do ano de 2016, verifica-se que dos 71 pontos de monitoramento, 59,2% dos pontos não estiveram em conformidade ao enquadramento em que se encontram para o parâmetro OD; dos 45 pontos de monitoramento enquadrados nas classes 1, 2 e 3, 60,0% estiveram não conformes para DBO e 86,7% para fósforo total. É importante mencionar que os parâmetros DBO e fósforo total não possuem padrões de qualidade da água para a classe 4 na Resolução CONAMA 357/2005, sendo desconsiderados na análise da classe de equivalência ao enquadramento.

Na **Tabela 6.26** está apresentada a classe de enquadramento dos corpos hídricos monitorados e a classe de equivalência ao enquadramento em que se encontram, considerando as concentrações médias observadas no monitoramento da CETESB realizada em 2016. Nesta Tabela, a representação da cor verde significa que o ponto esteve em conformidade à sua classe de enquadramento, enquanto que a cor vermelha significa que o ponto não esteve em conformidade à sua classe.

Tabela 6.26 - Classe de enquadramento e a classe de equivalência ao enquadramento dos corpos hídricos

Sub-bacia	Código do ponto	Corpo d'água	Classe de enquadramento	Equivalência de classe		
				DBO	OD	P _{Total}
Cabeceiras	BMIR02800	Rio Biritiba Mirim	2	1	1	3
	JNDI00500	Reservatório do Rio Jundiáí	Especial	2	1	3
	PEBA00900	Reservatório Taiaçupeba	Especial	2	1	2
	TAIM00800	Rio Taiaçupeba-Mirim	Especial	3	3	SCE
	TIET02050	Rio Tietê	2	1	3	1
	TIET02090	Rio Tietê	2	1	4	3
	TGDE00900	Reservatório de Tanque Grande	Especial	1	1	2
	TIET03120	Rio Tietê	3	SCE	SCE	SCE
	TIET03130	Rio Tietê	3	3	SCE	SCE
	IPIG03950	Ribeirão Ipiranga	3	SCE	4	SCE
	JUNI03950	Rio Jundiáí	3	SCE	SCE	SCE
	TAIA02900	Rio Taiaçupeba-Açu	2	SCE	SCE	SCE
	GUAO02600	Rio Guaió	2	3	4	3
	GUAO02900	Rio Guaió	2	SCE	SCE	SCE
	JGUA03950	Rio Jaguari	3	SCE	SCE	SCE
	PEOV03900	Ribeirão Perová	3	SCE	4	SCE
	KERA04990	Ribeirão Itaquera	4	SCE	SCE	SCE
	BQGU03150	Rio Baquirivu-Guaçu	3	SCE	2	SCE
	BQGU03850	Rio Baquirivu-Guaçu	3	SCE	SCE	SCE
	Billings-Tamanduateí	BILL02030	Reservatório Billings	2	SCE	2
BILL02100		Reservatório Billings	2	3	1	SCE
BILL02500		Reservatório Billings	2	2	1	SCE
BILL02900		Reservatório Billings	2	2	1	SCE
BIRP00500		Braço do Rio Pequeno	Especial	2	1	1
BITQ00100		Braço do Taquacetuba	Especial	2	1	SCE
RGDE02030		Reservatório do Rio Grande	2	2	1	SCE
RGDE02200		Reservatório do Rio Grande	2	2	1	SCE
RGDE02900		Reservatório do Rio Grande	2	2	1	3
GADE02900		Rio Grande ou Jurubatuba	2	2	2	1
PIRE02900		Ribeirão Pires	2	3	4	SCE
TAMT04250		Rio Tamanduateí	4	SCE	SCE	SCE
TAMT04500		Rio Tamanduateí	4	SCE	SCE	SCE
CORU04950		Ribeirão dos Couros	4	SCE	SCE	SCE
NINO04900	Ribeirão dos Meninos	4	SCE	SCE	SCE	

Continua...

Tabela 6.26 - Classe de enquadramento e a classe de equivalência ao enquadramento dos corpos hídricos (cont.)

Sub-bacia	Código do ponto	Corpo d'água	Classe de enquadramento	Equivalência de classe		
				DBO	OD	P _{Total}
Cotia-Guarapiranga	GUAR00100	Reservatório do Guarapiranga	Especial	3	3	SCE
	GUAR00900	Reservatório do Guarapiranga	Especial	2	1	SCE
	CIPO00900	Ribeirão do Cipó	Especial	2	4	SCE
	EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	Especial	1	1	1
	EMMI02900	Rio Embu-Mirim	2	3	4	SCE
	COGR00900	Reservatório das Graças	Especial	2	1	3
	COTI03800	Rio Cotia	3	3	4	SCE
	PEDA03900	Ribeirão das Pedras	3	SCE	4	SCE
	MOVE03500	Ribeirão Moinho Velho	3	3	3	SCE
Juqueri-Cantareira	ACLA00500	Reservatório Águas Claras	Especial	1	1	1
	JQUU00900	Res. Juqueri ou Paiva Castro	Especial	1	1	2
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	3	2	1	1
	JQRI03300	Rio Juqueri	3	3	SCE	SCE
	JQRI03800	Rio Juqueri	3	SCE	SCE	SCE
Penha-Pinheiros	PINH04100	Rio Pinheiros	4	SCE	3	SCE
	PINH04250	Rio Pinheiros	4	SCE	SCE	SCE
	PINH04500	Rio Pinheiros	4	SCE	SCE	SCE
	PINH04900	Rio Pinheiros	4	SCE	SCE	SCE
	JUÇA04900	Córrego Pirajussara	4	SCE	4	SCE
	SPRA04850	Córrego Águas Espraiadas	4	SCE	4	SCE
	UARE04550	Córrego do Jaguaré	4	SCE	4	SCE
	ZVUS04950	Córrego Zavuvus	4	SCE	SCE	SCE
	TAMT04600	Rio Tamandateí	4	SCE	SCE	SCE
	TAMT04900	Rio Tamandateí	4	SCE	SCE	SCE
	IPIR04900	Córrego do Ipiranga	4	SCE	3	SCE
	RCAB00900	Res. do Cabuçu	Especial	2	1	2
	TIET04150	Rio Tietê	4	SCE	SCE	SCE
	TIET04170	Rio Tietê	4	SCE	SCE	SCE
	TIET04180	Rio Tietê	4	SCE	SCE	SCE
	TIET04200	Rio Tietê	4	SCE	SCE	SCE
	CABU04700	Rio Cabuçu	4	SCE	SCE	SCE
	DUVA04900	Rio Aricanduva	4	SCE	SCE	SCE
	Pinheiros-Pirapora	COTI03900	Rio Cotia	3	SCE	4
TIES04900		Reservatório Edgard de Souza	4	SCE	SCE	SCE
TIPI04900		Reservatório de Pirapora	4	SCE	SCE	SCE
VEME04250		Ribeirão Vermelho ou Mutinga	4	3	1	3
SJBA04950		Córrego São João do Barueri	4	SCE	SCE	SCE

Obs.: SCE significa que não foi possível determinar a classe de equivalência ao enquadramento do ponto de monitoramento por apresentar concentração de DBO e de fósforo total superior ao padrão de qualidade para a classe 3, e concentração de OD inferior ao padrão de qualidade da água para classe 4.

Legenda: Em conformidade Em não conformidade

A seguir, apresenta-se uma análise dos corpos hídricos que estiveram e não estiveram em conformidade às classes de enquadramento a que pertencem por sub-bacia, considerando a média das concentrações de 2016, e a permanência dos pontos de monitoramento no enquadramento ao longo do período de 2012 a 2016.

Cabeceiras:

A sub-bacia Cabeceiras possui 19 pontos de monitoramento da CETESB, sendo enquadrados como:

- Classe especial: reservatórios do Rio Jundiá (JNDI00500), Taiapuê (PEBA00900) e Tanque Grande (TGDE00900) e Rio Taiapuê-Mirim (TAIM00800);
- Classe 2: rios Biritiba Mirim (BMIR02800), Tietê (TIET02050 e TIET02090), Taiapuê-Açu (TAIA02900), Guaió (GUAO02600 e GUA02900);

- Classe 3: rios Tietê (TIET03120 e TIET03130), Jundiaí (JUNI03950), Jaguari (JGUA03950), Baquirivu-Guaçu (BQGU03150 e BQGU03850) e ribeirões Ipiranga (IPI03950) e Perová (PEOV03900);
- Classe 4: Ribeirão Itaquera (KERA04990).

O Rio Taiaçupeba-Mirim (TAIM00900) esteve desconforme para os três parâmetros analisados, apresentando concentrações médias equivalentes a classe 3 para DBO e OD e concentração superior a classe 3 para fósforo total. O não enquadramento deste corpo hídrico pode ter sido ocasionado pelas cargas difusas e pelas contribuições de esgoto doméstico. No Rio Biritiba Mirim (BMIR02800), a desconformidade foi encontrada para o parâmetro fósforo total, onde a principal causa observada pode ser proveniente de carga difusa, através da atividade agrícola.

O Reservatório do Jundiaí (JNDI00500) teve concentrações médias acima do limite para o enquadramento em que se encontra para os parâmetros DBO e fósforo total, provavelmente provocada pela poluição difusa, por ter em seu entorno grandes áreas com a prática de atividade agrícola. O Reservatório Taiaçupeba (PEBA00900), por sua vez, apresentou os mesmos parâmetros do Reservatório Jundiaí em desconformidade, sugerindo que há influência do seu afluente (Rio Taiaçupeba-Mirim), além dos impactos causados pelo lançamento de efluentes domésticos, devido à presença de chácaras e áreas urbanizadas no entorno, e pela carga difusa.

O Rio Tietê (TIET02050 e TIET02090) apresentou concentrações médias superiores ao seu enquadramento para OD, enquanto que para o fósforo total a desconformidade ocorreu no ponto TIET02090. Os valores de DBO estiveram compatíveis com os limites estabelecidos para classe 2. Os prováveis motivos à desconformidade são o aporte de carga difusa (atividade agrícola e chácaras) ao longo de todo o trecho do Rio Tietê que se encontra nos limites desta sub-bacia; e do lançamento de efluentes industriais, no entorno da captação do município de Mogi das Cruzes. Ainda no Rio Tietê, os dois pontos localizados a jusante da ETE Suzano (TIET03120 e TIET03130) estiveram desconformes para os parâmetros OD e fósforo total, acrescido de DBO para TIET03120, para a classe 3. Os motivos mais prováveis são o lançamento dos efluentes remanescentes da ETE Suzano, além de esgotos domésticos *in natura* e efluentes industriais.

O Reservatório de Tanque Grande (TGDE00900) esteve em desconformidade para fósforo total. As concentrações médias observadas para este parâmetro foram típicas de classe 2. Dentre as possíveis fontes poluidoras que motivaram o não atendimento à legislação estão as cargas difusas e de esgoto doméstico.

As baixas concentrações observadas no Rio Baquirivu-Guaçu para os três parâmetros considerados provocaram o não atendimento ao enquadramento deste corpo d'água para a classe 3, a exceção do ponto BQGU03150 para OD. Os prováveis motivos podem ser influência de indústrias presentes na região e de ocupações antrópicas, que podem aportar esgotos domésticos e industriais em seu leito; e da prática de atividades agrícolas, que podem carrear fertilizantes e outros produtos químicos.

Todos os pontos do Rio Guaió apresentaram concentrações de DBO, OD e fósforo total acima do enquadramento em que se encontram. As possíveis causas podem estar relacionadas com o aporte de cargas difusas, principalmente de áreas agrícolas e de lançamento de esgoto doméstico. Os mesmos motivos expostos para o Rio Guaió, acrescido da contribuição do aporte de efluentes provenientes de indústria, podem ter causado o não enquadramento do Rio Jundiaí e Rio Taiaçupeba-Açu para as classes 3 e 2, respectivamente, para os três parâmetros analisados.

Nos ribeirões Ipiranga, Jaguari e Perová foram observadas concentrações elevadas dos três parâmetros estudados e estão em desconformidade com as suas classes de enquadramento, atingindo valores acima de 50,0 mg/L para DBO e de acima de 1,0 mg/L para fósforo total. Dentre as possíveis causas estão os lançamentos de esgoto doméstico e de fonte difusa, através do escoamento superficial, além de efluentes industriais no Ribeirão Perová.

Para o único corpo hídrico enquadrado na classe 4 nesta sub-bacia, Ribeirão Itaquera, foi avaliado apenas o parâmetro OD por apresentar padrões de qualidade definidos para esta classe na legislação vigente. Sendo assim, o Ribeirão Itaquera apresentou valor de OD inferior ao limite

preconizado para a classe 4, e pode ter sido influenciado pelo aporte de carga industrial e de esgoto doméstico, por estar localizado em área urbana consolidada.

Quanto à permanência dos corpos hídricos no enquadramento, verifica-se que Rio Baquirivu-Guaçu, Ribeirão Jaguari e Rio Guaió, no ponto próximo a confluência com o Rio Tietê (GUAO02900) apresentaram valores de DBO igual a zero no ano de 2016. Já a permanência de OD e fósforo total apresentaram índices entre zero e 20,0% em 11 e 14, respectivamente, dos 19 pontos monitorados, sendo os pontos localizados nos rios Guaió, Taiaçupeba-Açu e Tietê, no trecho após confluência com o Rio Guaió, com os menores tempo de permanência no período de 2016.

Ao verificar a permanência apresentada no estudo “Subsídios para o enquadramento dos corpos d’água na Bacia do Alto Tietê” (FABHAT, em andamento) para o Rio Tietê, verifica-se que o trecho compreendido entre os pontos TIET02050 e TIET02090 tanto DBO como OD atenderam a classe de enquadramento em praticamente 100,0% do tempo. Já no presente estudo, considerando o ano de 2016, observa-se que OD permaneceu 17,0% do tempo enquadramento no ponto TIET02050 e 33,0% no ponto TIET02090, influenciados pelos motivos citados anteriormente. Já a DBO apresentou resultados similares ao FABHAT (em andamento). No outro trecho do Rio Tietê, entre os pontos TIET03120 e TIET03130, não houve atendimento à legislação para a classe 3 em, pelo menos, 33,0% do tempo para DBO, enquanto que OD ambos os pontos não atenderam ao limite da classe 3.

Billings-Tamanduateí:

A sub-bacia Billings-Tamanduateí integra 15 pontos de monitoramento, localizados nos braços do Reservatório Billings e em seu próprio reservatório, e também em outros cursos d’água, conforme apresentado na sequência:

- Reservatório Billings: quatro pontos de monitoramento, enquadrados na classe 2;
- Reservatório do Rio Grande: três pontos de monitoramento, enquadrados na classe 2;
- Braço do Taquacetuba: um ponto de monitoramento, enquadrado na classe especial;
- Braço do Rio Pequeno: um ponto de monitoramento, enquadrado como classe especial;
- Ribeirão Pires: um ponto de monitoramento, enquadrado na classe 2;
- Rio Grande ou Jurubatuba: um ponto de monitoramento, enquadrado na classe 2.
- Rio Tamanduateí: dois pontos de monitoramento, enquadrado na classe 4;
- Ribeirão dos Couros: um ponto de monitoramento, enquadrado na classe 4;
- Ribeirão dos Meninos: um ponto de monitoramento, enquadrado na classe 4.

Os três últimos corpos d’água mencionados não foram considerados para análise de DBO e fósforo total por não apresentarem limites máximos preconizados na Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 4.

O Reservatório Billings (BILL02030, BILL02100, BILL02500 e BILL02900) esteve em desconformidade com a legislação vigente para o parâmetro fósforo total em todos os pontos de monitoramento, enquanto que a DBO apresentou dois pontos (BILL02030 e BILL02100) não conformes com o seu enquadramento. As principais fontes de poluição advêm da ocupação antrópica em todo o seu entorno, com o provável lançamento de esgoto doméstico *in natura*; da poluição difusa; e do bombeamento do Rio Pinheiros e contribuição de efluentes industriais na entrada do reservatório, representadas pelos pontos BILL02030 e BILL02100.

O Reservatório do Rio Grande apresentou concentrações médias de fósforo total superiores ao enquadramento em que se encontra (classe 2), incluindo o ponto localizado na captação de água (RGDE02900). Há indicação que existe o despejo de esgoto doméstico em seu leito, devido à presença de ocupações urbanas no entorno do reservatório. Para os demais parâmetros houve atendimento aos limites estabelecidos para a classe 2.

O Braço do Taquacetuba (BITQ00100), cujas águas são transpostas para o Sistema Guarapiranga, não atendeu aos limites máximos preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005 para os parâmetros DBO e fósforo total. O provável motivo desta não conformidade se deve ao aporte das cargas difusas, principalmente da atividade agrícola, e de esgoto doméstico, proveniente

possivelmente das chácaras existentes em seu entorno. Em compensação OD esteve dentro dos limites máximos da legislação para a classe à qual pertence.

Já o Braço do Rio Pequeno (BIRP00500), que transpõe suas águas para o Sistema Rio Grande-Taiaçupeba, apresentou desconformidade para o parâmetro DBO, com concentrações médias típicas de classe 2. A poluição difusa, o lançamento de esgoto doméstico e os efluentes de indústrias no afluente formador do Braço do Rio Pequeno podem ter influenciado nos valores elevados do parâmetro. O Ribeirão Pires (PIRE02900) esteve em desconformidade para os três parâmetros analisados, impactado principalmente pelo aporte de carga de esgoto doméstico, além do escoamento superficial. Já o Rio Grande ou Jurubatuba (GADE02900) foi o único corpo d'água desta sub-bacia que atendeu aos padrões de qualidade da água estabelecida pela legislação para todos os parâmetros considerados nesta análise.

O Rio Tamanduateí e afluentes (Ribeirão dos Couros e Ribeirão dos Meninos) apresentaram concentrações de OD inferiores ao limite estabelecido para a classe 4, ou seja, menor que 2,0 mg/L, não atendendo a Resolução CONAMA 357/2005. As causas possíveis podem estar relacionadas ao aporte de esgoto doméstico nos corpos hídricos, por se encontrarem em regiões adensadas, além dos efluentes industriais, cujo entorno apresenta o maior número de empreendimentos de toda a Bacia do Alto Tietê, quando observado o mapa de uso e ocupação do solo. Apesar de não contextualizados nesta análise, é válido mencionar que tanto a DBO como o fósforo total apresentaram valores elevados de concentração, como no Ribeirão dos Couros, cuja concentração de DBO foi de 117 mg/L e de fósforo total foi de 3,8 mg/L.

Quanto à permanência dos mananciais do Reservatório Billings, verifica-se que três pontos permaneceram em tempo inferior a 30,0% no enquadramento da classe 2 para DBO no período de 2012 a 2016, sendo eles: BILL02030 e BILL02100, localizados na entrada do reservatório e são impactados diretamente pelas condições qualitativas do Rio Pinheiros; e PIRE02900, localizado na entrada do braço do Rio Grande e influenciado pelas atividades antrópicas no entorno. Já para OD, o único corpo hídrico que esteve com tempo inferior a 50,0% de permanência em todo o período analisado foi o Ribeirão Pires. O fósforo total não esteve enquadrado na maioria dos corpos d'água desta sub-bacia, chegando a apresentar índice de permanência igual a zero em todos os pontos localizados no Reservatório Billings, Braço do Taquacetuba e Ribeirão Pires.

Cotia-Guarapiranga:

A sub-bacia Cotia-Guarapiranga apresenta pontos de monitoramento locados nos seguintes cursos d'água:

- Reservatório Guarapiranga: dois pontos de monitoramento, enquadrados na classe especial;
- Ribeirão do Cipó: um ponto de monitoramento enquadrado na classe especial;
- Rio Embu-Guaçu: um ponto de monitoramento enquadrado na classe especial;
- Rio Embu-Mirim: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 2;
- Reservatório das Graças: um ponto de monitoramento enquadrado na classe especial;
- Rio Cotia: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 3;
- Ribeirão das Pedras: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 3;
- Ribeirão Moinho Velho: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 3.

Destes nove pontos, apenas o ponto localizado no Rio Embu Guaçu (EMGU00800) esteve compatível com a legislação vigente para a classe em que se encontra (classe especial). Os demais pontos apresentaram desconformidades com todos os parâmetros considerados, as exceções foram os pontos GUAR00900 (Reservatório Guarapiranga) e COGR00900 (Reservatório das Graças), que estiveram não conformes para dois parâmetros, DBO e fósforo total; COTI03800 (Rio Cotia), que esteve desconforme para OD e fósforo total; e MOVE03500 (Ribeirão Moinho Velho), que apresentou não conformidade para fósforo total. As possíveis causas para o desenquadramento são a presença de áreas urbanas, que podem lançar seus esgotos diretamente aos corpos d'água; de indústrias, localizadas a montante da captação de água do Reservatório Guarapiranga

(GUAR00900) e a jusante da confluência com o Ribeirão Moinho Velho, na região do Rio Cotia; e de fontes difusas, por apresentar chácaras no entorno dos pontos e a prática de atividade agrícolas.

Quando se trata da permanência dos pontos de monitoramento no enquadramento, observa-se que no entorno do Reservatório Guarapiranga e formadores (CIPO00900, EMGU00800 e EMMI02900), o Rio Embu Guaçu permaneceu, pelo menos, 67,0% do tempo enquadrado em sua classe para todos os parâmetros avaliados em todo o período de 2012 a 2016. Os demais corpos hídricos apresentaram variações no percentual de permanência para OD, como no braço do Rio Parelheiros (GUAR00100), que oscilou entre a permanência nula até 50,0% ao longo de 2012 e 2016. O fósforo total esteve em piores condições, uma vez que desde 2013 a permanência do parâmetro nas classes de enquadramento foi nula em três pontos de monitoramento.

Já na região do Rio Cotia (COGR00900, COTI03800, PEDA03900 e MOVE03500) observa-se que nenhum dos pontos permaneceu enquadrado em suas classes para fósforo total, exceto no Reservatório das Graças (COGR00900), porém apresentou degradação ao longo dos cinco anos. Em contrapartida, para a DBO foi observada uma permanência mínima de 50,0% em quatro dos cinco pontos de monitoramento, incluindo o ano de 2012. Já o OD apresentou permanência acima de 50,0% até o ano de 2013, a exceção do ponto COTI03800, que permaneceu menos de 30,0% no enquadramento. De 2013 em diante, houve oscilação no percentual de permanência de OD, ou seja, ora estava abaixo de 30,0%, ora acima de 50,0%. Entretanto, a partir de 2016, o índice de permanência melhorou em todos os pontos de monitoramento, exceto COTI03800.

Juqueri-Cantareira:

Na sub-bacia Juqueri-Cantareira estão localizados cinco pontos de monitoramento:

- Reservatório Águas Claras: um ponto de monitoramento enquadrado na classe especial;
- Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro: um ponto de monitoramento enquadrado na classe especial;
- Ribeirão dos Cristais: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 3;
- Rio Juqueri: dois pontos de monitoramento enquadrados na classe 3.

A exceção do fósforo total no Reservatório Juqueri ou Paiva Castro (JQJU00900), DBO e OD atenderam os limites preconizados pela legislação para a classe em que encontram. O enriquecimento do nutriente fósforo total pode ter sido provocado pelo aporte de esgoto doméstico e de carga difusa.

O Ribeirão dos Cristais, representado pelo ponto CRIS03400 e localizado na captação de água de Cajamar, esteve em conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 3, para DBO, OD e fósforo total.

No Rio Juqueri foi observado desconformidade para OD e fósforo total no ponto JQRI03300, que podem ter sido influenciados pelo escoamento superficial e pelo aporte de esgoto doméstico. No outro ponto deste corpo d'água (JQRI03800), o não atendimento a legislação ocorreu para os três parâmetros analisados, possivelmente causados pelas cargas difusas, devido às extensas áreas de reflorestamento, e pelas cargas domésticas e industriais.

No que se refere à permanência dos corpos hídricos, apenas o Rio Juqueri, a partir da confluência com o Córrego Itaim, teve permanência de OD nula na classe 3 no período de 2012 a 2016, e para o fósforo total a permanência foi inferior a 17,0% a partir de 2013. Os demais corpos hídricos apresentaram permanência ao enquadramento a que se encontram superior a 80,0% neste mesmo período, entretanto, é importante mencionar que o Reservatório Águas Claras teve seu tempo de permanência decaindo de 2014 para 2015, recuperando-se em 2016.

Penha-Pinheiros:

Dos 18 pontos de monitoramento existentes na sub-bacia Penha-Pinheiros, apenas um não está enquadrado como classe 4, sendo eles: um ponto em cada corpo hídrico, córregos Pirajussara, Águas Espreadas, do Jaguaré, Zavuvus e do Ipiranga, rios Cabuçu e Aricanduva; dois pontos no

Rio Tamandateí; quatro pontos nos rios Tietê e Pinheiros, cada. O corpo d'água que não está enquadrado na classe 4 é o Reservatório do Cabuçu, cujo enquadramento é classe especial.

Nesta sub-bacia, apenas o parâmetro OD foi considerado nesta análise por apresentar limite de concentração preconizado na legislação vigente para a classe 4. A exceção do Reservatório Cabuçu, cujo enquadramento é classe especial, em que foram avaliados os três parâmetros adotados por este estudo.

Considerando os pontos no entorno do Rio Pinheiros, quatro dos oito pontos apresentaram concentrações médias de OD em desconformidade com o limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 4, sendo três pontos no Rio Pinheiros (PINH04250, PINH04500 e PINH04900) e um ponto no Córrego Zavuvus (ZVUS04950). Apesar dos demais parâmetros não terem padrões de qualidade sinalizados para a classe 4, é importante mencionar que a DBO apresentou concentrações elevadas durante a campanha de 2016, atingindo valores superiores a 50,0 mg/L. O mesmo ocorreu para fósforo total, onde foram observadas concentrações superiores a 1,0 mg/L. Dentre as principais razões podem estar a alta densidade populacional no entorno destes pontos e a presença de indústrias, além do escoamento superficial.

Os demais corpos hídricos desta sub-bacia apresentaram concentrações de OD inferiores ao limite estabelecido para a classe 4, ou seja, menor que 2,0 mg/L, não atendendo a Resolução CONAMA 357/2005. As causas possíveis estão relacionadas ao aporte de esgoto doméstico nos corpos hídricos, por se encontrarem em regiões adensadas, além dos efluentes industriais, cujo entorno apresenta o maior número de empreendimentos de toda a Bacia do Alto Tietê, quando observado o mapa de uso e ocupação do solo.

O Reservatório do Cabuçu (RCAB00900), localizado na captação de água de Guarulhos, não apresentou conformidade para os parâmetros DBO e fósforo total. As concentrações médias observadas para estes parâmetros foram típicas de classe 2. Dentre as possíveis fontes poluidoras que motivaram o não atendimento à legislação estão as cargas difusas e de esgoto doméstico.

No Rio Tietê, no trecho entre a captação de Mogi das Cruzes e Barragem da Penha, o ponto TIET04150 não esteve conforme para o parâmetro OD. Os motivos mais prováveis são o lançamento dos efluentes remanescentes da ETE Suzano, além de esgotos domésticos *in natura* e efluentes industriais. Já no trecho compreendido entre a Barragem da Penha e Rio Pinheiros, os pontos do Rio Tietê (TIET04170, TIET04180 e TIET04200) e seus afluentes (CABU04700) e DUVA04900), apresentaram concentrações inferiores a 2,0 mg/L para OD, não atendendo aos limites estabelecidos para a classe 4. Por estarem localizados em regiões altamente urbanizadas e com a presença de indústrias, acrescida do escoamento superficial, podem ter contribuído para as baixas concentrações do parâmetro. No que se refere aos parâmetros DBO e fósforo total, todos os pontos apresentaram concentrações destes dois parâmetros superiores a 50,0 mg/L de DBO e de 1,0 mg/L de fósforo total.

Correlacionando com FABHAT (em andamento), percebe-se que nos três pontos localizados no Rio Tietê, enquadrados na classe 4, apresentaram resultados semelhantes, ou seja, permanência ao enquadramento igual a zero para OD.

No que se refere à permanência dos corpos hídricos ao enquadramento, em função da observação apresentada no início deste item 6.3, esta sub-bacia possui um ponto de monitoramento que não está enquadrado na classe 4, o Reservatório do Cabuçu, sendo assim, a DBO permaneceu em tempo superior a 80,0% do tempo no enquadramento nos anos de 2012 a 2016, enquanto que fósforo total permaneceu menos tempo no enquadramento a partir de 2014 (33,0%), provavelmente devido à crise hídrica observada neste período, recuperando-se em 2016 (50,0%).

O OD, que foi avaliado para 18 pontos desta sub-bacia, apresentou tempo de permanência inferior a 20,0% em três pontos que estão localizados no Rio Pinheiros, a partir da confluência com o Córrego Zavuvus, que pode ter sido influenciado negativamente na qualidade da água, além das razões descritas anteriormente e das contribuições dos córregos Águas Espriadas (SPRA04850), Pirajussara (JUÇA04900) e do Jaguaré (UARE04550), considerando o ano de 2016, que obteve os maiores índices de permanência comparando com os anos anteriores. O Rio Tietê, a partir da

confluência com o Rio Tamandateí, apresenta permanência nula desde o ano de 2014, ocorrendo a mesma situação para o seu afluente, Rio Cabuçu.

Pinheiros-Pirapora:

A sub-bacia Pinheiros e Pirapora é composta por cinco pontos de monitoramento, sendo localizados:

- Rio Cotia: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 3;
- Reservatório Edgard de Souza: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 4;
- Reservatório de Pirapora: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 4;
- Ribeirão Vermelho ou Mutinga: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 4;
- Córrego São João de Barueri: um ponto de monitoramento enquadrado na classe 4.

Com apenas um ponto enquadrado na classe 3, o Rio Cotia foi o único em que se pode considerar a avaliação da desconformidade para os três parâmetros. Os demais pontos, por serem de classe 4, considerou apenas o parâmetro OD.

Dentre os cinco corpos hídricos analisados, somente o Ribeirão Vermelho ou Mutinga (VEME04250) encontrou-se em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005 para OD, com concentração equivalente à classe 1. Os demais corpos d'água apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pela legislação para este parâmetro.

A não conformidade do Córrego São João do Barueri (SJBA04950) para OD pode ter sido ocasionada pelas ocupações antrópicas, além da presença de indústrias. No Reservatório Edgard de Souza (TIES04900), além dos dois motivos mencionados anteriormente, as cargas difusas podem ter contribuído para o desenquadramento do parâmetro. Já o Reservatório de Pirapora (TIPI04900) pode ter sofrido influência do esgoto doméstico e de poluentes difusos.

O Rio Cotia (COTI03900) apresentou concentrações médias de OD típicas de classe 4, e de DBO e fósforo total acima do limite permitido para a sua classe. Dentre as possíveis causas estão as contribuições dos afluentes do Rio Cotia, cujas condições de dois deles estão comentadas adiante, além dos aportes de esgoto doméstico não coletado, por se encontrarem em região urbanizada; de efluentes industriais, pela localização de indústrias a jusante da confluência com o Ribeirão Moinho Velho; e de cargas difusas.

Assim como para a sub-bacia Penha-Pinheiros, esta sub-bacia apresenta um ponto de monitoramento enquadrado em classe diferente a classe 4, possibilitando a sua análise para DBO e fósforo total. Desta maneira, o Rio Cotia apresentou variações no tempo de permanência na classe 3 para DBO, decaindo ao longo de 2012 a 2015, com melhora em 2016. Para o fósforo total, não houve a mesma variação, com permanência nula a partir de 2013.

Considerando a avaliação de OD para todos os pontos desta sub-bacia, foi verificado índice igual a zero nos reservatórios de Pirapora (a partir de 2013) e Edgard de Souza (em todo o período considerado). O Ribeirão Vermelho ou Mutinga permaneceu 100,0% do tempo na classe 4, e o Córrego São João do Barueri apresentou variações de permanência no período, porém com recuperação em 2016 em relação a 2015.

- **Avaliação dos corpos d'água em função dos usos**

Para a avaliação da qualidade da água em função dos usos foi realizada a divisão dos corpos d'água em dois grupos: (i) Grupo 1: corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 3, que se destinam ao abastecimento público e à proteção da vida aquática e são representados por 45 pontos de monitoramento; e (ii) Grupo 2: corpos d'água enquadrados na classe 4, que se destina aos usos menos exigentes e são representados por 26 pontos de monitoramento. Para o primeiro grupo, a análise da conformidade considerou os parâmetros DBO, OD e fósforo total; para o segundo grupo, a análise considerou o parâmetro OD, pois DBO e fósforo total não apresentam padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 4. Assim como para os

itens anteriores, os corpos hídricos enquadrados na classe especial foram comparados com os padrões de qualidade estabelecidos para a classe 1.

Os corpos hídricos do Grupo 1, considerando as concentrações médias de 2016, apresentaram desconformidade com os limites preconizados pela legislação para pelo menos um parâmetro. No caso de DBO e fósforo total, 60,0% ou mais dos pontos de monitoramento estiveram em desacordo com os padrões de qualidade para as classes de enquadramento em que se encontram. Já OD esteve em melhor situação, porém 49,0% dos pontos não estiveram adequados às classes 1, 2 e 3.

A sub-bacia mais crítica foi Cabeceiras, onde sete dos 13 cursos d'água apresentaram os três parâmetros não conformes com as suas classes de enquadramento, sendo eles: rios Guaió, Jaguari, Jundiá, Taiaçupeba-Açu, Taiaçupeba-Mirim e ribeirões Ipiranga e Perová. Nos reservatórios do Rio Jundiá e Taiaçupeba, que estão enquadrados na classe especial, DBO e fósforo total estiveram acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, enquanto que no Reservatório do Tanque Grande somente o fósforo total não atendeu à legislação. A maioria dos corpos hídricos desta sub-bacia podem ter sido impactados pelo aporte das cargas difusas, proveniente das atividades agrícolas praticadas na região, além do lançamento do esgoto doméstico.

Outra sub-bacia que se encontra crítica é Cotia-Guarapiranga, em que somente um corpo hídrico (Rio Embu Guaçu) esteve compatível com a legislação para todos os parâmetros analisados. Os demais corpos d'água apresentaram, pelo menos, dois parâmetros em desconformidade. Apesar do Reservatório do Guarapiranga, Ribeirão do Cipó e Rio Embu Mirim não estarem conformes para DBO, OD e fósforo total, o Ribeirão das Pedras foi o que obteve concentrações médias mais elevadas dos três parâmetros dentre os corpos d'água citados. Sendo assim, estes corpos hídricos não podem ser considerados adequados para abastecimento público e para proteção da vida aquática. Esta mesma situação é observada na sub-bacia do Pinheiros-Pirapora, em que o Rio Cotia também apresentou valores médios elevados dos parâmetros analisados.

A sub-bacia Billings-Tamanduateí apresenta como principal problema a presença de fósforo total em todos os seus corpos hídricos, com exceção do braço do Rio Pequeno e do Rio Grande ou Jurubatuba. O lançamento de esgoto doméstico diretamente aos seus leitos, a poluição difusa ocasionada pela prática de atividade agrícola no entorno do braço do Taquacetuba e os efluentes industriais na região do Rio Tamanduateí podem ser os principais causadores do enriquecimento deste parâmetro nas águas desta sub-bacia.

As águas da sub-bacia Juqueri-Cantareira são as mais preservadas quanto à qualidade em toda a BAT. O Rio Juqueri foi o que apresentou desconformidade para todos os parâmetros analisados e o Reservatório Juqueri ou Paiva Castro não atendeu à legislação para fósforo total. Os demais corpos d'água estiveram adequados às classes em que estão enquadrados.

Quando se trata do Grupo 2, considerando a concentração média de 2016, todas as sub-bacias que possuem corpos hídricos enquadrados na classe 4 (Cabeceiras, Billings-Tamanduateí, Penha-Pinheiros e Pinheiros-Pirapora) estiveram em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para OD na Resolução CONAMA 357/2005 (77,0% dos pontos de monitoramento), indicando que os corpos d'água não estão adequados para os usos menos exigentes, cuja destinação é voltada para navegação e harmonia paisagística. Em compensação, seis pontos de monitoramento apresentaram conformidade com os limites da classe 4 e estão localizados nas sub-bacias Penha-Pinheiros e Pinheiros-Pirapora nos seguintes corpos hídricos: córregos Águas Espriadas, do Ipiranga, do Jaguaré, Pirajussara, no Rio Pinheiros (na entrada do Reservatório Billings) e no Ribeirão Vermelho ou Mutinga.

Mesmo não sendo avaliados neste Grupo 2, DBO e fósforo total foram monitorados pela CETESB e ambos apresentaram altos valores de concentração em todos os pontos monitorados, variando entre 21,0 mg/L e 117,0 mg/L para DBO, e 0,50 mg/L e 3,80 mg/L para fósforo total. A exceção foi encontrada no Ribeirão Vermelho ou Mutinga, que apresentou concentrações médias de DBO e de fósforo total típicas de classe 3 (6,2 mg/L e 0,12 mg/L, respectivamente).

7. SANEAMENTO BÁSICO

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, que consiste no conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: (i) abastecimento de água potável; (ii) esgotamento sanitário; (iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e, (iv) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. O presente capítulo detalha a situação do setor de saneamento básico na BAT, subdividido conforme as categorias definidas pela referida Lei.

7.1. Abastecimento de Água Potável

Neste item, será apresentado o diagnóstico da prestação dos serviços de abastecimento de água, bem como os principais indicadores para Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo associados ao tema, identificados de acordo com a nomenclatura de indicadores FPEIR (Força-Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta) conforme estabelecido na deliberação CRH nº 146/2012.

7.1.1. Cobertura da prestação dos serviços de abastecimento de água

De maneira geral, considerando-se informações do SNIS, entre 2005 e 2015, na BAT houve incremento tanto no índice de atendimento de água total (E.06-A), passando de 94,27% para 98,19%, quanto no índice de atendimento urbano de água (E.06-H), que passou de 98,03% para 99,08%. Ambos os índices se mantiveram classificados como “bom” nos anos analisados.

A seguir, apresentam-se os principais indicadores relacionados à prestação dos serviços de abastecimento de água. Em relação ao índice de atendimento de água total (E.06-A) e urbano (E.06-H), foram levantadas informações referentes ao ano de 2015, constantes no SNIS. De modo comparativo foram levantados dados do SNIS referentes ao ano de 2005, ano base utilizado no PBH-AT (2009). Além disso, apresentam-se informações da Sabesp, para o mesmo ano (2015), constantes no Plano Integrado Regional - PIR (2017-2021). A **Tabela 7.1** reúne as informações referentes aos índices de atendimento de água urbano e total.

Tabela 7.1 - Índice de Atendimento de Água nos municípios da BAT

Cód. IBGE	Municípios	Prestador do Serviço	Índice de Atendimento de Água (%)				
			TOTAL (E.06-A)			URBANO (E.06-H)	
			SNIS 2005	SNIS 2015	PIR 2015	SNIS 2005	SNIS 2015
3503901	Arujá	SABESP	89,55	100,00	95,10	93,60	100,00
3505708	Barueri	SABESP	88,79	100,00	99,30	88,79	100,00
3506607	Biritiba Mirim	SABESP	52,72	55,40	-	62,56	64,55
3509007	Caieiras	SABESP	88,81	97,04	93,70	92,37	99,50
3509205	Cajamar	SABESP	82,96	100,00	93,80	87,58	100,00
3510609	Carapicuíba	SABESP	88,88	100,00	-	88,88	100,00
3513009	Cotia	SABESP	96,88	99,31	95,30	96,88	99,31
3513801	Diadema	SABESP	99,59	100,00	96,20	99,59	100,00
3515004	Embu das Artes	SABESP	81,31	99,26	98,60	81,31	99,26
3515103	Embu-Guaçu	SABESP	48,48	78,65	96,10	49,42	80,81
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SABESP	84,37	96,48	95,00	85,07	100,00
3516309	Francisco Morato	SABESP	66,47	91,60	86,10	66,55	91,78
3516408	Franco da Rocha	SABESP	88,09	95,38	95,40	94,87	100,00
3518800	Guarulhos	SAAE	90,93	99,84	-	91,09	99,84
3522208	Itapecerica da Serra	SABESP	64,16	90,29	94,80	64,84	91,05
3522505	Itapevi	SABESP	75,53	93,95	95,50	75,53	93,95
3523107	Itaquaquecetuba	SABESP	75,11	97,60	-	75,11	97,60
3525003	Jandira	SABESP	90,55	100,00	-	90,55	100,00
3526209	Juquitiba	SABESP	36,71	43,19	-	55,87	55,81
3528502	Mairiporã	SABESP	73,41	56,30	82,80	91,78	64,43
3529401	Mauá	SAMA	97,40	98,00	-	97,40	98,00
3530607	Mogi das Cruzes	SEMAE/SABESP	97,50	92,14	96,80	100,00	100,00
3532405	Nazaré Paulista	SABESP	-	38,02	-	-	44,86
3534401	Osasco	SABESP	99,06	100,00	-	99,06	100,00
3535606	Paraibuna	CAEPA	-	-	-	-	-

Continua...

Tabela 7.1 – Índice de Atendimento de Água nos municípios da BAT (cont.)

Cód. IBGE	Municípios	Prestador do Serviço	Índice de Atendimento de Água (%)				
			TOTAL (E.06-A)			URBANO (E.06-H)	
			SNIS 2005	SNIS 2015	PIR 2015	SNIS 2005	SNIS 2015
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SABESP	67,26	82,72	-	67,30	82,72
3539806	Poá	SABESP	94,05	100,00	-	95,17	100,00
3543303	Ribeirão Pires	SABESP	78,30	89,35	95,80	78,30	89,35
3544103	Rio Grande da Serra	SABESP	71,44	85,31	97,40	71,44	85,31
3545001	Salesópolis	SABESP	58,58	62,34	-	96,22	97,92
3547304	Santana de Parnaíba	SABESP	78,68	100,00	-	78,68	100,00
3547809	Santo André	SEMASA	100,00	99,69	-	100,00	99,69
3548708	São Bernardo do Campo	SABESP	88,60	100,00	-	90,17	100,00
3548807	São Caetano do Sul	DAE	100,00	100,00	-	100,00	100,00
3549953	São Lourenço da Serra	SABESP	33,58	46,40	-	38,00	50,97
3550308	São Paulo	SABESP	98,52	99,20	93,50	100,00	100,00
3550605	São Roque	SABESP	66,88	65,59	-	91,46	72,43
3552502	Suzano	SABESP	79,18	100,00	97,20	81,78	100,00
3552809	Taboão da Serra	SABESP	100,00	100,00	99,50	100,00	100,00
3556453	Vargem Grande Paulista	SABESP	57,41	92,47	-	57,41	92,47
Total na BAT*			94,27	98,19	-	98,03	99,08

Faixas de Referência do Índice de Atendimento de Água (E.06-A): <50% **Ruim**; ≥50% e <90% **Regular**; ≥90% **Bom**.

Faixas de Referência do Índice de Atendimento de Água Urbano (E.06-H): <80% **Ruim**; ≥80% e <95% **Regular**; ≥95% **Bom**.

* Índices gerais considerando os dados de todos os municípios, exceto Paraibuna (2005; 2015) e Nazaré Paulista (2005) cujas informações não estavam disponíveis.

Fonte: SNIS, 2005; 2015; PIR-SABESP, 2017.

Na situação de 2015, observa-se que a maior parte dos municípios possui índices de atendimento de água (E.06-A) classificados como “bom”. Entretanto, há alguns casos de municípios com baixos índices, classificados como “ruim” (Juquitiba, Nazaré Paulista e São Lourenço da Serra). Entre os classificados como “regular”, ressalta-se os baixos índices dos municípios de Biritiba Mirim, Mairiporã, Salesópolis e São Roque.

Em comparação aos dados do SNIS de 2005, verifica-se que a maior parte dos municípios apresentou melhora nos índices, 16 deles elevaram seus índices da classificação de “regular” para “bom”. As exceções ocorrem nos municípios de Mairiporã e de Mogi das Cruzes, com reduções nos índices significativas.

Em relação aos índices de atendimento urbano de água (E.06-H), na situação de 2015, verifica-se que se encontram em situação “ruim”, os municípios de Biritiba Mirim, Juquitiba, Mairiporã, Nazaré Paulista, São Lourenço da Serra e São Roque. Comparando-se com os dados do SNIS de 2005, 13 municípios, que anteriormente apresentaram índices classificados como “ruim” ou “regular”, encontram-se classificados como “bom”. Destacam-se, positivamente, as melhoras nos índices dos municípios de Embu-Guaçu, Francisco Morato, Itapeverica da Serra e Vargem Grande Paulista e, negativamente, as reduções nos índices dos municípios de Mairiporã e São Roque.

Ressalta-se a situação do município de São Roque que, de acordo com os dados do SNIS, apresentou uma redução do índice de atendimento de 91,46%, em 2005, para 72,43%, em 2015. Este caso, provavelmente, incorpora algum tipo de falha no cadastro do SNIS e/ou no processo de coleta de informações. Fato este, a ser corrigido e investigado nas revisões anuais da base de dados do Ministério das Cidades.

Ressalta-se que os índices constantes no PIR (SABESP, 2017), em muitos casos, divergem dos índices apresentados no SNIS, sobretudo nos municípios de Embu-Guaçu, Mairiporã e Rio Grande da Serra. Entretanto, as metodologias da Sabesp e do SNIS para o cálculo dos indicadores são diferentes. A Sabesp considera número de economias atendidas em relação ao número total de economias, enquanto o SNIS utiliza-se de número de habitantes atendidos em relação ao total de habitantes (urbano e rural) para realização dos cálculos.

7.1.2. Perdas no sistema de distribuição da água

Para avaliação da situação do abastecimento de água em relação às perdas, foram levantados no SNIS os índices de perdas do sistema de distribuição de água (E.06-D) e os volumes macromedidos e micromedidos para o ano de 2015. A metodologia para cálculo do indicador E.06-D do SNIS consiste na seguinte fórmula:

$$\frac{(\text{Vol. Produzido} + \text{Vol. Tratado Importado} - \text{Vol. Serviço} - \text{Vol. Consumido})}{(\text{Vol. Produzido} + \text{Vol. Tratado Importado} - \text{Vol. Serviço})}$$

Observa-se que as perdas a que se referem o indicador são as perdas totais que incluem: usos não faturados, das perdas aparentes (não físicas) e das perdas reais (físicas). De forma comparativa apresentam-se os dados do índice de perdas (SNIS) para o ano de 2008. Ressalta-se que no PBH-AT (2009) não foram utilizados os índices de perdas do SNIS, sendo calculadas as perdas médias totais a partir de dados de ligações e população atendida. A **Tabela 7.2** apresenta as informações referentes às perdas na distribuição e volumes macro e micromedidos.

Tabela 7.2 - Índice de Perdas e Volumes Macromedido e Micromedido

Cód. IBGE	Municípios	Índice de Perdas na Distribuição (%) (E.06-D) SNIS		Volume Macromedido 2015 (1000 m³/ano)	Volume Micromedido 2015 (1000 m³/ano)
		2008	2015		
3503901	Arujá	32,54	20,95	5.103,60	4.028,67
3505708	Barueri	57,99	39,20	26.128,56	15.767,88
3506607	Biritiba Mirim	25,38	30,97	1.126,14	745,21
3509007	Caieiras	18,51	27,72	5.441,22	3.730,54
3509205	Cajamar	71,69	35,03	6.161,02	3.572,55
3510609	Carapicuíba	38,57	19,96	24.860,49	15.819,90
3513009	Cotia	33,25	38,97	18.968,73	11.433,25
3513801	Diadema	49,83	43,16	32.293,81	18.206,68
3515004	Embu das Artes	26,90	40,43	17.403,76	9.677,34
3515103	Embu-Guaçu	-	60,50	5.347,23	2.036,83
3515707	Ferraz de Vasconcelos	34,51	14,35	8.795,33	6.833,42
3516309	Francisco Morato	52,94	35,41	10.526,93	5.524,08
3516408	Franco da Rocha	47,93	20,00	7.996,97	5.929,98
3518800	Guarulhos	58,33	29,42	92.763,02	53.980,79
3522208	Itapeçerica da Serra	58,13	44,08	11.102,28	5.628,09
3522505	Itapevi	42,47	52,58	16.755,35	7.781,35
3523107	Itaquaquecetuba	50,57	43,38	23.259,33	12.534,70
3525003	Jandira	49,30	50,38	9.272,38	4.439,43
3526209	Juquitiba	35,44	29,28	1.344,18	950,61
3528502	Mairiporã	50,18	39,06	4.127,67	2.301,07
3529401	Mauá	-	48,53	30.290,08	15.590,86
3530607	Mogi das Cruzes	58,71	48,83	39.037,18	17.001,04
3532405	Nazaré Paulista	41,00	26,95	654,08	462,18
3534401	Osasco	35,42	35,71	58.364,65	33.300,11
3535606	Paraibuna	-	-	-	-
3539103	Pirapora do Bom Jesus	21,02	59,54	1.644,61	635,12
3539806	Poá	45,58	4,89	5.119,06	4.637,40
3543303	Ribeirão Pires	40,66	33,46	6.850,53	4.522,54
3544103	Rio Grande da Serra	15,88	26,01	2.165,81	1.540,53
3545001	Salesópolis	16,84	24,77	588,66	442,65
3547304	Santana de Parnaíba	36,16	33,94	10.515,70	6.882,31
3547809	Santo André	25,22	36,42	60.925,01	38.484,87
3548708	São Bernardo do Campo	48,40	38,04	77.533,48	42.170,50
3548807	São Caetano do Sul	23,90	15,95	13.942,53	11.235,53
3549953	São Lourenço da Serra	37,61	26,78	582,75	426,70
3550308	São Paulo	37,94	30,63	997.265,43	622.284,71
3550605	São Roque	58,35	53,46	7.345,45	3.418,20
3552502	Suzano	48,27	29,50	17.028,10	11.452,31
3552809	Taboão da Serra	33,63	31,38	20.946,09	11.956,85
3556453	Vargem Grande Paulista	44,99	36,27	2.740,28	1.746,46
Total na BAT*		40,95	33,12	1.682.317,48	1.019.113,24

Faixas de Referência do Índice de Perdas (E.06-D): ≥40% **Ruim**; >25% e <40% **Regular**; ≥5% e ≤25% **Bom**.

* O total do índice de perdas foi calculado com base na soma das informações municipais (exceto Embu-Guaçu, Mauá e Paraibuna)

Considerando-se o índice geral na BAT, observa-se que houve redução no índice de perdas na distribuição com melhoria na classificação, passando de 40,95% (classificado como “ruim”) em 2008 para 33,12% (classificado como “regular”) em 2015.

Na situação de 2015, a maior parte dos municípios enquadrava-se na classificação regular, com índices variando entre 25% e 40%. Destacam-se negativamente, os municípios de Embu-Guaçu, Itapevi, Jandira, Pirapora do Bom Jesus e São Roque, com índices superiores a 50%. O município de Poá apresenta índice atípico de menos de 5% de perdas. De acordo com o SNIS, índices abaixo de 5% sinalizam a possibilidade de falhas nas informações fornecidas que originaram o cálculo de indicador, já que para a realidade brasileira esses índices são pouco prováveis. Destacam-se, positivamente, os municípios de Arujá, Carapicuíba, Ferraz de Vasconcelos, Franco da Rocha, Salesópolis e São Caetano do Sul.

Em comparação com os índices de 2008, verifica-se que a maior parte dos municípios obteve reduções nos índices de perdas na distribuição. Os municípios de Poá, Ferraz de Vasconcelos, Franco da Rocha e Cajamar obtiveram reduções superiores a 50% no período. Por outro lado, alguns municípios tiveram seus índices elevados; são eles: Pirapora do Bom Jesus, Embu das Artes, Santo André, Rio Grande da Serra, Itapevi, Caieiras, Salesópolis, Cotia, Biritiba Mirim, Jandira e Osasco.

7.1.3. Qualidade da água distribuída por sistema de abastecimento

A Sabesp apresenta relatórios anuais que contemplam mensalmente o número de amostragens exigidas, realizadas e conformes para os parâmetros turbidez, cor aparente, cloro residual livre, coliforme total e *E. Coli* de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido na Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. As análises são realizadas em 17 laboratórios de controle sanitário acreditados pela ISSO/IEC 17.025. O relatório referente ao ano de 2016 abrange a qualidade da água de 35 dos 40 municípios que fazem parte da BAT. Não estão incluídos os municípios de Guarulhos, Mauá, Paraibuna, Santo André e São Caetano do Sul. A **Tabela 7.3** apresenta o somatório de análises exigidas, realizadas e conformes, para os parâmetros citados, para o ano de 2016. Os valores em vermelho indicam que o número de análises conformes não corresponde ao número de análises realizadas.

De maneira geral, observa-se que grande parte dos sistemas apresentam análises desconformes para todos os parâmetros considerados. No entanto, o percentual de análises desconformes é bastante reduzido.

No caso do parâmetro turbidez, destaca-se o número de análises desconformes que supera 6% do total realizado, no sistema Ypeville em Mairiporã. Para o parâmetro de cor aparente, requerem atenção os sistemas Cipó em Embu-Guaçu, Barnabés em Juquitiba, Santa Cruz em São Bernardo do Campo, e Rio Grande em São Paulo, que tiveram análises desconformes superiores a 9% do realizado. Ainda a respeito da cor aparente, ressaltam-se os percentuais de análises desconformes dos sistemas Santa Adélia em Itapeçerica da Serra e Colônia/Vargem Grande em São Paulo, com valores de 50% e 92,5%. Em relação ao parâmetro de cloro residual livre, os sistemas Cipó em Embu-Guaçu, Guarapiranga em Osasco, Green Hill em Pirapora do Bom Jesus, Cantareira/Baixo Cotia em Santana do Parnaíba apresentaram percentual de análises desconformes superiores a 5%. Para o parâmetro de coliformes totais, ressaltam-se os percentuais de análises desconformes dos sistemas Cipó em Embu-Guaçu, Potuvera Natura em Itapeçerica da Serra, Guarapiranga em Osasco e Green Hill em Pirapora do Bom Jesus, superiores a 3% em relação ao total realizado. No caso do parâmetro de coliformes fecais, em nenhum dos sistemas foram identificados percentuais de análises desconformes superiores a 1% em relação do total realizado.

Tabela 7.3 - Qualidade da Água Distribuída no ano de 2016 (SABESP)

Municípios	Sistema de Abastecimento	Turbidez			Cor Aparente			Cloro Residual Livre			Coliforme Total			E. Coli.		
		Exigido	Realizado	Conforme	Exigido	Realizado	Conforme	Exigido	Realizado	Conforme	Exigido	Realizado	Conforme	Exigido	Realizado	Conforme
Arujá	Alto Tietê	228	272	272	120	165	165	228	272	272	228	272	270	228	272	272
Barueri	Aldeia da Serra	180	180	180	120	120	120	180	180	180	180	180	176	180	180	180
	Cantareira	573	537	535	120	120	120	573	538	538	573	537	535	573	537	537
Biritiba Mirim	Cantareira; Baixo Cotia	297	300	300	120	120	118	297	302	302	297	300	298	297	300	299
	Hiroy	144	203	203	60	139	138	144	203	202	144	203	203	144	203	203
Caieiras	Biritiba Mirim	480	582	580	120	169	167	480	582	582	480	582	579	480	582	582
	Cantareira	252	261	260	120	131	130	252	261	261	252	260	258	252	260	259
Cajamar	Cajamar	540	550	548	120	133	133	540	550	550	540	550	545	540	550	548
	Cantareira; Polvilho	576	584	582	120	137	136	576	584	584	576	584	580	576	584	584
	Capital Ville	120	122	122	60	61	61	120	122	122	120	121	120	120	121	121
Carapicuíba	São Benedito	120	123	123	60	63	63	120	123	122	120	123	121	120	123	123
	Cantareira	1.034	1.048	1.047	120	120	120	1.034	1.048	1.047	1.034	1.048	1.040	1.034	1.048	1.048
Cotia	Alto Cotia	1.284	1.286	1.276	408	404	404	1.284	1.289	1.288	1.284	1.286	1.278	1.284	1.286	1.285
	Guarapiranga	120	120	119	120	121	121	120	120	119	120	120	117	120	120	119
Diadema	Jardim Japão	252	252	252	120	120	120	252	252	251	252	252	250	252	252	252
	Rio Grande	1.380	1.387	1.372	348	406	401	1.380	1.388	1.387	1.380	1.387	1.376	1.380	1.387	1.387
Embu das Artes	Alto Cotia; Guarapiranga	372	399	398	120	127	126	372	399	399	372	399	390	372	399	399
	Guarapiranga	576	562	560	120	125	124	576	562	562	576	562	547	576	562	562
Embu-Guaçu	Capivari	600	605	595	120	130	128	600	608	585	600	606	589	600	606	606
	Cipó	504	507	488	60	84	76	504	509	476	504	507	486	504	507	507
Ferraz de Vasconcelos	Alto Tietê	504	519	517	120	200	199	504	512	512	504	519	518	504	519	519
Francisco Morato	Cantareira	450	456	453	120	128	127	450	456	456	450	455	453	450	455	455
Franco da Rocha	Cantareira	366	373	371	120	140	140	366	373	373	366	373	369	366	373	372
	Juqueri	120	130	130	120	130	130	120	130	130	120	130	129	120	130	130
Itapeceira da Serra	Alto Cotia; Guarapiranga	1.008	1.015	1.015	300	312	311	1.008	1.016	1.016	1.008	1.014	1.009	1.008	1.014	1.014
	Guarapiranga	120	126	126	120	126	126	120	126	126	120	126	124	120	126	126
	Potuvera Natura	120	120	119	60	66	65	120	120	120	120	120	116	120	120	120
	Santa Adélia	120	120	117	60	66	33	120	120	119	120	120	117	120	120	120
Itapevi	Alto Cotia	204	203	202	120	105	104	204	203	202	204	203	202	204	203	203
	Cantareira; Baixo Cotia	1.086	1.292	1.290	333	478	478	1.086	1.293	1.282	1.086	1.292	1.260	1.086	1.292	1.289
Itaquaquecetuba	Sapientã	240	240	238	120	120	119	240	240	240	240	241	239	240	241	241
	Alto Tietê	960	1.027	1.027	216	275	275	960	1.017	1.017	960	1.027	1.026	960	1.027	1.027
Jandira	Cantareira	120	118	118	120	118	118	120	118	118	120	118	117	120	118	118
	Cantareira; Baixo Cotia	669	672	670	204	204	203	669	673	670	669	672	652	669	672	672
Juquitiba	Barnabes	120	142	138	60	118	107	120	142	142	120	142	142	120	142	142
	Juquitiba	240	269	269	120	161	159	240	269	269	240	269	269	240	269	269
	Palmeiras	120	151	151	120	151	145	120	151	151	120	151	151	120	151	151
Mairiporã	Irara Branca	120	125	124	60	64	64	120	125	125	120	125	124	120	125	125
	Jardim Sandra	168	175	175	60	68	68	168	175	175	168	175	175	168	175	175
	Juqueri	120	124	124	120	123	123	120	124	124	120	124	124	120	124	124
	Mairiporã	552	559	552	120	128	128	552	559	558	552	559	557	552	559	559
Mogi das Cruzes	Terra Preta	444	450	449	120	129	128	444	450	450	444	450	450	444	450	450
	Ype Ville	120	127	119	60	69	66	120	127	127	120	127	126	120	127	127
Nazaré Paulista	Alto Tietê	120	190	190	120	154	154	120	190	190	120	190	190	120	190	190
Osasco	Cuiabá	120	125	124	60	63	62	120	125	122	120	125	123	120	125	125
	Nazaré Paulista	168	299	298	120	126	126	168	300	300	168	300	297	168	300	299
	Cantareira	1.630	1.729	1.727	196	375	375	1.630	1.732	1.732	1.630	1.729	1.714	1.630	1.729	1.729
Pirapora do Bom Jesus	Cantareira (Alt. Guarapiranga)	216	217	216	72	72	72	216	217	215	216	217	214	216	217	217
	Guarapiranga	120	120	120	120	120	120	120	121	114	120	120	116	120	120	120
	Cristal Park	120	120	120	60	60	60	120	121	120	120	119	119	120	119	119
	Parque Payol	120	192	191	60	60	60	120	192	192	120	192	189	120	192	192
Poá	Sistema Green Hill	120	120	119	60	60	60	120	121	114	120	120	111	120	120	119
	Sistema Vila Nova	120	228	226	60	60	59	120	228	224	120	228	227	120	228	228
	Alto Tietê	312	395	395	120	156	156	312	387	387	312	395	395	312	395	395
Ribeirão Pires	Rio Claro	1.056	1.061	1.048	276	296	285	1.056	1.062	1.062	1.056	1.061	1.045	1.056	1.061	1.061
Rio Grande da Serra	Ribeirão Da Estiva	648	651	647	120	131	131	648	651	651	648	651	648	648	651	651
Salesópolis	Remédios	120	168	168	60	118	118	120	169	169	120	168	168	120	168	168
	Salesópolis	216	409	409	120	132	132	216	410	410	216	410	410	216	410	410
Santana de Parnaíba	Bacuri	120	120	119	120	120	119	120	120	118	120	120	118	120	120	120
	Cantareira	132	143	142	120	120	120	132	143	143	132	143	141	132	143	143
	Cantareira; Baixo Cotia	120	120	120	120	120	120	120	123	114	120	120	118	120	120	120
São Bernardo do Campo	Cantareira; Santana De Parnaíba	660	660	659	120	125	125	660	660	650	660	660	654	660	660	658
	Capelinha	120	121	121	60	68	68	120	122	122	120	121	120	120	121	121
	Jussara	120	120	120	60	69	69	120	121	121	120	120	119	120	120	120
	Rio Grande	2.676	2.698	2.671	684	785	765	2.676	2.700	2.700	2.676	2.697	2.667	2.676	2.697	2.696
São Lourenço da Serra	Santa Cruz	120	120	119	60	68	59	120	121	120	120	120	120	120	120	120
	Tatetos	120	120	120	60	67	67	120	122	122	120	120	119	120	120	120
	Paíol Do Meio	120	138	138	120	138	126	120	138	138	120	138	138	120	138	138
	São Lourenço Da Serra	180	208	208	120	162	157	180	208	208	180	208	208	180	208	208
São Paulo	Alto Tietê	8.472	9.219	9.208	1.872	2.771	2.764	8.472	9.207	9.207	8.472	9.212	9.179	8.472	9.212	9.212
	Cantareira	7.488	7.615	7.588	1.608	1.811	1.802	7.488	7.616	7.608	7.488	7.601	7.556	7.488	7.601	7.600
	Cantareira (Alt. Guarapiranga)	1.776	1.820	1.818	564	579	579	1.776	1.820	1.820	1.776	1.820	1.810	1.776	1.820	1.820
	Cantareira; Rio Claro; Alto Tietê	948	948	948	240	241	241	948	948	948	948	948	942	948	948	948
	Colônia; Vargem Grande	360	372	359	60	80	6	360	372	362	360	372	365	360	372	370
	Fontes; Oriental	120	121	121	60	66	66	120	122	122	120	121	120	120	121	121
	Guarapiranga	9.972	10.076	10.025	2.196	2.282	2.257	9.972	10.085	10.057	9.972	10.070	9.926	9.972	10.070	10.068
São Roque	Guarapiranga; Rio Claro; Alto Tietê	1.452	1.473	1.473	216	221	221	1.452	1.473	1.473	1.452	1.472	1.458	1.452	1.472	1.472
	Guarapiranga; Rio Grande	792	794	791	168	181	179	792	794	789	792	794	783	792	794	794
	Rio Claro; Alto Tietê	4.392	4.412	4.412	1.104	1.123	1.123	4.392	4.412	4.412	4.392	4.412	4.388	4.392	4.412	4.412
	Rio Grande	120	120	115	120	120	109	120	120	120	120	120	117	120	120	120
Suzano	Mombaça	60	62	62	30	30	30	60	62	60	60	62	62	60	62	62
	São Roque	660	679	675	120	121	121	660	686	685	660	675	663	660	675	675
Taboão da Serra	Alto Tietê	732	801	801	156	226	225	732	801	801	732	801	797	732	801	801
Vargem Grande Paulista	Guarapiranga	720	720	717	156	156	156	720	721	712	720	720	712	720	720	719
	Alto Cotia	360	360	357	120	120	120									

7.1.4. Abastecimento de água na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

A prestação dos serviços de abastecimento de água na BAT é realizada através do Sistema Integrado Metropolitano – SIM, operado pela Sabesp, e de Sistemas Isolados, operados pela Sabesp e outros prestadores.

A maior parte do abastecimento de água na BAT é realizado através do SIM, que abastece 30 municípios, dos quais 25 tem atendimento direto pela Sabesp e 5 compram água por atacado (Guarulhos, Mauá, Mogi das Cruzes, Santo André e São Caetano do Sul), com serviços de abastecimento prestados por outros operadores.

De forma complementar, 14 dos municípios atendidos pelo SIM, possuem também sistemas isolados, que se utilizam de fontes superficiais e subterrâneas para o atendimento de localidades afastadas e loteamentos. São eles: Barueri, Cotia, Embu-Guaçu, Franco da Rocha, Guarulhos, Itapeverica da Serra, Itapevi, Juquitiba, Mogi das Cruzes, Santana de Parnaíba, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e São Paulo.

Por outro lado, há 10 municípios operados pela Sabesp que têm como fonte de abastecimento exclusivamente sistemas isolados, são eles: Biritiba Mirim, Cajamar, Juquitiba, Mairiporã, Nazaré Paulista, Pirapora do Bom Jesus, Salesópolis, São Lourenço e São Roque.

Ressalta-se que a Sabesp faz operação parcial dos serviços de abastecimento de água no município de Mogi das Cruzes (Bairros Jardim Margarida, Vila Augusta, Jardim Felix e Milton, Jardim Piatã, Residencial Novo Horizonte, Chácara São Joaquim, Chácara Águas das Predas, além de alguns loteamentos).

Os outros prestadores de serviços de abastecimento de água na BAT são: (i) Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE Guarulhos; (ii) Saneamento Básico do Município de Mauá – SAMA; (iii) Serviço Municipal de Águas e Esgotos - SEMAE Mogi das Cruzes; (iv) Companhia de Água e Esgoto de Paraibuna – CAEPA; (v) Departamento de Água e Esgoto - DAE São Caetano do Sul; e (vi) Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André – SEMASA.

Ressalta-se que Paraibuna é o único dos municípios não operados pela Sabesp que possui autonomia no abastecimento, utilizando-se apenas de sistema isolado. No município de Mauá, apesar dos serviços de abastecimento serem prestados pelo SAMA, 100% da água distribuída é comprada da Sabesp, proveniente dos Sistemas Produtores Rio Claro e Alto Tietê.

A **Tabela 7.4** apresenta a relação de municípios inseridos na BAT com a indicação dos prestadores dos serviços de abastecimento de água e sistemas utilizados, já considerando a contribuição do Sistema Produtor São Lourenço, inaugurado em 2018. Mais adiante, o **Mapa RPD-28** apresenta a configuração atual do SIM e as áreas de abrangência de cada sistema produtor.

Tabela 7.4 - Prestadores de Serviço e Sistemas Produtores por Município

Cód. IBGE	Municípios	Prestador do Serviço	Sistema Produtor	Sistema Isolados
3503901	Arujá	SABESP	Alto Tietê	-
3505708	Barueri	SABESP	Baixo Cotia; Cantareira; São Lourenço	ETA Aldeia da Serra
3506607	Biritiba Mirim	SABESP	-	ETA Biritiba; Poço Irohi
3509007	Caieiras	SABESP	Cantareira	-
3509205	Cajamar	SABESP	-	ETA Cristais; Poços Capital Ville, Jordanésia, Cajamar Sede e São Benedito
3510609	Carapicuíba	SABESP	Cantareira	-
3513009	Cotia	SABESP	Alto Cotia; Guarapiranga; São Lourenço	ETA Jd. Japão
3513801	Diadema	SABESP	Rio Grande	-
3515004	Embu das Artes	SABESP	Alto Cotia; Guarapiranga	-
3515103	Embu-Guaçu	SABESP	Capivari – Embu-Guaçu	Poços Centro e Cipó
3515707	Ferraz de Vasconcelos	SABESP	Alto Tietê	-
3516309	Francisco Morato	SABESP	Cantareira	-
3516408	Franco da Rocha	SABESP	Cantareira	ETA Juqueri
3518800	Guarulhos	SAAE	Alto Tietê; Cantareira	Sist. Cabuçu; Sist. Tanque Grande; Poços Guarulhos
3522208	Itapeçerica da Serra	SABESP	Alto Cotia	Poços Natura, Ressaca e Santa Adélia
3522505	Itapevi	SABESP	Baixo Cotia; Alto Cotia	ETA Sapiantã
3523107	Itaquaquecetuba	SABESP	Alto Tietê	-
3525003	Jandira	SABESP	Baixo Cotia; Cantareira	-
3526209	Juquitiba	SABESP	-	ETA Juquitiba; Poços Barnabés, Senhorinhas
3528502	Mairiporã	SABESP	Cantareira	ETA Mairiporã; ETA Terra Preta; Poços Irara Branca, Jd. Celeste, Jd. Sandra, Pq. Náutico, Villa Sabesp, Jd. América, Ypeville
3529401	Mauá	SAMA	Alto Tietê; Rio Claro	-
3530607	Mogi das Cruzes	SEMAE/SABESP	Alto Tietê	ETA Centro; ETA Leste; Sabaúna; Poços Mogi das Cruzes
3532405	Nazaré Paulista	SABESP	-	ETA Nazaré Paulista; Poço Cuiabá
3534401	Osasco	SABESP	Cantareira; Guarapiranga	-
3535606	Paraibuna	CAEPA	-	ETA Paraibuna
3539103	Pirapora do Bom Jesus	SABESP	-	Poços Cristal Park, Green Hills, do Padre, Pq. Paiol, Faz. Salto Caracol, Garagem, Ginásio, Pirapora; Mina Caracol
3539806	Poá	SABESP	Alto Tietê	-
3543303	Ribeirão Pires	SABESP	Alto Tietê; Ribeirão da Estiva; Rio Claro; Rio Grande	-
3544103	Rio Grande da Serra	SABESP	Ribeirão da Estiva; Rio Claro	-
3545001	Salesópolis	SABESP	-	ETA Salesópolis; Poço Vila Bragança
3547304	Santana de Parnaíba	SABESP	Cantareira	ETA Santana de Parnaíba; Poços Fazendinha, Jd. São Pedro, Jd. São Luis
3547809	Santo André	SEMASA	Alto Tietê; Cantareira; Rio Claro; Rio Grande	ETA Guarará; Sist. Paranapiacaba
3548708	São Bernardo do Campo	SABESP	Rio Grande	Poço Santa Cruz, Capelinha, Tatetos
3548807	São Caetano do Sul	DAE	Cantareira	Poços São Caetano
3549953	São Lourenço da Serra	SABESP	-	ETA São Lourenço; ETA Paiol do Meio; Poço Despézio
3550308	São Paulo	SABESP	Alto Cotia; Alto Tietê; Cantareira; Guarapiranga; Rio Claro; Rio Grande	Poços Colônia, Vargem Grande, Jardim das Fontes
3550605	São Roque	SABESP	-	ETA São Roque
3552502	Suzano	SABESP	Alto Tietê	-
3552809	Taboão da Serra	SABESP	Guarapiranga	-
3556453	Vargem Grande Paulista	SABESP	São Lourenço	-

Fonte: PIR – SABESP, 2017; Atlas Brasil de Abastecimento urbano - ANA, 2010.

7.1.5. Sistema Integrado Metropolitano – SIM

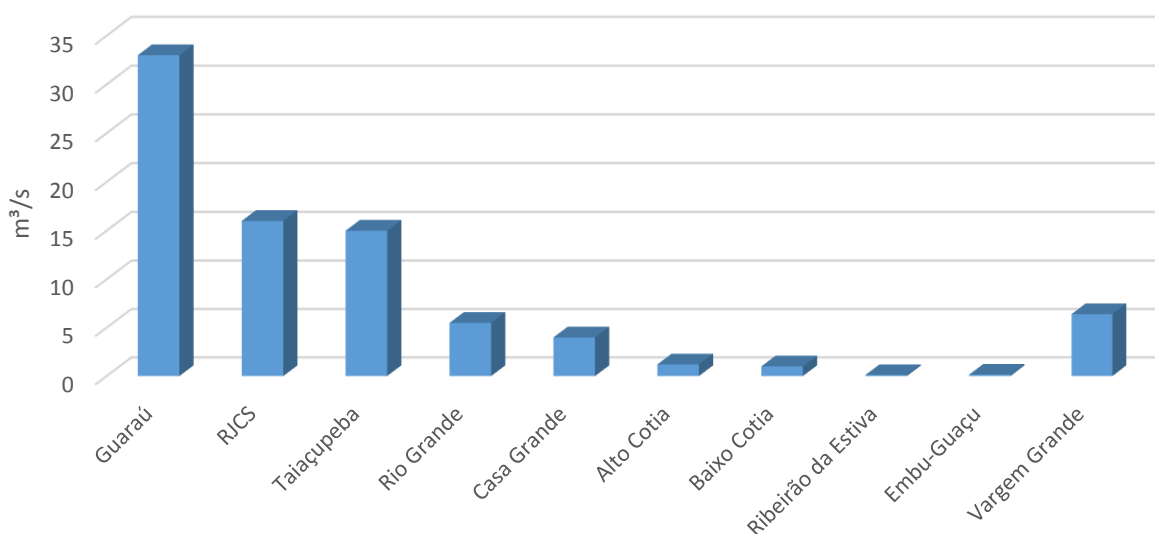
O Sistema Integrado Metropolitano – SIM, operado pela Sabesp, é composto por nove Sistemas Produtores: Cantareira, Guarapiranga, Alto Tietê, Rio Grande, Rio Claro, Alto Cotia, Baixo Cotia, Ribeirão da Estiva e Capivari-Embu Guaçu. Além disso, está em fase de obras o Sistema Produtor São Lourenço – SPSL, que contribuirá com o aporte de até 6,4 m³/s (4,7 m³/s médios) da bacia do Juquiá para o SIM, contribuindo para o abastecimento dos municípios situados a oeste da RMSP.

A **Tabela 7.5** apresenta as capacidades dos sistemas e respectivas Estações de Tratamento de Água. A **Figura 7.1** apresenta uma comparação do potencial de abastecimento dos sistemas baseado na capacidade de produção das ETAs. Em seguida apresenta-se a caracterização de cada um dos Sistemas Produtores.

Tabela 7.5 - Capacidade dos Sistemas Produtores do SIM (SABESP)

Sistema Produtor	ETA	Capacidade Nominal (m ³ /s)	Capacidade Máxima (m ³ /s)
Cantareira	Guaraú	33,00	35,00
Guarapiranga	RJCS (ABV)	16,00	16,00
Alto Tietê	Taiáçupeba	15,00	15,00
Rio Grande	Rio Grande	5,50	5,50
Rio Claro	Casa Grande	4,00	5,00
Alto Cotia	Alto Cotia	1,25	1,60
Baixo Cotia	Baixo Cotia	1,05	1,05
Ribeirão da Estiva	Ribeirão da Estiva	0,10	0,10
Capivari-Embu-Guaçu	Embu-Guaçu	0,15	0,15
São Lourenço*	Vargem Grande	6,40	6,40
Sistema Integrado Metropolitano		82,45	85,80

* O Sistema Produtor São Lourenço encontra-se em fase de obras
Fonte: PDAA - Em elaboração pela SABESP.



Fonte: PDAA - Em elaboração pela SABESP.

Figura 7.1 - Capacidade nominal de produção das Estações de Tratamento de Água do SIM

Esses sistemas produtores são interligados por adutoras de grande porte que compõem o Sistema Adutor Metropolitano – SAM, que é responsável pelo transporte de águas tratada até os reservatórios setoriais, a partir dos quais, é distribuída para aproximadamente 21 milhões de habitantes na RMSP. A **Tabela 7.6** apresenta a composição do SAM em termos de estruturas.

Tabela 7.6 - Características do Sistema Adutor Metropolitano - SAM

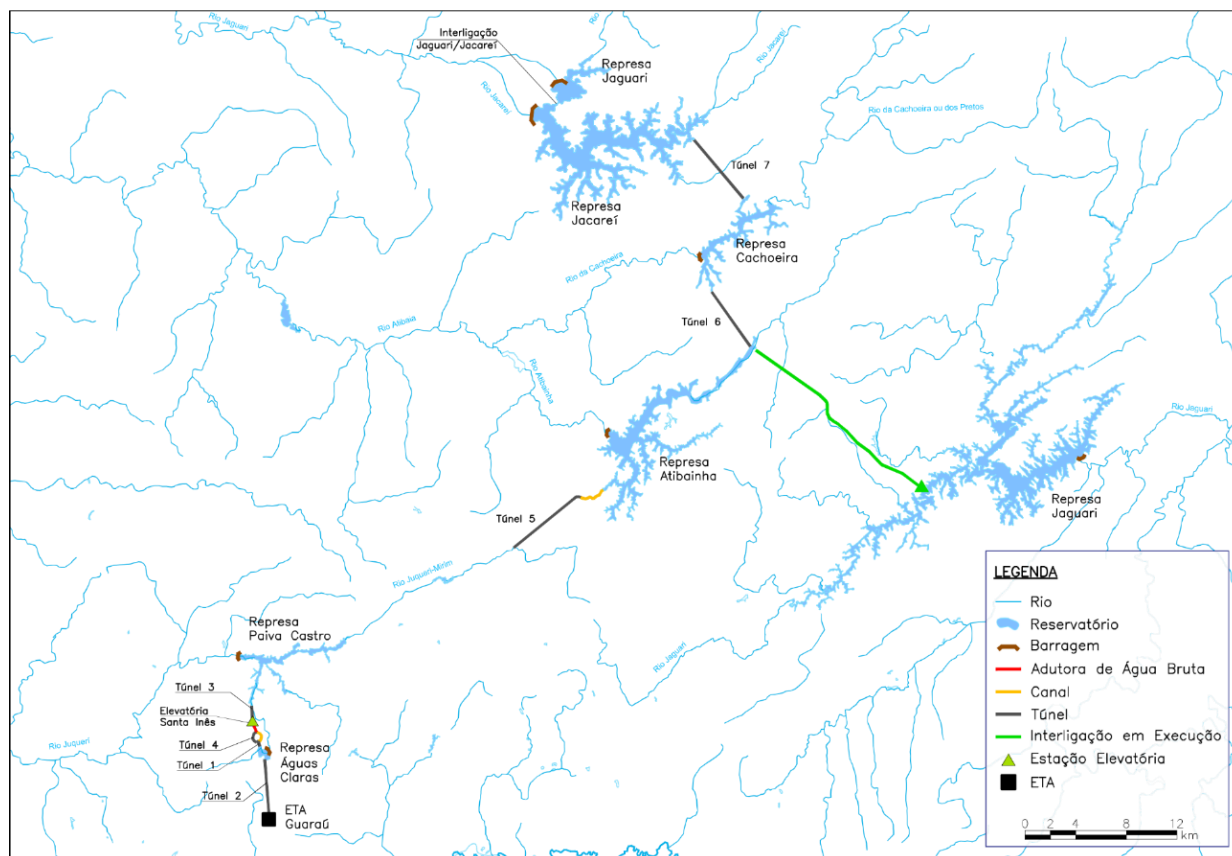
Item	Unidade	Quantidade Total
Número de Centros de Reservação	Un.	151
Número de Reservatórios	Un.	273
Volume de Reservação	m ³	1.772.000
Adutoras de Água Tratada	km	1.470
EEAs e Boosters*	Un.	65
Válvulas de Controle	Un.	146

*Não incluem EEAs para zonas altas dos setores de abastecimento

Fonte: PIR – SABESP, 2017.

• Sistema Produtor Cantareira

Localizado ao norte da RMSP, o Sistema Cantareira é formado por uma série de reservatórios, tuneis e canais, que captam e transferem águas de corpos hídricos da bacia do rio Piracicaba (UGRHI 05 - PCJ) para a bacia do rio Juqueri (UGRHI 06 – BAT). Em operação desde 1974, esse sistema é o principal e maior Sistema Produtor de Água para a RMSP. O Sistema Cantareira possui um volume útil total de reservação de água bruta de 973,56 Mm³. A Figura 7.2 apresenta o esquema do Sistema Cantareira.



Fonte: PDAA – Em elaboração pela SABESP.

Figura 7.2 - Representação do Sistema Cantareira

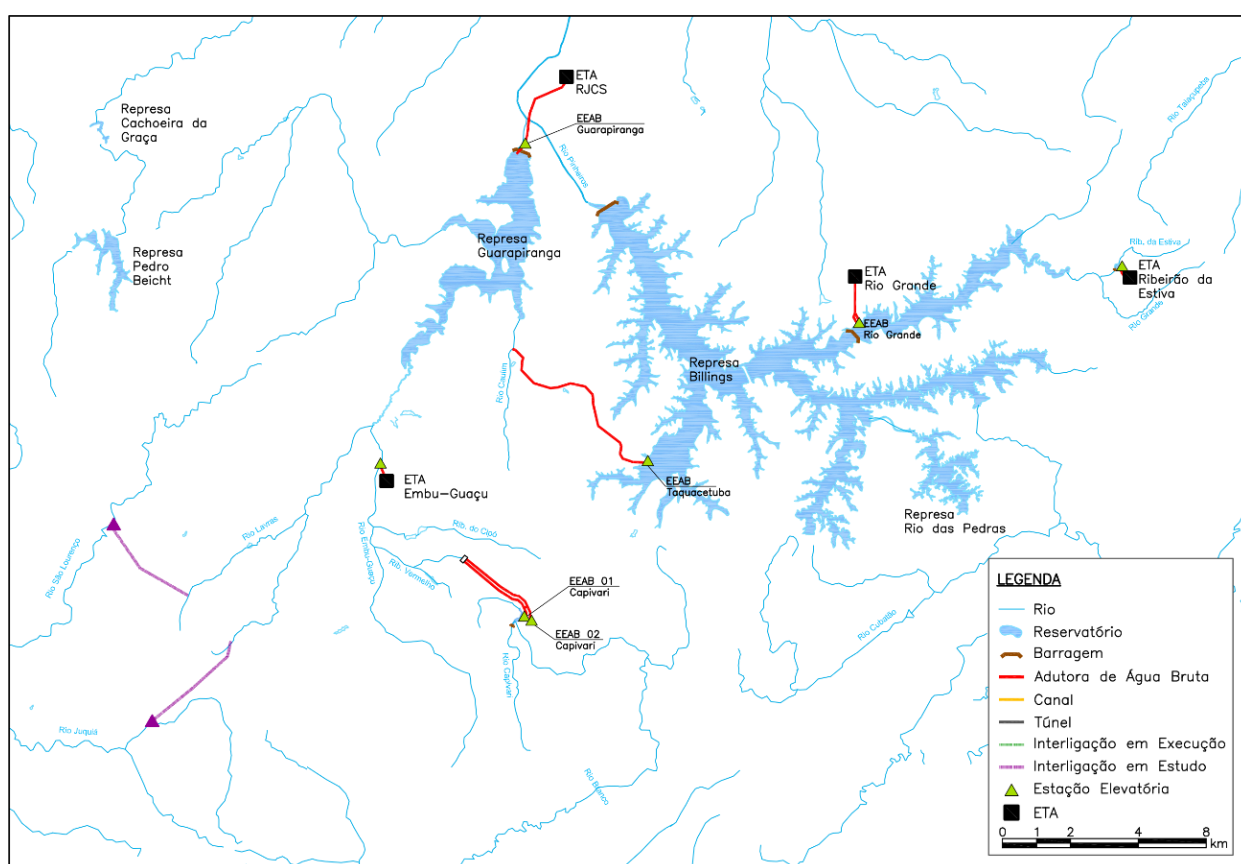
O Sistema Cantareira é formado por um conjunto de 6 reservatórios. Os reservatórios Jaguari/Jacareí, Cachoeira e Atibainha localizam-se nas cabeceiras do rio Piracicaba e os reservatórios Paiva Castro e Águas Claras, localizados na bacia do Juqueri. Os reservatórios Jaguari/Jacareí transferem suas águas, através do túnel 7, para o reservatório Cachoeira. Este, por sua vez, através do túnel 6, aporta vazões para o reservatório Atibainha.

A partir do túnel 5, as águas são transpostas para o reservatório Paiva Castro inserido na BAT. Deste, as águas são encaminhadas para a Estação Elevatória de Santa Inês (EEA Santa Inês), que as bombeiam, superando a Serra da Cantareira, para o reservatório Águas Claras. Este reservatório tem por objetivo manter um fluxo contínuo para o abastecimento da ETA Guaraú por cerca de 3 horas sem recebimento de contribuição do reservatório Paiva Castro.

Encontram-se em andamento as obras da interligação dos reservatórios Jaguari (UGRHI 02 - Paraíba do Sul) e Atibainha (UGRHI 05 – PCJ). Esta interligação, quando concluída, possibilitará a transferência de 5,13 m³/s (média), com máxima de 8,5 m³/s, para o Sistema Cantareira e permitirá até 12,2 m³/s no sentido inverso, para o reservatório Jaguari.

- **Sistema Produtor Guarapiranga-Billings, Rio Grande, Ribeirão da Estiva e Capivari-Embu-Guaçu**

Os Sistemas Guarapiranga-Billings, Rio Grande, Ribeirão da Estiva e Capivari se localizam na região sul da BAT. Estes sistemas possuem um volume útil total de reservação de água bruta de 1.460,01 Mm³. A **Figura 7.3** ilustra o esquema com a representação dos sistemas.



Fonte: PDAA – Em elaboração pela SABESP.

Figura 7.3 - Representação dos Sistemas Produtores Guarapiranga-Billings, Rio Grande, Ribeirão da Estiva e Capivari

O Sistema Produtor Guarapiranga-Billings apresenta os seguintes usos múltiplos: abastecimento de água, geração de energia (Henry Borden), controle de cheias, recreação e preservação ambiental. As águas que afluem ao reservatório Guarapiranga são tratadas na Estação de Tratamento de Água Rodolfo José da Costa e Silva – ETA RJCS, anteriormente denominada ETA ABV, em operação desde 1958. Recentemente, em 2015, a ETA RJCS foi ampliada, com módulos de membranas de ultrafiltração, elevando-se a capacidade total de produção de 14,0 para 16,0 m³/s.

Observa-se que as vazões de produção no Sistema Produtor Guarapiranga incorporam as contribuições de vazões transpostas de outras bacias. Entre 1,0 e 1,5 m³/s das águas do rio

Capivari, pertencente à vertente marítima, que são revertidos para o ribeirão Vermelho, afluente do rio Embu-Guaçu. Além disso, há a transposição de até 4,0 m³/s das águas do braço do Taquacetuba do reservatório Billings para o reservatório Guarapiranga.

O Sistema Produtor Capivari - Embu-Guaçu, localizado na Bacia da Guarapiranga, está em operação desde 2013. Este sistema possui captação no rio Embu-Guaçu, a jusante do ponto que recebe as contribuições da transposição do rio Capivari, além de complementação de captação subterrânea por meio de dois poços, com tratamento na ETA Embu-Guaçu, que tem capacidade para tratar até 0,15 m³/s de água. Existe uma proposta para a realização de uma segunda captação a jusante do Rio Capivari, denominada de Médio Capivari, com capacidade de aportar 4,0 m³/s para a estação elevatória Alto Capivari, que seria ampliada para encaminhar até 5,72 m³/s ao Ribeirão Vermelho. As vazões que excedem a capacidade da ETA Embu-Guaçu são armazenadas pelo reservatório Guarapiranga.

Além disso, encontram-se em fase de estudo duas transposições da bacia do Alto Juquiá para a bacia do Guarapiranga: (i) reversão de até 1,5 m³/s do rio Juquiá para o Ribeirão Santa Rita; e (ii) reversão de até 2,5 do rio São Lourenço para o Ribeirão das Lavras.

O Sistema Rio Grande, em operação desde 1955, possui sua captação de água no braço do Rio Grande do Reservatório Billings, segmentado, por barragem, do restante do reservatório. As águas são tratadas na ETA Rio Grande, que possui capacidade de 5,5 m³/s. Ressalta-se que, atualmente, as águas do braço do Rio Pequeno podem ser transpostas (até 4,0 m³/s) para o braço do Rio Grande, a partir do qual podem ser encaminhadas para o reservatório Taiaçupeba (Sistema Produtor Alto Tietê).

Nas cabeceiras do braço do Rio Grande, localiza-se o Sistema Produtor Ribeirão da Estiva, em operação desde 1960. Este sistema possui captação de 0,1 m³/s no Ribeirão da Estiva, com tratamento na ETA de mesmo nome, para o abastecimento exclusivo do município de Rio Grande da Serra.

- **Sistema Produtor Alto Tietê e Rio Claro**

Os Sistemas Produtores Alto Tietê e Rio Claro se localizam na porção leste da BAT. Esses sistemas possuem um volume útil total de reservação de água bruta de 533,23 Mm³. A **Figura 7.4** ilustra a representação dos Sistemas Produtores Alto Tietê e Rio Claro.

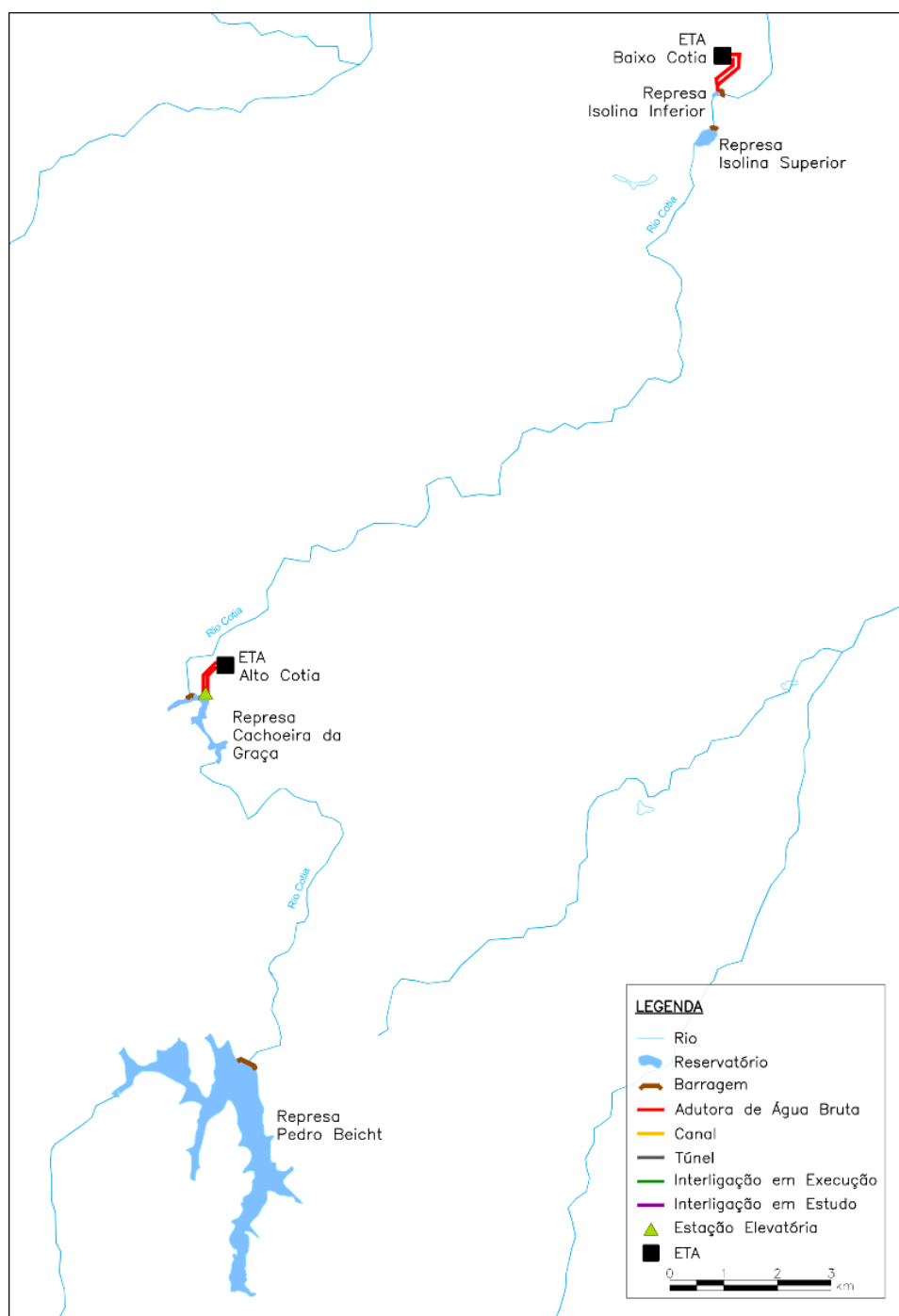
O Sistema Produtor Alto Tietê – SPAT opera desde 1992, sendo formado por um conjunto de 5 reservatórios: Paraitinga, Ponte Nova, Biritiba, Jundiá e Taiaçupeba. Esses reservatórios foram concebidos para o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos prevendo-se usos para o controle de cheias, abastecimento público e industrial, irrigação e lazer.

As águas regularizadas nos reservatórios Paraitinga e Ponte Nova são aproveitadas, através de captação no Rio Tietê, a montante da confluência com o Rio Biritiba, sendo encaminhadas para a estação elevatória de água bruta EEAB Biritiba, com capacidade de 9,0 m³/s. Esta, por sua vez, encaminha as águas para o reservatório de Biritiba, a partir do qual, por gravidade, são transpostas para o reservatório Jundiá, e posteriormente para o reservatório Taiaçupeba. No reservatório Taiaçupeba é realizada a captação para ETA de mesmo nome, com capacidade de tratamento de até 15,0 m³/s.

Além disso, atualmente, estão implantadas as transposições do Rio Guaió e do braço do Rio Pequeno/Rio Grande (Billings) para o reservatório Taiaçupeba, com capacidades de 1,0 m³/s e de 4,0 m³/s respectivamente.

Ressalta-se que o reservatório Ponte Nova recebe contribuições das águas remanescentes do Sistema Rio Claro, sempre que a disponibilidade desse sistema excede a capacidade de tratamento da ETA Casa Grande.

O Sistema Rio Claro está localizado a montante do reservatório Ponte Nova, próximo à vertente marítima da Serra do Mar, composto pelo reservatório Ribeirão do Campo e três barramentos no rio Claro, denominados Poço Preto, km 78 e km 76. Além disso recebe contribuições de até 1,0



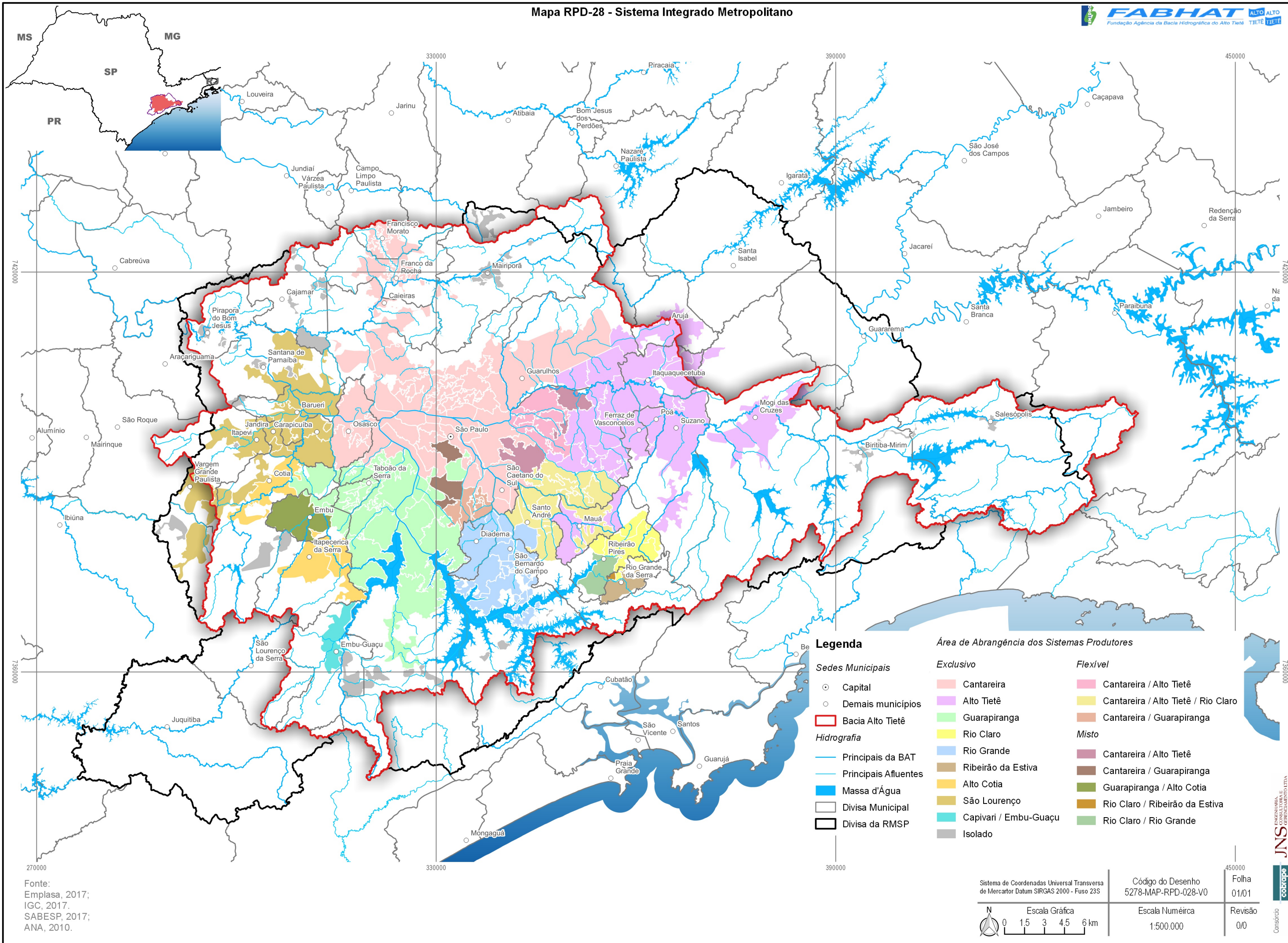
Fonte: PDAA – Em elaboração pela SABESP.

Figura 7.5 - Representação do Sistemas Produtores Alto e Baixo Cotia

- **Sistema Produtor São Lourenço**

O Sistema Produtor São Lourenço - SPSL, em fase de obras, se constitui como uma das principais obras para reforço da capacidade do SIM, direcionada ao abastecimento da zona oeste da RMSP. O SPSL terá sua captação no reservatório Cachoeira do França, no braço do Ribeirão Laranjais (Bacia do Alto Juquiá), e percorrerá 83 quilômetros até a ETA Vargem Grande. O reservatório Cachoeira do França possui um volume útil de reservação de água bruta de 124,0 Mm³. Este sistema foi concebido para uma vazão média de 4,7 m³/s, operando 20 horas diárias (evitando horário de pico) com uma vazão de até 6,4 m³/s. A **Figura 7.6** ilustra o esquema representativo do SPSL.

Mapa RPD-28 - Sistema Integrado Metropolitano



Legenda

- Sedes Municipais**
- Capital
 - Demais municípios
 - ▭ Bacia Alto Tietê
- Hidrografia**
- Principais da BAT
 - Principais Afluentes
 - Massa d'Água
 - Divisa Municipal
 - Divisa da RMSP

Área de Abrangência dos Sistemas Produtores

- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Exclusivo | Flexível |
| ■ Cantareira | ■ Cantareira / Alto Tietê |
| ■ Alto Tietê | ■ Cantareira / Alto Tietê / Rio Claro |
| ■ Guarapiranga | ■ Cantareira / Guarapiranga |
| ■ Rio Claro | Misto |
| ■ Rio Grande | ■ Cantareira / Alto Tietê |
| ■ Ribeirão da Estiva | ■ Cantareira / Guarapiranga |
| ■ Alto Cotia | ■ Guarapiranga / Alto Cotia |
| ■ São Lourenço | ■ Rio Claro / Ribeirão da Estiva |
| ■ Capivari / Embu-Guaçu | ■ Rio Claro / Rio Grande |
| ■ Isolado | |

Fonte:
Emplasa, 2017;
IGC, 2017;
SABESP, 2017;
ANA, 2010.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-028-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:500.000	Revisão 0/0

8.1.6. Sistemas Isolados

Além do Sistema Integrado Metropolitano, há também os Sistemas Isolados que contribuem para o abastecimento dos municípios inseridos na BAT. Os Sistemas Isolados apresentam uma capacidade total de 2,93 m³/s, dos quais 1,01 m³/s provêm dos sistemas operados pela Sabesp e 1,92 m³/s são advindos dos sistemas de outros operadores. A **Tabela 7.7** apresenta a relação de Sistemas Isolados, operados pela Sabesp, que se encontram nos municípios que compõem a BAT.

