

**Universidade de São Paulo**  
**Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências humanas**  
**Departamento de Geografia**

BRUNO DELVEQUIO ZEQUIN

**Projeto Tietê: estudo sobre sua eficiência**

Versão original

São Paulo  
2020

BRUNO DELVEQUIO ZEQUIN

**Projeto Tietê: estudo sobre sua eficiência**

Versão original

Trabalho de Graduação Individual  
apresentado à Faculdade de Filosofia,  
Letras e Ciências Humanas, da  
Universidade de São Paulo, como parte  
dos requisitos para a obtenção do título de  
Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Fernando Nadal  
Junqueira Villela

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Z898p      ZEQUIN, BRUNO  
Projeto Tietê: estudo sobre sua eficiência /  
BRUNO ZEQUIN ; orientador Fernando Nadal Junqueira  
Villela. - São Paulo, 2020.  
101 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual)- Faculdade  
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da  
Universidade de São Paulo. Departamento de  
Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. Rio Tietê. 2. Esgotos sanitários. I. Villela,  
Fernando Nadal Junqueira, orient. II. Título.

*Dedico esse trabalho à memória do  
meu tio Luiz, uma das tantas  
vítimas do Corona vírus.*



## **AGRADECIMENTOS**

À universidade de São Paulo que permitiu o meu retorno ao curso de Geografia, com a oportunidade de concluir.

Ao Dr. Fernando Nadal Villela que me orientou durante a realização da pesquisa. Mesmo à distância possibilitou encontros virtuais, estando presente sempre que precisei.

Aos meus pais que sempre me apoiaram e incentivaram o retorno ao curso. Caminharam comigo em todos os momentos.

Às minhas amigas e amigos que viveram comigo todas as partes da pesquisa e contribuíram com para além. O amparo emocional foi indispensável para a conclusão.

À minha companheira de todos os momentos e que passou as madrugadas ao meu lado me apoiando.

À todas e todos que de alguma forma contribuíram para o meu retorno ao curso e realização da pesquisa.

*A meditação sobre o Tietê*

*Já nada me amarga mais a recusa da vitória  
Do indivíduo, e de me sentir feliz em mim.  
Eu mesmo desisti dessa felicidade deslumbrante,  
E fui por tuas águas levado,  
A me reconciliar com a dor humana pertinaz,  
E a me purificar no barro dos sofrimentos dos homens.  
Eu que decido. E eu mesmo me reconstituí árduo na dor  
Por minhas mãos, por minhas desvividas mãos, por  
Estas minhas próprias mãos que me traem,  
Me desgastaram e me dispersaram por todos os descaminhos,  
Fazendo de mim uma trama onde a aranha insaciada  
Se perdeu em cisco e porem, cadáveres e verdades e ilusões.*

*Mario de Andrade*

## RESUMO

A pesquisa avaliou os resultados do Projeto Tietê ao longo das quatro etapas de execução do projeto. O objetivo da pesquisa é analisar a eficiência do projeto Tietê ao longo dos vinte e oito anos de existência. Para isso a pesquisa foi orientada pelos indicadores: 1) Metas e prazos de cada fase; 2) Resultados de despoluição do rio a partir do IQA e ICTEM, comparando os resultados fornecidos pela SABESP e CETESB; 3) Recursos financeiros aplicados. Como metodologia foi feita uma análise evolutiva dos resultados de despoluição e de tratamento de esgoto, verificando as metas e prazos que foram cumpridos e não cumpridos em conjunto com a quantificação de recursos financeiros utilizados em cada etapa do projeto de despoluição. Verificou-se que a qualidade da água na BAT não melhorou, em contrapartida a quantidade de coleta e tratamento de esgoto na RMSP aumentou. A análise dos dados revelou divergência entre as informações fornecidas pela companhia SABESP e pela CETESB.