Tabela 7.7 - Capacidade de Produção dos Sistemas Isolados (SABESP)

Municípios	Sistema Isolado	Estrutura	Capacidade Nominal (L/s)
Barueri	Barueri - Aldeia da Serra	ETA Aldeia da Serra	41,67
Biritiba Mirim	Biritiba Mirim - Irohi	Poço Irohi	5,79
	Biritiba Mirim - Sede	ETA Biritiba Mirim	69,44
Cajamar	Cajamar - Capital Ville	Poço Capital Ville 1	6,17
		Poço Capital Ville 3	4,63
	Cajamar - Sede	ETA Cristais	123,46
		Poço Cajamar Sede	26,23
		Poço Jordanésia - P1	3,47
		Poço Jordanésia - P4	3,47
		Poço Jordanésia - P6	7,72
		Poço Polvilho - P6A	8,87
Cotia	Cotia - Jardim Japão	Poço São Benedito - P1	1,35
		ETA Jd. Japão	25,00
Embu-Guaçu	Embu-Guaçu - Cipó	Poço Cipó - P1	4,00
		Poço Cipó - P2	5,56
		Poço Cipó - P3	5,78
		Poço Cipó - P4	10,17
		Poço Cipó - P5	8,81
		Poço Cipó - P6	3,33
		Poço Cipó - P7	4,44
Franco da Rocha	Franco da Rocha - Juqueri	ETA Juqueri	52,85
Itapecerica da Serra	Itapecerica - Potuvera	Poço Natura	5,00
	Itapecerica - Ressaca	Poço Ressaca	5,94
	Itapecerica - Santa Adélia	Poço Santa Adélia	6,94
Itapevi	Itapevi - Sapiantã	ETA Sapiantã	50,00
Mairiporã	Mairiporã - Irara Branca	Poço Irara Branca - P2	2,08
		Poço Jd. Celeste - P4	6,17
	Mairiporã - Jardim Sandra	Poço Jd. Sandra 1	4,63
		ETA Mairiporã	86,19
		Poço Pq. Náutico	1,93
	Mairiporã - Sede	Poço Villa Sabesp - P1	1,08
		Poço Villa Sabesp - P2	10,03
		ETA Terra Preta	56,71
	Mairiporã Terra Preta	Poço Jd. América	3,09
		Poço Ypeville	1,93
Nazaré Paulista	Nazaré Paulista - Cuiabá	Poço Cuiabá	0,69
	Nazaré Paulista - Sede	ETA Nazaré Paulista	1,20
Pirapora do Bom Jesus	Pirapora - Cristal Park	Poço Cristal Park	0,24
		Poço Green Hills	8,33
	Pirapora - Green Hill/Bandeirantes	Poço do Padre - P5	1,46
		Poço Pq. Paiol - P3	12,50
		Poço Pq. Paiol - P4	8,33
	Pirapora - Sede	Mina Caracol	13,89
		Poço Faz. Salto Caracol	4,17
		Poço Garagem	6,67
		Poço Ginásio	3,33
		Poço Pirapora - P3	6,67
Poço Pirapora - P4		2,00	
Salesópolis	Salesópolis - Remédios	Poço Vila Bragança	3,36
	Salesópolis - Sede	ETA Salesópolis	24,00

Continua...

Tabela 7.7 – Capacidade de Produção dos Sistemas Isolados (SABESP) (cont.)

Municípios	Sistema Isolado	Estrutura	Capacidade Nominal (L/s)
Santana de Parnaíba	Santana de Parnaíba - Fazendinha/São Pedro	Poço Fazendinha - P1	6,67
		Poço Fazendinha - P3	2,78
		Poço Fazendinha - P4	12,50
		Poço Fazendinha - P5	8,61
		Poço Fazendinha - P6	17,75
		Poço Jd. São Pedro - P1	5,17
	Santana de Parnaíba - Sede	Poço Jd. São Pedro - P2	4,44
		Poço Jd. São Pedro - P5	6,67
		ETA (p/ Res. São Luis)	34,72
		Poço Jd. São Luis - P3	6,67
São Bernardo do Campo	SBC - Jd. Jussara	Poço Jd. Jussara	11,11
		Poço Capelinha	21,94
	SBC - Santa Cruz	Poço Santa Cruz - P1	7,99
		Poço Santa Cruz - P2	7,22
São Paulo	Colônia	SBC - Tatetos	9,44
		Poço Colônia	33,33
		Poço Vargem Grande - P4A	35,00
		Poço Vargem Grande - P6	22,22
Total			1.015,00

Fonte: PIR-SABESP, 2017.

Alguns municípios que possuem outros prestadores na BAT, Guarulhos (SAAE), Mogi das Cruzes (SEMAE), Paraibuna (CAEPA), Santo André (SEMASA) e São Caetano do Sul (DAE) possuem sistemas próprios. A **Tabela 7.8** apresenta as capacidades dos sistemas operados pelos outros prestadores inseridos na BAT.

Tabela 7.8 - Capacidade de Produção dos Sistemas Isolados de Outros Prestadores

Municípios	Sistema Isolado	Estrutura	Capacidade Nominal (L/s)
Guarulhos	Poços	28 poços	145,00
	Cabuçu	ETA Cabuçu	300,00
	Tanque Grande	ETA Tanque Grande	140,00
Mogi das Cruzes	Leste	ETA Leste	250,00
	Centro	ETA Centro	850,00
	Sabaúna	ETA Sabaúna	25,00
	Poços	7 Poços	20,85
Paraibuna	Paraibuna	ETA Paraibuna	45,00
Santo André	Pedroso-Guarará	ETA Guarará	130,00
	Sistema Paranapiacaba	Tratamento simples	13,0
São Caetano	Poços	8 Poços	1,78
Total			1.920,63

Fonte: Atlas Brasil de Abastecimento urbano - ANA, 2010; SEMAE, 2017; SAAE Guarulhos, 2017.

O município de Mogi das Cruzes dispõe de informações atualizadas (março de 2017) sobre o abastecimento de água constantes na versão preliminar do Plano Municipal de abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – PMAE Mogi das Cruzes. O portal do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE Guarulhos dispõe de informações atualizadas (2017) sobre o sistema de abastecimento de água. Para os demais municípios foram consultados dados do Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010).

7.1.6. Setores de abastecimento da RMS

Os operadores dos serviços de distribuição de água na BAT, normalmente, dividem as áreas de influência dos sistemas produtores em setores de abastecimento. Os setores são abastecidos por um ou mais reservatórios setoriais e por uma malha de redes de adução e distribuição de água.

Os limites desses setores estão em constante mudança de acordo com a dinâmica da ocupação urbana. Conseqüentemente, ao longo do tempo, os limites se modificam em função dessa dinâmica, podendo ser criados novos setores, serem subdivididos ou incorporados a outros setores.

A diversidade topográfica na RMSP faz com que seja necessária a utilização de sistemas de bombeamento para a concepção do sistema de abastecimento. Sendo assim, os sistemas de bombeamento são um dos principais limitantes de “avanços” entre os sistemas produtores. Sendo assim, as diferenças de cotas geométricas na RMSP definem qual o melhor sistema produtor para o atendimento de cada setor. Além disso, outro fator determinante é a capacidade de transporte da infraestrutura instalada (elevatórios, adutoras e boosteres) e das ETAs dos Sistemas Produtores.

Portanto, os reservatórios de determinado setor podem ser abastecidos por um ou mais sistemas produtores, conforme a condição de suporte dos seus mananciais ou as características operacionais momentâneas. Desta forma, os setores podem ser: (i) abastecidos por um único sistema produtor (exclusivo); (ii) por dois sistemas produtores (mistos); e ainda (iii) por um ou outro sistema produtor de acordo com a necessidade (flexíveis).

Para a caracterização quanto ao sistema produtor que abastece cada setor, com indicação de quais são exclusivos, mistos e flexíveis, utilizou-se a configuração prevista para o SIM com a introdução do SPSL, constante no “Estudo de Concepção do Sistema Produtor São Lourenço” (SSRH/SABESP, 2011). No caso dos setores que serão futuramente abastecidos pelo SPSL, foram mantidas como fonte de abastecimento os sistemas produtores que os abastecem atualmente, com base nas informações do PDAA (em elaboração pela SABESP).

De acordo com a disposição de setores de abastecimento apresentada no PDAA (em elaboração pela SABESP), correspondente à configuração no ano de 2013, a RMSP é composta por 220 Setores de Abastecimento, dos quais 37 correspondem a setores de abastecimento de sistemas isolados. Em relação aos setores abastecidos pelo SIM (183), foram identificados 154 setores exclusivos, 22 setores flexíveis e 7 setores mistos.

Os setores: Campestre (MS110) e Derivação Itapeçerica – Embu-Guaçu (MS302), inseridos no município de São Paulo, fazem parte da região abastecida pelo Sistema Produtor Alto Cotia que possui flexibilidade de atendimento pelo Sistema Produtor Guarapiranga.

Os setores: São Mateus (MC115) e Jardim São Pedro (MC142), inseridos no município de São Paulo, fazem parte da região abastecida pelo SPAT que possui flexibilidade de atendimento pelos Sistemas Produtores Cantareira e Rio Claro.

Os setores: Cangaíba (ML017), Jardim Popular (ML019) e Artur Alvim (ML020), inseridos no município de São Paulo, fazem parte da região abastecida pelo SPAT que possui flexibilidade de atendimento pelo Sistema Produtor Cantareira.

Os setores: Sapopemba (MC114), Jardim da Conquista e (MC135), inseridos no município de São Paulo; Camilópolis (NO062), Erasmo (NO063), Curuçá (NO064), Gonzaga (NO067), Vila Vitória (NO067), Vila Progresso (NO068), inseridos em no município de Santo André; Magini (NO085), Vila Zaíra (NO086), inseridos no município de Mauá, fazem parte da região abastecida pelo SPAT/Rio Claro que possui flexibilidade de atendimento pelo Sistema Produtor Cantareira.

Os setores: Sacomã (MC052), Cursino (MC138) e Vila do Encontro (MS055), inseridos no município de São Paulo, fazem parte da região abastecida pelo Cantareira que possui flexibilidade de atendimento pelo Sistema Produtor Guarapiranga.

Os setores: Penha (ML014), Derivação Penha (ML318) e Derivação Vila Matilde (ML336), inseridos no município de São Paulo, fazem parte da região abastecida pelo Cantareira, que possui flexibilidade de atendimento pelo Sistema Produtor Alto Tietê.

O setor Vila Mariana (MC036), inserido no município de São Paulo, faz parte da região abastecida pelo Guarapiranga, que possui flexibilidade de atendimento pelo Sistema Produtor Cantareira.

A **Tabela 7.9** apresenta os setores de abastecimento correspondentes ao SIM, e a **Tabela 7.10**, na sequência, apresenta os setores de abastecimento isolados.

Tabela 7.9 - Setores de abastecimento – Sistema Integrado Metropolitano

Código SABESP	Setor de Abastecimento	Município	Sistema Produtor	Categoria	Flexibilidade
ML097	Arujá	Arujá	Alto Tietê	Exclusivo	-
MO103	Centro	Barueri	Baixo Cotia*	Exclusivo	-
MO105	Centro	Barueri	Baixo Cotia*	Exclusivo	-
MO316	Deriv. Jardim Tupã	Barueri	Cantareira*	Exclusivo	-
MO104	Jardim Tupã	Barueri	Cantareira*	Exclusivo	-
MO128	Tamboré	Barueri	Cantareira*	Exclusivo	-
MN119	Caieiras	Caieiras	Cantareira	Exclusivo	-
MN118	Perus	Caieiras	Cantareira	Exclusivo	-
MO101	Centro	Carapicuíba	Cantareira*	Exclusivo	-
MO139	Cohab	Carapicuíba	Cantareira*	Exclusivo	-
MO146	Vila Dirce	Carapicuíba	Cantareira*	Exclusivo	-
MO131	Centro	Cotia	Alto Cotia	Exclusivo	-
MO309	Deriv. Caucaia do Alto	Cotia	Alto Cotia	Exclusivo	-
MO309	Deriv. Caucaia do Alto	Cotia	Alto Cotia	Exclusivo	-
MO308	Deriv. Morro Grande	Cotia	Alto Cotia	Exclusivo	-
MO161	Jardim Atalaia	Cotia	Alto Cotia	Exclusivo	-
MO146	Vila Dirce	Cotia	Cantareira*	Exclusivo	-
MO146	Vila Dirce	Cotia	Cantareira*	Exclusivo	-
MO113	Granja Viana	Cotia	Guarapiranga	Exclusivo	-
NO069	Jardim das Nações	Diadema	Rio Grande	Exclusivo	-
MS110	Campestre	Embu das Artes	Alto Cotia	Exclusivo	-
MS331	Deriv. Santo Antônio	Embu das Artes	Alto Cotia	Exclusivo	-
MS113	Granja Viana	Embu das Artes	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS111	Jardim Record	Embu das Artes	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS044	Jardim São Luiz	Embu das Artes	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS124	Santo Eduardo	Embu das Artes	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS125	Vista Alegre	Embu das Artes	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS108	Centro	Embu das Artes	Guarapiranga / Alto Cotia	Misto	Guarapiranga / Alto Cotia
MS109	Centro	Embu-Guaçu	Capivari - Embu-Guaçu	Exclusivo	-
MS801	Embu-Guaçu - Cipó	Embu-Guaçu	Capivari - Embu-Guaçu	Exclusivo	-
ML095	Ferraz de Vasconcelos	Ferraz de Vasconcelos	Alto Tietê	Exclusivo	-
MN121	Centro	Francisco Morato	Cantareira	Exclusivo	-
MN122	Jardim Liliâne	Francisco Morato	Cantareira	Exclusivo	-
MN132	Parque 120	Francisco Morato	Cantareira	Exclusivo	-
MN152	Vila Santista	Francisco Morato	Cantareira	Exclusivo	-
MN120	Centro	Franco da Rocha	Cantareira	Exclusivo	-
MN122	Jardim Liliâne	Franco da Rocha	Cantareira	Exclusivo	-
MN152	Vila Santista	Franco da Rocha	Cantareira	Exclusivo	-
NO174	Bairro dos Pimentas	Guarulhos	Alto Tietê	Exclusivo	-
NO998	Bonsucesso	Guarulhos	Alto Tietê	Exclusivo	-
NO148	Cidade Satélite	Guarulhos	Alto Tietê	Exclusivo	-
NO999	Vila Any	Guarulhos	Alto Tietê	Exclusivo	-
NO098	Gopoúva	Guarulhos	Cantareira	Exclusivo	-
MS110	Campestre	Itapeçerica da Serra	Alto Cotia	Exclusivo	-
MS112	Centro	Itapeçerica da Serra	Alto Cotia	Exclusivo	-
MS302	Deriv. Itapeçerica - Embu-Guaçu	Itapeçerica da Serra	Alto Cotia	Exclusivo	-
MO161	Jardim Atalaia	Itapevi	Alto Cotia	Exclusivo	-
MO105	Centro	Itapevi	Baixo Cotia*	Exclusivo	-
MO106	Itapevi	Itapevi	Baixo Cotia*	Exclusivo	-
MO189	Mirante	Itapevi	Baixo Cotia*	Exclusivo	-
ML096	Centro	Itaquaquecetuba	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML322	Deriv. Abacateiros	Itaquaquecetuba	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML337	Deriv. General Motors	Itaquaquecetuba	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML158	Pinheirinho	Itaquaquecetuba	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML094	Poá	Itaquaquecetuba	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML192	Recanto Mônica	Itaquaquecetuba	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML157	Vila Industrial	Itaquaquecetuba	Alto Tietê	Exclusivo	-
MO105	Centro	Jandira	Baixo Cotia*	Exclusivo	-
MO189	Mirante	Jandira	Baixo Cotia*	Exclusivo	-
MO316	Deriv. Jardim Tupã	Jandira	Cantareira*	Exclusivo	-
MN654	Vila Machado	Mairiporã	Cantareira	Exclusivo	-
NO084	Centro	Mauá	Alto Tietê	Exclusivo	-
NO085	Magini	Mauá	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
NO086	Vila Zaira	Mauá	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
ML337	Deriv. General Motors	Mogi das Cruzes	Alto Tietê	Exclusivo	-
NO092	Mogi das Cruzes	Mogi das Cruzes	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML192	Recanto Mônica	Mogi das Cruzes	Alto Tietê	Exclusivo	-
MO061	Bela Vista	Osasco	Cantareira	Exclusivo	-
MO046	Jaguare	Osasco	Cantareira	Exclusivo	-
MO058	Mutinga	Osasco	Cantareira	Exclusivo	-
MO059	Quitaúna	Osasco	Cantareira	Exclusivo	-
MO060	Vila Iracema	Osasco	Cantareira	Exclusivo	-
MO045	Vila Jaguará	Osasco	Cantareira	Exclusivo	-
MO128	Tamboré	Osasco	Cantareira*	Exclusivo	-
MO146	Vila Dirce	Osasco	Cantareira*	Exclusivo	-
MO113	Granja Viana	Osasco	Guarapiranga	Exclusivo	-
ML095	Ferraz de Vasconcelos	Poá	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML094	Poá	Poá	Alto Tietê	Exclusivo	-
MS304	Deriv. Jardim Verão	Ribeirão Pires	Rio Claro	Exclusivo	-
MS332	Deriv. Ouro Fino	Ribeirão Pires	Rio Claro	Exclusivo	-
MS088	Ouro Fino	Ribeirão Pires	Rio Claro	Exclusivo	-
MS340	Vila Zaira	Ribeirão Pires	Rio Claro	Exclusivo	-
MS089	Centro	Ribeirão Pires	Rio Claro / Ribeirão da Estiva	Misto	Rio Claro / Ribeirão da Estiva
MS126	Rio Grande da Serra	Rio Grande da Serra	Ribeirão da Estiva	Exclusivo	-
MS089	Centro	Rio Grande da Serra	Rio Claro	Exclusivo	-
MS088	Ouro Fino	Rio Grande da Serra	Rio Claro	Exclusivo	-
MO128	Tamboré	Santana de Parnaíba	Cantareira*	Exclusivo	-
NO062	Camilópolis	Santo André	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
NO064	Curuça	Santo André	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
NO063	Erasmão	Santo André	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
NO065	Gonzaga	Santo André	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
NO068	Vila Progresso	Santo André	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
NO067	Vila Vitória	Santo André	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
NO066	Paraíso	Santo André	Rio Grande	Exclusivo	-
MS179	Baeta Neves	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS079	Batistini	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS190	Deriv. Alvarenga	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS338	Deriv. Nova Petrópolis	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS310	Deriv. Pedreira	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS081	Deriv. Riacho Grande	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS339	Deriv. Vila Marchi	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS813	Jardim Juçara	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS074	Mussolini	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS077	Nova Petrópolis	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS182	Parque Selecta	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS080	Pauliceia	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS076	Planalto	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS181	São José	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS082	Taboão	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
MS075	Vila Cacilda	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-

Continua...

7.9 – Setores de abastecimento – Sistema Integrado Metropolitano (cont.)

Código SABESP	Setor de Abastecimento	Município	Sistema Produtor	Categoria	Flexibilidade
MS078	Vila Marchi	São Bernardo do Campo	Rio Grande	Exclusivo	-
NO073	Oswaldo Cruz	São Caetano do Sul	Cantareira	Exclusivo	-
NO072	Santa Maria	São Caetano do Sul	Cantareira	Exclusivo	-
NO071	Vila Gerty	São Caetano do Sul	Cantareira	Exclusivo	-
MS110	Campestre	São Paulo	Alto Cotia	Flexível	Guarapiranga
MS302	Deriv. Itapeperica - Embu-Guaçu	São Paulo	Alto Cotia	Flexível	Guarapiranga
ML020	Artur Alvim	São Paulo	Alto Tietê	Flexível	Cantareira
ML017	Cangaíba	São Paulo	Alto Tietê	Flexível	Cantareira
ML209	Carmo	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML156	Cidade Tiradentes	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML095	Ferraz de Vasconcelos	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML025	Guaianazes	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML025	Guaianazes	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML024	Itaim Paulista	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML022	Itaquera	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML019	Jardim Popular	São Paulo	Alto Tietê	Flexível	Cantareira
MC142	Jardim São Pedro	São Paulo	Alto Tietê	Flexível	Cantareira / Rio Claro
ML153	Santa Etelvina	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML153	Santa Etelvina	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
MC115	São Mateus	São Paulo	Alto Tietê	Flexível	Cantareira / Rio Claro
ML023	São Miguel Paulista	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML210	Savoy	São Paulo	Alto Tietê	Exclusivo	-
MC135	Jardim da Conquista	São Paulo	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
MC114	Sapopemba	São Paulo	Alto Tietê / Rio Claro	Flexível	Alto Tietê / Rio Claro / Cantareira
MC034	Cambuci	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC018	Carrão	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC028	Casa Verde	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN028	Casa Verde	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC029	Consolação	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC138	Cursino	São Paulo	Cantareira	Flexível	Guarapiranga
MC176	Deriv. Brás	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN320	Deriv. Edu Chaves	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN038	Deriv. Freguesia do Ó	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN172	Deriv. Horto Florestal	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC051	Deriv. Ipiranga	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN321	Deriv. Jaraguá	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN003	Deriv. Parque Cantareira	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
ML318	Deriv. Penha	São Paulo	Cantareira	Flexível	Alto Tietê
MC170	Deriv. Sacomã	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN343	Deriv. Santana	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN165	Deriv. Tremembé	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MO306	Deriv. USP	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN319	Deriv. Vila Brasilândia	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
ML336	Deriv. Vila Matilde	São Paulo	Cantareira	Flexível	Alto Tietê
MN342	Deriv. Vila Nova Cachoeirinha	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN008	Edu Chaves	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MO046	Jaguará	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN116	Jaraguá	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC012	Jardim América	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC040	Lapa	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN031	Mirante	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC033	Moóca	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN206	Parque Anhanguera	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
ML014	Penha	São Paulo	Cantareira	Flexível	Alto Tietê
MC027	Perdizes	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN118	Perus	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC041	Pinheiros	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN042	Pirituba	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC052	Sacomã	São Paulo	Cantareira	Flexível	Guarapiranga
MN032	Santana	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC030	Sumaré	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN007	Tucuruvi	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC015	Vila Alpina	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN035	Vila Brasilândia	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MS055	Vila do Encontro	São Paulo	Cantareira	Flexível	Guarapiranga
MO060	Vila Iracema	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN045	Vila Jaguara	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN011	Vila Maria	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN010	Vila Medeiros	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MN026	Vila Nova Cachoeirinha	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
MC037	Vila Romana	São Paulo	Cantareira	Exclusivo	-
ML021	Ermelino Matarazzo	São Paulo	Cantareira / Alto Tietê	Misto	Cantareira / Alto Tietê
MC016	Vila Formosa	São Paulo	Cantareira / Alto Tietê	Misto	Cantareira / Alto Tietê
MC050	Jabaquara	São Paulo	Cantareira / Guarapiranga	Misto	Cantareira / Guarapiranga
MS050	Jabaquara	São Paulo	Cantareira / Guarapiranga	Misto	Cantareira / Guarapiranga
MC013	Paulista	São Paulo	Cantareira / Guarapiranga	Misto	Cantareira / Guarapiranga
MS054	Americanópolis	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO047	Butantã	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS053	Campo Belo	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS057	Chácara Flora	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS831	Colônia	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MC001	Deriv. Brooklin	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS001	Deriv. Brooklin	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO314	Deriv. Butantã	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS301	Deriv. Santo Amaro	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS801	Embu-Guaçu - Cipó	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS141	Grajaú	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS056	Interlagos	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO133	Jardim Ângela	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS133	Jardim Ângela	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS821	Jardim das Fontes	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO111	Jardim Record	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO044	Jardim São Luiz	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS044	Jardim São Luiz	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO049	Morumbi	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS191	Parelheiros	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO043	Pirajussara	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO143	Raposo Tavares	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MC036	Vila Mariana	São Paulo	Guarapiranga	Flexível	Cantareira
MO048	Vila Sônia	São Paulo	Guarapiranga	Exclusivo	-
MS341	Parque Real	São Paulo	Rio Grande	Exclusivo	-
ML192	Recanto Mônica	Suzano	Alto Tietê	Exclusivo	-
ML090	Suzano	Suzano	Alto Tietê	Exclusivo	-
MO130	Centro	Taboão da Serra	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO111	Jardim Record	Taboão da Serra	Guarapiranga	Exclusivo	-
MO309	Deriv. Caucaia do Alto	Vargem Grande Paulista	Alto Cotia	Exclusivo	-
MO169	Centro	Vargem Grande Paulista	Alto Cotia*	Exclusivo	-

* Prevê-se que estes setores sejam futuramente abastecidos pelo Sistema Produtor São Lourenço.
Fonte: PDAA, em elaboração pela SABESP.

Tabela 7.10 - Setores de abastecimento isolados

Cód. SABESP	Setor de Abastecimento	Município	Sistema Produtor	Categoria
MO731	Aldeia da Serra	Barueri	Isolado	Exclusivo
ML402	Cruz das Almas	Biritiba Mirim	Isolado	Exclusivo
ML403	Hiroy	Biritiba Mirim	Isolado	Exclusivo
ML401	Takebe	Biritiba Mirim	Isolado	Exclusivo
ML412	Vila dos Remédios	Biritiba Mirim	Isolado	Exclusivo
ML404	Vista Alegre	Biritiba Mirim	Isolado	Exclusivo
MN641	Parque São Roberto	Caieiras	Isolado	Exclusivo
MN612	Capital Ville	Cajamar	Isolado	Exclusivo
MN611	Centro	Cajamar	Isolado	Exclusivo
MN621	Jordanésia	Cajamar	Isolado	Exclusivo
MN641	Parque São Roberto	Cajamar	Isolado	Exclusivo
MN631	Polvilho	Cajamar	Isolado	Exclusivo
MN642	São Benedito	Cajamar	Isolado	Exclusivo
MN614	Village Scorpios	Cajamar	Isolado	Exclusivo
MO335	Deriv. Caputera	Cotia	Isolado	Exclusivo
MO741	Jardim Japão	Cotia	Isolado	Exclusivo
MS853	Natura	Itapeçerica da Serra	Isolado	Exclusivo
MS854	Ressaca	Itapeçerica da Serra	Isolado	Exclusivo
MS852	Santa Adélia	Itapeçerica da Serra	Isolado	Exclusivo
MO761	Sapianã	Itapevi	Isolado	Exclusivo
MN653	Carpi	Mairiporã	Isolado	Exclusivo
MN651	Centro	Mairiporã	Isolado	Exclusivo
MN655	Irara Branca	Mairiporã	Isolado	Exclusivo
MN671	Jardim Sandra	Mairiporã	Isolado	Exclusivo
MN652	Parque Nautico	Mairiporã	Isolado	Exclusivo
MN661	Terra Preta	Mairiporã	Isolado	Exclusivo
MN681	Ypeville	Mairiporã	Isolado	Exclusivo
MO785	Centro	Pirapora do Bom Jesus	Isolado	Exclusivo
MO786	Cristal Park	Pirapora do Bom Jesus	Isolado	Exclusivo
MO782	Green Hill	Pirapora do Bom Jesus	Isolado	Exclusivo
MO783	Paíol	Pirapora do Bom Jesus	Isolado	Exclusivo
ML411	Centro	Salesópolis	Isolado	Exclusivo
ML412	Vila dos Remédios	Salesópolis	Isolado	Exclusivo
MO731	Aldeia da Serra	Santana de Parnaíba	Isolado	Exclusivo
MO732	Alphaville	Santana de Parnaíba	Isolado	Exclusivo
MO711	Centro	Santana de Parnaíba	Isolado	Exclusivo
MO752	Jd. São Luis	Santana de Parnaíba	Isolado	Exclusivo
MS817	Capelinha	São Bernardo do Campo	Isolado	Exclusivo
MS815	Santa Cruz	São Bernardo do Campo	Isolado	Exclusivo
MS811	Tatetos	São Bernardo do Campo	Isolado	Exclusivo

Fonte: PDAA, em elaboração pela SABESP.

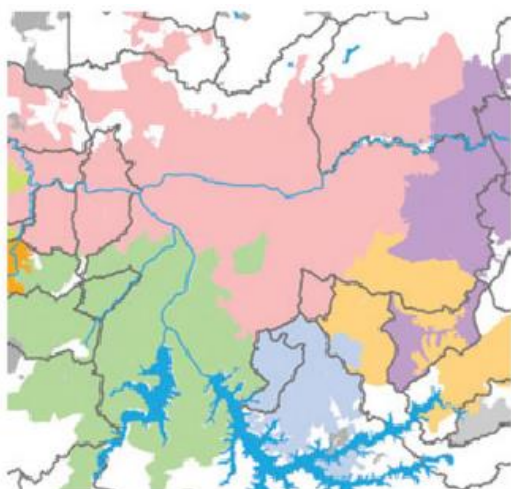
7.1.7. Operações realizadas durante o período de crise hídrica (2013-2014)

De acordo com o relatório “Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp para a Região Metropolitana de São Paulo” (SABESP, 2015), durante o período da crise hídrica foi necessária a realização de adequações e manobras no Sistema Adutor Metropolitano, como interligações de adutoras e modificações nos sistemas de bombeamento, além das obras emergenciais para novos aportes vazão aos Sistemas Produtores, que permitiram o avanço de outros sistemas para suprir áreas anteriormente atendidas pelo Sistema Cantareira.

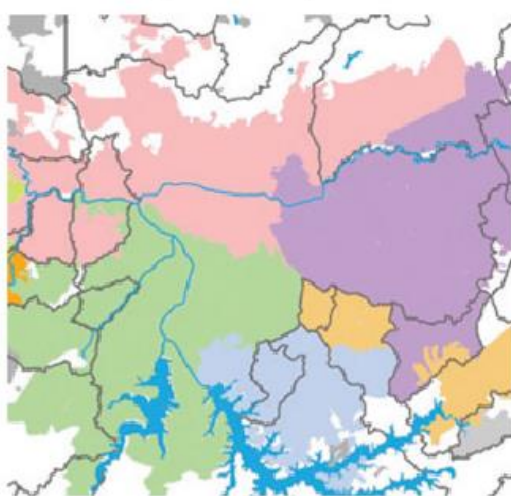
Entre as principais obras emergências executadas nos anos de 2014 e 2015 ressalta-se:

- Ampliação da ETA Rodolfo José da Costa e Silva em 1.000 L/s com a utilização de membranas de ultrafiltração;
- Ampliação da ETA Rio Grande em 500 l/s com utilização de membranas de ultrafiltração;
- Implantação da adutora Bela Vista/Conceição em Osasco;
- Intervenções elétricas no *Booster* Ermelino Matarazzo, do Sistema Alto Tietê, possibilitando transferência de 300 l/s para o Cantareira;
- Readequação hidráulica no *Booster* Cidade Líder, permitindo transferência de 500 l/s para o Cantareira;
- Adequações elétricas nas Estações Elevatórias da ETA Taiaçupeba, aumentando a capacidade de produção de 13 para 15 m³/s;
- Adequação dos painéis elétricos da EEAB Biritiba, ampliando recalque do Rio Tietê em 2 m³/s para o dique da represa Biritiba Mirim;
- Adequação hidráulica na EEAT Vila Guarani, transferindo 200 l/s para o Cantareira;
- Intervenções na EEAT Theodoro Ramos e adequações operacionais na adutora V. Olímpia, para avanço do Sistema Guarapiranga em cerca de 500 l/s;
- Operacionalização da Adutora Jabaquara-Sacomã, do Sistema Guarapiranga, ampliando transferência em 200 l/s;
- Nova regra operacional na EEAT ABV/Jabaquara e no *Booster* Cadiriri, possibilitando transferência de 700 l/s para o Cantareira;
- Alteração da regra operacional da EEAT França Pinto, possibilitando transferência de 250 l/s para o Cantareira;
- Instalação da Adutora Haras/Vila Vitória, do Sistema Rio Grande, permitindo a transferência de 500 l/s para o município de Santo André;
- Conclusão das obras da Adutora Jd. das Nações/Parque Real em Diadema, permitindo a transferência do Sistema Rio Grande para Guarapiranga e Cantareira;
- EEAB Guaratuba - adequações para aumento de vazão na ordem de 500 l/s;
- Bombeamento de 4 m³/s do rio Pequeno para o rio Grande e, na sequência, transporte para a Represa Taiaçupeba;
- Bombeamento de até 1 m³/s do rio Guaió para a represa Taiaçupeba;
- Ampliação da capacidade tratamento da ETA ABV de 15 para 16 m³/s;
- Ampliação da capacidade de bombeamento do braço do Taquacetuba para a represa Guarapiranga em 0,5 m³/s.

Conforme informações constantes no Plano Integrado Regional (SABESP, 2017), entre 2013 e 2015, o Sistema Cantareira deixou de abastecer a zona Leste, zona Sul e parte do Centro da Capital, além de boa parte da avenida Paulista e parte de Osasco. Dessa forma, mediante as ações citadas anteriormente, outros quatro Sistemas Produtores foram os responsáveis por suprir o abastecimento dessas áreas, conforme a **Figura 7.7**.



Sistema Integrado Metropolitano - Julho/2013



Sistema Integrado Metropolitano - Julho/2015



Guarapiranga (em verde no mapa) que chegou à avenida Paulista, Campo Belo, Vila Mariana, Ipiranga, Cursino, Sacomã, Brooklin, Pinheiros e Jaguaré, na capital, e a parte de Osasco (Bela Vista e Conceição)



Alto Tietê (em roxo no mapa) que avançou para grande parte da Zona Leste da capital, como São Miguel, Ermelino Matarazzo, Penha, Moóca, Tatuapé e para Vila Medeiros e Vila Maria, na Zona Norte paulistana



Rio Grande (em azul no mapa) que, pela primeira vez na história, chegou à cidade de São Paulo, na região de Americanópolis e Pedreira e alcançou novas áreas em Santo André (Vila Progresso e Vila Vitória)



Rio Claro (em amarelo no mapa) que já chega até a cidade de São Caetano do Sul, além de cobrir parte ainda maior da Zona Leste paulistana

Fonte: PIR-SABESP, 2017.

Figura 7.7 - Flexibilização entre os sistemas produtores durante a crise hídrica (2013-2015)

- **Gestão da Demanda**

O recente período atípico de estiagem ocorrido nos anos de 2013 e 2014, que culminou na denominada crise hídrica, com redução considerável dos níveis dos reservatórios, sobretudo no Sistema Produtor Cantareira, principal fonte de abastecimento da RMSP, reforçou a necessidade já existente da gestão da demanda de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

As experiências adquiridas durante o período de crise hídrica demonstraram que é de extrema importância a adoção de medidas que contribuam para redução da demanda de água, tais como: combate e controle da redução de perdas, uso racional e reúso da água.

Para que sejam eficientes e efetivas, as ações e medidas implementadas nessas áreas devem ser adequadamente estruturadas em programas que contemplem as principais deficiências que se traduzem em desperdício e aumento de demanda. Além disso, as ações devem ser coordenadas, extrapolando as competências setoriais específicas, com forte interação dos níveis estratégicos do governo, de forma multi-setorial e multi-institucional.

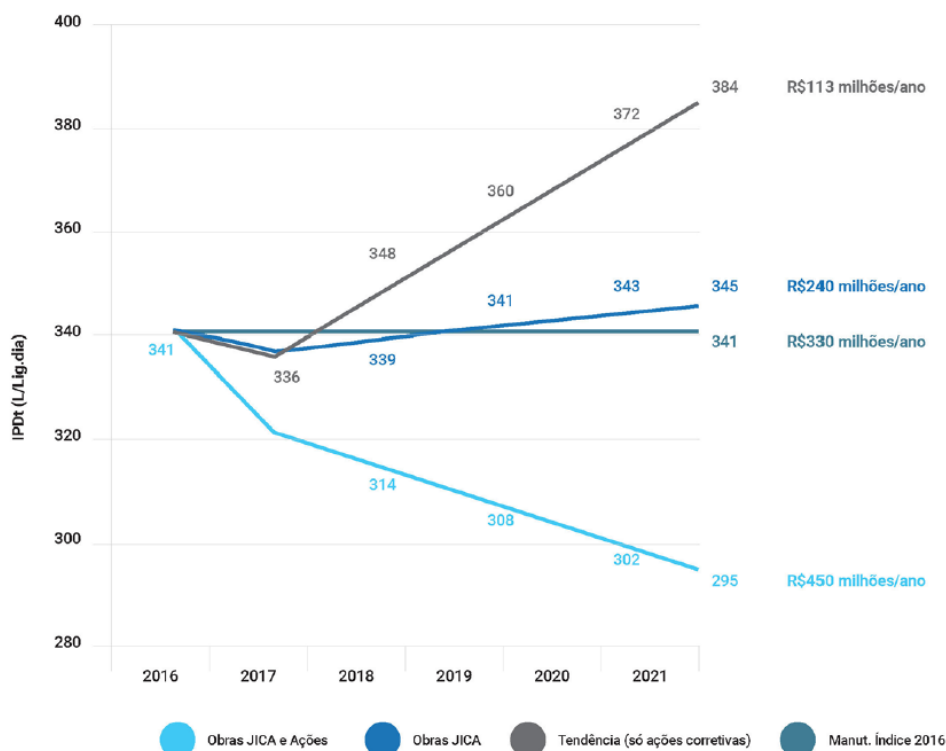
Desta forma, apresenta-se nos itens subsequentes um diagnóstico das principais ações e programas em andamento que se referem a: (i) Redução de Perdas; (ii) Uso Racional da Água; e (iii) Reúso da Água.

• Redução de Perdas

Para a redução das perdas de água na rede de distribuição a Sabesp implantou, em 2009, o Programa Corporativo de Redução de Perdas, executado em parceria tecnológica com a JICA. De acordo com informações do Relatório de Sustentabilidade (SABESP, 2016), já foram investidos 3,3 bilhões de reais no programa, sendo 505 milhões no ano de 2016. A meta de investimento é de 5,5 bilhões de reais entre 2009 e 2020, objetivando alcançar um índice de perdas reais (físicas) de 17,9% na área operada pela Sabesp.

O estado de São Paulo obteve redução no índice de perdas totais de 41%, em 2014, para 31,8%, em 2016. Neste relatório, ainda se apresentam as metas referentes ao índice de perdas relativas à micromedicação de água: 2017 – 31,7%; 2018 – 31,3%; 2019 – 30,6%; 2020 – 29,9%; 2021 – 29,3%.

De acordo com informações constantes no PIR (SABESP, 2017), foram realizados quatro cenários para os próximos 5 anos, dependendo das ações previstas, estimando-se os custos de investimento associados. São eles: (i) interromper o controle ativo de perdas, reparando apenas os vazamentos visíveis; (ii) manter o índice atual de perdas por ligação de 340 L/lig.dia; (iii) executar apenas as obras do convênio JICA e as ações corretivas; e (iv) Realizar os recursos JICA, além de recursos próprios para atingir a meta de índice de perdas por ligação de 293 L/lig.dia em 2021. A **Figura 7.8** apresenta os cenários projetados para o período de 2017-2021 para a área de abrangência da Diretoria Metropolitana.



Fonte: PIR-SABESP, 2017.

Figura 7.8 - Cenários de perdas projetados (2017-2021)

Observa-se que para o atingimento da meta do índice de perdas por ligação de 293 L/lig.dia seriam necessários 633 milhões de reais para o convênio da JICA e 1,62 bilhões de reais de recursos próprios, resultando em um investimento médio anual de 450 milhões de reais. As ações previstas para o atingimento da meta incluem:

- Substituição de 1.400.000 ramais (280.000 ramais/ano);
- Substituição de 513 km de redes (103 km/ano);
- Pesquisa de vazamento em 180.000 km de redes (36.000 km/ano);
- Substituição de 3.000.000 hidrômetros (600.000 hidrômetros/ano);

- Execução de 15 novos contratos de performance de volume perdido;
- Realização de 9 novos contratos de performance de uso social;
- Manutenção dos atuais níveis de investimentos em combates a fraudes e ligações inativas.
- **Uso Racional da Água**

O uso racional da água pode ser entendido como qualquer ação que permita: (i) reduzir a quantidade de água extraída em fontes de suprimento; (ii) reduzir o consumo de água; (iii) reduzir o desperdício de água; (iv) aumentar a eficiência do uso da água; (v) aumentar a reciclagem e o reúso da água.

O Governo do Estado de São Paulo, através do decreto estadual nº 45.805/2001, instituiu o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável no âmbito dos órgãos da administração pública direta, das autarquias, das fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público e das empresas em cujo capital o Estado tenha participação majoritária, bem como entidades por ele direta ou indiretamente controladas, orientado a obtenção de redução de 20% do consumo. Posteriormente, através do decreto estadual nº 48.138/2003, foram instituídas as medidas de redução do consumo e racionalização do uso de água no mesmo âmbito, que incluem regras para utilização da água nas áreas internas e externas das edificações, além de pesquisa e correção de vazamentos.

No município de São Paulo, através da Lei Municipal 14.018/2005, foi instituído o Programa de Conservação e Uso Racional e Reúso em edificações (regulamentado pelos Decretos nº 47.279/2006 e nº 47.731/2006), objetivando também uma redução de 20% do consumo. A conscientização e o incentivo ao uso racional da água estão entre as ações voltadas para gestão da demanda que mais requerem esforços conjuntos de entidades do governo, ambientais, empresariais, órgãos reguladores e sociedade como um todo, para implementação de boas práticas para redução de desperdícios e do consumo, com otimização do uso da água.

Nesse sentido, em 1996, a Sabesp iniciou o Programa de Uso Racional de Água – PURA, que tem como principal objetivo atuar na demanda de consumo de água, incentivando o uso racional por meio de ações tecnológicas e medidas de conscientização. Este programa possui como objetivos específicos:

- Conscientizar a população da questão ambiental, visando mudanças de hábitos e eliminação de vícios de desperdício, com foco na conservação e consequente aumento da disponibilidade do recurso água;
- Promover maior disponibilidade de água para áreas carentes e garantir o fornecimento;
- Prorrogar a vida útil dos mananciais existentes de modo a garantir a curto e médio prazo o fornecimento da água necessária à população;
- Reduzir os custos de tratamento de esgoto ao diminuir os volumes de esgoto lançados na rede pública;
- Postergar investimentos necessários à ampliação dos Sistemas Produtores de Água, bem como do Sistema de Esgotamento Sanitário da RMSP;
- Incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas à redução do consumo de água;
- Diminuir o consumo de energia elétrica e outros insumos.

Com a implantação do PURA espera-se que sejam obtidos os seguintes benefícios:

- Maior oferta de água, para atender a um número maior de usuários;
- Redução dos investimentos na captação de água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas;
- Diminuição dos investimentos para atender às demandas em horários de pico;
- Maior oferta de água para áreas deficientes de abastecimento, através de interligações de sistemas produtores, como ocorre com aqueles integrantes do SIM, ou ao liberar mais água para as regiões de jusante das captações em um corpo d'água;
- Redução do volume de água a ser captada e tratada com economia de energia e reagentes químicos;

- Diminuição do volume de esgotos a serem coletados e tratados;
- Garantia do fornecimento ininterrupto de água ao usuário.

Entre os estabelecimentos que se enquadram no programa estão: Shopping-centers; Supermercados e lojas; Lavanderias; Indústrias; Condomínios; Edifícios comerciais; Universidades; Escolas; e Hospitais.

As soluções para redução do consumo de água englobam diversas ações, tais como: (i) levantamento do perfil de consumo do cliente e avaliação do potencial de redução; (ii) diagnóstico preliminar das instalações hidráulicas; (iii) caracterização de hábitos e vícios de desperdício; (iv) elaboração de cadastro de rede de água e rede de incêndio; (v) pesquisa/correção de vazamentos em rede de água, reservatórios e instalação hidráulica predial; (vi) avaliação das pressões estática e dinâmica em ramais e anéis de distribuição; (vii) estudo de alternativas para substituição de equipamentos hidráulicos convencionais por equipamentos economizadores de água; (viii) estudo de alternativas de reaproveitamento de água de processo e utilização de água de reúso; (ix) implantação de programas específicos para redução de consumo de água em cozinhas industriais, hotelaria e lanchonetes; (x) controle de qualidade da água no imóvel; (xi) gestão do consumo após a intervenção.

No período entre 1996 e 2016, o PURA tinha sido implantado em 6.399 imóveis em todo o Estado de São Paulo, incluindo escolas estaduais, penitenciárias e hospitais. No ano de 2016, o PURA foi implantado em um total de 1.912 prédios públicos. Entre 2010 e 2016, através do atendimento de 627 escolas estaduais estima-se que foram economizados 110.000 m³/mês. Para 2017, foi estabelecida meta de implantação em 380 escolas.

De acordo com informações constantes no “Relatório de Sustentabilidade” referente ao ano de 2016 (SABESP, 2016), o consumo per capita neste ano na RMSP foi de 129 L/s, 24% inferior à média de 160 L/s, verificada no ano de 2013, antes de ser deflagrada a crise hídrica. Ressalta-se que a redução do consumo foi mantida mesmo após o encerramento do Programa de Incentivo à Redução do Consumo de Água e da Tarifa de Contingência em maio de 2016. Desta forma, infere-se que a manutenção do consumo abaixo da média após o programa se deve, ao menos de forma parcial, à conscientização da população. Observa-se que outros fatores como a retração da economia brasileira podem ter influenciado na redução do consumo dos setores industrial e de comércio.

• **Reúso de Água**

Recentemente, foi publicada a Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH nº 01 de 28 de junho de 2017, que disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário. Os fins urbanos a que se refere a resolução incluem: (i) irrigação paisagística; (ii) lavagem de logradouros e outros espaços públicos; (iii) construção civil; (iv) desobstrução de galerias de água pluvial e rede de esgotos; (v) lavagem de veículos; e (vi) combate a incêndio.

São estabelecidas duas categorias de água de reúso: uso com restrição moderada e uso com restrição severa. No caso da água de reúso com restrição moderada, que possui maiores exigências em termos de padrões de qualidade, pode ser utilizada para todos os fins previstos. Já no caso de água de reúso com restrição severa, não é permitido o uso para fins de combate a incêndio, além disso durante a aplicação desta o usuário deve impedir o trânsito de pessoas nas áreas sujeitas à prática, instalando barreiras físicas devidamente sinalizadas.

Conforme informações constantes do Plano Integrado Regional da Sabesp, a diretoria metropolitana produz água de reúso em quatro estações de tratamento de esgotos e na Aquapolo, que foi implantada especialmente para essa finalidade. A **Tabela 7.11** apresenta as principais características das Estações de Água de Reúso.

Tabela 7.11 - Estações de água de reúso em operação

Estações	Capacidade Instalada (L/s)	Vazão Fornecida (L/s)	Principais Clientes	Tecnologia
Aquapolo	1.000	400	Polo Petroquímico de Capuava	Membranas de Ultrafiltração + Osmose Reversa
ETE Parque Novo Mundo	60	38	Santher Santa constância	Tratamento Físico-Químico + Zeólitas
ETE São Miguel Paulista	12	3,6	SOMA Ambiental	Filtração Cartucho
ETE Barueri	20	0,5	Consórcios Tietê e São Lourenço	Filtração a Disco
ETE Jesus Neto	55	15	Coats Corrente	Tratamento Físico-químico + Filtração Cartucho
Total	1.147	457	-	-

Fonte: PIR-SABESP, 2017.

Os sistemas Aquapolo, Parque Novo Mundo e Jesus Neto produzem água para uso irrestrito, não potável, sendo distribuída aos clientes através de redes adutoras ou por meio de retiradas por caminhão pipa. Nos sistemas das ETEs São Miguel Paulista e Barueri, a água de reúso produzida possui qualidade para uso restrito, como lavagem de ruas e irrigação de jardins, sendo retirada pelos clientes por meio de caminhão pipa.

Dentre as estações de água de reúso em operação, destaca-se o Aquapolo, o maior empreendimento para produção de água de reúso industrial da América do Sul, e o quinto maior do planeta. Parte dos esgotos tratados na ETE do ABC é desviada para tratamento avançado no Aquapolo, composto por filtro de discos, processos anóxicos e aeróbios, membranas de ultrafiltração e osmose reversa, para atender alta qualidade requerida pelas indústrias do Polo Petroquímico de Capuava. Após o tratamento, a água é armazenada em tanque de reservação, a partir do qual é conduzida até o Polo Petroquímico, através de uma adutora de 17 quilômetros de extensão.

7.2. Esgotamento Sanitário

O presente item apresenta o diagnóstico dos serviços de esgotamento sanitário na BAT através da caracterização dos sistemas no que diz respeito: (i) aos índices de atendimento e aos indicadores do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, conforme propostos na Deliberação CRH nº 146 de 11 de dezembro de 2012; (ii) à operadora do serviço e ao tipo de tratamento implantado; e (iii) aos setores de esgotamento sanitário da Sabesp na BAT.

7.2.1. Processos de Tratamento de Esgotos

Conforme apresentação da Sabesp realizada no Subgrupo de Saneamento – CONAMA, em 12 de janeiro de 2009, a eficácia do tratamento de efluentes depende do tipo de processo adotado, podendo ser:

- (i) Preliminar: remoção de sólidos em suspensão grosseiros;
- (ii) Primário: remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e parte de matéria orgânica;
- (iii) Primário avançado: incremento da remoção de sólidos em suspensão e matéria orgânica a partir de adição química e filtração;
- (iv) Secundário (convencional): remoção de matéria orgânica e, eventualmente, de nutrientes; e
- (v) Terciário (avançado): remoção de nutrientes e poluentes específicos (metais pesados, elementos tóxicos, etc.).

Os principais processos convencionais de tratamento de esgotos são: (i) Lagoas de Estabilização; (ii) Sistema de Lodos Ativados e variantes; (iii) Processos Anaeróbios; e (iv) Processos Aeróbios com leito fixo. Além destas, cita-se como alternativas: (v) a disposição controlada em ambientes naturais: infiltração no solo, escoamento superficial, wetlands (sistema de controle de qualidade de água) construídas; e (vi) a disposição oceânica: emissários submarinos.

O método a ser utilizado para a remoção de poluentes do esgoto depende das características físicas, químicas e biológicas do efluente. De acordo com a página de Tratamento de Esgotos no Portal *online* da Sabesp, o procedimento utilizado nas grandes estações de tratamento de esgotos da Região Metropolitana de São Paulo é o de lodos ativados, método amplamente utilizado para tratamento de esgotos domésticos e industriais desenvolvido na Inglaterra em 1914. Consiste num sistema no qual uma massa biológica cresce, forma flocos e é continuamente recirculada e colocada em contato com a matéria orgânica na presença de oxigênio (tanque de aeração), garantindo sua decomposição biológica. Após esta etapa do procedimento, o lodo é enviado a um decantador secundário, onde a parte sólida é separada do efluente tratado, e o lodo sedimentado retorna ao tanque de aeração ou é retirado para tratamento específico.

7.2.2. Cobertura e Eficiência dos Serviços de Esgotamento Sanitário na BAT

Ao contrário dos serviços de abastecimento de água, praticamente universalizados na BAT, os serviços de esgotamento sanitário apresentam índices mais precários, sendo necessários maiores investimentos em busca da universalização, conforme ressaltado no Plano Integrado Regional – PIR 2017-2021 (SABESP, 2017). Na **Tabela 7.12** são compilados os resultados apresentados no PBH-AT (2009), e os dados atuais relacionados aos serviços de esgotamento sanitário, ambos com fonte proveniente do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. O SNIS foi selecionado como fonte de dados por compilar informações para todos os municípios de interesse, independentemente da operadora de saneamento, e por ter sido a fonte utilizada no PBH-AT (2009), permitindo uma análise da evolução dos índices apresentados no período entre 2005 e 2015 – anos de base para os dados compilados.

Ressalta-se, porém, que os dados apresentados correspondem à totalidade dos municípios, e não apenas à parcela inserida na BAT. Os municípios cujas sedes não estão inseridas na BAT não foram incluídos na análise do PBH-AT (2009), impossibilitando a análise da evolução de seus índices. A baixa expressividade da ocupação urbana dentro da BAT para estes municípios, no

entanto, faz com que a contribuição de esgotos gerados nestes municípios dentro da bacia seja pouco relevante, não comprometendo a análise.

Verifica-se, com base nas informações dispostas na **Tabela 7.12**, que a população urbana atendida pela rede de esgotamento sanitário nos municípios que integram a BAT aumentou consideravelmente na década avaliada. Considerando apenas as populações urbanas dos municípios com sede na BAT, o aumento foi de cerca de 25,9%, passando de 14,87 milhões de habitantes para 18,73 milhões no período. O único município em que houve uma redução no número absoluto de habitantes atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário, segundo os dados do SNIS, foi Mairiporã, que passou de 32.567 em 2005 a 21.371 habitantes em 2015.

O Índice de Atendimento com Rede de Esgotos [E.06-C], calculado com base no percentual da população atendida, e correspondente ao índice IN024 do SNIS, aumentou em todos os municípios, com exceção de Santo André, onde houve uma pequena queda de cerca de 1,5%. No que diz respeito à evolução do Índice de Tratamento, calculado através da multiplicação entre os índices do SNIS: “I024 – Índice de Atendimento Urbano de Esgoto” e “I016 – Índice de Tratamento de Esgoto”, verifica-se que todos os municípios com sede na BAT apresentaram melhorias no período, exceto Mairiporã, onde houve uma queda significativa (de 34,7% para 20,1%), principalmente devida à redução no índice de cólera de esgotos no município.

De maneira geral, no entanto, a condição de esgotamento sanitário nos municípios que compõem a BAT ainda é crítica: nove dos municípios com sede na BAT possuem índice de tratamento menor que 20% – considerando os municípios com sede externa à bacia, este número vai a 14. Outros 16 municípios com sede na BAT possuem índice de tratamento entre 20% e 50%, *i.e.*, dos 40 municípios total ou parcialmente inseridos na BAT, 30 possuem índice de tratamento menor que 50%. Os únicos municípios com resultados mais satisfatórios para este índice (>80%) são Mogi das Cruzes, Poá e São Caetano do Sul, com índice de tratamento de 81%, 93% e 100%, respectivamente.

Tabela 7.12 - Dados de Atendimento e Volumes de Esgoto Coletado e Tratado (BAT)

Município	SNIS-2005 (PBH-AT (2009))						SNIS-2015						
	População Urbana Atendida por Esgotamento	Volumes de esgoto		Índice de Atendimento Urbano de Esgoto	Índice de Tratamento de Esgoto Coletado	Índice de Tratamento	População Urbana Atendida por Esgotamento	Volumes de esgoto			Índice de Atendimento Urbano de Esgoto [E.06-C – Índice de atendimento com rede de esgoto]	Índice de Tratamento de Esgoto Coletado	Índice de Tratamento
		Coletado	Coletado e Tratado					Coletado	Coletado e Tratado	Exportado e tratado nas instalações do importador			
		habitante	1000m³/ano					1000m³/ano	1000m³/ano	1000m³/ano			
ES026	E05	E06	IN024	IN016	IN024 x IN016	ES026	ES005	ES006	ES015	IN024	IN016	IN024 x IN016	
Arujá	11.338	473	459	16,30	97,00	15,81	52.927	1.809	1.755	0	65,67	97,00	63,70
Barueri	139.789	6.687	0	54,43	0,00	0,00	230.545	9.034	3.130	0	87,90	34,65	30,46
Biritiba Mirim	11.658	336	205	47,82	61,00	29,17	14.791	507	502	0	55,31	99,00	54,76
Caieiras	61.223	1.867	0	69,69	0,00	0,00	71.546	2.234	0	0	76,60	0,00	0,00
Cajamar	34.738	1.190	0	59,70	0,00	0,00	61.142	2.081	0	0	86,90	0,00	0,00
Carapicuíba	215.960	7.182	378	56,42	5,27	2,97	300.129	8.309	4.276	0	76,51	51,46	39,37
Cotia	67.903	2.377	119	38,80	5,00	1,94	106.374	3.901	1.677	0	46,34	43,00	19,93
Diadema	332.869	14.928	1.944	85,46	13,02	11,13	412.428	13.717	4.080	0	100,00	29,75	29,75
Embu	104.224	3.260	0	43,32	0,00	0,00	172.682	5.435	2.989	0	65,96	55,00	36,28
Embu-Guaçu	14.589	544	544	21,29	100,00	21,29	24.797	808	808	0	37,86	100,00	37,86
Ferraz de Vasconcelos	103.669	3.154	1.766	61,01	56,00	34,17	148.522	4.495	2.517	0	84,19	56,00	47,15
Francisco Morato	34.190	959	0	20,75	0,00	0,00	67.648	1.848	0	0	40,29	0,00	0,00
Franco da Rocha	64.386	2.104	0	56,71	0,00	0,00	86.652	2.919	0	0	64,53	0,00	0,00
Guarulhos	872.677	37.687	0	71,28	0,00	0,00	1.159.600	40.232	2.494	0	87,53	6,20	5,43
Itapeerica da Serra	6.428	224	0	4,13	0,00	0,00	46.044	1.392	1.364	0	27,76	98,00	27,20
Itapevi	79.623	2.184	0	40,51	0,00	0,00	135.198	3.797	1.698	0	60,52	44,72	27,06
Itaquaquecetuba	163.486	4.559	319	48,00	7,00	3,36	233.516	6.597	924	0	66,19	14,00	9,27
Jandira	64.993	1.725	0	59,06	0,00	0,00	84.354	2.299	613	0	70,99	26,67	18,93
* Juquitiba	-	-	-	-	-	-	4.144	280	280	0	17,47	100,00	17,47
Mairiporã	32.567	579	359	55,97	62,00	34,70	21.371	792	602	0	26,49	76,00	20,13
Mauá	288.026	12.970	0	70,90	0,00	0,00	418.151	14.365	9.937	402	92,25	71,97	66,39
Mogi das Cruzes	339.358	12.266	5.274	95,10	43,00	40,89	382.273	14.451	7.836	4.175	97,70	83,12	81,21
* Nazaré Paulista	-	-	-	-	-	-	2.278	121	121	0	15,11	100,00	15,11
Osasco	419.319	17.414	1.577	59,44	9,05	5,38	564.500	19.049	7.970	0	81,24	41,84	33,99
* Paraibuna ¹	-	-	-	-	-	-	4.680	480	0	0	71,90	0,00	0,00
Pirapora do Bom Jesus	4.590	149	80	30,26	54,00	16,34	8.471	292	139	0	48,01	47,70	22,90
Poá	92.953	3.342	3.108	87,08	93,00	80,98	111.995	4.194	3.901	0	100,00	93,00	93,00
Ribeirão Pires	75.980	126	126	65,12	70,00	45,58	87.439	2.853	1.997	0	72,63	70,00	50,84
Rio Grande da Serra	10.811	360	306	25,99	85,00	22,09	25.269	869	739	0	52,31	85,00	44,46
Salesópolis	7.629	246	222	77,19	90,00	69,47	8.557	290	284	0	80,54	98,00	78,93
Santana de Parnaíba	26.258	1.823	0	26,78	0,00	0,00	45.395	1.927	707	0	35,86	36,70	13,16
Santo André	669.595	39.458	7.598	100	19,26	19,26	700.000	32.917	41	12.177	98,56	37,12	36,59
São Bernardo do Campo	600.711	28.390	6.938	77,53	24,44	18,95	765.711	31.214	9.939	0	95,33	31,84	30,35
São Caetano do Sul	134.295	10.018	2.504	100,00	25,00	25,00	158.024	9.550	0	9.550	100,00	100,00	100,00
* São Lourenço da Serra	2.497	123	123	18,66	100,00	18,76	4.162	225	225	0	30,13	100,00	30,13
São Paulo	9.440.941	465.975	291.008	91,86	62,45	57,37	11.504.426	459.435	345.599	0	97,00	75,21	72,95
* São Roque	-	-	-	-	-	-	36.698	2.121	0	0	46,77	0,00	0,00
Suzano	176.927	6.896	4.827	67,07	70,00	46,95	258.873	8.773	6.141	0	94,05	70,00	65,84
Taboão da Serra	166.435	5.926	0	75,25	0,00	0,00	257.375	7.936	3.142	0	94,56	39,59	37,44
* Vargem Grande Paulista	-	-	-	-	-	-	14.820	421	67	0	30,42	15,97	4,86
TOTAL GERAL²	14.872.629	697.499	329.785	80,40	47,28	38,02	18.793.507	723.972	428.497	26.304	90,01	59,19	53,27

Fonte: SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2005 (apud CBH-AT, 2009); 2014, 2015).

* Municípios com sede fora da BAT.

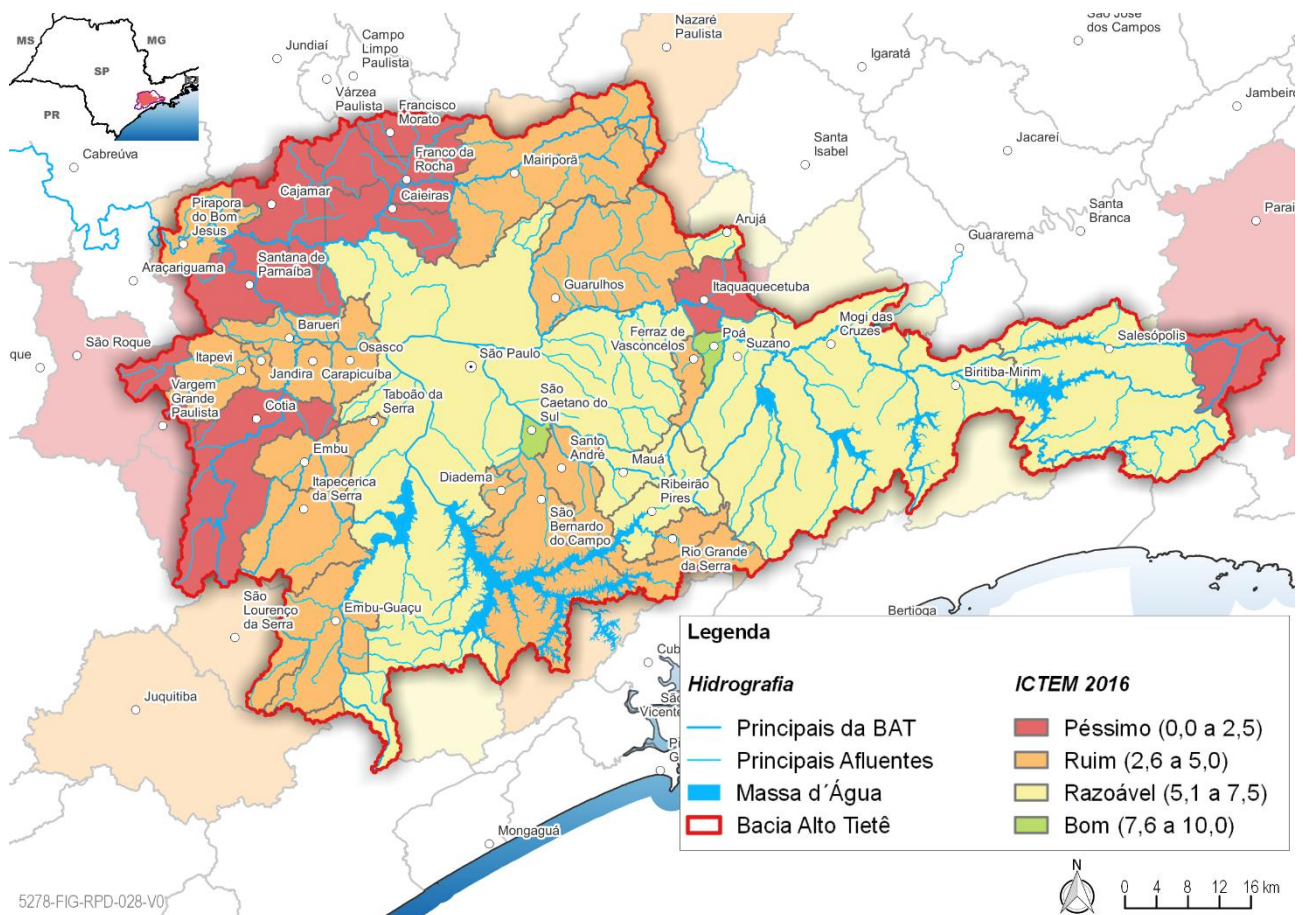
¹ Dados de Paraibuna têm como base informações de 2014 disponíveis no SNIS.

² Totais de 2005 não incluem os municípios de Paraibuna, Juquitiba, Nazaré Paulista, Vargem Grande Paulista e São Roque

Código equivalente do indicador no SNIS.

Desenvolvido em 2007 como outra forma de avaliar a condição de saneamento dos municípios do Estado de São Paulo, o Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município – ICTEM, também requerido pela Deliberação CNRH nº 146/2012, vem sendo aplicado desde 2008 pela CETESB para avaliar os sistemas públicos de coleta e tratamento de esgotos. Este índice avalia, além de aspectos relativos ao sistema de coleta, afastamento e o tratamento dos esgotos, a efetiva remoção da carga orgânica poluidora em relação à carga orgânica potencial gerada pelas populações urbanas dos municípios, a destinação dada aos lodos gerados nas estações de tratamento e os impactos causados aos corpos hídricos receptores dos efluentes. Os elementos que compõem o cálculo do ICTEM e seus respectivos valores de ponderação são: (i) Coleta – 15%; (ii) Tratamento e Eficiência de Remoção de DBO – 15%; (iii) Eficiência Global de Remoção – 65%; (iv) Destino Adequado de Lodos e Resíduos de Tratamento – 2%; e (v) Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) não Desenquadra a Classe do Corpo Receptor – 3% (SMA, 2016; CETESB, 2017).

A **Figura 7.9** a seguir representa a distribuição do ICTEM nos municípios total ou parcialmente inseridos na BAT, e os resultados deste índice são apresentados na **Tabela 7.13**, juntamente com as cargas poluidoras domésticas (potencial e remanescente) levantadas pela CETESB para o ano de 2016, e os índices R.02-B - Proporção de efluente doméstico coletado em relação ao efluente doméstico total gerado, R.02-C - Proporção de efluente doméstico tratado em relação ao efluente doméstico total gerado, e R.02-D – Proporção de Redução da Carga Orgânica Poluidora Doméstica, sendo este último calculado em função das cargas apresentadas, em resposta à solicitação da Deliberação CRH nº 146/2012.



Fonte: CETESB (2017).

Figura 7.9 - ICTEM dos municípios total ou parcialmente inseridos na BAT

Tabela 7.13 - Indicadores de Pressão e Resposta relativos ao esgotamento sanitário dos municípios total ou parcialmente inseridos na BAT – Ano base: 2015

Município	P.05-C - Carga Poluidora Doméstica		Índice de Coleta de Esgoto (%) [R.02-B - Proporção de efluente doméstico coletado em relação ao efluente doméstico total gerado]	Índice de Tratamento do Esgoto Coletado (%)	R.02-C - Proporção de efluente doméstico tratado em relação ao efluente doméstico total gerado ¹ (%)	R.02-D - Proporção de Redução da Carga Orgânica Poluidora Doméstica ² (%)	[R.02-E] ICTEM
	Potencial (kg DBO/dia)	Remanescente (kg DBO/dia)					
Arujá	4.417	2.340	63%	100%	63%	47%	6,00
Barueri	14.306	11.133	73%	38%	28%	22%	3,61
Biritiba Mirim	1.459	751	56%	99%	55%	49%	5,67
Caieiras	5.109	5.109	72%	0%	0%	0%	1,09
Cajamar	3.856	3.856	72%	0%	0%	0%	1,08
Carapicuíba	21.301	15.164	69%	52%	36%	29%	4,19
Cotia	12.620	12.620	44%	43%	19%	0%	1,81
Diadema	22.420	16.926	90%	30%	27%	25%	3,39
Embu	14.280	10.161	66%	55%	36%	29%	3,68
Embu-Guaçu	3.564	2.475	36%	100%	36%	31%	4,53
Ferraz de Vasconcelos	9.636	5.961	79%	56%	44%	38%	4,71
Francisco Morato	9.158	9.158	38%	0%	0%	0%	0,57
Franco da Rocha	7.345	7.345	59%	0%	0%	0%	0,89
Guarulhos	72.203	52.595	87%	33%	29%	27%	4,06
Itapeçerica da Serra	9.056	7.152	27%	98%	26%	21%	3,24
Itapevi	12.230	9.448	57%	50%	29%	23%	3,58
Itaquaquecetuba	19.266	17.804	62%	14%	9%	8%	1,83
Jandira	6.490	5.355	66%	33%	22%	17%	3,12
* Juquitiba	1.289	1.107	15%	100%	15%	14%	3,15
Mairiporã	4.431	3.768	25%	76%	19%	15%	2,98
Mauá	24.716	11.601	91%	61%	56%	53%	6,03
Mogi das Cruzes	21.390	12.019	93%	53%	49%	44%	5,23
* Nazaré Paulista	822	726	13%	100%	13%	12%	2,96
Osasco	37.605	28.534	70%	43%	30%	24%	3,76
* Paraibuna	296	296	86%	0%	0%	0%	1,29
Pirapora do Bom Jesus	967	775	45%	46%	21%	20%	2,66
Poá	6.093	1.443	95%	93%	88%	76%	7,99
Ribeirão Pires	6.541	3.621	70%	70%	49%	45%	5,20
Rio Grande da Serra	2.638	1.630	49%	85%	42%	38%	4,50
Salesópolis	577	233	77%	98%	75%	60%	6,70
Santana de Parnaíba	6.980	6.261	34%	38%	13%	10%	2,25
Santo André	38.488	24.475	98%	41%	40%	36%	4,75
São Bernardo do Campo	43.659	32.388	90%	32%	29%	26%	3,70
São Caetano do Sul	8.577	1.443	100%	91%	91%	83%	9,87
* São Lourenço da Serra	753	592	28%	100%	28%	21%	3,81
São Paulo	643.175	296.486	88%	75%	66%	54%	6,45
* São Roque	4.286	4.286	44%	0%	0%	0%	0,66
Suzano	15.008	6.994	89%	70%	62%	53%	6,05
Taboão da Serra	14.901	10.818	84%	41%	34%	27%	4,15
* Vargem Grande Paulista	2.675	2.501	29%	28%	8%	7%	1,48
TOTAL GERAL ³	1.124.462	637.842	83%	52%	43%	43%	5,28

Fonte: CETESB (2017).

* Municípios com sede fora da BAT.

¹ Índice calculado pelo consórcio COBRAPE/JNS através da equação: $\frac{\text{Índice de Coleta de Esgoto (R.02 - B - Proporção de efluente doméstico coletado em relação ao efluente doméstico total gerado)} \times \text{Índice de Tratamento do Esgoto Coletado}}{\text{Carga Potencial - Carga Remanescente}} \times 100\%$

² Índice calculado pelo consórcio COBRAPE/JNS através da equação: $\frac{\text{Carga Potencial - Carga Remanescente}}{\text{Carga Potencial}} \times 100\%$

³ Resultados não consideram municípios com sede fora da BAT.

Verifica-se que Apesar de cerca de 83% dos efluentes gerados nos municípios total ou parcialmente inseridos na BAT serem coletados, apenas 52% destes são efetivamente tratados, ou seja, apenas 43% dos esgotos gerados na BAT são encaminhados para tratamento, segundo dados da CETESB (2017). Esta relação explica o motivo de mais de metade da carga poluidora doméstica gerada nestes municípios ser mantida, não sendo removida do efluente antes de ser lançada ao corpo receptor, e a média 5,28 para o ICTEM da BAT.

De maneira condizente com os resultados apresentados anteriormente, verifica-se que São Caetano do Sul é o único município inserido na BAT com classificação próxima da máxima no ICTEM (9,87). O município Poá também teve resultados positivos, com ICTEM de 7,99, enquanto os demais municípios apresentaram resultados menores que 7,5. Ressalta-se, porém, que apesar de o ICTEM de Poá ser maior que 7,6 – tanto no Relatório de Qualidade das Águas Superficiais de ano base 2016 quanto no de 2015 –, este município é representado com ICTEM entre 5 e 7,5 nos mapas destes relatórios (CETESB, 2016; CETESB, 2017), diferindo do apresentado na **Figura 7.9** apresentada anteriormente.

7.2.3. Sistemas de Esgotamento Sanitário na BAT

O sistema de esgotamento sanitário nos municípios que integram a BAT, assim como o sistema de abastecimento de água, está majoritariamente sob responsabilidade da Sabesp. Os municípios de Guarulhos, Mauá, Mogi das Cruzes, Paraibuna, Santo André e São Caetano do Sul são os únicos que possuem sistemas autônomos, cujos prestadores do serviço são os mesmos apresentados para o sistema de abastecimento de água, com exceção de Mauá, onde a operação do sistema de esgotos é feita por concessionária privada. O município de Diadema deixou de ser autônomo no ano de 2014, passando a ser operado pela Sabesp.

De acordo com a concepção elaborada e aperfeiçoada nos últimos anos, a implantação da rede de esgotamento sanitário estabeleceu a divisão do sistema em dois grandes objetos: Sistema Principal, na porção mais central do território; e Sistemas Isolados nas porções periféricas, conforme apresentado no **Mapa RPD-29**.

7.2.3.1. Sistema Principal de Esgotamento Sanitário

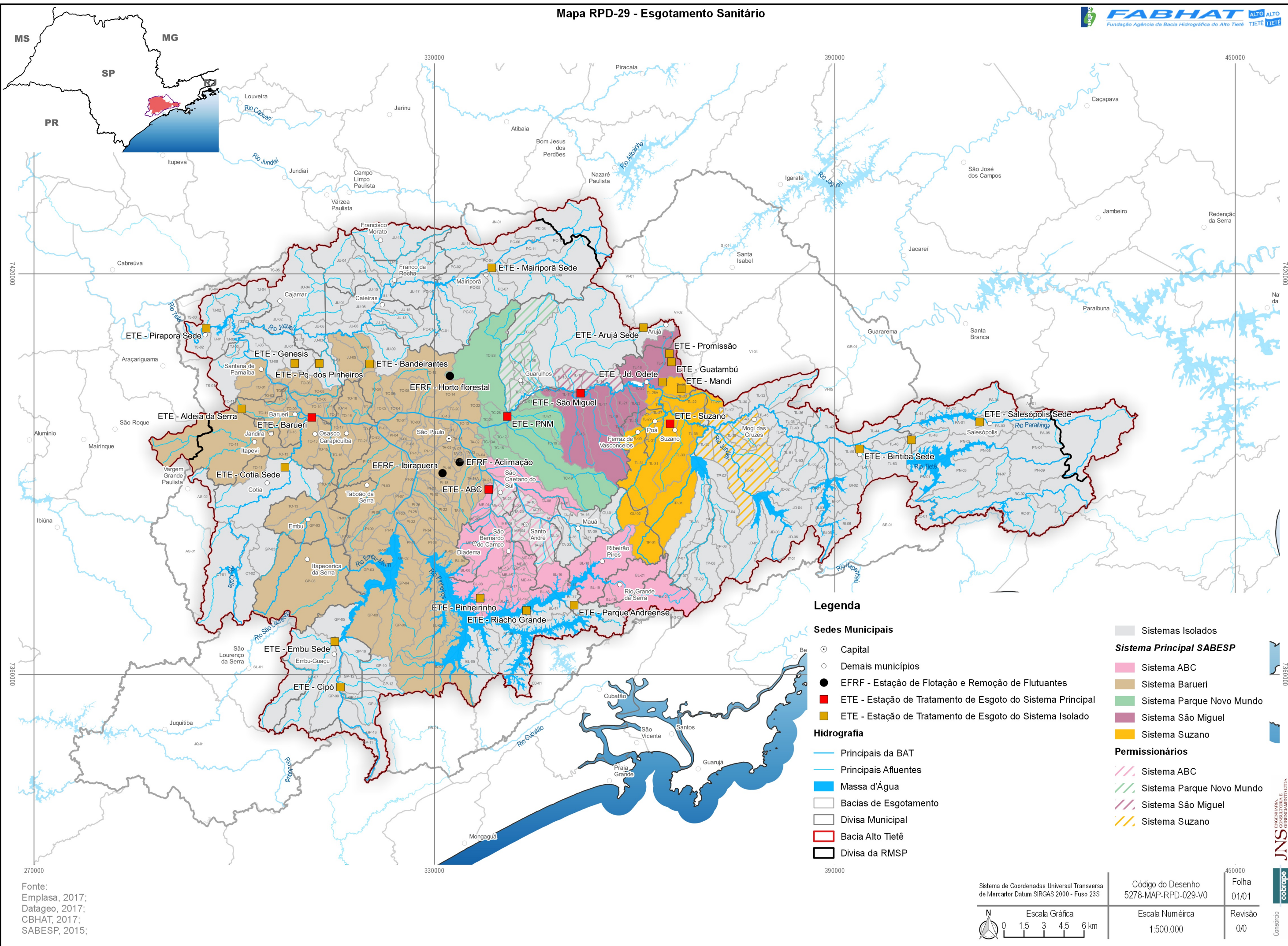
O Sistema Principal da Sabesp é formado por cinco sistemas de esgotamento sanitário: Barueri, ABC, Parque Novo Mundo, São Miguel e Suzano. A configuração atual desses sistemas e a localização das suas respectivas ETES encontram-se ilustradas no **Mapa RPD-29**, e o **Quadro 7.1** dispõe sobre os municípios contemplados por cada sistema.

Quadro 7.1 - Municípios que Compõem o Sistema Principal

Sistema	Municípios Contribuintes
ABC	São Bernardo do Campo, Diadema, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e São Paulo. Permissionários ¹⁴ : Santo André e São Caetano do Sul.
Barueri	Jandira, Itapeví, Barueri, Carapicuíba, Osasco, Taboão da Serra, Cotia, Embu das Artes, Itapeçerica da Serra, Santana de Parnaíba e São Paulo.
Parque Novo Mundo	São Paulo. Permissionário : Guarulhos.
São Miguel	Arujá, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba e São Paulo. Permissionário : Guarulhos
Suzano	Suzano, Poá, Itaquaquecetuba e Ferraz de Vasconcelos. Permissionário : Mogi das Cruzes.

¹⁴ Foram denominados “permissionários” municípios com bacias de esgotamento não operadas pela SABESP, mas cujos esgotos são total ou parcialmente encaminhados para tratamento nas ETES dos Sistemas Principais.

Mapa RPD-29 - Esgotamento Sanitário



Legenda

- Sedes Municipais**
 - Capital
 - Demais municípios
 - EFRF - Estação de Flotação e Remoção de Flutuantes
 - ETE - Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Principal
 - ETE - Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Isolado
- Hidrografia**
 - Principais da BAT
 - Principais Afluentes
 - Massa d'Água
 - Bacias de Esgotamento
 - Divisa Municipal
 - Bacia Alto Tietê
 - Divisa da RMSP
- Sistemas Isolados**
- Sistema Principal SABESP**
 - Sistema ABC
 - Sistema Barueri
 - Sistema Parque Novo Mundo
 - Sistema São Miguel
 - Sistema Suzano
- Permissãoários**
 - ▨ Sistema ABC
 - ▨ Sistema Parque Novo Mundo
 - ▨ Sistema São Miguel
 - ▨ Sistema Suzano

Fonte:
 Emplasa, 2017;
 Datageo, 2017;
 CBHAT, 2017;
 SABESP, 2015;

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho	Folha
	5278-MAP-RPD-029-V0	01/01
Escala Gráfica 	Escala Numérica	Revisão
	1:500.000	0/0

A **Tabela 7.14** apresenta a caracterização do Sistema Principal de Esgotamento da BAT e, na sequência, apresenta-se um detalhamento dos referidos sistemas.

Tabela 7.14 - Caracterização do Sistema Principal de Esgotamento Sanitário da UGRHI 06

Sistema	Processo de Tratamento	População Atendida	Eficiência da ETE (%)	Vazão de Projeto (L/s)	Vazão Média 2015 (L/s)	DBO (mg O ₂ /L)	Fósforo total (mg P/L)	OD (mg O/L)
ABC	Lodo ativado convencional em nível secundário	1.400.000 habitantes	86,00	3.000,00	2.086,00	42,00	2,10	Não realiza análise
Barueri	Lodo ativado convencional em nível secundário	4.400.000 habitantes	85,00	9.500,00	8.177,00	109,00	3,90	Não realiza análise
Parque Novo Mundo	Lodo ativado alimentação escalonada em nível secundário	1.200.000 habitantes	90,00	2.500,00	1.999,00	71,00	5,30	5,00
São Miguel	Lodo ativado por alimentação escalonada em nível secundário	720.000 habitantes	86,00	1.500,00	1.011,00	19,00	2,10	Não realiza análise
Suzano	Lodos ativados convencional em nível secundário	720.000 habitantes	90,00	1.500,00	748,00	29,00	2,20	2,20

Fontes: Portal Online SABESP; Nota Técnica 056/17 – Dados de 2015 das Informações do Sistema Principal – Plano de Bacia Hidrográfica Alto Tietê – Outubro/2017.

- Sistema ABC

A ETE ABC foi concebida na década de 70, no âmbito do Plano Diretor SANEGRA, com capacidade original proposta de 15 m³/s para o ano 2000. No final da década de 80 foram iniciadas as obras do 1º módulo de tratamento da ETE ABC, posteriormente paralisadas. Por ocasião da revisão do Plano SANEGRA, em 1985 foi proposta a redução da capacidade final da ETE ABC para 8,5 m³/s (2005), sem redução da área de atendimento da estação. A ETE ABC entrou em operação em junho de 1998, com as obras civis de um módulo de tratamento praticamente concluídas, mas com apenas meio módulo equipado e em operação.

As instalações atuais em funcionamento têm capacidade para tratamento secundário de 3 m³/s, por processo de lodos ativados convencional, com vazão média tratada de 1,88 m³/s, atendendo aos municípios de São Bernardo do Campo, Diadema, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e pequena parte proveniente do município de São Paulo. Os municípios de Santo André e São Caetano do Sul são permissionários do sistema, encaminhando os esgotos coletados à ETE ABC.

Segundo dados fornecidos pela Sabesp, o Sistema ABC, contribuinte à ETE ABC, está localizado dentro da área das macrobacias de esgotamento BL-Billings, ME-Meninos e TA-Tamanduateí, abrangendo 26 bacias de esgotamento. Além disso, a ETE ABC recebe o lodo proveniente da ETA Rio Grande.

Segundo dados do PDE 2010, o sistema linear que transporta os esgotos coletados para a ETE ABC, das bacias contribuintes dos municípios operados e permissionários, conta com aproximadamente 4.220 km de rede coletora, 179 km de coletores tronco, três interceptores (Meninos, ITa-3 e ITa-4 totalizando 36 km em várias dimensões e diâmetros), e o emissário EM-3, com 3,19 km e seções quadrada e retangular.

Dentro da área da ETE ABC, encontram-se as instalações do Projeto Aquapolo, uma Sociedade de Propósito Específico (SPE) formada pela Sabesp e Foz do Brasil com o objetivo de produção de água de reuso a partir do efluente da ETE ABC, destinada ao abastecimento de indústrias do Polo

Petroquímico de Capuava. Trata-se de uma estação de tratamento terciário do tipo TMBR (*Tertiary Membrane Bioreactor*), de ultra filtração com membranas, que iniciou sua operação em 25 de novembro de 2012 com capacidade instalada de 1.000 L/s, operando atualmente com vazão de 650 L/s.

- Sistema Barueri

A ETE Barueri foi idealizada na década de 80 no Plano Diretor de Esgotos SANEGRA, que propunha a implantação de 3 ETEs para a RMSP: Barueri, ABC e Suzano. A ETE Barueri foi concebida com capacidade de tratamento de 63 m³/s e processo de lodo ativado convencional, com digestão anaeróbia dos lodos e desidratação em filtros prensa.

A ETE Barueri iniciou sua operação em maio de 1988, com um módulo de tratamento implantado com capacidade de 7 m³/s. Em 1999, com a ampliação da decantação secundária, sua capacidade foi aumentada para 9,5 m³/s. No Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo – PDE 2010 foi recomendada a redução da capacidade final da ETE Barueri para 28,5 m³/s, e foram propostas duas ETEs adicionais para a metrópole: Parque Novo Mundo e São Miguel. Em 2010 foi, então, elaborado o projeto de ampliação da ETE Barueri para 16 m³/s (fase líquida) e 14,25 m³/s (fase sólida), mantendo-se o processo de lodos ativados convencional com remoção da DBO carbonácea, digestão anaeróbia do lodo e desidratação em centrífugas. Uma peculiaridade da ampliação proposta é a previsão de recebimento do lodo proveniente das ETAs Guaraú e Rodolfo José da Costa e Silva – RJCS), antiga ETA Alto da Boa Vista – ABV, e do lodo gerado na ETE Parque Novo Mundo, que transportados pelo sistema de coleta e transporte existente, afluindo à ETE Barueri juntamente com o esgoto sanitário, via interceptor. As obras para esta ampliação encontram-se atualmente em execução.

Segundo dados fornecidos pela Sabesp, o Sistema Barueri, contribuinte à ETE Barueri, é constituído de 89 bacias de esgotamento do Sistema Principal: 5 pertencentes à bacia de esgotamento Billings; 6 pertencentes à bacia de esgotamento Guarapiranga; 25 pertencentes à bacia de esgotamento Pinheiros; 40 pertencentes à bacia de esgotamento Tietê (18 na região Tietê-Centro e 22 na região Tietê-Oeste); e 13 pertencentes à bacia de esgotamento Tamanduateí. O Sistema recebe, ainda, a contribuição dos Sistemas Isolados dos bairros de Perus, Jaraguá e Parelheiros. De acordo com o PDE 2010, o sistema linear que transporta os esgotos coletados para a ETE Barueri conta com aproximadamente 10.000 km de rede coletora, 440 km de coletores tronco, 93 km de interceptores, um emissário de 7,5 km de extensão e 13 estações elevatórias de esgoto (EEE) principais.

- Sistema Parque Novo Mundo - PNM

A ETE PNM foi projetada no início da década de 90, utilizando a tecnologia de tratamento de lodos ativados convencional. Devido à redução da área disponível para sua implantação, porém, foram propostas algumas alterações no processo de tratamento:(i) os decantadores primários foram substituídos por peneiras rotativas, projetadas com abertura de 0,75 mm e eficiências da ordem de 15% para a remoção de sólidos e 10% de remoção de DBO₅, inferiores às observadas no tratamento primário convencional em decantadores primários; e (ii) estabilização química para o lodo gerado (ao invés de digestores anaeróbios) que, após desidratação, seria encaminhado para secagem térmica na ETE São Miguel.

A ETE PNM foi projetada para a capacidade final de 7,5 m³/s, dividida em três módulos de 2,5 m³/s, dos quais apenas o primeiro foi efetivamente implantado, entrado em operação em junho de 1998. A Sabesp elaborou, em 2014, um projeto de ampliação da ETE Parque Novo Mundo para a capacidade de 6 m³/s, que considera também a modificação do processo de tratamento. Este projeto, em fase de finalização, foi desenvolvido para ser implantado em duas etapas.

A primeira, de implantação imediata, considera a reabilitação das unidades existentes e a ampliação da capacidade de tratamento para 4,5 m³/s, mantendo-se a remoção somente da carga orgânica carbonácea através do processo MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactors*), sem recirculação. A segunda etapa é complementar à primeira, e sua implantação deve ocorrer na sequência, levando-se em consideração a demanda reprimida existente na área de influência da ETE PNM e eventuais

mudanças na legislação, que pode passar a exigir padrões mais restritos para o esgoto tratado. Consiste na ampliação de capacidade da ETE PNM para 6 m³/s, prevendo-se a remoção de nitrogênio através da transformação do reator biológico MBBR sem recirculação em um reator híbrido, com biomassa aderida ao meio suporte e em suspensão (IFAS - *Integrated Fixed Film Activated Sludge*).

Para atingir a capacidade nominal de tratamento da ETE prevista pelo PDE 2010 será necessária uma etapa adicional de ampliação, com a implantação de um quinto reator biológico e mais três decantadores secundários, totalizando 15 unidades. Com a implantação destas unidades, a capacidade de tratamento da ETE passará a 7,2 m³/s, correspondente à vazão média prevista pelo PDE 2010 para o ano 2030. Ressalta-se que estas ampliações propostas para a ETE PNM são referentes apenas ao tratamento da fase líquida, devendo o lodo gerado ser encaminhado à ETE Barueri para tratamento.

De acordo com os dados fornecidos pela Sabesp, o Sistema Parque Novo Mundo, contribuinte à ETE PNM, é constituído de 10 bacias de esgotamento do Sistema Principal pertencentes à bacia de esgotamento Tietê (8 na região Tietê Centro e 2 na região Tietê Leste). Além disso, parte do esgoto coletado em Guarulhos é encaminhado à ETE PNM (40%). Segundo o PDE 2010, o Sistema conta com aproximadamente 3.800 km de rede coletora, 146 km de coletores tronco e dois interceptores em operação, ITI-8 e ITI-9, além de um pequeno trecho do ITI-11 responsável pelo caminhamento dos esgotos da bacia TC-28 à ETE Parque Novo Mundo.

- Sistema São Miguel

O projeto da ETE São Miguel foi elaborado concomitantemente ao da ETE PNM, no início da década de 90, e foi concebido para tratar 6,0 m³/s até o ano 2005, subdividido em 4 módulos de 1,5 m³/s. No entanto, apenas o primeiro módulo foi efetivamente implantado, entrando em operação em junho de 1998. O processo de tratamento nesta ETE é o de lodos ativados convencional sem remoção de nutrientes, com eficiência esperada de até 90% na remoção de DBO₅ e de sólidos em suspensão. A ETE opera, hoje, com capacidade ociosa, tratando em média 889 L/s. O Sistema São Miguel recebe os esgotos provenientes dos municípios de Arujá, Itaquaquecetuba, Ferraz de Vasconcelos e parte do município de São Paulo, operados pela Sabesp, sendo previsto também o recebimento de parte do esgoto proveniente de Guarulhos (14%). Segundo o PDE 2010, o sistema linear que transporta os esgotos coletados para a ETE São Miguel conta com aproximadamente 2.500 km de rede coletora, 56 km de coletores tronco e dois interceptores: ITi-14 e ITi-15, totalizando 12 km de extensão em várias dimensões e diâmetros.

- Sistema ETE Suzano

A ETE Suzano é a mais antiga das ETES do Sistema Principal da RMSP, tendo entrado em operação em maio de 1982. Apesar de possuir capacidade nominal instalada de 1,5 m³/s, esta ETE opera com capacidade ociosa, tratando aproximadamente 0,8 m³/s de esgoto pelo processo de lodos ativados convencional, sem remoção específica de nutrientes. A vazão tratada é proveniente dos municípios de Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Poá, Suzano, Ribeirão Pires e Mogi das Cruzes.

Segundo dados fornecidos pelo Departamento de Planejamento Técnico da Superintendência de Planejamento Integrado da Sabesp (PIT-SABESP), há diversas obras de coletores tronco e interceptores em andamento pelo Projeto Tietê III na região de contribuição da ETE Suzano, tais como: (i) ITi-16 (Itaquá-Poá-Suzano); (ii) Perová (Itaquaquecetuba); (iii) Guaió (Suzano, Poá); (iv) Jaguari (Suzano) com a sua correspondente estação elevatória; dentre outros. A finalização destas obras deve reduzir a ociosidade do sistema. Também estão em implantação as obras de melhoramento e ampliação da estação elevatória final da ETE Suzano.

De acordo com o PDE 2010, o sistema linear que transporta os esgotos coletados para a ETE Suzano conta atualmente com aproximadamente de 1.100 km de rede coletora, 74 km de coletores tronco principais e dois interceptores operando: ITi-10 e ITi-17.

A **Tabela 7.15**, com dados obtidos com a Sabesp, apresenta o detalhamento das vazões de esgoto doméstico e industrial encaminhados aos sistemas.

Tabela 7.15 - Totalização das vazões de esgoto das ETEs do Sistema Principal

Sistema	ESGOTO DOMÉSTICO (L/s)				ESGOTO INDUSTRIAL (L/s)			Vazão Total Tratada (L/s)
	Gerado	Coletado	Infiltrado	Tratado	Gerado	Coletado	Tratado	
Sistema ABC *	4.517,51	4.220,57	904,25	2.241,83	267,96	236,72	146,54	2.453,29
Sistema Barueri	15.240,25	12.949,51	1.708,45	9.573,94	410,14	328,50	212,46	9.787,80
Sistema PNM *	4.266,94	3.655,13	607,01	2.254,96	109,54	98,13	63,64	2.318,60
Sistema SMG *	2.691,24	2.194,88	692,19	959,95	238,76	208,51	98,09	1.058,04
Sistema Suzano *	1.177,27	934,79	480,88	672,07	107,46	89,44	67,58	767,43

* Valores consideram vazões provenientes dos municípios permissionários: Sistema ABC – Santo André e São Caetano do Sul; Sistema PRM – Guarulhos (40%); Sistema SMG – Guarulhos (14%); Sistema Suzano – Mogi das Cruzes (63%).
Fonte: Banco de dados recebido da SABESP.

7.2.3.2. Sistemas Isolados

Os Sistemas Isolados operam nas regiões mais periféricas da RMSP, não possuindo integração física com o Sistema Principal descrito anteriormente. De acordo com o PDE 2010, alguns estudos de viabilidade desenvolvidos indicaram a inviabilidade da reversão dos efluentes destas localidades para o Sistema Principal, sendo mais razoável a implantação de Sistemas Isolados completos, com coleta, afastamento e tratamento próprios. O tratamento de esgoto nos sistemas isolados varia entre os municípios, para atender às necessidades locais. A **Tabela 7.16** descreve as principais características dos sistemas isolados operados pela Sabesp.

Tabela 7.16 - Caracterização dos Sistemas Isolados de Esgotamento operados pela Sabesp na BAT

Unidade Operacional SABESP	Sistema	Tipo de Tratamento	Capacidade Nominal (L/s)	Produção Atual (L/s)	População Atendida (hab.)
ML – Unidade de Negócio Leste	Arujá	Lagoa aerada + facultativa	150,0	56,1	26.000
	Biritiba Mirim	Lagoa aerada + facultativa	55,0	25,5	13.000
	Itaquaquetuba - Guatambu	UASB + Filtro Aerado Submerso + Decantador Secundário Lamelar	32,0	14,1	10.000
	Itaquaquetuba - Jd. Odete	Sistema compacto (RAFA + Decantador secundário + biofiltros nitrificantes)	6,0	4,0	3.000
	Itaquaquetuba -Mandi	RAFA + Filtro aeróbio submerso (FAS) de leito fixo + Decantador Secundário	30,0	20,8	15.000
	Itaquaquetuba - Promissão	Fossa com filtro anaeróbio	0,3	0,2	200
	Salesópolis - Sede	Lagoa anaeróbia + facultativa	33,0	34,2	18.000
	Salesópolis - Remédios	Lagoa facultativa + infiltração	2,0	0,9	1.100
MN - Unidade de Negócio Norte	Cajamar - ETE Parque dos Pinheiros	Tanques aeróbios em série, com enchimento submerso + decantador secundário + tanque de acumulo de lodo	3,0	0,4	500
	Mairiporã - Sede	Lagoas em série	35,0	36,2	25.000
	Nazaré Paulista *	Lagoa de Estabilização	12,0	6,3	3.900
MO - Unidade de Negócio Oeste	Pirapora - Sede	Lodo Ativado por batelada	30,0	2,2	2.000
	Barueri - Aldeia da Serra	Lodos Ativados (sistema compacto circular)	50,0	2,7	2.000
	Cotia	RAFA + Flotação	120,0	30,2	32.000
	Santana de Parnaíba - Genesis	RAFA+ Tanque de Aeração	3,3	1,3	1.500

* ETE não inserida na BAT

Continua...

Tabela 7.16 – Caracterização dos Sistemas Isolados de Esgotamento operados pela Sabesp na BAT (cont.)

Unidade Operacional SABESP	Sistema	Tipo de Tratamento	Capacidade Nominal (L/s)	Produção Atual (L/s)	População Atendida (hab.)
MS - Unidade de Negócio Sul	Embu-Guaçu - Sede	RAFA+ Lagoa facultativa	90,0	29,5	32.000
	Embu-Guaçu - Cipó	RAFA + Lagoa + infiltração	50,0	16,2	20.000
	SBC - Riacho Grande	Valos de Oxidação	24,0	12,9	8.000
	SBC - Pinheirinho	RAFA + Biodiscos	7,0	7,7	3.500
	Itapeperica da Serra - CDP	RAFA + Reator Aeróbio	3,5	1,2	3.000
MC - Unidade de Negócio Centro	São Paulo - ETE Jesus Netto	Tratamento preliminar + Lodos Ativados (30 L/s) e Sistema Combinado (RAFA + Filtros Biológicos + Tanque de Desinfecção) (20 L/s)	50,0	38,4	16.100
TOTAL			764,1	311,0	225.700

RAFA - Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente.

Fonte: SABESP (2017).

Além dessas ETES, a Sabesp opera três Estações de Flotação de Remoção de Flutuantes (EFRF) com o objetivo de promover a limpeza das águas dos córregos que formam os lagos dos parques do Ibirapuera, Aclimação e Horto Florestal.

As informações dos sistemas isolados inseridos na BAT não operados pela Sabesp são apresentadas na **Tabela 7.17**.

Tabela 7.17 - Caracterização dos sistemas isolados de esgotamento não operados pela Sabesp

Sistemas Isolados	Processo de Tratamento	Eficiência da ETE (%)	Vazão de Projeto (L/s)
Várzea do Palácio	Lodos Ativados	83,00	600,00
Bom Sucesso	Lodos Ativados	83,00	673,00
São João	Lodos Ativados	83,00	460,00
Mauá	UASB	93,00	1.125,00
Leste	UASB + Lodos Ativados	94,00	250,00
Parque Andreense	Lodos Ativados	Sem Informações	

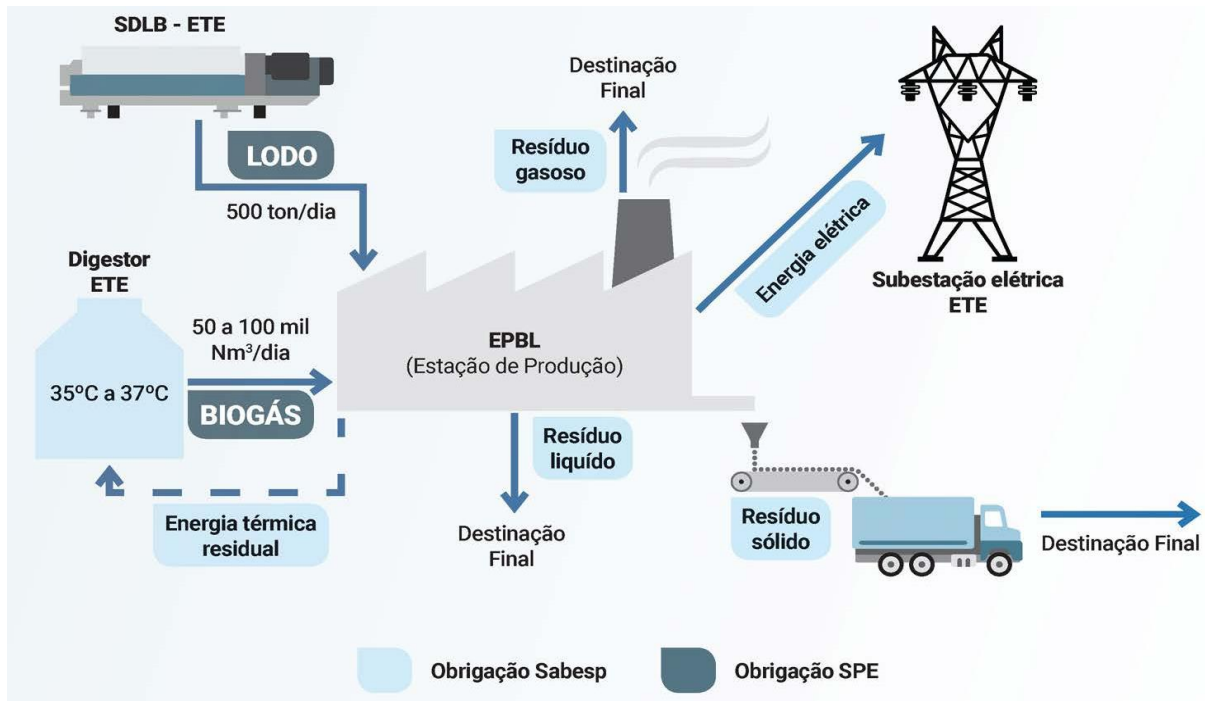
Fonte: ANA (2017); SEMASA; MAUÁ (2016)

7.2.4. Aproveitamento Energético do Lodo gerado nas ETES

Apesar de o lodo gerado nas ETES representar em média 1% a 2% do volume total do esgoto tratado, seu gerenciamento é bastante complexo e demanda custos elevados de disposição final. Esta condição tem impulsionado estudos para a utilização deste resíduo como fonte para geração de energia elétrica. O Relatório Síntese do Plano Integrado Regional – PIR 2017-2021 da Sabesp traz a abordagem de novas fontes de energia onde relaciona como possíveis fontes: (i) o *lodo de esgoto*, por ser um resíduo rico em matéria orgânica, gerado durante o processo de tratamento de esgotos, mas atualmente não aproveitado, sendo encaminhado para um aterro sanitário para descarte; e (ii) o *biogás*, combustível de alto poder calorífico gerado no processo de biodigestão do lodo, atualmente utilizado apenas para manter o aquecimento dos biodigestores, sendo o excesso queimado.

É consenso no meio técnico que a recuperação de energia de biomassa e resíduos deverá assumir um papel importante na matriz energética, por se tratar de fonte de energia renovável, havendo incentivos para o desenvolvimento de tecnologias associadas a esse fim, como a gaseificação por plasma e diversas outras formas de pirólise. Diante deste cenário, a Sabesp desenvolveu o projeto “*Sistema de Gaseificação por Plasma de Resíduos Sólidos de ETES*”, que prevê a implantação de uma unidade de gaseificação por tochas de plasma com capacidade nominal para processar 15 toneladas de resíduos de ETES por dia.