**Palavras-chave:** Projeto Tietê. Eficiência. Saneamento básico.

## **ABSTRACT**

The research evaluated the results of the Projeto Tietê over the four stages of project execution. The objective of the research is to analyze the efficiency of the Tietê project over the twenty-eight years of its existence. For this, the research was guided by the indicators: 1) Goals and deadlines for each phase; 2) Results of depollution of the river from the IQA and ICTEM, comparing the results provided by SABESP and CETESB; 3) Financial resources invested. As a methodology, an evolutionary analysis of the results of depollution and sewage treatment was carried out, verifying the goals and deadlines that were met and not met together with the quantification of financial resources used in each stage of the depollution project. It was found that the water quality in the BAT did not improve, on the other hand, the amount of sewage collection and treatment in the RMSP increased. The analysis of the data revealed a divergence between the information provided by the company SABESP and by CETESB.

**Keywords:** Projeto Tietê. Efficiency. Basic sanitation.

## LISTA DE SIGLAS

BAT	Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
ETA	Estação de tratamento de água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICTEM	Indicador de coleta e tratabilidade de Esgoto e Município
IQA	Índice de Qualidade das Águas
PBH-AT	Plano da bacia hidrográfica do alto Tietê
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
RMSP	Região metropolitana de São Paulo
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídrico

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### QUADROS

Quadro 1: Classificação dos recursos naturais .....	24
Quadro 2: Sub-regiões hidrográficas da Bacia do Alto Tietê .....	42
Quadro 3: Municípios que compõem o sistema principal .....	54

### FIGURAS

Figura 1: O ciclo hidrológico (sem escalas).....	27
Figura 2: Mapa de divisão do Estado de São Paulo, em 22 (Vinte e duas) unidade de Gerenciamento de recursos hídricos - UGRHIs .....	29
Figura 3: Categoria e faixas de classificação do IQA .....	33
Figura 4: Hidrografia e Declividade na BAT .....	38
Figura 5: Mapa BAT – Demanda Total Estimada – FABHAT (2018).....	48
Figura 6: Esgotamento Sanitário .....	55
Figura 7: Etapas de implantação do Projeto Tietê na RMSP .....	58
Figura 8: Níveis de IQA e tendência de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo (1994) .....	62
Figura 9: Níveis de IQA e tendência de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo (1998) .....	63
Figura 10: Mapa de níveis e tendências da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo.....	68
Figura 11: Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município - 2008 ..	73
Figura 12: Localização dos projetos previstos na etapa 4.....	87

### GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição percentual das categorias do IQA (UGRHI 6) .....	53
Gráfico 2: Distribuição IQA UGRHI 6 (1998) .....	61
Gráfico 3: Comparação quantidade IQA por categorias (2000 e 2008).....	69
Gráfico 4: Distribuição IQA UGRHI 6 (2019) .....	79
Gráfico 5: Comparação porcentagem IQA por categorias (2000, 2008, 2019) .....	80
Gráfico 6: Categorias de ICTEM – UGRHI 6 (2008 e 2019).....	81
Gráfico 7: Perfil do IQA ao longo do rio Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos .....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição de água nos principais reservatórios naturais.....	25
Tabela 2: Tipos de processos de tratamento de esgotos e características.....	30
Tabela 3: Municípios inseridos na BAT – Área, população e densidade demográfica .....	39
Tabela 4: Sub-bacias da BAT – Disponibilidade hídrica.....	42
Tabela 5: Indicadores de disponibilidade de recursos hídricos .....	43
Tabela 6: Indicadores de demanda por recursos hídricos – Demanda de água .....	46
Tabela 7: Falha de atendimento às demandas totais da BAT .....	49
Tabela 8: Dados de saneamento por município .....	51
Tabela 9: Projeto Tietê: Etapas e período de obras .....	57
Tabela 10: Potencial de tratamento de água por ETE.....	60
Tabela 11: Comparação de IQA média entre 2000 e 2008 .....	66
Tabela 12: ICTEM por município da BAT (2008).....	71
Tabela 13: IQA ao longo dos anos 2000, 2008 e 2019 .....	76
Tabela 14: Coleta, tratamento e ICTEM por município na BAT (2008 e 2019) .....	83

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 OBJETIVO.....	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1 Abordagem sistêmica da paisagem.....	17
3.2 Os recursos naturais como elementos da paisagem .....	19
3.3 Classificação dos recursos naturais .....	21
3.3.1 Água como um recurso natural e naturalmente reciclável.....	24
3.3.2 O ciclo Hidrológico .....	26
3.4 Bacia Hidrográfica .....	28
3.5 Saneamento básico .....	30
4 METODOLOGIA.....	31
4.1 Indicadores .....	31
4.1.1 Índice de qualidade das Águas (IQA).....	32
4.1.2 Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município (ICTEM) .....	33
4.2 Análise qualitativa da gestão do projeto de despoluição .....	35
5 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ E PROJETO TIETÊ .....	36
5.1 Caracterização físico-territorial .....	41
5.1.1 Disponibilidade de recursos hídricos.....	42
5.1.2 Demanda por recursos hídricos .....	45
5.2 Saneamento básico .....	49
5.3 Breve histórico do projeto Tietê .....	56
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	59
6.1.1 Primeira etapa (1992 – 1998).....	59
6.1.2 Segunda etapa (2000 – 2008).....	64
6.1.3 Terceira etapa (2009 – 2024).....	75
6.1.4 Quarta etapa (2020 – 2024) .....	86
6.2 Avaliação da gestão .....	88
CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS.....	94



## 1 INTRODUÇÃO

Na Serra do mar, cidade de Salesópolis, nasce o rio Tietê que percorre o Estado de São Paulo de leste a oeste e desagua no rio Paraná. Com aproximadamente 1150 km de extensão cruza a capital paulista, onde encontra-se o seu maior nível de poluição.

No início do século XX com o grande crescimento populacional na cidade de São Paulo e o avanço da atividade industrial, em um período onde o “progresso” era mais valorizado do que a sustentabilidade e o meio ambiente, os rios da metrópole eram vistos como um entrave ao crescimento urbano. Projetos de retificação e canalização, visando maior aproveitamento hidrelétrico e maior escoamento da poluição, ocorreram em diversos rios da região metropolitana de São Paulo o que favoreceu no aumento do descarte de lixo e esgoto sem tratamento. No século XXI com o avanço do processo urbano e consequentemente da impermeabilização do solo ocasionaram aumento do número de enchentes. Os usos múltiplos da água geraram conflitos de ordem quantitativa e qualitativa ao longo da história.

Em 1990 o programa de rádio intitulado de “Encontro dos rios” comparava a situação do rio Tâmbisa, que passava por projetos de despoluição, com o rio Tietê. A comparação motivou diversas camadas populares, jornais, rádios e instituições a defender a despoluição do rio paulistano. O Núcleo Pró-Tietê foi criado nesse contexto e gerido pela organização SOS Mata Atlântica, produzindo relatórios sobre a qualidade das águas atualmente. Toda essa mobilização gerou um abaixo assinado com mais de 1,2 milhão de assinaturas que foi entregue ao governo do Estado em prol de projetos de despoluição do rio. Em 1992, incentivado por novas perspectivas sobre o meio ambiente propostas no evento ECO-92 e pela mobilização popular, o ex-governador de São Paulo Luiz Antônio Fleury Filho lança o projeto Tietê que seria gerenciado pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Atualmente é o maior programa de saneamento básico do país. (BERTONI, 2019)

O projeto Tietê já mobilizou US\$ 4,1 bilhões de financiamentos para diversas obras de infraestrutura ao longo dos seus 28 anos de existência e quatro fases do projeto, cujo objetivo é reduzir a carga poluidora do rio Tietê focando na coleta,

transporte e tratamento dos esgotos. A partir do relatório da Fundação SOS Mata Atlântica “Observando o Tietê” (2019) a mancha de poluição do rio aumentou em 34% entre 2018 e 2019, assim, em 2018 essa mancha totalizava 122 km e em 2019 a mancha chegou a 163 km de extensão ao interior. A partir de dados da SABESP (2002) no ano de surgimento do projeto Tietê a Região metropolitana de São Paulo (RMSP) contava com 70% dos esgotos coletados e 24% de esgotos tratados, em relação aos coletados, o que representava apenas 16,8% de efluentes tratados. Segundo dados da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (2019) o índice de coleta de esgotos era de 85%, onde 51% era tratado, assim tínhamos 43,35% de efluente tratado, em relação ao total gerado. A universalização do esgotamento e tratamento sanitário ainda estão longe de serem atingidos, sendo que a universalização é um ponto chave para o sucesso do projeto de despoluição do rio Tietê.