O empreendimento tem como objetivos a prestação de serviços para a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos gerados nos processos empregados no tratamento de esgotos, precedida da concessão do direito para exploração de uso para geração de energia renovável com o aproveitamento do biogás em um sistema de processamento para geração de energia elétrica (SPB) e, de forma facultativa, com o aproveitamento energético do lodo, ambos os resíduos produzidos na ETE Barueri; e a entrega à Sabesp da energia gerada. O desenho esquemático do empreendimento é apresentado na **Figura 7.10**.



Fonte: SABESP (2017).

Figura 7.10 - Esquemática do Sistema de Gaseificação por Plasma

Considerando o cenário explicitado, a Sabesp procurou conceber um projeto de melhoria para o processo de destinação final do lodo da ETE Barueri, com a secagem do lodo e o aproveitamento da energia contida no biogás e, de forma secundária, com o lodo. Para implementar este projeto, a Sabesp procura parceiros, a serem serão selecionados através de concorrência pública, para a concepção do projeto mais vantajoso do ponto vista de solução geral (tecnológica, ambiental e financeira), gerando ganhos para todos os envolvidos e aproveitando o lodo e o biogás, hoje descartados, como insumos comercialmente viáveis.

7.3. Manejo de Resíduos Sólidos

A limpeza pública e o manejo adequado dos resíduos sólidos são atividades que contribuem para a manutenção das condições de qualidade dos recursos hídricos. Diante dessa assertiva é fundamental que o PBH-AT (2018) considere, minimamente, uma avaliação das condições do gerenciamento dos resíduos sólidos dos municípios que integram a BAT.

O gerenciamento dos resíduos sólidos é uma atribuição municipal. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010, o gerenciamento dos resíduos sólidos é entendido como “o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei” (BRASIL, 2010).

Nesse aspecto, cabe aos municípios efetuar a gestão dos resíduos sólidos no âmbito do seu território. Os resíduos gerados em maiores quantidades são: (i) os resíduos sólidos urbanos (RSU), compostos pelos resíduos domiciliares (RD), provenientes das atividades domésticas e comerciais, e pelos resíduos de limpeza urbana (RLU), que são provenientes dos serviços de conservação e zeladoria municipal, tais como varrição de vias, capina, poda e limpeza de áreas públicas em geral; (ii) os resíduos de serviços de saúde (RSS), gerados durante a prestação dos serviços de saúde onde, devido à sua composição física, devem ter um gerenciamento específico; e, (iii) os resíduos da construção civil (RCC), gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil.

Este capítulo aborda os principais aspectos e desafios relativos à gestão dos resíduos sólidos na Bacia do Alto Tietê (BAT), utilizando como base para análise os indicadores apontados pela Deliberação CRH nº 146/2012 (**Quadro 7.2**).

Quadro 7.2 - Indicadores propostos pela Deliberação CRH nº 146/2012

Indicador	Parâmetro
P.04 - Resíduos sólidos	P.04-A - Resíduo sólido domiciliar gerado: ton./dia
E.06 - Infraestrutura de Saneamento	E.06-B - Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos: %
R.01 - Coleta e disposição de resíduos sólidos	R.01-B - Resíduo sólido domiciliar disposto em aterro: ton./dia de resíduo/IQR
	R.01-C - IQR da instalação de destinação

Fonte: CRH, 2012

Outro aspecto que cabe destacar é que os indicadores e demais índices abordados no decorrer deste diagnóstico referem-se ao território do município como um todo, e não somente a porção inserida na BAT, uma vez que, todos os relatórios, bases de dados e outras informações disponibilizadas para consulta consideram o município como unidade territorial.

7.3.1. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Preliminarmente, realiza-se uma breve análise comparativa entre os indicadores propostos na Deliberação CRH nº 146/2012, apresentados no PBH-AT (2009), no Relatório de Situação (2017) e neste PBH-AT (2018). Assim, a **Tabela 7.18** apresenta a composição dos indicadores.

Tabela 7.18 - Análise comparativa entre o PBH-AT (2009), Relatório de Situação da UGRHI (2017) e PBH-AT (2018)

Cód. IBGE	MUNICÍPIO	P.04-A - Resíduo sólido domiciliar gerado: ton./dia			E.06-B - Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos: %			R.01-B - Resíduo sólido domiciliar disposto em aterro: ton./dia de resíduo/IQR				R.01-C - IQR da instalação de destinação			Instalação de Destinação (2017)		
		PBH-AT (2009)	RS (2017)	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2009)	RS (2017)	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2009)	RS (2017)	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2009)	RS (2017)	PBH-AT (2018)				
3503901	Arujá	30,7	65,4	65,4	-	96,0	96,0	30,7	C	65,4	A	65,4	A	7,1	9,6	9,6	CDR Pedreira
3505708	Barueri	107,7	238,4	238,4	-	100,0	100,0	107,7	A	238,4	A	238,4	A	9,5	9,8	9,8	UTGR Jembeiro
3506607	Biritiba Mirim	10,3	21,6	21,6	-	NP	NP	10,3	C	21,6	A	21,6	A	7,2	9,8	9,8	Tecpar Engenharia Ambiental
3509007	Caieiras	51,0	75,7	75,7	-	100,0	100,0	51,0	A	75,7	A	75,7	A	8,4	8,6	8,6	CGR Tremembé
3509205	Cajamar	25,1	57,1	57,1	-	100,0	100,0	25,1	A	57,1	A	57,1	A	8,4	8,6	8,6	CTVA Caieiras
3510609	Carapicuíba	235,0	355,0	355,0	-	NP	NP	235,0	C	355,0	A	355,0	A	7,1	9,8	9,8	CTVA Caieiras
3513009	Cotia	92,3	210,3	210,3	-	100,0	100,0	92,3	A	210,3	A	210,3	A	9,8	8,7	8,7	Tecpar Engenharia Ambiental
3513801	Diadema	237,6	373,7	373,7	-	100,0	100,0	237,6	A	373,7	A	373,7	A	8,9	8,0	8,0	CGR Itapevi
3515004	Embu das Artes	150,4	238,0	238,0	-	100,0	100,0	150,4	C	238,0	I	238,0	I	7,3	6,6	6,6	Lara Central de Tratamento de Resíduos
3515103	Embu-Guaçu	30,1	52,8	52,8	-	NP	NP	30,1	I	52,8	A	52,8	A	3,5	8,6	8,6	Aterro Municipal de Embu das Artes
3515707	Ferraz de Vasconcelos	91,7	160,6	160,6	-	89,6	89,6	91,7	C	160,6	A	160,6	A	7,1	9,6	9,6	CTVA Caieiras
3516309	Francisco Morato	91,1	152,6	152,6	-	NP	NP	91,1	A	152,6	A	152,6	A	8,6	8,6	8,6	CDR Pedreira
3516408	Franco da Rocha	58,7	122,4	122,4	-	100,0	100,0	58,7	A	122,4	A	122,4	A	8,4	8,6	8,6	CTVA Caieiras
3518800	Guarulhos	903,2	1.470,8	1.470,8	-	100,0	100,0	903,2	A	1.470,8	A	1.470,8	A	9,8	9,6	9,6	CTVA Caieiras
3522208	Itapeçerica da Serra	84,5	150,9	150,9	-	99,2	99,2	84,5	I	150,9	A	150,9	A	2,8	8,6	8,6	Aterro Sanitário Quitaúna
3522505	Itapevi	128,3	203,8	203,8	-	100,0	100,0	128,3	A	203,8	A	203,8	A	9,8	8,7	8,7	CTVA Caieiras
3523107	Itaquaquecetuba	229,4	321,1	321,1	-	NP	NP	229,4	C	321,1	A	321,1	A	7,1	9,6	9,6	CGR Itapevi
3525003	Jandira	58,3	108,2	108,2	-	100,0	100,0	58,3	A	108,2	A	108,2	A	9,8	8,7	8,7	CDR Pedreira
3526209	Juquitiba	8,4	16,7	16,7	-	NP	NP	8,4	I	16,7	I	16,7	I	2,7	0,8	0,8	CGR Itapevi
3528502	Mairiporã	25,1	65,7	65,7	-	NP	NP	25,1	C	65,7	A	65,7	A	7,1	9,6	9,6	Aterro Municipal de Juquitiba
3529401	Mauá	250,7	411,9	411,9	-	100,0	100,0	250,7	A	411,9	A	411,9	A	8,9	8,0	8,0	CDR Pedreira
3530607	Mogi das Cruzes	208,3	356,0	356,0	-	92,1	92,1	208,3	C	356,0	A	356,0	A	7,1	9,4	9,4	Lara Central de Tratamento de Resíduos
3532405	Nazaré Paulista	2,7	10,7	10,7	-	100,0	100,0	2,7	A	10,7	A	10,7	A	8,6	9,6	9,6	UTGR Jembeiro
3534401	Osasco	500,2	766,0	766,0	-	100,0	100,0	500,2	C	766,0	A	766,0	A	7,4	8,6	8,6	CDR Pedreira
3535606	Paraibuna	2,3	3,8	3,8	-	100,0	100,0	2,3	A	3,8	A	3,8	A	8,5	9,4	9,4	Aterro Municipal de Osasco
3539103	Pirapora do Bom Jesus	6,6	12,5	12,5	-	NP	NP	6,6	A	12,5	A	12,5	A	9,5	9,8	9,8	UTGR Jembeiro
3539806	Poá	55,1	101,6	101,6	-	100,0	100,0	55,1	C	101,6	A	101,6	A	7,1	9,6	9,6	Tecpar Engenharia Ambiental
3543303	Ribeirão Pires	59,9	109,0	109,0	-	100,0	100,0	59,9	A	109,0	A	109,0	A	8,9	8,0	8,0	CDR Pedreira
3544103	Rio Grande da Serra	16,8	39,1	39,1	-	76,0	76,0	16,8	A	39,1	A	39,1	A	8,9	8,0	8,0	Lara Central de Tratamento de Resíduos
3545001	Salesópolis	4,1	7,5	7,5	-	NP	NP	4,1	C	7,5	A	7,5	A	7,2	9,8	9,8	Lara Central de Tratamento de Resíduos
3547304	Santana de Parnaíba	59,2	116,3	116,3	-	100,0	100,0	59,2	C	116,3	A	116,3	A	6,5	9,8	9,8	CGR Tremembé
3547809	Santo André	469,8	784,0	784,0	-	100,0	100,0	469,8	A	784,0	A	784,0	A	9,3	9,6	9,6	Tecpar Engenharia Ambiental
3548708	São Bernardo do Campo	556,9	889,3	889,3	-	100,0	100,0	556,9	A	889,3	A	889,3	A	8,9	8,0	8,0	Aterro Municipal de Santo André
3548807	São Caetano do Sul	67,1	142,9	142,9	-	100,0	100,0	67,1	A	142,9	A	142,9	A	8,9	8,0	8,0	Lara Central de Tratamento de Resíduos
3549953	São Lourenço da Serra	6,0	9,8	9,8	-	100,0	100,0	6,0	I	9,8	A	9,8	A	2,8	8,6	8,6	Lara Central de Tratamento de Resíduos
3550308	São Paulo	13.000,0	12.191,0	12.191,0	-	100,0	100,0	13.000,0	A	12.191,0	A	12.191,0	A	9,1	8,6	8,6	CTVA Caieiras
3550605	São Roque	21,6	63,5	63,5	-	100,0	100,0	21,6	A	63,5	A	63,5	A	8,8	9,8	9,8	CTVA Caieiras
3552502	Suzano	169,6	250,1	250,1	-	99,8	99,8	169,6	C	250,1	A	250,1	A	9,6	9,8	9,8	Sítio São João e Central de Tratamento de Resíduos Leste
3552809	Taboão da Serra	135,5	248,4	248,4	-	100,0	100,0	135,5	A	248,4	A	248,4	A	9,6	9,8	9,8	CGR Itapevi
3556453	Vargem Grande Paulista	21,2	39,6	39,6	-	100,0	100,0	21,2	A	39,6	A	39,6	A	9,8	8,7	8,7	UTGR Jembeiro

NP. Não Preencheu o formulário do SNIS / A. Adequado / C. Controlado / I. Inadequado

Fonte: PBH, 2009 e FABHAT, 2016

O PBH-AT (2009) utilizou como base para elencar os indicadores P.04-A, R.01-B e R.01-C o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos emitido pela CETESB no Ano de 2006. Já para o Relatório de Situação da UGRHI 06, emitido pela FABHAT em 2017, e para o PBH-AT (2018), os dados dos mesmos indicadores foram extraídos do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos do ano de 2016, sendo, até este momento, a versão mais atualizada disponibilizada pelo órgão ambiental do estado.

Para o indicador E.06-B, taxa de cobertura dos serviços de coleta, o PBH-AT (2009) não apresentou análise sobre o conteúdo, neste caso, é preciso observar que a Deliberação CRH nº 146 foi instituída apenas no ano de 2012, sendo assim, o primeiro estudo não contemplo tal informação. Para o mesmo indicador no Relatório de Situação e no PBH-AT (2018), utilizou-se base de dados o Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento do ano de 2015.

Neste contexto, pela proximidade temporal entre a emissão do Relatório de Situação (2017) e a elaboração do PBH-AT (2018), observa-se que os indicadores listados em ambos os estudos se repetem, portanto, serão realizadas análises comparativas apenas entre o PBH-AT (2009) e o PBH-AT (2018).

Em relação ao indicador P.04-A, na época da elaboração do PBH-AT (2009), a estimativa de geração de resíduos sólidos totalizava 18.262,5 t/dia de resíduos sólidos, hoje, a estimativa é de 21.014,1 t/dia, um aumento de 15%. Neste período, é essencial destacar que o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos emitido pela CETESB teve sua forma de cálculo atualizada. Esta mudança na metodologia será detalhada nos itens a seguir.

Quanto ao indicador R.01-B, no PBH-AT (2009), 89,6% dos resíduos sólidos eram encaminhados para aterros sanitários classificados pela CETESB como adequados; no PBH-AT (2018), esse indicador subiu para 98,8%. O mesmo acontece para o indicador R.01-C, quando no PBH-AT (2009), apenas 25 municípios utilizavam aterros sanitários classificados como adequados, agora a utilização deste equipamento em condições ambientais adequadas subiu para 38.

7.3.1.1. Geração de resíduos sólidos urbanos

A geração de RSU é uma questão que traz uma série de desafios aos municípios nos dias de hoje. A cada ano os índices de geração de RSU são maiores e, mesmo frente a diversas iniciativas, os municípios não alcançam resultados satisfatórios de redução da geração.

Atualmente, o aumento dos índices de geração de RSU não pode ser atribuído unicamente ao crescimento populacional de um determinado município, uma vez que, comprovadamente, fatores sociais e econômicos também resultam em uma maior geração *per capita* de resíduos.

Para verificar a geração de RSU dos municípios inseridos na BAT foram consultados os Inventários Estaduais de Resíduos Sólidos Urbanos, publicados pela CETESB desde o ano de 2003, além do Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo.

Para estimar a produção de RSU dos municípios do Estado de São Paulo, a CETESB considerou uma taxa de geração de RSU (*per capita*), de acordo com a faixa populacional de cada município, que foi alterada ao longo do tempo. Entre os anos de 2003 e 2012 a CETESB considerou as seguintes gerações *per capita*s de RSU (**Tabela 7.19**).

Tabela 7.19 - Critério para dimensionar a geração de RSU dos municípios até o ano de 2012

Faixa populacional (hab)	Geração <i>per capita</i> (kg/hab/dia)
Até 100.000	0,4
De 100.001 a 200.000	0,5
De 200.001 a 500.00	0,6
Maior de 500.000	0,7

Fonte: CETESB, 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012

Entre os anos de 2013 e 2016 o critério de faixa populacional e os índices de geração de RSU foram alterados para uma condição de maior geração *per capita*, mesmo para municípios de pequeno porte RSU (**Tabela 7.20**).

Tabela 7.20 - Critério para dimensionar a geração de RSU dos municípios a partir de 2013

Faixa populacional (hab)	Geração per capita (kg/hab/dia)
Até 25.000	0,7
De 25.001 a 100.000	0,8
De 100.001 a 500.000	0,9
Maior de 500.000	1,1

Fonte: CETESB, 2013; 2014; 2015; 2016 e SÃO PAULO, 2014

É importante destacar que o Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, elaborado em 2014, adota o mesmo critério utilizado pela CETESB a partir de 2013 para a projeção de geração de RSU (**Tabela 7.21**).

A **Tabela 7.21** a seguir apresenta dados sobre a geração diária de RSU dos municípios que integram a BAT desde 2003. Cabe salientar que, segundo os inventários da CETESB, alguns municípios onde é executada a pesagem no processo de disposição final dos resíduos, é adotada a quantidade pesada efetivamente, principalmente para o município São Paulo. Este item atende ao indicador P.04-A da Deliberação CRH nº 146/2012.

Em relação a quantidade gerada observa-se que, entre todos os municípios, São Paulo é o maior gerador de RSU, chegando a corresponder, em alguns momentos, em mais de 70% de todos os resíduos gerados.

Quando excluído o município de São Paulo observa-se que, entre os anos de 2003 e 2012, o RSU gerado pelos demais municípios quase não é alterado, mantendo-se em torno de 5 mil toneladas diárias. A partir de 2012, com a nova metodologia adotada pela CETESB, para a mesma porção de municípios a geração passa a ser de aproximadamente 8 mil toneladas diária. Já o município de São Paulo passa por um período estável entre os anos de 2003 e 2008 quando tem uma queda na geração até o ano de 2012, um possível resultado do forte programa de ampliação da coleta seletiva de resíduos na cidade com a implantação de duas unidades de triagem mecanizada de resíduos secos. Em 2012 tem uma alta na geração com certa estabilidade desde então.

Tabela 7.21 - Série histórica de geração de RSU dos municípios que integram a BAT

Cód. IBGE	Nome do Município	RSU t/dia													
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
3503901	Arujá	24,4	26,3	29,1	30,7	32,3	30,2	31,0	28,7	29,2	29,7	62,5	63,5	64,5	65,4
3505708	Barueri	135,2	146,5	162,0	107,7	179,8	158,8	162,1	144,4	145,9	147,4	231,1	233,6	236,1	238,4
3506607	Biritiba Mirim	9,2	10,1	9,9	10,3	10,7	9,8	10,0	9,8	9,9	10,0	20,9	21,2	21,4	21,6
3509007	Caieiras	30,2	33,6	38,2	51,0	54,6	33,3	33,9	33,8	34,2	34,7	72,7	73,7	74,7	75,7
3509205	Cajamar	20,7	22,5	23,9	25,1	26,2	23,7	24,1	25,1	25,5	25,9	54,6	55,4	56,3	57,1
3510609	Carapicuíba	211,1	216,1	230,0	235,0	240,2	233,1	235,6	221,9	222,9	224,0	349,0	351,1	353,1	355,0
3513009	Cotia	80,0	86,4	88,9	92,3	95,7	89,6	91,0	120,6	123,1	125,4	198,9	202,8	206,6	210,3
3513801	Diadema	224,6	235,8	233,5	237,6	241,8	236,6	238,6	231,6	233,1	234,6	366,1	368,7	371,2	373,7
3515004	Embu	127,6	131,2	145,7	150,4	155,3	147,1	149,2	144,0	145,6	147,1	230,6	233,2	235,6	238,0
3515103	Embu-Guaçu	25,8	29,9	28,6	30,1	31,7	24,2	24,4	24,5	24,6	24,8	51,6	52,0	52,4	52,8
3515707	Ferraz de Vasconcelos	75,7	81,9	87,7	91,7	95,8	87,2	88,9	80,4	81,3	82,3	155,0	156,9	158,8	160,6
3516309	Francisco Morato	74,5	83,5	86,4	91,1	96,0	77,5	78,6	77,1	77,9	78,6	147,9	149,6	151,1	152,6
3516408	Franco da Rocha	52,5	55,1	57,2	58,7	60,2	60,0	61,0	60,6	61,5	62,3	117,6	119,3	120,9	122,4
3518800	Guarulhos	770,3	808,7	872,4	903,2	935,0	876,2	890,0	855,6	863,4	871,2	1.429,2	1.443,4	1.457,3	1.470,8
3522208	Itapeverica da Serra	69,2	74,9	80,6	84,5	88,5	78,7	80,1	75,6	76,5	77,4	145,8	147,6	149,3	150,9
3522505	Itapevi	89,6	98,8	122,5	128,3	134,3	121,2	123,5	120,5	122,2	123,9	195,3	198,2	201,1	203,8
3523107	Itaquaquecetuba	178,5	195,0	216,8	229,4	242,7	210,9	215,6	193,1	195,3	197,5	310,1	313,9	317,5	321,1
3525003	Jandira	50,6	55,8	56,8	58,3	61,9	55,2	56,1	54,2	54,8	55,4	104,4	105,7	107,0	108,2
3526209	Juquitiba	7,7	8,4	8,1	8,4	8,7	7,6	9,5	8,9	8,9	9,0	16,4	16,5	16,6	16,7
3528502	Mairiporã	20,9	22,8	24,0	25,1	26,3	24,8	25,3	21,3	28,9	29,4	62,1	63,4	64,6	65,7
3529401	Mauá	224,2	230,7	244,9	250,7	256,6	247,7	250,5	250,4	252,7	255,1	399,7	403,9	408,0	411,9
3530607	Mogi das Cruzes	185,8	190,7	203,4	208,3	213,2	203,8	206,0	214,4	216,8	219,2	344,1	348,2	352,1	356,0
3532405	Nazaré Paulista	2,6	3,3	2,6	2,7	2,7	2,5	2,5	5,6	5,6	5,7	10,4	10,5	10,6	10,7
3534401	Osasco	465,9	476,3	492,5	500,2	508,0	499,1	503,1	466,5	467,5	468,2	760,8	762,6	764,3	766,0
3535606	Paraibuna	2,3	2,5	2,3	2,3	2,4	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	3,8	3,8	3,8	3,8
3539103	Pirapora do Bom Jesus	5,3	5,8	6,3	6,6	7,0	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5	12,0	12,2	12,4	12,5
3539806	Poá	50,3	53,4	53,7	55,1	56,5	54,9	55,6	52,2	52,6	52,9	99,2	100,0	100,8	101,6
3543303	Ribeirão Pires	54,0	55,8	58,5	59,9	61,3	55,7	56,0	56,5	56,9	57,2	107,0	107,7	108,4	109,0
3544103	Rio Grande da Serra	14,9	15,2	16,4	16,8	17,2	16,5	16,6	17,6	17,8	18,1	37,7	38,2	38,6	39,1
3545001	Salesópolis	3,6	3,8	4,0	4,1	4,2	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0	7,3	7,4	7,4	7,5
3547304	Santana de Parnaíba	17,1	39,0	54,8	59,2	63,9	55,4	57,2	54,4	55,7	57,0	108,9	111,4	113,9	116,3
3547809	Santo André	462,4	471,0	467,1	469,8	472,5	470,2	471,4	471,7	474,9	476,3	775,4	778,4	781,2	784,0
3548708	São Bernardo do Campo	496,1	510,9	543,6	556,9	570,5	551,3	557,8	526,7	230,2	533,4	871,7	877,7	883,6	889,3
3548807	São Caetano do Sul	70,2	70,2	67,6	67,1	66,6	75,6	76,0	74,8	75,0	75,3	140,7	141,5	142,2	142,9
3549953	São Lourenço da Serra	4,7	5,2	5,7	6,0	6,3	6,3	6,5	5,1	5,1	5,2	9,5	9,6	9,7	9,8
3550308	São Paulo	12.050,0	13.000,0	13.000,0	13.000,0	12.700,0	12.500,0	11.000,0	11.000,0	10.750,0	10.800,0	12.800,0	11.720,0	11.735,0	12.191,0
3550605	São Roque	20,2	21,0	21,2	21,6	22,0	19,8	19,8	28,6	28,9	29,3	61,3	62,0	62,8	63,5
3552502	Suzano	149,2	167,7	162,8	169,6	176,7	162,3	165,2	152,0	153,4	154,9	242,7	245,3	247,7	250,1
3552809	Taboão da Serra	123,2	128,2	133,3	135,5	139,8	134,9	136,4	146,8	148,9	151,0	237,9	241,5	245,0	248,4
3556453	Vargem Grande Paulista	13,9	15,9	19,5	21,2	23,0	17,5	17,9	17,2	17,5	17,8	37,6	38,3	39,0	39,6
TOTAL		16.694,2	17.889,9	18.162,5	18.262,5	18.188,1	17.671,4	16.239,3	16.084,6	15.586,7	15.979,6	21.389,4	20.389,5	20.482,2	21.014,1

Fonte: CETESB, 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

7.3.1.2. Serviços de coleta de resíduos

O gerenciamento correto dos RSU é, atualmente, um dos maiores desafios atribuídos aos municípios. Essa questão é consequência de diversos fatores que nem sempre dependem apenas do empenho da gestão pública.

Diferente dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, que atendem a sua demanda por meio da implantação de infraestrutura - rede de abastecimento de água, rede de coleta de esgoto, coletor tronco, emissários, entre outros - o serviço de coleta de resíduos sólidos é limitado, muitas vezes, pela condição da infraestrutura viária e urbanística. Dessa forma, áreas de risco - com condição irregular de ocupação - não apresentam condição segura para a circulação dos veículos utilizados na coleta. Como resultado, a população que reside nestas áreas acaba ficando sem acesso ao serviço. Para mensurar o atingimento da coleta nos municípios estudados, analisa-se o seu "índice de cobertura", ou a taxa de cobertura da coleta de resíduos (E.06-B).

Além do índice de cobertura, a informação sobre a frequência de atendimento também indica a adequabilidade do serviço. O serviço é considerado "adequado" quando a coleta possui frequência diária ou alternada e destinação final ambientalmente adequada. Já o conceito de "déficit" do serviço de coleta de resíduos sólidos é dividido em dois segmentos: "atendimento precário" e "sem atendimento". Áreas com coleta de resíduos sólidos são classificadas como de "atendimento precário" quando se encontram em pelo menos uma das situações seguintes: (i) área urbana cuja frequência não seja pelo menos em dias alternados; e (ii) destinação final ambientalmente inadequada (BRASIL, 2013).

O serviço de coleta seletiva é considerado pela PNRS como um instrumento que objetiva coletar os resíduos sólidos previamente segregados, conforme sua constituição ou composição, evitando, assim a disposição de resíduos com potencial de reciclagem em aterros sanitários, reduzindo sua vida útil desnecessariamente. Nesse âmbito, o engajamento da população nas etapas de geração e acondicionamento dos resíduos sólidos é parte fundamental para que o município obtenha resultados satisfatórios em relação a redução da geração e da disposição final nos aterros sanitários.

A **Tabela 7.22** compõe uma síntese das informações sobre os serviços de coleta de resíduos domiciliares e coleta seletiva nos municípios que integram a BAT. Os dados foram consolidados através de consulta realizada na base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), com ano base 2015, publicadas no dia 03 de abril de 2017.

A Tabela mostra que grande parte dos municípios com área inserida na BAT atendem 100% da população urbana, classificada como atendimento adequado. Esse padrão de cobertura nos municípios atende, inclusive, as metas estabelecidas pelos Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) que, para o ano de 2018, determina uma cobertura de 99% da população urbana.

Os municípios de Ferraz de Vasconcelos (93,9%) e Rio Grande da Serra (76,0%) não atingiram sequer a meta de 2010 estabelecida pelo Plansab, que estabelece um índice de cobertura de 96%.

Em relação a frequência com que o serviço de coleta de resíduos sólidos é realizado nota-se que os municípios de Cajamar (10%), Franco da Rocha (20%), Nazaré Paulista (30%), Rio Grande da Serra (10%), São Lourenço da Serra (10%) e São Roque (8%) são atendidos de forma precária – *atendimento precário* – uma vez que apresentam parcela significativa da população atendida com regularidade semanal.

Tabela 7.22 - Síntese das informações sobre coleta de RSU nos municípios da BAT

Cód. IBGE	Nome do Município	População Total (hab)	População Urbana (hab)	Serviço de Coleta Domiciliar Convencional						Serviço de Coleta Seletiva				
				Índice de cobertura da pop. total (%) (E.06-B)	Índice de cobertura da pop. urbana (%)	Frequência de atendimento da coleta domiciliar			Existência de coleta seletiva?	Índice de cobertura da pop. urbana (%)	Taxa de recuperação em relação aos RSU (%)	Quantidade coletada (t/ano)	Quantidade recuperada (t/ano)	
						Diária (%)	Alternada (%)	Semanal (%)						
3503901	Arujá	83.939	80.590	96,0	100,0	32,0	68,0	0,0	Sim	90,0	2,6	720,0	699,0	
3505708	Barueri	262.275	262.275	100,0	100,0	25,0	75,0	0,0	Sim	99,1	3,1	3.442,0	2.800,0	
3506607	Biritiba Mirim	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3509007	Caieiras	95.780	93.408	100,0	100,0	20,0	80,0	0,0	Sim	-	9,1	-	2.355,4	
3509205	Cajamar	71.805	70.359	100,0	100,0	0,0	90,0	10,0	Não	0,0	0,0	0,0	0,0	
3510609	Carapicuíba	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3513009	Cotia	229.548	229.548	100,0	100,0	10,0	90,0	0,0	Sim	9,6	1,7	1.800,0	1.500,0	
3513801	Diadema	412.428	412.428	100,0	100,0	17,0	83,0	0,0	Sim	2,0	NI	1.176,0	NI	
3515004	Embu das Artes	261.781	261.781	100,0	100,0	2,0	98,0	0,0	Sim	100,0	2,9	59.141,8	1.700,3	
3515103	Embu-Guaçu	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3515707	Ferraz de Vasconcelos	184.700	176.412	89,6	93,9	22,0	75,0	3,0	Sim	50,1	0,2	102,0	97,0	
3516309	Francisco Morato	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3516408	Franco da Rocha	145.755	134.281	100,0	100,0	30,0	50,0	20,0	Sim	22,3	3,8	1.920,0	1.316,0	
3518800	Guarulhos	1.324.781	1.324.781	100,0	100,0	6,0	94,0	0,0	Sim	10,0	1,6	6.578,7	6.154,9	
3522208	Itapeçerica da Serra	167.236	165.850	99,2	100,0	70,0	20,0	10,0	Sim	24,1	1,1	700,0	600,0	
3522505	Itapevi	223.404	223.404	100,0	100,0	10,0	88,0	2,0	Não	0,0	0,0	0,0	0,0	
3523107	Itaquaquecetuba	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3525003	Jandira	118.832	118.832	100,0	100,0	20,0	80,0	0,0	Não	0,0	0,0	0,0	6,0	
3526209	Juquitiba	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3528502	Mairiporã	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3529401	Mauá	453.286	453.286	100,0	100,0	10,0	89,0	1,0	Sim	1,0	0,4	490,1	441,2	
3530607	Mogi das Cruzes	424.633	391.272	92,1	100,0	15,0	85,0	0,0	Sim	100,0	2,4	4.895,2	3.433,8	
3532405	Nazaré Paulista	17.794	15.081	100,0	100,0	40,0	30,0	30,0	Não	0,0	0,0	0,0	0,0	
3534401	Osasco	694.844	694.844	100,0	100,0	0,0	100,0	0,0	Sim	28,8	0,6	1.346,4	1.345,4	
3535606	Paraibuna	18.125	5.464	100,0	100,0	33,3	66,7	0,0	Não	0,0	0,0	0,0	0,0	
3539103	Pirapora do Bom Jesus	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3539806	Poá	113.793	111.995	100,0	100,0	20,0	80,0	0,0	Sim	28,6	4,0	2.526,0	1.526,0	
3543303	Ribeirão Pires	120.396	120.396	100,0	100,0	10,0	90,0	0,0	Sim	12,5	0,4	215,6	165,8	
3544103	Rio Grande da Serra	48.302	48.302	76,0	76,0	0,0	90,0	10,0	Não	0,0	0,0	0,0	0,0	
3545001	Salesópolis	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	
3547304	Santana de Parnaíba	126.574	126.574	100,0	100,0	0,0	100,0	0,0	Sim	29,5	NI	4.803,3	NI	
3547809	Santo André	710.210	710.210	100,0	100,0	2,0	98,0	0,0	Sim	100,0	0,7	12.238,0	1.708,0	
3548708	São Bernardo do Campo	816.925	803.259	100,0	100,0	30,0	70,0	0,0	Sim	100,0	2,3	9.091,3	6.229,0	
3548807	São Caetano do Sul	158.024	158.024	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	Sim	100,0	0,1	1.449,9	71,1	
3549953	São Lourenço da Serra	15.177	13.815	100,0	100,0	78,0	12,0	10,0	Sim	21,7	2,4	110,5	80,0	
3550308	São Paulo	11.967.825	11.860.245	100,0	100,0	9,0	90,0	1,0	Sim	68,6	1,2	86.668,0	47.667,4	
3550605	São Roque	86.515	78.466	100,0	100,0	70,0	22,0	8,0	Sim	72,6	0,6	500,0	120,0	
3552502	Suzano	285.280	275.237	99,8	99,9	10,0	89,0	1,0	Não	0,0	0,4	0,0	360,0	
3552809	Taboão da Serra	272.177	272.177	100,0	100,0	20,0	80,0	0,0	Sim	18,4	NI	700,0	NI	
3556453	Vargem Grande Paulista	48.720	48.720	100,0	100,0	20,0	80,0	0,0	Sim	80,1	12,9	NI	1.728,0	
TOTAL		19.960.864	19.741.316	-	-	-	-	-				200.614,8	82.104,3	

*NP – Não Preencheu o Formulário do SNIS / NI – Dado não informado

Fonte: SNIS, 2017

7.3.1.3. Disposição final

Desde 1997, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), com o intuito de acompanhar as condições ambientais e sanitárias das unidades de disposição final de RSU instaladas no Estado publica, anualmente, o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos. A avaliação da CETESB tem o intuito de reproduzir, por meio de um indicador, a adequabilidade dos municípios em relação a disposição final dos RSU, assim, apesar da nota ser concebida através de uma avaliação que analisa, unicamente, as condições do aterro sanitário, o indicador é atribuído ao município, mesmo quando a municipalidade utiliza um aterro sanitário particular localizado em outro município.

Para a publicação do Inventário, as unidades de disposição final de RSU são frequentemente inspecionadas pelos técnicos da CETESB, que verificam as condições de implantação e operação da unidade, tais como: estrutura de apoio, frente de trabalho, taludes e bermas, estrutura de proteção ambiental, presença de catadores, episódios de queima de resíduos, controle de acessos, adequabilidade do monitoramento geotécnico, presença de catadores, recebimento de resíduos não autorizados, entre outras informações relevantes.

A partir dos dados coletados, a CETESB gera o “Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos” (IQR), que varia de 0 a 10. Este indicador também é apontado pela Resolução CRH nº 146/2012 como parâmetro de avaliação da disposição dos resíduos sólidos nas unidades de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo.

Ao longo da série histórica do Inventário (desde 1997) a metodologia de enquadramento foi atualizada, até mesmo pelas novas diretrizes da PNRS, que restringiu a utilização dos aterros controlados, muito comum no Estado. Assim, entre o período de 1997 e 2011, as unidades eram classificadas em três categorias: adequada, controlada e inadequada. A partir de 2012 as unidades passaram a ser classificadas como: adequada ou inadequada. A **Tabela 7.23** apresenta a classificação utilizada até o ano de 2011 e a **Tabela 7.24** exibe a metodologia adotada atualmente.

Tabela 7.23 - Enquadramento das unidades de disposição final de resíduos sólidos (Até 2011)

IQR	Enquadramento
0 a 6,0	Condições Inadequadas
6,1 a 8,0	Condições Controladas
8,1 a 10,0	Condições Adequadas

Fonte: CETESB, 2011

Tabela 7.24 - Enquadramento das unidades de disposição final de resíduos sólidos (A partir de 2012)

IQR	Enquadramento
0 a 7,0	Condições Inadequadas
7,1 a 10,0	Condições Adequadas

Fonte: CETESB, 2016

A seguir, a **Tabela 7.25** apresenta a série histórica dos IQRs dos municípios que integram a BAT.

Tabela 7.25 - Série histórica do Índice de Qualidade dos Aterros de Resíduos (IQR) – Indicador R.01-C

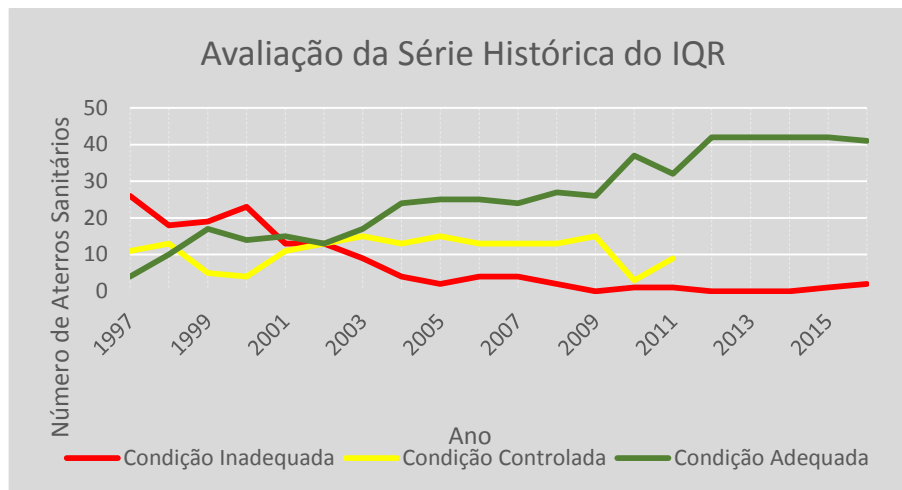
Cód. IBGE	Nome do Município	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
3503901	Arujá	5,6	8,2	8,2	8,2	7,8	8,0	6,3	6,2	6,2	7,1	7,1	8,0	7,9	8,2	8,5	8,3	10,0	10,0	10,0	9,6
3505708	Barueri	4,5	3,5	1,5	1,6	2,4	3,8	3,6	4,8	9,8	9,5	9,5	9,4	8,7	8,9	8,5	8,2	8,5	8,6	8,6	9,4
3506607	Biritiba Mirim	5,8	6,2	4,8	4,8	6,5	6,5	6,2	6,1	6,6	7,2	6,7	6,5	7,9	8,2	8,5	10,0	9,8	10,0	9,6	9,8
3509007	Caieiras	4,4	4,8	4,2	3,9	2,8	9,6	9,4	9,6	9,1	8,4	9,6	9,6	9,5	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3509205	Cajamar	7,9	8,5	8,7	8,7	9,3	9,6	9,4	9,6	9,1	8,4	9,6	9,6	9,5	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3510609	Carapicuíba	1,2	0,6	1,0	0,8	7,8	8,0	6,3	6,2	6,2	7,1	7,1	8,0	9,5	8,9	8,5	8,2	8,5	8,6	8,6	9,8
3513009	Cotia	4,7	4,3	4,3	4,5	4,6	5,0	4,0	9,4	9,8	9,8	9,8	9,4	9,4	9,4	9,3	8,7	8,8	9,1	8,5	8,7
3513801	Diadema	7,0	7,8	8,4	9,0	9,7	9,7	9,8	9,8	9,2	8,9	9,5	9,4	9,7	9,4	7,4	8,4	7,8	7,6	8,3	8,0
3515004	Embu	2,5	6,5	5,5	5,5	5,8	5,8	6,5	6,5	7,3	7,3	7,5	8,5	7,1	7,6	7,2	7,5	7,9	7,3	7,6	6,6
3515103	Embu-Guaçu	1,5	2,2	4,2	4,4	4,0	4,0	3,7	3,7	3,6	3,5	3,4	9,6	9,5	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3515707	Ferraz de Vasconcelos	5,6	8,2	8,2	5,2	7,8	8,0	6,3	6,2	6,2	7,1	7,1	8,0	7,9	8,2	9,2	8,3	9,8	9,5	9,6	9,6
3516309	Francisco Morato	3,9	4,5	4,2	3,4	3,4	3,1	4,0	9,6	9,3	8,6	9,7	8,0	8,0	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3516408	Franco da Rocha	3,3	3,2	3,2	3,1	3,3	2,8	9,4	9,6	9,1	8,4	9,6	9,6	9,5	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3518800	Guarulhos	3,1	2,7	7,5	6,5	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,6	9,6	9,6
3522208	Itapeccira da Serra	1,9	6,3	6,2	6,2	6,0	6,0	6,8	6,3	7,1	2,8	3,4	9,6	9,5	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3522505	Itapevi	4,5	5,1	5,1	4,0	4,0	4,3	9,8	9,4	9,8	9,8	9,8	9,4	9,4	9,4	9,3	8,7	8,8	9,1	8,5	8,7
3523107	Itaquaquecetuba	5,6	8,2	8,2	5,2	7,8	8,0	6,3	6,2	6,2	7,1	7,1	8,0	7,9	8,2	8,5	8,3	9,8	9,5	9,6	9,6
3525003	Jandira	6,5	4,9	5,8	5,6	9,8	5,7	9,8	9,6	9,3	9,8	9,8	9,4	9,4	9,4	9,3	8,7	8,8	9,1	8,5	8,7
3526209	Juquitiba	1,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	3,1	2,7	2,6	2,3	7,7	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	0,8
3528502	Mairiporã	2,2	1,8	2,3	2,8	9,8	8,0	6,3	9,4	6,2	7,1	7,1	8,0	9,5	8,2	8,6	8,3	9,8	9,5	9,6	9,6
3529401	Mauá	7,0	7,8	8,4	9,0	9,7	9,7	8,0	9,8	9,2	8,9	9,5	9,4	9,7	9,4	7,4	8,4	7,8	7,6	8,3	8,0
3530607	Mogi das Cruzes	4,8	2,8	2,1	2,6	2,6	2,9	2,8	6,2	6,2	7,1	7,1	8,0	7,9	8,2	8,6	8,3	10,0	10,0	10,0	9,4
3532405	Nazaré Paulista	3,2	3,3	5,7	4,5	6,7	7,8	9,8	8,6	9,3	8,6	9,7	8,0	8,0	9,0	8,5	8,3	9,8	9,5	9,6	9,6
3534401	Osasco	6,1	7,2	7,2	7,2	7,2	7,4	7,8	8,1	7,4	7,4	7,5	7,0	6,5	7,0	5,8	7,8	8,1	9,1	5,3	8,6
3535606	Paraibuna	9,3	9,3	9,6	10,0	9,2	9,6	9,6	9,6	9,6	9,5	8,5	9,6	8,9	8,8	7,4	9,7	9,5	10,0	10,0	10,0
3539103	Pirapora do Bom Jesus	3,1	3,4	2,7	3,1	3,6	4,3	3,8	9,8	9,8	9,5	9,5	9,4	8,7	8,9	8,5	8,2	8,5	8,6	8,6	9,8
3539806	Poá	5,6	8,2	8,2	5,2	7,8	8,0	6,3	6,2	6,2	7,1	7,1	8,0	7,9	8,2	8,5	8,3	9,8	9,5	9,6	9,6
3543303	Ribeirão Pires	7,0	7,8	8,4	9,0	9,7	9,7	9,8	9,8	9,2	8,9	9,5	9,4	9,7	9,4	7,4	8,4	7,8	7,6	8,3	8,0
3544103	Rio Grande da Serra	8,2	7,8	8,4	9,0	9,7	9,7	9,8	9,8	9,2	8,9	9,5	9,4	9,7	9,4	7,4	8,4	7,8	7,6	8,3	8,0
3545001	Salesópolis	5,8	6,2	4,8	4,8	6,5	6,5	6,2	6,1	6,6	7,2	6,7	6,5	7,9	8,2	8,5	10,0	9,8	10,0	9,6	9,8
3547304	Santana de Parnaíba	3,3	3,5	3,2	4,0	3,8	3,9	3,8	5,3	9,8	6,5	6,5	5,2	6,2	4,9	8,5	8,2	8,5	8,6	8,6	9,8
3547809	Santo André	8,2	7,9	8,9	9,0	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	8,9	6,1	9,4	7,4	8,4	7,8	7,6	9,2	9,6
3548708	São Bernardo do Campo	7,0	7,8	8,4	9,0	9,7	9,7	9,8	9,8	9,2	8,9	9,5	9,4	9,7	9,4	7,4	8,4	7,8	7,6	8,3	8,0
3548807	São Caetano do Sul	7,0	7,8	8,4	9,0	9,7	9,7	9,8	9,8	9,2	8,9	9,5	9,4	9,7	9,4	7,4	8,4	7,8	7,6	8,3	8,0
3549953	São Lourenço da Serra	1,9	6,3	6,2	6,2	6,0	6,0	6,8	6,3	7,1	2,8	3,4	9,6	9,5	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3550308	São Paulo	7,3	8,3	8,5	8,6	9,0	9,0	8,8	8,8	9,1	9,1	8,8	9,5	9,5	9,3	9,4	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3550605	São Roque	9,3	8,5	8,5	8,5	7,7	8,0	8,3	8,3	8,9	8,8	9,6	8,9	9,5	8,2	8,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,8
3550605	São Roque	6,7	4,8	7,4	8,5	8,8	8,0	6,3	9,4	9,8	9,8	9,8	9,4	9,4	9,4	9,3	8,7	8,8	9,1	8,5	8,7
3552502	Suzano	5,6	8,2	8,2	5,2	7,8	8,0	6,3	6,2	6,2	7,1	7,1	8,0	7,9	8,2	9,2	8,3	9,8	9,5	10,0	9,4
3552809	Taboão da Serra	7,3	8,3	8,6	8,6	9,0	9,0	8,8	8,8	9,1	8,4	9,6	9,6	9,5	8,2	8,6	8,3	9,4	8,4	8,5	8,6
3556453	Vargem Grande Paulista	3,1	1,9	5,5	3,9	2,5	2,3	2,6	6,2	6,2	9,8	9,8	9,4	9,4	9,4	9,3	8,7	9,4	9,1	8,5	8,7

Legenda:

Até 2011	A partir de 2012
Condições Inadequadas	Condições Inadequadas
Condições Controladas	Condições Adequadas
Condições Adequadas	

Fonte: CETESB, 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Observa-se que, ao longo de 20 anos de dados existentes, os municípios passaram por um grande processo de adequação dos aterros sanitários de disposição final de RSU, principalmente, a partir do ano de 2010, quando entrou em vigor a Lei Federal nº 12.305/2010, que reforçou a proibição da disposição irregular de RSU. Em seguida, no Inventário de 2012, a CETESB alterou a metodologia de enquadramento dos aterros, classificando-os apenas como adequado ou inadequado. Essa evolução da adequação pode ser observada na **Figura 7.11**.



Fonte: CETESB, 2016

Figura 7.11 - Avaliação da Série Histórica do IQR

Entre os anos de 2012 e 2014 todos os municípios inseridos na BAT destinavam os RSU para aterros sanitários classificados como adequados, porém, nos anos seguintes (2015 e 2016), alguns municípios voltaram a utilizar aterros considerados inadequados pela CETESB. Entre eles, o município de Osasco, com IQR de 5,3 no ano de 2015, destinou diariamente 764,33 toneladas de RSU; no ano de 2016 o município de Embu das Artes encaminhou diariamente 238,0 toneladas de RSU para um aterro inadequado (IQR=6,6), e o município de Juquitiba destinou diariamente 16,7 toneladas de resíduos para uma unidade com IQR de 0,8.

Nota-se que, mesmo o índice de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos na área urbana de Embu das Artes ser de 100% (E.06-B), a disposição final foi ambientalmente inadequada, o que coloca o município em *condição precária* de atendimento (R.01-C). O mesmo ocorre com Juquitiba, porém este não informou seu índice de atendimento no SNIS.

Devido às condições urbanísticas de alguns municípios - extensão da área urbana, falta de área para a implantação de aterros sanitários ou processo de encerramento de aterros - alguns municípios acabam utilizando mais de um aterro sanitário. No ano de 2016, os 40 municípios avaliados utilizavam 43 unidades, sendo 41 enquadradas como adequada e 2 como inadequadas.

Conforme a Deliberação CRH nº 142/2012, exhibe-se na **Tabela 7.26** o indicador R.02-B, que faz uma relação entre a quantidade de RSU gerado no município e do enquadramento da unidade conforme a avaliação do IQR. Neste caso, 98,8% dos RSU gerados nos municípios que integram a BAT são encaminhados para aterros sanitários classificados como adequados. Assim, utilizando-se como base a ficha técnica nº 108 da Deliberação CRH nº 146/2012, a fim de classificação, a UGRHI 06 fica com valor de referência *bom* (quando a proporção de resíduos sólidos disposto em aterro enquadrado como adequado é maior que 90%). Destaca-se que no PBH-AT (2009) a condição era regular com 89,6%.

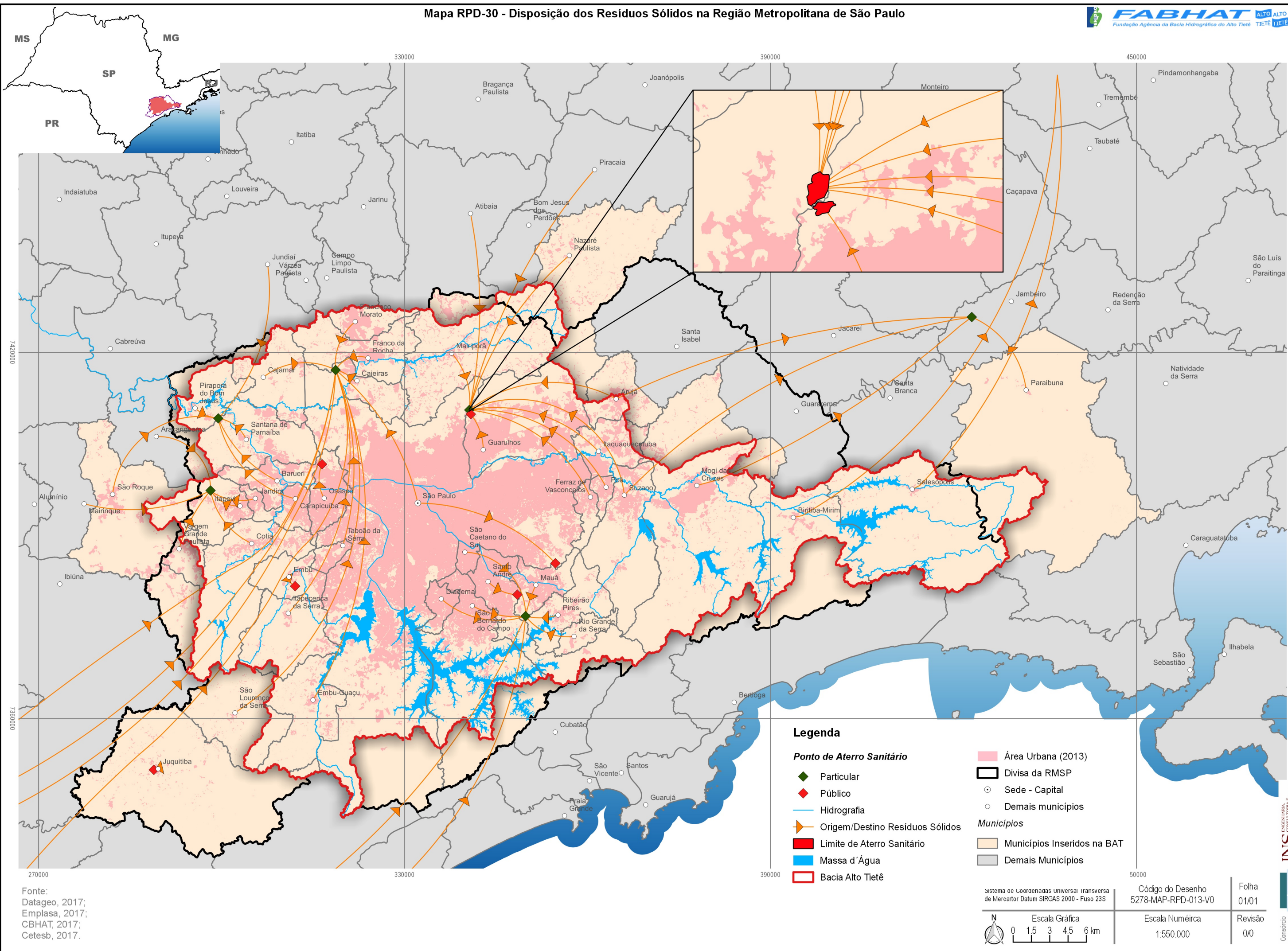
Tabela 7.26 - Quantidade de resíduos gerado x IQR da unidade de disposição final

Cód. IBGE	Município	R.01-B - Resíduo sólido disposto em aterro: ton./dia de resíduo/IQR		
		ton/dia	IQR	Classificação
3503901	Arujá	65,4	9,6	Adequado
			9,4	Adequado
3505708	Barueri	238,4	9,8	Adequado
3506607	Biritiba Mirim	21,6	9,8	Adequado
3509007	Caieiras	75,7	8,6	Adequado
3509205	Cajamar	57,1	8,6	Adequado
3510609	Carapicuíba	355,0	9,8	Adequado
3513009	Cotia	210,3	8,7	Adequado
3513801	Diadema	373,7	8,0	Adequado
3515004	Embu das Artes	238,0	6,6	Inadequado
3515103	Embu-Guaçu	52,8	8,6	Adequado
3515707	Ferraz de Vasconcelos	160,6	9,6	Adequado
3516309	Francisco Morato	152,6	8,6	Adequado
3516408	Franco da Rocha	122,4	8,6	Adequado
3518800	Guarulhos	1.470,8	9,6	Adequado
3522208	Itapecerica da Serra	150,9	8,6	Adequado
3522505	Itapevi	203,8	8,7	Adequado
3523107	Itaquaquecetuba	321,1	9,6	Adequado
3525003	Jandira	108,2	8,7	Adequado
3526209	Juquitiba	16,7	0,8	Inadequado
3528502	Mairiporã	65,7	9,6	Adequado
3529401	Mauá	411,9	8,0	Adequado
3530607	Mogi das Cruzes	356,0	9,4	Adequado
3532405	Nazaré Paulista	10,7	9,6	Adequado
3534401	Osasco	766,0	8,6	Adequado
3535606	Paraibuna	3,8	9,4	Adequado
3539103	Pirapora do Bom Jesus	12,5	9,8	Adequado
3539806	Poá	101,6	9,6	Adequado
3543303	Ribeirão Pires	109,0	8,0	Adequado
3544103	Rio Grande da Serra	39,1	8,0	Adequado
3545001	Salesópolis	7,5	9,8	Adequado
3547304	Santana de Parnaíba	116,3	9,8	Adequado
3547809	Santo André	784,0	9,6	Adequado
3548708	São Bernardo do Campo	889,3	8,0	Adequado
3548807	São Caetano do Sul	142,9	8,0	Adequado
3549953	São Lourenço da Serra	9,8	8,6	Adequado
			8,6	Adequado
3550308	São Paulo	12.191,0	8,6	Adequado
			9,8	Adequado
3550605	São Roque	63,5	8,7	Adequado
3552502	Suzano	250,1	9,4	Adequado
			9,6	Adequado
3552809	Taboão da Serra	248,4	8,6	Adequado
3556453	Vargem Grande Paulista	39,6	8,7	Adequado
TOTAL		21.014,1	-	-

Fonte: CETESB, 2016

No Estado de São Paulo, como em todo o Brasil, por razões diversas, é comum a disposição final de RSU em aterros sanitários particulares. Neste cenário, os municípios transportam o RSU até unidades instaladas em outras regiões. Além das informações relativas ao IQR o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos publicado anualmente pela CETESB também aponta o município que é realizada a disposição final, o que possibilita reproduzir uma análise do fluxo de RSU pela unidade territorial estudada. O **Mapa RPD-30** exibe o fluxo de RSU pelos municípios que integram a BAT.

Mapa RPD-30 - Disposição dos Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de São Paulo



Legenda

Ponto de Aterro Sanitário

- ◆ Particular
- ◆ Público
- Hidrografia
- Origem/Destino Resíduos Sólidos
- Limite de Aterro Sanitário
- Massa d'Água
- Bacia Alto Tietê

- Área Urbana (2013)
- Divisa da RMSP
- Sede - Capital
- Demais municípios

- Municípios**
- Municípios Inseridos na BAT
 - Demais Municípios

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
Cetesb, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-013-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:550.000	Revisão 0/0

A análise do Mapa permite algumas considerações:

- (i) Aterros sanitários particulares inseridos na BAT concentram o recebimento de RSU de diversos municípios. Este é o caso dos aterros sanitários localizados nos municípios de Itapevi, Santana de Parnaíba, Caieiras, São Paulo e Mauá;
- (ii) Aterros sanitários públicos inseridos na BAT que recebem RSU apenas do município que a unidade está inserida. Nesta situação estão os municípios de São Paulo, Santo André, Guarulhos, Osasco e Embu. Cabe destacar o caso específico do município de Embu, onde o aterro sanitário obteve IQR de 0,8 no ano de 2016, classificado como inadequado pela CETESB;
- (iii) Municípios inseridos na BAT que encaminham seus resíduos para aterros sanitários particulares localizados fora da área de estudo. Neste caso estão os municípios da região leste da BAT: Paraibuna, Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Suzano e Arujá. Cabe salientar que Suzano e Arujá utilizam duas unidades para a disposição final de RSU, onde uma encontra-se dentro da BAT e outra fora; e,
- (iv) Município inserido na BAT que destina seu RSU para aterro sanitário público instalado fora da área de estudo. Juquitiba é o único município nessa condição. Destaca-se que a unidade de disposição final de RSU do município de Juquitiba obteve 6,6 de IQR, classificado, portanto, como inadequado pela CETESB.

Os aterros sanitários devidamente implementados, licenciados e bem operacionalizados são equipamentos urbanos necessários e fundamentais para o adequado gerenciamento de resíduos sólidos, especialmente, porque, ainda hoje muito se discute sobre novas tecnologias de disposição final de resíduo. Porém, até o momento, não há nada efetivamente funcionando no país, que possa substituir os aterros sanitários. Nesse âmbito, é preciso salientar que aterro sanitário é diferente de lixão ou aterro controlado, estes últimos são proibidos pela PNRS, uma vez que a condição irregular causa sérios impactos ambientais e sanitários, em especial, aos recursos hídricos – neste caso tanto para as águas subterrâneas como superficiais.

A seguir, realiza-se a caracterização dos 5 aterros sanitários particulares e 5 aterros sanitários públicos inseridos na BAT, destacando-se aspectos relevantes das unidades. Os demais, ou seja, aqueles que estão fora da área de estudo, não serão detalhados.

7.3.1.3.1. Detalhamento dos aterros sanitários privados inseridos na BAT

Inseridos na região da BAT foram identificados 5 aterros sanitários particulares e 5 aterros sanitários públicos (**Quadro 7.3**). Em seguida realiza-se uma análise destas estruturas.

Quadro 7.3 - relação dos aterros sanitários inseridos na BAT

Gestão	Município	Empreendimento/proprietário
Aterros sanitários particular	Itapevi	CGR Itapevi
	Santana de Parnaíba	Tecipar Engenharia Ambiental
	Caieiras	CTVA Caieiras
	São Paulo	CDR Pedreira
	Mauá	Lara Central de Tratamento de Resíduos
Aterros sanitários públicos	São Paulo	Sítio São João e Central de Tratamento de Resíduos Leste
	Santo André	Aterro Municipal de Santo André
	Guarulhos	Aterro Sanitário Quitaúna
	Osasco	Aterro Municipal de Osasco
	Embu das Artes	Aterro municipal de Embu das Artes

Fonte: adaptado de CETESB, 2016

- **Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Itapevi (CGR Itapevi)**

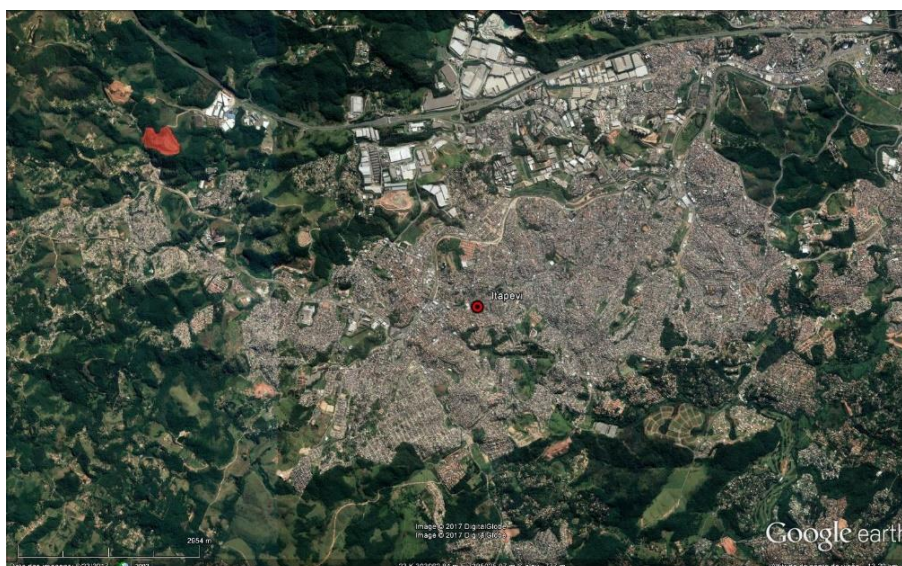
No município de Itapevi está localizado o Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Itapevi (CGR Itapevi), uma unidade particular de propriedade da empresa Estre. O aterro sanitário possui área de 205.546,0 m² para recebimento de resíduos classe II (ABNT, 2004) e está localizado na Estrada Municipal de Araçariçuama, no Bairro de Ambuitá. A **Figura 7.12**, a seguir, exhibe a inserção

local da unidade e, em seguida, a **Figura 7.13** mostra a posição do empreendimento em relação a mancha urbana do município de Itapevi.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.12 - Inserção Local do Centro de Gerenciamento de Resíduos Itapevi



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.13 - Inserção Municipal do Centro de Gerenciamento de Resíduos

A unidade iniciou suas atividades no ano de 2003 e foi projetada para atender uma capacidade total de 3,22 milhões de toneladas de resíduos sólidos. As instalações do aterro sanitário contam com impermeabilização de base realizada com geomembrana em PEAD, dreno de gases e percolado, cobertura diária de resíduos, balança para pesagem dos resíduos recebidos e tanques para armazenamento do percolado. Os líquidos percolados são coletados e, posteriormente, tratados fora da unidade.

Inicialmente, a vida útil do aterro sanitário foi estimada em 18 anos, dividida em duas etapas. A primeira etapa do aterro seria estendida até o 13º ano de operação e a segunda etapa compreenderia mais 5 anos. Assim, considerando que a unidade iniciou suas atividades no ano de 2003, o empreendimento seria encerrado no ano de 2021. Contudo, ambas as etapas foram concluídas em 2014, devido à grande demanda (Itapevi, 2013). Hoje, a unidade encontra-se em funcionamento e segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Itapevi (Itapevi, 2012) o CGR Itapevi encerraria suas atividades no ano de 2017.

Neste contexto, é necessário observar que a unidade está inserida em uma região que lhe permite uma certa ampliação, uma vez que, como pode ser observada na **Figura 7.12**, existe área disponível em seu entorno, livre de ocupações urbanas ou barreiras físicas. Mesmo assim, nos documentos consultados não foram encontradas informações sobre o licenciamento ou projetos recentes de ampliações da unidade.

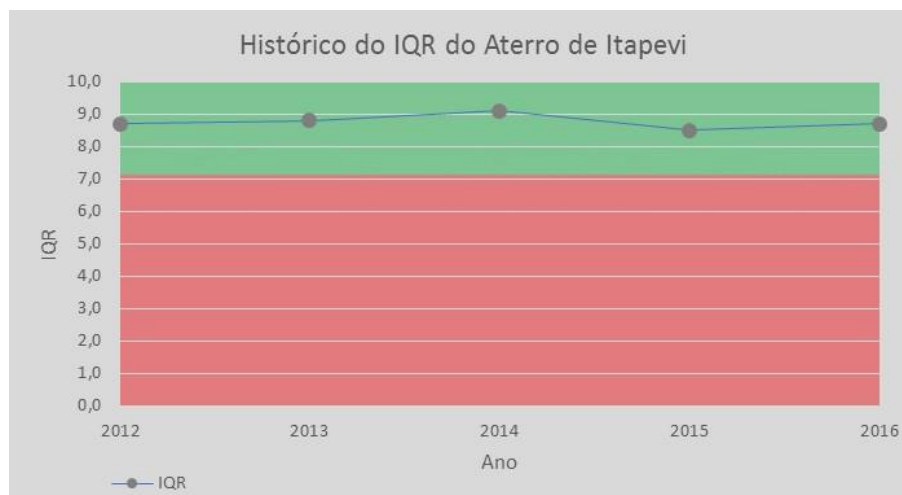
Nos documentos consultados também não foram encontradas informações para a delimitação exata da gleba, portanto, a demarcação do aterro apresentada na **Figura 7.12** corresponde apenas a área ocupada por resíduos e instalações de manutenção e operação, que são visualizadas facilmente por imagens de satélite.

Atualmente, a unidade atende 7 municípios e recebe diariamente 669,58 toneladas de RSU, conforme a **Tabela 7.27**. Em seguida, a **Figura 7.14** exibe a série dos últimos 5 anos do IQR do CGR Itapevi.

Tabela 7.27 - Recebimento de RSU do CGR Itapevi

Nº Ord	Municípios	RSU (t/dia)	Localização do município em relação a BAT
1	Itapevi	203,84	UGRHI 06
2	Cotia	210,33	UGRHI 06
3	Jandira	108,16	UGRHI 06
4	Vargem Grande Paulista	39,63	UGRHI 06
5	São Roque	63,49	UGRHI 06
6	Araçariguama	14,41	UGRHI 10
7	Mairinque	29,72	UGRHI 10
TOTAL		669,58	-

Fonte: CETESB, 2016



Fonte: CETESB 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.14 - Série histórica do IQR do Aterro de Itapevi – CGR Itapevi

O CGR Itapevi, desde da sua inauguração, sempre foi enquadrado como adequado segundo os Inventários da CETESB. Antes da mudança de metodologia de avaliação dos aterros sanitários a unidade mantinha classificação acima de 9,0.

- **Aterro da Tecipar Engenharia em Santana de Parnaíba**

O aterro sanitário localizado no município de Santana de Parnaíba é de propriedade privada da empresa Tecipar Engenharia e Meio Ambiente. A unidade está localizada na Avenida Ouro Branco, no bairro Refúgio dos Bandeirantes. O aterro sanitário da Tecipar Engenharia recebe atualmente apenas resíduos sólidos de classe II, de acordo com classificação da NBR 10.004/2004. A **Figura 7.15** exibe a inserção local da unidade e, em seguida, a **Figura 7.16** mostra a posição do empreendimento em relação a mancha urbana do município de Santana de Parnaíba.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.15 - Inserção Local do Aterro Sanitário da Tecipar Engenharia



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.16 - Inserção Municipal do aterro sanitário da Tecipar Engenharia

A unidade conta com impermeabilização de base composta por selo de argila e geomembrana de PEAD, drenos de gases e cobertura diária dos resíduos. Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico do município, o aterro sanitário da Tecipar Engenharia tinha vida útil de mais 3 anos aproximadamente (SANTANA DE PARNAÍBA, 2013), porém, continua funcionando normalmente. Na base de dados disponível não foi observada a data de início das operações da unidade.

A unidade está inserida em uma região que lhe permite uma certa ampliação, limitando-se apenas a sudeste, onde é possível observar um bairro próximo ao empreendimento, como pode ser observada na **Figura 7.15**. No entanto, na base de dados consultada não foram encontradas informações relativas a novas ampliações da unidade.

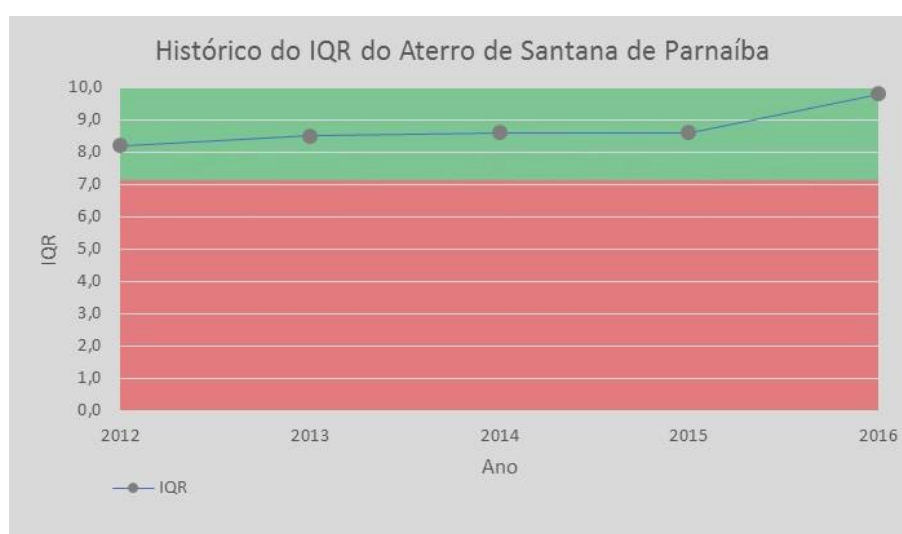
Nos documentos consultados não foram encontradas também informações para a delimitação exata da gleba da unidade e, portanto, a demarcação do aterro corresponde apenas a área ocupada por resíduos e instalações de manutenção e operação que são visualizadas facilmente por imagens de satélite.

De acordo com o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos da CETESB (2016) são destinadas 1.071,39 toneladas de RSU para a unidade diariamente (**Tabela 7.28**). Em seguida, a **Figura 7.17** apresenta a série dos últimos 5 anos do IQR do aterro sanitário de Santana de Parnaíba.

Tabela 7.28 - Recebimento de RSU do aterro sanitário da Tecipar Engenharia em Santana de Parnaíba

Nº Ord	Municípios	RSU (t/dia)	Localização do município em relação a BAT
1	Santana de Parnaíba	116,33	UGRHI 06
2	Barueri	238,44	UGRHI 06
3	Carapicuíba	355,02	UGRHI 06
4	Pirapora do Bom Jesus	12,54	UGRHI 06
5	Jundiaí	349,06	UGRHI 05
TOTAL		1.071,39	-

Fonte: CETESB, 2016



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.17 - Série histórica do IQR do Aterro de Santana de Parnaíba – Tecipar Engenharia

A unidade, ao longo do histórico analisado, sempre apresentou IQR maior que 7,1 classificada, portanto, como adequada pela CETESB. Com destaque para o ano de 2016, onde o empreendimento obteve a melhor avaliação IQR de 9,8.

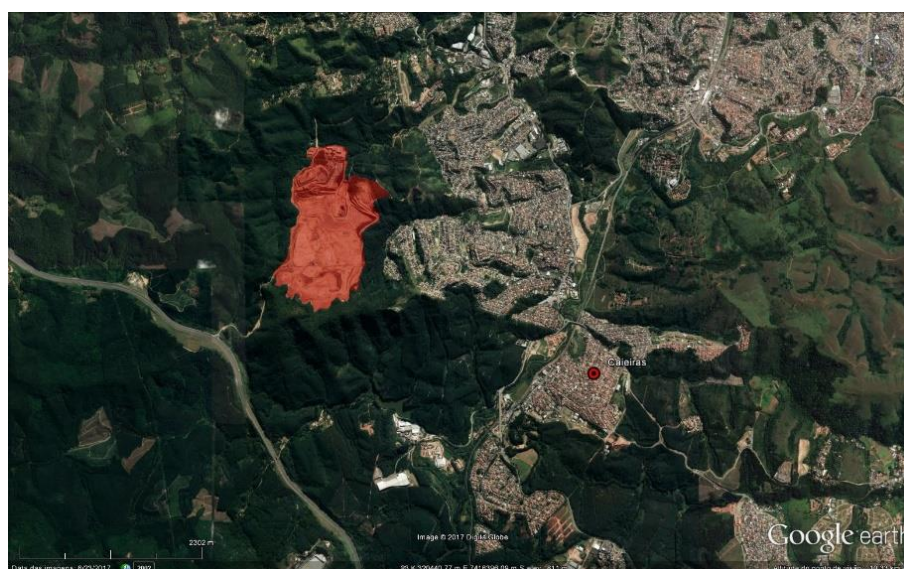
- **Central de Tratamento de Tratamento e Valorização Ambiental Caieiras (CTVA Caieiras) de Caieiras**

A Central de Tratamento de Tratamento e Valorização Ambiental Caieiras (CTVA Caieiras) é de propriedade da empresa Essencis Soluções Ambientais. Está localizado no km 33 da Rodovia dos Bandeirantes, aproximadamente, 1,2 km do centro urbano da cidade. A **Figura 7.18** exibe a inserção local da unidade e, em seguida, a **Figura 7.19** mostra a posição do empreendimento em relação ao centro urbano do município de Caieiras.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.18 - Inserção Local da CTVA Caieiras



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.19 - Inserção Municipal da CTVA Caieiras

A unidade compreende uma gleba de 3,5 milhões de m² - 44% da área ocupada com cobertura vegetal nativa - e possui além do aterro para recebimento de resíduos sólidos de classe II uma série de outras tecnologias para tratamento de diversos tipos de resíduos, inclusive aterro para a disposição resíduos de classe I, segundo classificação da NBR 10.004/2004. Certamente esta unidade compreende ao maior empreendimento desta classe de atividade inserido na BAT e, provavelmente, no estado.

A unidade é composta por uma série de edificações administrativas; uma planta de logística reversa, para a recuperação de resíduos eletroeletrônicos; uma divisão específica denominada “recuperação de metais”, onde são extraídos metais pesados de lodos provenientes de estações de tratamento de efluentes industriais e; uma seção específica de desorção térmica, para o tratamento de solos contaminados por hidrocarbonetos.

O aterro sanitário de classe II, para onde são encaminhados os RSU, é construído com elementos para a proteção do solo (argila, geomembrana e outros materiais), drenos de gases e percolados, cobertura diária dos resíduos, balança de pesagem do material recebido; entre outros componentes de proteção sanitária e ambiental.

Todo o percolado drenado dos maciços de resíduos sólidos é acumulado em lagoas e, posteriormente, encaminhado, através de transporte terrestre (caminhões tanques), à Estação de Tratamento de Esgoto de Barueri, da Sabesp. Já os gases coletados são direcionados aos *flares*, onde são queimados na própria unidade.

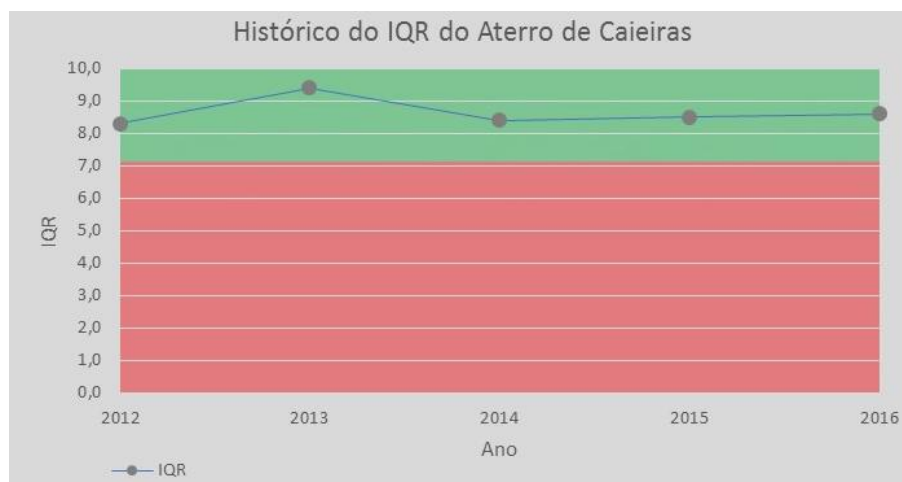
O volume total de projeto do aterro classe II é de 60 milhões de m³ de resíduos sólidos e, segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Caieiras (CAIEIRAS, 2015), até agosto de 2014 a unidade já havia recebido 25,4 milhões de m³, ocupando, assim, pouco mais de 41% de sua capacidade total. Segundo o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para a ampliação da unidade, submetido no ano de 2016 às respectivas autoridades ambientais, com a expansão proposta (30 ha horizontal para sul e oeste e alteamento de células existentes), a unidade terá nesta fase 14,4 anos de vida útil (ESSENCIS, 2016).

Segundo a CETESB (2016), 16 municípios destinam seus RSU para a CTVA Caieiras, entre eles, o próprio município de Caieiras, que tem uma condicionante de utilização do empreendimento por estar situado no município; 9 outros municípios que estão inseridos na BAT; e 6 localizados fora da BAT; somando no total um recebimento diário de 5,7 mil toneladas de RSU (**Tabela 7.29**). Cabe destacar que a CTVA Caieiras é um empreendimento particular e, portanto, além dos resíduos dos municípios, recebe também de outros clientes privados, o que amplia a sua demanda. Em seguida, a **Figura 7.20** apresenta a série dos últimos 5 anos do IQR da CTVA Caieiras.

Tabela 7.29 - Recebimento de RSU da CTVA Caieiras

Nº Ord	Municípios	RSU (t/dia)	Localização do município em relação a BAT
1	Caieiras	75,69	UGRHI 06
2	Cajamar	57,13	UGRHI 06
3	Embu-Guaçu	52,78	UGRHI 06
4	Francisco Morato	152,64	UGRHI 06
5	Franco da Rocha	122,42	UGRHI 06
6	Itapeverica da Serra	150,93	UGRHI 06
7	São Lourenço da Serra	9,76	UGRHI 06
8	São Paulo	4.690,95	UGRHI 06
9	Taboão da Serra	248,35	UGRHI 06
10	Várzea Paulista	105,99	UGRHI 05
11	Bom Jesus dos Perdões	14,52	UGRHI 05
12	Campo Limpo Paulista	65,35	UGRHI 05
13	Iguape	20,9	UGRHI 11
14	Ilha Comprida	7,33	UGRHI 11
15	Miracatu	7,34	UGRHI 11
16	Sete Barras	5,07	UGRHI 11
TOTAL		5.787,15	-

Fonte: CETESB, 2016



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.20 - Série histórica do IQR do Aterro de Caieiras – CTVA Caieiras

Desde sua inauguração, em meados de 2002, o IQR da unidade sempre foi classificado como adequado, segundo os Inventários da CETESB.

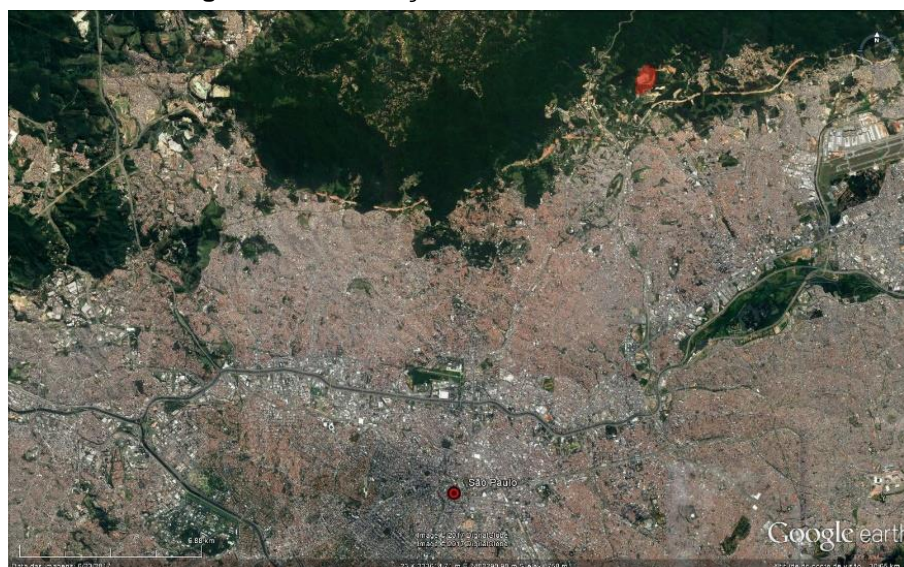
- **Centro de Disposição de Resíduos Pedreira (CDR Pedreira) de São Paulo**

O Centro de Disposição de Resíduos Pedreira (CDR Pedreira) é uma unidade particular localizada na Estrada Professor Edmundo Hosset, Bairro de Bela Vista, extremo noroeste do município de São Paulo, divisa com Guarulhos. A **Figura 7.21** exibe a inserção local da unidade e, em seguida, a **Figura 7.22** mostra a posição do empreendimento em relação ao centro urbano do município de São Paulo.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.21 - Inserção Local do CDR Pedreira



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.22 - Inserção Municipal do CDR Pedreira

Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Poá (2015) a unidade deve operar até o ano de 2018, depois disso suas atividades devem ser encerradas.

No entanto, pode-se observar que, mesmo inserido no limite entre o município de São Paulo e Guarulhos a unidade possui áreas para expansão e prolongamento da sua vida útil. Horizontalmente, é possível ampliar o CDR Pedreira para leste, oeste e norte. Limitando-se apenas a sul do empreendimento, onde está localizado o aterro sanitário do município de Guarulhos.

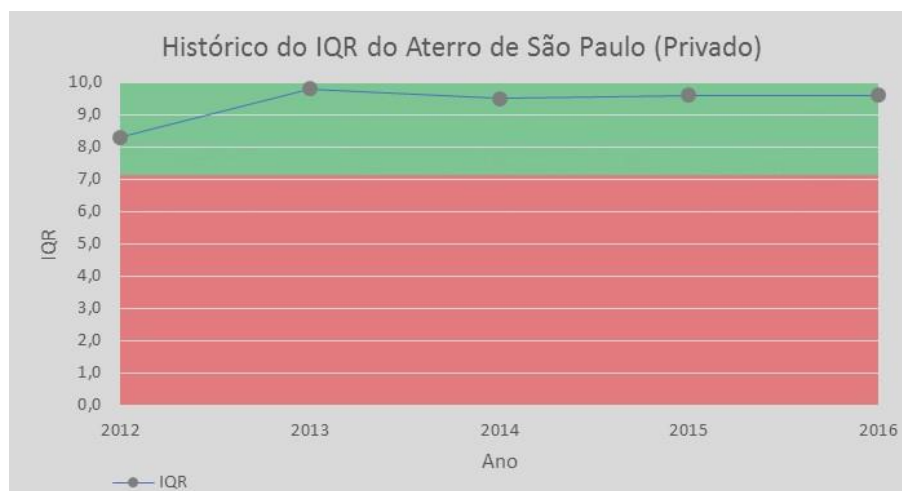
A unidade recebe resíduos de classe II de diferentes municípios do Estado de São Paulo. O aterro classe II conta com elementos de engenharia para a impermeabilização de base, com argila e geomembrana de PEAD, drenagem de gases e percolado, cobertura diária dos resíduos sólidos, pesagem dos resíduos recebidos, entre outras características de proteção ambiental e sanitária.

De acordo com a CETESB (2016) o CDR Pedreira recebe RSU de 9 municípios que soma uma disposição diária de 1.071,9 toneladas de resíduos. Cabe salientar que a unidade é um empreendimento privado, podendo receber resíduos de outras atividades, desde que classificados como resíduos de classe II, de acordo com a NBR 10.004/2004. A **Tabela 7.30** apresenta os municípios que no ano de 2016 destinaram RSU para o CDR Pedreira. Em seguida, a **Figura 7.23** apresenta a série dos últimos 5 anos do IQR da unidade.

Tabela 7.30 - Recebimento de RSU do CDR Pedreira

Nº Ord	Municípios	RSU (t/dia)	Localização do município em relação a BAT
1	Arujá	52,35	UGRHI 06
2	Ferraz de Vasconcelos	160,58	UGRHI 06
3	Itaquaquecetuba	321,1	UGRHI 06
4	Mairiporã	65,71	UGRHI 06
5	Nazaré Paulista	10,65	UGRHI 06
6	Poá	101,56	UGRHI 06
7	Suzano	225,11	UGRHI 06
8	Atibaia	113,41	UGRHI 05
9	Piracaia	21,47	UGRHI 05
TOTAL		1.071,94	-

Fonte: CETESB, 2016



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.23 - Série histórica do IQR do Aterro de São Paulo – CDR Pedreira

No período destacado o menor IQR observado foi no ano de 2012. Nos anos seguintes a classificação do empreendimento sempre esteve muito próxima de 10.

- **Lara Central de Tratamento de Resíduos de Mauá**

O aterro sanitário localizado no município de Mauá é uma unidade particular denominada Lara Central de Tratamento de Resíduos. O empreendimento está localizado na Av. Guaraciaba, Bairro Sertãozinho, em área contígua ao Rodoanel. A **Figura 7.24** exhibe a inserção local da unidade e, em seguida, a **Figura 7.25** mostra a posição do empreendimento em relação ao centro urbano do município de Mauá.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.24 - Inserção Local do aterro sanitário da Lara Central de Tratamento de Resíduos



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.25 - Inserção Municipal do aterro sanitário da Lara Central de Tratamento de Resíduos

Segundo o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de São Bernardo do Campo (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2015), na época da elaboração de tal documento o aterro sanitário estava passando por um processo de ampliação que ampliaria a vida útil da unidade em mais 10 anos, ou seja, até 2025. Na **Figura 7.24** é possível observar que o empreendimento agora tem poucas alternativas de expansão horizontal, uma vez as áreas ligadas a face norte do aterro têm uso industrial, na face sul existe uma barreira física formada pela Rodoanel Mário Covas, a oeste do empreendimento é possível observar uma área com galpões industriais seguida por uma ocupação urbana consolidada e, por fim, a face leste do aterro é a única que lhe permite uma ampliação, por estar conectada a uma área vaga, no entanto, esta gleba limita-se logo em seguida pelo acesso da Av. Papa João XXIII com o Rodoanel.

A unidade da empresa Lara tem como origem uma antiga cava de mineração e iniciou suas atividades em 1991. De acordo com a CETESB (2016), a unidade recebe RSU de Mauá e de mais 7 municípios, dos quais 2 estão fora da BAT (**Tabela 7.31**), somando um recebimento diário de 2.051,7 toneladas.

O aterro sanitário recebe resíduos de classe II, de acordo com a classificação de resíduos sólidos da NBR 10.004/2004. O maciço de resíduos conta com impermeabilização de base em argila e geossintéticos, drenos de percolado e gases, cobertura diária dos resíduos, controle de resíduos recebidos, balança de pesagem, entre outros elementos de proteção ambiental e sanitária.

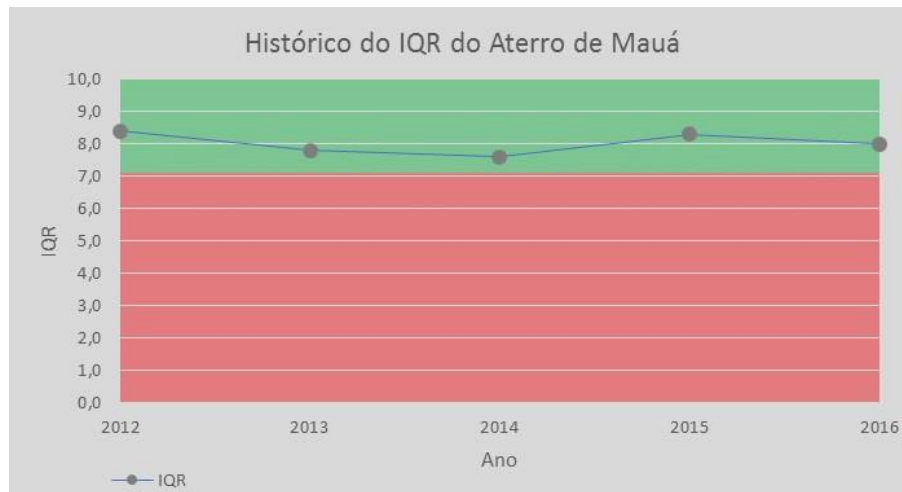
Os gases extraídos do maciço são queimados em *flares* instalados na unidade. O percolado drenado do aterro é encaminhado para lagoas de aeração e lodo ativado e, posteriormente, são descartados em corpos hídricos de Classe 4 da região (MAUÁ, 2012). Segundo o Cadastro de Outorgas do DAEE, disponibilizado para este estudo, o empreendimento tem outorga de lançamento de 25 m³/h no córrego da Serraria com validade até 13 de dezembro de 2021. O cadastro do DAEE não informa a carga de DBO autorizada para lançamento.

A **Figura 7.26** apresenta a série dos últimos 5 anos do IQR do aterro sanitário de Mauá da Lara Central de Tratamento de Resíduos.

Tabela 7.31 - Recebimento de RSU na Lara Central de Tratamento de Resíduos

Nº Ord	Municípios	RSU (t/dia)	Localização do município em relação a BAT
1	Mauá	411,93	UGRHI 06
2	Diadema	373,66	UGRHI 06
3	Ribeirão Pires	109,02	UGRHI 06
4	Rio Grande da Serra	39,09	UGRHI 06
5	São Bernardo do Campo	889,34	UGRHI 06
6	São Caetano do Sul	142,94	UGRHI 06
7	Itanhaém	77,22	UGRHI 07
8	Juquiá	8,51	UGRHI 11
TOTAL		2.051,71	-

Fonte: CETESB, 2016



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.26 - Série histórica do IQR do Aterro de Mauá – Lara Central de Tratamento de Resíduos

Durante o período demonstrado na Figura acima o empreendimento ficou classificado como adequado, com IQR variando entre 7,0 e 8,0. Porém, em data anterior a alteração de metodologia de enquadramento do IQR pela CETESB, no ano de 2011, a unidade foi classificada como controlada (IQR de 7,4).

7.3.1.3.2. Detalhamento dos aterros sanitários públicos inseridos na BAT

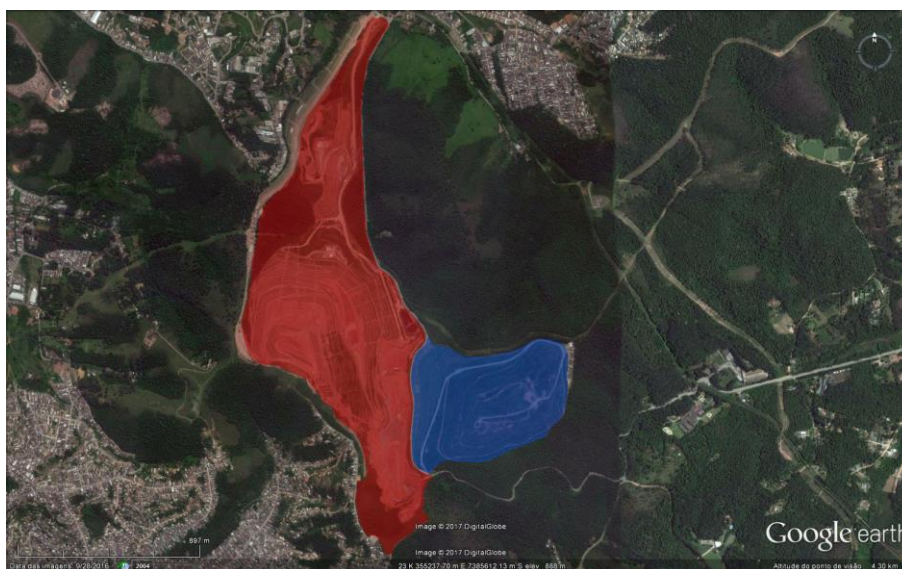
- **Central de Tratamento de Resíduos Leste e Sítio São João em São Paulo**

A Central de Tratamento de Resíduos Leste (CTL) está inserida no extremo leste da cidade de São Paulo, em área contígua ao antigo aterro sanitário Sítio São João. Ambas as unidades pertencem a Prefeitura Municipal de São Paulo e hoje são operacionalizadas pela Concessionária Ecourbis.

O aterro sanitário Sítio São João, com uma área de 824 mil m², iniciou suas atividades no ano de 1991, com sua capacidade de receber 27 milhões de toneladas de resíduos sólidos operou até o ano de 2007. No ano de 2010 entrou em operação a CTL, com uma área total de 1,83 milhões de m². Anteriormente, as unidades estavam separadas apenas pela estrada Sapopemba e, atualmente, em processo de ampliação, a estrada foi desviada, acompanhando o contorno externo da CTL para que as glebas fossem unidas.

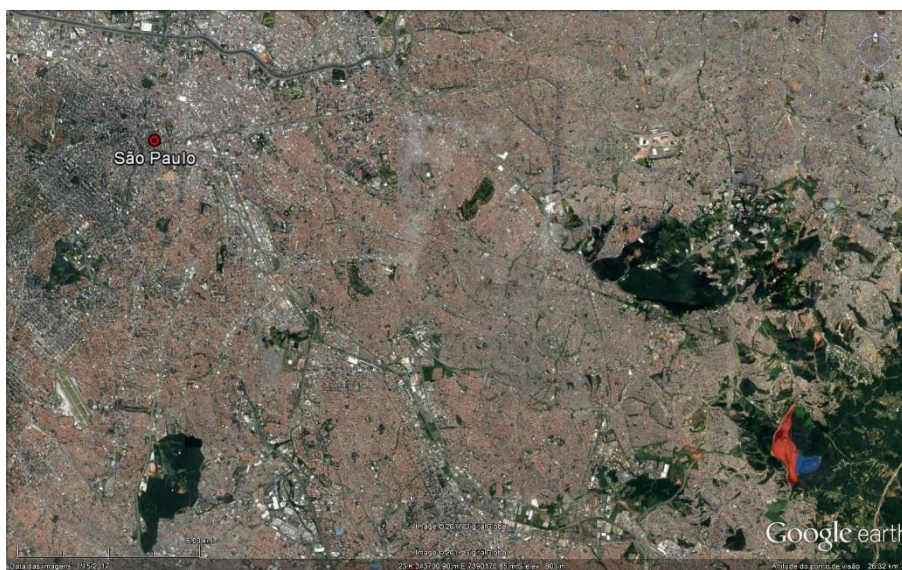
Por ser um empreendimento público a CTL recebe praticamente metade dos RSU da cidade de São Paulo, em média 7,5 mil toneladas diariamente, a outra fração é destinada a CTVA Caieiras, descrita no item anterior.

O projeto de ampliação prevê a unificação dos dois aterros sanitários. A **Figura 7.27** exibe a inserção local da CTL, em vermelho, e do Sítio São João, em azul. Em seguida, a **Figura 7.28** mostra a posição dos empreendimentos em relação ao centro urbano do município de São Paulo.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.27 - Inserção local dos aterros sanitários Sítio São João e CTL

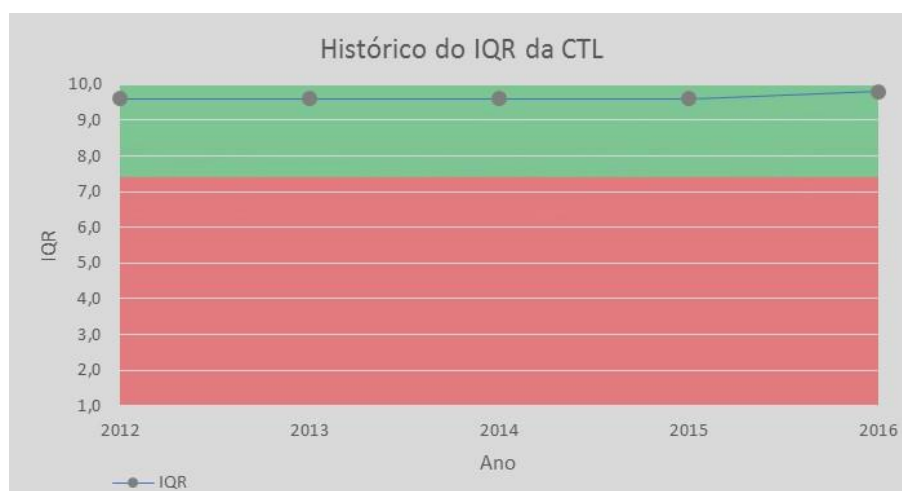


Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.28 - Inserção municipal dos aterros sanitários Sítio São João e CTL

Segundo a Prefeitura Municipal de São Paulo, no ano de 2016, foi terminada as obras de ampliação da CTL que permitia a operação da unidade por mais 12 anos, ou seja, até o ano de 2028, aproximadamente (SÃO PAULO, 2016).

O aterro sanitário Sítio São João conta com projeto de captação de metano e geração de energia com capacidade instalada de 200 mil MWh/ano. A CTL está equipada com balança para pesagem dos resíduos recebidos, impermeabilização com geomembrana e argila compactada na base do aterro, drenos de gases e percolado, cobertura diária dos resíduos, entre outros elementos de proteção ambiental e sanitária. A **Figura 7.29** apresenta o histórico do IQR da CTL.



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.29 - Série histórica do IQR da CTL

No contexto geral, com a perspectiva de futuras ampliações, é possível observar que a região onde as unidades estão inseridas permite modestas ampliações. É possível observar que as faces norte e sul da gleba, onde estão inseridos os empreendimentos, são áreas que já apresentam um certo uso, com destaque para o lado sul, onde expande-se uma densa área urbana com ocupações desordenadas de características irregulares. O lado sudeste, apesar de existir disponibilidade de área, o território pertencente a bacia do Manancial Guaió, integrante ao Sistema Produtor de Água para a Região Metropolitana de São Paulo e, portanto, segundo as legislações específicas não é permitida a instalação de empreendimentos para a disposição final de resíduos. Por fim, no lado oeste está sendo implementada a nova estrada da Sapopemba, o que cria uma barreira física para uma futura expansão da unidade.

Outra questão que deve ser observada neste estudo são os vetores de expansão urbana, principalmente, por ocupações desordenadas, com características irregulares, invasões e favelas que se deslocam em direção ao empreendimento. Nesse cenário, é necessária uma diretriz futura, pós encerramento da unidade, para que a área não seja ocupada irregularmente por moradias.

- **Aterro Municipal de Santo André**

O aterro municipal de Santo André iniciou suas atividades no ano de 1986, e está em funcionamento até hoje. A unidade é denominada Central de Tratamento de Resíduos (CTR) e, além do aterro sanitário para resíduos de classe II, a gleba comporta uma central de triagem manual, operada por uma cooperativa de catadores, uma área para acondicionamento de pneus e uma usina de beneficiamento de madeira. A gleba do empreendimento conta com uma área total de 217,6 mil m² e, em 2007, já estava com 60% de sua capacidade tomada por resíduos sólidos (SEMASA, 2007). A **Figura 7.30** exibe a inserção local da CTR e, em seguida, a **Figura 7.31** mostra a posição da unidade em relação ao centro urbano do município de Santo André.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.30 - Inserção local do aterro sanitário de Santo André



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.31 - Inserção municipal do aterro sanitário de Santo André

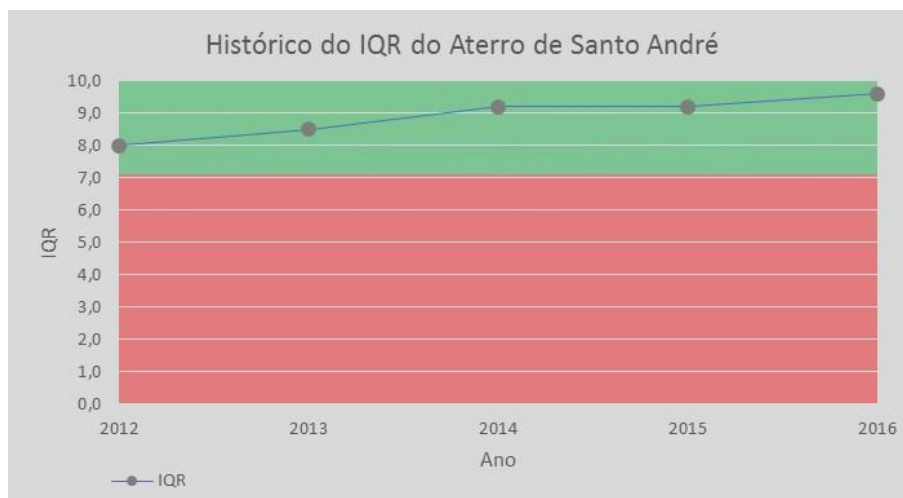
A CTR está inserida em uma área que, ao longo de sua existência, foi sendo urbanizada, sendo assim, nas suas proximidades predominam-se bairros de uso residencial. Em relação a sua inserção local é possível observar que, excluindo-se a face norte do aterro, existem áreas disponíveis para novas expansões, porém é preciso avaliar, uma vez que expansões horizontais aproximam o aterro de áreas residenciais.

Por ser um empreendimento público a CTR recebe, unicamente, o RSU do município de Santo André. Durante o período de operação a unidade passou por diversas fases de ampliação e problemas que interromperam sua operação, obrigando o município de Santo André, neste período, a encaminhar o RSU para a Central Lara Tratamento de Resíduos, localizada no município de Mauá.

Segundo o Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA) elaborado no ano de 2007 para a ampliação de uma nova etapa a unidade, a vida útil do aterro seria estendida por mais 13 anos, ou seja, até o ano de 2020 (SEMASA, 2007). Porém, na época da elaboração do documento a CTR recebia, diariamente, em torno de 550 toneladas de RSU, hoje, segundo a CETESB (2016) a

unidade recebe 784 toneladas. Certamente, esse acréscimo no recebimento resulta na redução da vida útil do aterro sanitário de Santo André.

A **Figura 7.32** apresenta a série dos últimos 5 anos do IQR do aterro sanitário municipal de Santo André.



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.32 - Série histórica do IQR do aterro sanitário municipal de Santo André

Apesar da sua vida útil relativamente baixa o IQR da unidade sempre apresentou bons resultados, com melhorias anuais.

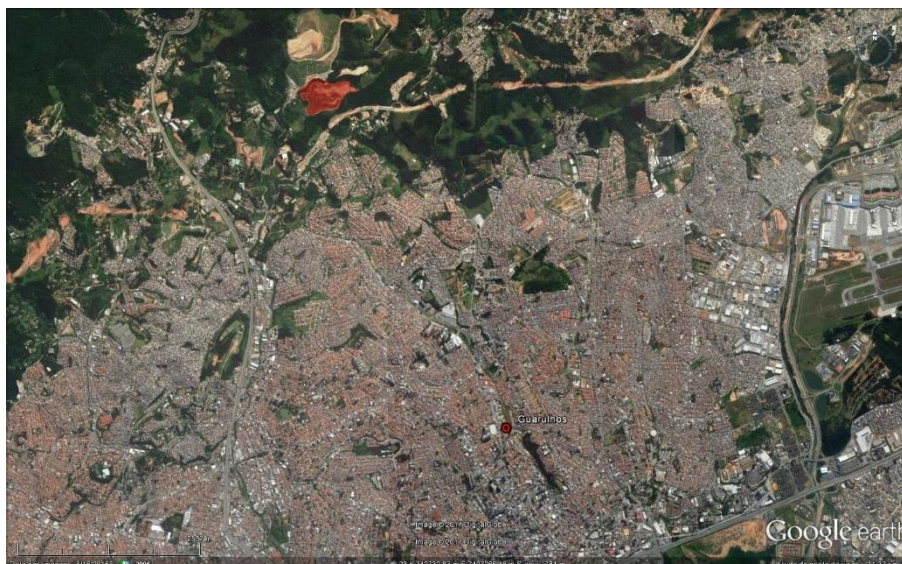
- **Aterro Sanitário Quitaúna em Guarulhos**

O aterro sanitário do município de Guarulhos, denominado Aterro Sanitário Quitaúna, iniciou suas atividades no ano 2001. A unidade está localizada próximo ao trecho Leste do Rodoanel Mário Covas, na divisa com o município de São Paulo, em área contígua ao CDR Pedreira, este inserido no município de São Paulo. A **Figura 7.33** exhibe a inserção local do Aterro Sanitário Quitaúna e, em seguida, a **Figura 7.34** mostra a posição da unidade em relação ao centro urbano do município de Guarulhos.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.33 - Inserção local do Aterro Sanitário Quitaúna



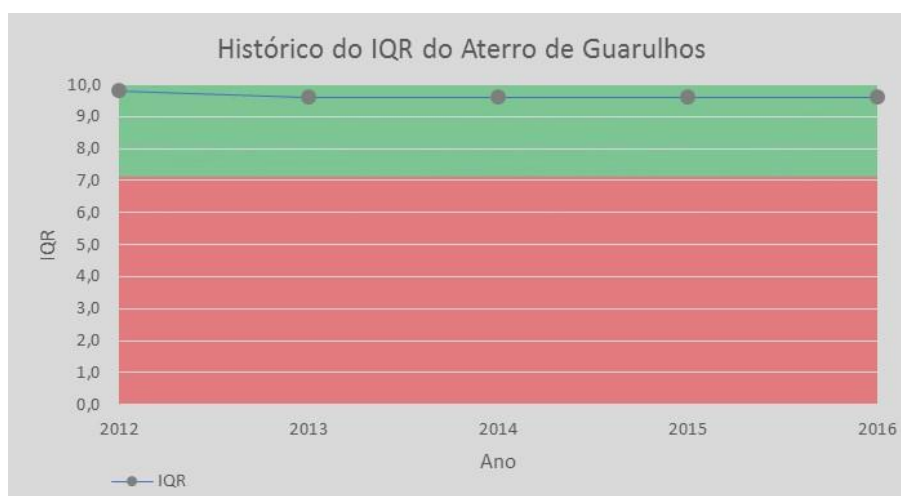
Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.34 - Inserção municipal do aterro sanitário Quitaúna

No ano de 2016 foi elaborado o RIMA para a ampliação da fase 10 do aterro. Segundo o documento essa fase de expansão permitirá um prolongamento de 10,7 anos na vida útil do empreendimento, ou seja, 2026 (GUARULHOS, 2016). Em relação a novas ampliações horizontais observa-se que a unidade está inserida em uma área que lhe permite projetos futuros de expansão, uma vez que há disponibilidade de área sem usos na região.

O aterro de resíduos conta com impermeabilização de base em argila e geossintéticos, drenos de percolado e gases, cobertura diária dos resíduos, controle de recebimento de resíduos, balança de pesagem, entre outros elementos de proteção ambiental e sanitária. O percolado drenado no aterro é armazenado em tanques para, posterior transporte e tratamento externo. Por ser um empreendimento público o aterro sanitário de Guarulhos recebe apenas o RSU do município que, segundo a CETESB (2016), diariamente soma 1.480 toneladas.

A **Figura 7.35** apresenta a série dos últimos 5 anos do IQR do aterro sanitário municipal de Guarulhos. Dentre os aterros sanitários inseridos na BAT, este é apresenta o melhor histórico de IQR.



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.35 - Série histórica do IQR do aterro sanitário municipal de Guarulhos

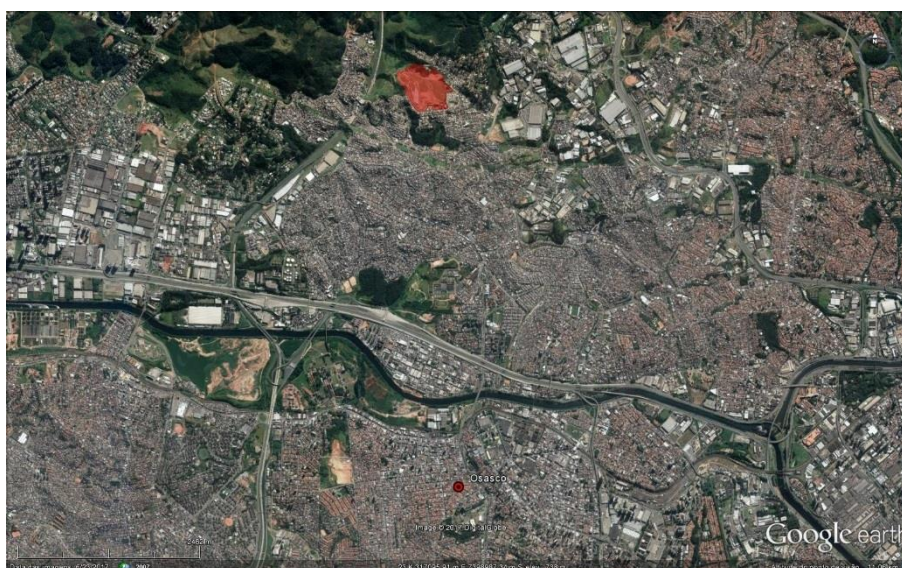
- **Aterro Municipal de Osasco**

O aterro municipal de Osasco iniciou suas atividades no ano de 1989 e, desde então, recebe resíduos de classe II, de acordo com a classificação da ABNT NBR 10.004/2004. A unidade está localizada na rua Pietro Clissa, Bairro Jardim Bonança. A **Figura 7.36** exibe a inserção local da unidade e, em seguida, a **Figura 7.37** mostra a posição do aterro em relação ao centro urbano do município de Osasco.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.36 - Inserção local do aterro sanitário de Osasco



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.37 - Inserção municipal do aterro sanitário de Osasco

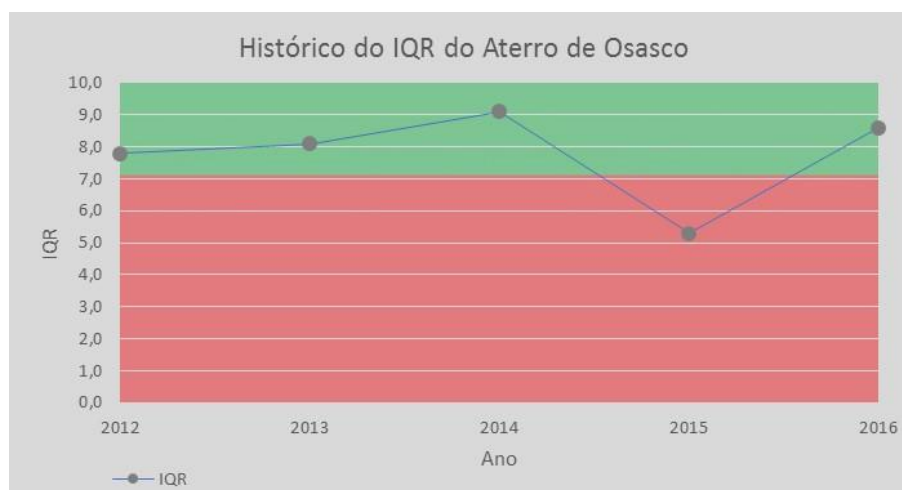
Em decorrência de uma série de deficiências existentes, em 1998, a Prefeitura Municipal de Osasco assinou um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), para o equacionamento ambiental do empreendimento. No ano seguinte, por meio de procedimento licitatório a operação da unidade foi transferida para a iniciativa privada, desde então o aterro sanitário passou por uma série de ajustamentos.

O aterro sanitário dispõe de uma série de elementos como impermeabilização de base, drenagem de percolado e gases, lagoa de acúmulo de percolado, cobertura diária de resíduos, balança para pesagem e controle dos resíduos recebidos, monitoramento das águas subterrâneas e uma série de outros componentes e procedimentos que visam a proteção ambiental e sanitária.

Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos o percolato acumulado nas lagoas de chorume é transferido, através de transporte rodoviário, para uma estação de tratamento de esgoto (ETE) da Sabesp, mediante contrato firmado entre a Prefeitura Municipal de Osasco e a Sabesp (OSASCO, 2016).

Por ser um empreendimento público o aterro sanitário do município de Osasco recebe apenas o RSU do próprio município, algo em torno de 760 toneladas diariamente e, mesmo com o recebimento relativamente baixo a vida útil da unidade está exaurida. Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos existe a possibilidade de ampliação horizontal da unidade, que daria uma sobrevida à unidade de mais 6 anos, porém a área prevista para expansão foi ocupada irregularmente (OSASCO, 2016).

Outra questão essencial que deve ser tratada pelo município é a inserção urbana da unidade. Nas **Figuras 7.36 e 7.37**, exibidas acima, é possível observar que nos limites do aterro sanitário existe um grande processo de ocupação desordenada. Neste cenário é essencial destacar que, quando encerrada a unidade, devem ser realizadas ações pela Prefeitura Municipal de Osasco que impeçam a ocupação irregular na área. A **Figura 7.38** apresenta a série dos últimos 5 anos do IQR do aterro sanitário municipal de Osasco.



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.38 - Série histórica do IQR do aterro sanitário municipal de Osasco

O empreendimento no ano de 2015 obteve IQR abaixo do enquadramento, sendo assim foi classificado inadequado pela CETESB. Nos documentos consultados não foi observada a justificativa pelo enquadramento abaixo da média.

- **Aterro Municipal de Embu das Artes**

O aterro municipal de Embu das Artes está localizado na área Industrial do Município, na Estrada do Comendador, entre o Rodoanel Mário Covas e a Rodovia Régis Bittencourt (BR-116). O Bairro Jardim Santo Antonio, de uso residencial, mais próximo está localizado a 500 metros da unidade. A **Figura 7.39** exhibe a inserção local da unidade e, em seguida, a **Figura 7.40** mostra a posição do aterro em relação ao centro urbano do município de Embu das Artes.



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.39 - Inserção local do aterro de Embu das Artes



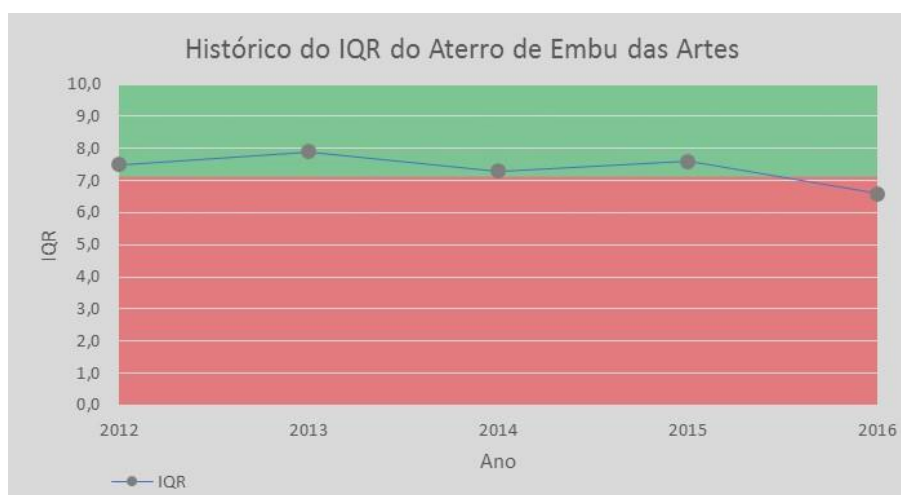
Fonte: Google Earth (2017)

Figura 7.40 - Inserção municipal do aterro de Embu das Artes

Embu das Artes foi o único município a utilizar um aterro municipal para a disposição de RSU, dentro da BAT, classificado como em condições inadequadas no ano de 2016, segundo a CETESB (2016).

A unidade recebe apenas o RSU do município, em média 238 toneladas ao dia e, segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Embu das Artes, passou por um grande processo de recuperação ambiental que teve o objetivo de reduzir os impactos de degradação ambiental e garantir condições adequadas de encerramento da unidade com a reintegração ambiental do empreendimento, de acordo com as exigências dos órgãos ambientais (EMBU DAS ARTES, 2014).

Nos documentos utilizados como referência bibliográfica não foram observadas informações como: área total da gleba, início das operações e vida útil. A **Figura 7.41** apresenta a série dos últimos 5 anos do IQR do aterro sanitário municipal de Embu.



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.41 - Série histórica do IQR do aterro sanitário municipal de Embu das Artes

É necessário observar que o histórico de IQR do aterro sanitário municipal de Embu das Artes sempre esteve muito próximo de ser considerado inadequado, o que acabou acontecendo no ano de 2016. Nos documentos consultados não foram encontradas as informações que levaram a tal enquadramento.

7.3.2. Resíduos da Construção Civil

Segundo a Resolução nº 307/2002 os resíduos da construção civil (RCC) são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002).

No contexto das cidades brasileiras a gestão do RCC ainda representa um grande desafio para os gestores municipais. Os RCC são gerados por pessoas físicas e jurídicas que nem sempre os conduzem aos adequados serviços ou unidades de gerenciamento e, sendo assim, acabam descartados em vias e logradouros públicos clandestinamente.

Muitas vezes, esse descarte irregular ocorre principalmente próximo aos corpos hídricos, rios, córregos, lotes urbanos não ocupados ou nas áreas rurais dos municípios, principalmente, onde é evidente a falta de fiscalização e controle pelos órgãos ambientais e municipais.

Neste cenário, é fundamental que os municípios mantenham, minimamente, um serviço de coleta, transporte e destinação final de RCC, especificamente para o recolhimento dos mesmos quando descartados em via e logradouros públicos.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento (SNIS, 2017) alguns municípios inseridos na BAT mantêm serviços específicos para esta tipologia de resíduos. A **Tabela 7.32** lista os municípios que possuem serviço de coleta especial para o RCC e as quantidade coletadas anualmente, para o ano base de 2015.

Tabela 7.32 - Existência de serviços de coleta de RCC e quantidade coletada por município

Cód. IBGE	Nome do Município	Existência de coleta especial para RCC?	Quantidade coletada (t/ano)
3503901	Arujá	Não	0,0
3505708	Barueri	Sim	77.000,0
3506607	Biritiba Mirim	NP	NP
3509007	Caieiras	Não	0,0
3509205	Cajamar	Não	0,0
3510609	Carapicuíba	NP	NP
3513009	Cotia	Não	0,0
3513801	Diadema	Sim	40.729,0
3515004	Embu das Artes	Não	0,0
3515103	Embu-Guaçu	NP	NP
3515707	Ferraz de Vasconcelos	Não	0,0
3516309	Francisco Morato	NP	NP
3516408	Franco da Rocha	Não	0,0
3518800	Guarulhos	Sim	38.253,0
3522208	Itapeçerica da Serra	Não	0,0
3522505	Itapevi	Não	0,0
3523107	Itaquaquecetuba	NP	NP
3525003	Jandira	Não	0,0
3526209	Juquitiba	NP	NP
3528502	Mairiporã	NP	NP
3529401	Mauá	Sim	14.022,0
3530607	Mogi das Cruzes	Não	0,0
3532405	Nazaré Paulista	Não	0,0
3534401	Osasco	Não	0,0
3535606	Paraibuna	NI	NI
3539103	Pirapora do Bom Jesus	NP	NP
3539806	Poá	Sim	720,0
3543303	Ribeirão Pires	Não	0,0
3544103	Rio Grande da Serra	Não	0,0
3545001	Salesópolis	NP	NP
3547304	Santana de Parnaíba	Não	0,0
3547809	Santo André	Sim	102.723,0
3548708	São Bernardo do Campo	Sim	134.966,0
3548807	São Caetano do Sul	Sim	6.930,0
3549953	São Lourenço da Serra	Sim	5,0
3550308	São Paulo	Não	0,0
3550605	São Roque	Não	0,0
3552502	Suzano	Não	0,0
3552809	Taboão da Serra	Não	0,0
3556453	Vargem Grande Paulista	NI	0,0

NP. Município não preencheu os formulários do SNIS

Fonte: SNIS, 2017

Complementarmente, é preciso salientar que esses quantitativos correspondem a fração coletada em vias públicas pelas respectivas prefeituras, nesse âmbito, a Tabela não se refere aos quantitativos totais gerados nos municípios (entre gerador privado e público). Destaca-se que, mesmo o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), ser um instrumento previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal nº 12.203/2010, como uma ferramenta para ancorar informações sobre os resíduos sólidos no Brasil, este sistema ainda não contempla qualquer informação sobre quantitativos totais, tratamento e disposição final de RCC.

7.3.3. Resíduos de Serviços de Saúde

Segundo a PNRS (Lei Federal nº 12.305/2010), resíduos de serviços de saúde (RSS) são aqueles gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2012). De forma mais ampla a Resolução nº 358/2005 define os RSS como todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares (CONAMA, 2005).

No geral, em relação a gestão dos RSS grande os municípios utilizam-se de empresas privadas para realizar a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final dos mesmos. Nesse sentido, os municípios podem ser responsáveis por gerir apenas o RSS dos empreendimentos públicos ou, conforme legislação municipal, o município pode realizar, também, o gerenciamento dos RSS dos empreendimentos privados, mediante cadastro e pagamento de taxas.

A **Tabela 7.33** a seguir apresenta algumas especificidades do gerenciamento dos RSS dos municípios que integram a BAT conforme informações disponibilizadas pelo SNIS (2017). Entretanto, é preciso destacar que o SNIS não considera os resíduos dos empreendimentos privados e, portanto, os quantitativos demonstram apenas os totais referentes aos empreendimentos de saúde públicos. Além disso, observa-se que, alguns municípios inseridos na BAT não preencheram o SNIS.

Com citado anteriormente o SINIR, o que deveria ser a ferramenta para registro das informações sobre os resíduos sólidos no Brasil, também não contempla qualquer informação sobre quantitativos totais gerados (públicos e privados), tratamento e disposição final de RSS ainda.

Tabela 7.33 - Informações sobre o gerenciamento dos RSS

Cód. IBGE	Nome do Município	Existência de coleta especial para RSS?	Quantidade coletada (t/ano)	Encaminha para outro município?	Município de destino
3503901	Arujá	Sim	22,7	Sim	Suzano, Caieiras
3505708	Barueri	Sim	598,0	Sim	Santana de Parnaíba
3506607	Biritiba Mirim	NP	NP	NP	NP
3509007	Caieiras	Sim	60,0	Não	-
3509205	Cajamar	Sim	NI	Sim	Caieiras
3510609	Carapicuíba	NP	NP	NP	NP
3513009	Cotia	Sim	403,1	Sim	São Paulo
3513801	Diadema	Sim	619,0	Sim	São Bernardo do Campo, Mauá
3515004	Embu das Artes	Sim	24,4	Sim	São Paulo
3515103	Embu-Guaçu	NP	NP	NP	NP
3515707	Ferraz de Vasconcelos	Sim	2,7	Sim	São Caetano do Sul
3516309	Francisco Morato	NP	NP	NP	NP
3516408	Franco da Rocha	Sim	NI	Não	-
3518800	Guarulhos	Sim	1.701,4	Sim	Mauá, Paulínia
3522208	Itapecerica da Serra	Sim	65,6	Sim	Cajamar
3522505	Itapevi	Sim	151,6	Não	-
3523107	Itaquaquecetuba	NP	NP	NP	NP

Tabela 7.33 - Informações sobre o gerenciamento dos RSS (cont.)

Cód. IBGE	Nome do Município	Existência de coleta especial para RSS?	Quantidade coletada (t/ano)	Encaminha para outro município?	Município de destino
3525003	Jandira	Sim	39,0	Sim	Santana de Parnaíba
3526209	Juquitiba	NP	NP	NP	NP
3528502	Mairiporã	NP	NP	NP	NP
3529401	Mauá	Sim	382,9	Não	-
3530607	Mogi das Cruzes	Sim	50,8	Sim	São Bernardo do Campo
3532405	Nazaré Paulista	Sim	4,2	Não	-
3534401	Osasco	Sim	976,8	Sim	São Bernardo do Campo
3535606	Paraibuna	Sim	5,0	Sim	Jacareí
3539103	Pirapora do Bom Jesus	NP	NP	NP	NP
3539806	Poá	Sim	36,0	Sim	Suzano
3543303	Ribeirão Pires	Sim	153,0	Não	-
3544103	Rio Grande da Serra	Sim	12,0	Sim	Mauá
3545001	Salesópolis	NP	NP	NP	NP
3547304	Santana de Parnaíba	Sim	96,0	Não	-
3547809	Santo André	Sim	1.516,0	Não	-
3548708	São Bernardo do Campo	Sim	NI	Sim	Mauá
3548807	São Caetano do Sul	Sim	542,9	Sim	Mauá
3549953	São Lourenço da Serra	Sim	9,6	Sim	Taboão da Serra
3550308	São Paulo	Sim	40.698,0	Sim	Caieiras, Mauá, São Bernardo do Campo
3550605	São Roque	Sim	53,0	Sim	Santana de Parnaíba
3552502	Suzano	Sim	72,0	Não	-
3552809	Taboão da Serra	Sim	350,0	Sim	Santana de Parnaíba
3556453	Vargem Grande Paulista	Sim	NI	Sim	Suzano

NP. Município não preencheu os formulários do SNIS

Fonte: SNIS, 2017

7.3.4. Conclusão

Ao final, após decorrer sobre importantes aspectos dos serviços de coleta e manejo de resíduos sólidos é essencial fazer algumas considerações. No contexto geral, pode-se observar que, no tocante ao tema, a BAT encontra-se numa situação um tanto quanto satisfatória, até mesmo porque a RMSP, certamente, compõe um importante conglomerado econômico que se destaca entre as maiores regiões metropolitanas do mundo, possibilitando, consecutivamente, aos municípios aplicarem maior quantidade de recursos para o correto manejo dos resíduos.

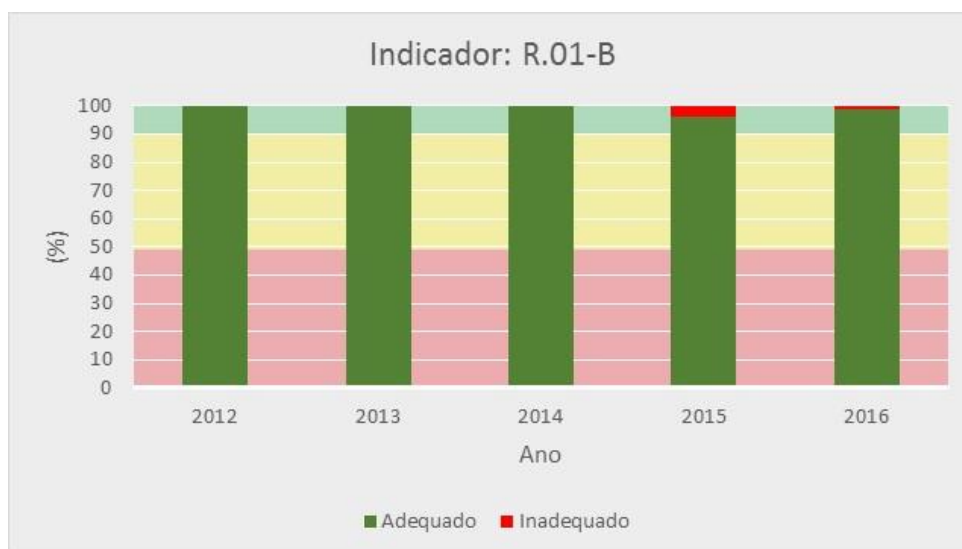
Nesse contexto econômico o setor de resíduos sólidos apresenta fortes relações sistêmicas, tais como os índices de geração *per capita* de resíduos, uma vez que, quanto maior o desenvolvimento econômico de uma região, maior o consumo conspícuo e, consecutivamente, maior a quantidade de resíduos gerados.

Essa relação pode ser facilmente observada no capítulo de geração de resíduos (7.3.1.1), no indicador P.04-A Resíduos Sólidos Gerados, quando em 2003 a estimativa de geração entre os municípios integrantes da BAT estava em torno de 16,6 mil toneladas diária de resíduos e, no ano de 2016, a geração do mesmo grupo de municípios alcançou 21,0 toneladas diária, um aumento de 25,9% em relação a 2003.

No tocante aos serviços de coleta de resíduos sólidos é necessário observar que todos os municípios inseridos na BAT executam tais serviços, seja por empresa contratada, seja de gestão própria da prefeitura, no entanto, parte significativa dos municípios não informaram o SNIS sobre a taxa de cobertura dos serviços, o que pode prejudicar a avaliação do indicador E.06-B Taxa de Cobertura dos Serviços de Coleta de Resíduos.

Quando analisados os indicadores referente a disposição de resíduos observamos que, o R.01-B Resíduo sólido disposto em aterro segundo o enquadramento da CETESB, de 2012 até 2014 a totalidade dos resíduos gerados (estimados) foram destinados para aterros sanitários enquadrados

como adequado. Em 2015 esse percentual baixou para 96,3%, em função da unidade pública de Osasco que, neste ano, foi classificada como inadequada pela CETESB (IQR=5,3). Por fim, no ano de 2016, voltou a subir atingindo 98,8% do total de resíduos, os aterros classificados como inadequados foram os utilizados pelos municípios de Embu das Artes e Juquitiba, com IQR de 6,6 e 0,8 respectivamente. A **Figura 7.42** apresenta a série histórica do indicador R.01-B.



Fonte: CETESB, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Figura 7.42 - Série histórica do Indicador R.01-B

Observa-se que, mesmo os municípios utilizando-se de aterros classificados como inadequados nos anos de 2015 e 2016, segundo os valores de referência da Ficha Técnica nº 108 da Resolução CRH nº 146/2012, a condição da UGRHI em todo o período matem-se classificada como boa (<50% Ruim; ≥50% e <90% Regular; e ≥90 Boa).

Em relação ao último indicador, R.01-C, IQR das instalações de disposição final de resíduos, como observado anteriormente, no ano de 2016 das 45 unidades de disposição final de resíduos utilizadas pelos municípios que integram a BAT apenas 2 apresentam IQR enquadrado como inadequado pela CETESB.

Por fim, em relação as informações complementares sobre a gestão dos RCC e RSS, porém de suma importância no contexto da BAT, observa-se que os dados disponibilizados pelas fontes oficiais ainda são de qualidade superficial, e não permitem uma análise aprofundada do contexto atual.

7.4. Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

A Bacia do Alto Tietê dispõe de uma importante ferramenta de planejamento no que tange a Drenagem Urbana, o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê atualmente na terceira versão, o qual conta com um programa de intervenções estruturais e não-estruturais, pautado em uma visão de conjunto da bacia, com o intuito de reduzir os efeitos das inundações provocadas pelas cheias, caracterizado como um documento de natureza eminentemente estratégica.

A Prefeitura de São Paulo, em 2012 publicou o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, elaborado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) em convênio com a Prefeitura de São Paulo (PMSP), no âmbito da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Ao invés de um Plano Diretor de Drenagem no sentido tradicional, foram feitos estudos de Programas de Ações por Drenagem, com ênfase para a gestão, determinando a elaboração de estudos de viabilidade específicos, caso a caso. Foi prevista, a partir de tais medidas de gestão, a definição das medidas de intervenções estruturais a serem definidas por estudos de viabilidade por bacia.

O Manual de operacionalização destas ações se dividia em 3 volumes, a saber (a) Volume 1: Gerenciamento do Sistema de Drenagem Urbana; (b) Volume 2: Aspectos tecnológicos: fundamentos; e (c) Volume 3: Aspectos tecnológicos: diretrizes para projetos. Enquadrava-se como um dos produtos de referência do Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo. Posteriormente, houve uma iniciativa de integrar o manual e as diretrizes por bacia em um Plano Diretor formal, mas a licitação da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (Concorrência nº 01/2013/SMDU) para contratação de elaboração de Programas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (PDMAT-BP) foi revogada em janeiro de 2014.

No caso dos municípios do ABC (Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Rio Grande da Serra e Ribeirão Pires), apresentam um Plano Diretor Intermunicipal de Drenagem, sua análise também será incorporada no presente estudo. Para os demais municípios, buscou-se informações adicionais sobre o tema junto às prefeituras da área da BAT, porém com pouco sucesso.

7.4.1. Identificação dos principais dispositivos hidráulicos

O controle de cheias na BAT está atrelado: (i) à operação dos cinco reservatórios de cabeceira constituintes do Sistema Produtor Alto Tietê, sendo eles: Paraitinga, Ponte Nova, Biritiba Mirim, Jundiá e Taiaçupeba, cuja função precípua é o abastecimento público; (ii) à operação da barragem da Penha, no rio Tietê, na entrada da área urbana da cidade de São Paulo; (iii) à operação da Barragem Móvel, na parte central da bacia, na confluência do rio Tietê com o canal do rio Pinheiros; (iv) à operação da barragem de Pirapora, no limite inferior da bacia; (v) à operação da barragem Paiva Castro, no rio Juqueri, pertencente ao Sistema Produtor Cantareira, e que deságua no reservatório de Pirapora; e, (vi) à operação do sistema de reversão da EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia, através da estrutura de controle de Retiro e das elevatórias de Traição e Pedreira, no rio Pinheiros, e do reservatório Billings junto às vertentes da Serra do Mar (**Figura 7.43**).

A operação dessas estruturas hidráulicas obedece a critérios pré-estabelecidos de alteamento de níveis d'água que despacham as operações necessárias para o controle de cheias.

Sem vinculação operacional a esse sistema, encontram-se dezenas de reservatórios de retenção dispersos pela BAT, cujos efeitos de abatimento de picos de cheias são mais sentidos nas próprias sub-bacias, pouco se refletindo nos caudais principais (**Figura 7.44**).

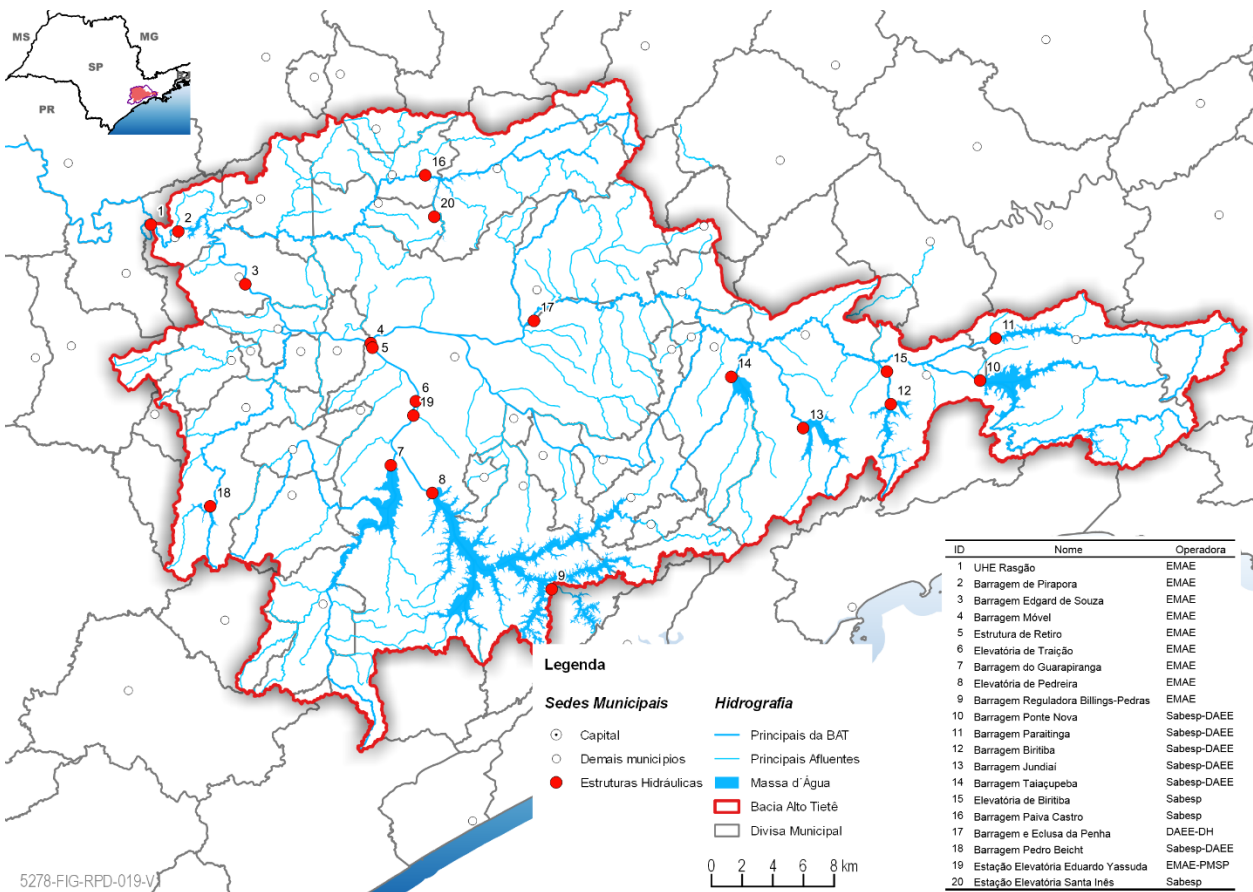


Figura 7.43 - Localização das estruturas Hidráulicas na BAT

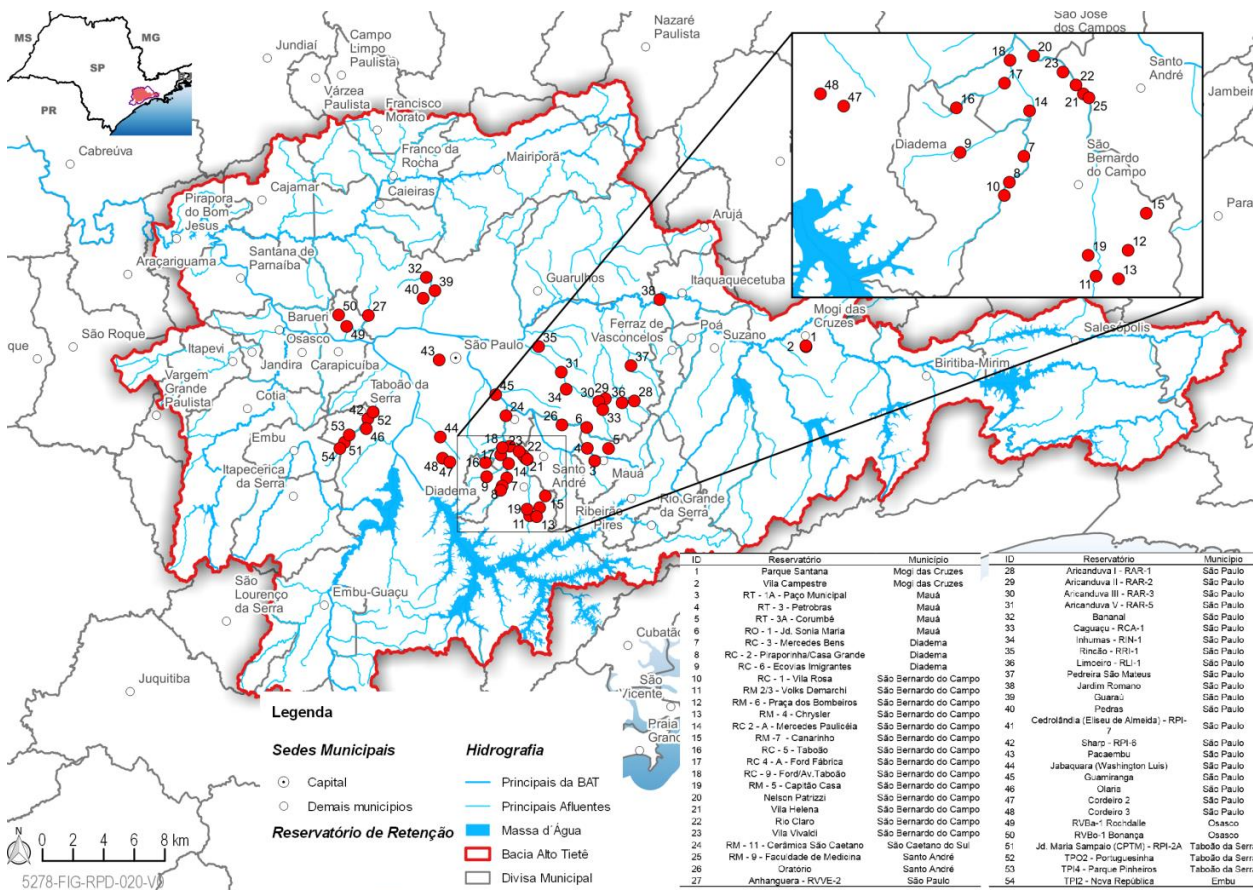


Figura 7.44 - Localização dos Reservatórios de Retenção na BAT

Além dos reservatórios de retenção apresentados acima, ainda constam na BAT os reservatórios Coca Cola 1, Coca Cola 2, Jardim Três Montanhas e Paiva Ramos em Osasco, Rodoanel 1, Rodoanel 2 e Rodoanel 3 em Mauá, e CC-01, AV-03 e TG-03, localizados nos municípios de Guarulhos, Franco da Rocha e Francisco Morato, respectivamente. No entanto, por falta de informações acerca do posicionamento geográfico destas estruturas, não foi possível sua inserção na **Figura 7.44**.

7.4.2. Os Sistemas de Monitoramento e Alerta

As previsões de tormentas críticas são apoiadas pelo radar meteorológico de Ponte Nova a montante da BAT, além dos sistemas oficiais de previsão do país. Atualmente, cada instância estrutura e gere, isoladamente, seus sistemas de alerta. Na BAT são os seguintes os instrumentos de monitoramento, previsão, alerta e emergência:

- **Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo - SAISP**

Implantado em 1977, é operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) e gera, a cada cinco minutos, boletins, consolidando informações sobre chuvas, inundações, operações das estruturas hidráulicas e suas consequências na RMSP. Em 1988 passou a contar com o Radar Meteorológico, instalado na barragem de Ponte Nova, que monitora a chuva na RMSP e no litoral do Estado. O monitoramento hidrológico do SAISP é feito pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, mediante sua Rede Telemétrica. A **Figura 7.45** mostra a abrangência do radar, e a **Figura 7.46**, a da rede telemétrica.

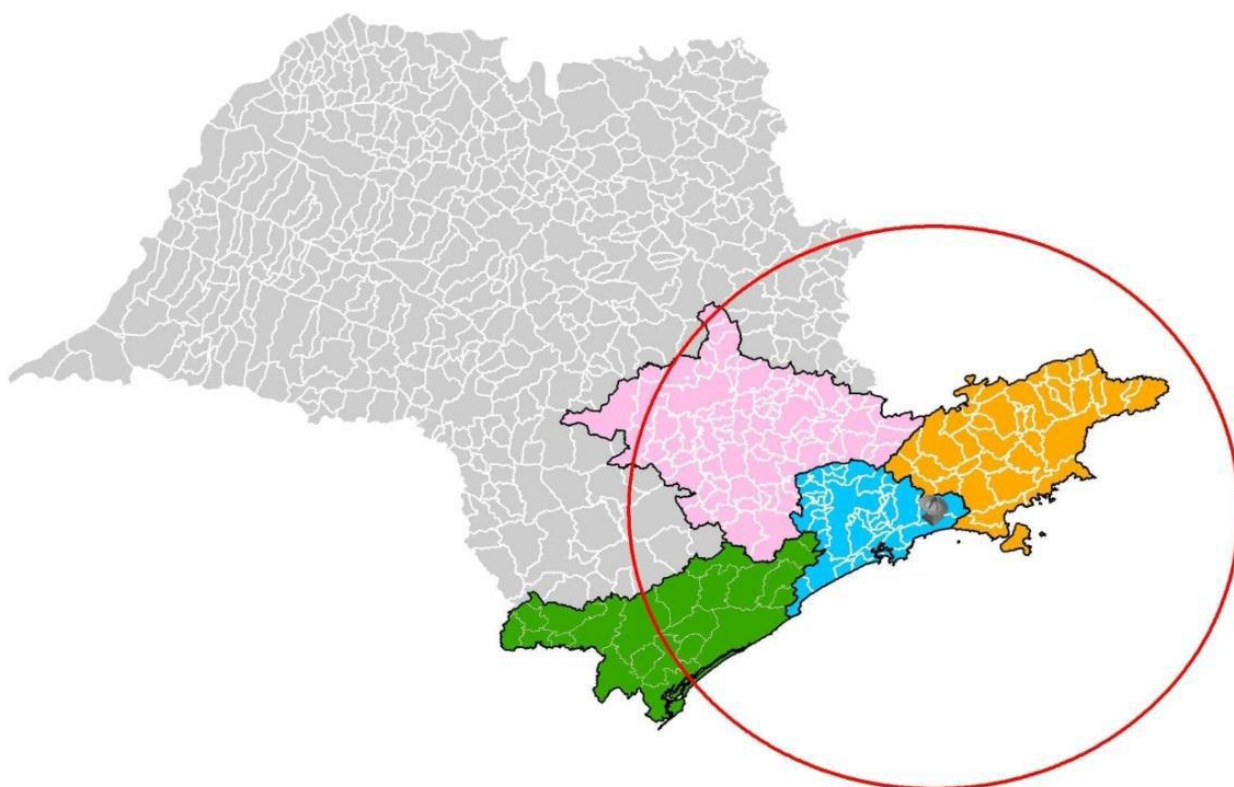


Figura 7.45 - Área de Abrangência do Radar Meteorológico

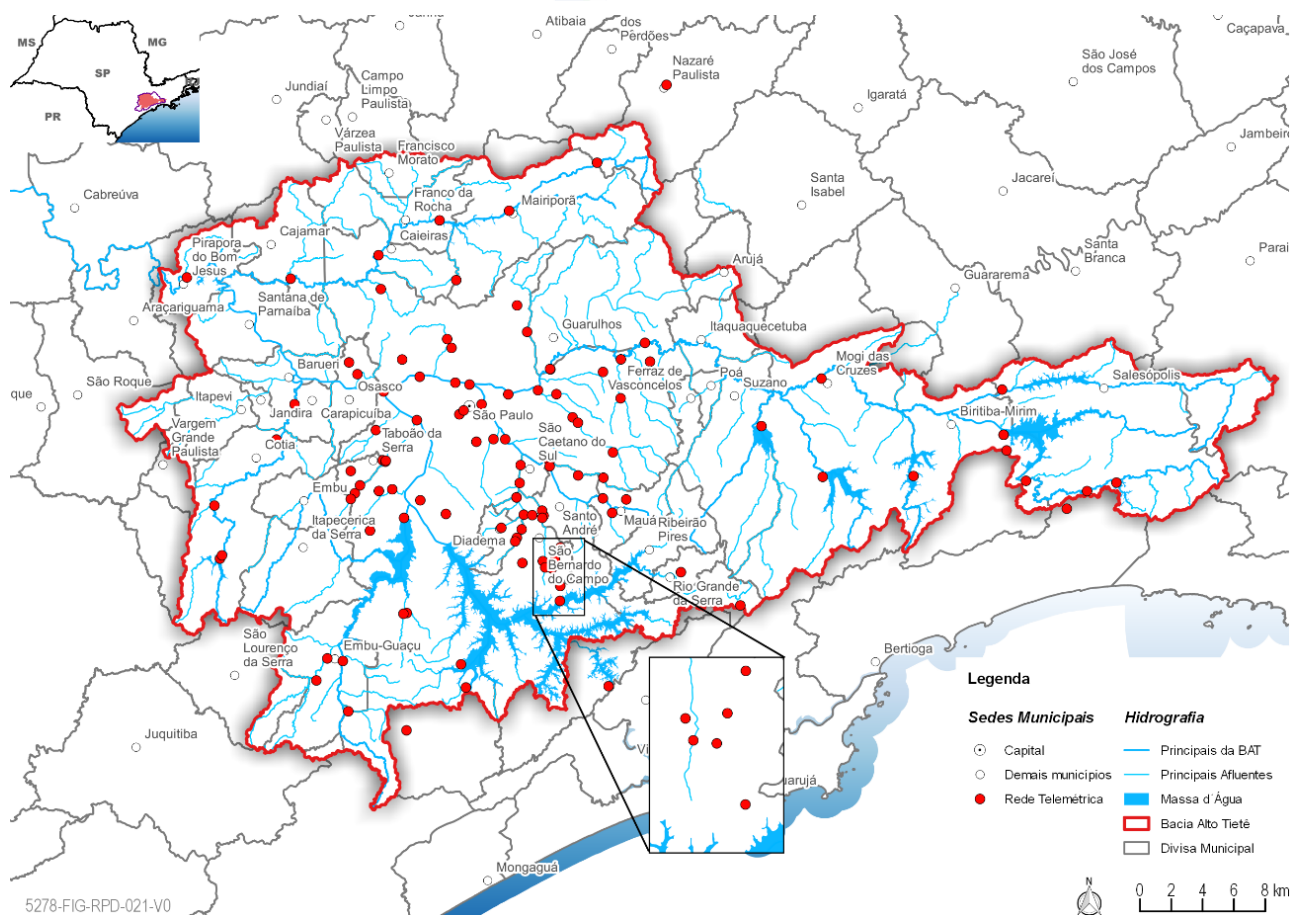


Figura 7.46 - Rede Telemétrica

- **Centro de Gerenciamento de Emergências - CGE**

O município de São Paulo também possui seu sistema de alerta, o Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE), coordenado pela Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras. É responsável pelo acompanhamento das condições meteorológicas da cidade, tendo a missão de alertar e minimizar os efeitos danosos das chuvas. Está localizado no Centro de Operações da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET). O fato do CGE interagir com o CET se traduz em ganho e eficiência para o sistema de alerta, em virtude da obtenção de informações em tempo real, a partir das comunicações realizadas com os agentes da CET. Ocorre, no entanto, que o raio de atuação do CGE é reduzido, limitando-se ao centro expandido da capital e às principais vias de acesso.

- **Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC**

A Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), subordinada diretamente ao Governador do Estado e dirigida pelo Coordenador Estadual de Defesa Civil, é o órgão Central do Sistema de Defesa Civil do Estado de São Paulo. Tem as seguintes ações: *Preventiva*, quando medidas são adotadas visando evitar desastres ou a preparação da população para eventos inevitáveis; *Socorro*, quando todo o esforço é feito no sentido de se evitarem perdas humanas ou patrimoniais na área atingida por desastres; *Assistencial*, quando são criadas condições de abrigo, alimentação e atenção médica às vítimas e desabrigados; e, *Recuperativa*, quando investimentos são feitos objetivando ao retorno das condições de vida comunitária existentes antes do evento, no mais curto espaço de tempo possível.

- **Sala de Situação de Inundações**

A Sala de Situação de Inundações foi criada para fornecer subsídios a alertas de eventos críticos de inundações, apresentar dados e informações hidrológicas de forma intuitiva, de fácil compreensão pela população, e pela mídia, e facilitar a obtenção de informações para a elaboração

de planos de ações emergenciais, alternativas de soluções e outras providências. Abrange a bacia do Alto Tietê, as dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), e a do rio Paraíba do Sul. Uma versão preliminar da Sala de Situação foi desenvolvida e implantada em outubro de 2010 no DAEE com o objetivo de apresentar informações úteis para o período chuvoso 2010/2011. Entretanto, deverá ser consideravelmente aprimorada para atingir seus objetivos em graus mais elevados de eficiência.

Como se observa, a atuação do SAISP e do CGE é limitada à cidade de São Paulo. Os demais municípios que integram a BAT atuam de maneira individualizada, ou seja, cada município é responsável por gerir seu sistema de alerta e emergências.

Em função do exposto, o PDMAT 3 caracterizou lacunas no sistema de monitoramento, previsão e alerta da BAT/RMSP, tais como:

- Abrangência restrita do radar meteorológico (não abrange toda a BAT);
- Inoperância de alguns postos telemétricos;
- Ausência de interface entre o Radar e a Rede Telemétrica;
- Ausência de previsão de enchentes nos principais afluentes;
- Ausência de medições de vazões;
- Ausência de protocolo de ação na Sala de Situação;
- Falta de comunicação entre as instituições que atuam com o sistema de alerta na BAT/RMSP.

7.4.3. Critérios de Planejamento

A diretriz de maior abrangência espacial relacionada com o planejamento da drenagem urbana da BAT advém das ações e propostas do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT 3, instrumento estratégico para o combate às enchentes na Região Metropolitana de São Paulo, o qual, aplicando conceitos de equidade de critérios e uniformidade de objetivos, buscou definir vazões de referência ao longo das grandes calhas fluviais da área urbana da Bacia do Alto Tietê. Dessa maneira, tanto para as seções de montante – entrada dos cursos d'água nas áreas urbanas dos municípios presentes na bacia, quanto para jusante – trechos de saída das cidades, estarão definidos os limites máximos permissíveis para as vazões a serem observadas quando do planejamento e propostas de ações estruturais pelos municípios.

A concepção e formulação de propostas de soluções para a drenagem serão fundamentadas, tendo por embasamento inicial o plano de ações e intervenções (estruturais e não estruturais) definido pelo PDMAT 3, para os municípios inseridos na BAT, de forma a garantir a compatibilização com suas diretrizes.

Tendo em vista que o eixo condutor de todo o trabalho foi a simulação das ações estruturais através de modelação matemática, modelagem SOBEK da Deltares, com cada alternativa de solução podendo ter sua eficiência testada, considerando, ainda, a proposta de ações não estruturais que podem ser apropriadamente associadas, a tônica do desenvolvimento do PDMAT 3 foi o ataque por “camadas”, com resolução espacial progressiva, tal como descritas a seguir.

- **1ª. Camada:** calha do rio Tietê, desde a Barragem de Ponte Nova até a UHE de Rasgão; calha do Tamanduateí desde Mauá até a foz; calha do Pinheiros desde a represa Billings até a foz; e calha do Juqueri, desde a Barragem de Paiva Castro até a foz;
- **2ª. Camada:** afluentes do Tietê (rio Paraitinga, rio Biritiba Mirim, rio Jundiá, ribeirão Taiaçupeba, rio Baquirivu, rio Cabuçu de Cima, córrego Mandaqui, rio Cabuçu de Baixo, rio Aricanduva; ribeirão Vermelho, rio Cotia e rio Jaqueri-Mirim ou São João do Barueri), afluentes do Tamanduateí (ribeirão dos Meninos e córrego Oratório) e do Pinheiros (rio Grande ou Jurubatuba, rio Embu-Guaçu/Guarapiranga e rio Pirajuçara) com áreas de drenagem ou histórico de enchente significativos;
- **3ª. Camada:** sub-bacias menores cujas intervenções têm efeitos somente locais.

São apresentados a seguir um resumo do estudo de impermeabilização da bacia e uma síntese da metodologia de cálculo das vazões de projetos, ambos determinados no PDMAT 3.

7.4.3.1. Índices de Impermeabilização

Em 1994 um estudo de TUCCI e CAMPANA, relacionando densidade demográfica e área impermeabilizada, mostrou uma estabilização da área impermeável com densidades demográficas a partir de 100 hab/ha, indicando um limite da taxa de impermeabilização de 0,60 a 0,65, coerente com as leis de uso e ocupação do solo vigentes, correspondendo a um limite de aproximadamente 60% de área impermeabilizada da bacia considerada. Esse estudo, dada a sua aderência à maioria dos centros urbanos, foi utilizado até recentemente para subsidiar as estimativas de vazões de cheia na RMSP, entre outras.

Nos estudos do PDMAT 3 essa relação foi reanalisada mediante metodologia específica, lançando-se mão das novas tecnologias disponíveis de reconhecimento do tecido urbano. Para a obtenção do grau de impermeabilização de cada sub-bacia foi selecionada uma amostra de 60 polígonos retangulares de cinco hectares com dimensões de 250 m por 200 m na cidade de São Paulo, em bairros com diferentes padrões socioeconômicos de domicílios, a fim de que a região fosse devidamente representada. Nos municípios próximos à capital foram levantados 40 polígonos, totalizando 100 amostras.

A partir dos pontos amostrados foi estabelecida uma curva que converte a densidade de habitantes por hectare em grau de impermeabilização. Os resultados desse estudo mostraram que a porcentagem máxima de impermeabilização da RMSP, no caso de interesse, é atualmente de 90%, superior ao limite do estudo anterior, de 60%, aspecto extremamente importante, diretamente ligado à estimativa das vazões de cheias.

7.4.3.2. Tormenta e Vazões de Projeto

Para a análise das tormentas críticas foi utilizado o método *conditional merging* para integração dos dados medidos e consistidos dos postos de superfície e das estimativas do radar meteorológico de Ponte Nova, gerando planos de chuvas representados espacialmente através de um sistema de quadrículas com resolução espacial de 2 km x 2 km com acumulados de precipitação de intervalos de 10 minutos, resultando assim em 73 unidades horizontais (orientação N-S) e 43 verticais (com orientação W-E).

As chuvas de projeto para a primeira camada resultaram da combinação espaço – tempo dos eventos observados com os valores de chuva registrados no posto observatório IAG, aplicando-se o fator redução ponto versus área específico para a BAT. Para as bacias da segunda e da terceira camadas, foram adotados os critérios tradicionais, ou seja, chuvas uniformes com distribuição temporal de Huff.

7.4.3.3. Compatibilização de Diretrizes entre o PDMAT 3 e o PMAPSP – Plano de Manejo de Águas Pluviais da prefeitura de São Paulo

Tendo em vista que o PDMAT 3 e o PMAPSP foram desenvolvidos em períodos muito próximos, o primeiro visando à macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, e o segundo visando à drenagem urbana do município de São Paulo, foram buscadas compatibilizações de diretrizes e metodologias que garantissem a proposição de intervenções coerentes de ambos os Planos.

O PDMAT 3 propôs uma abordagem interdisciplinar dos problemas de inundações da Bacia do Alto Tietê. O Plano combina soluções estruturais, com soluções não estruturais, tendo como inovação a criação de um sistema integrado de gestão da macrodrenagem na Região Metropolitana de São Paulo. Do outro lado, o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Município de São Paulo é um instrumento destinado a promover a redução dos riscos de inundação e a melhoria da qualidade das águas, de uma forma moderna e ambientalmente correta visando a reduzir drasticamente a vulnerabilidade do município de São Paulo às chuvas intensas. As diretrizes desses dois planos guardam estreita relação, garantindo a necessária sinergia, e a integração do planejamento da drenagem urbana.

7.4.4. Áreas De Risco e Manchas de Inundação

No âmbito do PDMAT 3 foram levantadas informações de áreas de risco nos municípios inseridos na BAT, através de dados da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil e do levantamento de informações diretamente com os municípios envolvidos.

Nos 20 municípios analisados no PDMAT 3, foram identificadas 2.569 áreas de risco, das quais 1.857 referentes à instabilidade de encostas, 471 à instabilidade de margens de rios, e 241 com risco de inundação. O município mais representativo foi São Paulo, que conta com quase metade das áreas de risco mapeadas: o risco de inundação concentra-se principalmente na porção central do município, ao longo do rio Tietê e seus principais afluentes, enquanto o risco geotécnico ocorre principalmente nos limites do perímetro urbano.

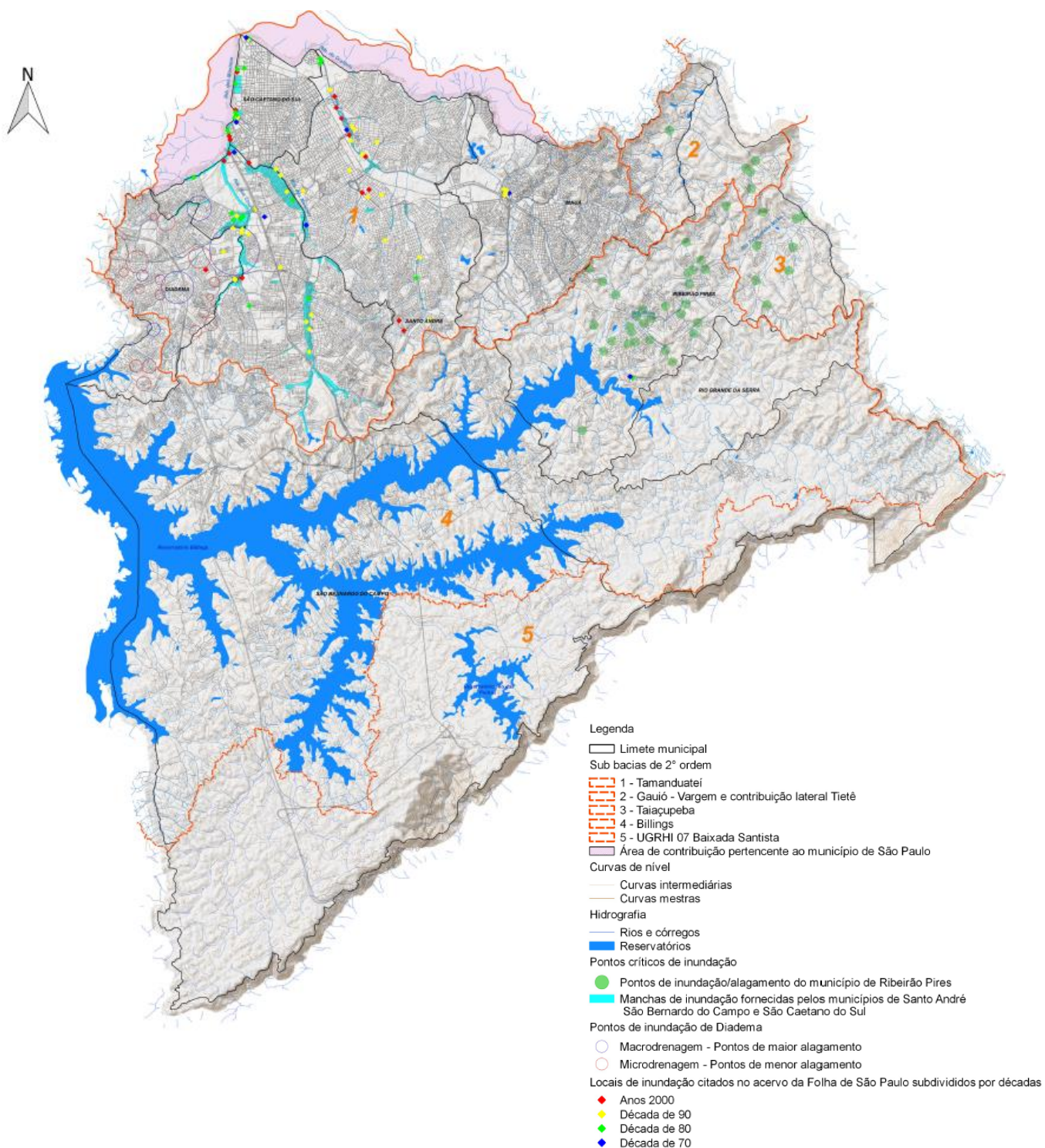
Quanto aos traçados das linhas d'água, manchas de inundação foram gerados a partir dos resultados de nível e velocidade máximos obtidos na simulação 2D, tendo como base o Modelo Digital do Terreno – MDT elaborado com as melhores informações topográficas disponíveis no período. As áreas atingidas foram classificadas em três níveis de alerta: Amarelo (AVISO) - profundidades inferiores a 0,5 m e velocidades inferiores a 0,5 m/s; Vermelho (SALVAMENTO) - profundidades iguais ou superiores a 0,5 m e iguais ou inferiores a 1,5 m, ou velocidades iguais ou superiores a 0,5 m/s e iguais ou inferiores a 1,5 m/s, e; Lilás (REMOÇÃO) - profundidades superiores a 1,5 m ou velocidades superiores a 1,5 m/s.

Para as bacias da 2ª camada as manchas foram associadas a TRs de 25, 50 e 100 anos com classificação dos níveis de alerta proposto pelo PDMAT 3, já para as bacias da 1ª camada foram apresentadas somente as manchas de inundação com níveis de alerta para o TR de 100 anos. As figuras referentes às manchas de inundação para os rios da 1ª e 2ª camada encontram-se em Apêndice específico.

Quanto ao levantamento das áreas inundáveis dos municípios da Região do Grande ABC, o Estudo Regional de Planejamento Estratégico da Macrodrenagem dessa região, após disponibilização dos dados pelos municípios, com base nos pontos críticos, na mancha de inundação e vistorias de campo, as informações disponibilizadas foram validadas e adequadas. A **Figura 7.47** a seguir ilustra o mapeamento dos pontos de inundação para a região do Grande ABC.

Verifica-se coerência na espacialização das manchas de inundação e áreas de risco: as calhas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí (1ª Camada) e os rios Baquirivu, Aricanduva, dos Couros e dos Meninos (2ª Camada) são especialmente problemáticos, com extensas manchas de inundação.

O PDMAT 3 destaca que há déficit significativo entre as vazões de projeto e a capacidade da calha do Rio Tietê, mesmo com a implantação de reservatórios de amortecimento em seus afluentes, mostrando-se necessária a execução de obras de grande porte com o objetivo de controlar as enchentes geradas com tormenta de projeto simulada. Dentre as conclusões obtidas com a modelagem, destacam-se: (i) a necessidade da preservação das várzeas a montante da Penha, que retardam o pico de vazões e amortecem as contribuições da porção superior da bacia; (ii) o baixo impacto da Barragem Móvel (confluência com o Rio Pinheiros) no controle do nível d'água a montante; (iii) a coincidência entre os picos de vazão da calha do Tamanduateí e do Tietê, representando cerca de 40% da vazão máxima da calha principal; e (iv) a insuficiência do volume de reservação do Reservatório de Pirapora para a regularizar a vazão dentro dos limites de 700 m³/s, sendo necessário estudar alternativas para evitar inundações no município de Pirapora do Bom Jesus



Fonte: Estudo Regional de Planejamento Estratégico da Macrodrenagem da Região do Grande ABC – Outubro/2015

Figura 7.47 - Mapa de Pontos de Inundação

8. GESTÃO DO TERRITÓRIO E DE ÁREAS SUJEITAS A GERENCIAMENTO ESPECIAL

Este capítulo reúne informações de natureza espacial que, por suas características, possam favorecer ou impor restrições físicas à proteção dos recursos hídricos. A cobertura vegetal e as áreas de proteção legalmente instituídas contribuem para a redução dos processos erosivos e para a conservação da água. Os padrões de uso e ocupação do solo, as áreas suscetíveis a processos erosivos ou a eventos hidrológicos extremos e as áreas contaminadas, por outro lado, consistem em pressões que podem ser prejudiciais à manutenção da qualidade dos recursos ambientais.

A seguir são apresentadas informações sobre (i) uso e ocupação do solo; (ii) remanescentes de vegetação natural e Áreas Protegidas; (iii) áreas suscetíveis à erosão, escorregamentos, assoreamento, enchentes, inundações e/ou alagamentos; e, (iv) poluição ambiental.

8.1. Uso e Ocupação do Solo

Atualmente, as fontes de informações disponíveis para a análise do uso e ocupação do solo na região da BAT e da RMSP são: Emplasa (uso não urbano de 2007 e uso urbano de 2010), em escala 1:10.000; e o Mapa de Cobertura da Terra do Estado de São Paulo, de 2010, escala 1:100.000, da Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (CPLA/SMA).

Além destas fontes de informações, três estudos importantes trazem para a região da BAT mapeamentos do uso e ocupação do solo: (i) o Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – PBH-AT 2009; (ii) o Plano Diretor de Macrodrenagem da BAT – PDMAT 3 (DAEE, 2014); e, (iii) os Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção de Mananciais da RMSP – Projeto PDPAs RMSP (SSRH, em elaboração). Além destes estudos, outros de relevância também foram analisados: Plano Diretor para Aproveitamento dos Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013); Plano de Ação da Macrometrópole Paulista – PAM (EMPLASA, 2015); e, Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado – PDUI (EMPLASA, em elaboração). O **Quadro 8.1** destaca as fontes de informação para elaboração do mapeamento de uso e ocupação do solo nos diferentes estudos analisados.

Quadro 8.1 - Fontes utilizadas em diferentes estudos para mapeamento de uso e ocupação do solo

Estudo	Fonte de informação	Observações
PBH-AT (2009)	EMPLASA (2002)	Divisão em 3 categorias: Uso Urbano, Vegetação e Uso Não Urbano.
MACROMETRÓPOLE (DAEE, 2013)	EMPLASA (2002) Plano Estadual de Recursos Hídricos (2004)	Agrupamento em 5 categorias, conforme padrão dominante: Cobertura Vegetal, Culturas, Pastagem, Reflorestamento e Mancha Urbana.
PDMAT 3 (DAEE, 2014)	EMPLASA (2002)	Informação complementada através de análise comparativa com imagens do Google Earth cujas datas variam em torno de 2009
PAM (EMPLASA, 2015)	EMPLASA (2002); EMPLASA (2010)	Enfoque para o uso do solo urbano, com classificação em: comercial e de serviços; equipamentos; indústria; residencial; misto; e não definido.
PDPAs RMSP (SSRH, em elaboração)	EMPLASA (2010)	Informação complementada com o Mapa de Cobertura da Terra do Estado de São Paulo da CPLA/SMA (2010) e com visitas a campo.
PDUI (EMPLASA, em elaboração)	EMPLASA (2002); EMPLASA (2010)	Enfoque para a mancha urbana, as atividades agropecuárias, e as Unidades de Conservação de Proteção Integral.

Analisando o **Quadro 8.1** é possível identificar que os estudos mais recentes e que apresentam informações mais atualizadas referentes ao uso e ocupação do solo da BAT/RMSP são o PDPA RMSP (SSRH, em elaboração) e o PDUI (EMPLASA, em elaboração). Por esta razão, os itens subsequentes tratam especificamente destes estudos, identificando suas particularidades.

8.1.1. Uso e Ocupação do Solo na RMSP

O estudo denominado “Visão da Metrópole”¹⁵, elaborado em 2016 pela EMPLASA como subsídio ao PDUI, analisou a evolução do uso e ocupação do solo na RMSP, cuja delimitação se assemelha à da BAT. O estudo traz duas importantes constatações: a primeira se refere ao poder de restrição do uso do solo imposto por legislações específicas nas áreas destinadas à preservação de mananciais, que circundam a BAT/RMSP; a segunda diz respeito à expansão urbana observada entre 2002 e 2010 – períodos em que a EMPLASA mapeou o uso do solo da região. Conforme apresentado no item 1.4 deste diagnóstico, a expansão urbana na BAT se deu ao longo dos eixos rodoviários, junto à área de urbanização já consolidada – inclusive ocupando vazios em seu interior –, e de forma dispersa em áreas de proteção ambiental. A **Tabela 8.1** identifica o crescimento das áreas urbanizadas por sub-região metropolitana no período avaliado.

Tabela 8.1 - Crescimento das áreas urbanizadas por sub-região metropolitana da RMSP

Sub-regiões da RMSP	Área Urbana				TGCA (em %)
	2002		2010		
	Total (ha)	%	Total (ha)	%	
Leste	33.955,94	19,75	36.795,98	20,23	1,01
Oeste	17.218,48	10,01	18.792,75	10,33	1,10
Norte	12.299,69	7,15	13.039,52	7,17	0,73
Sudoeste	17.310,62	10,07	19.010,08	10,45	1,18
Sudeste	23.865,32	13,88	24.725,21	13,60	0,44
Município de São Paulo	67.282,91	39,13	69.493,41	38,21	0,40
TOTAL	171.932,96	100	181.856,95	100	-

Fonte: Emplasa (2016)

Verifica-se que a expansão urbana entre os anos de 2002 e 2010 ocorreu em todas as sub-regiões da RMSP, sendo as maiores taxas observadas nas sub-regiões Sudoeste, Leste e Oeste. Segundo o estudo, no município de São Paulo a expansão nesse período ocorreu principalmente nas áreas periféricas, com destaque para as porções Leste, Sul e Noroeste, dando continuidade à mancha já urbanizada.

As justificativas para a expansão observada no período variam de acordo com as sub-regiões. Na sub-região Leste, onde houve implantação de novos loteamentos em Arujá e crescimento expressivo da área urbana em Guarulhos e Mogi das Cruzes, onde a expansão foi motivada pelo adensamento do parque industrial no eixo da Rodovia Presidente Dutra. Em Mogi das Cruzes, a expansão também foi intensificada ao longo do eixo ferroviário, próximo à represa Taiaçupeba, onde também há extensas áreas rurais.

Na sub-região Oeste, que abrange municípios como Osasco, Carapicuíba, Jandira, Itapevi, Barueri e Santana do Parnaíba, o adensamento da população foi decorrente da proximidade ao eixo ferroviário e, mais recentemente, das facilidades geradas pela presença do Rodoanel, que atraiu atividades de logística para esta área. A implantação de loteamentos residenciais voltados às classes de renda mais alta também contribuiu para a expansão urbana no período analisado.

O crescimento urbano ao Norte não foi tão significativo, em parte por conta da existência de fatores físicos e legais que restringem o avanço da ocupação, como a presença da Serra da Cantareira (vide próximo item deste capítulo). Nesta sub-região, a expansão foi mais expressiva em Cajamar e em Mairiporã, nos eixos das Rodovias Anhanguera e Fernão Dias, respectivamente. A sub-região Sudeste também apresenta restrições legais à ocupação, dadas pela legislação de proteção aos mananciais, de modo que o adensamento verificado se manteve próximo à área conurbada do município de São Paulo. Na sub-região Sudoeste, que abrange municípios como Cotia, Vargem Grande Paulista, Embu das Artes e Itapeverica da Serra, também houve expansão da área urbana, decorrente em grande parte da proximidade das Rodovias Raposo Tavares e Regis Bittencourt.

¹⁵ EMPLASA (2016). Visão da Metrópole. Subsídios para a elaboração do PDUI Região Metropolitana de São Paulo.

A **Figura 8.1**, extraída do estudo “Visão da Metrópole”, indica as áreas urbanas e não urbanas da RMSP.

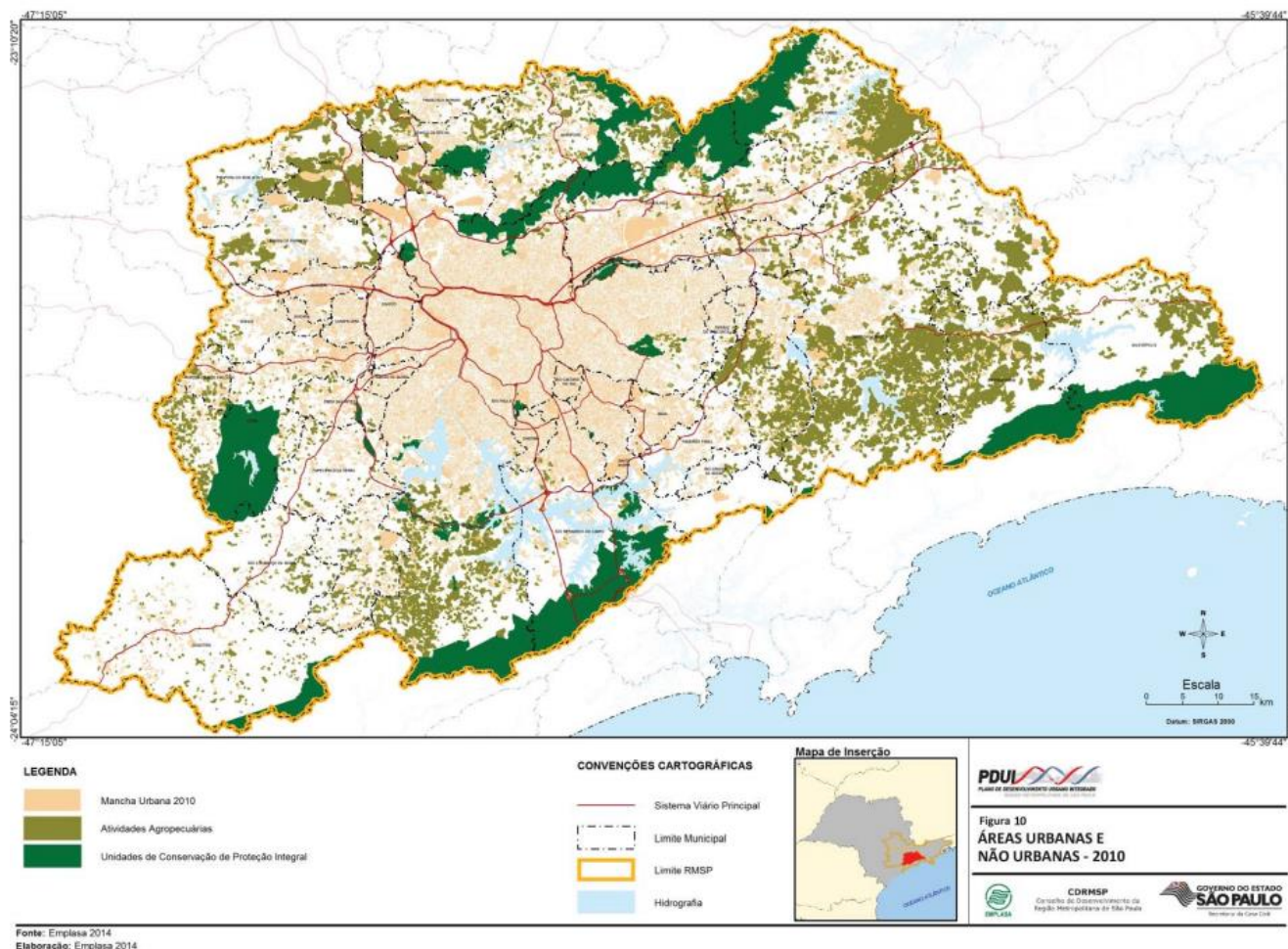


Figura 8.1 - Áreas urbanas e não urbanas na RMSP

8.1.2. Uso e Ocupação do Solo nas Áreas de Mananciais

O Projeto PDPAs RMSP (SSRH, em elaboração) compreendeu a elaboração de Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) para cada um dos mananciais de interesse para a RMSP. O diagnóstico do uso e ocupação do solo nos principais mananciais de abastecimento da região foi essencial para a modelagem das cargas metas e definição do zoneamento na área de estudo.

Para a elaboração dos diagnósticos do projeto PDPAs RMSP, as 56 categorias de uso e ocupação do solo da EMLASA e as 7 categorias de uso e ocupação do solo da CPLA/SMA foram agrupadas em 17 categorias. Posteriormente, para atender à metodologia do Modelo de Correlação Uso do Solo e Qualidade da Água (MQUAL), as tipologias de uso do solo foram agrupadas em 8 categorias, conforme apresentado no **Quadro 8.2**. Destaca-se que a categoria “Fazenda, Haras ou Silvicultura” (EMLASA) é dividida em duas subcategorias (denominadas “tipo”) quais sejam: Fazenda e Silvicultura, conforme ilustra a **Figura 8.2**. Estas subcategorias precisaram ser incorporadas às categorias do MQUAL. Nesse aspecto, a categoria Fazenda, Haras ou Silvicultura – subcategoria (tipo) “Fazenda”, foi classificada como “Atividade Agrícola”, pois através de análises realizadas a partir de imagens de satélite, esta foi a categoria que mais se aproximou desse “tipo”. Já a subcategoria (tipo) “Silvicultura”, foi classificada pelo MQUAL como “Reflorestamento”, já que toda silvicultura se trata de um reflorestamento (**Quadro 8.2**).

USO_SOLO_NAO_URBANO :: Feições de totais: 47613, filtrado: 47613, selecionado: 0

ID	NOME_MUNIC	MODALIDADE	CLASSE	USO	TIPO	CATEGORIA
23520	320774 MOGI DAS CRUZES	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	SILVICULTURA	
23521	301890 FRANCO DA RO...	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	SILVICULTURA	
23522	332167 MAIRIPORÃ	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	SILVICULTURA	
23523	332319 MAIRIPORÃ	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	SILVICULTURA	
23524	349427 SÃO LOURENÇO ...	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	SILVICULTURA	
23525	349431 SÃO LOURENÇO ...	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	SILVICULTURA	
23526	319832 MAIRIPORÃ	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	SILVICULTURA	
23527	331911 SÃO LOURENÇO ...	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	SILVICULTURA	
23528	243038 EMBU	NÃO URBANO	PROPRIEDADES ...	FAZENDA, HARAS OU SILVICULTURA	FAZENDA	

Figura 8.2 - Categorias de Uso do Solo da Emplasa

Quadro 8.2 - Agrupamento de categorias de uso do solo conforme modelo MQUAL

Nº	Categorias MQUAL (Classificação da Modelagem)	Categorias PDPA (Classificação dos Diagnósticos)	Categorias EMPLASA e/ou SMA
USO NÃO URBANO			
1	Atividade Agrícola	Áreas de cultivo e criação de animais	Sítio, Chácara Agrícola ou de Produção Fazenda, Haras ou Silvicultura (Tipo: Fazenda) Açude, Lago, Lagoa para fins Agrícolas, Piscicultura e Outros
2	Reflorestamento	Reflorestamento	Reflorestamento Fazenda, Haras ou Silvicultura (Tipo: Silvicultura)
3	Mata	Áreas Protegidas	Parque, APA, ou Reserva Florestal Reserva Indígena
		Vegetação	Mata Vegetação de Várzea
4	Capoeira/Campo	Vegetação Antrópica	Capoeira Campo ou Vegetação Antrópica
5	Chácaras e Movimento de Terra	Chácaras	Loteamento de Chácara em Ocupação Sede ou Edificação em Propriedade Rural Loteamento de Chácara em Ocupação
		Movimentação de solo e rochas	Movimento de Terra/Solo Exposto Mineração
		Sem uso	Sem uso
USO URBANO			
6	Área Urbanizada - Padrão Superior	Residencial - médio e alto padrão	Condomínio fechado em ocupação
			Condomínio fechado horizontal
			Condomínio fechado vertical
		Misto - baixo potencial poluidor	Conjunto habitacional em construção
			Conjunto habitacional horizontal
			Conjunto habitacional vertical
Equipamentos sociais - baixo potencial poluidor	Vertical		
	Horizontal		
	Área em ocupação		
			Misto
			Educação
			Esporte e lazer
			Praça ou área verde

Continua...

Quadro 8.2 - Agrupamento de categorias de uso do solo conforme modelo MQUAL (cont.)

Nº	Categorias MQUAL Classificação da Modelagem)	Categorias PDPA (Classificação dos Diagnósticos)	Categorias EMPLASA e/ou SMA
USO URBANO			
7	Área Urbanizada - Padrão Inferior	Equipamentos sociais - alto potencial poluidor	Especial Saúde
		Residencial - baixo padrão	Assentamento precário Favela
8	Área Comercial e Industrial	Misto - alto potencial poluidor	Residencial e industrial
			Residencial, comercial e serviço Residencial, comercial, serviço e industrial
		Infraestrutura urbana	Infraestrutura de abastecimento de água
			Infraestrutura de abastecimento de gás
			Infraestrutura de drenagem
			Infraestrutura de energia
			Infraestrutura de telecomunicações
			Infraestrutura de transporte
	Infraestrutura de esgotamento sanitário Infraestrutura de resíduos sólidos		
	Difundido nas 8 categorias do MQUAL	Vias	Vias e área construída (SMA)

Fonte: PDPA RMSP (SSRH, em elaboração)

Os tipos de uso do solo considerados no diagnóstico do PDPA foram agrupados em dois grupos principais: **usos urbanos**, que incluem: (i) residencial de médio e alto padrão; (ii) misto de baixo potencial poluidor; (iii) equipamentos sociais de baixo potencial poluidor; (iv) equipamentos sociais de alto potencial poluidor; (v) residencial de baixo padrão; (vi) atividades urbanas de alta intensidade; (vii) misto de alto potencial poluidor; (viii) infraestrutura urbana; e, (ix) vias; e, **usos não urbanos**, que englobam (i) áreas de cultivo e criação de animais; (ii) reflorestamento; (iii) áreas protegidas; (iv) vegetação; (v) vegetação antrópica; (vi) chácaras; (vii) movimentação de solo e rochas; e, (viii) sem uso.

O segundo agrupamento de categorias de uso e ocupação do solo, realizado para a modelagem de qualidade das águas nos PDPAs, foi definido com base no potencial poluidor de cada tipologia de uso. A partir dele foram quantificadas as extensões de áreas correspondentes a cada tipologia de uso e ocupação do solo nos mananciais da RMSP, conforme apresentado na **Tabela 8.2** e na **Figura 8.3**. As áreas obtidas para cada tipologia de uso do solo foram utilizadas para a modelagem das cargas geradas e afluentes aos corpos hídricos de interesse.

As APRMs Billings e Guarapiranga apresentam os maiores percentuais de território ocupado por usos urbanos (22,9% e 14,2%, respectivamente). Nestes mananciais destacam-se os usos urbanos de padrão inferior, que possuem alto potencial poluidor, com o agravante de ocorrerem de forma concentrada nas margens do Corpo Central da Represa Billings e nas margens esquerda e direita norte da Represa Guarapiranga. Juntas, estas APRMs abrigam 75% da população residente nos mananciais da RMSP, superando 1,8 milhões de habitantes.

Apesar de a área proposta para a APRM Cotia restringir-se à região do Alto Cotia, onde não há ocupação urbana por coincidir com a Reserva Florestal do Morro Grande, o PDPA avaliou, em seu diagnóstico, também a região do Baixo Cotia, devido à captação de água que compõe o Sistema Baixo Cotia. Nesta região, o maior percentual de uso urbano refere-se às áreas de padrão superior, de baixo potencial poluidor, estando as áreas de padrão inferior restritas ao município de Carapicuíba. No entanto, há expressividade nas áreas de uso comercial e industrial, que exercem pressão significativa no meio ambiente.

No Manancial do Ribeirão Guaió, os usos urbanos ocorrem próximos às divisas com as APRMs Billings e Alto Tietê Cabeceiras, nos municípios de Mauá e Ribeirão Pires, ocupando um total de 11,5% da área de drenagem do manancial. A APRM Alto Juquery possui 11,9% de sua área ocupada por usos urbanos, principalmente de padrão superior, majoritariamente concentrados no município de Mairiporã.

As Bacias do Alto Juquiá, do Jaguari e do Capivari-Monos e a APRM Alto Tietê Cabeceiras apresentam 1,3%, 2,6%, 1,2% e 2,1% de seus territórios ocupados por áreas urbanas, respectivamente. A Bacia do Alto Juquiá e do Capivari-Monos possuem quase 99% de seus territórios ocupados por usos não urbanos, com expressivas áreas contínuas de mata. As Bacias do Cabuçu e do Tanque Grande, totalmente inseridas no município de Guarulhos, não apresentam nenhum tipo de ocupação urbana, sendo a primeira totalmente ocupada por matas. A Bacia do Tanque Grande possui 91,2% de sua área coberta por vegetação (mata e capoeira/campo), sendo o restante ocupado por áreas de chácaras.

O uso agrícola é especialmente importante na APRM Alto Tietê Cabeceiras (9,1%), na Bacia do Jaguari (17,9%), e no Manancial Guaió (16,9%), e pode representar pressão nos recursos hídricos, tanto quantitativamente, pelas demandas de irrigação, quanto qualitativamente, pelo aporte difuso de nutrientes aos rios e reservatórios.

De maneira geral, todos os mananciais apresentam área expressiva ocupada por usos não urbanos, sendo mais significativas as áreas ocupadas por vegetação (reflorestamento, mata e capoeira/campo). A mata consiste na forma mais expressiva de vegetação em todos os mananciais, apresentando um percentual menor que 40% do território apenas na APRM Guarapiranga (33,3%) e na Bacia do Jaguari (38,9%). O território total ocupado por matas nos mananciais estudados é de 2.796 hectares, o equivalente a 54% da área total. Os altos percentuais de área ocupada por vegetação, no entanto, não são indicadores diretos de preservação dos mananciais: a fragmentação das áreas de mata, observada principalmente na APRM Guarapiranga, é um sinal de fragilidade e de degradação do ecossistema local, expondo os remanescentes vegetais e a fauna local a efeitos de borda cada vez mais intensos.

8.1.3. Uso e Ocupação do Solo na BAT

O mapa de uso e ocupação do solo para o PBH-AT (2018) traz as informações atualizadas de uso e ocupação do solo obtidas do Projeto PDPAs RMSP, tendo como base EMPLASA (2010) e SMA (2010), todavia, somente para as áreas de mananciais da BAT. O Consórcio seguiu a mesma metodologia adotada no Projeto PDPAs RMSP e atualizou as informações de uso e ocupação do solo para a porção central da BAT. Destaca-se que esta metodologia considera as categorias de uso e ocupação do solo que são utilizadas para a modelagem de qualidade das águas. Estas categorias disponíveis, porém, são distintas das apresentadas no PBH-AT (2009). Para permitir uma análise da evolução do uso do solo foi necessário reagrupar as categorias do PBH-AT (2009), conforme apresentado na **Tabela 8.3**. Ressalta-se, porém, a dificuldade na comparação direta entre

os resultados obtidos, visto que a base de dados de 2010 consiste em um novo mapeamento, e não na atualização da base anterior, com possíveis diferenças metodológicas.

Tabela 8.3 - Tipologia de uso e cobertura do solo na BAT

PBH-AT (2009)			PBH-AT (2018)		
Categorias de uso/ cobertura do solo	Área (km ²)	%	Categorias de uso/ cobertura do solo	Área (km ²)	%
Área Urbanizada	1.187,20	20,56	Área Urbanizada	1.406,57	24,36
Equipamento Urbano	131,57	2,28			
Favela	60,65	1,05			
Loteamento Desocupado	16,43	0,28			
Rodovia	38,6	0,67			
Total – Área Urbanizada	1.434,45	24,84	Área Comercial/Industrial	285,02	4,93
Indústria	188,86	3,27	Chácaras e Movimento de Terra	389,59	6,75
Aterro Sanitário	6,26	0,11			
Lixão	0,66	0,01			
Mineração	26,05	0,45			
Chácara	347,52	6,02			
Movimento de Terra/Solo Exposto	57,57	1,00			
Outros Usos	2,26	0,04			
Total – Chácaras e Mov. Terra	440,32	7,62	Atividade Agrícola	304,49	5,27
Hortifrutigranjeiro	196,92	3,41	Capoeira/Campo	985,38	17,06
Campo	623,06	10,79			
Capoeira	418,44	7,25	Mata	1.742,35	30,17
Total – Capoeira/Campo	1.041,50	18,03			
Mata	1.611,53	27,90			
Vegetação de Várzea	106,63	1,85	Reflorestamento	434,31	7,52
Total – Mata	1.718,16	29,75	Espelho d'água	226,19	3,92
Reflorestamento	553,4	9,58	Reservatório de Retenção	1,22	0,02
Espelho d'água	200,27	3,47	TOTAL	5.775,12	100,00
Reservatório de Retenção	1,22	0,02	TOTAL	5.775,10	100,00

Fonte: PBH-AT (2009); e adaptado de EMPLASA (2010); CPLA/SMA (2010).

Verificou-se que a área urbanizada na BAT, no mapeamento da EMPLASA de 2010, se manteve em torno de 25%, percentual similar à soma das categorias “área urbanizada”, “equipamento urbano”, “favela”, “loteamento desocupado” e “rodovia”, apresentadas no PBH-AT (2009). A manutenção da área ocupada por usos urbanos sugere um adensamento nas áreas já construídas, tendo em vista o crescimento populacional no período.

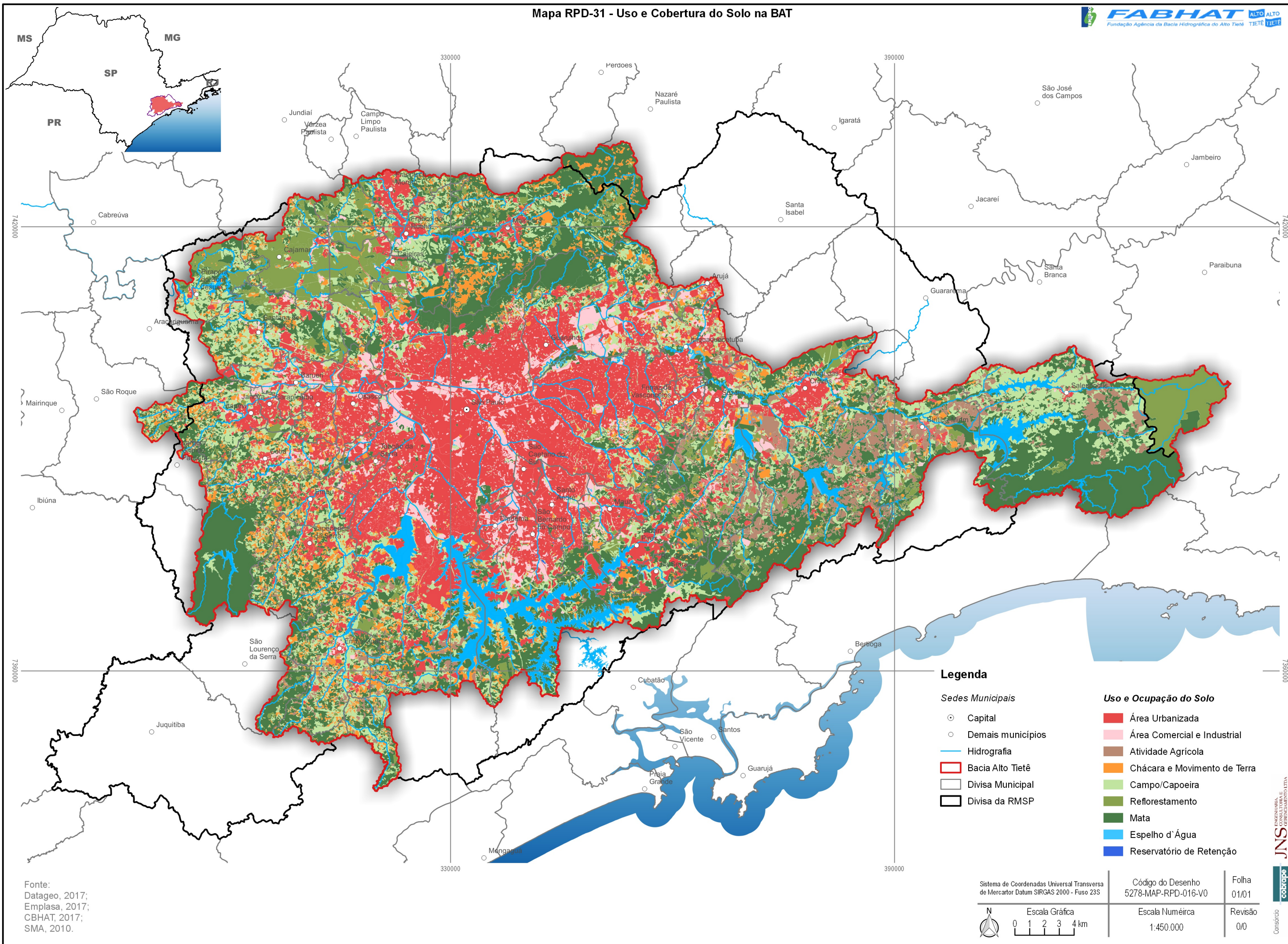
A área urbanizada concentra-se principalmente no município de São Paulo, expandindo-se para os municípios do entorno e compondo uma extensa mancha de conurbação, conforme tratado no PDUI. As áreas classificadas como “comerciais/industriais” foram mais significativas no mapeamento de 2010, ocupando quase 5% da BAT, distribuídos principalmente ao longo do eixo das principais rodovias. A **Tabela 8.4** e o **Mapa RPD-31** apresentam o uso do solo na BAT.

Tabela 8.4 - Uso e cobertura do solo nos municípios que compõem a BAT

Código IBGE	Município	Área Comercial e Industrial	Área Urbanizada	Atividade Agrícola	Capoeira/Campo	Chácara e Movimento de Terra	Espelho d'Água	Mata	Reflorestamento	Reservatório de Retenção	Total
3503901	Arujá	3,44	6,36	2,50	4,31	3,02	0,02	2,52	1,76	-	23,92
3505708	Barueri	9,36	24,20	0,07	18,22	5,53	1,58	5,69	1,05	-	65,71
3506607	Biritiba Mirim	1,06	4,15	44,69	38,66	6,71	8,74	71,11	11,63	-	186,73
3509007	Caieiras	3,40	10,46	0,31	13,66	7,02	0,11	22,99	39,69	-	97,64
3509205	Cajamar	2,86	6,51	0,06	17,91	8,01	0,21	16,08	65,65	-	117,29
3510609	Carapicuíba	1,83	20,86	0,01	4,61	3,84	0,54	2,80	0,05	-	34,55
3513009	Cotia	6,30	22,69	3,28	39,07	23,01	3,56	140,46	5,44	-	243,79
3513801	Diadema	8,14	17,81	-	2,04	0,58	0,85	1,00	0,26	0,05	30,73
3515004	Embu das Artes	0,96	20,24	1,85	18,13	10,58	0,01	15,43	3,19	0,01	70,40
3515103	Embu-Guaçu	2,20	10,13	12,29	46,40	24,18	0,63	54,48	5,16	-	155,47
3515707	Ferraz de Vasconcelos	1,69	13,54	0,67	4,22	1,69	-	7,51	0,24	-	29,55
3516309	Francisco Morato	0,31	17,31	0,18	12,30	3,08	-	12,97	2,71	-	48,86
3516408	Franco da Rocha	3,49	13,41	1,63	37,26	9,60	0,66	37,99	28,70	-	132,74
3518800	Guarulhos	36,54	81,50	5,18	46,01	16,27	1,55	65,21	5,23	-	257,49
3522208	Itapeçerica da Serra	0,00	17,55	6,39	41,30	26,73	0,74	49,21	4,10	-	146,02
3522505	Itapevi	2,82	14,36	0,29	26,03	10,44	0,13	26,12	2,03	0,03	82,24
3523107	Itaquaquecetuba	6,04	24,87	5,11	17,49	7,38	1,32	8,13	0,83	-	71,17
3525003	Jandira	1,72	7,67	-	3,66	0,92	0,03	1,90	1,56	-	17,45
3526209	Juquitiba	-	-	0,20	1,93	0,94	-	4,55	0,18	-	7,81
3528502	Mairiporã	0,05	14,11	0,30	38,88	40,13	3,00	160,82	22,54	-	279,83
3529401	Mauá	7,72	25,65	0,50	8,02	3,31	0,24	12,59	3,78	0,08	61,89
3530607	Mogi Das Cruzes	10,11	39,88	112,25	71,43	22,66	15,83	183,03	29,40	-	484,59
3532405	Nazaré Paulista	-	-	0,37	0,35	8,16	-	43,84	0,81	-	53,53
3534401	Osasco	10,35	41,04	0,06	5,89	3,74	0,56	3,05	0,23	0,04	64,96
3535606	Paraibuna	-	-	0,03	0,06	-	-	7,15	75,01	-	82,25
3539103	Pirapora Do Bom Jesus	0,30	1,94	0,02	23,70	4,81	5,31	21,16	21,43	-	78,66
3539806	Poá	1,57	9,54	0,05	3,58	1,61	0,03	0,84	0,04	-	17,26
3543303	Ribeirão Pires	3,63	22,12	0,99	15,05	7,75	6,37	34,25	8,89	-	99,05
3544103	Rio Grande da Serra	0,06	8,86	0,00	7,34	2,16	0,95	16,82	0,12	-	36,33
3545001	Salesópolis	0,54	2,19	37,09	110,19	1,11	19,84	243,20	3,88	-	418,03
3547304	Santana de Parnaíba	3,10	17,41	0,57	53,69	13,85	2,65	43,28	19,76	-	154,31
3547809	Santo André	8,65	56,86	0,32	20,58	4,14	8,77	59,28	4,07	0,03	162,70
3548708	São Bernardo do Campo	22,97	58,18	1,06	28,66	12,72	71,74	70,75	9,38	0,29	275,75
3548807	São Caetano do Sul	2,55	12,47	-	0,20	0,06	-	0,05	-	-	15,33
3549953	São Lourenço da Serra	-	-	2,57	3,67	1,44	-	22,86	2,42	-	32,95
3550308	São Paulo	108,87	714,61	27,36	152,17	71,91	63,55	190,43	37,60	0,63	1.367,14
3550605	São Roque	0,14	0,92	0,84	9,88	6,42	0,05	14,84	1,90	-	34,99
3552502	Suzano	9,07	33,72	35,03	34,80	11,45	6,62	62,57	12,91	-	206,16
3552809	Taboão da Serra	2,94	12,68	0,03	1,80	1,20	-	1,50	0,16	0,07	20,39
3556453	Vargem Grande Paulista	0,24	0,77	0,34	2,24	1,43	0,01	3,89	0,55	-	9,46
TOTAL NA BAT		285,02	1.406,57	304,49	985,38	389,59	226,19	1.742,35	434,31	1,22	5.775,12

Fonte: Adaptado de EMPLASA (2010) e CPLA/SMA (2010).

Mapa RPD-31 - Uso e Cobertura do Solo na BAT



Legenda

- Sedes Municipais**
- Capital
 - Demais municípios
 - Hidrografia
 - ▭ Bacia Alto Tietê
 - ▭ Divisa Municipal
 - ▭ Divisa da RMSP
- Uso e Ocupação do Solo**
- ▭ Área Urbanizada
 - ▭ Área Comercial e Industrial
 - ▭ Atividade Agrícola
 - ▭ Chácara e Movimento de Terra
 - ▭ Campo/CAPEIRA
 - ▭ Reflorestamento
 - ▭ Mata
 - ▭ Espelho d'Água
 - ▭ Reservatório de Retenção

Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
SMA, 2010.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S	Código do Desenho	Folha
	5278-MAP-RPD-016-V0	01/01
Escala Gráfica 	Escala Numérica	Revisão
	1:450.000	0/0

Apesar da expressividade das áreas urbanizadas na BAT, ressalta-se a importância das áreas de mata, cobertura mais representativa na bacia. As áreas vegetadas encontram-se majoritariamente distribuídas nas periferias da BAT, nos mananciais e outras áreas legalmente protegidas, com territórios contínuos principalmente nas Unidades de Conservação de Proteção Integral, conforme tratado detalhadamente no capítulo 8.2. Esta categoria engloba áreas cobertas por vegetação arbórea (mata) e vegetação de várzea, de composição variável e sob influência de corpos hídricos.

As áreas de Capoeira/Campo ocupam cerca de 17% do território da BAT, com maiores extensões no município de São Paulo (152,17 km²), com ampla ocorrência nas APRMs Billings e Guarapiranga; e no município de Salesópolis (110,19 km²), na APRM Alto Tietê Cabeceiras.

As áreas agrícolas na BAT possuem extensão total de 304,49 km², o equivalente a cerca de 5% do território. Conforme apresentado na **Tabela 8.4** e no **Mapa RPD-31**, verifica-se que as áreas agrícolas se concentram principalmente na região de cabeceiras, nos municípios de Mogi das Cruzes (112,25 km²), Biritiba Mirim (44,69 km²), Salesópolis (37,09 km²) e Suzano (35,03 km²). O município de São Paulo apresenta 27,36 km² destinados a atividades agrícolas, principalmente em sua porção Sul.

O Relatório de Situação de 2017 traz, como único indicador referente ao uso e ocupação do solo, o FM.10-F – Área inundada por reservatórios hidrelétricos. O dado é proveniente da ANEEL (2014), e identifica, na BAT, uma área de 206,72 km² relativos às áreas inundadas dos reservatórios Billings, da PCH de Salesópolis, e do Reservatório Guarapiranga que, porém, atualmente é utilizado exclusivamente para abastecimento público. A barragem de Pirapora, anteriormente utilizada exclusivamente para controle de cheias (tal como Edgard de Souza), passou a operar para geração de energia elétrica em 2015 (PCH Pirapora), podendo sua área inundada ser considerada no cálculo do indicador.