A partir dessa contextualização questiona-se os resultados do projeto Tietê. Por quais motivos o rio continua poluído?

É de importância para a sociedade em geral e o poder público do Estado de São Paulo a análise do projeto Tietê, visando os sucessos e revés que ocorreram e ocorrem durante a sua execução. O rio está poluído devido a interferência humana, o que pode gerar diversos problemas, de ordem da saúde pública, para a cidade de São Paulo que sofre anualmente com os transbordamentos de alguns rios, como também fortes períodos de estiagem e crises hídricas. Há necessidade de uma nova relação com os rios da bacia hidrográfica do alto Tietê e com a redução da carga poluidora diversas possibilidades de uso podem ser pensadas. A questão do saneamento básico deve ser entendida como uma questão de saúde pública, atuando na redução da pobreza, dos riscos de doenças transmissíveis pela água e o risco da má nutrição.

É evidente a complexidade que se estabelece quanto a necessidade de atender os 21.301.285 de habitantes (2019) na RMSP com serviços de esgotamento sanitário e tratamento.

A pesquisa parte de uma análise quantitativa dos dados de despoluição do rio Tietê em conjunto com a quantidade de esgoto ainda despejado sem tratamento, em cada etapa do projeto, estabelecendo uma relação entre a poluição do rio e a continuidade do descarte inadequado do esgoto. A partir da análise qualitativa da

gestão SABESP no projeto em conjunto com análise quantitativa de recursos aplicados, estabelecer uma avaliação dessa gestão. Para isso determinadas variáveis foram analisadas: 1) Metas e prazos de cada fase; 2) Resultados de despoluição do rio a partir do IQA e ICTEM, comparando os resultados fornecidos pela SABESP e CETESB. Assim a eficiência do projeto foi verificada a partir dos seus resultados em comparação com as metas e a quantidade de recursos utilizados.

Com avaliação crítica do projeto Tietê podemos identificar o avanço na coleta e tratamento do esgoto na RMSP, o que não representou na melhora da qualidade da água de forma geral. O processo de coleta, mesmo avançando, ainda não está universalizado. Em relação às questões financeiras o total de financiamento calculado nas quatro etapas foi de US\$ 4,1 bilhões até 2018.

Se comparado os resultados da CETESB com os prazos e metas estabelecidos pela SABESP o projeto Tietê não cumpriu os objetivos dentro dos prazos iniciais, conforme dados indicados na pesquisa. Luiz Antônio Fleury Filho, antigo governador do Estado de São Paulo e gestor que iniciou o projeto Tietê, dizia que logo a população voltaria a banhar-se no rio (1992). Outras gestões como a de Mario Covas (1995 – 2001), Geraldo Alckmin (2001 – 2006 e 2011 - 2018) e João Doria (desde 2019) fizeram promessas sobre a despoluição do rio na RMSP, a maioria dessas ainda não efetivas e fora do prazo, o novo capítulo dessa história é a meta para a despoluição do rio pinheiros até 2022 e o rio Tietê prevista para 2026 (ALBUQUERQUE, 2019).

Para desenvolvimento desse projeto divide-se a pesquisa em quatro partes, sendo: 1- fundamentação teórica onde discutiremos os principais conceitos que permearam a pesquisa; 2- procedimentos metodológicos e técnicos, onde discutiremos as etapas da pesquisa; 3- caracterização da bacia do alto Tietê e do projeto Tietê; 4- resultados e discussão, onde analisaremos os dados e buscar a resolução da questão norteadora; 5- conclusão gerais e relação entre os indicadores.

## 2 OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa é avaliar a eficiência do projeto Tietê ao longo das quatro fases de ação que visaram a redução do despejo de esgotos sem tratamento.