O indicador de áreas inundadas por reservatórios hidrelétricos atualizado é de 117,5 km², calculado através de dados obtidos junto com a EMAE e com a Fundação Energia e Saneamento¹⁶: (i) 104,3 km² – compartimento Pedreira do Reservatório Billings (responsável pela geração de energia elétrica); (ii) 0,5 km² – PCH Salesópolis; (iii) 11,5 km² – PCH Pirapora; e (iv) 1,2 km² – Rasgão. Além deste indicador, foram propostos no TdR, para esta atualização do PBH-AT (2018), indicadores relativos às áreas de mananciais, sintetizados no **Quadro 8.3**.

Quadro 8.3 - Indicadores de Uso e Ocupação do Solo

Variável	Indicador	Parâmetros	Valor
Dinâmica de Ocupação do Território	FM.10 – Uso e Ocupação do Solo	FM.10-F – Área inundada por reservatórios hidrelétricos	117,5 km ²
		(Proposta TdR) Área de APRM e APRM em relação à área total da bacia	38,19%
		(Proposta TdR) Área inundada das APMs e APRMs em relação à área total de APM e APRM	4,39%

Fonte: Relatório de Situação 2017 (FABHAT, 2017) e Projeto PDPAs RMSP (SSRH, em elaboração).

8.1.3.1. Assentamentos Precários

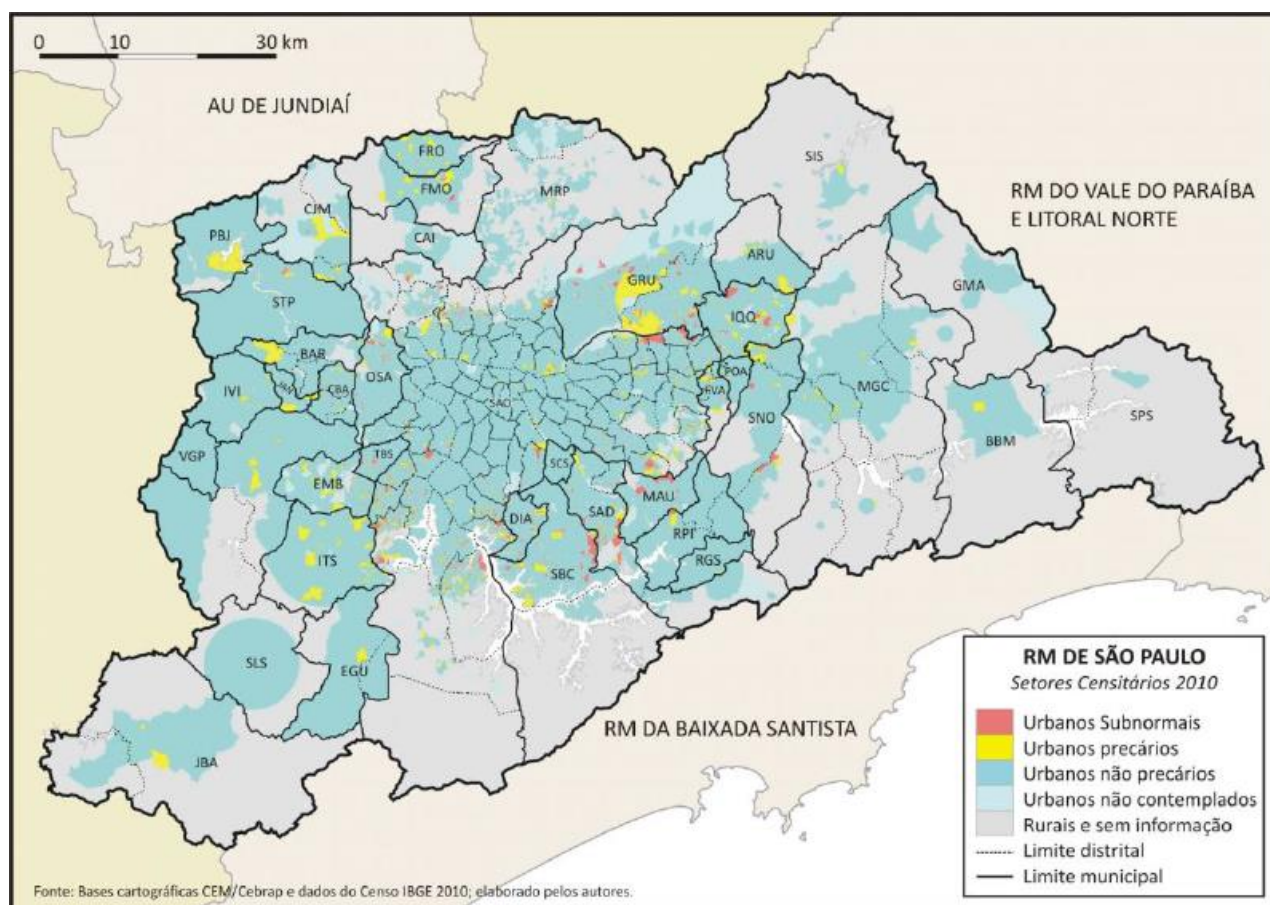
Segundo o estudo “Visão da Metrópole: Subsídios para a elaboração do PDUI da Região Metropolitana de São Paulo” (Emplasa, 2016), a RMSP concentra 52,7% do total do déficit habitacional e 53,9% do total de domicílios inadequados do Estado. O estudo realizado em 2013 pelo Centro de Estudos da Metrópole – CEM (EMPLASA, 2013) apresenta estimativas de precariedade para os setores censitários, domicílios e população das regiões metropolitanas que compõem a Macrometrópole Paulista e traz a caracterização socioeconômica das áreas identificadas como de “assentamentos precários”, que englobam os aglomerados subnormais¹⁷ e territórios cujas variáveis socioeconômicas (moradia, renda, instrução e emprego) são similares às

¹⁶ Áreas calculadas para cota do nível máximo operacional

¹⁷ Aglomerados subnormais (IBGE): “conjunto de 51 ou mais unidades habitacionais caracterizadas por ausência de título de propriedade e por irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes; e/ou carência de serviços públicos essenciais (coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública)”.

dos setores subnormais. As bases de dados utilizadas para as análises neste estudo foram os Censos IBGE de 2000 e 2010.

Em 2010, estimou-se que a população em assentamentos precários nos municípios com sede na BAT superava 2,8 milhões de habitantes, sendo a cidade de São Paulo, segundo o estudo do CEM, a que conferiu o maior peso no total da RMSP, com 1.675.221 habitantes em assentamentos precários – o equivalente a 15% da população do município. A maior proporção relativa de pessoas em situação de precariedade, no entanto, ocorreu em Diadema (24,18%), seguida de São Bernardo do Campo (21,71%), Mauá (20,90%) e Embu das Artes (20,50%) – municípios cujas áreas ocupadas estão totalmente inseridas na BAT. Um dos indicadores que mais evidenciam a diferença entre os assentamentos precários e os demais setores é o acesso a serviços de tratamento de esgoto ou fossa séptica: cerca de 30% dos domicílios em setores subnormais e 27% daqueles em setores precários não têm acesso a estes serviços. Também, segundo o estudo da Fundação João Pinheiro realizado em 2011, para o Ministério das Cidades, o acesso à rede geral de esgotamento sanitário ou fossa séptica é a principal carência infraestrutural identificada nas áreas com déficit habitacional qualitativo. A **Figura 8.4** a seguir, retirada do estudo do CEM em questão, apresenta a distribuição dos assentamentos precários identificados na RMSP.



Fonte: EMPLASA (2013)

Figura 8.4 - Distribuição de assentamentos precários na RMSP

O mapeamento das áreas de assentamentos precários é essencial para o direcionamento dos esforços por parte dos órgãos públicos, principalmente no sentido de fornecer acesso à infraestrutura urbana básica e garantir, assim, a redução do aporte de cargas de esgotos brutos aos corpos hídricos. No entanto, a intensa dinâmica de modificação destas áreas torna a manutenção de um banco de dados atualizado uma tarefa complexa. A análise espacial no estudo do CEM foi feita com base na identificação, através de imagens de satélite, de áreas cujo padrão urbanístico diferem do convencional (EMPLASA, 2013). A região centro-oeste de São Paulo, onde se insere Paraisópolis, a maior favela da capital, apresenta um grande contingente de precariedade, com expressivo aglomerado de setores subnormais em meio a setores não precários com alta

valorização imobiliária. Verificou-se que muitos dos assentamentos precários encontram-se afastados da mancha urbana, nas bordas de áreas ambientalmente protegidas.

Segundo destacado por Denaldi & Jodas (2012), o crescimento das cidades brasileiras foi acompanhado pelo agravamento de problemas urbanos e ambientais e por desigualdades socioespaciais. A ocupação das periferias urbanas leva a uma sobreposição de problemas ambientais e sociais, requerendo uma abordagem intersetorial e consistindo em grande desafio para as políticas públicas.

No âmbito nacional, a União garante investimentos no setor habitacional através do Programa Minha Casa Minha Vida (Lei Federal nº 11.977, de 7 de julho de 2009). O Plano Estadual de Habitação de São Paulo – PEH-SP 2011-2023, revisado em 2012, destaca a responsabilidade compartilhada das esferas federal, estadual e municipal: (i) na promoção da articulação entre a política habitacional e as políticas de saneamento, transportes, meio ambiente, desenvolvimento social, educacional, cultural e econômico; (ii) na estruturação de novos arranjos de governança regional, metropolitana e local para habitação; (iii) na ampliação de fontes de recursos destinados ao setor habitacional; (iv) na aplicação de medidas de caráter corretivo e preventivo; (v) na promoção de empreendimentos habitacionais de interesse social; entre outros. Dentre as orientações norteadoras da Política Habitacional do Estado, constam a redução progressiva das necessidades habitacionais e a elevação da qualidade das cidades.

Os Planos Plurianuais de Investimentos (PPA 2008-2011 e PPA 2012-2015) têm sido orientados no sentido de atuar nos principais focos de necessidades habitacionais, incluindo a urbanização de favelas, a regularização fundiária de conjuntos habitacionais e bairros e a garantia de qualidade e sustentabilidade das condições de moradia. Estas e outras orientações foram responsáveis por um conjunto de medidas e procedimentos legais, tais como: (i) a reestruturação do GRAPROHAB e a criação do Programa Cidade Legal; (ii) a aprovação da Lei Estadual nº 13.290/2008, que busca reduzir custos de registros da habitação, facilitando a emissão da escritura da habitação; (iii) a adoção de medidas de conservação de recursos naturais; (iv) o incremento de parcerias com municípios e com o Governo Federal para viabilizar o atendimento de demandas prioritárias; (v) a priorização de ações para atendimento de áreas de risco; (vi) a implantação do Sistema de Gestão de Pleitos Habitacionais; e (vii) a edição da Lei Estadual nº12.801/2008 e de seu decreto regulamentador, que instituem o Conselho Estadual de Habitação do Fundo Paulista de Habitação de Interesse Social e do Fundo Garantidor Habitacional, principais fontes estaduais de investimento em habitação social.

Os atuais programas e investimentos da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU)/Secretaria de Habitação do Estado têm como objetivos a intensificação do atendimento habitacional nas Regiões Metropolitanas e a articulação de ações em parceria com municípios, entidades associativas, o Governo Federal e a iniciativa privada. Para tanto, os esforços e programas têm sido direcionados a quatro focos, descritos no **Quadro 8.4**.

Quadro 8.4 - Programas de cunho habitacional destacados no Plano Estadual de Habitação

Foco	Objetivo	Programas Relacionados
Redução do Déficit Habitacional	Produção de Unidades Habitacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Parceria com Municípios –PPM • Programa Parceria com Associações e Cooperativas • Produção Própria CDHU • Programa de Moradia Indígena - PMI • Programa de Moradia Quilombola • Programa de Moradia Rural • Programa Vila Dignidade • Programa de Reassentamento Habitacional
	Aquisição de Unidades Habitacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Habitacional de Integração - PHAI
	Produção de Lotes Urbanizados	-

Continua...

Quadro 8.4 - Programas de cunho habitacional destacados no Plano Estadual de Habitação (cont.)

Foco	Objetivo	Programas Relacionados
Redução da Inadequação Habitacional	Requalificação de Moradias	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Atuação em Cortiços • Programa São Paulo de Cara Nova • Programa Especial de Melhorias - PEM • Programa Crédito para Reforma de Imóveis
	Urbanização de Favelas e Assentamentos Precários	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Urbanização de Favelas
	Regularização Fundiária de Interesse Habitacional	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Cidade Legal • Programa de Regularização Fundiária de Conjuntos Habitacionais da CDHU
Desenvolvimento Institucional	Ação de Assistência Técnica aos municípios	-
	Ação de Fomento à Organização Comunitária, Condominial e Inclusão Social	-
Programas Especiais (eleitos como prioritários na atual gestão da CDHU)	Urbanização de Favelas	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Urbanização – Pantanal
	Reassentamento Habitacional	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Reassentamento – Paraisópolis • Programa de Reassentamento – Águas Espriadas
	Saneamento Ambiental em Mananciais de Interesse Regional	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Mananciais do Alto Tietê • Programa de Recuperação Socioambiental da Serra do Mar

Fonte: Adaptado de Plano Estadual de Habitação – PEH-SP 2011-2023 (SÃO PAULO (Estado), 2012).

O Programa Estadual de Regularização Fundiária – Cidade Legal, criado em 2007 com o objetivo de facilitar as ações e os processos de regularização fundiária em núcleos habitacionais do Estado, é um bom exemplo de aplicação das diretrizes da Política Habitacional do Estado. Através dele, a Secretaria do Estado de Habitação oferece orientação e apoio técnico às prefeituras para a regularização em áreas urbanas ou de expansão. Segundo dados disponibilizados em página oficial, o programa regularizou 766 núcleos habitacionais do Estado entre a sua data de criação e agosto de 2012¹⁸.

Segundo o PERH-SP 2011-2023, um dos métodos de atrair mais investidores nesse setor é promover incentivos ao licenciamento urbanístico e ambiental, e simplificar os processos de obtenção da licença e de concessão de subsídios aos beneficiários. Segundo Denaldi & Jordas (2013), a resistência dos órgãos responsáveis pelo licenciamento em aplicar a Lei nº11.977/2009 em assentamentos inseridos em áreas de interesse ambiental foi reduzida após a publicação do novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que estabelece que “na regularização fundiária de interesse específico dos assentamentos inseridos em área urbana consolidada e que ocupam Áreas de Proteção Permanente não identificadas como áreas de risco, a regularização ambiental será admitida por meio da aprovação de projeto de regularização fundiária, na forma da Lei nº 11.977/2009”.

Ainda assim, o licenciamento da urbanização ou regularização fundiária de loteamentos irregulares ou favelas encontram restrições na legislação florestal e de mananciais. A condição de intensa ocupação irregular nas áreas de mananciais como as APRMs Billings e Guarapiranga evidenciam a urgência de se tratar de forma integrada as políticas habitacionais, ambientais e de saneamento para garantir a proteção dos recursos hídricos, conforme proposto nas recentes atualizações dos PDPA's para os mananciais da RMSP (SSRH, em elaboração).

¹⁸ Disponível em: <http://www.habitacao.sp.gov.br/secretariahabitacao/graprohab/cidade_legal.aspx>.

8.2. Remanescentes de Vegetação Natural e Áreas Protegidas

O Estado de São Paulo, inclusive a área abrangida pela BAT, era originariamente recoberto por florestas de Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa) e Cerrado. O desmatamento ocorrido desde a época da colonização do Brasil até os dias atuais fez com que a maior parte da cobertura vegetal original fosse removida, dando lugar a pastagens, áreas agrícolas ou, como no caso da BAT, a centros urbanos. A remoção só não foi total dada a existência de restrições legais e ambientais associadas à existência de Áreas Protegidas, fato constatado pelo estudo “Visão da Metrópole: Subsídios para a elaboração do PDUI da Região Metropolitana de São Paulo” (EMPLASA, 2016), que destaca que “a conurbação entre os municípios que compõem a RMSP só não se completou pela presença de áreas protegidas e pela existência de barreiras físicas no território”.

Atualmente, a BAT apresenta 1.742,35 km² de vegetação natural remanescente (mata), aproximadamente 30% de seu território, conforme apresentado no item referente ao uso do solo. A categoria de maior ocorrência na região é a Floresta Ombrófila Densa, segundo o Relatório de Situação de 2017. Este tipo de vegetação ocorre de forma contínua em áreas ao sul, sudeste, sudoeste e centro-norte da UGRHI 06, e de forma fragmentada ao longo de seu território. Em áreas restritas, na porção norte da BAT, verificam-se fragmentos de Cerrados (CETESB, 2016). Algumas regiões destacam-se pela presença de áreas significativas de vegetação nativa, correspondentes ao Parque Estadual da Cantareira, ao norte de São Paulo, ao Parque Estadual da Serra do Mar e sua zona de amortecimento, que abrange diversos municípios ao sul da BAT, e à Reserva Florestal do Morro Grande, em Cotia. A **Figura 8.5** identifica os remanescentes vegetais na BAT.

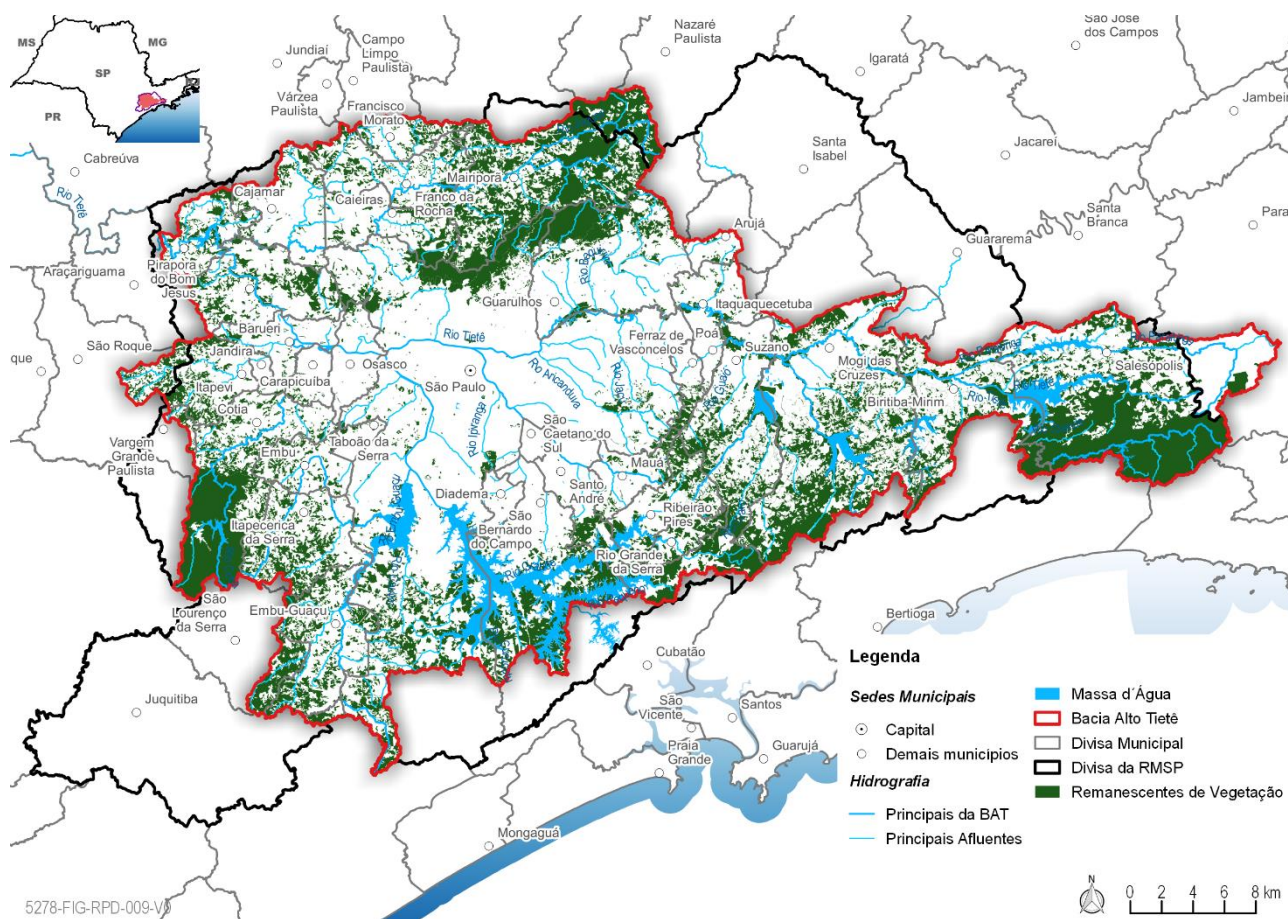


Figura 8.5 - Remanescentes de vegetação nativa na BAT

As Áreas Protegidas são regidas por leis específicas com o intuito de conservar suas características ambientais relevantes à proteção e à conservação da paisagem, da biodiversidade e dos recursos naturais. As principais fontes de dados para o levantamento das informações acerca das Áreas Protegidas na BAT e em seu entorno foram o Instituto Florestal do Estado de São Paulo e a Fundação para Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo (Fundação Florestal), vinculadas à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA). Recentemente, os estudos PDMAT 3 (DAEE, 2014), e PDPA RMSP (SSRH, em elaboração) identificaram e analisaram as Áreas Protegidas inseridas na BAT/RMSP, cujos resultados serão apresentados adiante para comparação com os dados do PBH-AT (2009), conforme preconiza a Deliberação CRH 146/2012 quanto a necessidade de apresentação do indicador “R.09.A – Unidades de Conservação (UC) [nº]”.

Destaca-se que o conceito “Áreas Protegidas” inclui as Unidades de Conservação, categorizadas, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) em de Uso Sustentável ou de Proteção Integral; as Áreas de Preservação Permanente (APPs); as Áreas de Proteção de Mananciais (APMs); as Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRMs); as Reservas Florestais; os Sítios Geológicos; as Terras Indígenas; as Florestas Públicas; as Cavidades Naturais Subterrâneas; dentre outras áreas abrangidas pelo Sistema de Informações e Gestão de Áreas Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo (SIGAP), instituído pelo Decreto Estadual nº 60.302 de 2014.

Na sequência são apresentadas as Áreas Protegidas da BAT, conforme dados disponíveis nas fontes e estudos anteriormente citados.

8.2.1. Identificação das Áreas Protegidas da BAT

Para a obtenção do banco de dados de Áreas Protegidas, foram cruzadas as informações apresentadas nos seguintes documentos: PBH-AT (2009); Relatório de Situação de 2017; PDMAT 3; e PDPAs RMSP. O PBH (2009) descreve um total de 48 Áreas Protegidas, das quais apenas 39 inserem-se na BAT, sendo as demais externas, porém em áreas consideradas de interesse para a região, a exemplos da APA de Cabreúva e da Estação Ecológica de Valinhos, ambas inseridas na UGRHI 05. As áreas protegidas externas à BAT não serão consideradas no PBH-AT (2018).

A verificação da inserção das Áreas Protegidas na bacia foi feita com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, através de *shapefiles* com a delimitação das Áreas Protegidas, provenientes de diversas fontes, incluindo a Fundação Florestal; o Instituto Florestal; o Ministério do Meio Ambiente; Prefeituras Municipais; a Fundação Nacional do Índio (FUNAI); o IBAMA; e o IBGE.

Os **Quadros 8.5, 8.6 e 8.7**, a seguir, apresentam as Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral e de Uso Sustentável, conforme categorização do SNUC¹⁹; e as Terras Indígenas e outras áreas protegidas inseridas na BAT, com suas respectivas áreas, leis de criação/regulamentação e órgãos responsáveis pela administração (para as UCs de Proteção Integral, foi levantada também a existência dos respectivos Planos de Manejo). Na BAT há, ainda, 97 Parques Urbanos e Lineares, detalhados no Quadro II.1, no Apêndice 2.

¹⁹ Unidades de Conservação de Proteção Integral: têm como objetivo a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto de seus atributos naturais. Inclui: (i) Estações Ecológicas; (ii) Reservas Biológicas; (iii) Parques Nacionais; (iv) Monumentos Naturais; e (v) Refúgios da Vida Silvestre.

Unidades de Conservação de Uso Sustentável: têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Inclui: (i) Áreas de Proteção Ambiental; (ii) Áreas de Relevante Interesse Ecológico; (iii) Florestas Nacionais; (iv) Reservas Extrativistas; (v) Reservas de Fauna; (vi) Reservas de Desenvolvimento Sustentável; e (vii) Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Quadro 8.5 - Áreas Protegidas inseridas na BAT – Unidades de Conservação de Uso Sustentável

Área Protegida	Área (ha)	Municípios na BAT	Legislação de Criação/Regulamentação	Órgão Responsável pela Administração
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL				
1	APA Bacia do Rio Paraíba do Sul	292.597 Arujá, Guarulhos	Decreto nº 87.561 de 13/09/1982	ICMBio
2	APA Bororé-Colônia	8.960 São Paulo	Lei ordinária nº 14.162 de 25/05/2006	ICMBio
3	APA Cabuçu-Tanque Grande	3.220 Guarulhos	Lei Municipal nº 6.798 de 28/12/2010	Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos
4	APA Cajamar	13.309 Cajamar	Lei ordinária nº 4.055 de 05/06/1984	SMA
5	APA Embu Verde	1.631 Embu das Artes	Lei Complementar nº 108 de 11/12/2008	SI
6	APA Haras São Bernardo (Chácara da Baronesa)	35 Santo André	Lei Estadual nº 5.745 de 10/07/1987	SMA
7	APA Itupararanga	93.650 Cotia, Vargem Grande Paulista e São Roque.	Lei Estadual nº 10.100 de 01/12/98	SI
8	APA Jundiaí	50.110 Cotia, Embu das Artes, Itapeverica da Serra, Itapevi, São Roque, Santana de Parnaíba, Pirapora de Bom Jesus, Cajamar e Vargem Grande Paulista.	Lei Estadual nº 4.095 de 01/06/1984	SMA
9	APA Lagoa do Príncipe (Chácara Ana Lúcia)	15,2 Embu das Artes	SI	SI
10	APA Mata do Iguatemi	30 São Paulo	Lei Estadual nº 8.284 02/04/1993	SMA
11	APA Municipal do Capivari-Monos	25.100 São Paulo	Lei ordinária nº 13.136 de 12/06/2001	SI
12	APA Parque e Fazenda do Carmo	867 São Paulo	Lei ordinária nº 6.409 de 05/04/1989 e Decreto Estadual nº 37.678 de 20/10/1993	SMA
13	APA Piracicaba Juqueri-Mirim - Área II	280.762 Nazaré Paulista	Lei ordinária nº 7438 de 16/07/1991	SMA
14	APA Prado Rangel	39,4 Embu das Artes	SI	SI
15	APA Mata de Santa Tereza	42,9 Embu das Artes	Lei Municipal nº 1.804 de 03/09/1999	SI
16	APA Sistema Cantareira	249.200 Nazaré Paulista e Mairiporã.	Lei ordinária nº 10.111 de 04/12/1998	SMA
17	APA Várzea do Rio Tietê	8.726 Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Suzano, Poá, Itaquaquecetuba, Guarulhos, São Paulo, Osasco, Barueri e Santana de Parnaíba.	Lei Ordinária nº 5.598 de 06/01/1987 e Decreto Estadual nº 42.837 de 03/02/1998	SMA/FF
18	Floresta Estadual de Guarulhos	92 Guarulhos	Decreto Estadual nº 55.662 de 30/03/2010	FF
19	RPPN Mahayana	9 Mogi das Cruzes	Resolução nº 28 de 26/04/2008	Proprietário
20	RPPN Mutinga	2,5 São Paulo	Portaria nº 12 de 05/02/2011	Proprietário
21	RPPN Paraíso	3,5 Mairiporã	Resolução nº 27 de 26/04/2008	Proprietário
22	RPPN Sítio Capuavinha	5 Mairiporã	Portaria nº 31 de 05/03/2001	Proprietário
23	RPPN Sítio Curucutu	10,9 São Paulo	Portaria nº 102 de 31/12/1995	Proprietário
24	RPPN Sítio Ryan	19,5 Itapevi	Portaria nº 112 de 22/10/1993	Proprietário
25	RPPN Voturuna	66,5 Santana de Parnaíba	Portaria nº 105 de 05/10/1994	Proprietário
26	RPPN Voturuna II	58,5 Santana de Parnaíba	Portaria nº 123 de 16/11/1994	Proprietário
27	RPPN Voturuna V	64,1 Santana de Parnaíba	Portaria nº 113 de 24/10/1994	Proprietário

SI – Sem Informação; APA – Área de Proteção Ambiental; RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural; FF – Fundação Florestal; ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo;

Quadro 8.6 - Áreas Protegidas na BAT - Unidades de Conservação de Proteção Integral

Área Protegida	Área (ha)	Municípios na BAT	Legislação de Criação/Regulamentação	Plano de Manejo	Órgão Responsável pela Administração
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL					
1	Estação Ecológica de Itapeti	89,5 Mogi das Cruzes	Decreto Estadual 26.890 de 12/03/1987	Não	FF
2	Estação Ecológica Tanque Grande	70 Guarulhos	Decreto Municipal nº 28.273 de 25/11/2010	Não	Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos
3	Monumento Natural da Pedra Grande	3.297 Limite de Nazaré Paulista	Decreto Estadual nº 55.662 de 30/03/2010	Em Elaboração	FF
4	Parque Anhanguera	950 São Paulo	SI	Não	SI
5	Parque da Ilha dos Eucaliptos	35 São Paulo	SI	SI	SI
6	Parque da Lagoa (Parque de Itapeverica da Serra)	207 Itapeverica da Serra	SI	Não	SI
7	Parque Municipal da Represinha	4,3 Itapeverica da Serra	SI	SI	SI
8	Parque Municipal Ecológico Eldorado (ou Ecológico Fernando Vitor de Araújo Alves)	3,2 Diadema	SI	SI	SI
9	Parque Municipal Francisco Rizzo	22 Embu das Artes	Decreto Municipal nº 31 de 10/05/1999	SI	SI
10	Parque Municipal Milton Marinho de Moraes	8,4 Ribeirão Pires	SI	SI	SI

Continua...

Quadro 8.6 - Áreas Protegidas na BAT - Unidades de Conservação de Proteção Integral (cont.)

Área Protegida	Área (ha)	Municípios na BAT	Legislação de Criação/Regulamentação	Plano de Manejo	Órgão Responsável pela Administração	
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL						
11	Parque Municipal Pérola da Serra	3,3	Ribeirão Pires	SI	SI	
12	Parque Municipal Riacho Grande (Rodoanel)	240	São Bernardo do Campo	SI	SI	
13	Parque Municipal Várzea do Rio Embu Mirim (Rodoanel)	190	Embu das Artes	SI	SI	
14	Parque Planalto	6,4	Carapicuíba	SI	SI	
15	Parque Estadual Alberto Löfgren (Horto Florestal)	174	São Paulo	Decreto Estadual nº 335 de 10/02/1896	Sim	CPU/SMA
16	Parque Estadual da Cantareira	7.900	Guarulhos, Mairiporã e São Paulo	Lei ordinária nº 10.228 de 25/09/1968	Sim	FF
17	Parque Estadual da Serra do Mar	322.170	Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, São Bernardo do Campo e São Paulo	Decreto Estadual nº 10.251 de 31/08/1977	Sim	FF
18	Parque Estadual de Itaberaba	15.113	Arujá, Guarulhos, Mairiporã e Nazaré Paulista	Decreto Estadual nº 55.662 de 30/03/2010	Não	FF
19	Parque Estadual de Itapetinga	10.192	Mairiporã e Nazaré Paulista	Decreto Estadual nº 55.662 de 30/03/2010	Não	FF
20	Parque Estadual do Jaraguá	493	Osasco e São Paulo	Decretos Estaduais nº 38.391 de 03/05/1961 e nº 10.877 de 30/12/1939	Sim	FF
21	Parque Estadual do Juquery	1.928	Franco da Rocha e Caieiras	Decreto Estadual nº 36.859 de 07/06/1993	Não	FF
22	Parque Estadual Fontes do Ipiranga	540	São Paulo	Decreto Estadual nº 52.281 de 12/08/1969	Sim	SMA
23	Parque Ecológico Carapicuíba	34	Carapicuíba	Lei Municipal nº 3.105 de 24/11/2011	SI	SI
24	Parque Ecológico da Várzea do Embu-Guaçu	394	Embu-Guaçu	Decreto Estadual nº 58.753 de 19/12/2012	SI	SI
25	Parque Ecológico do Guarapiranga	250	São Paulo	Decreto Estadual nº 30.442 de 20/09/1989	SI	SI
26	Parque Ecológico Nascentes do Tietê	134	Salesópolis	Decretos Estaduais nº 29.181 de 11/11/1988 e nº 37.701 de 25/10/1993; Resolução Secretária do Estado de Cultura nº 06/1990	Sim	DAEE
27	Parque Ecológico Tietê	1.400	São Paulo	Decreto Estadual nº 7.868, de 30/04/1976	Não	DAEE
28	Parque Natural Municipal Barragem do Guarapiranga	29	São Paulo	Decreto nº 49.447 de 25/04/2008	SI	SI
29	Parque Natural Municipal Bororé	170,7	São Paulo	Decreto Municipal nº 52.972 de 14/02/2012	Não	DEPAVE/SVMA
30	Parque Natural Municipal Cratera da Colônia	52,8	São Paulo	Lei Municipal nº 14.164 de 29/05/2006 e Decreto Municipal nº 48.423 de 11/06/2007	Sim	DEPAVE/SVMA
31	Parque Natural Municipal de Varginha	338,5	São Paulo	Decreto Municipal nº 52.973 de 14/02/2012	Não	DEPAVE/SVMA
32	Parque Natural Municipal do Itaim	479	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.227 de 20/06/2012	Não	DEPAVE/SVMA
33	Parque Natural Municipal do Pedroso	815	Santo André	Lei Municipal nº 7.733 de 14/10/1998 e Lei Ordinária nº 8.881 de 04/10/2006	SI	SEMASA
34	Parque Natural Municipal Estoril - Virgílio Simionato	37	São Bernardo do Campo	Decreto Municipal nº 18.684 de 14/11/2013	SI	SDET/SGA
35	Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo	395,8	São Paulo	Decretos Municipais nº 43.329 de 12/06/2003 e nº 50.201 de 07/11/2008	Sim	DEPAVE/SVMA
36	Parque Natural Municipal Jaceguava	276,4	São Paulo	Decreto Municipal nº 52.974 de 14/02/2012	Não	DEPAVE/SVMA
37	Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba	449	Santo André	Decreto nº 14.937/2003 de 06/06/2003	Sim	Secretaria de Gestão de Recursos Naturais de Paranapiacaba e Parque Andreense
38	Parque Natural Municipal Portal Ecológico – Sítio Pedra Bonita	10,4	Jandira	Lei Complementar Municipal (Jandira) nº 3 de 02/07/2007	Sim	Secretaria de Habitação, Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Jandira.
39	Reserva Biológica Municipal Burle Marx	15	Guarulhos	Lei Ordinária nº 3.703 de 31/10/1990	Não	Secretaria de Meio Ambiente de Guarulhos
40	Reserva Biológica Alto da Serra de Paranapiacaba	336	Santo André	Decreto Estadual 24.714 de 07/02/1986	SI	Instituto de Botânica
41	Reserva Biológica Tamboré	367	Santana de Parnaíba	Lei Ordinária nº 2.689 de 21/12/2005	Em Elaboração	Instituto Brookfield

SI – Sem Informação

FF – Fundação Florestal; SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo; DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica; DEPAVE - Departamento de Parques e Áreas Verdes; SVMA - Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do Município de São Paulo; SEMASA - Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André; SDET - Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Trabalho e Turismo (São Bernardo do Campo); SGA - Secretaria de Gestão Ambiental (São Bernardo do Campo); CPU – Coordenadoria de Parques Urbanos da SMA.

Quadro 8.7 - Áreas Protegidas na BAT - Terras Indígenas e outras Áreas Protegidas

Área Protegida	Área (ha)	Municípios na BAT	Legislação de Criação/Regulamentação	Órgão Responsável pela Administração
TERRAS INDÍGENAS				
1	TI Jaraguá	2 São Paulo	Decreto Federal nº 94.221 de 15/04/1987	FUNAI - Fundação Nacional do Índio e SESAI - Secretaria Especial de Saúde Indígena
2	TI Krukutu	26 São Paulo	Decreto Federal nº 94.222 de 15/04/1987	
3	TI Barragem	26 São Paulo	Decreto Federal nº 94.223 de 15/04/1987	
4	TI Tenondé Porã	16.000 São Paulo	Portaria 548 de 06/05/2016	
OUTRAS ÁREAS PROTEGIDAS				
5	ANT Cratera de Colônia	1.883 São Paulo	Resolução da Secretaria do Estado da Cultura nº 60 de 20/08/2003	SVMA - Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente do Município de São Paulo
6	ANT Haras de São Bernardo	35 Santo André	Resolução da Secretaria do Estado da Cultura nº 8/1990 e Resolução Complementar nº 32, de 16/7/2007	SI
7	ANT Nascentes do Tietê	1.272 Salesópolis	Resolução da Secretaria do Estado da Cultura nº 6/1990	SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
8	ANT Serras do Mar e de Paranapiacaba	27.527 Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes e Salesópolis	Resolução de Condephaat de Tombamento nº 40/1985	CONDEPHAAT
9	ANT Parque Estadual do Jaraguá	- São Paulo	Resolução da Secretaria do Estado da Cultura nº 5/1983	Instituto Florestal
10	ANT Serra da Boturuna	- Santana de Parnaíba e Pirapora de Bom Jesus	Resolução 17 de 04/08/1983	CONDEPHAAT
11	Área Sob Proteção Especial Jurupará-Caucaia	51.814 Cotia	Resolução SMA nº 91 de 21/09/2013	SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
12	Áreas de Proteção aos Mananciais	- Vários	Leis Estaduais nº 898 de 18/12/1975, nº 1.172 de 17/11/1976, e nº 9.866 de 28/11/1997; Lei Estadual nº 12.233 de 16/01/2006 (APRM Guarapiranga); Lei Estadual nº 13.579 de 13/07/2009 (APRM Billings); Lei Estadual nº 15.790 de 16/04/2015 (APRM Alto Juquery); Lei Estadual nº 15.913 de 02/10/2015 (APRM Alto Tietê Cabeceiras); Lei Estadual nº 16.568/2017 (APRM Alto Cotia).	Órgãos Técnico e Colegiado (específico por manancial).
13	Floresta Pública TI Krukutu	21 São Paulo	Certidão 026 de 09/09/1998	SI
14	Floresta Pública TI Guarani da Barragem	1,9 São Paulo	Certidão 032 de 09/09/1998	SI
15	Geoparque Ciclo do Ouro	16.990 Guarulhos	Decreto Municipal N° 25.491/2008	SI
16	Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo	2.359.603 Todos os municípios da BAT	Certificado UNESCO de 09/06/1994	SI
17	Reserva Florestal do Morro Grande	10.952 Cotia	Lei Estadual nº 1.949 de 04/04/1979	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SI – Sem Informação; TI – Terra Indígena; ANT – Área Natural Tombada

Verifica-se, com base nos Quadros, que 68 das Áreas Protegidas com território na BAT são categorizadas como Unidades de Conservação (Indicador **R.09.4 – Número de UCs: 68**), das quais 27 são de Uso Sustentável e 41 de Proteção Integral. Para este cálculo não foram considerados os Parques Lineares e nem os Parques Urbanos, cujas dimensões, características e uso, em geral, não permitem seu enquadramento nas categorias de UC definidas pelo SNUC.

Em 2011 houve um esforço por parte do deputado Mauro Bragato (PSDB) no sentido de garantir maior caráter de preservação aos Parques Urbanos através do Projeto de Lei PL 1192, que define a Categoria de Unidade de Conservação Parque Urbano de Conservação da Biodiversidade, nos termos do parágrafo único do artigo 6º da Lei Federal que define o SNUC (Lei nº 9.985/2000), colocando como objetivo para estas áreas:

“[...] proteger remanescentes de vegetação nativa de importância para a conservação da biodiversidade localizados em área urbana, sendo admitido também o uso público para a realização de atividades educacionais, culturais e de lazer desde que não conflitantes com a proteção da vegetação.”

Apesar de encontrar-se em Regime de “Tramitação de Urgência”, o PL 1192/2011 teve último andamento no dia 29/06/2015, no qual foi protocolado junto ao Gabinete do Senhor Governador do Estado de São Paulo (Ofício SGP nº 3162/2015), mantendo-se o veto à sua aprovação²⁰. Se considerados os Parques Urbanos e Lineares e as demais classificações de áreas protegidas, a BAT possui um total de 182 Áreas Protegidas.

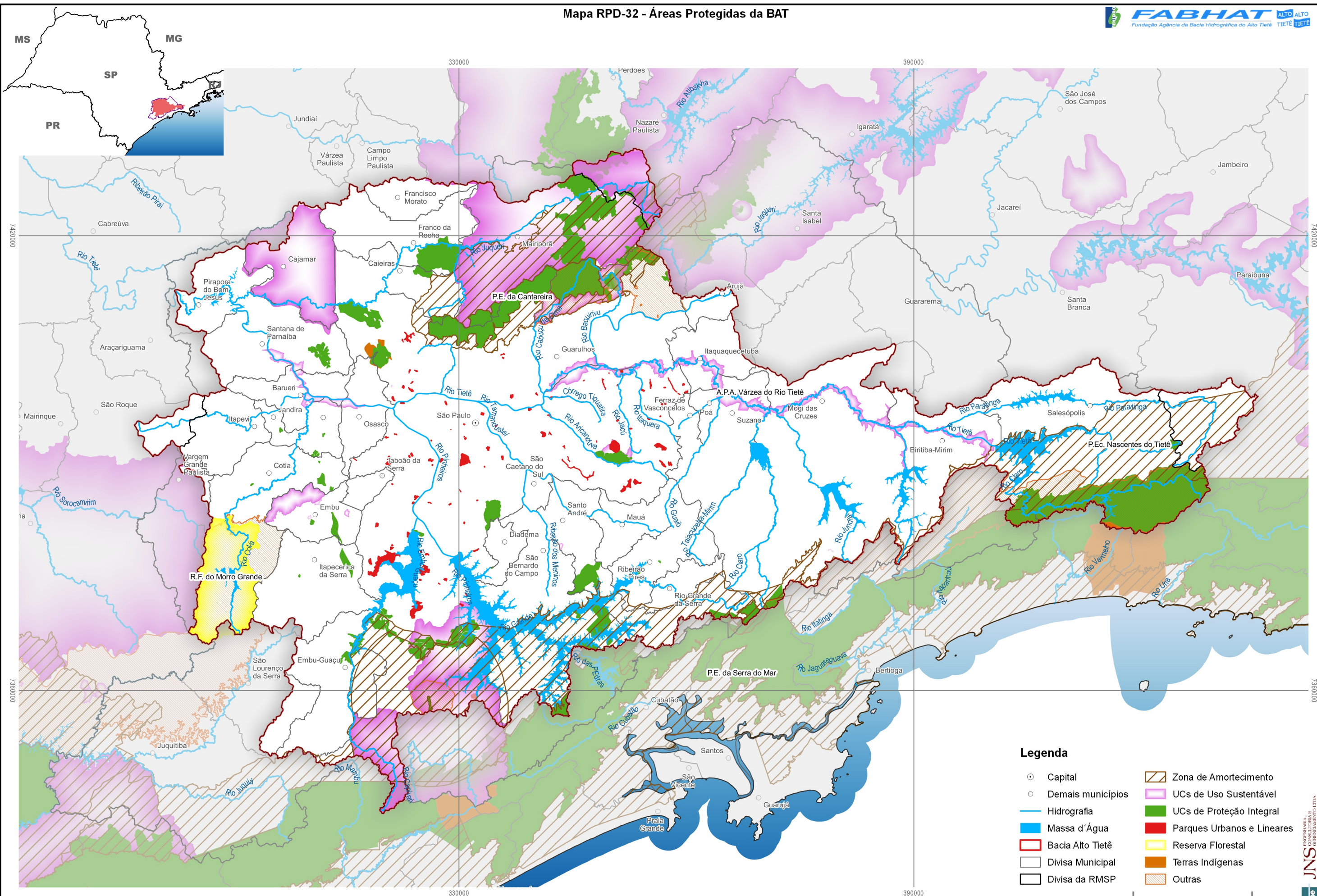
No que diz respeito à biodiversidade, o PBH-AT (2009) destaca a importância do estudo do Ministério do Meio Ambiente denominado “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos” (MMA, 2000), que indica as áreas prioritárias para conservação com enfoque para os elementos da biodiversidade – fauna e flora. Segundo este estudo, algumas Áreas Protegidas da BAT são consideradas de “extrema importância biológica”, como a Serra da Cantareira no que diz respeito à Flora; a região das Cabeceiras do Rio Tietê, no elemento Peixes; a Reserva Florestal do Morro Grande e o Parque Estadual da Serra do Mar, nos elementos Répteis e Anfíbios; e os Parques Estaduais Alberto Löfgren, Jaraguá, Cantareira e Serra do Mar no elemento Aves. A Serra do Mar também foi identificada como prioritária para a conservação da biodiversidade de Invertebrados.

O PDPAs RMSP relaciona as Áreas Protegidas que se sobrepõem às áreas de mananciais estudadas. Verificou-se que, dos 5.576,66 km² abrangidos pelo estudo²¹, apenas 642,63 km² constituem UCs de Proteção Integral, indicando que apenas 11,5% do território destes mananciais, apesar de serem áreas ambientalmente sensíveis, apresentam restrição à ocupação segundo a Lei do SNUC. O **Mapa RPD-32**, na sequência, identifica as Áreas Protegidas inseridas na BAT.

²⁰ Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo: <<http://www.al.sp.gov.br/>>. Acesso em 14 de julho de 2017.

²¹ O estudo incorpora as áreas de mananciais Cotia, Guarapiranga, Billings, Guaió, Alto Tietê Cabeceiras, Cabuçu, Tanque Grande e Alto Juquery, inseridos na BAT; e as Bacias Hidrográficas do Alto Juquiá e do Jaguari, externas à BAT.

Mapa RPD-32 - Áreas Protegidas da BAT



Legenda

- Capital
- Demais municípios
- Hidrografia
- Massa d'Água
- Bacia Alto Tietê
- Divisa Municipal
- Divisa da RMSP
- Zona de Amortecimento
- UCs de Uso Sustentável
- UCs de Proteção Integral
- Parques Urbanos e Lineares
- Reserva Florestal
- Terras Indígenas
- Outras

Fonte:
DAEE, 2015;
EMPLASA, 2017;
Áreas protegidas através de dados do governo Federal, Estadual e Municipal.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-010-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

8.3. Áreas Suscetíveis a Erosão, Escorregamentos, Assoreamento, Enchentes, Inundações e/ou Alagamentos

O presente capítulo descreve os processos físicos que ocorrem na BAT e traz uma compilação de informações disponíveis acerca da suscetibilidade à ocorrência de processos de movimento de massa (processos geológicos-geotécnicos como erosão, escorregamentos e assoreamentos) e enchentes, inundações e/ou alagamentos. Para tanto, foram utilizadas: (i) as cartas geotécnicas de suscetibilidade disponibilizadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), que englobam parte dos municípios inseridos na BAT, notadamente os da região central e mais urbanizada da bacia; e, (ii) as informações relativas às manchas de inundação e às áreas de risco na BAT, segundo o PDMAT 3 (DAEE, 2014). Além disso, são apresentados os indicadores relativos à ocorrência de deslizamentos e inundações, previstos na Deliberação CRH nº 146/2012, conforme a disponibilidade de informações.

8.3.1. Descrição de Processos

8.3.1.1. Processos de Movimento de Massa

Os processos geológicos-geotécnicos são aqueles relacionados às forças atuantes na superfície terrestre, decorrentes da interação de forças externas (como a gravidade) com os componentes abióticos que compõem o meio (água, rocha e solo). Estes processos podem ser deflagrados por agentes predisponentes ou condições naturais e agentes efetivos, como a ação antrópica (Varnes, 1978 *apud* MACEDO & CANIL, 2016). Os principais processos considerados são: erosão; assoreamento; e escorregamentos, rastejos e solapamento de margens de córregos, sucintamente descritos na sequência.

- **Erosão**

A erosão corresponde ao processo de desagregação e remoção de solo ou fragmento de rocha pela ação combinada da gravidade com água, vento, gelo e/ou organismos e plantas (IPT, 1986), ocorrendo de forma recorrente em áreas de solo exposto, principalmente nas linhas de drenagem superficial. A erosão pode ocorrer de forma natural, quando se dá em equilíbrio com a formação dos solos; ou pode ser acelerada por atividades antrópicas, ocorrendo em intensidade superior à da formação do solo e dificultando a sua recuperação natural.

Os processos erosivos dependem do grau de coesão litológica do substrato rochoso, das propriedades do solo, da declividade dos terrenos e amplitudes das vertentes, da vegetação, e do uso e ocupação do solo. A principal condicionante para a erosão (e os outros processos de movimento de massa) são as condições climáticas, principalmente a pluviosidade. Nas áreas rurais, a erosão é causada principalmente pelas mudanças no uso e ocupação do solo, em geral, de áreas florestais para culturas agrícolas ou áreas de solo exposto. A mineração, por sua característica de alterar o meio físico, também é uma atividade com potencial para agravar efeitos erosivos: a remoção da cobertura vegetal, a alteração no relevo e a movimentação de solo expõem superfícies à ação erosiva da água, podendo levar à degradação da área, sendo essenciais a contenção dos processos de degradação durante o funcionamento da mineração, e a adequação do território após o encerramento das atividades minerárias.

Quando a erosão hídrica é de grande intensidade e o processo atinge o lençol freático, ocorre o fenômeno chamado Voçoroca (ou Boçoroca), expressão máxima do processo de erosão. Este tipo de ocorrência é bastante comum no Estado de São Paulo pela presença de argissolos (MACEDO & CANIL, 2016), expondo as águas subterrâneas e o subsolo a fontes externas de contaminação.

- **Assoreamento**

O assoreamento consiste na deposição de sedimentos sólidos, transportados pelo vento, água, ou pela erosão nas margens locais, em cursos d'água e reservatórios. O assoreamento de corpos d'água pode ser considerado como um indicador da intensidade do processo erosivo, e pode interferir na qualidade e na quantidade da água dos corpos d'água, alterando as condições

hidráulicas e podendo ocasionar enchentes, perdas de capacidade de armazenamento de água, e incremento de poluentes químicos, gerando prejuízos ao abastecimento e à produção de energia (BITTAR, 1995 *apud* FREITAS & ALMEIDA, 1997).

- **Escorregamentos, rastejo e solapamento de margens de córregos**

Estes processos geológicos são caracterizados pela movimentação, em maior ou menor velocidade, do solo: quando associados a deslocamentos rápidos de solo de uma encosta, são denominados *escorregamentos*, normalmente associados a declividades superiores a 20% e induzidos pela mudança da dinâmica das águas, pela ocupação urbana, ou por obras lineares e exploração mineral; quando caracterizados pela ruptura de taludes marginais das margens de rios ou córregos por processo erosivo ou ação inconsistente das águas após ou durante enchentes e inundações, denominam-se *solapamentos* (MACEDO & CANIL, 2016); e quando ocorrem de forma imperceptível ao longo do tempo, são denominados *rastejos* (USGS, 2004). A suscetibilidade à ocorrência dos processos de escorregamento e solapamento, quando em área ocupada, pode consistir em situação de risco à população, tornando-a vulnerável.

O tipo de movimento gravitacional com maior potencial de impacto destrutivo é a *corrida de massa*, processo complexo e de alta energia de transporte caracterizado por fluxos concentrados de blocos rochosos, solo e vegetação provenientes de deslizamentos nas encostas e da movimentação de depósitos situados nos cursos hídricos. Este processo possui amplo raio de alcance, sendo deflagrado por chuvas de alta intensidade (CPRM, 2014).

8.3.1.2. *Enchentes, Inundações e Alagamentos*

Muitas vezes tratados como sinônimos, os eventos de enchentes, inundações e alagamentos consistem em processos distintos. Segundo definição do Ministério das Cidades/IPT (BRASIL, 2007), as *enchentes* – ou cheias – consistem numa elevação temporária do nível da água em um canal de drenagem, devida ao aumento da vazão ou descarga, sem extravasamento do leito. *Inundações*, por outro lado, consistem no extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio). Estes fenômenos, de natureza hidrometeorológica, fazem parte da dinâmica fluvial, ocorrendo em ocasiões de precipitações pluviométricas intensas e intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas, como a impermeabilização do solo, a retificação dos cursos d'água, e a redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento. Os *alagamentos* consistem em acúmulo momentâneo de águas em uma dada área, decorrente de deficiências no sistema de drenagem, que podem ou não estar relacionados a processos de natureza fluvial.

As enchentes ou inundações bruscas e de curta duração ocasionadas após eventos de chuvas intensas caracterizam *enxurradas*, processos de elevada energia de transporte e capacidade de arraste, com alto potencial destrutivo. Este tipo de processo hidrológico pode induzir instabilização e solapamento de taludes marginais ao longo de cursos d'água, e gerar significativas perdas materiais em áreas ocupadas (CPRM, 2014).

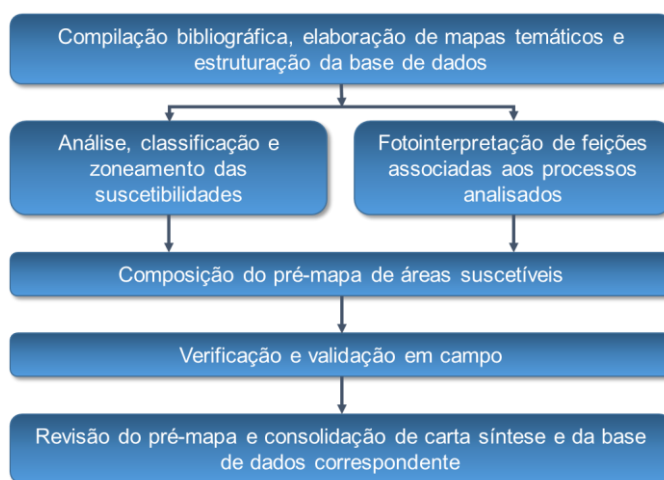
8.3.2. **Cartas CPRM de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e a Inundações**

A identificação e classificação das áreas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações para a BAT foi efetuada com base nas Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações disponibilizadas pela CPRM²². A elaboração destas cartas, prevista no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNGRRDN) de agosto de 2012, foi realizada segundo as diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), estabelecida pela Lei Federal nº 12.608/2012, através de parceria entre o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e o IBGE, sob coordenação da CPRM.

²² Cartas disponíveis em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html>>.

O conhecimento prévio das suscetibilidades do meio físico contribui para o planejamento do uso e ocupação do solo e para o controle da expansão urbana e, em âmbito regional, auxilia na elaboração de zoneamentos ecológico-econômicos. Um dos objetivos centrais da PNPDEC é promover a identificação e a avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades para, através da criação de um cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis a eventos de grande impacto, evitar ou reduzir a ocorrência de desastres (CPRM, 2014).

Os processos analisados nas cartas disponibilizadas pela CPRM compreendem movimentos gravitacionais de massa (deslizamentos, rastejos, quedas, tombamentos, deslocamentos e rolamento de rochas e corridas de massa) e processos hidrológicos (inundações e enxurradas), não sendo considerados para o mapeamento os processos de alagamento e assoreamento. A **Figura 8.6** a seguir, adaptada de CPRM (2014), apresenta esquematicamente o procedimento para o mapeamento realizado.



Fonte: adaptado de CPRM (2014)

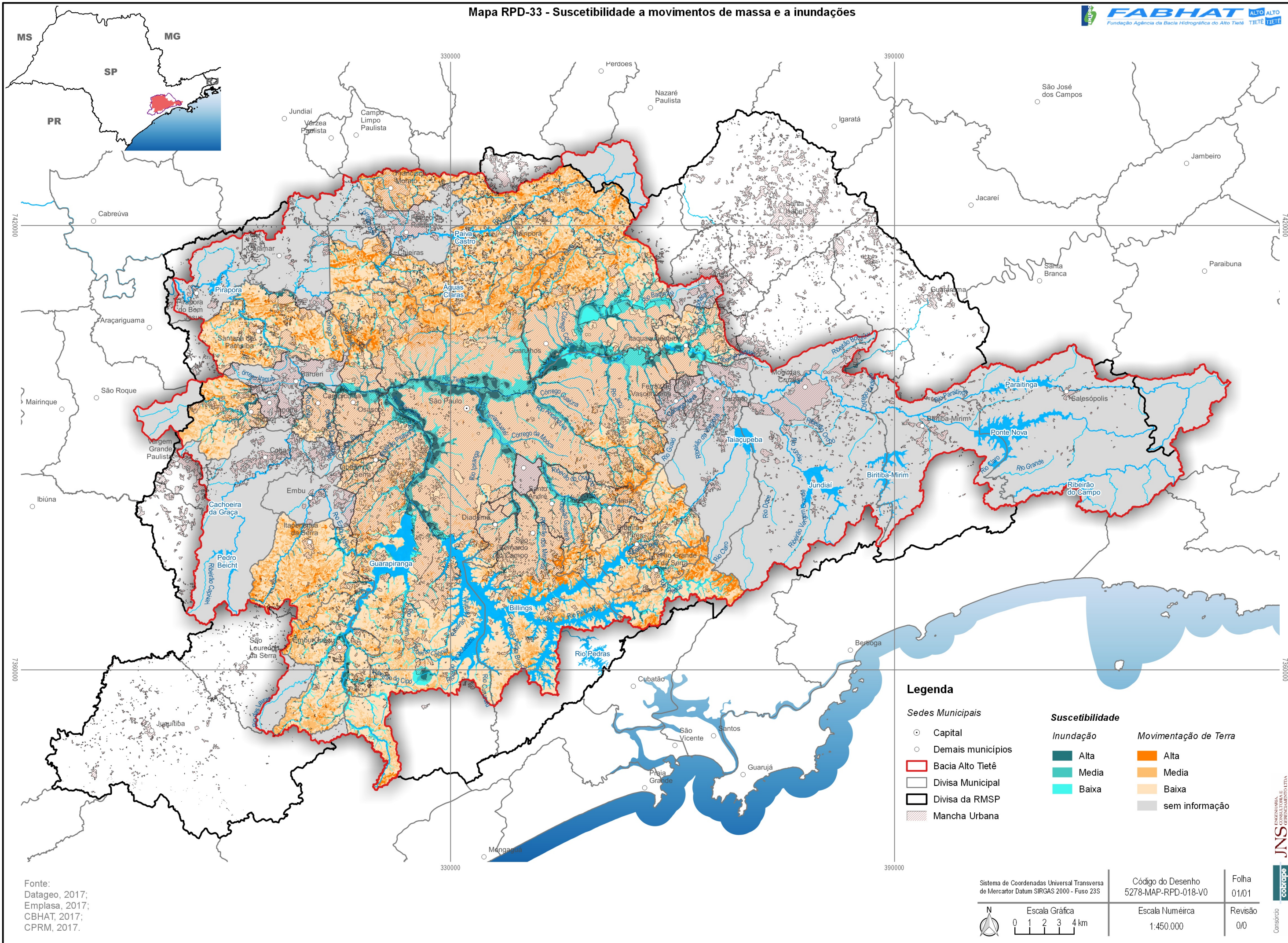
Figura 8.6 - Procedimentos básicos para a elaboração das cartas de suscetibilidade

As bases utilizadas para a elaboração das cartas de suscetibilidade são: altimetria; hidrografia; limites geopolíticos; ortofotos; e sistema viário. Estes dados foram utilizados para a obtenção de Modelo Digital de Elevação (MDE), declividade, relevo sombreado e padrões de relevo, feições, geologia, pedologia, dentre outros, que permitiram a determinação das áreas suscetíveis em escala de 1:25.000.

O mapeamento de suscetibilidade a deslizamentos baseou-se em modelagem estatística, considerando os fatores predisponentes a deslizamentos: (i) declividade; (ii) curvatura de encostas; e (iii) densidade de lineamentos estruturais (fraturas, zonas de falhas e/ou outras discontinuidades), que refletem a influência combinada de aspectos geomorfológicos, hidrogeológicos, pedológicos e geológicos (STABILE *et al.*, 2013 *apud* CPRM, 2014). A suscetibilidade a inundações foi mapeada com base nas condições predisponentes do terreno, principalmente nas características geológicas, topográficas e morfológicas das bacias hidrográficas que tendem a favorecer o transbordamento de cursos hídricos em ocasiões de precipitação intensa. Para tanto, realizou-se: (i) análise de índices morfométricos (área de contribuição, relação de relevo, densidade de drenagem, índice de circularidade e índice de sinuosidade); (ii) aplicação do modelo HAND (*Height Above Nearest Drainage*); e (iii) cruzamento das classificações obtidas nas etapas anteriores. Informações mais detalhadas sobre a metodologia utilizada encontram-se disponíveis na Nota Técnica Explicativa, disponibilizada junto às Cartas de Suscetibilidade, no endereço eletrônico da CPRM.

As cartas de suscetibilidade elaboradas são disponibilizadas por município, destacando as áreas com ocupação urbana e edificações, e um quadro resumo com a classificação (suscetibilidade alta, média ou baixa) e a totalização das áreas de suscetibilidade. O mapeamento realizado pela CPRM engloba 19 municípios com territórios inseridos na BAT, agrupados e apresentados no **Mapa RPD-33**. O **Quadro 8.8** detalha as extensões das áreas classificadas como suscetíveis.

Mapa RPD-33 - Suscetibilidade a movimentos de massa e a inundações



Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017;
CPRM, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa
de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S

Código do Desenho
5278-MAP-RPD-018-V0

Folha
01/01

Escala Gráfica
0 1 2 3 4 km

Escala Numérica
1:450.000

Revisão
0/0

Quadro 8.8 - Distribuição de Áreas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e de Inundação, e Incidência em Áreas Urbanizadas

Município	SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA												SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES												
	Alta Suscetibilidade				Média Suscetibilidade				Baixa Suscetibilidade				Alta Suscetibilidade				Média Suscetibilidade				Baixa Suscetibilidade				
	Área		Área Urbanizada		Área		Área Urbanizada		Área		Área Urbanizada		Área		Área Urbanizada		Área		Área Urbanizada		Área		Área Urbanizada		
km ²	%(*)	km ²	%(**)	km ²	%(*)	km ²	%(**)	km ²	%(*)	km ²	%(**)	km ²	%(*)	km ²	%(**)	km ²	%(*)	km ²	%(**)	km ²	%(*)	km ²	%(**)		
3509007	Caieiras	16,2	16,7	0,8	4,7	26,0	26,9	3,1	18,0	54,6	56,4	13,5	77,3	2,6	2,7	0,8	4,6	1,5	1,5	0,4	2,3	2,0	2,1	0,5	2,9
3510609	Carapicuíba	0,1	0,4	0,1	0,3	2,6	7,6	1,9	6,7	31,3	92,0	27,1	93,0	2,2	6,5	1,7	5,8	0,9	2,6	0,6	2,1	0,7	2,1	0,3	1,0
3513801	Diadema	0,3	0,1	0,2	0,6	1,5	5,0	1,0	3,7	28,9	94,0	26,1	95,7	1,5	4,9	1,4	5,1	0,6	1,9	0,6	2,2	1,1	3,6	1,1	4,0
3515103	Embu-Guaçu	9,1	5,8	0,8	2,5	38,4	24,8	4,0	12,3	107,6	69,4	27,4	85,2	6,5	4,2	0,4	1,2	11,5	7,4	2,3	7,1	4,2	2,7	1,1	3,4
3516309	Francisco Morato	4,8	9,9	1,0	4,5	17,1	35,1	6,4	28,8	26,8	55,0	14,8	66,7	1,0	2,0	0,6	2,7	1,1	2,3	0,7	3,1	0,4	0,8	0,2	0,9
3518800	Guarulhos	26,3	8,3	0,6	0,4	58,7	18,5	2,6	1,9	232,9	73,2	133,7	97,7	15,6	4,9	9,0	6,6	19,8	6,2	11,4	8,3	29,8	9,4	19,3	14,1
3522208	Itapeçerica da Serra	17,4	11,5	2,5	6,0	51,4	34,1	9,2	22,2	81,9	54,4	29,9	71,8	4,3	2,8	1,0	2,4	2,7	1,8	0,8	1,9	1,5	1,0	0,5	1,2
3522505	Itapevi	4,8	5,8	0,5	1,7	20,7	24,9	4,5	14,3	57,5	69,3	26,4	84,0	2,6	3,1	1,7	5,4	2,5	3,0	1,7	5,4	1,9	2,3	1,0	3,2
3523107	Itaquaquecetuba	0,7	0,8	0,1	0,2	5,8	7,1	2,1	4,5	76,1	92,1	45,1	95,3	3,7	4,5	1,0	2,1	5,2	6,3	1,9	4,0	8,2	9,9	3,1	6,5
3528502	Mairiporã	33,8	10,5	2,2	3,8	107,3	33,5	8,9	15,5	179,9	56,0	46,1	80,7	2,2	0,7	0,8	1,4	2,6	0,8	0,8	1,4	6,2	1,9	2,2	3,8
3529401	Mauá	4,7	7,5	1,4	3,3	8,7	14,1	4,4	10,5	48,6	78,4	36,4	86,2	5,1	8,2	4,5	10,7	1,1	1,8	0,9	2,1	3,0	4,8	2,8	6,6
3534401	Osasco	1,9	3,0	0,5	0,9	1,7	2,6	0,9	1,7	61,4	94,4	55,2	97,4	4,5	6,9	3,7	6,4	4,6	7,1	3,9	6,8	3,8	5,8	3,2	5,5
3543303	Ribeirão Pires	10,4	10,4	1,2	4,2	21,1	21,2	3,0	10,3	68,2	68,4	24,9	85,5	2,2	2,2	0,8	2,7	2,7	2,7	1,3	4,5	4,0	4,0	2,0	6,9
3544103	Rio Grande da Serra	7,8	21,4	1,1	12,0	10,8	29,8	1,3	13,6	17,7	48,8	7,0	74,4	2,1	5,8	0,1	1,1	0,5	1,4	0,1	1,1	1,2	3,3	0,2	2,1
3547304	Santana de Parnaíba	19,4	10,8	0,6	1,5	47,0	26,1	3,8	9,8	113,6	63,1	33,8	88,7	3,4	1,9	0,1	0,3	1,4	0,8	0,1	0,3	3,9	2,2	0,8	2,1
3547809	Santo André	23,8	13,7	1,1	1,5	25,6	14,7	2,8	3,8	125,0	71,6	71,0	94,7	7,8	4,5	4,9	6,5	7,4	4,2	3,7	4,9	9,7	5,6	6,4	8,5
3548708	São Bernardo do Campo	29,7	7,3	2,2	2,3	74,3	18,2	4,7	4,9	304,9	74,5	89,0	92,8	10,1	2,5	4,8	5,0	3,8	0,9	1,4	1,5	7,5	1,8	3,1	3,2
3550308	São Paulo	100,1	6,6	6,4	0,7	231,2	15,1	62,2	7,0	1196,2	78,3	815,2	82,3	52,0	3,4	42,1	4,8	66,2	4,3	52,1	5,9	113,1	7,4	80,5	9,1
3552809	Taboão da Serra	0,6	2,8	0,4	2,1	2,4	12,1	1,5	8,3	17,3	85,1	16,3	89,6	1,6	7,9	1,5	8,3	0,6	3,0	0,6	3,3	0,6	3,0	0,6	3,3
Total		311,9	8,0	23,7	1,3	752,3	19,3	128,3	7,1	2830,4	72,7	1538,9	85,6	131,0	3,4	80,9	4,5	136,7	3,5	85,3	4,7	202,8	5,2	128,9	7,2

Fonte: Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações (CPRM)

(*) – Percentual relativo à área total do Município; (**) – Percentual relativo à área total urbanizada do Município.

Verifica-se que as áreas de maior suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa concentram-se principalmente fora do município de São Paulo ou em suas regiões periféricas, estando associadas às formações de serras e escarpas características da Serra da Cantareira, ao norte, da Serra do Mar, ao sul, e às demais formações que delimitam fisicamente a área de drenagem da BAT. Dentre os municípios com porções significativas de seus territórios inseridos em áreas de média ou alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, destacam-se Caieiras (43,6%), Francisco Morato (45%), Itapeverica da Serra (45,6%), Mairiporã (44%) e Rio Grande da Serra (51,2%), sendo este último o que possui maior proporção relativa do território em área de alta suscetibilidade (21,4%).

O município de Francisco Morato é o que apresenta o maior percentual de área urbanizada em territórios de alta ou média suscetibilidade a movimentos de massa (33,3%), seguido de Itapeverica da Serra (28,2%), Rio Grande da Serra (25,6%) e Caieiras (22,7%). Em contrapartida, os municípios com menor parcela urbanizada em áreas de alta e média suscetibilidade são Itaquaquecetuba (4,7%), Diadema (4,3%), Osasco (2,6%) e Guarulhos (2,3%), estando as áreas suscetíveis deste último concentradas ao norte do município, em território ambientalmente protegido. O município de São Paulo, caracterizado por grande extensão de áreas de baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais (78,3%), apresenta apenas 0,7% de sua ocupação urbana em áreas de alta suscetibilidade, correspondentes: ao sul, às regiões de Parelheiros e às margens da Represa Guarapiranga; ao norte, aos limites do município com a Serra da Cantareira; e a noroeste, ao vetor de expansão nas regiões de Pirituba e Perus.

Dentre os municípios avaliados, verifica-se que 8,4% da área urbanizada está inserida em territórios com alta ou média suscetibilidade a movimentos de massa. Apesar de representar uma extensão total relativamente pequena, é importante ressaltar a ocorrência de assentamentos precários nas regiões periféricas, coincidentes com áreas de média e alta suscetibilidade, evidenciando a vulnerabilidade da população e expondo-a a situações de risco.

As áreas suscetíveis a eventos de inundação, determinadas por condições morfométricas da bacia, ocorrem em regiões de menor declividade, coincidindo em grande parte com as áreas urbanizadas e com altas taxas de impermeabilização. As planícies no entorno das calhas dos Rios Tietê, Pinheiros, Tamanduateí e Baquirivu merecem destaque, pois formavam grandes áreas de alagamento natural modificadas ao longo dos anos por obras de drenagem e/ou retificadas para comportar vias expressas. A região, correspondente às antigas várzeas destes rios, apresenta um histórico de ocorrências de inundação, acarretando em significativas perdas materiais.

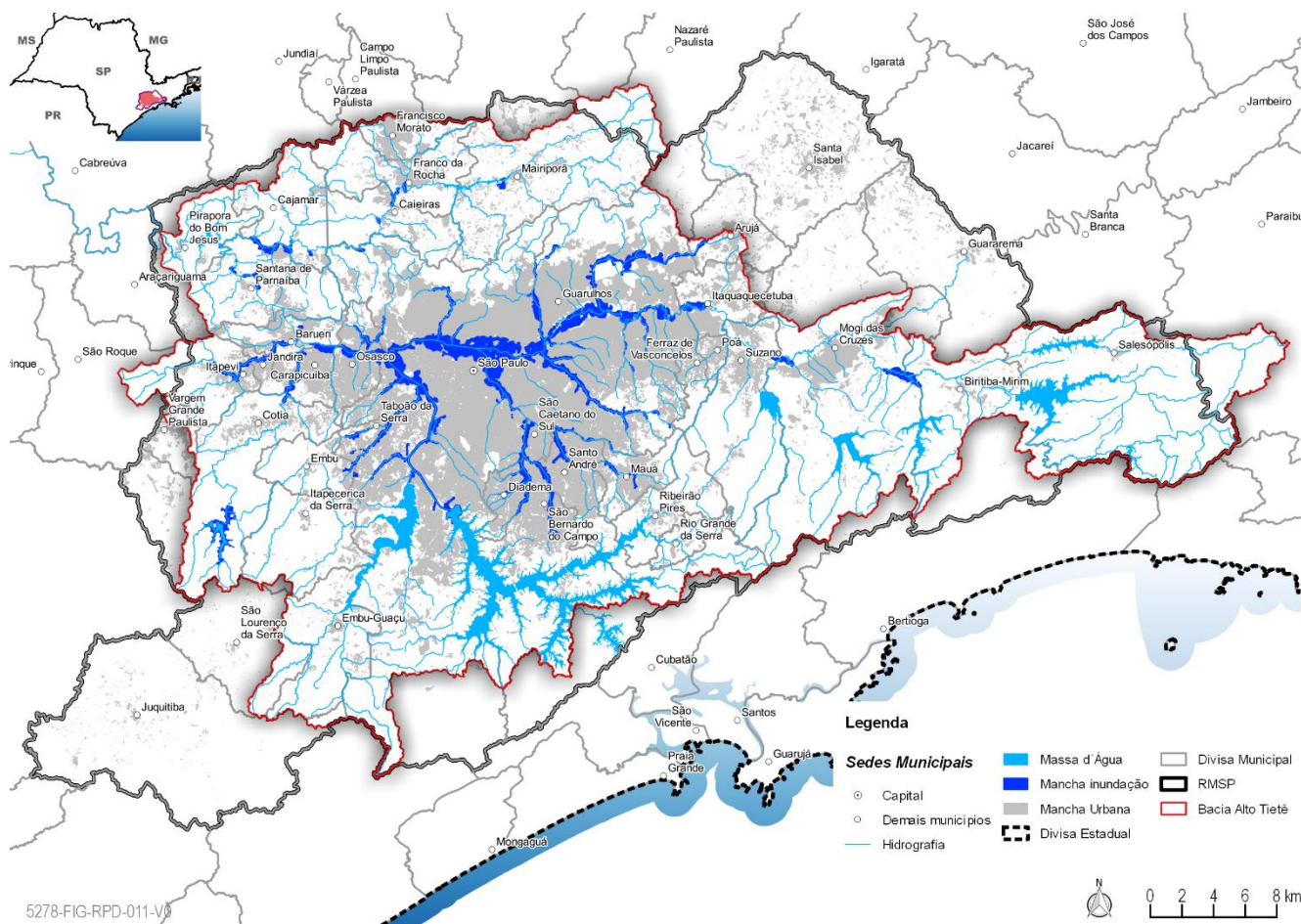
Em termos absolutos, o município de São Paulo é o que apresenta as maiores extensões de áreas com alta (52 km²) e média (66,2 km²) suscetibilidade a inundações, cuja maior parte coincide com a mancha urbanizada do município. A área inundável do rio Baquirivu faz com que o município de Guarulhos também apresente uma extensão considerável de áreas com média e alta suscetibilidade à inundação, totalizando 35,4 km², dos quais 20,4 km² inseridos em áreas urbanizadas.

8.3.3. Análise de manchas de inundação e áreas de risco - PDMAT 3

Tendo em vista o histórico de inundações na BAT, o PDMAT 3 foi elaborado visando a uma abordagem interdisciplinar da bacia, fundamentada na necessidade de fomentar a gestão integrada das águas pluviais através de soluções e intervenções estruturais e não estruturais, com articulação entre políticas públicas, ações de controle social, capacitação técnica e sustentabilidade econômico-financeira.

O estudo realizou simulações hidráulicas em softwares de modelagem numérica para a avaliação de eventos de inundação, tendo como base uma chuva de projeto representativa e um Modelo Digital de Terreno (MDT) elaborado com as melhores informações topográficas disponíveis no período. As manchas de inundação foram geradas a partir dos resultados de nível máximo e da velocidade máxima obtidos na simulação bidimensional. Para a análise, a BAT foi hierarquizada em três camadas, sendo a 1ª Camada constituída pelas bacias de drenagem principais: rios Tietê, Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri; a 2ª Camada composta pelas principais sub-bacias contribuintes aos rios de 1ª Camada; e a 3ª Camada constituída por bacias menores, nas quais intervenções

representam efeitos locais. A **Figura 8.7** ilustra as manchas de inundação obtidas no PDMAT 3 para um período de retorno de 100 anos, para as bacias hidrográficas de 1ª e 2ª Camada.



Fonte: Adaptado de DAEE (2014)

Figura 8.7 - Manchas de Inundação para as sub-bacias de 1ª e 2ª Camada do PDMAT 3 (TR = 100 anos)

Verifica-se coerência na espacialização das manchas de inundação obtidas no PDMAT 3 com os dados apresentados nas cartas de suscetibilidade à inundação da CPRM: as calhas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamandateí (1ª Camada) e os rios Baquirivu, Aricanduva, dos Couros e dos Meninos (2ª Camada) são especialmente problemáticos, com extensas manchas de inundação.

O PDMAT 3 destaca que há déficit significativo entre as vazões de projeto e a capacidade da calha do Rio Tietê, mesmo com a implantação de reservatórios de amortecimento em seus afluentes, mostrando-se necessária a execução de obras de grande porte com o objetivo de controlar as enchentes geradas com tormenta de projeto simulada. Dentre as conclusões obtidas com a modelagem, destacam-se: (i) a necessidade da preservação das várzeas a montante da Penha, que retardam o pico de vazões e amortecem as contribuições da porção superior da bacia; (ii) o baixo impacto da Barragem Móvel (confluência com o Rio Pinheiros) no controle do nível d'água a montante; (iii) a coincidência entre os picos de vazão da calha do Tamandateí e do Tietê, representando cerca de 40% da vazão máxima da calha principal; e (iv) a insuficiência do volume de reservação do Reservatório de Pirapora para a regularizar a vazão dentro do limites de 700 m³/s, sendo necessário estudar alternativas para evitar inundações no município de Pirapora do Bom Jesus.

Com base nos resultados obtidos, foi feita a priorização de sub-bacias para implantação de obras, levando em consideração características sociais, como população direta e indiretamente atingida, influência no tráfego e nos equipamentos urbanos e o custo envolvido. Para cada critério foram

estabelecidos pesos específicos, e a composição de uma matriz de decisão permitiu o direcionamento das soluções de maior impacto. As sub-bacias do Tietê, Tamanduateí, Pinheiros, Baquirivu e Aricanduva foram consideradas as de maior prioridade de ação devido à gravidade e à frequência de ocorrência de eventos de inundação, que prejudicam a população, os equipamentos e o tráfego. Em contrapartida, as sub-bacias dos rios Vermelho, Cotia, Barueri e Juqueri apresentaram menor grau de prioridade para intervenções, visto que as áreas inundáveis apresentam menores densidades de ocupação ou encontram-se preservadas. A sub-bacia do Mandaqui, localizada na mancha urbana da RMSP, também apresentou baixa prioridade para intervenções por já ter passado por obras de ampliação da calha.

O estudo também realizou um levantamento das informações de áreas de risco nos municípios inseridos na BAT, através de dados da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil e do levantamento de informações diretamente com os municípios envolvidos. Ressalta-se que apesar de frequentemente tratados como sinônimos, os conceitos de “susceptibilidade” e “risco” referem-se a condições distintas: a *susceptibilidade*, tratada no capítulo referente ao mapeamento da CPRM, é a predisposição ou propensão de um terreno a desenvolver um fenômeno ou processo do meio físico devido às suas condições de relevo, topografia, pedologia, hidrografia, dentre outros; o *risco*, por outro lado, é uma medida da ameaça e das consequências que poderão ser causadas, num dado intervalo de tempo, em áreas suscetíveis à ocorrência de processos físicos, sendo uma área classificada em níveis de gravidade conforme a sua potencialidade para o desenvolvimento de processos e pela existência de evidências de instabilidade no terreno (CPRM, 2014).

Nos 20 municípios analisados no PDMAT 3, foram identificadas 2.569 áreas de risco, das quais 1.857 referentes à instabilidade de encostas, 471 à instabilidade de margens de rios, e 241 com risco de inundação. O município mais representativo foi São Paulo, que conta com quase metade das áreas de risco mapeadas: o risco de inundação concentra-se principalmente na porção central do município, ao longo do rio Tietê e seus principais afluentes, enquanto o risco geotécnico ocorre principalmente nos limites do perímetro urbano.

Alguns dos municípios não abrangidos pelo mapeamento de susceptibilidade da CPRM apresentam quantidade significativa de áreas identificadas como de risco no PDMAT 3. Destacam-se os municípios: (i) Franco da Rocha, com 112 áreas de risco em encostas e 24 com risco de inundação; (ii) Embu das Artes, com 71 áreas de risco em encostas; (iii) Suzano, com 51 áreas de instabilidade em encostas e 30 em margens de rio; (iv) Cajamar, com 35 áreas de risco por instabilidade em encosta; e, (v) Cotia, com 24 áreas de risco de inundação e 33 em encostas. Ressalta-se que as áreas de risco estão intimamente relacionadas à existência de susceptibilidade à ocorrência de eventos físicos em terrenos ocupados, sendo importante, para o planejamento e para a gestão do território, o mapeamento das áreas suscetíveis nos municípios ainda não abrangidos pelas cartas da CPRM.

8.3.4. Ocorrências de eventos de deslizamentos e inundações na BAT

Conforme dados disponibilizados no portal online do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, a BAT é constituída, em geral, por áreas de baixa susceptibilidade à erosão em relação aos aspectos do meio físico, sendo o alto potencial de erosão de algumas regiões associado ao uso e ocupação inadequados do solo. Os efeitos deste processo são evidenciados, por exemplo, pelo assoreamento nas represas Guarapiranga e Billings, onde os sedimentos trazidos pelos córregos se depositam e geram uma diminuição progressiva da capacidade de armazenamento. O solapamento de margens de córregos e rios, induzido e agravado pela ocupação imprópria das margens de córregos, também consiste em evento comum na BAT.

Os desastres decorrentes de processos de movimento de massa assumem grande importância em função de sua interferência na evolução das encostas e pelas implicações socioeconômicas associadas aos seus impactos. Segundo estudo do CEM (EMPLASA, 2013), 59% das áreas de risco mapeadas na RMSP coincidem com áreas de assentamentos precários, aumentando a vulnerabilidade da população nestas regiões. No município de São Paulo há número expressivo de áreas precárias com risco nas zonas limítrofes do perímetro urbano, com destaque para

assentamentos próximos ao Reservatório Billings, à Serra da Cantareira, e em algumas regiões periféricas da Zona Leste (EMPLASA, 2016).

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED UFSC, 2013) identifica, entre 1991 e 2012, 165 registros de ocorrências de movimentos de massa no Estado de São Paulo, com mais ocorrências entre 2010 e 2012 (146 ocorrências). Dentre os municípios da BAT, os mais afetados no período foram São Paulo e Mauá, com 14 e 8 ocorrências, respectivamente. Os danos humanos associados a estes 165 registros oficiais de movimentos de massa no Estado são estimados em 605.966 pessoas afetadas, com 61 vítimas fatais, 150 feridos, e 10.572 pessoas desabrigadas. A página oficial da Defesa Civil relata algumas ocorrências recentes de deslizamentos: em 2015 houve casos em Francisco Morato, Juquitiba e São Roque; em 2016, em Itapeceira da Serra, Mairiporã, Francisco Morato, Itapevi, São Paulo e Guarulhos; e em 2017, em Ribeirão Pires, Cajamar, São Paulo e Itapevi.²³

No que diz respeito às ocorrências relacionadas a inundações, as regiões metropolitanas são aquelas que apresentam as situações de risco mais graves, decorrentes do grande número de núcleos habitacionais de baixa renda ocupando terrenos marginais de cursos d'água (BRASIL, 2007). A intensa impermeabilização decorrente da urbanização no território da BAT tem sido fator determinante no aumento da frequência e magnitude dos eventos de inundações, em especial nos terrenos que margeiam o Rio Tietê e seus principais afluentes, muitos dos quais canalizados e retificados, reduzindo o período de retorno e aumentando as vazões de pico.

O controle e o monitoramento de cheias na BAT são atividades conjuntas de alguns órgãos estatais, segundo descrito no Relatório I do PBH-AT - 2016/2035 / Relatório de Situação (FABHAT, 2016). O Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE) monitora as chuvas, os níveis de piscinões e os pontos de inundações conhecidos, integrando o Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes e fornecendo informações diárias para planejamento de ações governamentais, tomada de decisão e informação ao público em geral. O Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE), vinculado à Prefeitura de São Paulo, é responsável pelo monitoramento das condições meteorológicas na capital, atuando em parceria com a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) para prevenção de desastres. A Defesa Civil atua no monitoramento de desastres e suporte à população civil em casos emergenciais de diversas naturezas. Por fim, a Empresa Metropolitana de Águas e Energia (EMAE) trabalha na ação preventiva de inundações no vale do Rio Pinheiros; atua no controle operacional da barragem Edgard de Souza para gerir as vazões de cheia do Rio Tietê; faz o controle do nível de água no Canal Pinheiros; e utiliza os volumes de espera nos reservatórios Billings, Guarapiranga, Pedras e Pirapora para dissipar o risco de inundação a jusante, nos rios Pinheiros, Tietê e Cubatão.

O **Quadro 8.9** apresenta a evolução do indicador de eventos críticos entre 2010 e 2016 nos municípios cujas sedes inserem-se na BAT. Verifica-se que os municípios com maior número de ocorrências no período avaliado são: Ferraz de Vasconcelos (131); São Paulo (76); Taboão da Serra (20) e Guarulhos (18). O período entre 2014 e 2015 foi o que apresentou o maior número de ocorrências, contando com mais de 90% dos casos em Ferraz de Vasconcelos (122), município ainda não mapeado pela CPRM. Em São Paulo foram registradas 20 ocorrências entre 2014 e 2015 e 24 entre 2015 e 2016, perfazendo, neste período de dois anos, mais de metade das ocorrências deste município.

²³ Informações disponíveis em: < <http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/> >.

Quadro 8.9 - Indicador de Eventos Críticos de Enchentes e Inundações

E.08-A – Ocorrência de enchente ou de inundação									
Município	Período	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	Total
3503901	Arujá	0	0	0	0	1	0	0	1
3505708	Barueri	0	0	1	0	0	0	0	1
3506607	Biritiba Mirim	0	0	0	0	0	0	0	0
3509007	Caieiras	0	0	0	1	2	1	5	9
3509205	Cajamar	1	0	0	1	0	1	1	4
3510609	Carapicuíba	3	0	2	1	1	2	0	9
3513009	Cotia	0	0	1	0	1	0	0	2
3513801	Diadema	1	1	0	0	2	0	1	5
3515004	Embu das Artes	0	0	0	1	0	1	1	3
3515103	Embu-Guaçu	0	0	0	0	1	0	0	1
3515707	Ferraz de Vasconcelos	0	0	1	0	122	2	6	131
3516309	Francisco Morato	0	0	1	3	1	2	0	7
3516408	Franco da Rocha	2	0	0	1	2	1	1	7
3518800	Guarulhos	3	2	1	4	2	6	0	18
3522208	Itapecerica da Serra	2	0	0	2	0	1	1	6
3522505	Itapevi	0	0	1	0	1	1	1	4
3523107	Itaquaquecetuba	4	0	1	3	2	1	0	11
3525003	Jandira	0	0	0	1	0	0	0	1
3528502	Mairiporã	0	0	1	0	0	1	0	2
3529401	Mauá	3	0	1	0	0	1	0	5
3530607	Mogi das Cruzes	3	0	2	0	2	2	0	9
3534401	Osasco	3	0	2	1	4	1	0	11
3539103	Pirapora do Bom Jesus	0	0	0	0	0	0	0	0
3539806	Poá	0	0	1	1	3	1	1	7
3543303	Ribeirão Pires	0	0	1	0	0	1	0	2
3544103	Rio Grande da Serra	0	0	1	0	0	0	0	1
3545001	Salesópolis	0	0	0	0	0	0	0	0
3547304	Santana de Parnaíba	0	0	0	0	0	0	0	0
3547809	Santo André	3	1	4	0	0	1	0	9
3548708	São Bernardo do Campo	4	2	0	0	1	0	0	7
3548807	São Caetano do Sul	1	1	2	0	2	1	1	8
3550308	São Paulo	13	2	8	9	20	24	0	76
3552502	Suzano	1	1	1	2	1	2	4	12
3552809	Taboão da Serra	1	4	1	4	3	5	2	20
	TOTAL BAT	48	14	34	35	174	59	25	389

Fonte: Defesa Civil (2010 – 2017) *apud* Relatórios de Situação da BAT - FABHAT (2010 - 2017).

Os municípios de Itapecerica da Serra, Mairiporã, Rio Grande da Serra e Santana de Parnaíba, identificados no **Mapa RPD-33** e no **Quadro 8.8** como pouco suscetíveis a eventos de inundação por encontrarem-se em regiões de relevo acidentado e áreas de cabeceira, apresentaram baixo número de ocorrências entre 2010-2017. Dentre os municípios não representados pelas cartas da CPRM, destacam-se Biritiba Mirim, Salesópolis e Pirapora do Bom Jesus, que não apresentaram ocorrências de inundação no período avaliado, sendo os dois primeiros localizados a montante das áreas de inundação, e o último localizado a jusante da Barragem de Pirapora do Bom Jesus, contando com vazão regularizada.

8.4. Poluição Ambiental

A Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, define “poluição” em seu Art. 3º como:

“ [...] *degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:*

- a) *prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*
- b) *criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;*
- c) *afetem desfavoravelmente a biota;*
- d) *afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; ou*
- e) *lançam matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.*”

O monitoramento e controle das áreas poluídas e dos empreendimentos com potencial poluidor é essencial para a gestão dos recursos hídricos, tendo em vista os riscos relacionados ao contato com recursos contaminados. A CETESB é responsável, no Estado de São Paulo, pela fiscalização dos empreendimentos com potencial para causar impactos ao meio ambiente e à população, cujos dados são armazenados no Sistema de Informações das Fontes de Poluição (SIPOL).

A poluição pode ser decorrente de fontes difusas ou pontuais, conforme descrito em estudo de “Mapeamento de áreas com potenciais riscos de contaminação das águas subterrâneas da UGRHI-06 e suas regiões de recarga” (FABHAT, 2012) e no documento “Abordagens Metodológicas da Proteção da Água Subterrânea” (Foster *et al.*, 2006). O método POSH - *Pollutant Origin, Surcharge Hydraulically*, abordado nestas publicações, baseia-se na origem do poluente e em sua sobrecarga hidráulica para classificar o potencial de geração de carga contaminante de subsolo (**Quadros 8.10 e 8.11**). A poluição difusa está associada às atividades agrícolas e à ocupação urbana, em locais desprovidos de rede pública de esgoto e onde há utilização de fossas sépticas ou negras, sendo os contaminantes típicos: compostos nitrogenados, bactérias e lodo orgânico. As áreas com maiores potenciais de contaminação difusa por atividades agrícolas localizam-se nas sub-bacias: Cabeceiras, principalmente na área onde se insere a APRM Alto Tietê Cabeceiras, onde a atividade agrícola é bastante representativa do uso do solo local; e Juqueri-Cantareira, principalmente nos municípios de Caieiras, Cajamar e Pirapora do Bom Jesus, a jusante do Reservatório Paiva Castro. No que diz respeito à poluição por cargas difusas de esgoto nas áreas urbanas, uma parcela pouco significativa da área urbana da BAT não possui acesso à rede coletora (FABHAT, 2012).

Quadro 8.10 - Contaminantes típicos e potencial de geração de carga contaminante de fontes difusas

Fonte de Contaminação Difusa	Contaminantes Típicos	Potencial para geração de carga contaminante		
		Elevado	Moderado	Reduzido
Saneamento <i>in situ</i>	Compostos nitrogenados, microrganismos, hidrocarbonetos halogenados e lodo orgânico	Cobertura de rede de esgoto inferior a 25% e densidade populacional maior que 100 hab/ha	Situações intermediárias	Cobertura de rede de esgoto superior a 75% e densidade populacional menor que 550 hab/ha
Práticas Agrícolas Cultura	Fertilizantes e pesticidas	Culturas comerciais intensivas: monoculturas em solos bem drenados, em climas úmidos ou com baixa frequência de irrigação.		Rotação de culturas, sistemas de cultivo ecológico e plantações com alta eficiência de irrigação em regiões áridas e semiáridas.
Criação de Animais	Compostos nitrogenados e agentes patogênicos	Pasto Intensivo em campos altamente fertilizados		Terras para pasto extensivo

Fonte: Adaptado de PBH-AT (2009) e Foster *et al.* (2006).

Além destas, destacam-se as cargas poluidoras difusas provenientes dos usos urbanos, incluindo a deposição da poluição atmosférica (Cao *et al.*, 2011) e os resíduos de varrição e limpeza pública, carregados para os cursos hídricos em eventos de precipitação.

As cargas poluidoras pontuais estão associadas a áreas industriais, lixões, aterros de resíduos sólidos e outros, como os postos de combustíveis, que representam grande percentual das áreas contaminadas em áreas urbanas. O estudo da FABHAT (2012) ressalta, porém, que a contaminação proveniente de postos de combustíveis geralmente não possui grande expressividade em área, e gera menores impactos aos recursos hídricos subterrâneos e à comunidade usuária.

Quadro 8.11 - Contaminantes típicos e potencial de geração de carga contaminante de fontes pontuais

Fonte de Contaminação Pontual	Contaminantes Típicos	Potencial para geração de carga contaminante		
		Elevado	Moderado	Reduzido
Disposição de Resíduos Sólidos	Compostos nitrogenados, lodo orgânico, gases dissolvidos, sais, hidrocarbonetos halogenados, metais pesados	Resíduo industrial de tipo 3 e resíduos de origem desconhecida	Chuva > 500 mm/ano com resíduos residenciais, agroindustriais, industriais tipo 1 e demais casos	Chuva < 500 mm/ano com resíduos residenciais, agroindustriais e industriais tipo 1
Águas Residuais	Compostos nitrogenados, bactérias, vírus, lodos orgânicos e sais	Todos os resíduos industriais tipo 3 e qualquer efluente (exceto esgoto residencial) se a área > 5 ha	Esgoto residencial se a área > que 5 ha e demais casos	Águas residuais residenciais, mistas, urbanas, agroindustriais e de mineração de não-metálicos.
Mineração	Drenagem ácida mineira, metais pesados, sais, sulfatos, ferro	Mineração de metais	Algumas atividades de mineração ou extração de materiais inertes	-
Extração e Refino de Petróleo	Combustíveis, compostos aromáticos, solventes e metais pesados	Operações em campo de petróleo	-	-
Áreas Industriais²⁴	Metais pesados, óleos e graxas, compostos aromáticos, agentes desengraxantes, LNAPL / DNAPL, creosote, pentaclorofenol, dentre outros.	Indústrias tipo 3 ou qualquer atividade que manuseie mais de 100 kg/dia de produtos químicos perigosos	Indústrias tipo 2	Indústrias tipo 1
Outras (urbanas)	Combustíveis, compostos aromáticos, solventes, metais pesados, compostos nitrogenados, bactérias, lodo orgânico, solventes clorados e outros.	-	Postos de gasolina, vias de transporte com tráfico regular de produtos químicos perigosos	Cemitérios

Fonte: Adaptado de PBH-AT (2009) e Foster *et al.* (2006).

²⁴ **Indústrias Tipo 1:** madeireiras, manufaturas de alimentos e bebidas, destilarias de álcool e açúcar, processamento de materiais não metálicos;

Indústrias Tipo 2: fábricas de borracha, fábricas de papel e celulose, indústrias têxteis, fábricas de fertilizantes, usinas elétricas, fábricas de detergente e sabão; e

Indústrias Tipo 3: oficinas de engenharia, refinarias de gás/petróleo, fábricas de produtos químicos/farmacêuticos/plásticos/pesticidas, curtumes, indústrias eletrônicas, processamento de metal.

8.4.1. Áreas Contaminadas na BAT

O Decreto nº 59.263/2013 regulamenta a Lei Estadual nº 13.577/2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas e dá providências correlatas. Em seu Art. 3º, o Decreto define “Áreas Contaminadas” como:

“Área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger.”

O total de áreas contaminadas identificadas no banco de dados da CETESB para a BAT em dezembro de 2016 era de 3.007 pontos, majoritariamente concentrados na porção central da área de estudo, principalmente na sub-bacia Penha-Pinheiros, conforme apresentado no **Mapa RPD-34**, elaborado a partir das coordenadas geográficas disponíveis no banco de dados de áreas contaminadas fornecido pela CETESB. A **Tabela 8.5** indica a distribuição quantitativa das áreas contaminadas nas sub-bacias da BAT, comparando o resultado apresentado no PBH-AT (2009), referentes a novembro de 2006, e os dados mais recentes, de dezembro de 2016.

Tabela 8.5 - Distribuição das áreas contaminadas nas sub-bacias que compõem a BAT

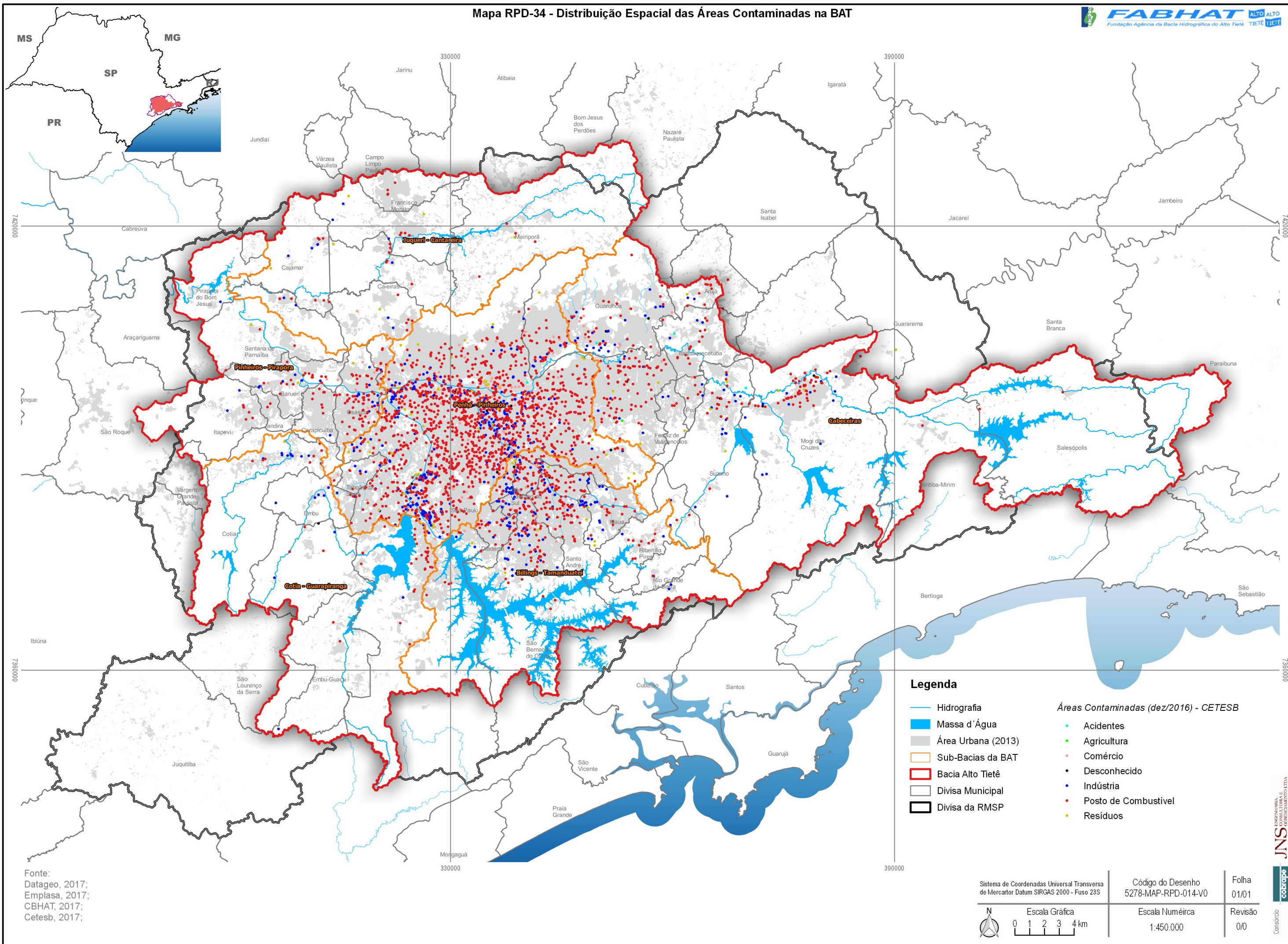
Sub-Bacia	Ano	
	nov/2006 ¹	dez/ 2016 ²
Cabeceiras	82	328
Juqueri-Cantareira	12	51
Cotia-Guarapiranga	26	70
Billings-Tamanduateí	204	494
Penha-Pinheiros	522	1913
Pinheiros-Pirapora	55	151
TOTAL	901	3007*

* Valor considera 26 pontos do banco de dados onde há informação sobre o meio impactado.

Fontes: ¹ PBH-AT (2009); ² CETESB (2016).

O aumento no número de áreas contaminadas se deve principalmente ao grande esforço, nos últimos anos, das ações de fiscalização de atividades com potencial de contaminação e monitoramento de áreas possivelmente afetadas. A Decisão de Diretoria (CETESB) Nº 038/2017/C dispõe sobre a aprovação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, da revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas”, e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental”, em função da publicação da Lei Estadual nº 13.577/2009 e seu Regulamento, aprovado por meio do Decreto nº 59.263/2013, e dá outras providências. Os documentos em questão, posteriores ao PBH-AT (2009), norteiam o gerenciamento de áreas contaminadas.

Mapa RPD-34 - Distribuição Espacial das Áreas Contaminadas na BAT



Legenda

- Hidrografia
 - Massa d'Água
 - Área Urbana (2013)
 - Sub-Bacias da BAT
 - Bacia Alto Tietê
 - Divisa Municipal
 - Divisa da RMSP
- Áreas Contaminadas (dez/2016) - CETESB
- Acidentes
 - Agricultura
 - Comércio
 - Desconhecido
 - Indústria
 - Posto de Combustível
 - Resíduos

Fonte:
Datageo, 2017;
Empresa, 2017;
CBHAT, 2017;
Cetesb, 2017;

<p>Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S</p> <p>Escala Gráfica 0 1 2 3 4 km</p>	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-014-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

A **Figura 8.8** destaca quantitativamente as atividades responsáveis pela contaminação na BAT, conforme apresentadas no **Mapa RPD-34**. Verifica-se que as cargas poluidoras pontuais são as mais representativas na bacia, especialmente os postos de combustível, estabelecimentos que, segundo o PBH-AT (2009), são prioritários para fiscalização e controle na Política de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB por estarem frequentemente relacionados à contaminação de águas subterrâneas.

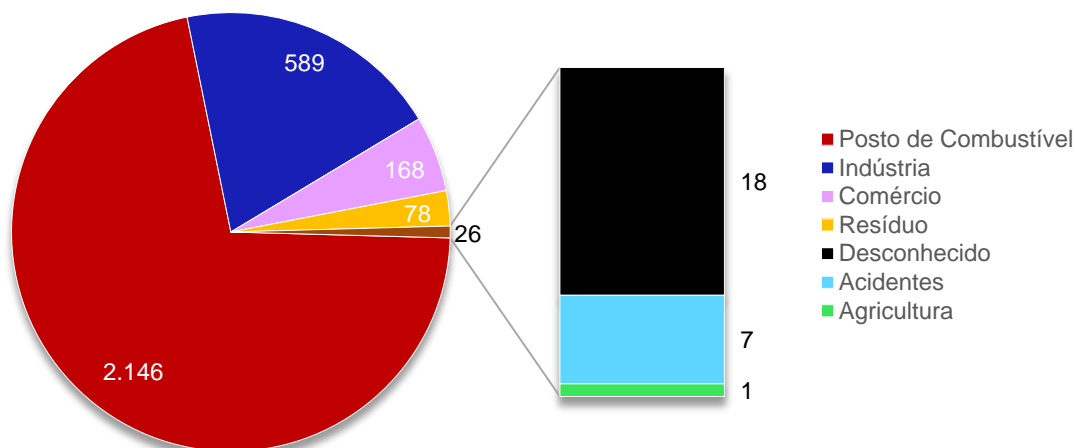


Figura 8.8 - Atividades responsáveis pela contaminação na BAT

A **Figura 8.9** explicita que os principais motivos de contaminação na UGRHI 06 são as etapas de armazenagem, responsável pela ocorrência de 81% dos pontos cadastrados, e de produção (14%). Ressalta-se que um mesmo ponto cadastrado pode possuir mais de uma fonte de contaminação.

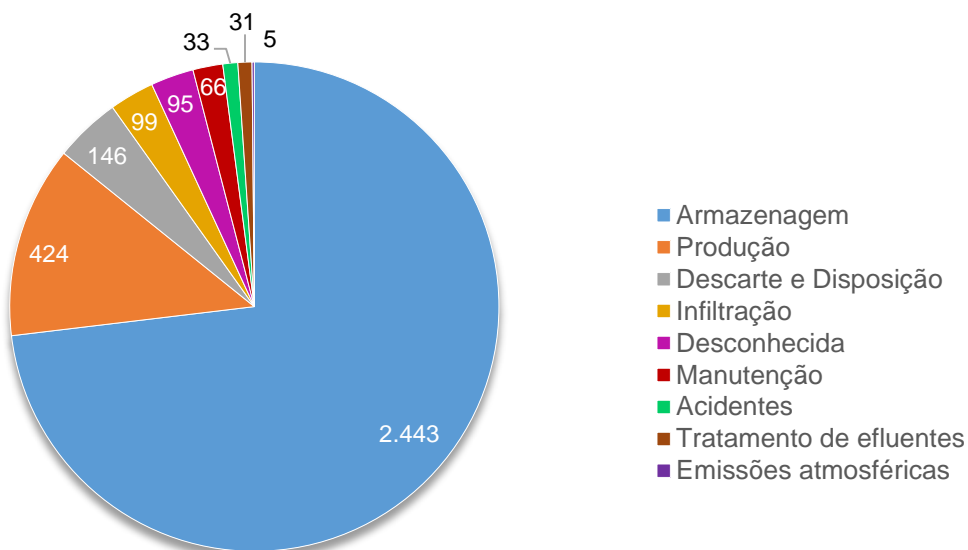
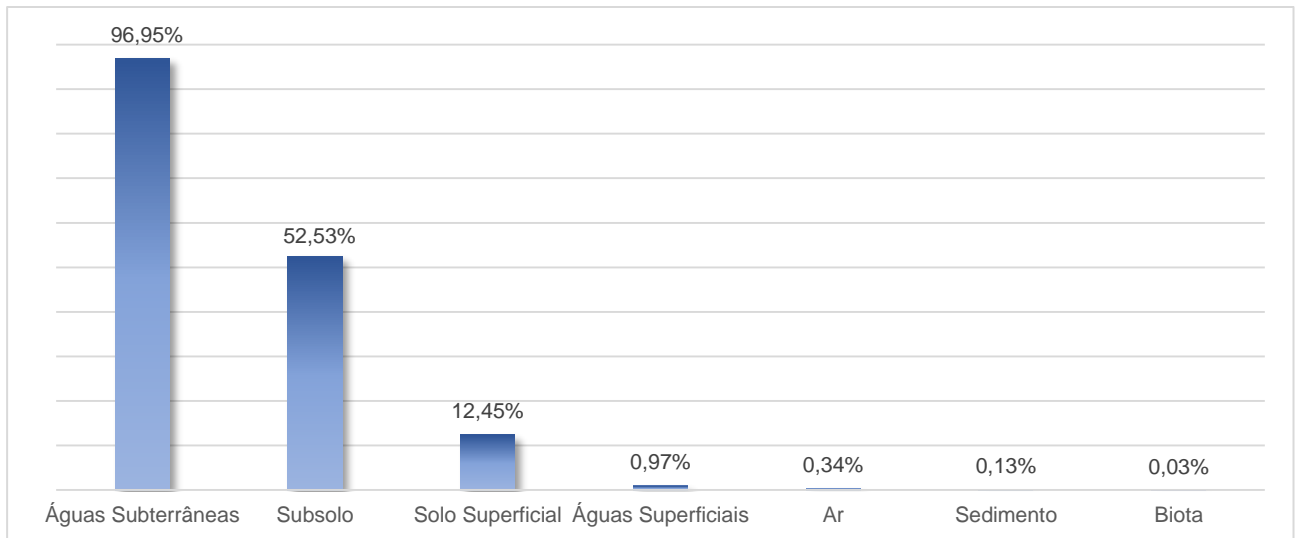


Figura 8.9 - Principais Fontes de Contaminação na UGRHI 06

A tendência de crescimento no número de áreas identificadas como contaminadas elevou a preocupação com as águas subterrâneas da BAT, que apresentam boa qualidade natural e, por isso, podem ser utilizadas para diversos fins. Dentre as áreas identificadas como contaminadas no banco de dados fornecido pela CETESB, porém, verifica-se que em mais de 95% dos pontos houve impacto à água subterrânea, e em mais de 50%, também no subsolo (**Figura 8.10**). A contaminação

do solo superficial ocorre com menor frequência na região, e as águas superficiais mostraram-se impactadas em menos de 1% dos pontos identificados.



Fonte: CETESB (2016).

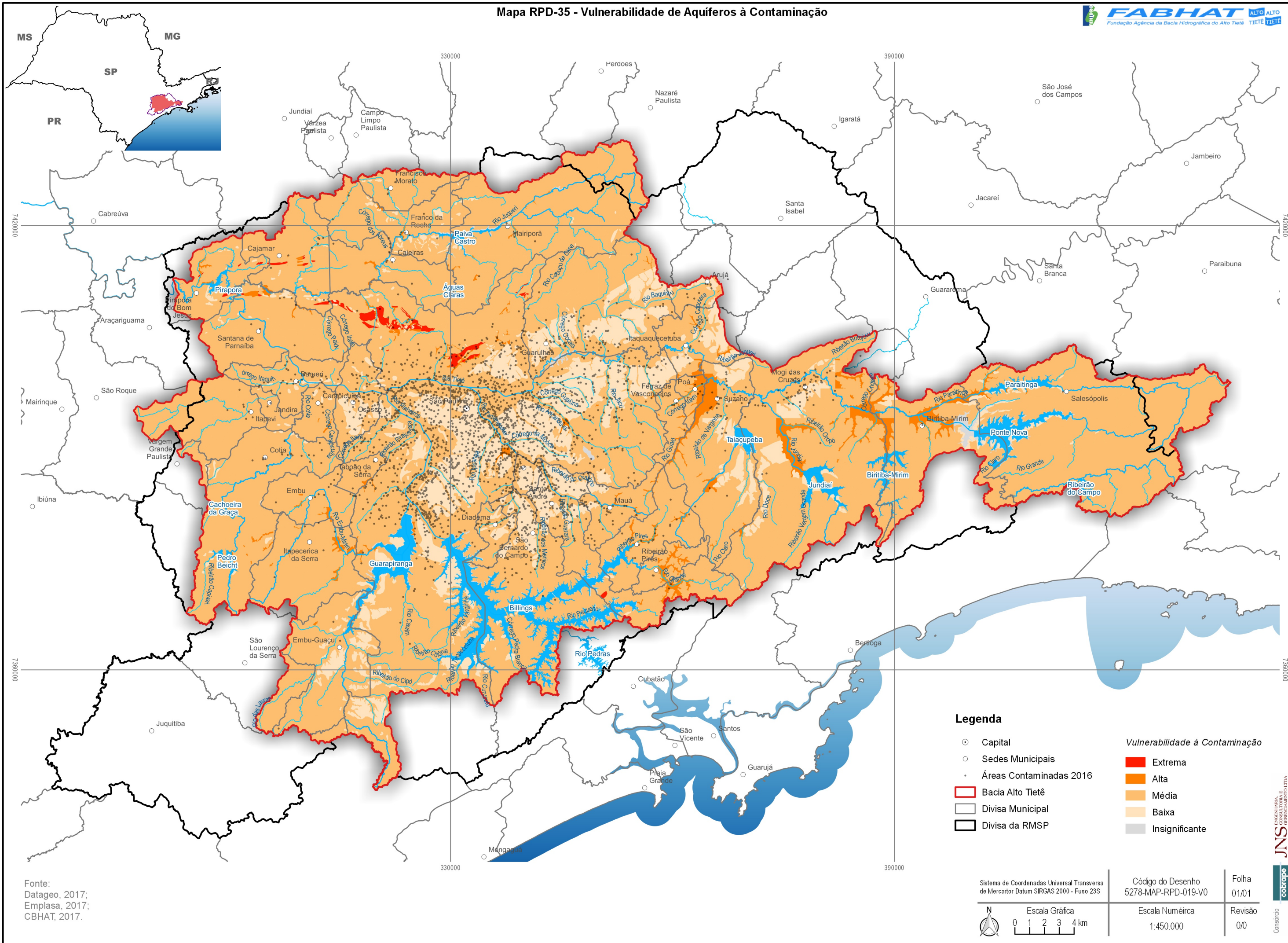
Figura 8.10 - Frequência de ocorrência de meio impactado

A vulnerabilidade de um aquífero à contaminação se refere ao conjunto de características intrínsecas de acessibilidade do aquífero saturado à penetração de contaminantes, e à capacidade de atenuação dos estratos de cobertura da zona saturada resultante da retenção físico-química ou da reação dos contaminantes com o meio. Estes fatores determinam a suscetibilidade do aquífero a sofrer os efeitos adversos de uma carga contaminante aplicada na superfície (Foster *et al.*, 2006). As classes de vulnerabilidade definidas por Foster *et al.* (2006) foram adotadas no estudo de “Mapeamento de áreas com potenciais riscos de contaminação das águas subterrâneas da UGRHI-06 e suas regiões de recarga” (FABHAT, 2012), e são descritas na sequência:

- (i) **Vulnerabilidade Extrema:** vulnerável à maioria dos contaminantes, com impacto rápido em muitos cenários de contaminação;
- (ii) **Vulnerabilidade Alta:** vulnerável a muitos contaminantes (exceto os que são fortemente adsorvidos ou rapidamente transformados), em muitas condições de contaminação;
- (iii) **Vulnerabilidade Moderada:** vulnerável a alguns contaminantes, mas somente quando continuamente lançados ou lixiviados;
- (iv) **Vulnerabilidade Baixa:** vulnerável somente a contaminantes conservativos (recalcitrantes e persistentes), a longo prazo, quando contínua e amplamente lançados ou lixiviados; e,
- (v) **Vulnerabilidade Insignificante:** presença de camadas confinantes sem fluxo vertical significativo de água subterrânea (percolação)

O PBH-AT (2009) realizou esta análise de maneira simplificada, baseada numa classificação de vulnerabilidade relativa entre os sistemas aquíferos da BAT. O estudo da FABHAT (2012), por outro lado, utilizou o método GOD para a determinação da classe de vulnerabilidade dos aquíferos na BAT, que pondera: o Grau de confinamento da água subterrânea; a Ocorrência de estratos de cobertura; e a Distância até o lençol freático ou teto do aquífero confinado. O resultado obtido por este estudo é apresentado no **Mapa RPD-35**.

Mapa RPD-35 - Vulnerabilidade de Aquíferos à Contaminação



Fonte:
Datageo, 2017;
Emplasa, 2017;
CBHAT, 2017.

Sistema de Coordenadas Universal Transversa
de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S

Código do Desenho
5278-MAP-RPD-019-V0

Folha
01/01

Escala Gráfica
0 1 2 3 4 km

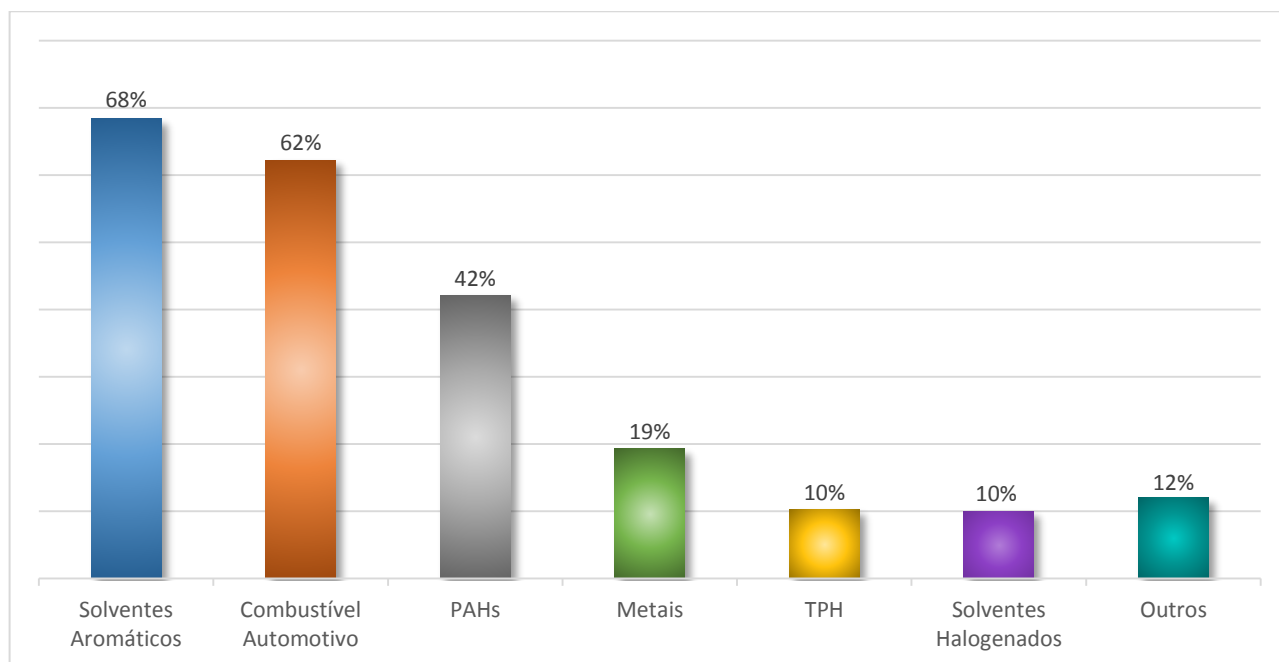
Escala Numérica
1:450.000

Revisão
0/0

Verifica-se que os aquíferos São Paulo e Resende (Sistema Sedimentar) apresentam classe de vulnerabilidade baixa, ocupando principalmente as áreas adjacentes aos corpos hídricos superficiais da bacia (Tietê e Pinheiros). Os aquíferos de rochas granitóides e de quartzitos, micaxistos e anfibolitos, do Sistema Cristalino, e 90% dos terrenos de sedimentos quaternários (aluviões), por outro lado, apresentam vulnerabilidade média, perfazendo 82,92% da área da BAT. Os 10% restantes dos sedimentos quaternários, inseridos principalmente nos municípios de Poá, Suzano, Mogi das Cruzes e Biritiba Mirim, apresentam classe de vulnerabilidade alta à contaminação. No bairro Jaraguá, no Município de São Paulo, foi identificada situação de vulnerabilidade extrema em área correspondente ao aquífero de rochas metacarbonáticas, devido principalmente à ocorrência de falhas, fraturas e cavidades das rochas na região.

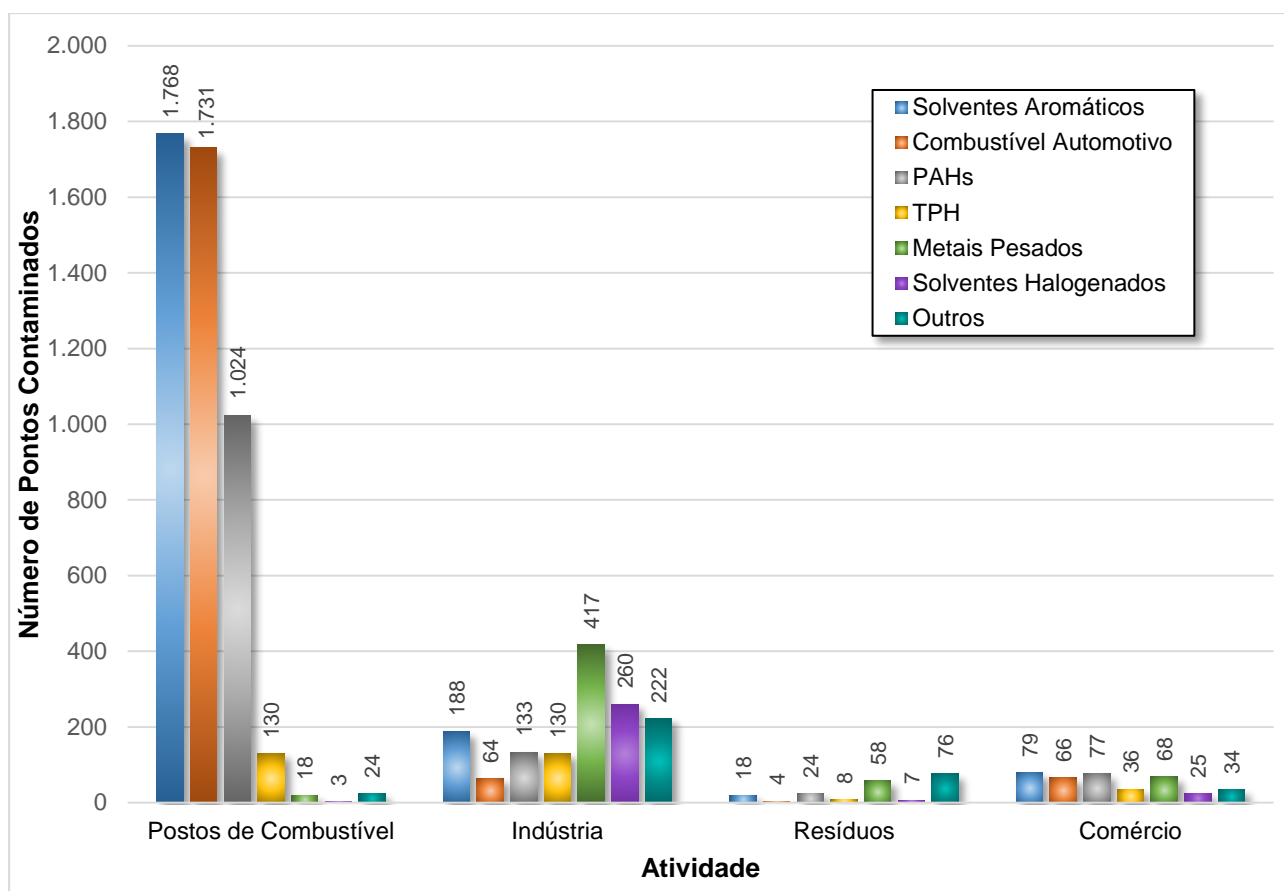
É interessante notar que há diversos pontos de contaminação em áreas classificadas como de baixa vulnerabilidade à contaminação, notadamente nas áreas de intensa atividade urbana, onde as principais atividades responsáveis pela contaminação são os postos de combustíveis e as indústrias. Isto se deve, provavelmente, ao lançamento contínuo de contaminantes no solo, em especial os recalcitrantes – metais pesados, PAHs (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos) e solventes aromáticos.

A **Figura 8.11** ilustra a frequência de contaminantes na BAT segundo banco de dados fornecido pela CETESB. Conforme esperado, os contaminantes relacionados aos Postos de Combustível são os mais frequentes: os Solventes Aromáticos estão presentes em 68% dos pontos contaminados identificados, Combustível Automotivo foi identificado em 62% dos pontos, e PAHs estão presentes em 42% das áreas contaminadas. Na sequência, a **Figura 8.12** ilustra o número de ocorrências de cada contaminante para as atividades mais representativas da região. Ressalta-se que um mesmo ponto pode apresentar contaminação por mais de um composto.



Fonte: CETESB (2016).

Figura 8.11 - Frequência de contaminantes cadastrados na BAT



Fonte: CETESB (2016).

Figura 8.12 - Número de ocorrências dos contaminantes, por atividade

A natureza da contaminação dos postos de combustíveis está geralmente relacionada ao vazamento dos tanques de armazenamento, a fugas dos tubos e conexões entre tanques e bomba, e ao manuseio e operação inadequados na carga e descarga dos combustíveis. As áreas classificadas como industriais apresentam grande variedade de contaminantes, com maior frequência de contaminação por solventes aromáticos, PAHs, combustíveis automotivos e metais pesados.

As atividades industriais manuseiam uma grande variedade de produtos químicos, e, portanto, apresentam uma gama bastante variada de potenciais contaminantes. Os metais pesados representam o maior número de ocorrências de contaminação para esta atividade na BAT, seguido por solventes halogenados e solventes aromáticos. Os contaminantes agrupados como “outros” englobam PCBs (bifenilos policlorados), fenóis halogenados, biocidas, ftalatos, dentre outros.

A deposição final dos resíduos sólidos domiciliares e industriais, incluindo lixões e aterros sanitários, também consiste em atividade com elevado potencial para contaminação. Os poluentes mais frequentes em áreas de disposição de resíduos são os metais pesados, seguidos de PAHs, metano - proveniente da degradação de matéria orgânica²⁵, e solventes aromáticos. A contaminação em áreas de aterros sanitários é evitada quando da execução adequada do projeto, com efetiva impermeabilização do solo e condução do chorume para tratamento.

Conforme destacado no PBH-AT (2009) e no capítulo 1 do diagnóstico, que trata da caracterização geral da UGRHI 06, a atividade humana na BAT é de grande complexidade, exigindo o constante monitoramento das atividades que apresentam potencial para poluir ou contaminar o meio em que se insere. É essencial, portanto, que a fiscalização das atividades potencialmente poluidoras e o esforço para o monitoramento e a reabilitação das áreas contaminadas seja mantido.

²⁵ O composto “Metano” está agrupado com outros compostos na classificação “Outros” para representação no gráfico.

O Decreto nº 59.263/2013 define, em seu Art. 3º, as classificações de áreas contaminadas com vistas à sua etapa de gerenciamento:

“IV. Área Contaminada sob Investigação: área onde foram constatadas, por meio de investigação confirmatória, concentrações de contaminantes que colocam, ou podem colocar, em risco os bens a proteger;

V. Área Contaminada em Processo de Remediação: área onde estão sendo aplicadas medidas de remediação visando à eliminação da massa de contaminantes ou, na impossibilidade técnica ou econômica, sua redução ou a execução de medidas contenção e/ou isolamento;

VI - Área Contaminada em Processo de Reutilização: área contaminada onde se pretende estabelecer um uso do solo diferente daquele que originou a contaminação, com a eliminação, ou a redução a níveis aceitáveis, dos riscos aos bens a proteger, decorrentes da contaminação;

VII - Área Contaminada com Risco Confirmado: área onde foi constatada, por meio de investigação detalhada e avaliação de risco, contaminação no solo ou em águas subterrâneas, a existência de risco à saúde ou à vida humana, ecológico, ou onde foram ultrapassados os padrões legais aplicáveis; [...]

IX - Área em Processo de Monitoramento para Encerramento: área na qual não foi constatado risco ou as metas de remediação foram atingidas após implantadas as medidas de remediação, encontrando-se em processo de monitoramento para verificação da manutenção das concentrações em níveis aceitáveis;

X - Área Reabilitada para o Uso Declarado: área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria anteriormente contaminada que, depois de submetida às medidas de intervenção, ainda que não tenha sido totalmente eliminada a massa de contaminação, tem restabelecido o nível de risco aceitável à saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens a proteger;”

A **Tabela 8.6** apresenta a classificação das áreas contaminadas constantes no banco de dados da CETESB. Verifica-se que a maior parcela das áreas contaminadas se encontra em processo de remediação (28,0%) ou em processo de monitoramento para encerramento (23,6%). Parcela significativa das áreas contaminadas encontra-se reabilitada para uso declarado (20,4%), refletindo os esforços adotados para o efetivo gerenciamento e recuperação das áreas contaminadas na BAT.

Tabela 8.6 - Classificação das Áreas Contaminadas

Classificação	Sigla	Número de Pontos
Contaminada sob investigação	ACI	513
Em processo de remediação	ACRe	843
Contaminada em processo de reutilização	ACRu	67
Contaminada com risco confirmado	ACRi	262
Em processo de monitoramento para encerramento	AME	710
Reabilitada para uso declarado	AR	612
TOTAL		3.007

Fonte: CETESB (2016).

O **Quadro 8.12**, na sequência, apresenta os indicadores de poluição ambiental e de controle da poluição ambiental por município e para a totalidade da BAT, obtidos com base no banco de dados do Relatório de Situação de 2017 (FABHAT, 2017) e nos dados recebidos da CETESB referentes a dezembro de 2016. Os indicadores P.06-A e R.03-A do Relatório de Situação foram conferidos através do banco de dados fornecido pela CETESB, e pequenas variações foram identificadas e revisadas, considerando o *status* mais recente deste último banco de dados. Os municípios de Nazaré Paulista, Paraibuna, São Roque, Vargem Grande Paulista, Juquitiba e São Lourenço da Serra, por não apresentarem áreas urbanas expressivas na BAT, não possuem ocorrências de áreas contaminadas no território de estudo.

Quadro 8.12 - Indicadores de poluição ambiental

Indicador Município	P.06-A	P.06-B	R.03-A*		R.03-B
	Áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água [nº de áreas/ano]	Ocorrência de descarga/derram e de produtos químicos no solo ou na água [nº de ocorrências/ano]	Áreas remediadas [nº de áreas/ano]	Proporção de áreas remediadas em relação às áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água [%]	Atendimentos a descarga/derram e de produtos químicos no solo ou na água [nº atendimentos/ano]
Arujá	11	1	1	9,1	1
Barueri	29	1	6	20,7	1
Biritiba Mirim	1	1	0	0,0	1
Caieiras	8	1	1	12,5	1
Cajamar	12	1	2	16,7	1
Carapicuíba	10	1	5	50,0	1
Cotia	19	0	3	15,8	0
Diadema	38	2	4	10,5	2
Embu das Artes	12	0	2	16,7	0
Embu-Guaçu	3	0	1	33,3	0
Ferraz de Vasconcelos	6	0	0	0,0	0
Francisco Morato	4	0	0	0,0	0
Franco da Rocha	10	0	0	0,0	0
Guarulhos	123	5	17	13,8	5
Itapecerica da Serra	6	0	4	66,7	0
Itapevi	7	0	1	14,3	0
Itaquaquecetuba	21	4	3	14,3	4
Jandira	4	0	1	25,0	0
Mairiporã	5	0	0	0,0	0
Mauá	43	0	9	20,9	0
Mogi das Cruzes	72	1	9	12,5	1
Osasco	86	1	18	20,9	1
Pirapora do Bom Jesus	1	0	0	0,0	0
Poá	8	0	1	12,5	0
Ribeirão Pires	18	0	4	22,2	0
Rio Grande da Serra	2	0	0	0,0	0
Salesópolis	2	0	0	0,0	0
Santana de Parnaíba	7	0	3	42,9	0
Santo André	151	0	55	36,4	0
São Bernardo do Campo	125	4	13	10,4	4
São Caetano do Sul	57	1	18	31,6	1
São Paulo	2031	10	425	20,9	10
Suzano	34	0	4	11,8	0
Taboão da Serra	15	0	2	13,3	0
TOTAL BAT	2.981	34	612	20,5	34

* O anexo da Deliberação nº 146/2012 solicita o indicador R.03-A: Proporção de áreas remediadas em relação às áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água [%]. No entanto, os Relatórios de Situação de Recursos Hídricos, desde 2011, trazem o indicador "Número de Áreas Remediadas" com este mesmo código. Para garantir o cumprimento à legislação e manter a coerência com os Relatórios de Situação, optou-se por apresentar os dois indicadores, calculando-se a proporção através dos dados de áreas contaminadas obtidos junto à CETESB.

Fonte: CETESB; FABHAT (2017).

8.5. Áreas Sujeitas a Gerenciamento Especial

Com base nas informações apresentadas nos itens anteriores, o presente capítulo destaca as áreas sujeitas a gerenciamento especial através de dois mapas, que vão subsidiar parte das análises de identificação das áreas críticas, que serão consideradas prioritárias para intervenção no Plano de Ação a ser proposto para a BAT. O primeiro mapa destaca as informações referentes à superfície: áreas protegidas com restrição à ocupação humana; áreas urbanizadas e manchas de inundação sobrepostas ao mapa de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações. O segundo tem enfoque nas águas subterrâneas, apresentando os pontos de contaminação de acordo com sua classificação e a situação de vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação.

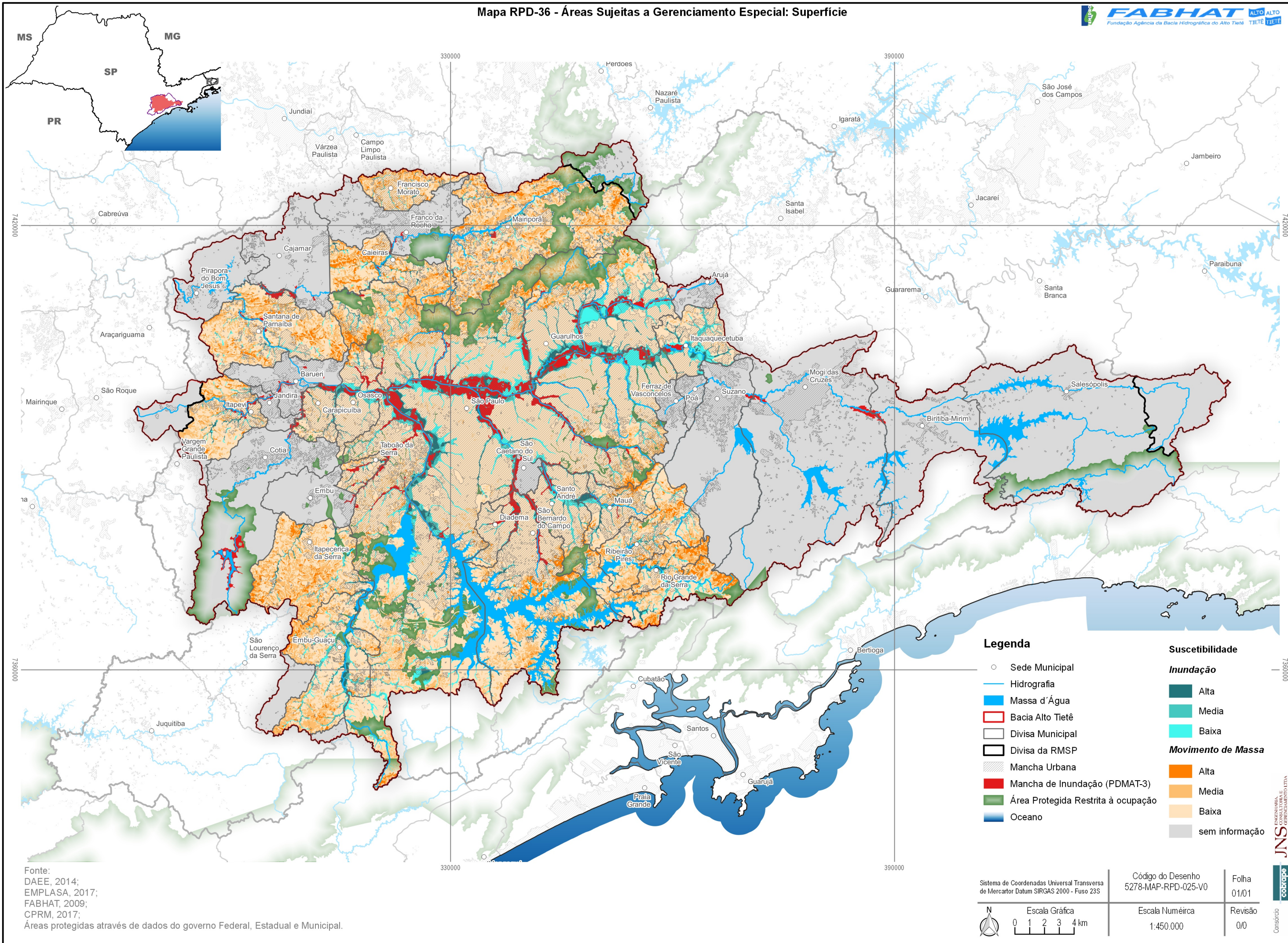
O **Mapa RPD-36** permite identificar a importância das restrições impostas pelas áreas protegidas no controle da expansão urbana e na proteção da vegetação natural da BAT, cumprindo um papel essencial à preservação dos recursos hídricos. As ocupações nas bordas urbanas, porém, pressionam os remanescentes vegetais e avançam sobre os mananciais de abastecimento, ameaçando os recursos hídricos com cargas poluentes, e expondo a população das áreas periféricas, frequentemente assentadas em áreas suscetíveis a movimentos de massa ou a inundações, a situações de risco.

Nas áreas centrais e urbanizadas da BAT o principal fator de risco são as inundações, cujas manchas projetadas para um período de retorno de 100 anos abrangem grandes extensões das várzeas dos principais rios, sobrepondo-se à maioria das áreas indicadas como de média ou alta suscetibilidade a inundações pelas cartas da CPRM. As inundações e os alagamentos, que ocorrem com frequência na BAT, geram perdas materiais e causam transtornos à população, afetando o trânsito nas avenidas marginais e frequentemente causando paralizações no transporte público. Por estes motivos, a drenagem urbana tem sido objeto de planos e projetos específicos, como os Planos Diretores de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT, PDMAT-2 e PDMAT 3), visando a mitigar os problemas históricos de inundações na BAT através de medidas estruturais e não estruturais.

O **Mapa RPD-37** identifica as áreas contaminadas conforme sua classificação, sobrepostas ao mapa de vulnerabilidade de aquíferos à contaminação. As áreas classificadas como de vulnerabilidade alta ou extrema à contaminação são as que merecem especial atenção na área de estudo. Nas áreas extremamente vulneráveis foram identificadas 9 áreas contaminadas, 8 das quais em processo de remediação, e uma classificada como contaminada com risco confirmado; nas áreas com alta vulnerabilidade foram identificados 70 pontos de contaminação: 13 reabilitadas para uso declarado; 26 em processo de remediação; 13 sob investigação; 9 em processo de monitoramento para encerramento; 6 com risco confirmado; e 3 em processo de reutilização.

Para proteger os recursos hídricos subterrâneos da BAT é essencial que seja mantido o esforço de monitoramento e controle das atividades potencialmente poluentes e de remediação das áreas contaminadas, especialmente nas áreas classificadas como de alta ou extrema vulnerabilidade à contaminação de aquíferos.

Mapa RPD-36 - Áreas Sujetas a Gerenciamento Especial: Superfície



Fonte:
DAEE, 2014;
EMPLASA, 2017;
FABHAT, 2009;
CPRM, 2017;
Áreas protegidas através de dados do governo Federal, Estadual e Municipal.

Legenda

- Sede Municipal
- Hidrografia
- Massa d'Água
- Bacia Alto Tietê
- Divisa Municipal
- Divisa da RMSP
- ▨ Mancha Urbana
- Mancha de Inundação (PDMAT-3)
- Área Protegida Restrita à ocupação
- Oceano

Suscetibilidade

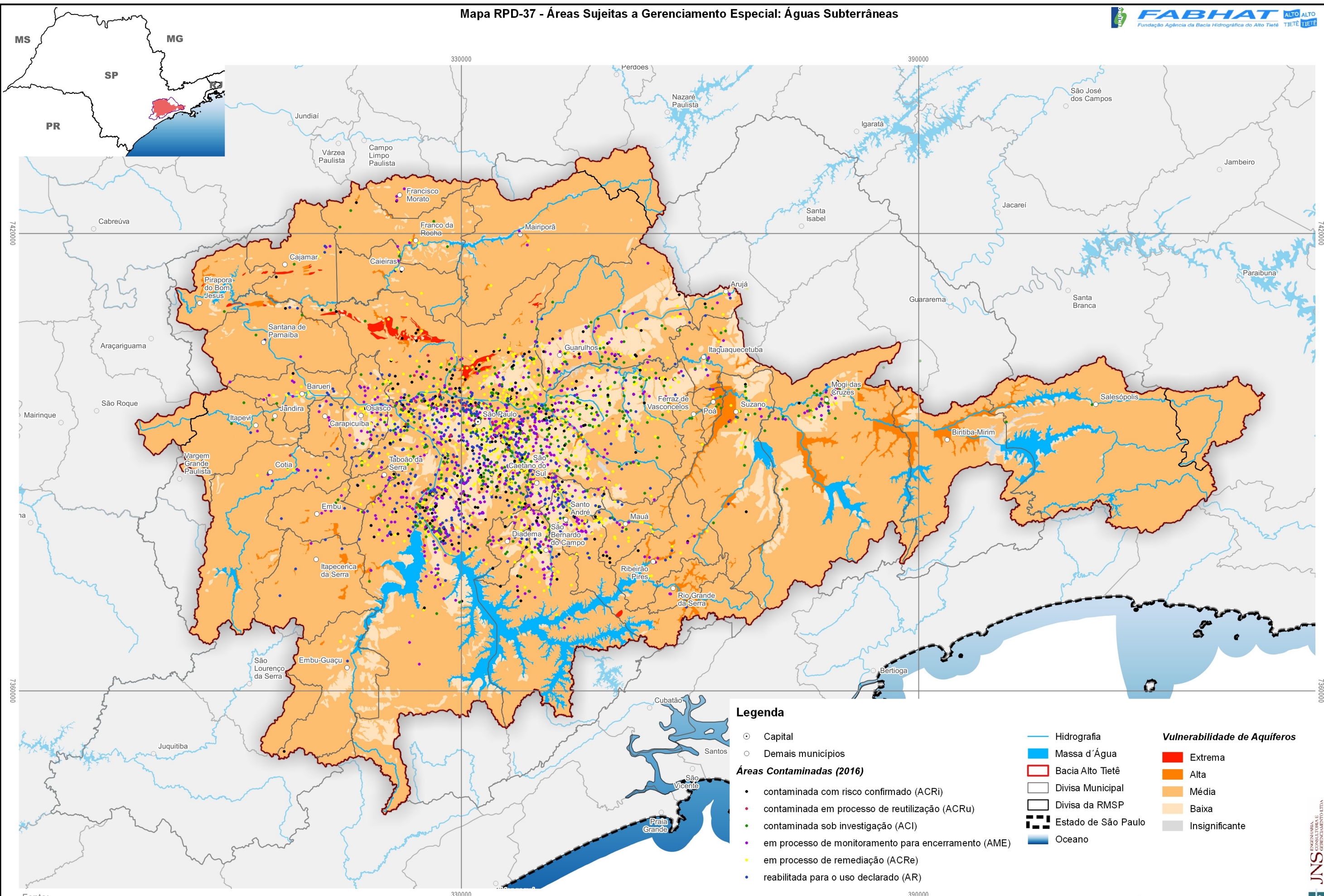
Inundação

- Alta
- Media
- Baixa

Movimento de Massa

- Alta
- Media
- Baixa
- sem informação

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S 	Código do Desenho 5278-MAP-RPD-025-V0	Folha 01/01
	Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0



Legenda

- Capital
- Demais municípios

Áreas Contaminadas (2016)

- contaminada com risco confirmado (ACRi)
- contaminada em processo de reutilização (ACRu)
- contaminada sob investigação (ACI)
- em processo de monitoramento para encerramento (AME)
- em processo de remediação (ACRe)
- reabilitada para o uso declarado (AR)

- Hidrografia
- Massa d'Água
- Bacia Alto Tietê
- Divisa Municipal
- Divisa da RMSP
- Estado de São Paulo
- Oceano

Vulnerabilidade de Aquíferos

- Extrema
- Alta
- Média
- Baixa
- Insignificante

Fonte:
EMPLASA, 2017;
CETESB, 2017;
FABHAT, 2012;

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S

Escala Gráfica
0 1 2 3 4 km

Código do Desenho 5278-MAP-RPD-027-V0	Folha 01/01
Escala Numérica 1:450.000	Revisão 0/0

9. AVALIAÇÃO DO PBH-AT (2009)

O PBH-AT (2009) foi desenvolvido pela Fundação Universidade de São Paulo (FUSP), objetivando a revisão do Relatório de Situação desenvolvido pela FUSP para o Comitê do Alto Tietê em 2002, analisando-se as evoluções ocorridas nos 5 anos anteriores. Seu principal foco foi a recuperação, preservação e conservação dos recursos hídricos e o estabelecimento de ações, estruturais e não-estruturais, necessárias para o cumprimento destes objetivos.

O Plano está dividido em 8 principais capítulos, abordados em 3 volumes, cuja estrutura aborda inicialmente os antecedentes e o processo de preparação do Plano do Alto Tietê, as características da BAT, os contextos legal, institucional e estratégico, o prognóstico de evolução da bacia, o plano de ação, o programa de investimento, o sistema de informações georreferenciadas e a estratégia de viabilização da implantação do plano. O último e quarto volume, apresenta todos os anexos ao PBH-AT (2009). A **Figura 9.1** apresenta de forma esquemática a estruturação deste Plano.

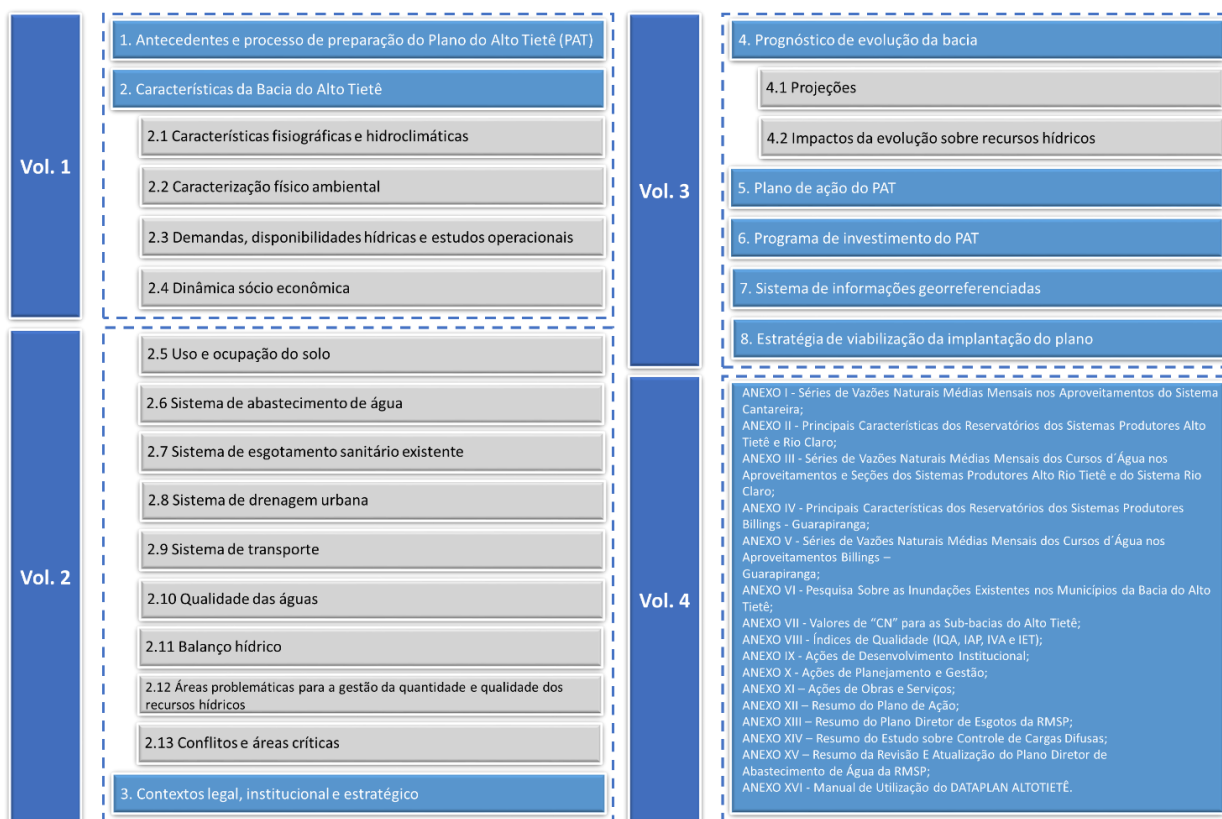


Figura 9.1 - Estrutura do PBH-AT (2009)

O primeiro capítulo aborda os antecedentes gerais ao Plano, seu conteúdo básico, o processo de preparação e os alcances nas esferas estadual e nacional.

O diagnóstico, item abordado no segundo capítulo, abrange toda caracterização da BAT e discorre, em especial, sobre os seguintes temas: (i) disponibilidade hídrica superficial; (ii) análise das perdas de disponibilidade hídrica; (iii) disponibilidade subterrânea; e, (iv) descrição da drenagem e pontos de inundação.

Com relação ao primeiro tema analisado, destaca-se a utilização do modelo de Suporte à Decisão AcquaNet, que subsidiou a previsão de um possível colapso no Sistema Cantareira (páginas 72 e 87 do PBH-AT (2009)).

Outro tema abordado foi a evolução temporal da disponibilidade hídrica operacional dos sistemas produtores de água bruta da BAT, em que se realizou uma comparação entre os dados obtidos nos diferentes estudos analisados, conforme **Tabela 9.1**.

Tabela 9.1 - Evolução temporal da disponibilidade hídrica operacional dos sistemas produtores de água bruta da Bacia do Alto Tietê

Sistemas Produtores	Vazão Garantida com 95% (m³/s)						Observações
	Junho/2002 ⁽¹⁾ (Jun/02)	PDA – 2025 (Abr/03)	Outorga Cantareira (Jul/04)	Outorga Alto Tietê (Ago/05)	Estudos Atuais ⁽²⁾	Perdas em 5 anos (entre PATs)	
Cantareira	32,0	31,0	30,4		29,9	2,1	Outorga do Cantareira e vazões mínimas no Juqueri de 0,5 para 1,0 m³/s
Alto Tietê	15,3	15,6		15,1	14,0	1,3	Outorgas na bacia do Alto Tietê: irrigantes a jusante de Biritiba 0,51 m³/s, SEMAE com 1,1 m³/s (antes 0,15 m³/s), outros
Rio Claro	4,0	4,6		4,4	4,4	-0,4	
Alto Cotia	1,4	1,3			1,5	-0,1	
Baixo Cotia	0,8	0,9			1,0	-0,2	
Guarapiranga	14,5	14,2 ⁽³⁾			13,0	1,5	Limitações na transferência em função do NA Billings, energia assegurada da EMAE
Rio Grande	4,9	4,0			4,0	0,9	Outorga de 0,13 m³/s
Total	72,9	71,5	70,9	70,2	67,8	5,1	
Taxa de perda (m³/s/ano)		1,6	0,9	0,9	1,0		

⁽¹⁾ Plano da Bacia do Alto Tietê, Junho/2002, FUSP

⁽²⁾ Plano da Bacia do Alto Tietê, Junho/2007, FUSP

⁽³⁾ premissa de não priorizar as demandas referentes à geração hidrelétrica da UHE Henry Borden. A variante no PDA-2025 em que é considerado a restrição de 500 hm³ para a transferência de 2 m³/s e 75% do padrão Sabesp para Henry-Borden o resultado é de 13,0 m³/s.

A disponibilidade subterrânea também foi tema discutido no capítulo de caracterização da BAT, onde o Sistema Aquífero Sedimentar (SAS) e o Sistema Aquífero Fraturado (SAF) foram amplamente estudados, constatando-se uma vazão explorada total de 11,0 m³/s para toda a BAT, número este que é utilizado até hoje.

Foi realizada uma pesquisa para a identificação e caracterização de pontos de inundação ao longo da BAT, através da aplicação de questionário e análise de mapas das áreas afetadas. Tais questionários foram respondidos por técnicos responsáveis pelos sistemas de drenagem de cada município e o PBH-AT (2009) obteve dados primários de 11 dos 36 municípios consultados, resultando na identificação de 708 pontos de inundação.

Com isso, as condições do escoamento superficial foram analisadas, adotando-se coeficientes de impermeabilização do solo, denominados CN (número de curva), obtidos para as diversas condições de uso e ocupação do solo observadas na BAT, que variaram entre 61 e 90.

O item de prognóstico, pertencente ao volume 3 do Plano, abordou as projeções de população, dos índices de atendimento de abastecimento e de coleta e tratamento de esgoto e das demandas, além da avaliação dos impactos que esta evolução exerce sobre os recursos hídricos.

O PBH-AT (2009) realizou análises dos resultados das projeções populacionais constantes no Plano Diretor de Água (PDA), no estudo elaborado pela Fundação Estadual de Análise de Dados (SEADE) em parceria com a Sabesp e no Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista (HIDROPLAN, 1995), conforme apresentado na **Tabela 9.2**.

Tabela 9.2 - Resultados das Projeções de População para a região do BAT analisados pelo PBH-AT (2009)

Resultados	2010	2015	2020	2025
PDA - situação crítica	21.386.703	22.729.400	23.365.064	24.048.865
PDA - situação de planejamento	20.601.977	21.508.918	22.104.334	22.540.612
SEADE - SABESP	20.141.759	21.049.680	21.821.507	22.423.332
HIDROPLAN	19.870.510	20.311.690	20.629.525	-

Fonte: PBH-AT (2009)

As projeções de demandas para o abastecimento público foram realizadas baseadas nos dados do Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP e PDA, pois eram os estudos mais atuais na época. Estas demandas foram desenvolvidas considerando-se dois cenários distintos: (i) planejamento tendencial, tendo em vista a tendência atual, não havendo modificações ao longo do período de planejamento; e, (ii) planejamento dirigido, considera a ocorrência de variação dos componentes da demanda ao longo do período de planejamento. Os resultados obtidos pelo PBH-AT (2009) constam na **Tabela 9.3**.

Tabela 9.3 - Resultados das Projeções de Demandas para o Abastecimento Público para os diferentes cenários

Demanda média mensal (l/s)	2010	2015	2020	2025
Planejamento Tendencial	71.913	75.521	78.628	81.390
Planejamento Dirigido	70.839	72.831	74.507	75.892

A fim de se analisar os impactos do aumento populacional e das demandas sobre a disponibilidade hídrica, o PBH-AT (2009) realizou uma avaliação da evolução da situação dos sistemas de água superficial e subterrânea, considerando-se: (i) Sistema Cantareira; (ii) Sistemas Produtores do Alto Tietê e Rio Claro; (iii) Sistemas Produtores Guarapiranga-Billings, Grande e Cotia; e, (iv) Sistemas Aquíferos. Foram relacionadas, para cada Sistema analisado, recomendações de procedimentos visando o atendimento ao acréscimo de demanda identificado, tais como: alternativas tecnológicas para as regras operativas, implantação de monitoramento com telemetria, batimetria dos reservatórios, procedimentos necessários para a garantia da informação pública, análise dos limites para a outorga na BAT, investimento em estudos com a finalidade de analisar a viabilidade técnico-econômica e ambiental da alternativa de expansão dos Sistemas Produtores do Alto Tietê, Rio Claro, Guarapiranga-Billings, Grande e Cotia.

Outro tópico abordado no item de prognóstico foi a qualidade da água, cuja análise considerou os estudos constantes no Plano Diretor de Esgoto da RMSP, no Projeto Tietê, no Programa Córrego Limpo e no Flotação. O primeiro incorpora atividades de coleta, afastamento e tratamento dos esgotos, tratamento e disposição final dos lodos e usos dos subprodutos; considera também as metas de universalização, que foram consideradas no PBH-AT (2009) como 90% para os serviços de coleta e de 100% para o tratamento de esgotos coletados. O segundo estudo possui como objetivo o tratamento e a redução de lançamentos de efluentes da RMSP, sendo desenvolvido em três etapas. No Programa Córrego Limpo estão previstos o aprimoramento dos sistemas de coleta de esgoto, objetivando reverter a degradação dos córregos. Já o último estudo analisado, possui o intuito de viabilizar a reversão das águas do rio Pinheiros para o Reservatório Billings, possibilitando maior geração de energia elétrica nas Usinas Henry Borden.

O quinto capítulo considerado no PBH-AT (2009) consiste na elaboração do plano de ação, cujas ações foram estruturadas em 4 blocos: (i) ações necessárias para os recursos hídricos da BAT; (ii) ações que visam o desenvolvimento institucional; (iii) ações que visam aperfeiçoar o planejamento e gestão; (iv) serviços e obras. Os itens 8.2 e 8.3. a seguir contêm o detalhamento destas ações.

Para a realização do Programa de Investimentos, o PBH-AT (2009) considerou os custos das ações, a partir dos gastos envolvidos na sua execução relativos aos custos de pessoal e materiais necessários à sua consecução para o período de sua duração. Foram estabelecidas prioridades através de discussão conjunta com a Câmara Técnica de Planejamento da BAT. Ressalta-se que

não foram apresentados de forma detalhada os investimentos necessários para a execução de obras e serviços, pois o PBH-AT (2009) dá ênfase às ações relativas à gestão dos recursos hídricos.

Por fim, o Plano trata de estratégias para a viabilização de sua implantação. Destaca-se o fortalecimento técnico e institucional dos colegiados gestores, implantação da cobrança pelo uso da água, divulgação e discussão do relatório no maior número possível de ambientes, estabelecimento de meios financeiros para a implantação das ações e o crescimento de consciência ambiental.

O último volume do PBH-AT (2009) apresenta 16 anexos que contém os dados utilizados e produzidos durante a elaboração do Plano, como por exemplo as séries de vazões naturais mensais nos aproveitamentos do Sistema Cantareira, as principais características dos reservatórios dos Sistemas Produtores, valores dos coeficientes de impermeabilização, índices de qualidade da água, entre outros.

9.1. Identificação e Avaliação das Áreas Críticas Apontadas no PBH-AT (2009)

A complexidade da gestão de recursos hídricos na RMSP é resultado da interface entre os usos da água para setores de abastecimento público, atividade agrícola, uso industrial e geração de energia elétrica numa área de cabeceira de uma bacia hidrográfica de grande porte e a interação entre estas atividades revela pontos críticos de conflito.

A **Figura 9.2** apresenta as áreas críticas da BAT através de uma composição de mapas de vulnerabilidade de aquíferos, áreas contaminadas, IQA e pontos de inundação. Através deste mapa o plano forneceu um panorama do problema à época, causado tanto pelas características geológicas da bacia quanto pela ação antrópica.

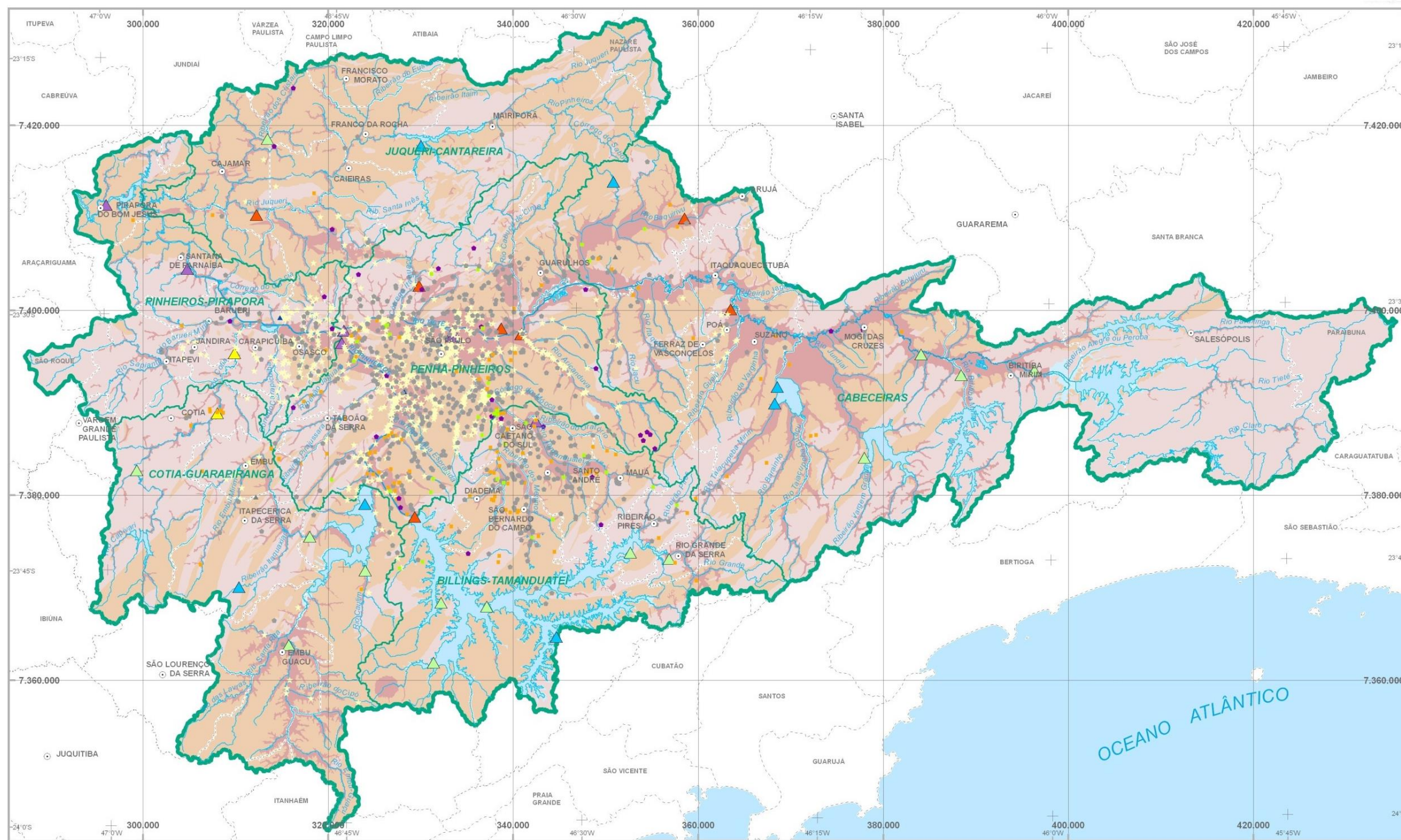
A qualidade da água é apresentada como um problema persistente na BAT, tanto por cargas pontuais de esgoto quanto pela grande influência das cargas difusas provenientes do escoamento superficial e drenagem urbana. Problemas com o uso agrícola e efeitos na redução da garantia de recursos hídricos foram evidenciados, sendo necessária especial atenção para regularizar outorgas e as vazões ecológicas a montante da RMSP.

O reservatório Guarapiranga também é um ponto crítico na gestão da BAT, visto que a ocupação ilegal traz consigo problemas de esgotamento sanitário e aporte de poluentes e sedimentos pelo escoamento superficial, denegrindo um importante manancial de captação de água para abastecimento público. Há também o conflito do uso do Reservatório Billings, dividido entre abastecimento público da Sabesp e contratos da EMAE para geração de energia elétrica na Usina Henry Borden. Ambos os mananciais são essenciais à RMSP e representam um desafio de conflitos pelos usos múltiplos da água.

A análise da ilustração também permite verificar que, além dos usos superficiais, a exploração dos mananciais subterrâneos é intensa na BAT, mais concentrada na RMSP. A exploração destes recursos sem regulação pode gerar o rebaixamento do nível e impedimento de seu uso, bem como problemas de contaminação. Tal problema foi destacado no relatório do PBH-AT (2009), onde foi estimado que mais de 50% da exploração subterrânea se dá de forma irregular.

Diante deste cenário é necessária uma gestão cuidadosa para garantir água para abastecimento público em situações de seca/escassez, sem prejudicar o setor agrícola, e garantir os múltiplos usos da água através investimentos em drenagem urbana e gestão de resíduos sólidos para reduzir aportes de cargas difusas urbanas, implantação das redes coletoras e no tratamento de esgotos, e principalmente o ordenamento do uso e ocupação do solo.

Com o intuito de ilustrar as áreas suscetíveis BAT, o Consórcio COBRAPE/JNS providenciou a atualização dos dados da Figura a seguir (composição de dados FEHIDRO, 1998; EMPLASA, 2002; CETESB, 2006), no **Capítulo 8** deste diagnóstico.



Vulnerabilidade dos Aquíferos

- Alta vulnerabilidade à poluição de aquíferos
- Média vulnerabilidade à poluição de aquíferos
- Média a baixa vulnerabilidade à poluição de aquíferos

Pontos de Inundação

- Locais de ocorrência de inundações

Índice de Qualidade das Águas - IQA

- Ótima (80 - 100)
- Boa (52 - 79)
- Regular (37 - 51)
- Ruim (20 - 36)
- Péssima (<19)

Pontos de Contaminação - Atividades

- Acidentes
- Comércio
- Indústria
- Posto de combustível
- Resíduo
- Desconhecida

CONVENÇÕES

- Rios
- Corpos d'água
- Divisa Municipal
- Sedes de Município
- Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
- Sub-regiões hidrográficas

FONTE:
Emplasa, 2002. Mapa de Uso e Ocupação do Solo. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - 2005 - 2006; Relatório de Qualidade Ambiental - 2005 CETESB. 2006. Cadastro de áreas contaminadas. Macedo, A. B. (Coordenador). 1998. Banco de dados espaciais da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, São Paulo. FEHIDRO-DAEE.

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 45° W Gr., acrescidas as constantes de 10.000 e 500 Km respectivamente
DATUM HORIZONTAL: Córrego Alegre

Escala: 1:400.000
0 2,5 5 10 15 20 Km



UGRH16 - BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ

VULNERABILIDADE DE AQUÍFEROS, QUALIDADE DA ÁGUA, PONTOS DE CONTAMINAÇÃO E LOCAIS DE INUNDAÇÃO

Dez / 2009

Fonte: Plano de Bacia Hidrográfica Alto Tietê (2009)

Figura 9.2 - Vulnerabilidade de Aquíferos, Qualidade da Água, Pontos de Contaminação e Locais de Inundação.

9.2. Identificação das Metas e Diretrizes Propostas no PBH-AT (2009)

A avaliação das ações necessárias ao PBH-AT (2009) tomou como referência o Plano de Bacias anterior, de 2002, e destacou a necessidade de soluções integradas e multisetoriais de causa e efeito, diferindo do plano anterior, onde os tópicos foram discutidos isoladamente. A base para estabelecimento das ações do PBH-AT (2009) levou em consideração os seguintes princípios:

- Integração entre Recursos Hídricos e ordenação do território (uso e ocupação);
- Integração entre gestão de Recursos Hídricos e o transporte urbano;
- Atuação do Sistema de Recursos Hídricos com usuários para controle de demandas e uso racional da água;
- Integração entre instituições públicas e os atores privados.

Com base nos princípios apresentados, foram elencadas medidas necessárias, de forma abrangente, contemplando:

- Medidas Estruturais de Grande Porte
 - Implantação de Obras do PDE (Sabesp);
 - Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água;
 - Execução da 2ª Fase do Projeto Alto Tietê;
 - Execução de Obras do Plano de Macrodrenagem.
- Medidas de Caráter Institucional e Legal
- Medidas de Melhoria no Processo de Decisão
 - Capacitação de Recursos Humanos;
 - Programas de Comunicação Social;
 - Sistemas de Informação (Cartografia, Monitoramento da quantidade e qualidade da água, Dados Urbanos e Dados de Gestão).

Além dos princípios e metas apresentados, também foi proposto o vínculo do PBH-AT às referências fornecidas pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (2004-2007), o qual apresenta como metas globais:

- Reformular e ampliar a Base de Dados do Estado de São Paulo para Recursos Hídricos;
- Gestão eficaz dos Recursos Hídricos para garantir os múltiplos usos da água;
- Proteger, recuperar e promover a qualidade dos Recursos Hídricos para a saúde humana, preservação da vida aquática e qualidade ambiental;
- Contribuir para o desenvolvimento do Estado e do País, assegurando o uso múltiplo racional e sustentável dos Recursos Hídricos;
- Minimizar efeitos de eventos hidrológicos e indisponibilidade de Recursos Hídricos;
- Promover o desenvolvimento tecnológico e capacitação de Recursos Humanos, incentivar a educação ambiental e comunicação social em Recursos Hídricos.

Partindo dos princípios e metas existentes para a BAT e para o Plano Estadual de Recursos hídricos, o PBH-AT (2009) propôs metas de curto prazo e médio/longo prazo, a saber:

- Curto Prazo (2009-2011)
 - Fortalecimento Institucional;
 - Estudos e Planos para implantação de Gestão da Demanda de Recursos Hídricos, efetivação do uso racional da água, reúso e prevenção de eventos críticos;
 - Programa de gestão do Uso de Águas Subterrâneas;
 - Programas de Recuperação da Qualidade de corpos hídricos degradados;
 - Implementação dos Programas de Proteção dos Mananciais, programas de recuperação ambiental e de desenvolvimento de usos e formas sustentáveis de ocupação do solo.
- Médio / Longo Prazo (2009-2020)

- Melhoria dos Programas de Utilização Racional dos Recursos Hídricos, superficiais e subterrâneos, garantindo prioridade para o abastecimento público;
- Implantação de programas anuais e plurianuais de proteção, conservação e utilização dos recursos hídricos da Bacia do Alto Tietê;
- Implantação de instrumentos de informação à comunidade, sobre as alternativas de desenvolvimento econômico e social, em consonância com as limitações da disponibilidade e Qualidade da Água.

Estas ações foram apresentadas em caráter bem geral, devem ser aplicadas nos temas relativos a:

Disponibilidade hídrica - Usos da água proteção de mananciais, disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, balanço de disponibilidade/demanda, identificação de conflitos;

Qualidade da Água - Qualidade da água, esgotamento sanitário, recuperação de corpos hídricos degradados;

Drenagem Urbana - Manejo de águas pluviais, minimização de impactos das enchentes urbanas;

Uso e Ocupação do Solo - Monitoramento;

Melhoria do Processo Decisório.

Definidas as ações gerais por tema, foram propostas ações específicas para cada tema, resultando em 46 ações divididas em dois grupos:

Ações de Desenvolvimento Institucional (DI) – 15 ações

- 3 ações que visam o desenvolvimento de órgãos e entidades de gestão de Recursos Hídricos;
- 6 ações de desenvolvimento da legislação e instrumentos de gestão;
- 3 ações de desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos;
- 3 ações de comunicação social e educação ambiental para uso racional e proteção dos recursos hídricos.

Ações de Planejamento e Gestão (PG) – 31 ações

- 9 ações de levantamentos, estudos e planos de recursos hídricos;
- 4 ações de monitoramento de quantidade e qualidade das águas;
- 4 ações para Sistema de outorga e cobrança;
- 1 ação de controle e fiscalização dos recursos hídricos;
- 4 ações para sistema de informações da BAT;
- 9 ações em estudos estratégicos e setoriais.

Demais ações

- 7 tipos de serviços e obras de recursos hídricos e saneamento;
- 4 tipos de serviços e obras de proteção e conservação ambiental;
- 4 ações de compensação aos municípios em áreas de proteção de mananciais.

Em relação à duração, as ações foram divididas em três categorias:

Curta Duração – 4 anos – Total de 11 ações

Média Duração – 8 anos – Total de 25 ações

Longa Duração – 12 anos – Total de 10 ações.

O detalhamento das ações mencionadas foi apresentado no relatório PBH-AT (2009) juntamente com um modelo de Ficha de ação, composta pelo código da ação, ação componente, PDC (Plano de Duração Continuada), Agente Responsável e Duração.

A elaboração do PBH-AT pelo Consórcio COBRAPE/JNS fará a verificação individual das metas e diretrizes propostas, visando à continuidade de medidas pertinentes, e novas proposições e revisão de medidas propostas, quando relevantes, diante das experiências adquiridas e das novas necessidades identificadas na etapa do Prognóstico.

9.3. Análise da Execução do Plano de Ação: Medidas Estruturais/Não Estruturais

O detalhamento das ações, embasado em discussões da Câmara Técnica de Planejamento da BAT (FUSP) norteou o planejamento, onde foram priorizadas aquelas que permitam formar uma base para o processo decisório, sem pesar custos. Diante das incertezas quanto às fontes de recursos, foram propostos três cenários:

Cenário Piso – Ações de primeira prioridade, relacionadas ao desenvolvimento institucional;

Cenário Recomendável – Ações de primeira e segunda prioridade, englobando também o Planejamento e Gestão;

Cenário Desejado – Ações de primeira, segunda e terceira prioridades.

Houve avanços entre a elaboração do PBH-AT (2002) e do PBH-AT (2009), com destaque para a Implantação do Plano do Tietê, criação da Agência de Bacia do Alto Tietê e conclusão da base cartográfica digital. Dentre as dificuldades esperadas, a maior envolvia a questão financeira, a qual não deveria depender exclusivamente da cobrança pelo uso, visto que essa sua implantação se deu de forma gradual e extensiva, devendo ser almeçadas alternativas em outros agentes. Dentre as fontes de recursos almeçadas para a implantação das Ações e definição do plano de investimentos, foram considerados como base:

- Recursos FEHIDRO;
- Recursos dos Royalties de compensação financeira do setor elétrico, principalmente Itaipu;
- Esperança na Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, sendo composta por:
 - Cobrança pela Captação;
 - Cobrança pelo Consumo;
 - Cobrança pelo Lançamento de Efluentes.

Como metodologia de análise, serão tomadas as referências utilizadas no PBH-AT (2009) para cálculo de viabilidade financeira e plano de investimento serão verificadas de forma comparativa, entre previsto e realizado, analisando os demonstrativos financeiros para os Três Cenários, bem como a análise de viabilidade socioeconômica, com os cálculos de investimento per capita para cada cenário. Também será verificada a atuação dos responsáveis pelas ações propostas, a abrangência das ações, quais as fontes e recursos disponíveis, os prazos, a relevância das ações e dificuldades encontradas.

9.4. Avaliação dos investimentos realizados no âmbito da vigência do PBH-AT (2009)

O Plano de Ação constante no PBH-AT (2009) foi elaborado com a base nas conclusões do Plano anterior, publicado em 2002, avaliando a pertinência dos programas que continuaram válidos e propondo adequações. Também foi considerado o “Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007”. As ações apresentadas no PBH-AT (2009) são voltadas para atender o Sistema de Gestão de Recursos Hídricos e direcionadas para elaboração por órgãos responsáveis específicos. Abrangem projetos, estudos, implementação de soluções, entre outras atividades.

As ações previstas foram divididas em três grandes grupos: (i) Desenvolvimento Institucional (DI); (ii) Planejamento e Gestão (PG); e, (iii) Serviços e Obras (SO). Tais ações previam a soma total de R\$ 630 milhões para o período de 12 anos futuros. Quanto aos prazos de execução, são consideradas ações de curto, médio e longo prazo, respectivamente, 4, 8 e 12 anos. Os componentes de cada grupo de investimento podem ser visualizados na **Tabela 9.4**, a qual apresenta uma relação entre o orçamento do Cenário Piso (que propõe investimentos de R\$ 174 milhões em DI+PG para 12 anos). Ainda, no PBH-AT (2009), foram elaborados outros dois cenários de investimento; Cenário Recomendável – propõe investimentos num total de R\$ 221 milhões em

12 anos para DI+PG –, e Cenário Desejado – com investimentos de R\$ 298 milhões para DI+PG, em 12 anos²⁶.

A **Tabela 9.4** foi elaborada com base na lista de projetos disponibilizados pelo sistema de transparência do site do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH). Foram considerados para avaliação os projetos classificados em: análise, não iniciados, em execução e concluídos. Foram desconsiderados apenas aqueles classificados como cancelados. Para comparação com a previsão de investimentos foi escolhido o Cenário Piso.

Em uma visão geral das ações realizadas, foram considerados projetos que somam R\$ 100.484.248,62. Desse valor, R\$ 43.079.287,67 são investimentos em projetos não enquadrados nas ações do Cenário Piso, ou seja, 43% do investimento previsto. A qualificação dos cenários foi criada para indicar a priorização de investimentos entre as ações, isto é, ações de investimento prioritário estão presentes no Cenário Piso, podendo haver investimentos que seriam qualificados se considerado o Cenário Desejado, por exemplo.

Analisando setorialmente, por grupo de investimento tem-se que em DI foram investidos 65,07% (R\$ 41.413.879,84) do previsto. Destacam-se duas ações que atingiram seu objetivo de investimento, a DI-41 “Capacitação e Educação Ambiental com Foco em Recursos Hídricos, no contexto da BAT” e a DI-25 “Elaboração e implantação de Instrumentos Adicionais para Gestão da BAT” que ultrapassou cinco vezes o seu valor estipulado²⁷. Foram identificados investimentos no total de R\$ 16.170.881,84 em atividades que não estão estipuladas para serem realizadas no Cenário Piso, sendo estas 39% do investimento realizado, contudo, podendo se enquadrar nos cenários mais otimistas de investimento.

²⁶ Todos os cenários do PBH-AT consideraram uma arrecadação acumulada de R\$630 milhões para o período de 12 anos. A diferença entre os cenários corresponde a maior investimento em DI+PG em detrimento de investimentos em SO.

²⁷ A indicação dos contratos dentro de cada categoria do Plano de Ação do PBH-AT (2009) foi realizada pelo Consórcio e não corresponde a uma indicação oficial do CBH-AT.

Tabela 9.4 – Distribuição do orçamento dos projetos disponibilizados pelo sistema de transparência do site do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH), por componente

Componente	Cod Ação PBH-AT (2009)	Cenário Piso*	Valor total do projeto	Percentual pago	Soma de Valor a pagar	Soma de Valor financiado
Desenvolvimento dos Órgãos e Entidades de Gestão de Recursos Hídricos	DI11	R\$ 28.984.200,00	R\$ 767.700,98	2,65%	R\$ 23.826,75	R\$ 615.940,35
	DI12	R\$ 4.606.900,00	-	0,00%	-	-
	DI13	R\$ 4.206.900,00	-	0,00%	-	-
Desenvolvimento da Legislação e de Instrumentos de Gestão	DI21	R\$ 4.700.000,00	-	0,00%	-	-
	DI23	R\$ 2.000.000,00	-	0,00%	-	-
	DI24	R\$ 2.500.000,00	R\$ 631.836,00	25,27%	R\$ 568.652,40	R\$ 0,00
	DI25	R\$ 1.500.000,00	R\$ 7.753.448,83	516,90%	R\$ 5.328.671,78	R\$ 5.838.719,30
Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação de Recursos Humanos	DI26	R\$ 100.000,00	-	0,00%	-	-
	DI31	R\$ 7.444.000,00	R\$ 204.613,37	2,75%	R\$ 0,00	R\$ 204.563,36
	DI32	R\$ 0,00	R\$ 9.423.335,29	-	R\$ 3.456.188,74	R\$ 5.295.163,54
Comunicação Social e Educação Ambiental para o Uso Racional e Proteção de Recursos Hídricos	DI33	R\$ 0,00	R\$ 2.283.410,84	-	R\$ 256.721,86	R\$ 1.797.463,88
	DI41	R\$ 12.701.000,00	R\$ 15.885.398,82	125,07%	R\$ 5.724.386,74	R\$ 12.560.417,15
	DI42	R\$ 0,00	R\$ 4.464.135,71	-	R\$ 961.340,99	R\$ 3.045.735,71
	Total DI	R\$ 63.643.000,00	R\$ 41.413.879,84	65,07%	R\$ 16.319.789,26	R\$ 29.358.003,29
Levantamentos, Estudos e Planos de Recursos Hídricos	PG11	R\$ 180.000,00	-	0,00%	-	-
	PG12	R\$ 3.000.000,00	-	0,00%	-	-
	PG14	R\$ 0,00	R\$ 246.173,86	-	R\$ 126.614,30	R\$ 196.713,20
	PG15	R\$ 4.081.770,00	R\$ 813.357,00	19,93%	R\$ 120.011,33	R\$ 615.882,06
	PG16	R\$ 1.000.000,00	R\$ 3.321.940,50	332,19%	R\$ 1.079.976,00	R\$ 2.190.000,00
	PG18	R\$ 600.000,00	R\$ 133.600,00	22,27%	R\$ 24.160,00	R\$ 105.600,00
	PG19	R\$ 14.127.345,00	-	0,00%	-	-
Monitoramento de Quantidade e Qualidade das Águas	PG22	R\$ 6.000.000,00	-	0,00%	-	-
	PG21	R\$ 0,00	R\$ 5.916.795,88	-	R\$ 4.441.692,15	R\$ 1.605.710,50
Sistema de Outorga e Cobrança	PG31	R\$ 3.146.000,00	-	-	-	-
	PG32	R\$ 350.000,00	-	-	-	-
	PG33	R\$ 500.000,00	-	-	-	-
	PG34	R\$ 1.000.000,00	-	0,00%	-	-

Continua...

Tabela 9.4 - Distribuição do orçamento dos projetos disponibilizados pelo sistema de transparência do site do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH), por componente (cont.)

Componente	Cod Ação PBH-AT (2009)	Cenário Piso*	Valor total do projeto	Percentual pago	Soma de Valor a pagar	Soma de Valor financiado
Sistema de Informações da Bacia	PG51	R\$ 6.300.000,00	R\$ 146.734,80	2,33%	R\$ 0,00	R\$ 125.000,00
	PG52	R\$ 0,00	R\$ 14.735.656,00	-	R\$ 12.604.745,00	R\$ 14.599.946,00
	PG54	R\$ 1.500.000,00		0,00%	-	-
Estudos Estratégicos e Setoriais	PG62	R\$ 54.000.000,00	R\$ 3.090.081,00	5,72%	R\$ 2.781.072,90	R\$ 0,00
	PG63	R\$ 600.000,00	-	0,00%	-	-
	PG64	R\$ 600.000,00	-	0,00%	-	-
	PG65	R\$ 10.000.000,00	R\$ 877.944,00	8,78%	R\$ 787.512,00	R\$ 0,00
	PG66	R\$ 2.000.000,00	R\$ 1.667.061,30	83,35%	R\$ 155.186,00	R\$ 1.500.000,00
	PG68	R\$ 1.500.000,00	-	0,00%	-	-
	PG69	R\$ 0,00	R\$ 6.009.780,09	-	R\$ 2.035.376,36	R\$ 4.253.053,59
Total PG		R\$ 110.485.115,00	R\$ 36.959.124,43	33,45%	R\$ 24.156.346,04	R\$ 25.191.905,35
Serviços e obras de Recursos Hídricos e Saneamento	RH-50	-	R\$ 1.477.992,15	-	R\$ 1.161.459,20	R\$ 372.000,00
	RH-60	-	R\$ 327.216,70	-	R\$ 0,00	R\$ 193.950,00
	RH-70	-	R\$ 1.300.695,35	-	R\$ 69.749,99	R\$ 789.965,89
Ações de Compensação aos Municípios em Áreas de Proteção dos Mananciais	CM-10	-	R\$ 2.977.854,29	-	R\$ 852.627,38	R\$ 850.024,44
	CM-20	-	R\$ 3.953.273,76	-	R\$ 2.514.827,88	R\$ 591.267,50
	CM-30	-	R\$ 4.563.745,53	-	R\$ 2.423.172,96	R\$ 2.707.047,83
Serviços e Obras de Proteção e Conservação Ambiental	CA-10	-	R\$ 6.123.136,06	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Total de obras		R\$ 455.871.885,00	R\$ 20.723.913,84	4,55%	R\$ 7.021.837,41	R\$ 5.504.255,66
Ações não enquadradas nos componentes do PBH-AT (2009)	Sem COD	-	R\$ 1.387.330,51	-	R\$ 87.645,21	R\$ 842.013,40
Total geral		R\$ 630.000.000,00	R\$ 100.484.248,62	15,95%	R\$ 47.585.617,92	R\$ 60.896.177,70

*As ações que indicam investimento zero pertencem aos cenários recomendável e desejado para os projetos ativos, por categoria, e comparados com o orçamento.

Fonte: PBH-AT, 2009 e FEHIDRO (Disponível em: <<http://fehidro.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/FehLivre.exe/listagem>>. Acesso em 18 nov. 2017.

No grupo Planejamento e Gestão foi investido um total de R\$ 36.959.124,43, 33,45% do valor do orçamento com apenas uma ação com sua meta financeira atingida, a PG-16 "Identificação e mapeamento das áreas de risco de contaminação de aquíferos e áreas de restrição de exploração de águas subterrâneas", ainda que tenha ultrapassado três vezes o valor estipulado. Do total investido, 72% estão em ações que não são prioridades no Cenário Piso, somando R\$ 26.908.405,83.

Por fim, o grupo Serviços e Obras soma R\$ 20.723.913,84 de investimento, sendo 4,55% do objetivo do Cenário Piso. Outros investimentos apontados na **Tabela 9.4** não se enquadraram em nenhuma categoria dos Grupos de investimento, os quais representam um valor de R\$ 1.387.330,51, apenas 1% do total investido. Isto é, os investimentos realizados com o recurso do FEHIDRO guardam grande correlação com os componentes dos Grupos de investimento apresentados no Plano de Ação pelo PBH-AT (2009).

É fácil constatar que os projetos estão concentrados em algumas ações específicas, sendo investido até cinco vezes mais do que o previsto, enquanto outras não apresentam investimento. Sobre os projetos não alocados em nenhum componente (1%), vale ressaltar que são temas muito específicos, vinculados ao conhecimento científico ou desenvolvimento institucional da bacia hidrográfica e apenas não foram previstos pelo PBH-AT (2009).

Também foram analisados os dados e resultados financeiros e da situação de execução dos projetos financiados com recursos provenientes da compensação de geração de energia elétrica e da cobrança pelo uso da água. Os dados de recursos disponíveis foram obtidos através de consulta à FABHAT e das Deliberações COFEHIDRO (Compensação) e CBH-AT (Cobrança) (**Tabela 9.5**).

Tabela 9.5 - Recursos disponíveis para investimento, por fonte de recursos, para a BAT (R\$)

Ano do projeto	Compensação	Cobrança descontado custeio	Receitas Totais
2004	8.344.923,97	-	8.344.923,97
2005	7.180.993,49	-	7.180.993,49
2006	5.639.573,54	-	5.639.573,54
2007	6.754.928,24	-	6.754.928,24
2008	12.829.037,49	-	12.829.037,49
2009	9.221.294,27	-	9.221.294,27
2010	7.869.716,15	-	7.869.716,15
2011	11.156.059,00	-	11.156.059,00
2012	18.356.909,82	-	18.356.909,82
2013	30.946.584,39	-	30.946.584,39
2014	14.963.264,89	-	14.963.264,89
2015	4.737.009,45	15.124.485,21	19.861.494,66
2016	6.263.379,66	19.941.770,55	26.205.150,21
2017	15.123.987,95	42.978.048,18	103.102.036,13 ¹

1 - Considera acréscimo de R\$45 milhões referentes à 60% das receitas futuras previstas de 2018 e 2019.

Fonte: Consulta à FABHAT e CBH-AT (14/2015; 25/2016; 43/2017).

Em 2017, a Deliberação CBH-AT nº 43 de 31 de julho adicionou ao recurso disponível mais 60% dos recursos previstos para os anos de 2018 e 2019, tendo em vista que esse recurso costuma passar um ou mais anos sem ser investido em função do ciclo natural da preparação, licitação e aplicação dos recursos. Dessa forma, o valor total liberado para 2017 foi de R\$ 103.102.036,13.

O COFEHIDRO distribui os valores recolhidos pela compensação financeira por aproveitamentos hidroenergéticos no Estado de São Paulo e os *royalties* da Itaipu Binacional dos *royalties* da produção de energia. Estes valores são distribuídos conforme deliberação específica para os CBHs identificando o percentual exclusivo para o custeio e o investimento em projetos. Na **Tabela 9.5** foi identificado apenas o valor para investimento. Esse valor já considera o saldo da sub-conta do CBH-AT, reembolsos, juros pagos e recursos disponibilizados não utilizados dos recursos da compensação que, neste ano de 2017, tem disponível para investimentos R\$ 15.123.987,95, sendo que destes apenas R\$5,8 milhões são novos recursos. O resto são saldos e recursos não investidos que são redistribuídos. Isso explica o efeito de 2013 quando os recursos foram acumulados por falta de desembolsos.

A cobrança apresenta sistema similar, porém, sendo gerido exclusivamente pelo CBH-AT. Nas Deliberações CBH-AT Nº 25/2016 e 43/2017 é possível verificar o mesmo sistema de contas que indica os recursos provenientes do último período de arrecadação, o saldo em conta, rendimento de investimentos, recursos disponibilizados por cancelamento de projetos e economias em contratações.

Desses valores arrecadados incrementais, é importante ressaltar que 30% dessa receita foi desvinculada em função da Emenda Constitucional Nº 93 de 8 de setembro de 2016. Essa desvinculação pode não ser devida e a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo busca negociar a recuperação desses valores quando da elaboração e discussão das Leis Orçamentárias Anuais do Estado.

Considerando o cenário financeiro real, o montante disponível para investimento é sempre maior que a receita da Cobrança auferida no ano anterior, como pode ser verificado na **Tabela 9.6** a seguir, devido a juros recebidos de projetos financiados, investimento dos recursos disponíveis e, principalmente, de investimentos não realizados por contratos cancelados e economia durante o processo de licitação daquilo efetivamente contratado. Em média, os projetos efetivamente contratados resultam em 7,5% de desconto.

Tabela 9.6 - Recursos disponibilizados para investimento no ano de 2017 pelo CBH-AT

QUADRO RESUMO RECURSOS CBH-AT 2017	
Resumo recursos da Cobrança	Valores (R\$)
SALDO REMANESCENTE INDICAÇÕES 2016	101.792,02
ARRECADADO DE 01/01 A 31/12/2016	32.766.982,85
RENDIMENTOS DE 01/01 A 31/12/2016	5.460.894,11
TAXA ADM. AGENTE FINANCEIRO DE 01/01 A 31/12/2016	788.427,01
REPASSE 10% CUSTEIO DE 01/01 a 31/12/2016	2.695.816,43
CANCELAMENTOS	6.370.584,03
DIFERENÇA ENTRE INDICAÇÃO E APROVAÇÃO DO AT	1.762.038,61
SALDO COBRANÇA EM 31/12/2016	42.978.048,18
Recursos para investimento em 2017	Valores (R\$)
SALDO COBRANÇA EM 31/12/2016	42.978.048,18
COMPENSAÇÃO FINANCEIRA 2017 - DELIB COFEHIDRO 176/2017	15.123.987,95
60% DOS RECURSOS de 2018 e 2019	45.000.000,00
TOTAL INVESTIMENTOS 2017	103.102.036,13

Fonte: Deliberação CBH-AT Nº 43 de 31 de julho de 2017.

A Deliberação CBH-AT Nº 43 de 31 de julho de 2017 também apresentou os projetos aprovados pelo CBH-AT e os recursos destinados para estes. Do total de R\$103.102.036,13 disponíveis para investimento apenas 27% foram alocados, resultando num saldo disponível de R\$75.579.665,78. Como ainda há disponibilidade de recursos, o CBH-AT abriu nova chamada para projetos.

Diferente dos recursos da compensação pela geração de energia hidrelétrica (royalties), que variam no tempo em função da energia produzida e da participação percentual calculada pelo COFEHIDRO para cada CBH, a cobrança é um recurso constante e ainda não está plenamente implantada, isto é, os valores tendem a ser maiores e garantidos. A cobrança se iniciou no ano de 2014 e ainda carece de um sistema que proporcione a cobrança da totalidade dos usuários na BAT.

Contudo é relevante considerar que existe um limite para o desenvolvimento de bons projetos por parte dos tomadores. Ainda assim, o CBH-AT, tem à sua disposição uma série de bons projetos que poderiam ser replicados em diversos casos e que podem atender às demandas induzidas com objetivo de fortalecer o resultado esperado formando um banco de termos de referência, apenas como histórico, disponíveis para que os tomadores possam adaptá-los à sua realidade. Também foi observado que existe uma elevada taxa de cancelamentos de projetos e que o saldo de investimentos tende a ser crescente caso não haja uma melhor eficiência na alocação e execução dos contratos.

Analisando as despesas realizadas com esses recursos, descontados os valores específicos de custeio da Secretaria do CBH-AT e da FABHAT (até 10% dos recursos oriundos da Cobrança e verba de custeio definida na Compensação), foram identificados os recursos indicados pelo CBH-AT para financiamento, os projetos não cancelados, ainda passíveis de financiamento com reservados daquele ano e todos os desembolsos efetivos realizados pela FABHAT para todos os 40 projetos que já iniciaram a execução ou foram concluídos. Os dados foram obtidos pelas Deliberações do 14/2015; 25/2016 e 43/2017, por consulta à FABHAT, além dos dados disponíveis no sistema de transparência do site do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SigRH²⁸ (Tabela 9.7).

Tabela 9.7 - Recursos alocados em projetos, por ano de aprovação e análise da execução orçamentária prevista

Ano	Receita Disponibilizado ano a ano ²⁹	Valor Alocado pelo CBH-AT		Contratos Válidos (excluindo contratos cancelados)		Valor Desembolsado ³⁰
	R\$	R\$	(%)	R\$	(%)	R\$
2008	12.829.037,49	7.340.491,98	57%	2.563.577,44	35%	1.496.577,18
2009	9.221.294,27	8.849.305,54	96%	7.843.914,57	89%	4.608.644,78
2010	7.869.716,15	7.328.426,83	93%	5.937.347,13	81%	4.347.775,81
2011	11.156.059,00	7.274.170,19	65%	4.950.688,31	68%	4.404.270,60
2012	18.356.909,82	3.003.657,27	16%	2.214.476,53	74%	1.548.242,01
2013	30.946.584,39	29.149.345,54	94%	18.682.889,35	64%	1.774.880,03
2014	14.963.264,89	13.399.279,73	90%	14.864.569,02	111%	5.648.505,88
2015	19.861.494,66	19.808.940,12	100%	23.291.185,25	118%	4.651.071,35
2016	26.205.150,21	26.109.748,64	100%	20.135.601,02	77%	
2017	103.102.036,13	27.522.370,36	27%	-		
Totais		149.785.736,20	59%	100.484.248,62		28.479.967,64

Fonte: <http://fehidro.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/FehLivre.exe/listagem> e CBH-AT (14/2015; 25/2016; 43/2017).

Considerando o total de 149,8 milhões de recursos alocados e o valor ainda disponível para investimento em 2017 somam-se R\$225 milhões que estiveram disponíveis para o CBH-AT através do FEHIDRO. Valor muito diferente dos R\$630 milhões previstos até o final de 2020 pelo PBH-AT (2009).

Analisando os dados observa-se que é comum o CBH-AT indicar projetos para o financiamento até o limite máximo de recursos disponíveis, a não ser neste último ano. O salto de recursos disponibilizados aparentemente não atendeu ou que poderia ser uma demanda reprimida. Isto é, tomadores não tiveram tempo ou capacidade para desenvolver projetos que pudessem ser atendidos. A decisão do CBH-AT de reabrir o processo de seleção é bastante acertada para atender tomadores desavisados quanto à maior disponibilidade de recursos neste ano.

Também fica claro que uma parte relevante dos projetos é cancelada e apenas 82% dos recursos, de 2008 a 2016³¹, continuam alocados para um projeto. Contudo, o pior resultado está na execução financeira. Apenas 37% dos R\$76 milhões efetivamente financiados foram desembolsados, sendo que em nenhum ano os recursos alocados foram totalmente gastos.

Avaliando também a situação da execução dos projetos financiados, os recursos alocados resultam na conclusão de poucos projetos. Até hoje 354 projetos foram indicados para financiamento no CHB-AT, desde 1997. Desse total, até 2007 todos foram cancelados, de acordo com o SigRH. Os projetos apresentados a partir de 2008, quando os recursos começaram a ser efetivamente investidos, somam 201, até agosto de 2017, conforme dados disponíveis no SigRH (Figura 9.3) e Resolução CBH-AT nº 43/2017.

²⁸ <http://fehidro.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/FehLivre.exe/listagem>

²⁹ Não deve ser somado no total porque o recurso não utilizado retorna e é redistribuído no ano seguinte.

³⁰ O valor desembolsado deve ser analisado em comparação com valor de R\$76.065.585,56 efetivamente financiado pelo Fehidro. Saldo é contrapartida ou economia em contratações (média de 7,5% de economia nas licitações).

³¹ Não haviam contratos assinados em 2017 até a data da coleta de dados desta análise.

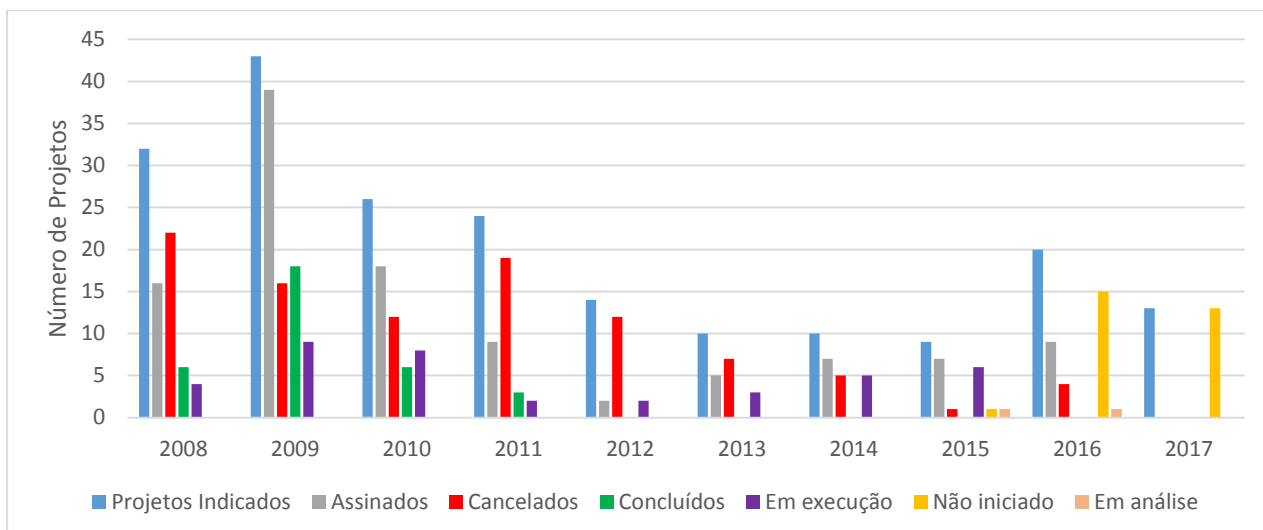


Figura 9.3 - Situação dos projetos e desembolsos aprovados pelo CBH-AT/FABAHT.

Fonte: <http://fehidro.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/FehLivre.exe/listagem>

De 2008 a 2011 os investimentos realizados resultaram na conclusão de 33 projetos. Ressalva-se que após 2011 nenhum outro projeto foi registrado como concluído. Ainda, 39 projetos são identificados como em execução, com data de início desde 2008 até agora. Desses, apenas 12 ainda tem prazo para desembolso, 25 não foram concluídos até o prazo previsto de desembolso e 2 estão aparentemente concluídos com 100% de andamento físico e financeiro, contudo ainda não registrados como concluído por algum critério do agente técnico financeiro avaliador.

Desses projetos, 90 de um total de 188 apresentados entre 2008 e 2016 não foram cancelados (48%), além dos 13 incluídos até julho de 2017. Isto é, em média, menos de 50% dos projetos foram efetivamente contratados, e menos ainda chegaram à conclusão do investimento realizado. Ainda que a alocação de recursos para os projetos não cancelados pelo CBH-AT seja bastante significativa entre 2013 e 2016 observa-se que a execução está bem distante da conclusão (**Tabela 9.7**). Diferente do período entre 2008 e 2012 quando pode-se observar a efetiva conclusão de projetos e investimento dos recursos. Importante ressaltar que os projetos financiados têm prazo

É possível que as estruturas administrativas dos tomadores não sejam suficientemente adequadas para rapidamente empenhar, contratar e coordenar a execução dos projetos. Dos 103 projetos (incluindo 2017) ainda em fases de análise (2), não iniciados (29), em execução (39) e concluídos (33), pode-se observar a distribuição dos projetos pelos PDCs na **Tabela 9.8** a seguir.

Tabela 9.8 - Distribuição dos projetos financiados pela FABHAT por PDCs e tomadores

PDCs	PDCs	Tomadores		
		Estado	Município	Sociedade Civil
PDC-01 Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)	PDC01	17	32	20
PDC-02 Aproveitamento Múltiplo e Controle dos Recursos Hídricos (PQRH)	PDC02	3	1	0
PDC-03 Serviços e Obras de Proteção e Recuperação da qualidade dos recursos hídricos (PQRH)	PDC03	2	8	1
PDC-04 Desenvolvimento e Proteção das águas subterrâneas (PDAS)	PDC04	1	0	1
PDC-05 Conservação e proteção dos mananciais Superficiais de Abastecimento urbano (PRMS)	PDC05	2	4	0
PDC-06 Desenvolvimento Racional da Irrigação (PDRI)	PDC06	0	0	0
PDC-07 Conservação de recursos hídricos na indústria (PCRH)	PDC07	0	1	0
PDC-08 Prevenção e defesa contra inundações (PPDI)	PDC08	0	3	3
PDC-09 Prevenção e defesa contra a erosão do solo e o assoreamento de corpos d'água (PPDE)	PDC09	0	2	1
PDC-10 Desenvolvimento dos Municípios afetados por reservatórios e leis de proteção de mananciais (PDMA)	PDC10	0	0	1
PDC-11 Articulação interestadual e com a União (PAIU)	-	-	-	-
PDC 12- Participação do setor privado (PPSP)	-	-	-	-
TOTAL	TOTAL	25	51	27
Cancelados	Cancelados	10	44	44

Grande destaque foi dado ao PDC-01 (planejamento e gestão de recursos hídricos) em relação aos demais, enquanto os PDCs, 06 e 10 não tiveram nenhum projeto relacionado. O PDC 7 teve seu primeiro projeto apenas em 2017.

É possível observar que os tomadores municipais e da sociedade civil se destacam na proposição de trabalhos. Contudo, é importante ressaltar que os percentuais de cancelamento são muito elevados para aqueles propostos pela Sociedade Civil (62%), enquanto para municípios chegam a 46% e para o Estado 29%. Em geral, é muito elevado o número de cancelamentos, o que pode ser considerado o maior problema para o efetivo desembolso dos recursos oriundos da compensação e da cobrança dos recursos hídricos. De acordo com a FABHAT, mais de 70% desses 98 cancelamentos se devem às condições documentais em situação irregular dos tomadores no momento da assinatura do contrato.

Fica claro que o fato da cobrança se iniciar em 2014 proporcionou um incremento significativo nos recursos a serem investidos na BAT. Contudo, os recursos ainda não têm sido investidos efetivamente. Destaca-se, principalmente, o elevado número de cancelamento de contratos por irregularidade documental do tomador e a demora para assinar, licitar e gerenciar os contratos aprovados.

O controle documental dos tomadores, a celeridade na execução dos investimentos previstos e o estímulo à proposição de bons projetos para investimento (decorrente do verificado em 2017) são ações que podem ser realizadas pelo CBH-AT de forma a garantir que o número de projetos concluídos sejam efetivamente maiores.

Ainda é insipiente o número de projetos finalizados por PDC que viabilize uma interpretação do resultado efetivo em cada uma das áreas. Contudo, estando a estrutura financeira e de avaliação de projetos devidamente instalada, este PBH-AT deve propor metas por PDC para viabilizar a mensuração de resultados na próxima revisão.