Espera-se, a partir de uma análise sistêmica dos dados de despoluição do rio Tietê em conjunto com os dados de quantidade de esgoto ainda despejado sem tratamento, estabelecer uma relação causal, onde o descarte inadequado do esgoto constitui um fator que favorece na continuidade do rio poluído.

A partir da análise qualitativa da gestão da SABESP no projeto em conjunto com a análise quantitativa de recursos aplicados, também objetiva-se, embora em caráter preliminar, estabelecer uma avaliação dessa gestão.

A pesquisa foi organizada a partir da suposição de que o aumento na quantidade de efluentes tratados não foi efetivo para o processo de despoluição do rio, pois a quantidade de esgoto tratado não evoluiu conforme as metas estabelecidas.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Visando a compreensão dos impactos causados sobre o rio Tietê (poluição e despoluição), percebe-se a paisagem como uma síntese dos fatores naturais e antrópicos que ocorrem sobre ela. A relação entre eles se apresenta como um sistema, compreendendo assim as ações antrópicas na formação da paisagem.

Percebendo a influencia antrópica na BAT é possível estabelecer uma análise dos processos de produção da paisagem poluída do rio, e ao mesmo tempo percebendo as potencialidades de transformação dessa paisagem caso ocorra a diminuição dos efluentes jogados sem tratamento. Os diversos tipos de uso da água interferem na produção da paisagem a ser estudada, interferindo na quantidade de água capaz de ser utilizada como recurso para o abastecimento público.

Partindo de uma abordagem sistêmica da paisagem é possível perceber os elementos que a compõe e alteram, a forma de apropriação dos recursos hídricos na região da BAT e como se dá o processo de saneamento básico na região. Sendo efetivo para buscar uma relação direta entre a continuidade da poluição do rio devido a continuidade do despejo de esgotos sem tratamento, tanto no rio Tietê quanto nos afluentes.

#### 3.1 Abordagem sistêmica da paisagem

A Geografia possui como uma das suas categorias de análise a paisagem, sendo esse conceito atrelado à síntese da relação entre sociedade-natureza. Conti (2014) destaca que:

(...) a Geografia tem por objetivo próprio a compreensão dos processos interativos entre natureza e sociedade, produzindo como resultado, um sistema de relações e de arranjos espaciais que se expressam por unidades paisagísticas identificáveis em todas as grandezas. (p. 240)

Para o autor o conceito de paisagem é atrelado a organização do espaço sobre diversos aspectos como físicos, biológicos e antropológicos, que ao se relacionarem produzem como resultado os elementos da paisagem.

A noção da paisagem como resultado das ações humanas sobre a natureza já era colocada por Mombeig (1957) onde a paisagem é “formada uma e

indissolúvelmente pelos elementos naturais e pelo trabalho dos homens é, pois, a representação completa do complexo geográfico”.

Para Ab’Saber (2003) as paisagens

têm sempre o caráter de herança de processos (fisiográficos e biológicos), da atuação antiga, remodelados e modificados por processos de atuação recente. Assim sendo, as paisagens são uma herança, um patrimônio coletivo dos povos que, historicamente os modificaram ao longo do tempo e do espaço. (p. 9)

A leitura de Ab’Saber e Mombeig sobre a paisagem se fez interessante para essa pesquisa, a paisagem é a síntese dos processos históricos realizados que ocorreram sobre ela, possuindo relação direta com a ação antrópica sobre os recursos naturais. Visualizando essa categoria geográfica como uma herança histórica vale nos questionar sobre qual herança busca-se deixar com o rio Tietê. Foi devido a interferência antrópica que o rio se encontra poluído.

Bertrand (1968) coloca o conceito de paisagem como:

É o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, em uma determinada porção do espaço, de elementos físicos, biológicos e antropológicos, os quais, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros fazem dela um conjunto indissociável em perpétua evolução. (apud CONTI, 2014, p. 241)

Os autores citados colocam a paisagem como tema central na análise geográfica, além disso a paisagem é percebida como algo em perpétua transformação, seja por diversos fatores tanto naturais quanto antrópicos. A abordagem sistêmica da paisagem foi utilizada nessa pesquisa como fundamento teórico focando o olhar sobre os processos que ocorreram e ocorrem no e sobre o local de estudo, tanto antrópicos quanto naturais. Percebendo assim os fatores históricos de apropriação antrópica dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Alto Tietê (BAT) e, conseqüentemente, a transformação da paisagem.