Uma análise complementar, focada nos assuntos dos projetos financiados, possibilita perceber que, apesar da especificidade e detalhamento das ações previstas no PBH-AT (2009), em grande maioria, os projetos são focados em problemas locais e não em escala da bacia ou sub bacias hidrográficas. Talvez isso seja resultado da percepção do tomador sobre o problema. Observa-se que os projetos são elaborados por municípios e entidades da sociedade civil, que representam 82% dos projetos apresentados. Com o olhar mais voltado para o local, os investimentos estruturantes da gestão da Bacia Hidrográfica ficaram órfãos de tomadores.

Por outro lado, o problema não são os projetos de resultados locais, pois existem recursos disponíveis, mas sim o número de projetos adequados não serem suficientes. Mesmo existindo a indicação de agentes responsáveis pela elaboração dos mesmos, estes não reconhecem a fonte de recurso ou não são capazes de elaborar e executar os projetos, ainda que os recursos estejam disponíveis. Entre os principais responsáveis apontados pelo plano estão o CBH-AT, que não possui nenhum projeto, a FABHAT, que realizou apenas quatro projetos no período, e o DAEE que possui dois projetos aprovados. Ainda que sejam órgãos de grande relevância para a gestão dos recursos hídricos, aparentemente não ficou claro, no processo de indicação das prioridades de investimento, que existe recurso disponível para estes tomadores e que o caminho crítico de gestão da bacia deve ser superado conjuntamente pelos órgãos.

A atuação desses agentes responsáveis e outros que estão ou devem ser preparados para elaboração de projetos de abrangência regional resultam na redução do potencial de investimento e desenvolvimento nos recursos hídricos da Bacia do Alto do Tietê. É interessante reconhecer nos editais as prioridades dos tomadores locais e a relevância dos órgãos e entidades regionais para melhorar a condução dos investimentos. A indicação da disponibilidade de recursos por tomador (local ou regional, por exemplo) pode estimular estudos mais abrangentes e de resultados estruturantes para a Bacia.

10. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO

Conforme apresentado nos capítulos que integraram este diagnóstico, a área de estudo do PBH-AT (2018) consiste na área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BAT), que coincide em grande parte com a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), principal polo de riqueza nacional. Com nascentes no Parque Ecológico Nascentes do Tietê, localizado no município de Salesópolis, a área de drenagem da BAT possui 5.775,12 km² e estende-se até a Barragem de Rasgão – que representa o limite entre as Bacias do Alto Tietê e do Sorocaba Médio Tietê –, em Pirapora de Bom Jesus.

A BAT é formada por seis sub-bacias, delimitadas na **Figura 10.1**. O **Quadro 10.1**, na sequência, apresenta informações sobre as sub-bacias da BAT, inclusive relacionadas à disponibilidade hídrica, obtidas pela série de vazão natural da estrutura de Rasgão.

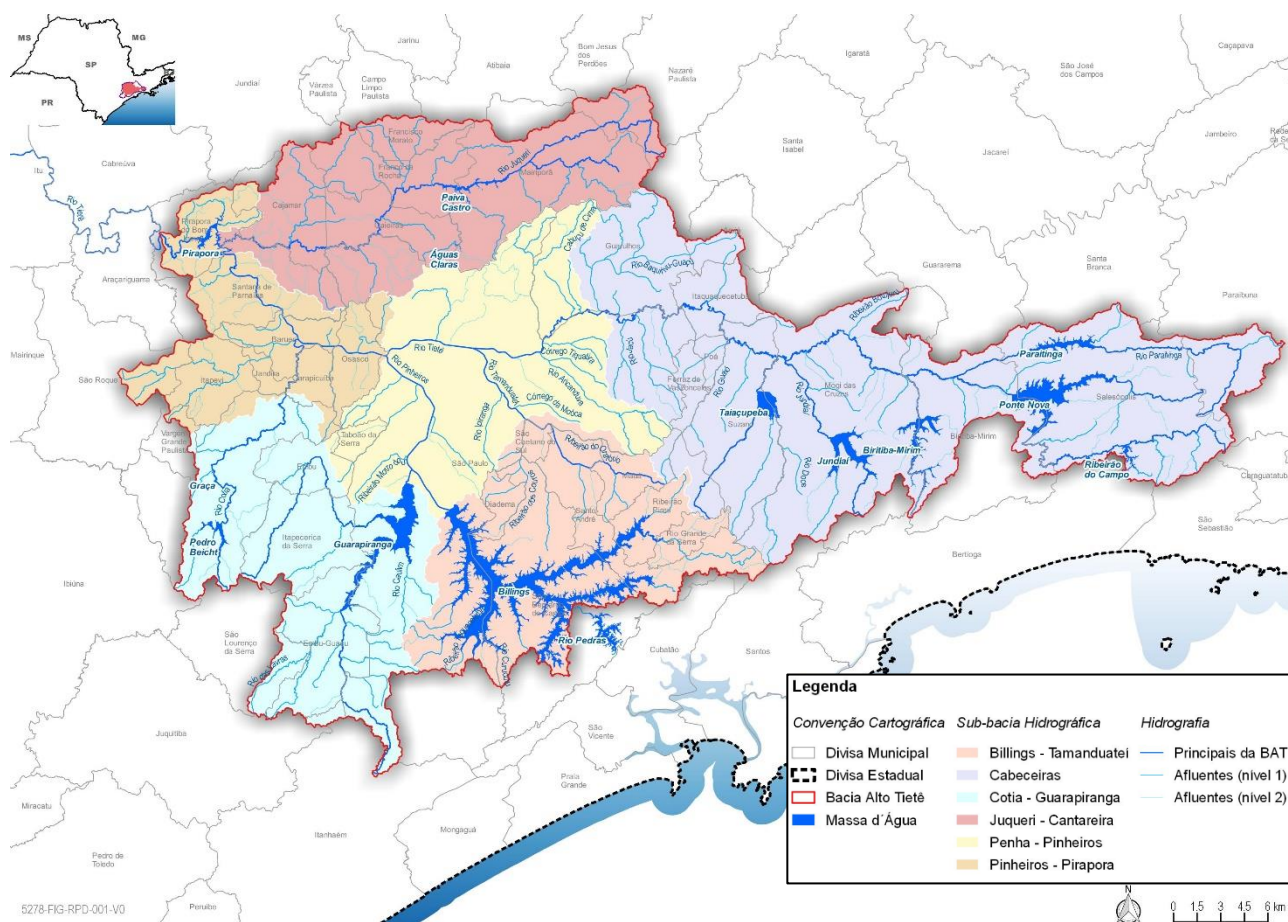


Figura 10.1 - Delimitação das sub-bacias hidrográficas da Bacia do Alto Tietê

Quadro 10.1 - Sub-bacias da BAT

SUB-BACIAS	ÁREA (km ²)	Q _{95%} (m ³ /s)	Q _{médio} (m ³ /s)	População (hab.)	Disponibilidade de per capita (m ³ /hab.ano)
Billings-Tamanduateí	824,08	5,31	16,46	3.602.274	144,11
Cabeceiras	1.859,24	11,98	37,14	3.878.105	302,01
Cotia-Guarapiranga	858,41	5,53	17,15	1.073.022	503,95
Juqueri-Cantareira	848,71	5,47	115,36	548.616	974,52
Penha-Pinheiros	852,71	5,49	17,03	8.234.447	65,23
Pinheiros-Pirapora	531,98	3,43	115,36	2.922.340	114,67
TOTAL	5.775,12	37,2	115,36	20.258.804	179,58

A área de estudo compreende, total ou parcialmente, o território de 40 municípios, dos quais: (i) 34 possuem sede inserida na BAT; (ii) 2 não possuem sede municipal inserida na BAT, porém fazem parte do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT): Juquitiba e São Lourenço da Serra; (iii) 4 municípios não possuem sedes municipais na BAT e não fazem parte do CBH-AT, porém apresentam porções de seu território na bacia: Vargem Grande Paulista, São Roque, Nazaré Paulista, e Paraibuna. Dentre os 40 municípios inseridos na BAT, apenas 3 não fazem parte da RMSP: Nazaré Paulista, Paraibuna e São Roque (**Quadro 10.2**).

Quadro 10.2 - Municípios com territórios inseridos na Bacia do Alto Tietê

Cód. IBGE	Nome do Município	RMSP	Sede na BAT	CBH-AT	Área (km ²)		% do Município na BAT
					Municipal	BAT	
3503901	Arujá	✓	✓	✓	96,08	23,92	24,89
3505708	Barueri	✓	✓	✓	65,71	65,71	100,00
3506607	Biritiba Mirim	✓	✓	✓	317,17	186,73	58,88
3509007	Caieiras	✓	✓	✓	97,64	97,64	100,00
3509205	Cajamar	✓	✓	✓	131,33	117,29	89,31
3510609	Carapicuíba	✓	✓	✓	34,55	34,55	100,00
3513009	Cotia	✓	✓	✓	324,33	243,79	75,17
3513801	Diadema	✓	✓	✓	30,73	30,73	100,00
3515004	Embu	✓	✓	✓	70,40	70,40	100,00
3515103	Embu-Guaçu	✓	✓	✓	155,47	155,47	100,00
3515707	Ferraz de Vasconcelos	✓	✓	✓	29,55	29,55	100,00
3516309	Francisco Morato	✓	✓	✓	48,86	48,86	100,00
3516408	Franco da Rocha	✓	✓	✓	132,74	132,74	100,00
3518800	Guarulhos	✓	✓	✓	318,62	257,49	80,81
3522208	Itapeçerica da Serra	✓	✓	✓	150,76	146,02	96,85
3522505	Itapevi	✓	✓	✓	82,70	82,24	99,45
3523107	Itaquaquecetuba	✓	✓	✓	82,64	71,17	86,12
3525003	Jandira	✓	✓	✓	17,45	17,45	100,00
3526209	Juquitiba	✓	✗	✓	522,39	7,81	1,49
3528502	Mairiporã	✓	✓	✓	320,60	279,83	87,28
3529401	Mauá	✓	✓	✓	61,89	61,89	100,00
3530607	Mogi das Cruzes	✓	✓	✓	712,64	484,59	68,00
3532405	Nazaré Paulista	✗	✗	✗	326,25	53,53	16,41
3534401	Osasco	✓	✓	✓	64,96	64,96	100,00
3535606	Paraibuna	✗	✗	✗	809,10	82,25	10,17
3539103	Pirapora do Bom Jesus	✓	✓	✓	108,51	78,66	72,49
3539806	Poá	✓	✓	✓	17,26	17,26	100,00
3543303	Ribeirão Pires	✓	✓	✓	99,05	99,05	100,00
3544103	Rio Grande da Serra	✓	✓	✓	36,33	36,33	100,00
3545001	Salesópolis	✓	✓	✓	424,61	418,03	98,45
3547304	Santana de Parnaíba	✓	✓	✓	179,99	154,31	85,74
3547809	Santo André	✓	✓	✓	175,80	162,70	92,55
3548708	São Bernardo do Campo	✓	✓	✓	409,55	275,75	67,33
3548807	São Caetano do Sul	✓	✓	✓	15,33	15,33	100,00
3549953	São Lourenço da Serra	✓	✗	✓	186,40	32,95	17,68
3550308	São Paulo	✓	✓	✓	1.521,15	1.367,14	89,88
3550605	São Roque	✗	✗	✗	307,70	34,99	11,37
3552502	Suzano	✓	✓	✓	206,16	206,16	100,00
3552809	Taboão da Serra	✓	✓	✓	20,39	20,39	100,00
3556453	Vargem Grande Paulista	✓	✗	✗	42,45	9,46	22,30
Total		37	34	36	8.755,23	5.775,12	

O Quadro 10.3 apresenta a síntese das características gerais da BAT (UGRHI 06):

Quadro 10.3 - Características gerais da UGRHI 06

Características Gerais					
06 - AT	População SEADE	Total (2016) 20.618.254	Urbana (2016) 20.386.533	Rural (2016) 231.721	
	Área	Área territorial (km) 8.755,23	Área de drenagem (km) 5.775,12		
	Principais rios e reservatórios FABHAT, 2017	<p>Rios: Tietê, Pinheiros, Tamanduateí, Claro, Paraitinga, Jundiaí, Biritiba Mirim, Taiaçupeba-Açu, Guaió, Baquirivu-Guaçu, Cabuçu de Cima, Cabuçu de Baixo, Juqueri, Itaquera, Jacu, Aricanduva. Ribeirões: Meninos, Couros. Córrego: Pirajussara.</p> <p>Reservatórios: Paraitinga, Ribeirão do Campo, Ponte Nova, Biritiba Mirim, Jundiaí, Taiaçupeba, Billings, Guarapiranga, Pirapora, Represas do Sistema Cantareira, Tanque Grande, Cabuçu e Pedro Beicht</p>			
	Aquíferos CETESB, 2013	<p>Pré-Cambriano: Área de abrangência: parte das UGRHIs 01-SM; 02-PS; 03-LN; 04-Pardo; 05-PCJ; 06-AT; 07-BS; 09-MOGI, 11-RB e 14-ALPA</p> <p>São Paulo: Área de abrangência: a Bacia de São Paulo, recobrando 25% da área da BAT</p>			
	Mananciais de interesse	<p>BAT: Billings, Guarapiranga, Alto Tietê Cabeceiras, Alto Juquery, Alto Cotia, Cabuçu, Tanque Grande, Guaió.</p> <p>PS: Jaguari</p> <p>RB: Alto Juquiá</p> <p>PCJ: Reservatórios do Sistema Cantareira</p> <p>BS: Itapanhá</p>			
	Disponibilidade Hídrica Superficial	Vazão Média (Q_{médio}) 115,36 m ³ /s	Vazão Mínima (Q_{7,10}) 20 m ³ /s	Vazão Q_{95%} 37,2 m ³ /s	
	Disponibilidade Hídrica Subterrânea	Reserva Explotável 34,8 m ³ /s			
	Principais atividades econômicas	<p>Esta região é o maior polo econômico do país e responde pela geração de 15% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. A metrópole de São Paulo centraliza a sede dos mais importantes complexos industriais, comerciais e financeiros que controlam as atividades econômicas do País. Abriga uma série de serviços sofisticados, definidos pela interdependência dos setores, que se integram e se complementam. O setor de serviços é o mais expressivo e mostra uma grande complementaridade com a indústria. Ressalta-se ainda o setor de transporte, de serviços técnicos às empresas, de saúde e de telecomunicações.</p>			
	Vegetação remanescente	1.764,02 km ² de áreas de mata			
	Áreas Protegidas	UC Proteção Integral (nº) 41	UC Uso Sustentável (nº) 27		

10.1. Caracterização Geral da Área de Estudo

A seguir, descreve-se os indicadores utilizados. Na sequência, as **Tabelas 10.1 e 10.2** e a **Figura 10.2** apresentam os resultados dos mesmos, relacionados à caracterização geral da BAT, envolvendo a dinâmica demográfica e social; dinâmica econômica; e, saúde pública e ecossistemas.

(i) Dinâmica Demográfica e Social

- FM.01 – Crescimento Populacional
 - FM.01-A – Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA): % a.a.
- FM.02 – População
 - FM.02-A – População Total: número de habitantes
 - FM.02-B – População Urbana: número de habitantes
 - FM.02-C – População Rural: número de habitantes
- FM.03 – Demografia
 - FM.03-A – Densidade Demográfica: hab/km²
 - FM.03-B – Taxa de Urbanização: %
- FM.04 – Responsabilidade Social e Desenvolvimento Humano
 - FM.04-A – Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS): classificação entre 1 e 5;
 - FM.04-B – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M): classificação entre 0 e 1.

(ii) Dinâmica Econômica

- FM.05-Agropecuária
 - FM.05-A – Estabelecimentos da agropecuária: nº de estabelecimentos
 - FM.05-B – Pecuária (corte e leite): nº de animais
 - FM.05-C – Avicultura (abate e postura): nº de animais
 - FM.05-D – Suinocultura: nº de animais
- FM.06-Indústria e Mineração
 - FM.06-B – Estabelecimentos industriais: nº de estabelecimentos
 - FM.06-C – Estabelecimentos de mineração em geral: nº de estabelecimentos
- FM.07-Comércio e Serviços
 - FM.07-A – Estabelecimentos de comércio: nº de estabelecimentos
 - FM.07-B – Estabelecimentos de serviços: nº de estabelecimentos

(iii) Saúde Pública e Ecossistemas

- I.01-Doenças de Veiculação Hídrica
 - I.01-B-Incidência de esquistossomose autóctone: nº de casos notificados/100.000 hab.ano.

Os indicadores destacados em amarelo nas **Tabelas 10.1 e 10.2** seguem o disposto na Deliberação CRH nº 146/2012, e indicam a obrigatoriedade no preenchimento do indicador.

Tabela 10.1 - Indicadores de Dinâmica Demográfica e Social dos municípios da BAT

MUNICÍPIO	DINÂMICA DEMOGRÁFICA E SOCIAL							
	FM.01 - Crescimento populacional	FM.02 - População			FM.03 - Demografia		FM.04 - Responsabilidade social e desenvolvimento humano	
	FM.01-A - Taxa geométrica de crescimento anual (TGCA): % a.a.	FM.02-A - População total: nº hab.	FM.02-B - População urbana: nº hab.	FM.02-C - População rural: nº hab.	FM.03-A - Densidade demográfica: hab/km ²	FM.03-B - Taxa de urbanização: %	FM.04-A - Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS)	FM.04-B - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M)
	IBGE 2010-2016	SEADE 2016	SEADE 2016	SEADE 2016	SEADE 2016	SEADE 2016	SEADE 2017	SEADE 2017
Arujá	2,19	83.849	80.655	3.194	871,88	96	2	0,784
Barueri	1,61	255.276	255.276	-	3.885,48	100	2	0,786
Biritiba Mirim	1,63	30.822	26.719	4.103	97,1	87	5	0,712
Caieiras	1,91	94.994	93.114	1.880	972,9	98	1	0,781
Cajamar	2,16	72.289	71.289	1.000	550,19	99	2	0,728
Carapicuíba	1,08	385.474	385.474	-	11.156,99	100	3	0,749
Cotia	2,54	229.300	229.300	-	707,74	100	2	0,78
Diadema	1,22	397.868	397.868	-	12.934,59	100	2	0,757
Embu	1,63	258.917	258.917	-	3.677,80	100	2	0,735
Embu-Guaçu	1,27	65.950	64.191	1.759	423,73	97	3	0,749
Ferraz de Vasconcelos	1,76	183.163	174.944	8.219	6.196,31	96	5	0,738
Francisco Morato	1,6	166.077	165.739	338	3.389,33	100	5	0,703
Franco da Rocha	1,94	144.159	132.811	11.348	1.085,70	92	5	0,731
Guarulhos	1,51	1.300.708	1.300.708	-	4.081,55	100	2	0,763
Itapeverica da Serra	1,75	162.907	161.557	1.350	1.080,72	99	2	0,742
Itapevi	2,02	222.501	222.501	-	2.691,76	100	2	0,735
Itaquaquecetuba	1,73	350.610	350.610	-	4.243,65	100	5	0,714
Jandira	1,73	117.518	117.518	-	6.734,56	100	2	0,76
Juquitiba	1,19	29.684	24.588	5.096	56,85	83	3	0,709
Mairiporã	2,53	91.745	83.059	8.686	286,08	91	3	0,788
Mauá	1,55	443.910	443.910	-	7.170,25	100	2	0,766
Mogi das Cruzes	1,73	415.107	384.031	31.076	582,57	93	2	0,783
Nazaré Paulista	1,51	17.646	16.630	1.016	54,09	94	3	0,678
Osasco	0,73	674.552	674.552	-	10.385,71	100	2	0,776
Paraibuna	0,74	17.893	5.394	12.499	22,10	30	3	0,719
Pirapora do Bom Jesus	2,19	17.548	17.548	-	161,75	100	5	0,727
Poá	1,31	111.929	110.161	1.768	6.484,88	98	3	0,771
Ribeirão Pires	1,16	116.875	116.875	-	1.179,60	100	1	0,784
Rio Grande da Serra	1,73	47.508	47.508	-	1.307,32	100	3	0,749
Salesópolis	1,2	16.346	10.672	5.674	38,46	65	3	0,732
Santana de Parnaíba	2,9	126.747	126.747	-	704,35	100	2	0,814
Santo André	0,94	687.250	687.250	-	3.909,72	100	1	0,815
São Bernardo do Campo	1,21	795.541	782.548	12.993	1.942,67	98	1	0,805
São Caetano do Sul	1,01	150.732	150.732	-	9.832,49	100	1	0,862
São Lourenço da Serra	1,53	14.920	13.773	1.147	80,02	92	3	0,728
São Paulo	1,14	11.638.802	11.534.180	104.622	7.651,52	99	2	0,805
São Roque	1,75	84.281	80.172	4.109	274,61	95	2	0,768
Suzano	1,56	279.626	269.782	9.844	1.355,83	96	2	0,765
Taboão da Serra	2,02	268.325	268.325	-	13.159,64	100	2	0,769
Vargem Grande Paulista	2,41	48.905	48.905	-	1.150,98	100	1	0,77

Tabela 10.2 - Indicadores de Dinâmica Econômica dos municípios da BAT

MUNICÍPIO	DINÂMICA ECONÔMICA								
	FM.05 - Agropecuária				FM.06 - Indústria e mineração		FM.07 - Comércio e serviços		FM.09 - Potência de energia
	FM05-A - Estabelecimentos da agropecuária: nº de estabelecimentos	FM.05-B - Pecuária (corte e leite): nº de animais	FM.05-C - Avicultura (abate e postura): nº de animais	FM.05-D - Suinocultura: nº de animais	FM.06-B - Estabelecimentos industriais: nº de estabelecimentos	FM.06-C - Estabelecimentos de mineração em geral: nº de estabelecimentos	FM.07-A - Estabelecimentos de comércio: nº de estabelecimentos	FM.07-B - Estabelecimentos de serviços: nº de estabelecimentos	FM.09-A - Potência de energia hidrelétrica instalada: KW
SEADE 2015	IBGE 2015	IBGE 2015	IBGE 2015	IBGE 2015	Relatório de Situação 2014	SEADE 2015	SEADE 2015	BIG (ANEEL) 2017	
Arujá	31	350	0	1	247		613	491	
Barueri	8	0	0	0	720		2874	4390	
Biritiba Mirim	129	888	486799	47	15		169	104	
Caieiras	2	0	0	0	229		488	452	
Cajamar	6	0	0	0	236		521	555	
Carapicuíba	1	0	0	0	327		1630	1222	
Cotia	80	0	0	0	573		1880	2079	
Diadema	1	0	0	0	1474		2351	1977	
Embu	16	0	0	0	229		1156	893	
Embu-Guaçu	33	0	0	0	108		362	215	
Ferraz de Vasconcelos	-	89	0	0	253		638	413	
Francisco Morato	1	0	0	0	37		486	317	
Franco da Rocha	9	0	0	0	133		577	368	
Guarulhos	27	0	0	40	2671		8241	8442	
Itapeçerica da Serra	42	0	0	0	117		754	658	
Itapevi	7	0	0	0	151		771	636	
Itaquaquecetuba	16	845	0	80	603		1372	774	
Jandira	2	0	0	0	182		562	491	
Juquitiba	21	0	0	0	24		184	115	
Mairiporã	18	0	0	0	201		516	594	PCH Pirapora - 25024 kW
Mauá	2	64	79	45	771	168	1977	1619	PCH Salesópolis - 1000 kW
Mogi das Cruzes	419	4510	706887	108	556		3087	3278	UHE Rasgão - 22000 kW
Nazaré Paulista	43	8320	106000	1550	29		83	94	
Osasco	6	0	0	0	704		4400	4641	
Paraibuna	179	27296	21300	1500	27		123	105	
Pirapora do Bom Jesus	1	0	0	0	17		61	62	
Poá	2	12	0	0	218		685	613	
Ribeirão Pires	6	75	2500	0	242		685	793	
Rio Grande da Serra	3	21	350	0	23		121	192	
Salesópolis	119	4260	0	96	13		118	68	
Santana de Parnaíba	6	0	0	0	404		826	1602	
Santo André	8	0	0	0	1314		5816	7035	
São Bernardo do Campo	12	0	0	0	1432		5656	7791	
São Caetano do Sul	3	0	0	0	604		2004	2972	
São Lourenço da Serra	21	0	0	0	14		101	83	
São Paulo	436	600	0	0	25095		106833	154455	
São Roque	113	2494	184500	3380	186		808	814	
Suzano	100	1233	925096	114	349		1978	1496	
Taboão da Serra	-	0	0	0	436		1511	1337	
Vargem Grande Paulista	20	0	0	0	142		340	290	

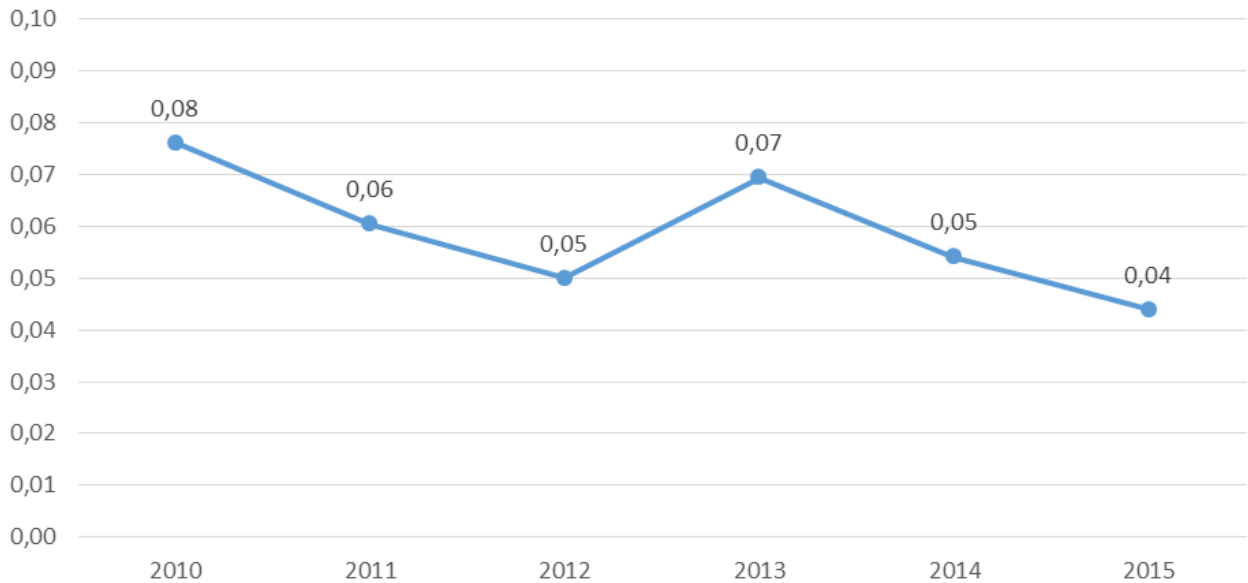


Figura 10.2 - Indicadores de Saúde Pública e Ecossistemas dos municípios da BAT – I-01 – Doenças de veiculação hídrica – I-01-B – Incidência de esquistossomose autóctone: número de casos notificados na BAT / 100.000 hab.ano

10.2. Disponibilidade de Recursos Hídricos

A **Tabela 10.3** apresenta os indicadores relacionados à disponibilidade de recursos hídricos, conforme Deliberação CRH nº 146/2012.

(i) Disponibilidade das águas:

- E.04 - Disponibilidade de águas superficiais:
 - E.04-A - Disponibilidade *per capita* – $Q_{\text{médio}}$ em relação à população total: $\text{m}^3/\text{hab.ano}$. (No período de vigência do RA-03, este indicador foi revisado com base na vazão média da série histórica mensal de 1931 a 2015).
- E.05 - Disponibilidade de águas subterrâneas:
 - E.05-A - Disponibilidade *per capita* de águas subterrânea: $\text{m}^3/\text{hab.ano}$.

(ii) Eventos críticos:

- E.08 - Enchentes e estiagem:
 - E.08-B - Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco (abr/set) abaixo da média: %

Os indicadores destacados em amarelo na **Tabela 10.3** seguem o disposto na Deliberação CRH nº 146/2012, e indicam a obrigatoriedade no preenchimento do indicador.

Tabela 10.3 - Indicadores de disponibilidade de recursos hídricos

MUNICÍPIO	Disponibilidade das águas		Eventos Críticos
	E.04 – Disponibilidade de águas superficiais	E.05 – Disponibilidade de águas subterrâneas	E-08 - Enchentes e Estiagem
	E.04 - A -Disponibilidade <i>per capita</i> - $Q_{\text{médio}}$ em relação à população total: m ³ /hab.ano	E.05-A - Disponibilidade <i>per capita</i> de água subterrânea: m ³ /hab.ano	E.08-B - Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco abaixo da média: %
	FABHAT 2017	FABHAT 2017	ANA/DAEE 2017
Arujá	1.123,65		67,74
Barueri	252,41		17,31
Biritiba Mirim	10.090,71		1.279,81
Caieiras	1.007,93		66,44
Cajamar	1.781,45		117,87
Carapicuíba	87,89		6,55
Cotia	1.386,99		81,20
Diadema	75,73		4,76
Embu	266,64		17,06
Embu-Guaçu	2.311,70		153,12
Ferraz de Vasconcelos	158,23		10,34
Francisco Morato	288,50		19,00
Franco da Rocha	902,92		59,10
Guarulhos	240,21		15,04
Itapecerica da Serra	907,50		61,99
Itapevi	364,49		25,53
Itaquaquecetuba	231,13		13,50
Jandira	145,62		10,74
Juquitiba	17.256,96		2.179,35
Mairiporã	3.426,69		216,70
Mauá	136,72		8,53
Mogi das Cruzes	1.683,47		111,75
Nazaré Paulista	18.129,88		983,58
Osasco	94,43		6,08
Paraibuna	44.341,83		2.204,56
Pirapora do Bom Jesus	6.063,82		377,65
Poá	151,20		11,28
Ribeirão Pires	831,02		56,70
Rio Grande da Serra	749,87		53,14
Salesópolis	25.472,55		1.660,28
Santana de Parnaíba	1.392,49		84,65
Santo André	250,84		17,45
São Bernardo do Campo	504,82		49,98
São Caetano do Sul	99,72		8,37
São Lourenço da Serra	12.250,72		1.332,50
São Paulo	128,16		11,06
São Roque	3.580,13		168,49
Suzano	722,98		45,14
Taboão da Serra	74,51		5,88
Vargem Grande Paulista	851,14		38,72

10.3. Demandas por Recursos Hídricos

As **Tabelas 10.4 e 10.5** apresentam os indicadores relacionados à demanda por recursos hídricos – indicadores de demanda de água; tipos de uso da água; e interferências em corpos d'água, conforme Deliberação CRH nº 146/2012.

(i) Demanda de água:

- P.01 – Demanda de água:
 - P.01-A - Demanda total de água: m³/s
 - P.01-B - Demanda de água superficial: m³/s
 - P.01-C - Demanda de água subterrânea: m³/s
- P.02 – Tipos de uso da água:
 - P.02-A - Demanda urbana de água: m³/s
 - P.02-B - Demanda industrial de água: m³/s
 - P.02-C - Demanda rural de água: m³/s
 - P.02-D - Demanda para outros usos de água: m³/s
 - P.02-E - Demanda estimada para abastecimento urbano: m³/s
- P.03 – Captações de água:
 - P.03-A – Captações superficiais em relação à área total da bacia: nº de outorgas/1000 km².
 - P.03-B – Captações subterrâneas em relação à área total da bacia: nº de outorgas/1000 km².
 - P.03-C – Proporção de captações superficiais em relação ao total: %
 - P.03-D - Proporção de captações subterrâneas em relação ao total: %

(ii) Interferências em corpos d'água:

- P.08 – Barramentos em corpos d'água:
 - P.08-A – Barramentos hidrelétricos: número de barramentos outorgados
 - P.08-D – Total de barramentos: número total de barramentos outorgados

(iii) Controle da exploração e uso da água:

- R.05 – Outorga de uso da água:
 - R.05-B – Vazão total outorgada para captações superficiais: m³/s.
 - R.05-C – Vazão total outorgada para captações subterrâneas: m³/s.
 - R.05-D – Outorgas para outras interferências em cursos d'água: número de outorgas

Os indicadores destacados em amarelo nas **Tabelas** a seguir seguem o disposto na Deliberação CRH nº 146/2012, e indicam a obrigatoriedade no preenchimento do indicador.

Tabela 10.4 - Indicadores de demanda por recursos hídricos – Demanda de água

MUNICÍPIO	Demanda de água							
	P.01 – Demanda de água			P.02 - Tipos de uso da água				
	P.01-A-Demanda total de água: m³/s	P.01-B - Demanda de água superficial: m³/s	P.01-C - Demanda de água subterrânea: m³/s	P.02-A - Demanda para abastecimento público: m³/s	P.02-B - Demanda para uso industrial: m³/s	P.02-C - Demanda para uso rural: m³/s	P.02-D - Demanda para soluções alternativas e outros usos: m³/s	P.02-E - Demanda estimada para abastecimento urbano: m³/s
PBH-AT (2018) 2017	PBH-AT (2018) 2017	PBH-AT (2018) 2017	PBH-AT (2018) 2017	PBH-AT (2018) 2017	PBH-AT (2018) 2017	Relatório Situação 2017	PBH-AT (2018) 2017	
Arujá	0,29	0,27	0,02	0,23	0,01	0,04	0,00	0,23
Barueri	1,13	1,05	0,08	1,05	0,02	0,00	0,05	1,05
Biritiba Mirim	0,90	0,88	0,02	0,04	0,00	0,85	0,00	0,04
Caieiras	0,74	0,71	0,03	0,32	0,39	0,01	0,01	0,32
Cajamar	0,44	0,18	0,26	0,25	0,13	0,00	0,05	0,25
Carapicuíba	1,31	1,27	0,04	1,28	0,02	0,00	0,02	1,28
Cotia	1,09	1,04	0,05	0,82	0,04	0,21	0,03	0,82
Diadema	1,34	1,22	0,12	1,22	0,03	0,00	0,09	1,22
Embu	0,86	0,77	0,09	0,76	0,07	0,00	0,03	0,76
Embu-Guaçu	0,16	0,09	0,07	0,14	0,00	0,01	0,01	0,14
Ferraz de Vasconcelos	0,49	0,48	0,01	0,46	0,00	0,02	0,00	0,46
Francisco Morato	0,52	0,51	0,01	0,51	0,00	0,00	0,00	0,51
Franco da Rocha	0,52	0,50	0,02	0,43	0,02	0,07	0,01	0,43
Guarulhos	5,07	4,44	0,63	4,25	0,47	0,18	0,17	4,25
Itapecerica da Serra	0,55	0,52	0,03	0,47	0,03	0,03	0,02	0,47
Itapevi	0,73	0,68	0,05	0,62	0,07	0,00	0,04	0,62
Itaquaquecetuba	1,10	0,99	0,11	0,97	0,03	0,08	0,02	0,97
Jandira	0,38	0,37	0,01	0,37	0,01	0,00	0,01	0,37
Juquitiba	0,07	0,06	0,01	0,06	0,00	0,01	0,00	0,06
Mairiporã	0,43	0,30	0,13	0,17	0,22	0,01	0,03	0,17
Mauá	1,41	1,36	0,05	1,20	0,18	0,01	0,02	1,20
Mogi das Cruzes	3,33	3,14	0,19	1,50	0,57	1,20	0,07	1,50
Nazaré Paulista	0,10	0,09	0,01	0,02	0,00	0,08	0,00	0,02
Osasco	3,30	3,18	0,12	3,19	0,06	0,00	0,05	3,19
Paraibuna	0,22	0,22	0,00	0,02	0,00	0,19	0,00	0,02
Pirapora do Bom Jesus	0,07	0,00	0,07	0,06	0,01	0,00	0,00	0,06
Poá	0,36	0,36	0,00	0,31	0,02	0,02	0,02	0,31
Ribeirão Pires	0,32	0,30	0,02	0,30	0,01	0,00	0,01	0,30
Rio Grande da Serra	0,11	0,09	0,02	0,09	0,02	0,00	0,00	0,09
Salesópolis	0,13	0,13	0,00	0,02	0,00	0,11	0,00	0,02
Santana de Parnaíba	0,68	0,53	0,15	0,48	0,05	0,00	0,14	0,48
Santo André	3,04	2,82	0,22	2,49	0,44	0,00	0,11	2,49
São Bernardo do Campo	3,77	3,44	0,33	3,34	0,26	0,06	0,11	3,34
São Caetano do Sul	0,62	0,59	0,03	0,59	0,00	0,00	0,02	0,59
São Lourenço da Serra	0,03	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
São Paulo	47,97	46,09	1,88	45,17	1,44	0,28	1,08	45,17
São Roque	0,42	0,42	0,00	0,27	0,00	0,15	0,00	0,27
Suzano	3,09	3,00	0,09	0,80	1,90	0,38	0,01	0,80
Taboão da Serra	0,98	0,88	0,10	0,88	0,03	0,00	0,08	0,88
Vargem Grande Paulista	0,18	0,18	0,00	0,13	0,00	0,05	0,00	0,13

Tabela 10.5 - Indicadores de demanda por recursos hídricos – Interferências em corpos d'água e controle da exploração e uso da água

MUNICÍPIO	Interferências em corpos d'água		Controle da exploração e uso da água			
	P.08 - Barramentos em corpos d'água		R.05 – Outorga de uso da água			
	P.08-A- Barramentos hidrelétricos: n° de barramentos outorgados	P.08-D- Barramentos: n° total de barramentos	R.05-B - Vazão total outorgada para captações superficiais: m³/s	R.05-C - Vazão total outorgada para captações subterrâneas: m³/s	R.05-D - Outorgas para outras interferências em cursos d'água: n° de outorgas	R.05-G - Vazão outorgada para uso urbano / Volume estimado para Abastecimento Urbano: % PBH-AT (2018)
Relatório de Situação 2017	Relatório de Situação 2017	Relatório de Situação 2017	Relatório de Situação 2017	Relatório de Situação 2017	Relatório de Situação 2017	
Arujá			0,01	0,01		0
Barueri			0,06	0,06		3,81
Biritiba Mirim			0,74	0,01		275
Caieiras			0,18	0,03		0
Cajamar			0,11	0,17		56
Carapicuíba			1,05	0,03		82,03
Cotia			1,27	0,04		152,44
Diadema			0	0,12		0
Embu			0,11	0,08		0
Embu-Guaçu			0	0,09		50
Ferraz de Vasconcelos			0	0		0
Francisco Morato			0,01	0		0
Franco da Rocha			0,06	0,03		11,63
Guarulhos			0,23	0,58		7,29
Itapecerica da Serra			0,02	0,04		4,26
Itapevi			0,09	0,05		6,45
Itaquaquecetuba			0,02	0,03		0
Jandira			0	0,01		0
Juquitiba			-	-		-
Mairiporã	Sem Informações	410	2,26	0,06	5.713	1341,18
Mauá			0	0,08		0
Mogi das Cruzes			1,38	0,15		75,33
Nazaré Paulista			-	-		-
Osasco			0,03	0,12		0
Paraibuna			-	-		-
Pirapora do Bom Jesus			0,02	0,05		100
Poá			0,02	0		0
Ribeirão Pires			0	0,01		0
Rio Grande da Serra			0,1	0,01		111,11
Salesópolis			2,55	0,01		12750
Santana de Parnaíba			0,18	0,13		27,08
Santo André			0,48	0,22		6,02
São Bernardo do Campo			5,51	0,4		166,77
São Caetano do Sul			0	0,03		0
São Lourenço da Serra			-	-		-
São Paulo			17,63	1,53		35,93
São Roque			-	-		-
Suzano			16,99	0,07		1875
Taboão da Serra			0	0,11		0
Vargem Grande Paulista			-	-		-

10.4. Balanço: Demandas *versus* Disponibilidade

A **Tabela 10.6** apresenta os indicadores relacionados ao Balanço Hídrico, conforme Deliberação CRH nº 146/2012.

(i) Balanço Hídrico:

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

Os indicadores destacados em amarelo na **Tabela** seguem o disposto na Deliberação CRH nº 146/2012, e indicam a obrigatoriedade no preenchimento do indicador.

Tabela 10.6 - Indicadores de Balanço: demandas versus disponibilidade – Balanço Hídrico

MUNICÍPIO	Balanço Hídrico			
	E.07 - Balanço: demanda outorgada versus vazões de referência			
	E.07-A- Vazão estimada total (superficial e subterrânea) em relação ao Q _{95%} : %	E.07-B - Vazão estimada total (superficial e subterrânea) em relação à vazão média: %	E.07-C - Vazão estimada superficial em relação a vazão mínima superficial (Q _{7,10}): %	E.07-D -Vazão estimada subterrânea em relação às reservas explotáveis: %
	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2018)	PBH-AT (2018)
	2017	2017	2017	2017
Arujá	46,86	15,11	1,27	3,44
Barueri	266,98	86,09	7,23	20,15
Biritiba Mirim	44,05	14,21	1,25	1,04
Caieiras	117,66	37,94	3,29	5,08
Cajamar	52,01	16,77	0,62	32,76
Carapicuíba	588,66	189,82	16,62	19,16
Cotia	52,17	16,82	1,45	2,55
Diadema	677,00	218,31	17,96	64,62
Embu	189,64	61,15	4,95	21,15
Embu-Guaçu	15,98	5,15	0,26	7,45
Ferraz de Vasconcelos	257,39	83,00	7,34	5,60
Francisco Morato	165,22	53,28	4,72	3,39
Franco da Rocha	60,82	19,61	1,70	2,49
Guarulhos	247,03	79,66	6,30	32,72
Itapecerica da Serra	56,64	18,26	1,56	3,29
Itapevi	137,03	44,19	3,72	10,00
Itaquaquecetuba	206,64	66,64	5,42	22,03
Jandira	338,04	109,01	9,59	9,48
Juquitiba	2,08	0,67	0,05	0,32
Mairiporã	20,82	6,71	0,42	6,71
Mauá	353,67	114,05	9,94	13,37
Mogi das Cruzes	72,54	23,39	1,99	4,41
Nazaré Paulista	4,76	1,53	0,12	0,51
Osasco	788,71	254,33	22,14	30,57
Paraibuna	4,22	1,36	0,12	0,00
Pirapora do Bom Jesus	10,01	3,23	0,00	10,67
Poá	323,84	104,43	9,43	0,00
Ribeirão Pires	50,16	16,17	1,37	3,34
Rio Grande da Serra	47,01	15,16	1,12	9,11
Salesópolis	4,75	1,53	0,14	0,00
Santana de Parnaíba	58,65	18,91	1,33	13,79
Santo André	268,46	86,57	7,25	20,71
São Bernardo do Campo	142,91	46,08	3,80	13,33
São Caetano do Sul	627,94	202,49	17,41	32,39
São Lourenço da Serra	2,50	0,81	0,07	0,00
São Paulo	489,57	157,87	13,70	20,45
São Roque	21,19	6,83	0,62	0,00
Suzano	232,68	75,03	6,58	7,22
Taboão da Serra	746,22	240,63	19,52	81,16
Vargem Grande Paulista	65,83	21,23	1,92	0,00

10.5. Qualidade das Águas

As **Figuras** e **Tabelas** a seguir apresentam os indicadores relacionados à qualidade das águas, conforme Deliberação CRH nº 146/2012.

(i) Qualidade das águas:

- E.01-Qualidade das águas superficiais
 - E.01-A-IQA – Índice de Qualidade das Águas: nº de pontos por categoria
 - E.01-B-IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público: nº de pontos por categoria
 - E.01-C-IVA – Índice de Qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática: nº de pontos por categoria
 - E.01-D-IET – Índice de Estado Trófico: nº de pontos por categoria
 - E.01-E - Concentração de Oxigênio Dissolvido: nº de amostras em relação ao valor de referência
 - E.01-G - IB - Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios: nº de pontos por categoria
- E.02-Qualidade das Águas Subterrâneas
 - E.02-A - Concentração de Nitrato: nº de amostras em relação ao valor de referência
 - E.02-B - IPAS - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas: % de amostras conformes em relação ao padrão de potabilidade

(ii) Saúde Pública e Ecossistemas:

- I.02-Danos à Vida Aquática
 - I.02-A - Registro de reclamação de mortandade de peixes: nº de registros/ano

(iii) Uso da água:

- I.05-Restrições ao Uso da Água
 - I.05-B - Classificação semanal das praias de reservatórios e rios: nº de amostras por classificação
 - I.05-C - Classificação da água subterrânea: nº de amostras por categoria

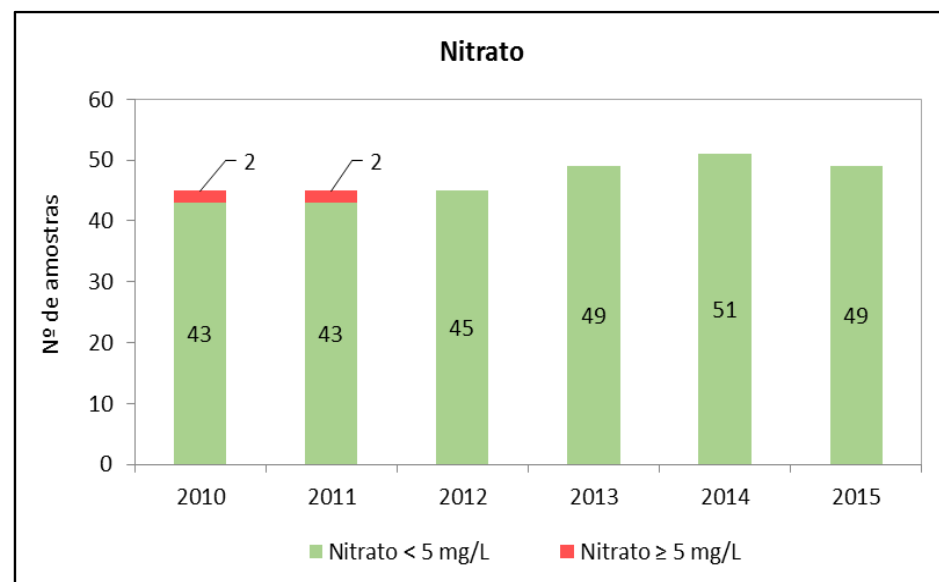
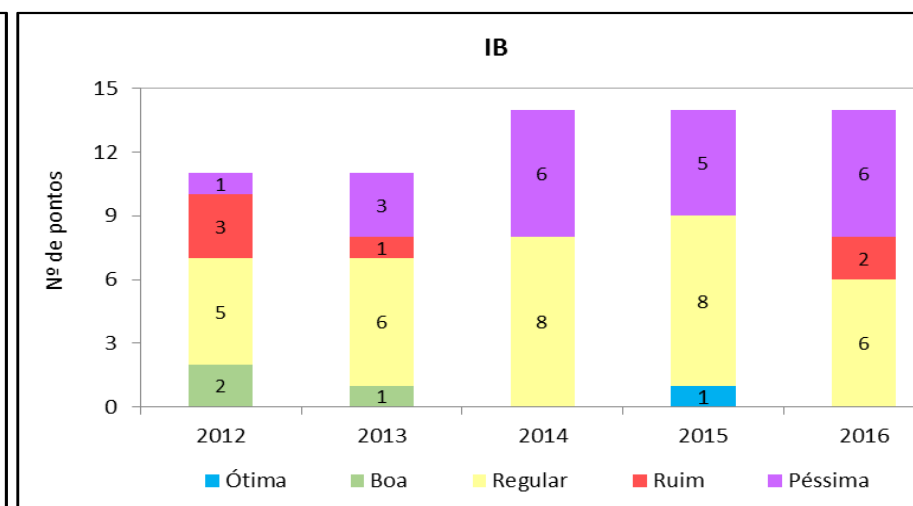
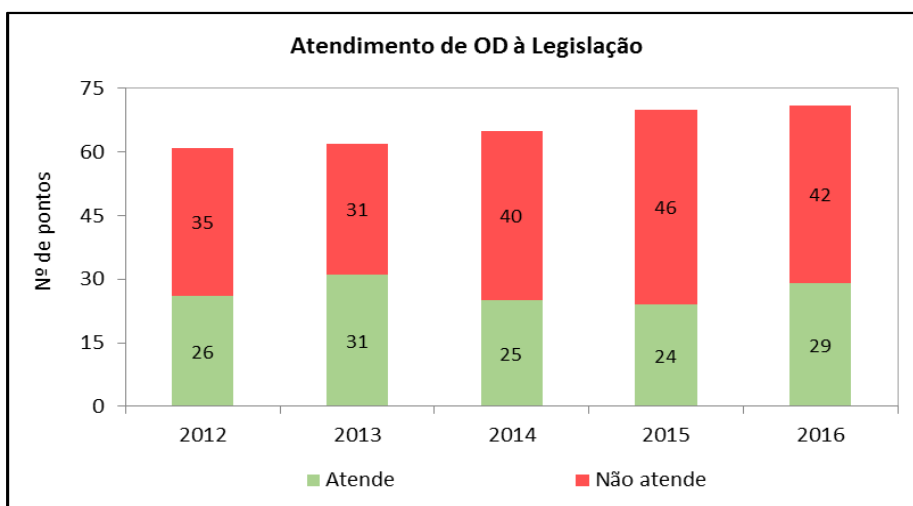
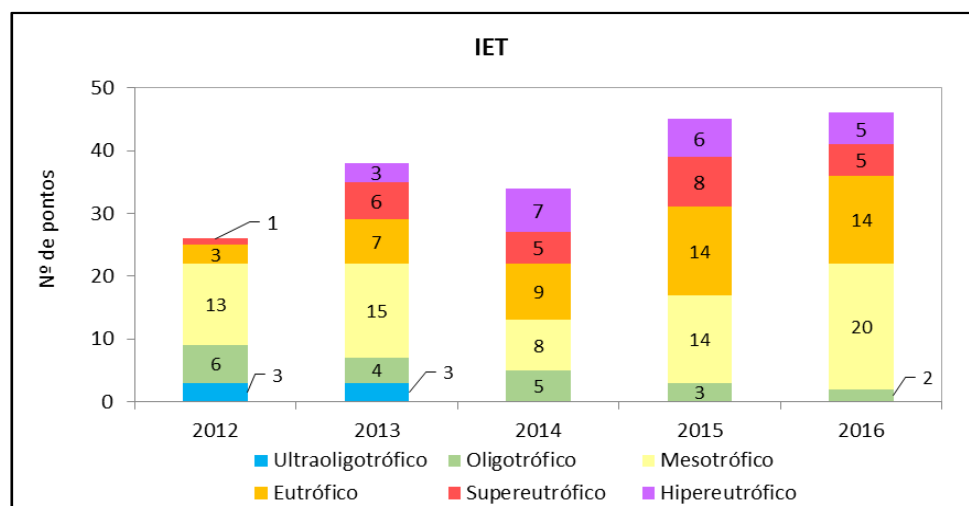
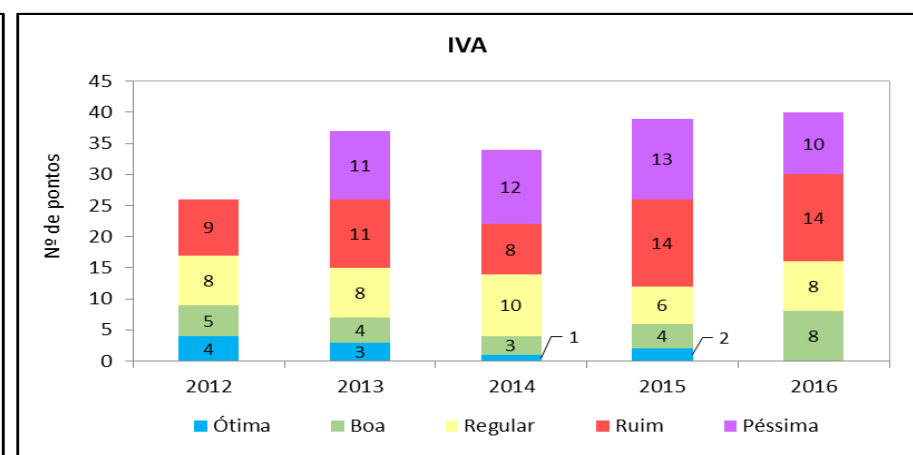
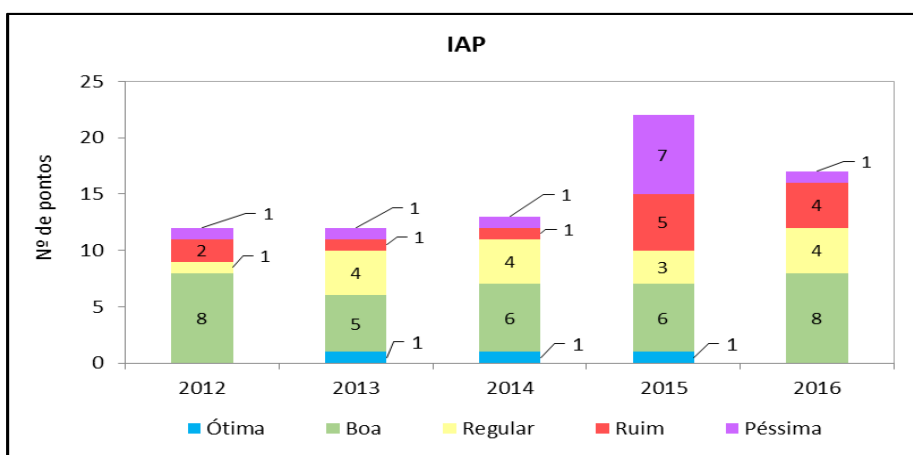
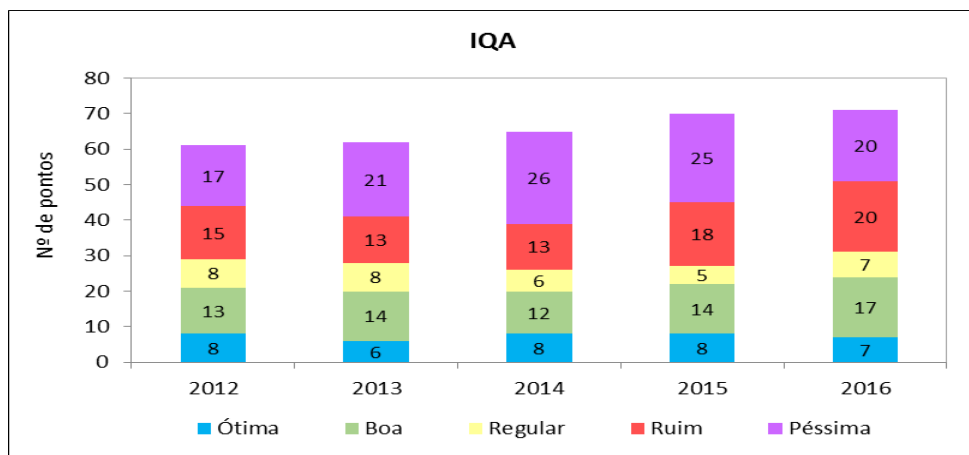


Figura 10.3 - Indicadores de Qualidade das Águas – Indicadores E.01-A a E.02-A

Tabela 10.7 - Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas: % de amostras conformes em relação ao padrão de potabilidade - E.02-B - IPAS

UGRHI 6		
Ano	IPAS (%)	Parâmetros em desconformidade
2010	64,6	Fluoreto, nitrato, ferro, manganês, coliformes totais, bactérias heterotróficas
2012	62,2	Fluoreto, alumínio, arsênio, chumbo, ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais
2013	76	Ferro, manganês, fluoreto, bactérias heterotróficas
2014	70	Ferro, manganês, bactérias heterotróficas, coliformes totais, fluoreto
2015	66	Arsênio, chumbo, ferro, fluoreto, manganês, coliformes totais, bactérias heterotróficas

Legenda:

Boa	% de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade > 67%
Regular	33% < % de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade ≤ 67%
Ruim	% de amostras em conformidade com os padrões de potabilidade ≤ 33%

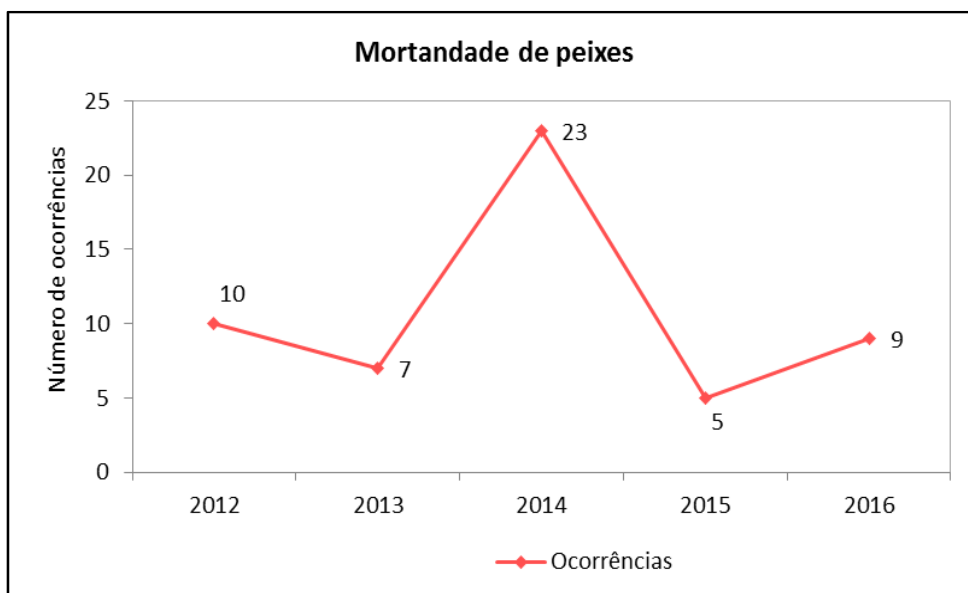


Figura 10.4 - Indicador de Qualidade das Águas: Saúde Pública e Ecossistemas e Uso da Água: I.02-A - Registro de reclamação de mortandade de peixes: nº de registros/ano referentes a UGRHI 06

Tabela 10.8 - Indicador de Qualidade das Águas: Saúde Pública e Ecossistemas e Uso da Água: I.05-B - Classificação semanal das praias de reservatórios e rios: nº de amostras por classificação - referentes aos reservatórios Billings e Guarapiranga

Classificação	2012		2013		2014		2015		2016	
	Número de Amostras	%	Número de Amostras	%	Número de Amostras	%	Número de Amostras	%	Número de Amostras	%
Própria	404	72,8	390	70,7	411	58	444	62,5	399	57,1
Imprópria	151	27,2	162	29,3	298	42	266	37,5	300	42,9
Total	555	100	552	100	709	100	710	100	699	100

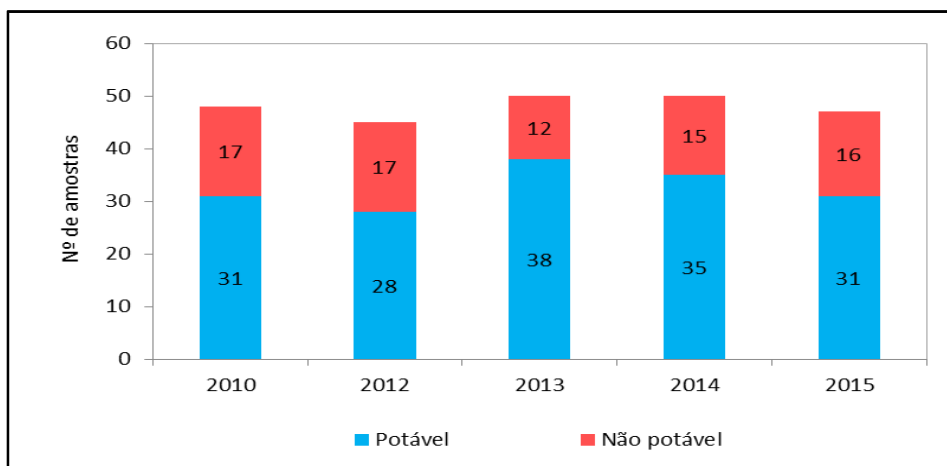


Figura 10.5 - Indicador de Qualidade das Águas: Saúde Pública e Ecossistemas e Uso da Água: I.05-C - Classificação da água subterrânea quanto a sua potabilidade: nº de amostras por categoria - UGRHI 06

10.6. Saneamento Básico

As **Tabelas 10.9, 10.10 e 10.11** apresentam os indicadores relacionados ao saneamento básico, conforme Deliberação CRH nº 146/2012.

(i) Saneamento Básico:

- E.06-Infraestrutura de Saneamento
 - E.06-A – Índice de atendimento de água: %
 - E.06-B – Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos: %
 - E.06-C – Índice de atendimento com rede de esgotos: %
 - E.06-D – Índice de perdas do sistema de distribuição de água: %
 - E.06-H – Índice de atendimento urbano de água: %

(ii) Poluição Ambiental:

- P.04-Resíduos sólidos
 - P.04-A – Resíduo sólido domiciliar gerado: ton./dia
- P.05-Efluentes industriais e sanitários
 - P.05-C – Carga orgânica poluidora doméstica: KgDBO/dia

(iii) Controle da Poluição Ambiental:

- R.01-Coleta e disposição de resíduos sólidos
 - R.01-C – IQR da instalação de destinação final de resíduo sólido domiciliar: enquadramento entre 0 e 10
- R.02-Coleta e tratamento de efluentes
 - R.02-B – Proporção de efluente doméstico coletado em relação ao efluente doméstico total gerado: %
 - R.02-C – Proporção de efluente doméstico tratado em relação ao efluente doméstico total gerado: %
 - R.02-D – Proporção de redução de carga orgânica poluidora doméstica: %
 - R.02-E – ICTEM (Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana do Município): enquadramento entre 0 e 10

Os indicadores destacados em amarelo nas **Tabelas** seguem o disposto na Deliberação CRH nº 146/2012, e indicam a obrigatoriedade no preenchimento do indicador.

Tabela 10.9 - Indicador de Saneamento Básico: Infraestrutura de Saneamento (E.06)

MUNICÍPIO	Saneamento Básico				
	E.06 – Infraestrutura de Saneamento				
	E.06-A - Índice de atendimento de água: %	E.06-B - Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos em relação à população total %	E.06-C -Índice de atendimento com rede de esgotos: %	E.06-D - Índice de perdas do sistema de distribuição de água: %	E.06-H - Índice de atendimento urbano de água: %
SNIS 2015	FABHAT 2016	SNIS 2015	SNIS 2015	SNIS 2015	
Arujá	100,00	96,00	65,67	20,95	100,00
Barueri	100,00	100,00	87,90	39,20	100,00
Biritiba Mirim	55,40	NP	55,31	30,97	64,55
Caieiras	97,04	100,00	76,60	27,72	99,50
Cajamar	100,00	100,00	86,90	35,03	100,00
Carapicuíba	100,00	NP	76,51	19,96	100,00
Cotia	99,31	100,00	46,34	38,97	99,31
Diadema	100,00	100,00	100,00	43,16	100,00
Embu	99,26	100,00	65,96	40,43	99,26
Embu-Guaçu	78,65	NP	37,86	60,50	80,81
Ferraz de Vasconcelos	96,48	89,60	84,19	14,35	100,00
Francisco Morato	91,60	NP	40,29	35,41	91,78
Franco da Rocha	95,38	100,00	64,53	20,00	100,00
Guarulhos	99,84	100,00	87,53	29,42	99,84
Itapecerica da Serra	90,29	99,20	27,76	44,08	91,05
Itapevi	93,95	100,00	60,52	52,58	93,95
Itaquaquecetuba	97,60	NP	66,19	43,38	97,60
Jandira	100,00	100,00	70,99	50,38	100,00
Juquitiba	43,19	NP	17,47	29,28	55,81
Mairiporã	56,30	NP	26,49	39,06	64,43
Mauá	98,00	100,00	92,25	48,53	98,00
Mogi das Cruzes	92,14	92,10	97,70	48,83	100,00
Nazaré Paulista	38,02	100,00	15,11	26,95	44,86
Osasco	100,00	100,00	81,24	35,71	100,00
Paraibuna	-	100,00	71,90	-	-
Pirapora do Bom Jesus	82,72	NP	48,01	59,54	82,72
Poá	100,00	100,00	100,00	4,89	100,00
Ribeirão Pires	89,35	100,00	72,63	33,46	89,35
Rio Grande da Serra	85,31	76,00	52,31	26,01	85,31
Salesópolis	62,34	NP	80,54	24,77	97,92
Santana de Parnaíba	100,00	100,00	35,86	33,94	100,00
Santo André	99,69	100,00	98,56	36,42	99,69
São Bernardo do Campo	100,00	100,00	95,33	38,04	100,00
São Caetano do Sul	100,00	100,00	100,00	15,95	100,00
São Lourenço da Serra	46,40	100,00	30,13	26,78	50,97
São Paulo	99,20	100,00	97,00	30,63	100,00
São Roque	65,59	100,00	46,77	53,46	72,43
Suzano	100,00	99,80	94,05	29,50	100,00
Taboão da Serra	100,00	100,00	94,56	31,38	100,00
Vargem Grande Paulista	92,47	100,00	30,42	36,27	92,47

Tabela 10.10 - Indicador de Saneamento Básico: Poluição Ambiental (P.04 e P.05)

MUNICÍPIO	Poluição Ambiental			
	P.04 - Resíduos sólidos	P.05 - Efluentes industriais e sanitários		
	P.04-A - Resíduo sólido urbano gerado: ton/dia	P.05-C - Carga orgânica poluidora doméstica: kg DBO/dia		
	FABHAT 2016	Potencial	CETESB (2017) (ano base: 2016)	Remanescente
Arujá	65,40		4.417	2.340
Barueri	238,40		14.306	11.133
Biritiba Mirim	21,60		1.459	751
Caieiras	75,70		5.109	5.109
Cajamar	57,10		3.856	3.856
Carapicuíba	355,00		21.301	15.164
Cotia	210,30		12.620	12.620
Diadema	373,70		22.420	16.926
Embu	238,00		14.280	10.161
Embu-Guaçu	52,80		3.564	2.475
Ferraz de Vasconcelos	160,60		9.636	5.961
Francisco Morato	152,60		9.158	9.158
Franco da Rocha	122,40		7.345	7.345
Guarulhos	1.470,80		72.203	52.595
Itapecerica da Serra	150,90		9.056	7.152
Itapevi	203,80		12.230	9.448
Itaquaquecetuba	321,10		19.266	17.804
Jandira	108,20		6.490	5.355
Juquitiba	16,70		1.289	1.107
Mairiporã	65,70		4.431	3.768
Mauá	411,90		24.716	11.601
Mogi das Cruzes	356,00		21.390	12.019
Nazaré Paulista	10,70		822	726
Osasco	766,00		37.605	28.534
Paraibuna	3,80		296	296
Pirapora do Bom Jesus	12,50		967	775
Poá	101,60		6.093	1.443
Ribeirão Pires	109,00		6.541	3.621
Rio Grande da Serra	39,10		2.638	1.630
Salesópolis	7,50		577	233
Santana de Parnaíba	116,30		6.980	6.261
Santo André	784,00		38.488	24.475
São Bernardo do Campo	889,30		43.659	32.388
São Caetano do Sul	142,90		8.577	1.443
São Lourenço da Serra	9,80		753	592
São Paulo	12.191,00		643.175	296.486
São Roque	63,50		4.286	4.286
Suzano	250,10		15.008	6.994
Taboão da Serra	248,40		14.901	10.818
Vargem Grande Paulista	39,60		2.675	2.501

Tabela 10.11 - Indicador de Saneamento Básico: Controle da poluição ambiental (R.01 e R.02)

MUNICÍPIO	Controle da poluição ambiental					
	R.01 - Coleta e disposição de resíduos sólidos		R. 02 - Coleta e tratamento de efluentes			
	R.01-B - Resíduo sólido urbano disposto em aterro: ton/dia de resíduo/IQR	R.01-C - IQR da instalação de destinação final de resíduo sólido urbano	R.02-B - Proporção de efluente doméstico coletado em relação ao efluente doméstico total gerado: %	R.02-C - Proporção de efluente doméstico tratado em relação ao efluente doméstico total gerado: %	R.02-D - Proporção de redução da carga orgânica poluidora doméstica: %	R.02-E - ICTEM (Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município)
FABHAT 2017	FABHAT 2017	CETESB 2017 (ano base: 2016)	CETESB 2017 (ano base: 2016)	CETESB 2017 (ano base: 2016)	CETESB 2017 (ano base: 2016)	
Arujá	65,4	9,6/9,4	63	63	47	6,00
Barueri	238,4	9,8	73	28	22	3,61
Biritiba Mirim	21,6	9,8	56	55	49	5,67
Caieiras	75,7	8,6	72	0	0	1,09
Cajamar	57,1	8,6	72	0	0	1,08
Carapicuíba	355	9,8	69	36	29	4,19
Cotia	210,3	8,7	44	19	0	1,81
Diadema	373,7	8	90	27	25	3,39
Embu	238	6,6	66	36	29	3,68
Embu-Guaçu	52,8	8,6	36	36	31	4,53
Ferraz de Vasconcelos	160,6	9,6	79	44	38	4,71
Francisco Morato	152,6	8,6	38	0	0	0,57
Franco da Rocha	122,4	8,6	59	0	0	0,89
Guarulhos	1470,8	9,6	87	29	27	4,06
Itapecerica da Serra	150,9	8,6	27	26	21	3,24
Itapevi	203,8	8,7	57	29	23	3,58
Itaquaquecetuba	321,1	9,6	62	9	8	1,83
Jandira	108,2	8,7	66	22	17	3,12
Juquitiba	16,7	0,8	15	15	14	3,15
Mairiporã	65,7	9,6	25	19	15	2,98
Mauá	411,9	8	91	56	53	6,03
Mogi das Cruzes	356	9,4	93	49	44	5,23
Nazaré Paulista	10,7	9,6	13	13	12	2,96
Osasco	766	8,6	70	30	24	3,76
Paraibuna	3,8	9,4	86	0	0	1,29
Pirapora do Bom Jesus	12,5	9,8	45	21	20	2,66
Poá	101,6	9,6	95	88	76	7,99
Ribeirão Pires	109	8	70	49	45	5,20
Rio Grande da Serra	39,1	8	49	42	38	4,50
Salesópolis	7,5	9,8	77	75	60	6,70
Santana de Parnaíba	116,3	9,8	34	13	10	2,25
Santo André	784	9,6	98	40	36	4,75
São Bernardo do Campo	889,3	8	90	29	26	3,70
São Caetano do Sul	142,9	8	100	91	83	9,87
São Lourenço da Serra	9,8	8,6	28	28	21	3,81
São Paulo	12191	8,6/9,8	88	66	54	6,45
São Roque	63,5	8,7	44	0	0	0,66
Suzano	250,1	9,4/9,6	89	62	53	6,05
Taboão da Serra	248,4	8,6	84	34	27	4,15
Vargem Grande Paulista	39,6	8,7	29	8	7	1,48

10.7. Gestão do território e de áreas sujeitas a gerenciamento especial

As **Tabelas 10.12** e **10.13** apresentam os indicadores relacionados à gestão do território e de áreas sujeitas a gerenciamento especial, conforme Deliberação CRH nº 146/2012.

(i) Dinâmica de ocupação do território:

Indicador previsto na Deliberação CRH nº 146/12:

- FM.10 – Uso e ocupação do solo:
 - FM.10-F – Área inundada por reservatórios hidrelétricos: km².

Indicadores previstos no TdR como “complementares” ao indicador proposto pela Deliberação CRH nº 146/12:

- FM.10 – Uso e ocupação do solo:
 - Relação da área de APM e APRM em relação à área total: %
 - Relação da área inundada de APM e APRM em relação à área total de APM e APRM: %

(ii) Conservação e recuperação do ambiente:

- R.09-Áreas Protegidas e Unidades de Conservação
 - R.09-A – Unidades de Conservação (UC): número

(iii) Eventos críticos:

- E.08-Enchentes e estiagem
 - E.08-A – Ocorrência de enchente ou de inundação: número de ocorrências/período

(iv) Poluição ambiental:

- P.06-Contaminação ambiental
 - P.06-A – Áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água: número de áreas/ano
 - P.06-B – Ocorrência de descargas/derrame de produtos químicos no solo ou na água: número de ocorrência/ano

(v) Controle da poluição ambiental:

- R.03-Controle da contaminação ambiental
 - R.03-A – Proporção de áreas remediadas em relação às áreas contaminantes em que o contaminante atingiu o solo ou a água: %
 - R.03-B – Atendimentos a descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água: número de atendimentos/ano

Os indicadores destacados em amarelo nas **Tabelas 10.12** e **10.13** seguem o disposto na Deliberação CRH nº 146/2012 e indicam a obrigatoriedade no preenchimento do indicador.

Tabela 10.12 - Indicador de Gestão do território e de áreas sujeitas a gerenciamento especial: Dinâmica de ocupação do território (FM.10) e Conservação e recuperação do meio ambiente (R.09)

MUNICÍPIO	Dinâmica de ocupação do território			Conservação e recuperação do meio ambiente
	FM.10 - Uso e ocupação do solo			R.09 – Áreas Protegidas e Unidades de Conservação
	FM.10-F - Área inundada por reservatórios hidrelétricos: km ² FABHAT 2017	FM.10 (Proposta TdR) - Área de APRM e APRM em relação à área total da bacia [%] FABHAT 2017	FM.10 (Proposta TdR) - Área inundada das APMs e APRMs em relação à área total de APM e APRM [%] FABHAT 2017	R.09-A - Unidades de Conservação (UC): nº PBH-AT (2018) 2017
Arujá				
Barueri				
Biritiba Mirim				
Caieiras				
Cajamar				
Carapicuíba				
Cotia				
Diadema				
Embu				
Embu-Guaçu				
Ferraz de Vasconcelos				
Francisco Morato				
Franco da Rocha				
Guarulhos				
Itapecerica da Serra				
Itapevi				
Itaquaquecetuba				
Jandira				
Juquitiba				
Mairiporã	117,5	38,19	4,39	68
Mauá				
Mogi das Cruzes				
Nazaré Paulista				
Osasco				
Paraibuna				
Pirapora do Bom Jesus				
Poá				
Ribeirão Pires				
Rio Grande da Serra				
Salesópolis				
Santana de Parnaíba				
Santo André				
São Bernardo do Campo				
São Caetano do Sul				
São Lourenço da Serra				
São Paulo				
São Roque				
Suzano				
Taboão da Serra				
Vargem Grande Paulista				

Tabela 10.13 - Indicador de Gestão do território e de áreas sujeitas a gerenciamento especial: Eventos críticos (E.08), Contaminação (P.06) e Controle da poluição ambiental (R.03)

MUNICÍPIO	Eventos Críticos		Poluição Ambiental			
	E-08 - Enchentes e Estiagem	P.06 - Contaminação		R.03 - Controle da contaminação ambiental		
	E.08-A - Ocorrência de enchente ou de inundação: nº ocorrências/período	P.06-A - Áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água: nº de áreas/ano	P.06-B - Ocorrência de descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água: nº de ocorrências/ ano	R.03-A - Áreas remediadas: nº de áreas/ano	R.03-A - Proporção de áreas remediadas em relação às áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água [%]	R.03-B - Atendimentos a descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água: nº atendimentos/ano
Defesa Civil/FABHAT 2010-2017	CETESB (ano base: 2016) 2017	CETESB (ano base: 2016) 2017	CETESB 2017 (ano base: 2016)	CETESB 2017 (ano base: 2016)	CETESB 2017 (ano base: 2016)	
Arujá	1	11	1	1	9,1	1
Barueri	1	29	1	6	20,7	1
Biritiba Mirim	0	1	1	0	0	1
Caieiras	9	8	1	1	12,5	1
Cajamar	4	12	1	2	16,7	1
Carapicuíba	9	10	1	5	50	1
Cotia	2	19	0	3	15,8	0
Diadema	5	38	2	4	10,5	2
Embu	3	12	0	2	16,7	0
Embu-Guaçu	1	3	0	1	33,3	0
Ferraz de Vasconcelos	131	6	0	0	0	0
Francisco Morato	7	4	0	0	0	0
Franco da Rocha	7	10	0	0	0	0
Guarulhos	18	123	5	17	13,8	5
Itapecerica da Serra	6	6	0	4	66,7	0
Itapevi	4	7	0	1	14,3	0
Itaquaquecetuba	11	21	4	3	14,3	4
Jandira	1	4	0	1	25	0
Juquitiba	-	-	-	-	-	-
Mairiporã	2	5	0	0	0	0
Mauá	5	43	0	9	20,9	0
Mogi das Cruzes	9	72	1	9	12,5	1
Nazaré Paulista	-	-	-	-	-	-
Osasco	11	86	1	18	20,9	1
Paraibuna	-	-	-	0	0	0
Pirapora do Bom Jesus	0	1	0	-	-	-
Poá	7	8	0	1	12,5	0
Ribeirão Pires	2	18	0	4	22,2	0
Rio Grande da Serra	1	2	0	0	0	0
Salesópolis	0	2	0	0	0	0
Santana de Parnaíba	0	7	0	3	42,9	0
Santo André	9	151	0	55	36,4	0
São Bernardo do Campo	7	125	4	13	10,4	4
São Caetano do Sul	8	57	1	18	31,6	1
São Lourenço da Serra	-	-	-	-	-	-
São Paulo	76	2031	10	425	20,9	10
São Roque	-	-	-	-	-	-
Suzano	12	34	0	4	11,8	0
Taboão da Serra	20	15	0	2	13,3	0
Vargem Grande Paulista	-	-	-	-	-	-

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnica. **NBR 10.004 Resíduos Sólidos Classificação**. Rio de Janeiro. 2004.

ACKERMAN, A. J. **Billings and water power in Brazil**. Published by the author: Madison, Wisconsin, 1953.

AIROLDI, Edison. **Plano Diretor do Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP**. Brasília, 2004. Arquivo Power Point. (Palestra proferida no Seminário sobre a Renovação da Outorga de Direito de Uso do Sistema Cantareira, realizado na Agência Nacional de Águas, Brasília-DF, em 7 de abril de 2004, representando a SABESP)

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. In: Irrigation and Drainage Paper n.56. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56)

ANA. Agência Nacional de Águas. **ATLAS BRASIL – Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>. 2010.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em 11 de out. 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Estudo de Modelagem Quantitativa e Qualitativa de Trechos de Rio em Bacias Hidrográficas Consideradas Críticas**. São Paulo: COBRAPE/CH2MHILL, 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Hidroweb**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>>. Acesso em 09 de julho de 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Sistema Cantareira**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/v2/SistemaCantareira.aspx>>. Acessado em: 02/08/2017.

ANA-DAEE. Agência Nacional de Águas / Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Dados de Referência Acerca da Outorga do Sistema Cantareira**. 30 de abril de 2016.

ANA-DAEE. Agência Nacional de Águas / Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614, de 09 de novembro de 2010**. Dispõe sobre as condições de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira no período de controle de cheias. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2010/614-2010.pdf>. Acesso em 29 de novembro de 2017.

ANA-DAEE. Agência Nacional de Águas / Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, DE 04 DE AGOSTO DE 2004**. Dispõe sobre as condições de operação dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, localizados na Bacia do Rio Piracicaba, pertencentes ao Sistema Cantareira. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2004/428-2004.pdf>. Acesso em 29 de novembro de 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3 ed. Brasília: ANEEL, 2008. 236 p.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 26 de junho de 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução nº 423 de 22 de dezembro de 1998**. Estabelece os critérios para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de pequenas centrais hidrelétricas. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/AGENCIAS/ANEEL/RS0394-041298.PDF>. Acesso em 27 de novembro de 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 673, de 4 de agosto de 2015**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/ren2015673.pdf/35388ede-eba1-4750-9734-d709f27fd00c?version=1.0>>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **SIGEL (Sistema de informações Georreferenciadas do Setor Elétrico)**. Disponível em <<http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

BARDELIN, CESAR. **Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica**. Universidade São Paulo, Escola politécnica, 2004. São Paulo.

BRANCO, S.M. e ROCHA, A. A. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, CETESB, 1977.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 ago. 2017.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 13.097, de 19 de janeiro de 2015**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13097.htm>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

BRASIL. **Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 926, de 29 de maio de 2017**. Documento nº 00000.031750/2017-80. Disponível em: <http://www.sspcj.org.br/images/downloads/RESOLUCAO_926-2017.pdf>. Acesso em 10 de out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Brasília: MMA/SBF, 2011. 76 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília, 2013.

BROWN, L.C.; BARNWELL JR., T. O. **The enhanced stream water quality models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS: documentation and user manual**. Athens, GA: U.S. Environmental Protection Agency, 1987.

BUZZELLA, M. M.; RAMIN, M. G.; ANTUNES, A. C. G.; GUIMARÃES, P. P. O.; LEIFERT, S. **Avaliação do impacto de diferentes alternativas de tratamento de esgoto na qualidade da água do Rio Tietê**. In: CONGRESSO ABES/FENASAN, 29, 2017, São Paulo. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: ABES, 2017.

CAIEIRAS. Prefeitura de Caieiras. **Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Caieiras**. Caieiras/SP: Consórcio PLANEASAN, 2015.

CAO, W.; LI, Y.; HONG, H.; SU, C. **Nutrient sources and composition of recent algal blooms and eutrophication in the northern Jiulong River, Southeast China**. Marine Pollution Bulletin, 63, 249-254. 2011.

CBDB. Comitê Brasileiro de Barragens. **A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens** / [coordenador, supervisor, Flavio Miguez de Mello; editor, Corrado Piasentin]. Rio de Janeiro. 2011.

CBH-AT. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Deliberação CBH-AT nº 14 de 16 de julho de 2015**. Indica empreendimentos para financiamento do FEHIDRO com recursos do orçamento de 2015 e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation/%5C9304/deliberacao-cbh-at-14-de-16-07-2015-indica-empreendimentos-para-financiamento-do-fehidro-2015.pdf>>. Acesso em 15 de nov. 2017.

CBH-AT. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Deliberação CBH-AT nº 25 de 28 de junho de 2016**. Aprova a indicação de empreendimentos para financiamento com recursos do FEHIDRO em 2016, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation//CBH-AT/10701/deliberacao-cbh-at-25-de-28-06-2016-aprova-a-indicacao-de-empreendimentos-para-financiamento-com-recursos-do-fehidro-em-2016-e-da-outras-providencias.pdf>>. Acesso em 15 de nov. 2017.

CBH-AT. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Deliberação CBH-AT nº 43 de 31 de julho de 2017**. Aprova a indicação de empreendimentos para financiamento com recursos do FEHIDRO em 2017. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation//CBH-AT/12280/deliberacao-cbh-at-43-de-31-07-2017-aprova-a-indicacao-de-empreendimentos-para-financiamento-com-recursos-do-fehidro-em-2017.pdf>>. Acesso em 15 de nov. 2017.

CBH-AT. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT 2009)**. São Paulo: FUSP, 2009.

CCH. Comitê de Crise Hídrica. **Plano de Contingência para Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – PCAA**. São Paulo: CCH, 2015.

CEPED UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 - Volume São Paulo**. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 142 p

CETESB. Companhia Ambiental do Estado De São Paulo. **Áreas Contaminadas e Reabilitadas – UGRHI 06 (dezembro de 2016) [planilha – banco de dados]**.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Enquadramento dos Corpos Hídricos**. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/enquadramento-dos-corpos-hidricos/>>. Acesso em 05 de julho de 2017.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares**. São Paulo: CETESB, 2003 – 2011.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos**. São Paulo: CETESB, 2012 – 2016.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo (2012 a 2016)**. São Paulo: CETESB, 2013 a 2017.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2010-2012 e 2013-2015**. São Paulo: CETESB, 2013 e 2016.

CODESP. Companhia Docas do Estado de São Paulo. **História do Porto de Santos**. Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/imprensa.php?pagina=art2>>. Acesso em 12 de julho de 2017.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 307**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília. 2002.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 358**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília. 2005.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC. **Estudo Regional de Planejamento Estratégico da Macrodrenagem e Microdrenagem da Região do Grande ABC**. 2015.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações : 1:25.000 (livro eletrônico): nota técnica explicativa.** Coordenação Omar Yazbek Bitar. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

CRH. Comitê de Recursos Hídricos. **Deliberação CRH nº 146, de 11 de dezembro de 2012.** Aprova os critérios, os prazos e os procedimentos para a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica e do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica. São Paulo: SigRH, 2012.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – Diretrizes de Utilização e Proteção.** São Paulo: DAEE, 2013

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Comportamento hidráulico do rio Tietê entre a Penha e a barragem Edgard de Souza.** São Paulo: DAEE, 1982.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Outorgas de Direito de Uso [Banco de Dados].** São Paulo: DAEE, Recebido em 2017.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, no Estado de São Paulo.** São Paulo: DAEE, 2013.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em: 05 de julho de 2017.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Portaria DAEE nº 1.213, de 06 de agosto de 2004.** São Paulo: DAEE, 2004.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Portaria DAEE nº 2.556, de 28 de novembro de 2011.** São Paulo: DAEE, 2011.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Portaria DAEE nº 1.630, de 30 de maio de 2017.** São Paulo: DAEE, 2017.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Regionalização Hidrológica no Estado de São Paulo.** São Paulo: DAEE, 1988. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=745:regionalizacao-hidrologica&catid=43:hidrometeorologia>. Acesso em: out. 2017.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT 3.** São Paulo: DAEE, 2014.

DENALDI, R.; JODAS, P. A. **Regularização de favelas em áreas de preservação permanente na Região do Grande ABC: o caso do Jd. Cristiane.** In: DENALDI, R. (org.) O Desafio de Planejar a Cidade. Política Habitacional e Urbana de Santo André/SP (1997-2008). São Paulo: Annablume, 2012.

DEPRN/DUSM. Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais/ Departamento de Uso do Solo Metropolitano. **Equipe Técnica de Mogi das Cruzes – ETMC.** Disponível em: <<http://www.fundacaofia.com.br/gdusm/index.html>>. Acesso em: 05 de julho de 2017.

EMAE. Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. **Barragem Reguladora Billings – Pedras – Dados Operacionais.**

EMAE. Empresa Metropolitana de Águas e Energia. **Usina Hidroelétrica Henry Borden.** Disponível em < <http://www.emae.sp.gov.br/henryborden.htm> >. Acesso em 16 de novembro de 2017.

EMAE. Empresa Metropolitana de Águas e Energia. **Usina Hidroelétrica Rasgão.** Disponível em <<http://www.emae.sp.gov.br/rasgao.htm>>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

EMAE. Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. **Regras de Operação da EMAE**. São Paulo, década de 90. Disponível em: <https://ie.org.br/site/ieadm/arquivos/arqnot2650.pdf>. Acesso em 29 de novembro de 2017.

EMBU DAS ARTES. Prefeitura Municipal de Embu das Artes. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Embu das Artes, 2014.

EMPLASA. Empresa Paulista de Desenvolvimento Metropolitano. **Visão da Metrópole: Subsídios para a elaboração do PDUI da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Emplasa, 2016. Disponível em: <https://www.pdui.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/Vis%C3%A3o-da-Metr%C3%B3pole.pdf>. Acesso em 12 de julho de 2017.

EMPLASA. Empresa Paulista de Desenvolvimento Metropolitano. **Plano de Ação da Macrometrópole, 2015**. São Paulo: EMLPASA, 2015.

EMPLASA. Empresa Paulista de Desenvolvimento Metropolitano. **Diagnóstico dos assentamentos precários nos municípios da Macrometrópole Paulista**. São Paulo: CEM/Cebrap e FUNDAP, 2013.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Relatório analítico projeções do mercado de energia elétrica 2005-2015**. Relatório final, 2005.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Relatório Síntese, ano base 2016**. Rio de Janeiro: EPE, 2017.

ESSENCIS. Essencis Soluções Ambientais. **RIMA Relatório de Impacto Ambiental: Ampliação da Central de Tratamento e Valorização Ambiental**. São Paulo: ESSENCIS, 2016.

FABHAT. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Mapeamento de áreas com potenciais riscos de contaminação das águas subterrâneas da UGRHI-06 e suas regiões de recarga**. São Paulo: Servmar Serviços Técnicos Ambientais Ltda., 2012.

FABHAT. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Relatório I do Plano de Bacia Hidrográfica da Bacia do Alto Tietê – UGRHI 06 (Ano Base 2016/2035)**. São Paulo: FABHAT, 2016.

FABHAT. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos: Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 06 (Ano Base 2016)**. São Paulo: FABHAT, 2017.

FABHAT. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Subsídios para o enquadramento dos corpos d'água na Bacia do Alto Tietê**. São Paulo: FABHAT, em andamento.

FCTH. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Análise do Controle de Cheias dos Aproveitamentos do Sistema Produtor do Alto Tietê**. São Paulo: FCTH, 2013.

FEHIDRO. **Fundo Estadual de Recursos Hídricos**. Disponível em <http://fehidro.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/FehLivre.exe/listagem> acesso em 28 nov. 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - UGRHI 06**. São Paulo, 2009.

FORNASARI FILHO, N. (coord.) et al. **Alterações do meio físico decorrentes de obras de engenharia**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1992. (Publicação IPT; n.1.972).

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: Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial, 2006.

FREITAS, C. G. L. de; ALMEIDA, M. C. J. de. **Controle preventivo da degradação do ambiente urbano**. (Apostila do Curso de especialização: meio físico em estudos de impacto ambiental) Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso, 1997

FUNABRE. FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE VIÇOSA (Brasil). **Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: MMA, 2010. 83 p, 2010.

Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações **Déficit habitacional municipal no Brasil**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações, 2013.

GUARULHOS. Prefeitura Municipal de Guarulhos. **RIMA - Relatório de Impacto ao Meio Ambiente: Aterro Sanitário de Guarulhos – Fase 10**. Guarulhos: OIKOS ENGENHARIA E SOLUÇÕES AMBIENTAIS LTDA, 2016. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-AT/11990/02-rima.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/825>> e < <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1179>>. Acesso em: 11 de julho de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos: 1950**. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php /biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=767>> . Acesso em 16 de novembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos: 1960**. Disponível em < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/CD1960/CD_1960_SP.pdf>. Acesso em 27 de novembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos: 1970**. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/69/cd_1970_v1_t18_p2_sp.pdf>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos: 1980**. Disponível em < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/72/cd_1980_v1_t4_n19_sp.pdf>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos: 1991**. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=782&view=detalhes>>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos: 2000**. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/83/cd_2000_caracteristicas_populacao_amostra.pdf>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos: 2010**. Disponível em < <http://www.brasileirosnomundo.itamaraty.gov.br/a-comunidade/estimativas-populacionais-das-comunidades/estimativas-do-ibge/censo-demografico-ibge-2010.pdf>>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico: Dados Históricos dos Censos e Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros para o ano de 2016**. IBGE, 2016. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/default.php>>. Acesso em 26 de junho de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas, versão 2.0 – CNAE 2.0**. 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Pesquisa Agrícola Municipal 2006 e 2015**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612>> e <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>>. Acesso em: 21 de julho de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas/brasil/2015>>. Acesso em: 21 de junho de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção Populacional para 2016**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 03 de julho de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios – PIB Municipal**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>>. Acesso em: 21 de junho de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas/brasil/2015>>. Acesso em: 21 de junho de 2017.

IBRD. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. **Water resources management: a World Bank policy paper**. Washington: The World Bank, 1993.

ISA. Instituto Socioeconômico. **Mananciais: diagnóstico e políticas habitacionais**. Organização: Paula Freire Santoro, Luciana Nicolau Ferrara, Marussia Whately. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.

ITAPEVI. Prefeitura do Município de Itapevi. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Itapevi**. Itapevi/SP, 2013.

ITAPEVI. Prefeitura Município de Itapevi. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Itapevi**. Itapevi/SP, 2012.

JUSBRASIL: Observatório Eco – Direito Ambiental. **Projeto define unidade de conservação em área urbana**. Disponível em: <<https://observatorio-eco.jusbrasil.com.br/noticias/2992391/projeto-define-unidade-de-conservacao-em-area-urbana>>. Acesso em 14 de julho de 2017.

KOGAN, G. **Crise Hídrica: Origens Históricas, Responsabilidades e Soluções**. Revista Interesse Nacional, ano 8, ed.29, 2015.

MACEDO, Eduardo Soares; CANIL, Katia. **Gestão de Risco em Geotecnia Ambiental**. Fundações & Obras Geotécnicas, v. 73, p.72-79. São Paulo: 2016.

MAUÁ. Prefeitura Municipal de Mauá. **Plano Municipal de Resíduos Sólidos**. Mauá/SP, 2012.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2015**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Colaboradores: *Conservation International* do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG. Brasília: MMA/SBF, 2000. 40p.

NUCCI, N. L. R. Aproveitamento dos recursos hídricos na Região Metropolitana de São Paulo. In: SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria de Educação Ambiental. **Política e gestão de recursos hídricos no Estado de São Paulo**/Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Educação Ambiental. São Paulo: A Secretaria, 1993 (Séria seminários e debates).

OSASCO. Prefeitura Municipal de Osasco. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Osasco**. Osasco/SP, 2016.

POÁ. Prefeitura da Estância Hidromineral de Poá. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Poá/SP, 2015.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas de desenvolvimento Humano do Brasil**. Disponível em <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/o_atlas_/>. Acesso em: 28 de junho de 2017.

PRADO, C. e AMARAL, F. **Pequenas centrais hidrelétricas no Estado de São Paulo**. São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2000.

ROCHA, A.A. **Do lendário Anhembi ao poluído Tietê**. São Paulo: Editora da universidade de São Paulo, 1991.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **CHES – Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da SABESP para a Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/crisehidrica/ches_crise_hidrica.pdf>. Acesso em 03 julho de 2017.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Compilação de dados e processamento dos resultados anuais referentes ao Projeto de Despoluição do Rio Tietê - Etapa II**. São Paulo: Estática, 2004.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Estudo de concepção e projeto básico do Sistema Produtor São Lourenço: Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – RIMA**. ENCIBRA S.A./PRIME Engenharia, 2011.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Estudos técnicos e alternativas referentes ao programa de conservação e utilização eficiente de recursos hídricos do estado de São Paulo: Projeto de Despoluição do Rio Tietê – Etapa II**. São Paulo: COBRAPE, 1998.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Plano Diretor de Abastecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo – PDAA**. São Paulo: ENCIBRA SA./HIDROCONSULT, 2006.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo 2010 – PDE 2010**. São Paulo: Consórcio COBRAPE/CONCREMAT, 2010.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Plano de modernização do tratamento de esgotos na Região Metropolitana de São Paulo – PLAMTE**. São Paulo: Consórcio JNS/CH2MHILL, em andamento.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Plano Integrado Regional 2017-2021**. Relatório Síntese. São Paulo: SABESP, 2017.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Portal Online**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/Default.aspx>>. Acesso em 02 de out. 2017.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Regra de Operação das Represas do Sistema Produtor Alto Tietê – SPAT**. São Paulo: SABESP, 2010a.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Regras de operação para controle de cheias dos reservatórios do Sistema Cantareira – Determinação dos volumes de espera e planos de operação em tempo real**. São Paulo: SABESP, 2010b.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Relatório de Sustentabilidade 2016**. São Paulo, 2016.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Relatório de Sustentabilidade 2014**. São Paulo, 2014.

SABESP. Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista. Relatório Síntese**. São Paulo: SABESP, 2011.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: SABESP, 2017b.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Situação dos Mananciais**. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx>>. Acesso em: 07 de jul. 2017.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Uso Racional da Água**. Disponível em: <>. Acesso em: 06 de ago. 2018.

SANTANA DE PARNAÍBA. Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Santana de Parnaíba: Relatório II – Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana**. Santana de Parnaíba/SP, 2013.

SÃO BERNARDO DO CAMPO. Prefeitura de São Bernardo do Campo. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Bernardo do Campo**. São Bernardo do Campo/SP, 2015.

SÃO PAULO (Estado). DERSA. Desenvolvimento Rodoviário S/A. **Canal Oficial de Comunicação da Dersa**. DERSA, 2017b. Disponível em: <<http://www.dersa.sp.gov.br/comunicacao/noticias/meio-ambiente/licenciamento-ambiental-do-ferroanel-norte-e-aberto-para-consulta-publica/>>. Acesso em 10 de julho de 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Constituição do Estado de São Paulo**. Diário Oficial do estado de São Paulo, São Paulo: 5 de outubro de 1989.

SÃO PAULO (Estado). DERSA. Desenvolvimento Rodoviário S/A. **Estudo de Impacto Ambiental do Ferroanel Norte (EIA)**. DERSA, 2017a. Disponível em: <<http://www.dersa.sp.gov.br/empreendimentos/ferroanel-norte/>>. Acesso em 05 de julho de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Logística e Transporte - Departamento Hidroviário do Governo do Estado de São Paulo (SLT-DH). **Estudos de Pré-viabilidade técnica, econômica e ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo. Estudo de Tráfego**. São Paulo. 2011a.

SÃO PAULO. Secretaria de Logística e Transporte - Departamento Hidroviário do Governo do Estado de São Paulo (SLT-DH). **Estudos de Pré-viabilidade técnica, econômica e ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo. Projetos Conceituais – Relatório Final**. São Paulo. 2011b.

SÃO PAULO (Estado). **Plano de despoluição do Tietê – Região Metropolitana de São Paulo**: documento de pedido de financiamento. São Paulo: COBRAPE, 1992.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Habitação/Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano – CDHU. **Plano Estadual de Habitação de São Paulo – PEH-SP 2011-2023**. São Paulo: SH/CDHU, rev. 2012.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH): 2012/2015**. São Paulo: SSRH/CRHi, 2013. 210 p.: il.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH): 2004/2007 - Resumo**. São Paulo: DAEE, 2006. 92p.: il.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria dos Transportes Metropolitanos. **Plano Integrado de Transportes Urbanos - PITU 2025**. São Paulo: Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Energia (SSE). **Plano Regional Integrado de Saneamento Básico para a UGRHI 07**. Dezembro de 2010.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Habitação. **Programa Estadual de Regularização Fundiária – Cidade Legal**. Disponível em: <http://www.habitacao.sp.gov.br/secretariahabitacao/graprohab/cidade_legal.aspx>. Acesso em 15 de agosto de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. **Projeto de Lei nº 1.192 de 2011 (PL 1.192/2011)**. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/propositura/?id=1060296>>. Acesso em 14 de julho de 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução Conjunta SMA-SES nº3 de 1992.**

SÃO PAULO (Estado). **Resolução Conjunta SEE-SMA-SRHSO nº1 de 1996.**

SÃO PAULO (Estado). **Resolução nº 394, de 04 de dezembro de 1998.**

SÃO PAULO (Estado). **Resolução Conjunta SMA/ SSE-SRHSO nº1 de 2001.**

SÃO PAULO (Estado). Subsecretaria de Assuntos Metropolitanos: SAM, 2017. Disponível em: <<http://www.sdmropolitano.sp.gov.br/portalsdm/sobre-a-secretaria.jsp>>. Acesso em 04 de julho de 2017.

SÃO PAULO (Município). Prefeitura Municipal de São Paulo. **Autoridade Municipal de Limpeza Urbana: Presidente da Amlurb visita primeira unidade de tratamento de resíduos de saúde.** São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/amlurb/noticias/?p=215492>>. Acesso em: 17 Ago. 2017.

SÃO PAULO (Município). **Lei Municipal nº 16.050 de 31/07/2014. Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo – Anexos.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/SP/SAO.PAULO/ORD-16050-2014-Sao-Paulo-SP.html>>. Acesso em 15 de julho de 2017.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana.** São Paulo: SMDU, 2012.

SÃO PAULO (Município); GUARULHOS; CONSÓRCIO ABC. **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI).** Região Metropolitana de São Paulo. Contributo à Elaboração do Projeto de Lei. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.pdui.sp.gov.br/rmsp/wp-content/uploads/2016/12/PDUI-PMSP-PMGRU-ABC-contributo-ao-Projeto-de-Lei-baixa-resolu%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 03 de julho de 2017.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos Municípios Paulistas.** Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>>. Acesso em: 22 de junho de 2017.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Entenda o Índice de Responsabilidade Social – IPRS.** Disponível em <<http://indices-ilp.al.sp.gov.br/view/pdf/iprs/estado.pdf>>. Acesso em: 26 de junho de 2017.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Mercado de Trabalho na Região Metropolitana de São Paulo em 2016.** Pesquisa de Emprego e Desemprego – Região Metropolitana de São Paulo. 2016.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Desempenho do PIB Reginal do Estado de São Paulo – 2016. 4º Trimestre de 2016.** Produto Interno Bruto – PIB Regional. 2016.

SEHAB. Secretaria Municipal de Habitação/Prefeitura Municipal de São Paulo. **Relatório 1. Sistematização de informações relativas à precariedade e ao déficit habitacional e correção de bases de favelas e loteamentos.** São Paulo: CEM/CEPID, 2016a.

SEHAB. Secretaria Municipal de Habitação/Prefeitura Municipal de São Paulo. **Relatório 2. Estimativas relativas à precariedade habitacional e ao déficit habitacional no município de São Paulo.** São Paulo: SEHAB/PMSP e CEM/CEPID, 2016.

SEMAE. Serviço Municipal de Águas e Esgotos Mogi das Cruzes. **Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.** Versão Preliminar. Disponível em: <<http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/pagina/servico-municipal-de-aguas-e-esgotos/plano-municipal-de-abastecimento-de-agua-e-esgotamento-sanitario>>. 2017.