Conti (2014) conclui que:

O tratamento da paisagem como realidade integrada e dinâmica concorre para acentuar a unidade da geografia e diluir as fronteiras entre o social e o natural, robustecendo a singularidade de uma ciência que associa de forma inteligente fatos heterogêneos e diacrônicos e, por isso mesmo, não se confunde com nenhuma outra. (p. 244)

A abordagem sistêmica da paisagem auxiliou no diagnóstico do problema colocado por essa pesquisa, buscamos compreender as relações de produção dessa

paisagem e espaço geográfico, assim a paisagem foi concebida a partir da análise interligada entre vários elementos (naturais e humanos) que compõem a paisagem. A busca por uma relação entre os fatores naturais e antrópicos na (des)poluição do rio Tietê faz dessa pesquisa uma pesquisa geográfica.

A abordagem sistêmica da paisagem demonstra os diversos fluxos que ocorrem na formação da paisagem e que para serem compreendidas precisam estar relacionadas entre si e pertencentes a um todo maior, integrando as partes para a compreensão da paisagem como um todo. Rebouças (1999) afirma que “A visão sistêmica reconhece a interdependência fundamental de todos ciclos de energias e matérias da Terra, e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedades, estamos encaixados nesses processos cíclicos da natureza” (p. 7). A interligação desses fatores são condicionantes na produção da paisagem.

A pesquisa buscou compreender interligações entre um conjunto de elementos que compõem a paisagem que será estudada como: sociedade, clima, vegetação e relevo. Em que medida a alteração desses elementos pode alterar o conjunto dessa paisagem. Assim, a eficiência do projeto Tietê, que é o objeto de estudo desse trabalho ficará mais evidente.

### 3.2 Os recursos naturais como elementos da paisagem

O objetivo dessa pesquisa se relaciona ao conceito de recursos naturais, objeto de estudo da Geografia e elemento de pesquisa para compreender a relação que ocorre, em determinado território, sobre o social e natural. Venturi (2014, p. 248) estabelece que “A relação sociedade-natureza está sempre impressa no território, de forma mais ou menos evidente, não apenas pela apropriação de recursos, mas também por outras características ambientais”. Essa relação sociedade-natureza muitas vezes desajustada, levam a poluição dos rios, desmatamento e diversos outros fatores que demonstram a relação dialética da produção do espaço, onde o trabalho transforma a natureza negando-a, ou seja, a produção da paisagem demonstra como se estabelece a relação sociedade-natureza sobre o modelo capitalista de produção. Para a compreensão da paisagem é necessário a análise tanto dos fatores naturais, como os fatores sociais e econômicos e a Geografia se apresenta como uma ciência

necessária nesse processo de compreensão da realidade ambiental. Como afirma Venturi (2014):

(...) podemos afirmar que todas as questões ambientais decorrem do ajuste ou desajuste entre as dinâmicas da natureza e da sociedade. Significa dizer que, no contexto da Geografia, o estudo do meio ambiente está na interface destas duas dimensões e só assim, pode ser empreendido. (p. 248)

Sobre o conceito de recursos naturais o IBGE (2004) entende: “Denominação aplicada a todas as matérias-primas, tanto aquelas renováveis como as não renováveis, obtidas diretamente da natureza, e aproveitáveis pelo homem”. Segundo essa definição, os recursos naturais estariam atrelados ao seu uso como matéria-prima e se serão aproveitáveis para o homem, dividindo-os entre renováveis e não renováveis. Porém essa definição acaba por não levar em consideração diversos fatores e questionamentos importantes para a análise geográfica dos recursos naturais. Para isso utilizaremos o conceito a seguir.