SEMASA. Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André. **Relatório de Impacto no Meio Ambiente**. Santo André/SP, 2007. Disponível em: <<http://servicos.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/PDF/RIMA.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

SigRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://143.107.108.83/cgi-bin/regnet.exe?lig=podfp>>. Acesso em 07 de julho de 2017.

SigRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **UGRH 06 – Alto Tietê**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6962/ugrh_06_10.pdf>. Acesso em 05 de julho de 2017.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2015**. São Paulo: SNIS, 2017.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Ministério das Cidades (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental). **Série Histórica**. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em 15 out. 2017.

SSRH. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Avaliação da poluição proveniente de fontes difusas na área de influência do Sistema Produtor Alto Tietê – SPAT – Reservatórios Taiaçupeba, Jundiáí, Biritiba, Ponte Nova e Paraitinga**. Relatório Final – RF. São Paulo: PRIME/FCTH, 2016.

SSRH. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado São Paulo. **Estudo de Concepção Sistema Produtor São Lourenço**. Relatório Síntese. São Paulo, 2011.

SSRH/DAEE. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo/Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista**. São Paulo: Consórcio Coplasa/ETEP/Figueiredo Ferraz/Hidroconsult/Maubertec, 1995.

SSRH. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo – PDPAs RMSP**. São Paulo: COBRAPE, em andamento.

SSRH/DAEE. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo / Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista**. São Paulo: Consórcio Coplasa/ETEP/Figueiredo Ferraz/Hidroconsult/Maubertec, 1995.

STABILE, R. A. et al. **Análise de fatores condicionantes de instabilizações em encostas como subsídio para a modelagem estatística da suscetibilidade a deslizamentos**. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 14., 2013, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABGE, 2013.

SUZANO. Prefeitura do Município de Suzano. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Suzano**. Suzano/SP, 2013.

USGS. U.S. *Department of the Interior / U.S. Geological Survey*. **Landslide Types and Processes**. Estados Unidos da América: USGS, 2004.

WHATELY, JOÃO. **Ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo. Relatório do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período 1989-99**. São Paulo: Instituto Socioambiental. Março, 2002.

WORLD COMMISSION ON DAMS. **Dams and development: a new framework for decision-making**. The report of the World Commission on Dams. Londres e Sterling (VA): Earthscan, 2000.

APÊNDICE I – MANCHAS DE INUNDAÇÃO

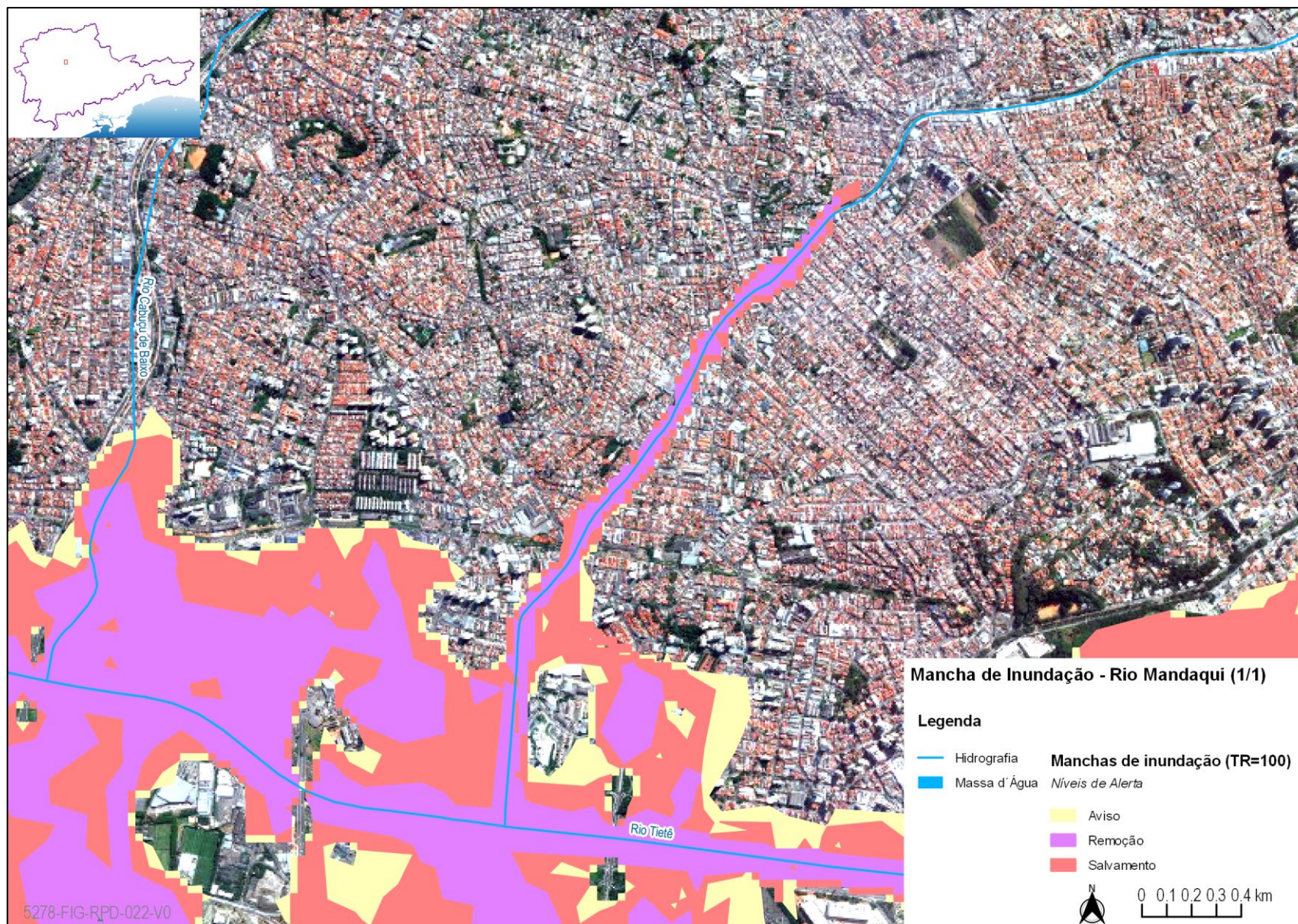


Figura I.1 - Mancha de Inundação - Rio Mandaqui (1/1)

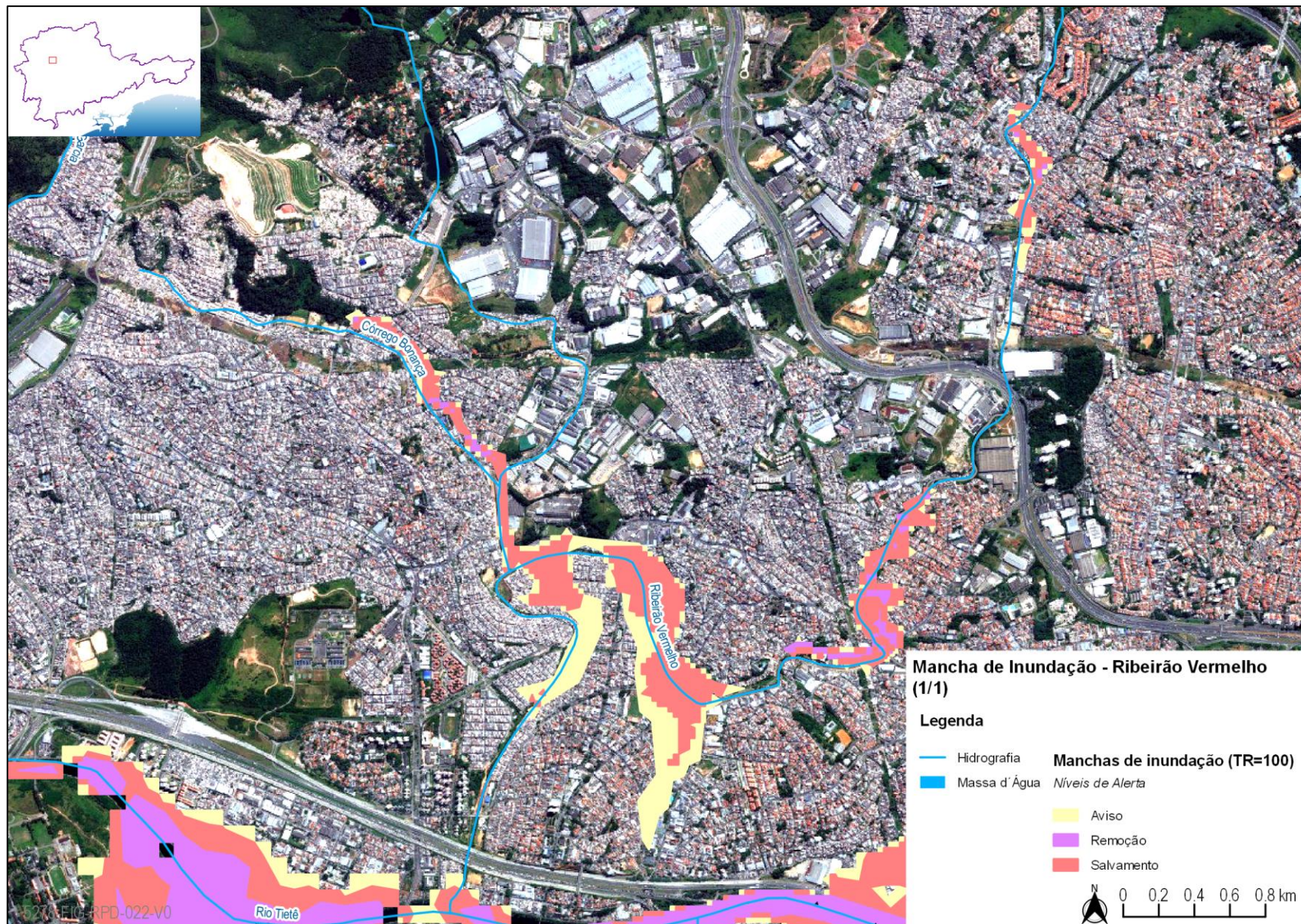


Figura I.2 - Mancha de Inundação - Ribeirão Vermelho (1/1)

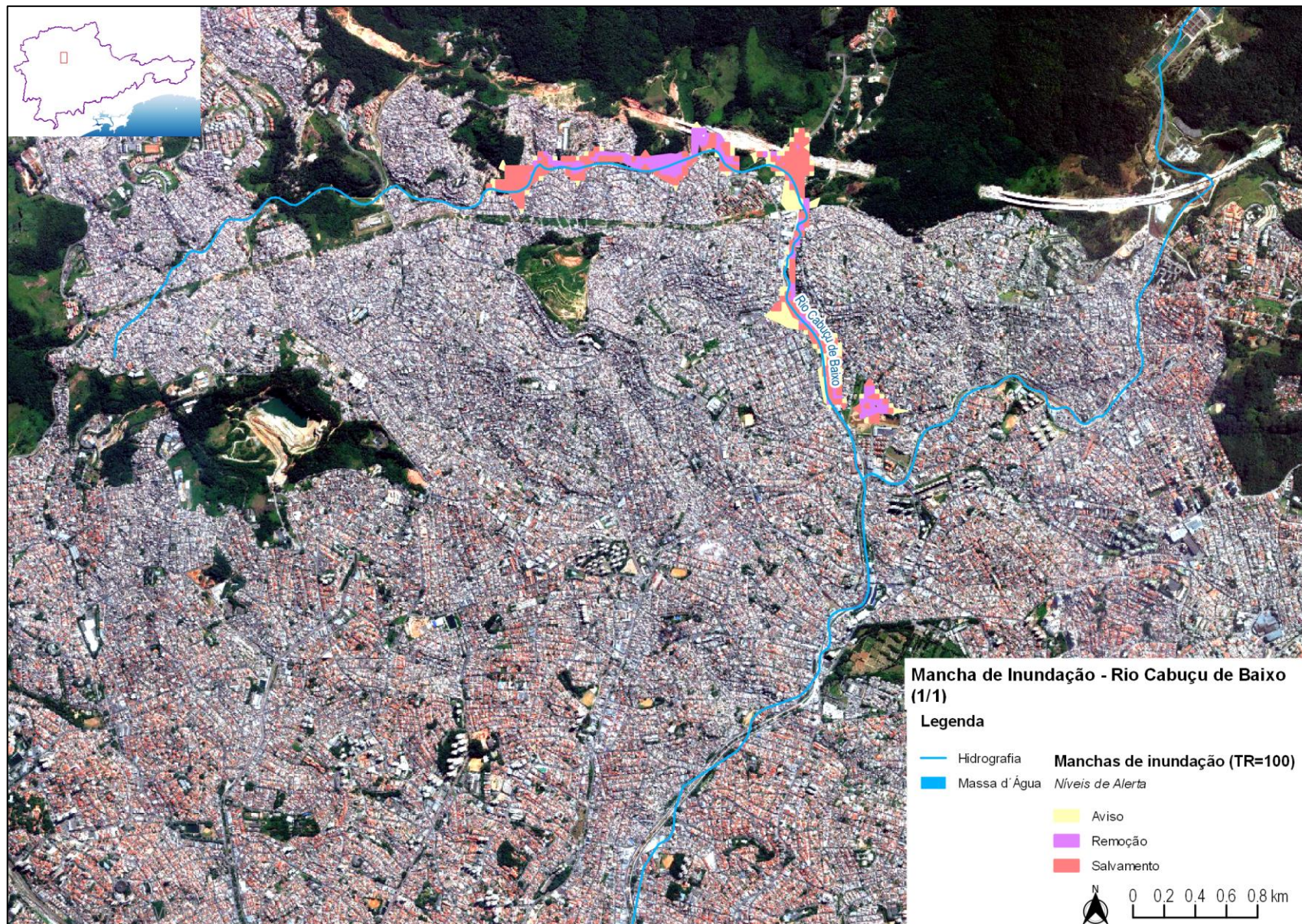


Figura I.3 - Mancha de Inundação - Rio Cabuçu de Baixo (1/1)

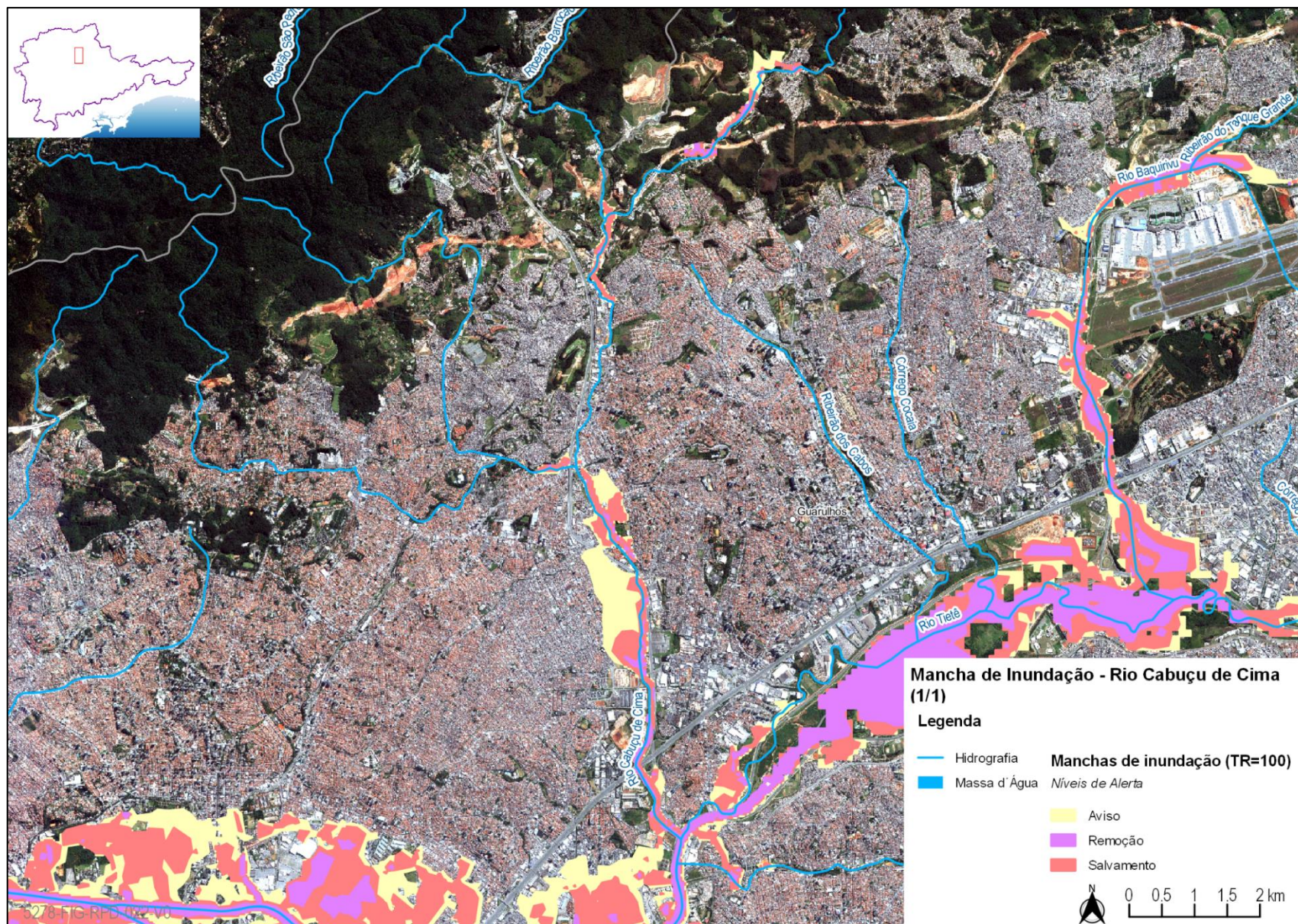


Figura I.4 - Mancha de Inundação - Rio Cabuçu de Cima (1/1)

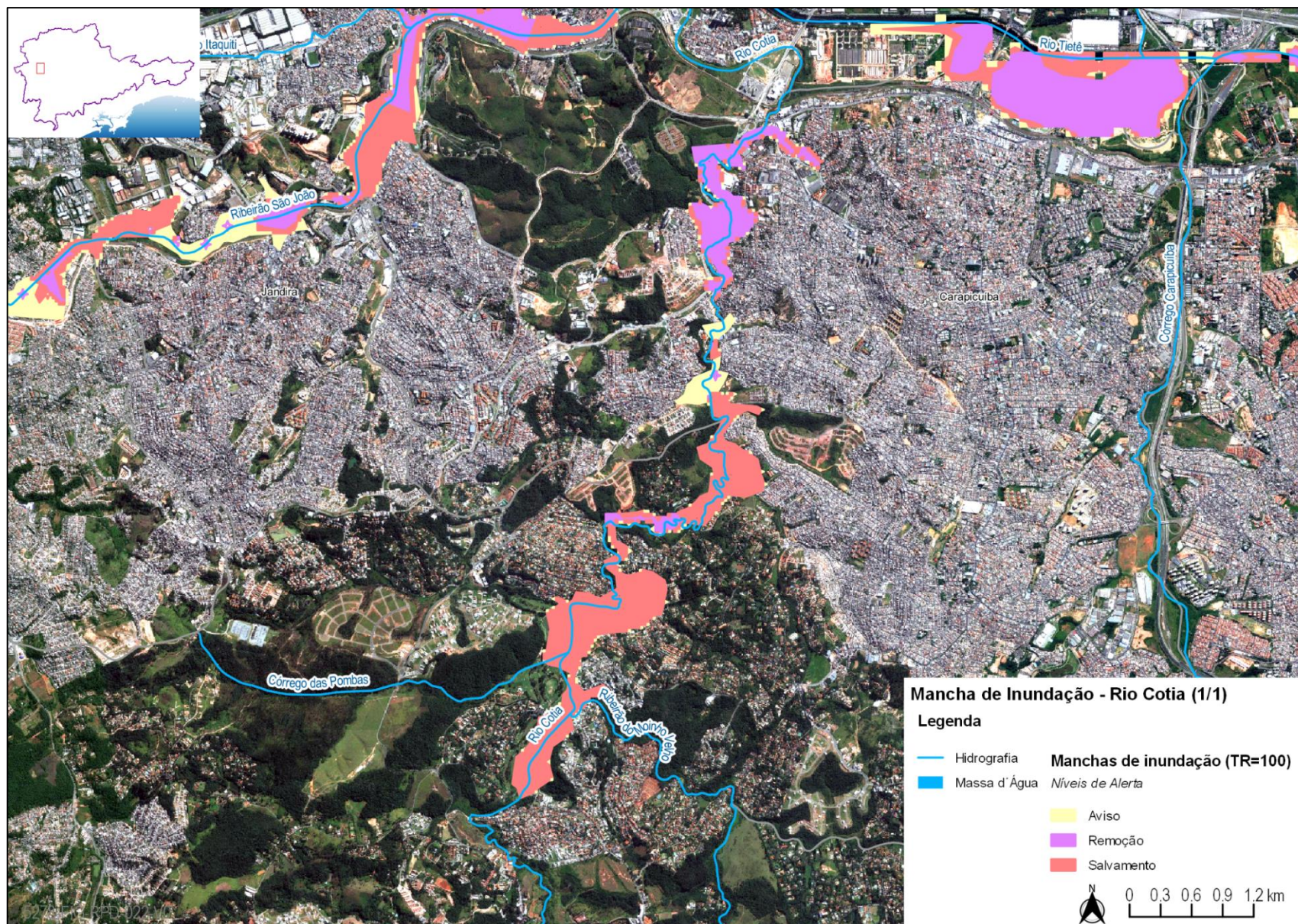


Figura I.5 - Mancha de Inundação - Rio Cotia (1/1)

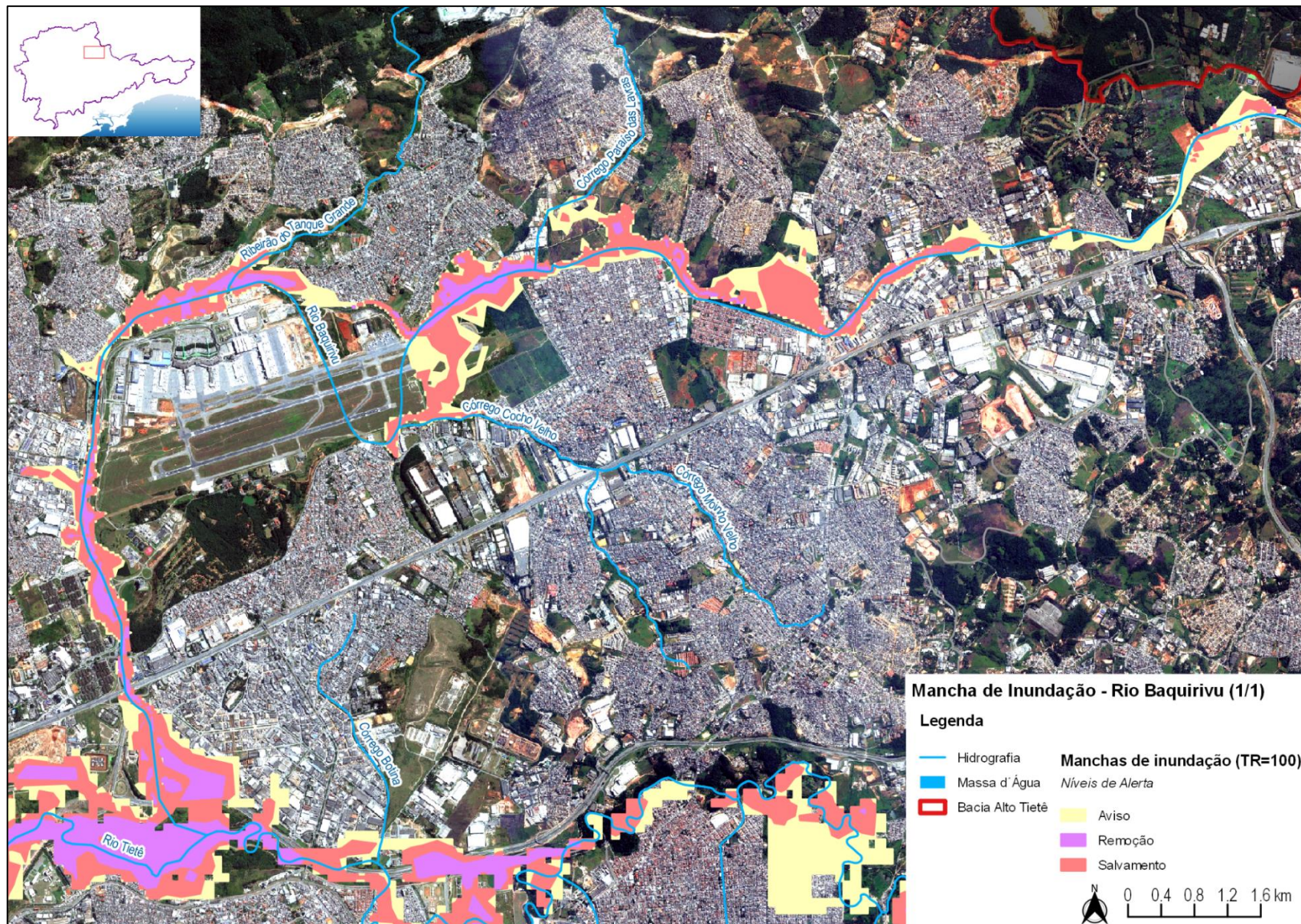


Figura I.6 - Mancha de Inundação - Rio Baquirivu (1/1)

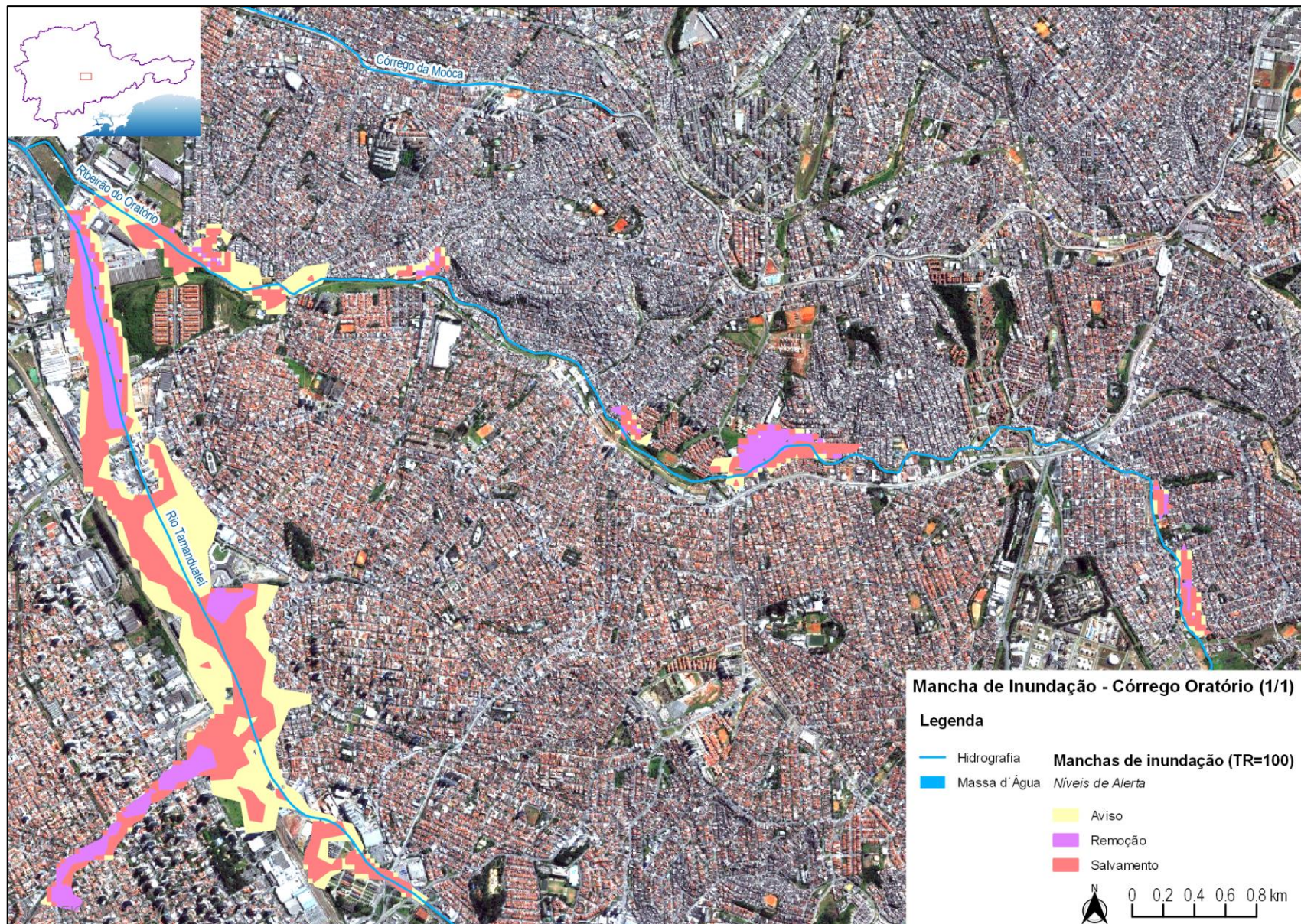


Figura I.7 - Mancha de Inundação - Córrego Oratório (1/1)

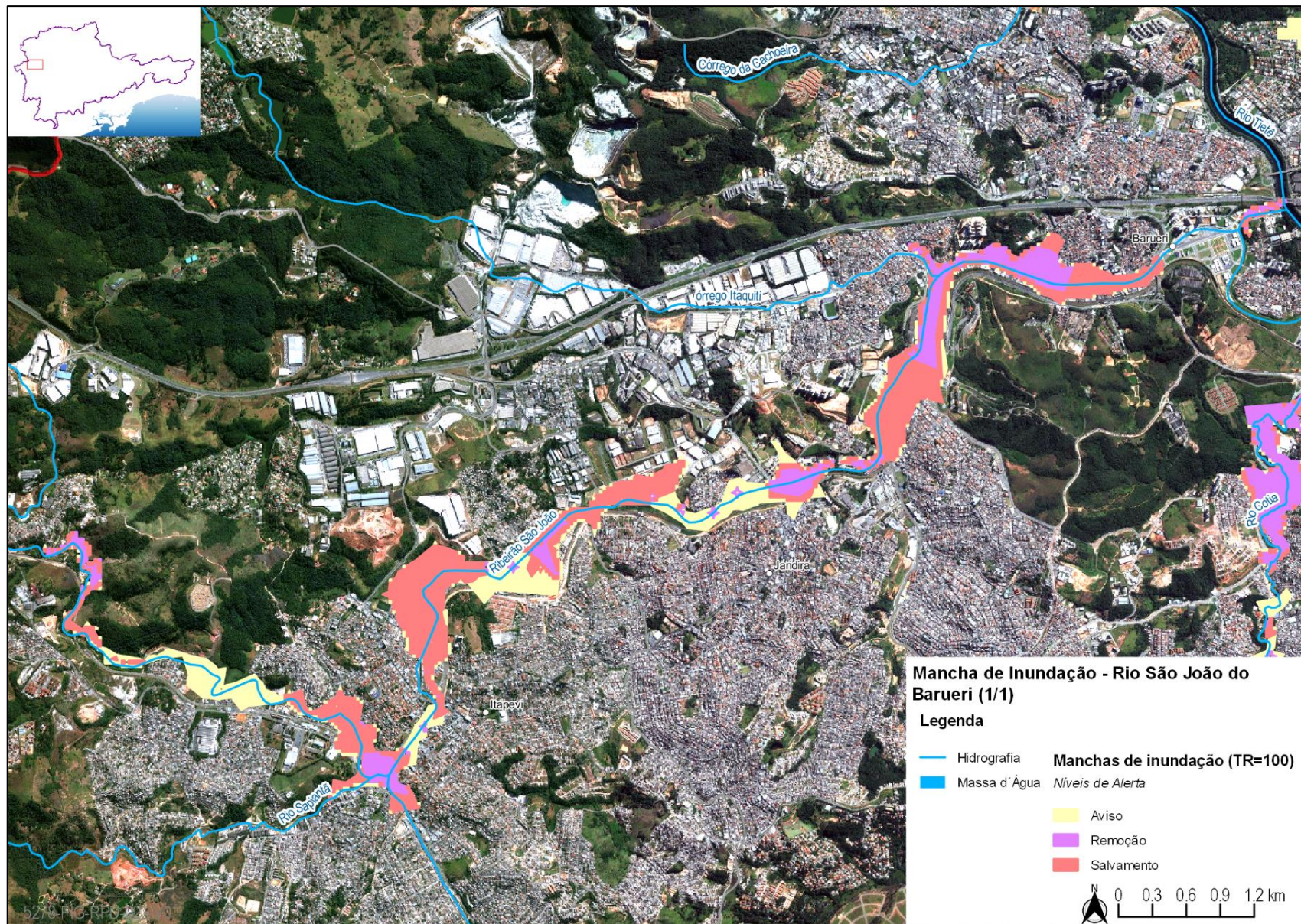


Figura I.8 - Mancha de Inundação - Rio São João do Barueri (1/1)

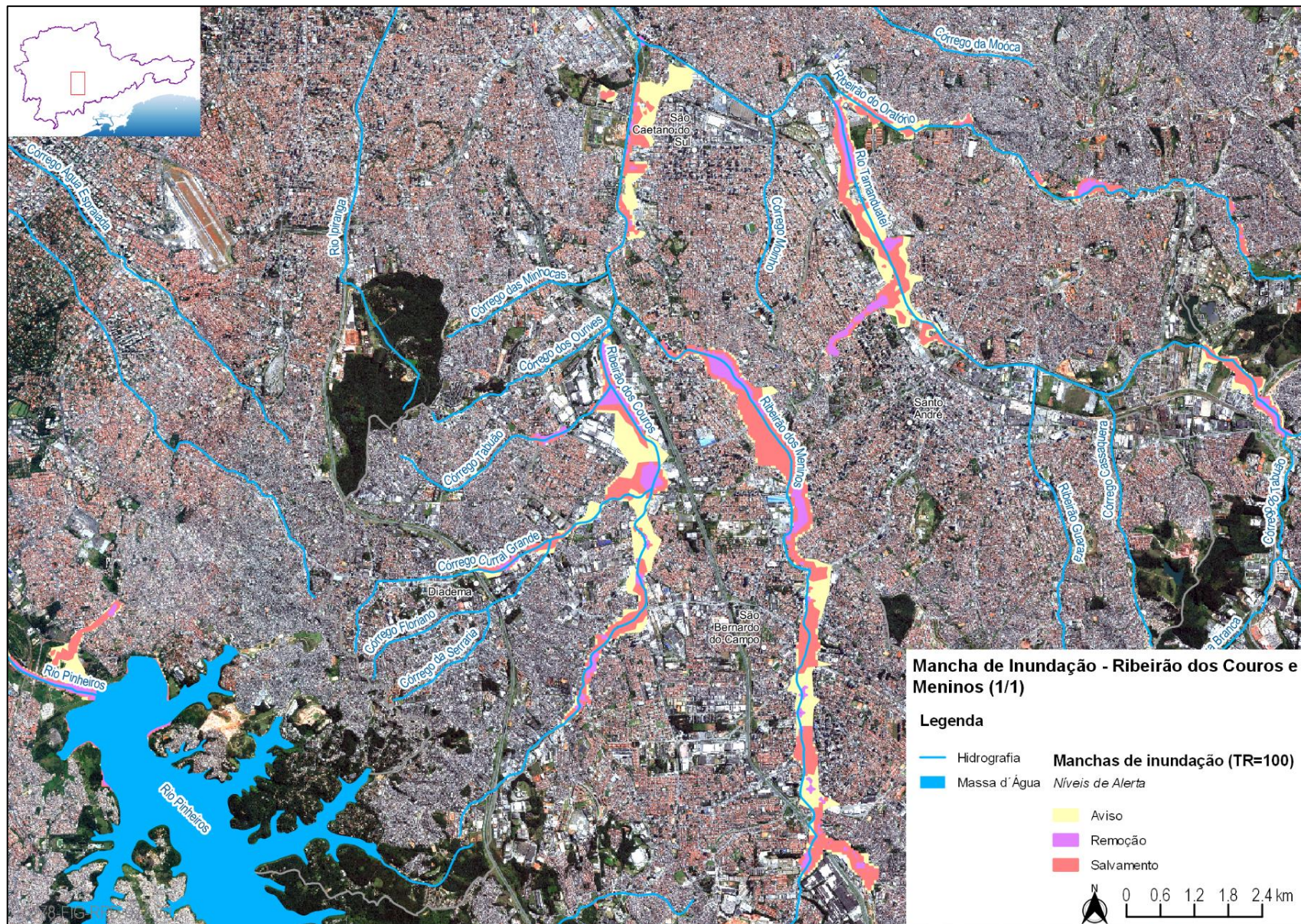


Figura I.9 - Mancha de Inundação - Ribeirão dos Couros e Meninos (1/1)

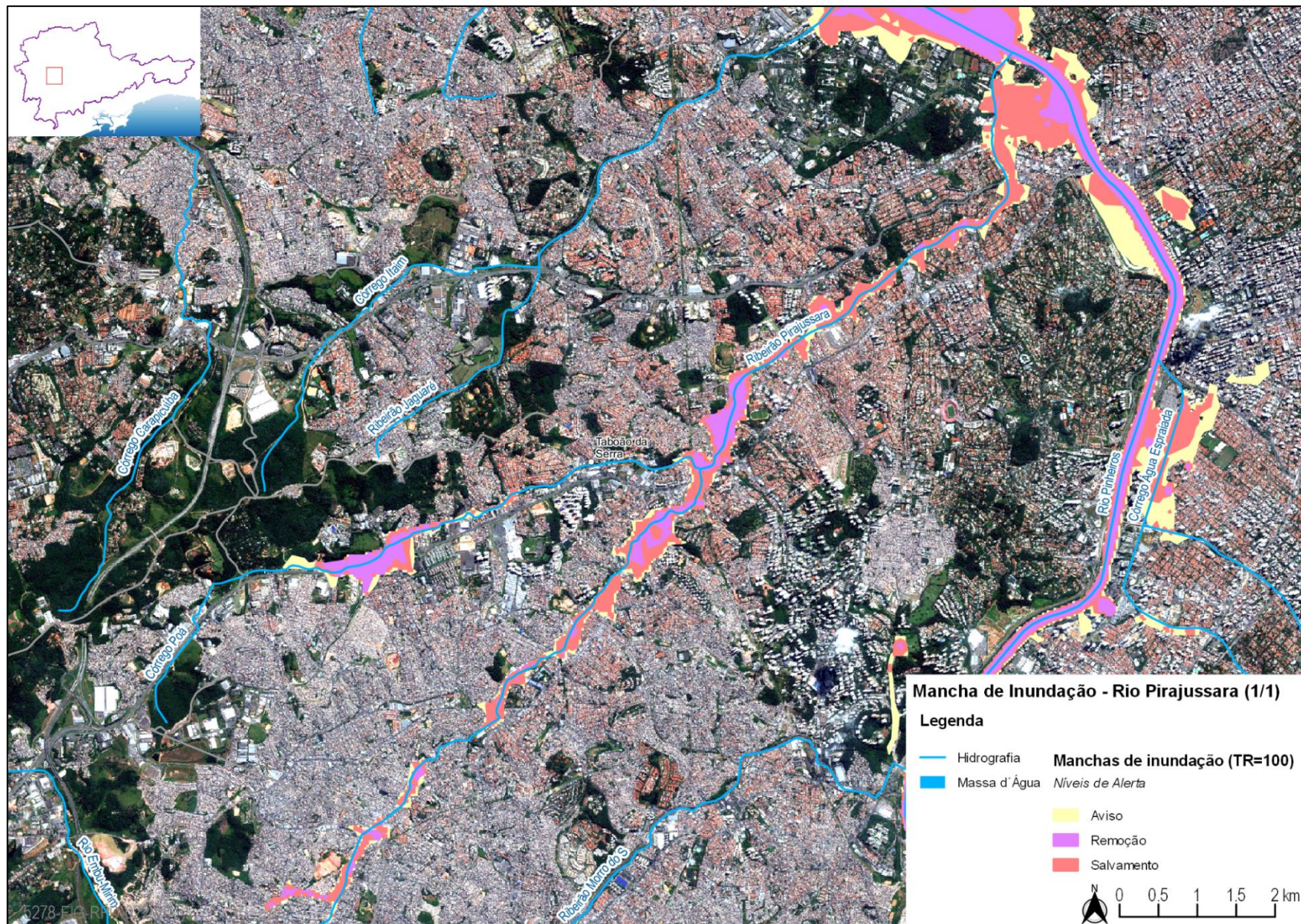


Figura I.10 - Mancha de Inundação - Rio Pirajussara (1/1)

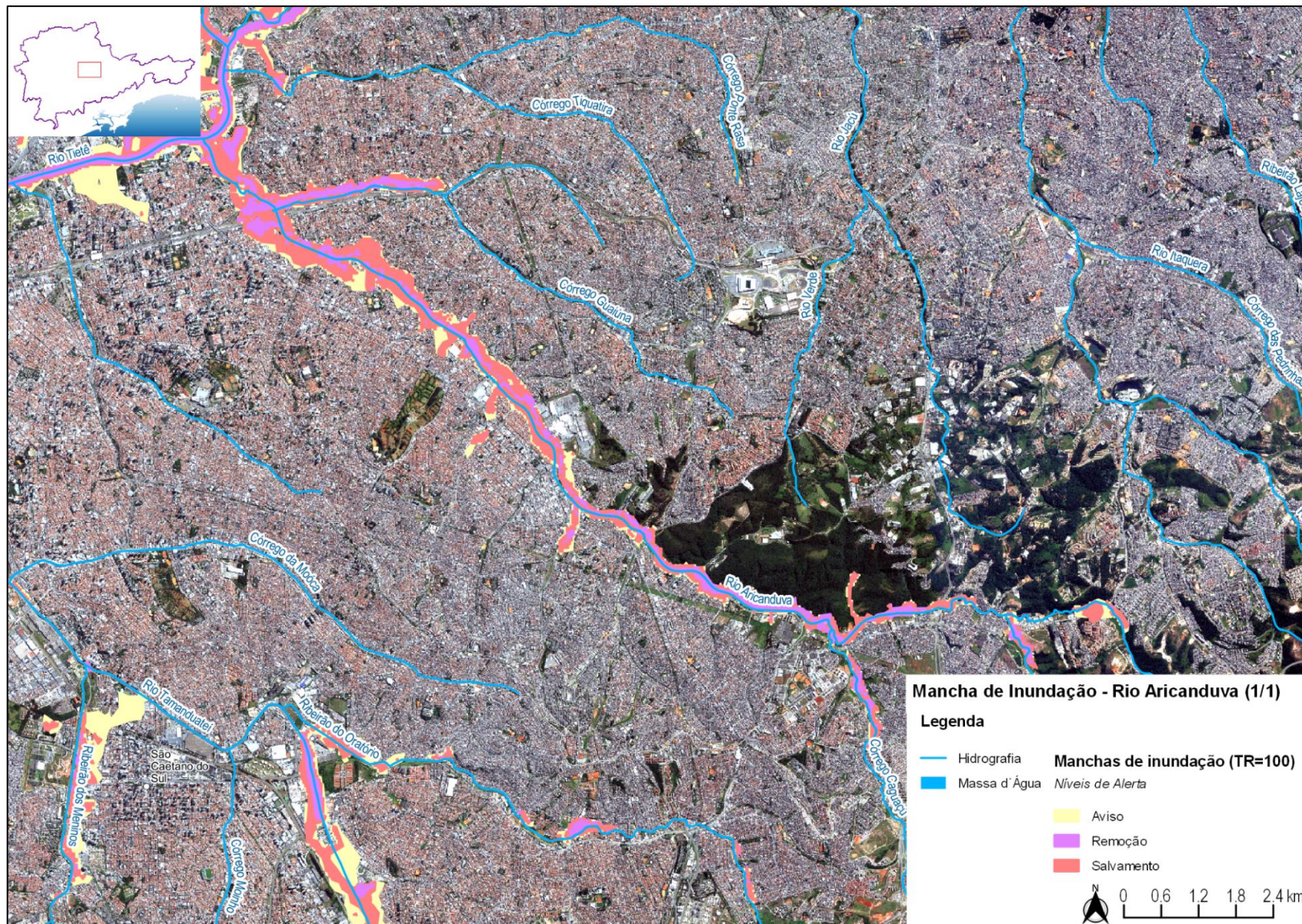


Figura I.11 - Mancha de Inundação - Rio Aricanduva (1/1)

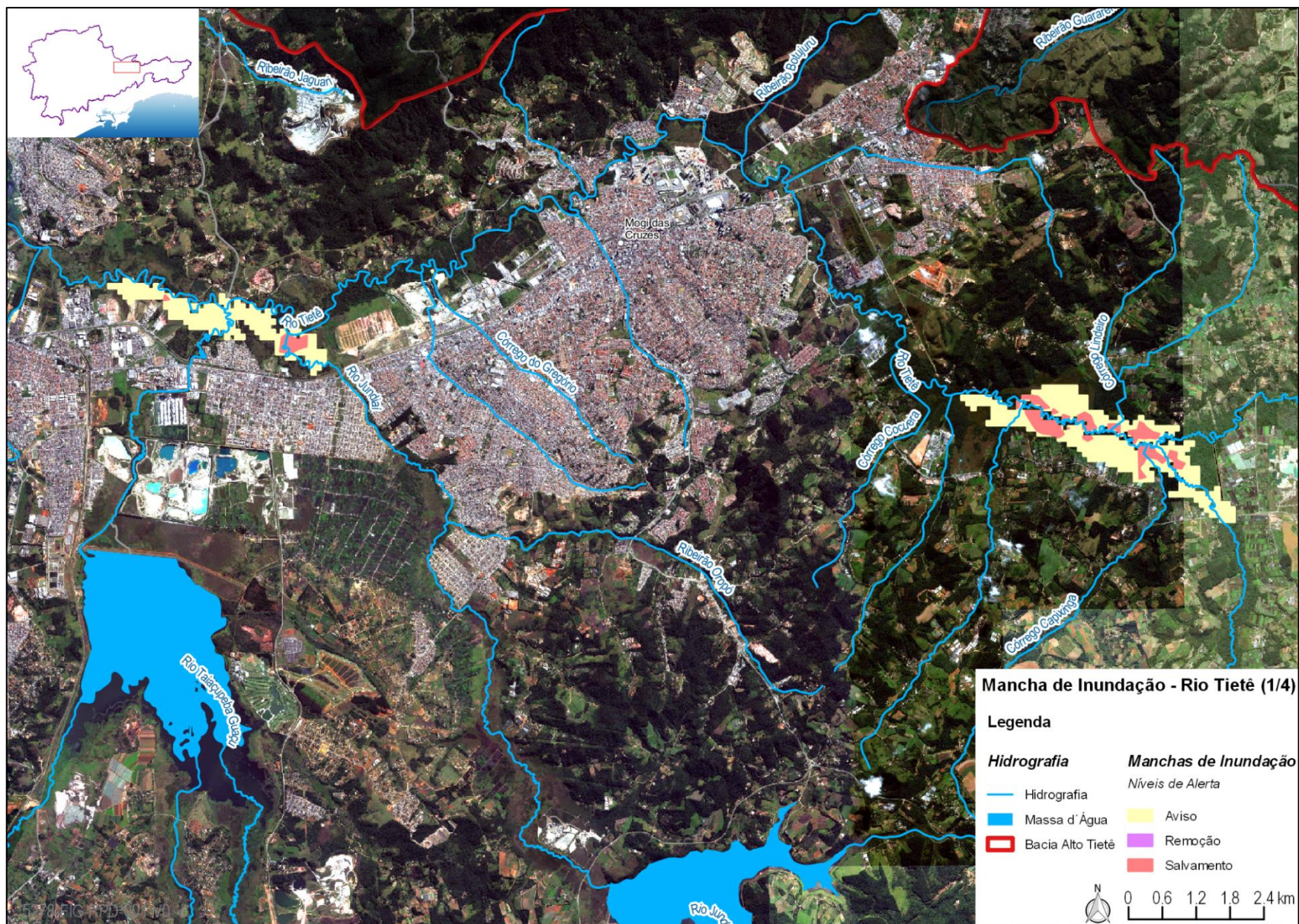


Figura I.12 - Mancha de Inundação - Rio Tietê (1/4)

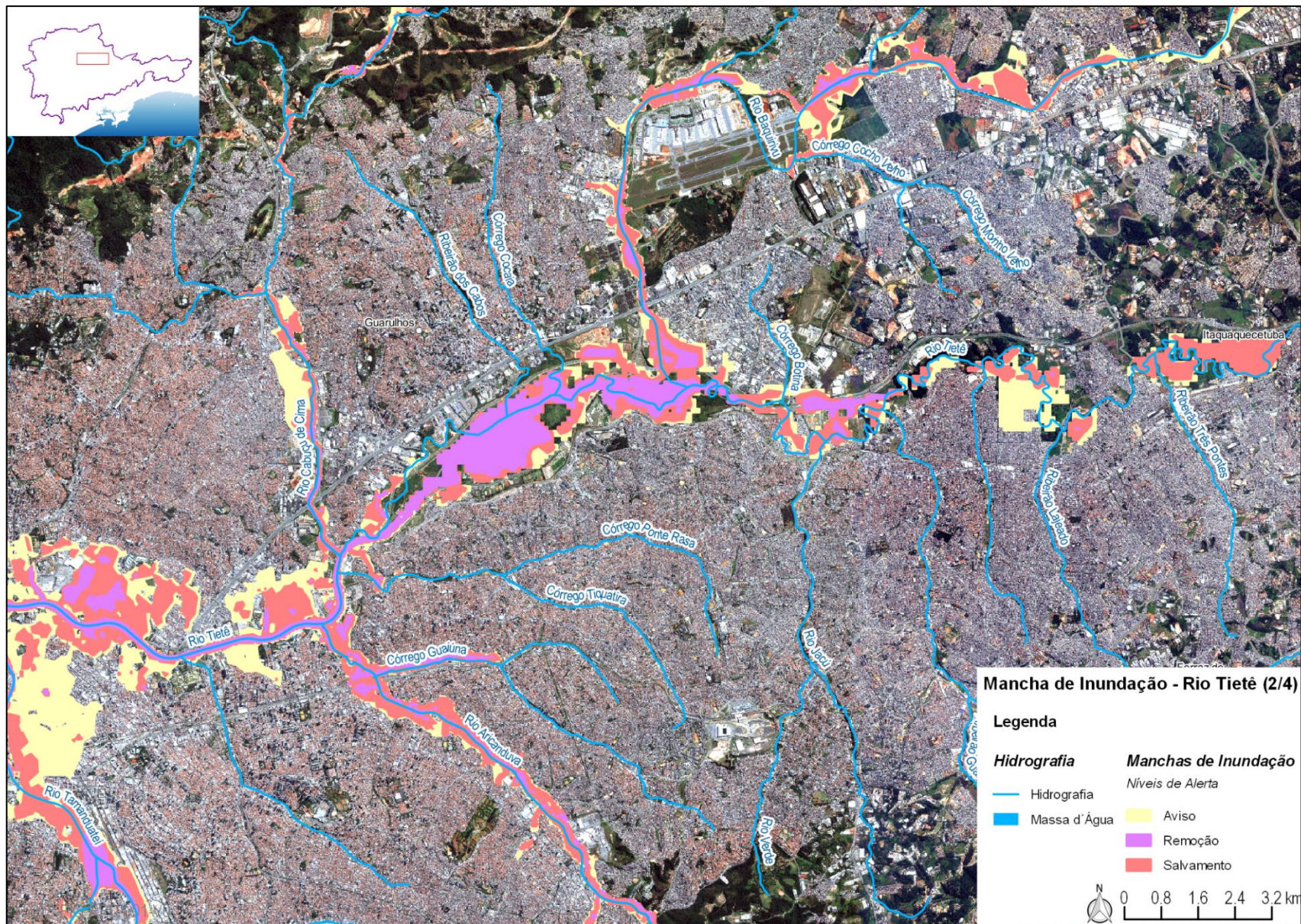


Figura I.13 - Mancha de Inundação - Rio Tietê (2/4)

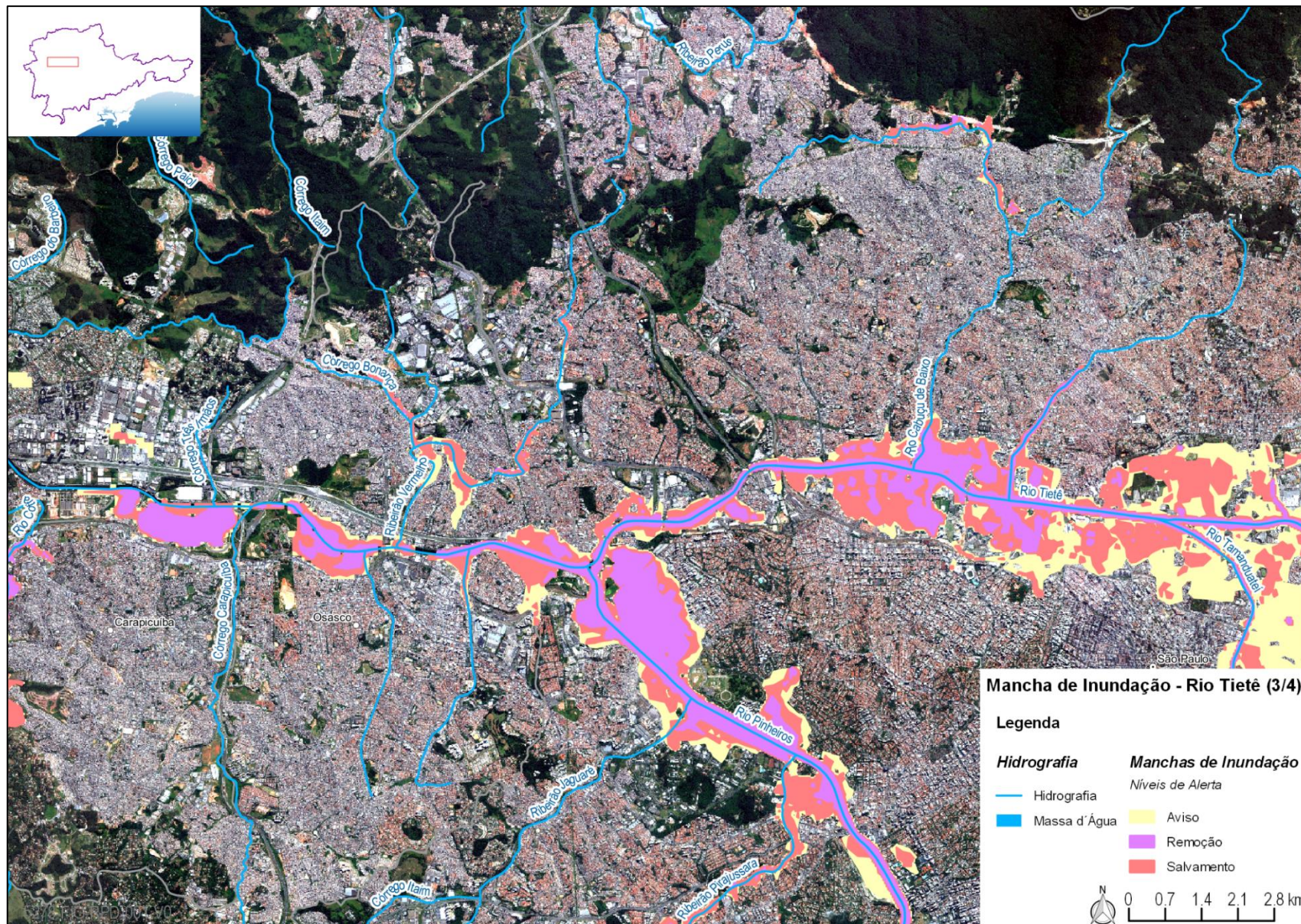


Figura I.14 - Mancha de Inundação - Rio Tietê (3/4)

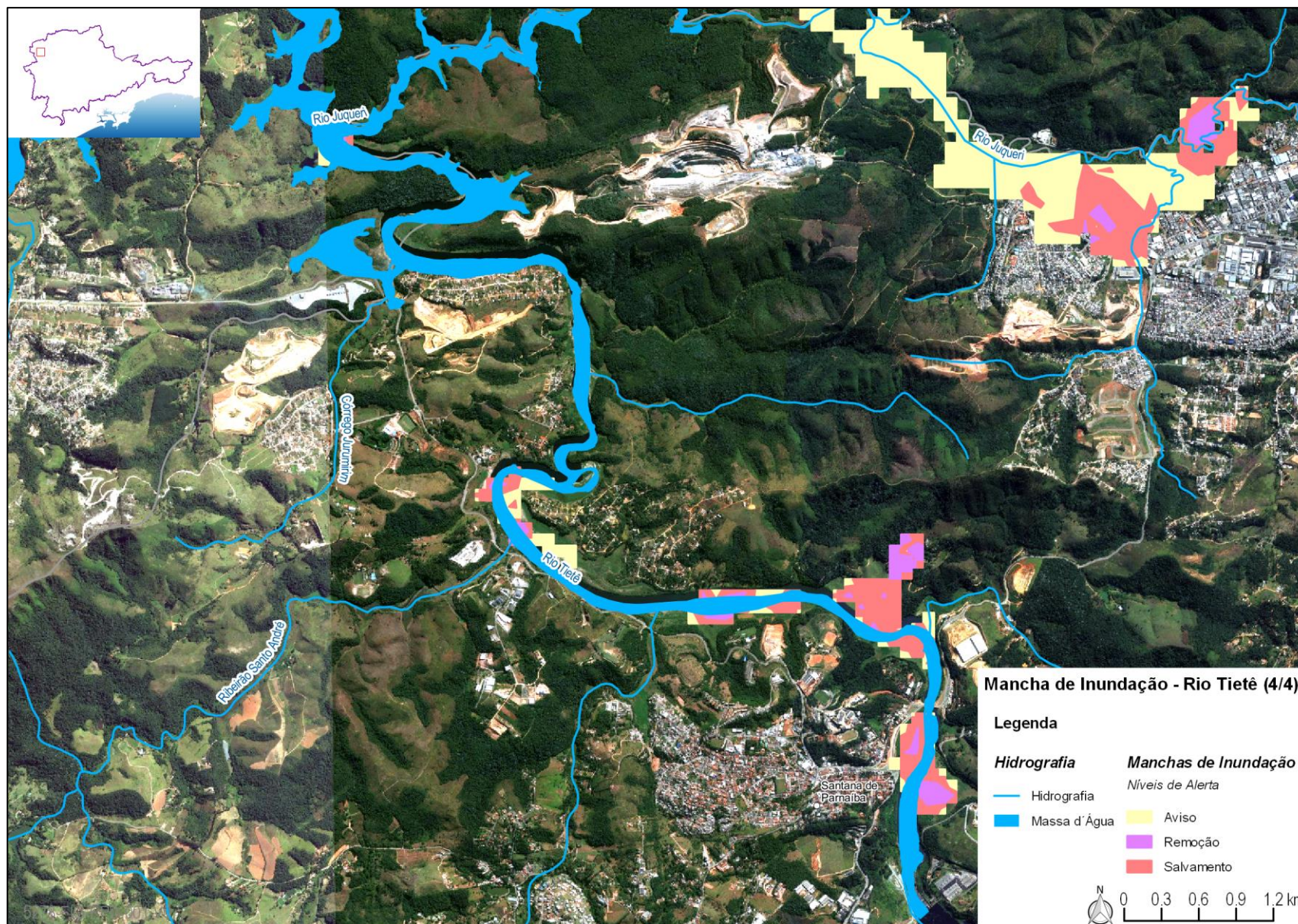


Figura I.15 - Mancha de Inundação - Rio Tietê (4/4)

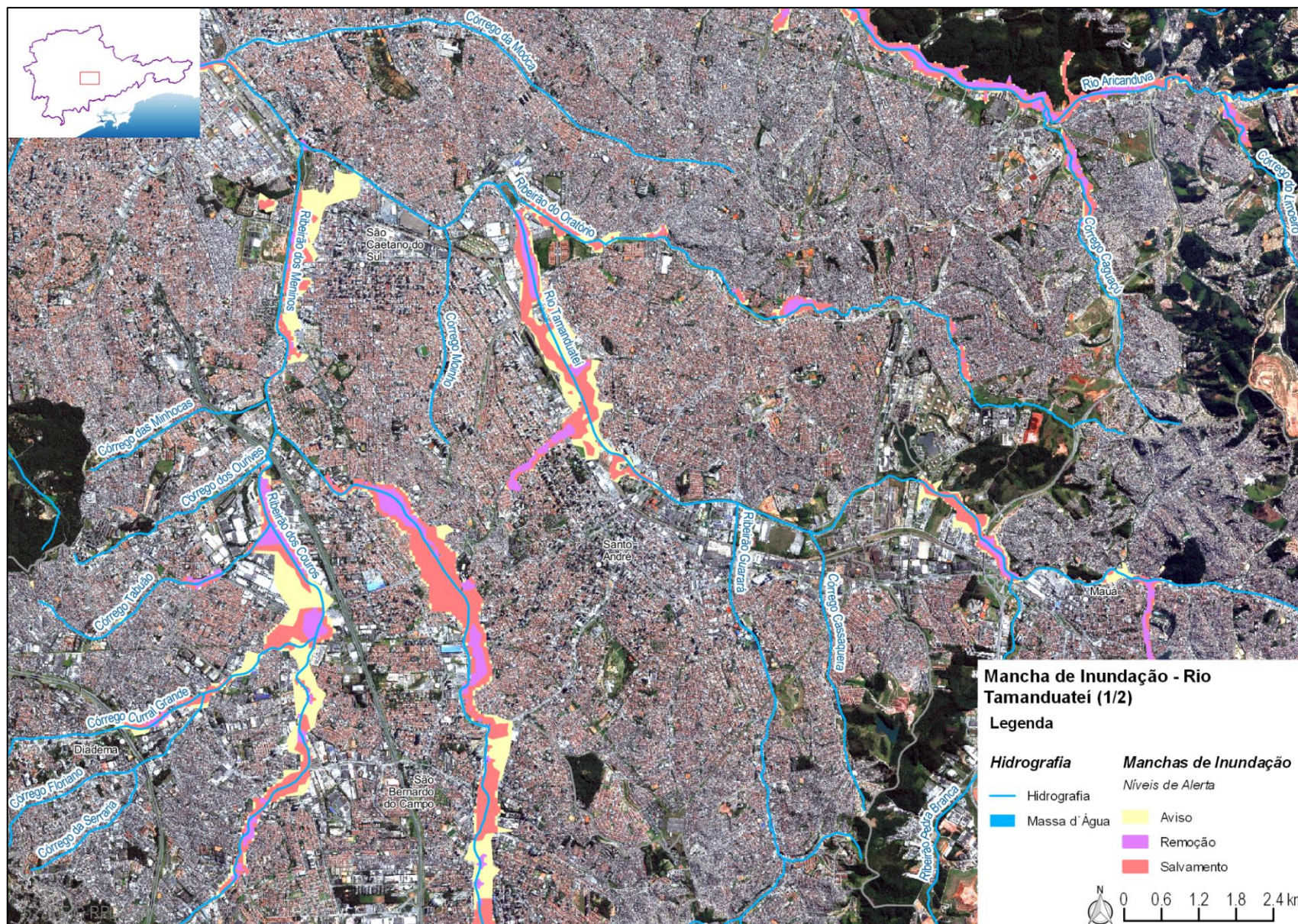


Figura I.16 - Mancha de Inundação - Rio Tamanduateí (1/2)

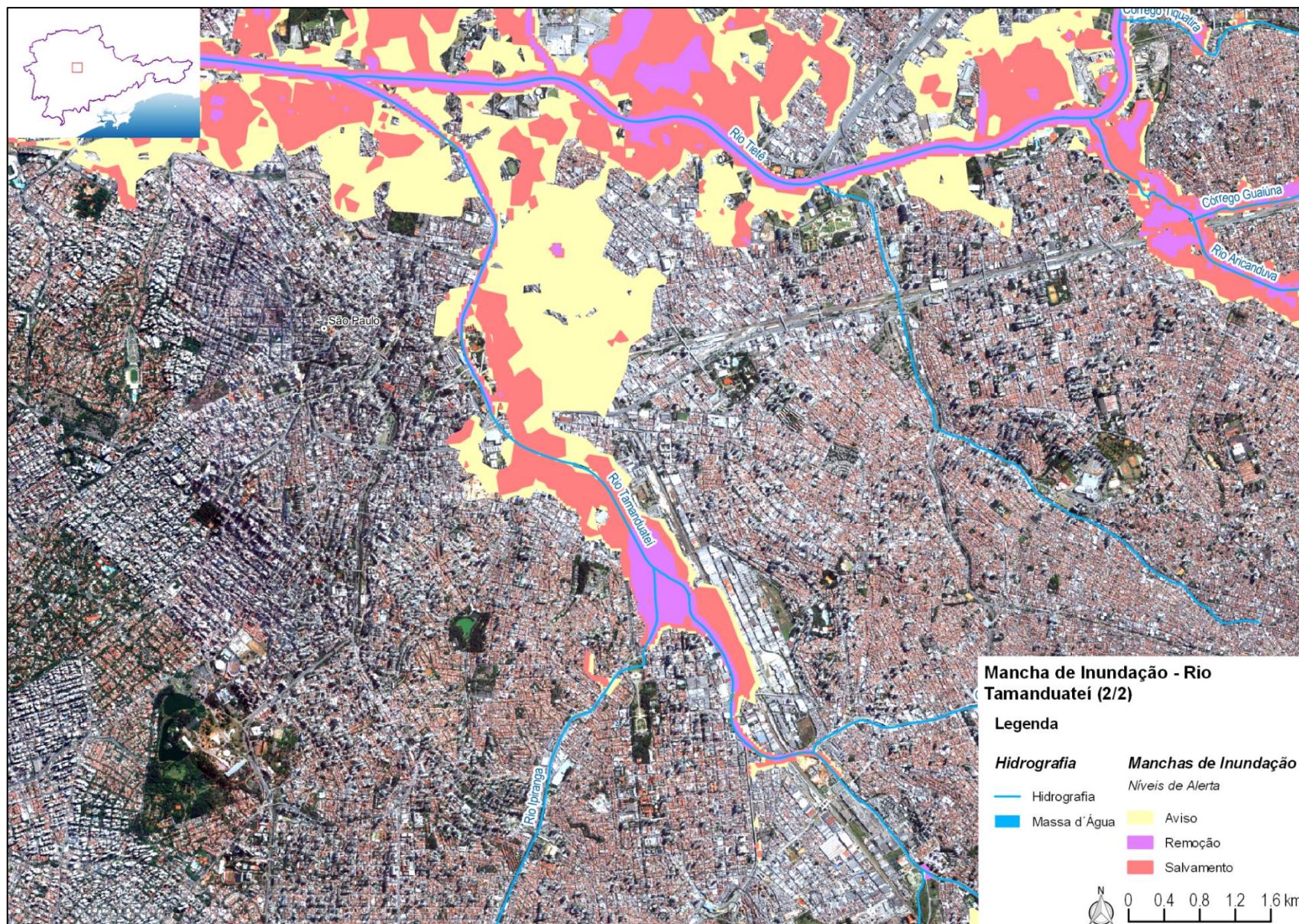


Figura I.17 - Mancha de Inundação - Rio Tamanduaí (2/2)

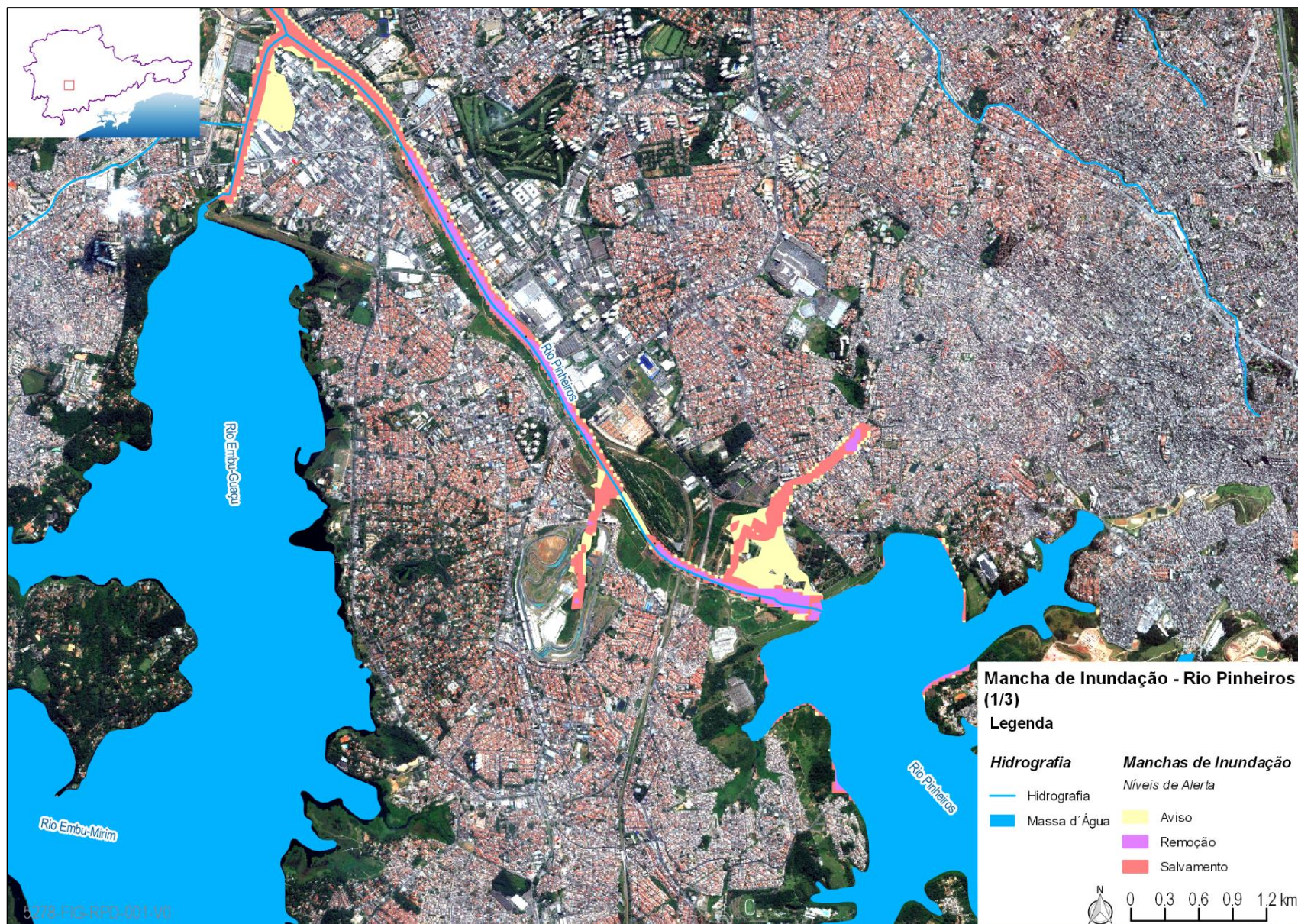


Figura I.18 - Mancha de Inundação - Rio Pinheiros (1/3)

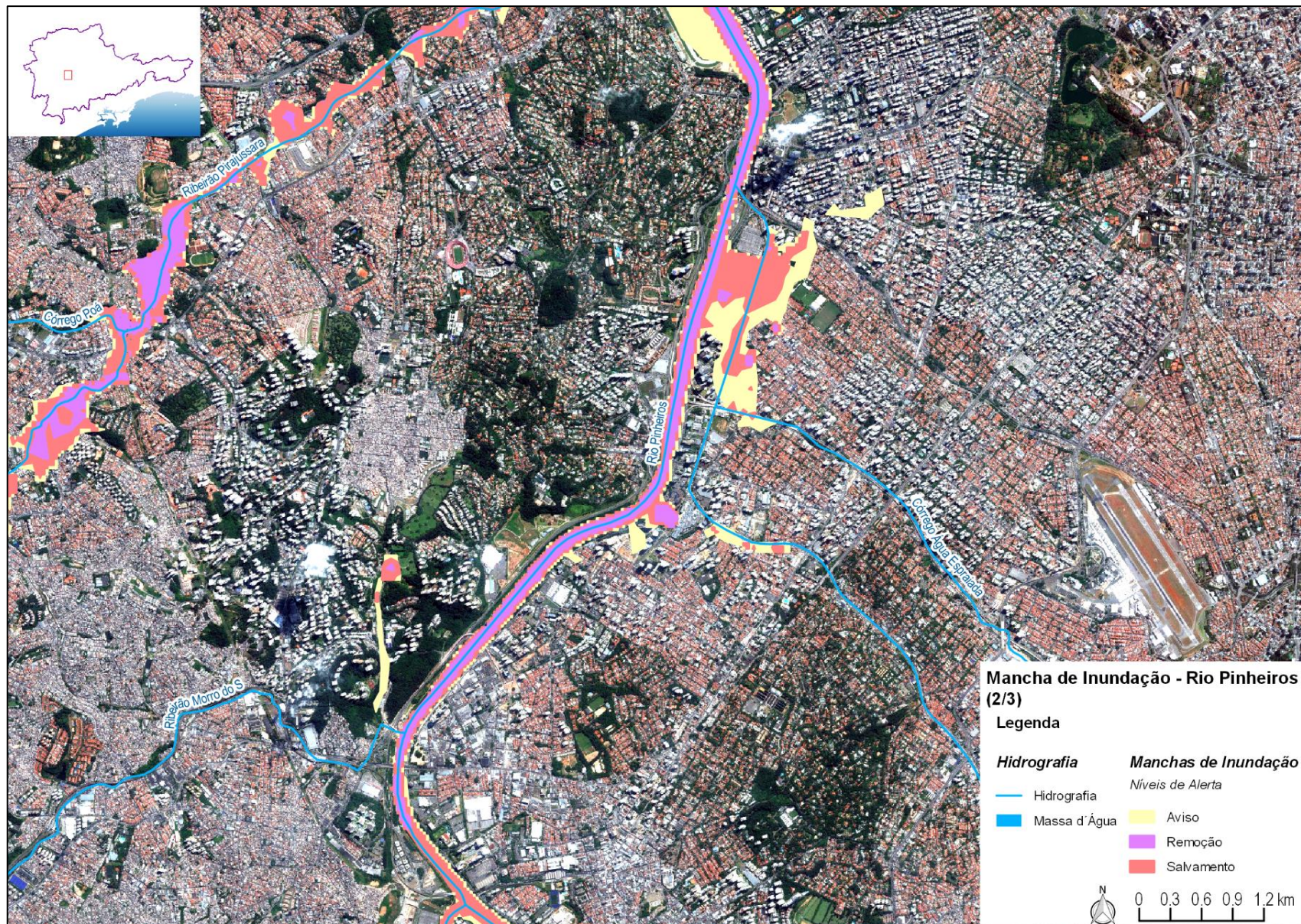


Figura I.19 - Mancha de Inundação - Rio Pinheiros (2/3)

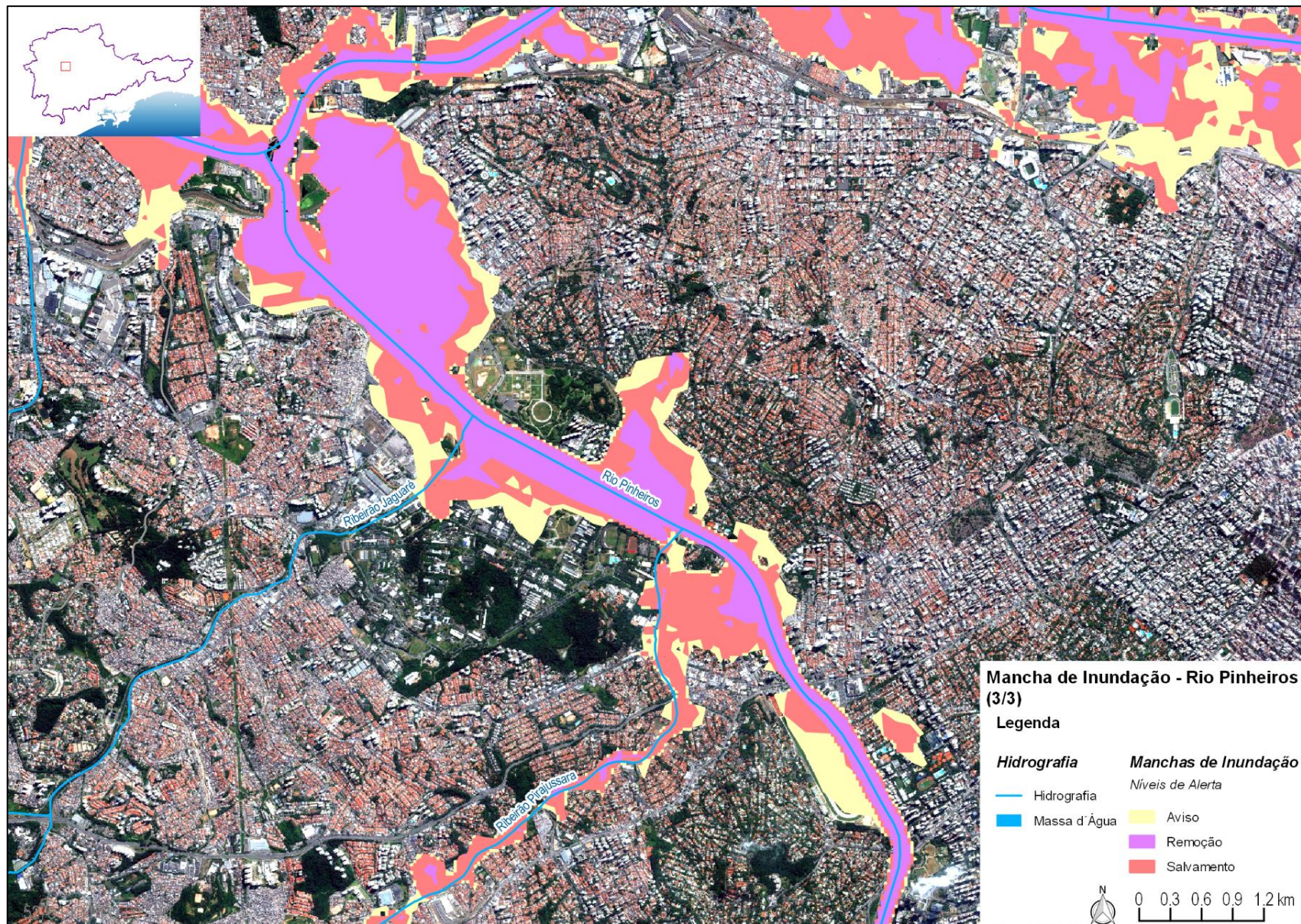


Figura I.20 - Mancha de Inundação - Rio Pinheiros (3/3)

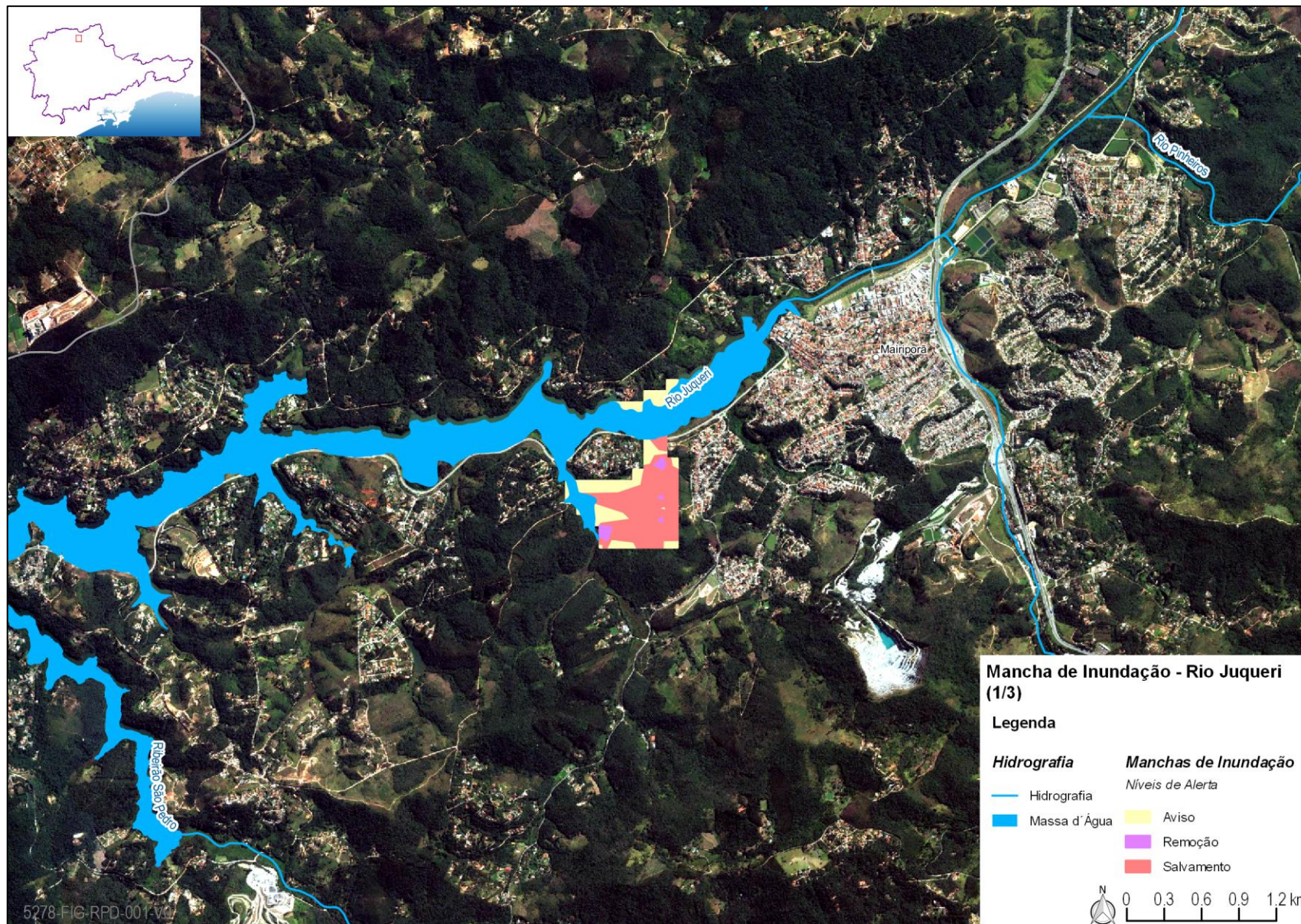


Figura I.21 - Mancha de Inundação - Rio Juqueri (1/3)

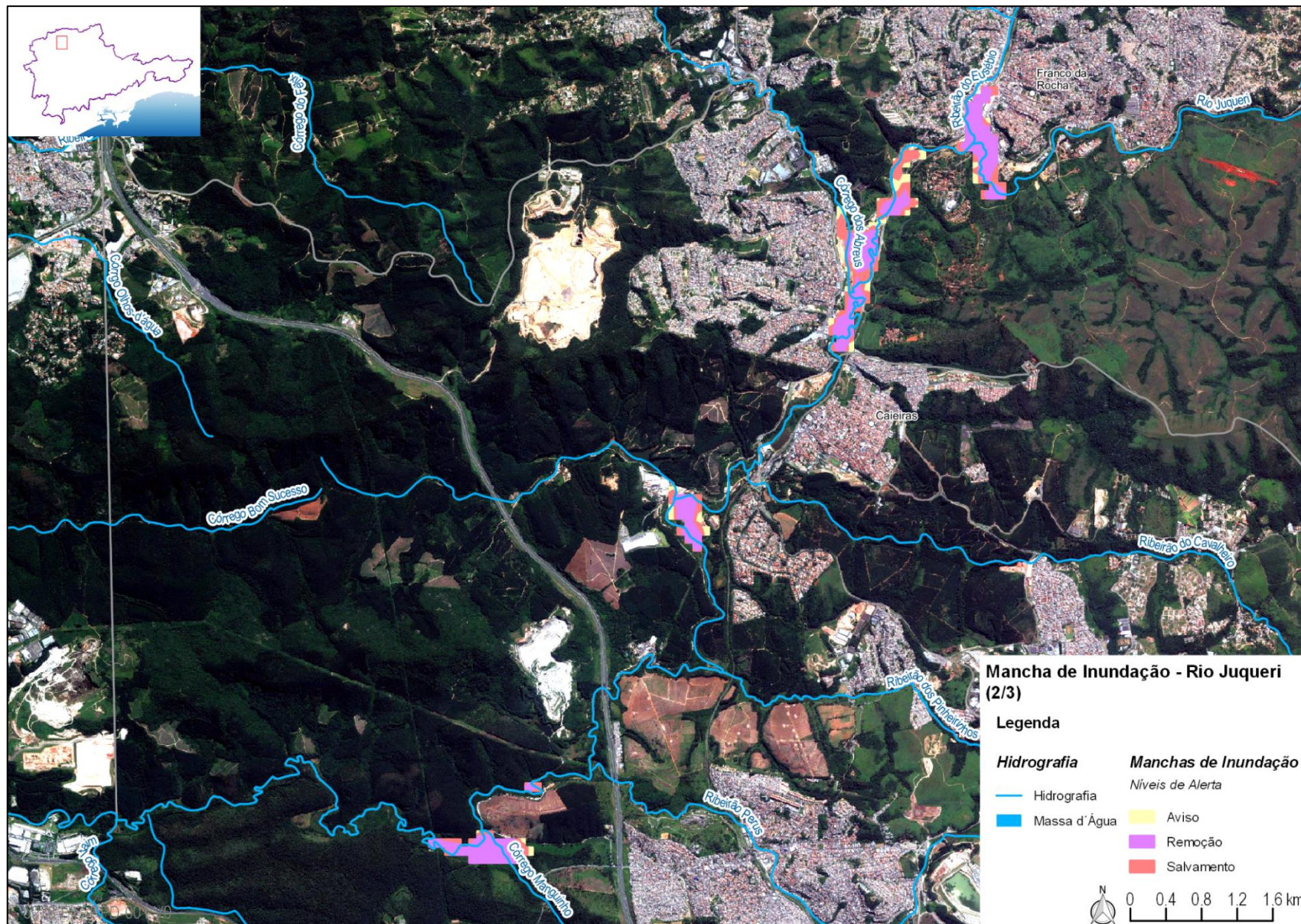


Figura I.22 - Mancha de Inundação - Rio Juqueri (2/3)

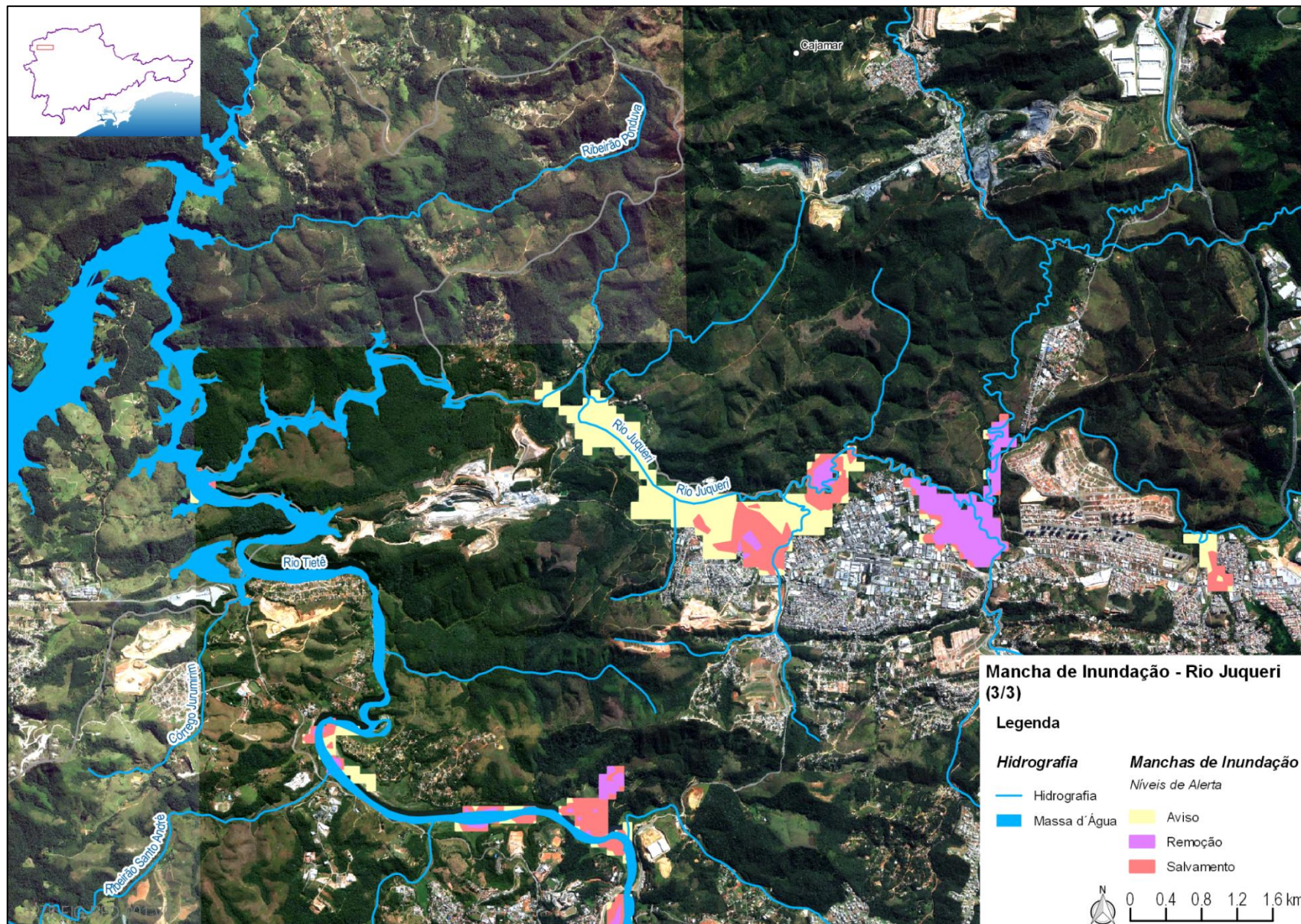


Figura I.23 - Mancha de Inundação - Rio Juqueri (3/3)

APÊNDICE II – PARQUES URBANOS E PARQUES LINEARES NA BAT

Quadro II.1 - Áreas Protegidas na BAT - Parques Urbanos e Parques Lineares

Área Protegida		Área (ha)	Municípios na BAT	Legislação de Criação/Regulamentação	Órgão Responsável pela Administração
PARQUES URBANOS E PARQUES LINEARES					
1	Parque Linear Água Vermelha Fase 1	11,6	São Paulo	SI*	
2	Parque Linear América	1,1	São Paulo	SI*	
3	Parque Linear Aricanduva Fase 1 - Viaduto Badra	6,4	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.510 de 01/11/2012 e Decreto Municipal nº 56.868 de 14/03/2016	
4	Parque Linear Benemerito José Brás	2,2	São Paulo	Lei Municipal nº 14.456 de 03/07/2007	
5	Parque Linear Castelo (Orla do Guarapiranga)	7,7	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.445 de 28/04/2008	
6	Parque Linear Consciência Negra	11,8	São Paulo	SI*	
7	Parque Linear do Córrego Rapadura	1,6	São Paulo	Decreto Municipal nº 51.487 de 13/05/2010	
8	Parque Linear do Ribeirão Caulim Fase 1	148	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.528 de 28/05/2008	
9	Parque Linear do Fogo	3,9	São Paulo	SI*	
10	Parque Linear Guaratiba Fase 1	4,2	São Paulo	SI*	
11	Parque Linear Invernada	0,8	São Paulo	SI*	
12	Parque Linear Ipiranguinha	1,9	São Paulo	SI*	
13	Parque Linear Itaim Paulista	7,4	São Paulo	SI*	
14	Parque Linear Mongaguá	5,2	São Paulo	Lei Municipal nº 15.175 de 24/05/2010	
15	Parque Linear Municipal Parelheiros	1,9	São Paulo	Decreto Municipal nº 50.886 de 28/09/2009	
16	Parque Linear do Córrego do Rio Verde	4,8	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.387 de 29/08/2012	
17	Parque Linear São José Fase 1	2,6	São Paulo	Decreto nº 49.444 de 28/04/2008	
18	Parque Linear Sapé	3,4	São Paulo	SI*	
19	Parque Linear Sete Campos	8,3	São Paulo	SI*	
20	Parque Linear Taboão	1,2	São Paulo	SI*	
21	Parque Linear Tiquatira - Engenheiro Werner Zulauf	19	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.905 de 13/08/2008	
22	Parque Linear Várzea do Tietê - Núcleo Antônio Arnaldo/Vila Jacui	13,7	São Paulo	SI*	
23	Parque Linear Vila Jacui (Jardim Primavera) Fase 1	2,7	São Paulo	SI*	
24	Parque Linear Zilda Arns (Nilo Coelho/Jardim Sapopemba) Fase 2	23,7	São Paulo	SI	
25	Parque Urbano Aclimação	13,6	São Paulo	Resolução Secretaria do Estado da Cultura 42/86 CONDEPHAAT e Resolução Conpresp 05/91	
26	Parque Urbano Alfredo Volpi (Morumbi)	13,6	São Paulo	SI*	SVMA – Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do Município de São Paulo
27	Parque Urbano Altos da Baronesa	2,4	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.228 de 20/06/2012	
28	Parque Urbano Área de Preservação Savoy City	1	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.646 de 19/12/2012	
29	Parque Urbano Buenos Aires	2,5	São Paulo	Resolução Conpresp 32/13	
30	Parque Urbano Burle Marx	18	São Paulo	Decreto Municipal nº 35.537 de 29/09/1995	
31	Parque Urbano Centro Educacional Recreativo e Esportivo do Trabalhador - CERET	27	São Paulo	SI*	
32	Parque Urbano Cantinho do Céu Fase 1	4,8	São Paulo	SI*	
33	Parque Urbano Casa Modernista	1,3	São Paulo	Resolução Secretaria do Estado da Cultura nº 29 de 20/10/1984	
34	Parque Urbano Chácara das Flores	4	São Paulo	Decreto nº 42.408 de 18/09/2002	
35	Parque Urbano Chico Mendes	6,1	São Paulo	SI*	
36	Parque Urbano Cidade de Toronto	13	São Paulo	SI*	
37	Parque Urbano CoHab Raposo Tavares Fase 1 - Juliana de Carvalho Torres	1,5	São Paulo	SI*	
38	Parque Urbano Colina de São Francisco	4,8	São Paulo	Decreto Municipal nº 44.925 de 25/06/2004	
39	Parque Urbano da Ciência	17,1	São Paulo	SI*	
40	Parque Urbano do Carmo	147,6	São Paulo	SI*	
41	Parque Urbano do Cordeiro - Martin Luther King	3,4	São Paulo	Decretos Municipais nº 43.699 de 02/09/2003 e nº 52.601 de 29/08/2011	
42	Parque Urbano dos Eucaliptos	1,7	São Paulo	Decreto Municipal nº 41.764 de 07/03/2002	
43	Parque Urbano Ecológico de Campo Cerrado Dr. Alfredo Usteri (Cerradinho)	1,8	São Paulo	SI*	
44	Parque Urbano Ecológico Central Itaim Paulista – Fase 1	2,3	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.408 de 13/09/2012	
45	Parque Urbano Ecológico Professora Lygia Natalizio Diogo (Vila Prudente)	8	São Paulo	Lei nº 12.139 de 05/07/1996 e Decreto nº 45.655 de 27/12/2004	
46	Parque Urbano Ermelino Matarazzo (Dom Paulo Evaristo Arns)	0,6	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.210 de 13/02/2008	
47	Parque Urbano Guabiobeira	30,5	São Paulo	SI*	
48	Parque Urbano Guanhembu	7	São Paulo	Decreto Municipal nº 48.996 de 30/11/2007	

Quadro II.1 - Áreas Protegidas na BAT - Parques Urbanos e Parques Lineares (cont.)

Área Protegida	Área (ha)	Municípios na BAT	Legislação de Criação/Regulamentação	Órgão Responsável pela Administração
PARQUES URBANOS E PARQUES LINEARES				
49	Parque Urbano Guarapiranga	14,7	São Paulo	SI*
50	Parque Urbano Ibirapuera	131,2	São Paulo	Resolução da Secretaria do Estado da Cultura nº 01/92
51	Parque Urbano Independência	9,1	São Paulo	Resolução CONDEPHAAT de 02/04/1975; Resolução Conpresp nº11/2007
52	Parque Urbano Jacinto Alberto	3,5	São Paulo	SI*
53	Parque Urbano Jacques Cousteau	6,7	São Paulo	Decreto Municipal nº 48.758 de 26/09/2007
54	Parque Urbano Jardim da Conquista	37	São Paulo	SI*
55	Parque Urbano Jardim das Perdizes	7,7	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.443 de 26/09/2012
56	Parque Urbano Jardim Felicidade	2,6	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.206 de 13/02/2008
57	Parque Urbano Jardim Herculano	7,6	São Paulo	Decreto Municipal nº 44.485 de 10/03/2004
58	Parque Urbano Lajeado - Izaura Pereira de Souza Franzolin	1,4	São Paulo	Decreto Municipal nº 51.715 de 16/08/2010
59	Parque Urbano Leopoldina - Orlando Villas-Boas	6,7	São Paulo	Lei Municipal nº 14.686 de 12/02/2008 e Decreto Municipal nº 52.083 de 17/01/2011
60	Parque Urbano Lina e Paulo Raia	1,5	São Paulo	SI*
61	Parque Urbano Linear do Córrego do Bananal/Canivete Fase 1	5,5	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.607 de 13/06/2008
62	Parque Urbano Lions Tucuruvi	2,3	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.207 de 13/02/2008
63	Parque Urbano Luiz Carlos Prestes	3	São Paulo	SI*
64	Parque Urbano Luz	10,3	São Paulo	Resolução CONDEPHAAT nº 31 de 08/08/1981
65	Parque Urbano Mário Pimenta Camargo (Parque do Povo)	11,6	São Paulo	SI*
66	Parque Urbano M'Boi Mirim	19,2	São Paulo	Decreto Municipal nº 51.217 de 29/01/2010
67	Parque Urbano Nabuco	3	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.208 de 13/02/2008
68	Parque Urbano Nove de Julho (Orla Guarapiranga)	61,3	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.446 de 28/04/2008
69	Parque Urbano Parque das Águas	7,4	São Paulo	Decreto Municipal nº 45.254 de 08/09/2004
70	Parque Urbano Pinheirinho d'Água	36,7	São Paulo	Decreto Municipal nº 44.868 de 17/06/2004
71	Parque Urbano Piqueri	9,8	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.211 de 13/02/2008
72	Parque Urbano Praia de São Paulo (Praia do Sol – Fase 1, Orla Guarapiranga)	4	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.374 de 03/04/2008
73	Parque Urbano Prefeito Mário Covas	0,8	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.418 de 18/04/2008
74	Parque Urbano Previdência	8,9	São Paulo	Decreto Municipal nº 51.112 de 14/12/2009
75	Parque Urbano Quississana (Reserva)	3,6	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.175 de 31/05/2012
76	Parque Urbano Raposo Tavares	21,1	São Paulo	Decreto Municipal nº 50.259 de 26/11/2008
77	Parque Urbano Raul Seixas	3,3	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.212 de 13/02/2008
78	Parque Urbano Reserva do Morumbi	1,5	São Paulo	SI*
79	Parque Urbano Rodrigo de Gasperi	3,7	São Paulo	SI*
80	Parque Urbano Santa Amélia	3,7	São Paulo	SI*
81	Parque Urbano Santo Dias	13,6	São Paulo	SI*
82	Parque Urbano São Domingos	7,6	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.213 de 13/02/2008
83	Parque Urbano Sapopemba (Aterro)	26,8	São Paulo	SI*
84	Parque Urbano Sena	2,8	São Paulo	Decreto Municipal nº 44.207 de 05/12/2003
85	Parque Urbano Senhor do Vale	2,4	São Paulo	Decreto Municipal nº 51.162 de 05/01/2010
86	Parque Urbano Severo Gomes	2,7	São Paulo	Decreto Municipal nº 32.934 de 30/12/1992
87	Parque Urbano Shangrilá	6,9	São Paulo	Decreto Municipal nº 53.703 de 22/01/2013
88	Parque Urbano Tenente Brigadeiro Roberto Faria Lima	3,9	São Paulo	Decreto Municipal nº 44.869 de 17/06/2004
89	Parque Urbano Tenente Siqueira Campos (Trianon)	3,6	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.417 de 18/04/2008
90	Parque Urbano Trote	5,5	São Paulo	SI*
91	Parque Urbano Victor Civitta	1,4	São Paulo	SI*
92	Parque Urbano Vila do Rodeio	62	São Paulo	Decreto Municipal nº 44.208 de 04/12/2003
93	Parque Urbano Vila dos Remédios	10,4	São Paulo	Decreto Municipal nº 49.215 de 14/02/2008
94	Parque Urbano Vila Maria/Vila Guilherme	8,5	São Paulo	SI*
95	Parque Urbano Vila Sílvia Fase 1	0,6	São Paulo	SI*
96	Parque Urbano Zilda Arns (Nilo Coelho/ Jardim Sapopemba) Fase 1	4,4	São Paulo	SI*
97	Parque Urbano Zilda Natel	0,2	São Paulo	Decreto Municipal nº 50.425 de 12/02/2009

SVMA – Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do Município de São Paulo

SI – Sem Informação; * citado nos Anexos do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (Lei 16.050 de 31/07/2014)