Venturi (2006) conceitua recursos naturais como:

Recurso natural pode ser definido como qualquer elemento ou aspecto da natureza que esteja em demanda, seja passível de uso ou esteja sendo usado direta ou indiretamente pelo Homem como forma de satisfação de suas necessidades físicas e culturais, em determinado tempo e espaço. Os recursos naturais são componentes da paisagem geográfica, materiais ou não, que ainda não sofreram importantes transformações pelo trabalho humano e cuja própria gênese independe do Homem, mas aos quais foram atribuídos, historicamente, valores econômicos, sociais e culturais. Portanto, só podem ser compreendidos a partir da relação Homem-Natureza. Se, por um lado, os recursos naturais ocorrem e distribuem-se no estrato geográfico segundo uma combinação de processos naturais, por outro, sua apropriação ocorre segundo valores sociais. Dessa interação sociedade-natureza decorrem determinadas formas de organização social sobre o território, influenciadas, tanto pelos processos naturais que determinam a ocorrência (ou a não ocorrência) e a distribuição territorial dos recursos, como pelos valores sociais vigentes no contexto da apropriação, sendo que quanto mais valorizado é um recurso, maior sua mobilidade sobre o território. De qualquer forma, sempre haverá alguma alteração no ambiente, seja na exploração, apropriação ou no uso dos recursos naturais. Tais alterações podem tornar-se negativamente impactantes se a apropriação dos recursos desconsiderar as dinâmicas naturais, e/ou orientar-se por procedimentos não éticos. Além da demanda, da ocorrência e de meios técnicos, a apropriação e uso dos recursos naturais podem depender, também, de questões geopolíticas, sobretudo, quando se caracterizam como estratégicas, envolvendo disputas entre povos. Se, por um lado, as dinâmicas naturais explicam a riqueza de recursos naturais que algumas nações apresentam, as



dinâmicas sociais podem explicar a não correspondência direta entre disponibilidade de recursos naturais e bem estar e desenvolvimento humano. (p. 15 – 16, Grifos nossos)

A partir dessa última análise os recursos naturais são vistos como elementos indissociáveis da paisagem e só podem ser compreendidos a partir da relação sociedade-natureza. Assim como o uso, exploração e apropriação desses recursos podem gerar impactos negativos na paisagem. Um dos elementos dessa pesquisa é compreender a apropriação dos recursos hídricos da BAT, assim verificar como esses recursos foram apropriados e consequentemente construíram a paisagem, representando diversos fatores culturais, históricos e econômicos, que foram escritos sobre uma paisagem natural gerando impactos.

### 3.3 Classificação dos recursos naturais

Ao continuarmos essa pesquisa um debate conceitual se faz necessário para compreender que a apropriação dos recursos hídricos da região faz da água um recurso natural e entendermos esse recurso como **naturalmente reciclável**.

É muito comum a diferenciação entre os recursos naturais como: Recursos renováveis e não renováveis, a própria classificação do IBGE (2004) é feita dessa forma. Da mesma forma em Teixeira (*et al*, 2009) que os classifica: “Entre os renováveis, estão a biomassa, a hidroeletricidade, a energia proveniente do sol (solar), a energia produzida pelos ventos (eólica), a energia produzida pelas marés e a aproveitada das ondas”. (p. 487)

E continua sobre os recursos não renováveis:

Entre os recursos não renováveis classificam-se os combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural), a energia nuclear e a energia geotérmica. Em adição, têm-se, hoje, as células de combustíveis, que possibilitam armazenar energia obtida por alguma das fontes citadas. (TEIXEIRA *et al*, 2009. p. 487).

Nessa pesquisa analisaremos os recursos naturais a partir de uma abordagem mais geográfica, levando em conta a sua relação na construção da paisagem a partir da sua exploração, assim a compreensão desse conceito está atrelada a sua de historicidade.

Se partirmos do conceito de “recurso” entenderemos que se refere a “algo a que se recorre” (CUNHA, 1982, *apud* VENTURI, 2006 p. 11), assim o fator histórico fica mais claro nessa análise, afinal um elemento natural se torna um recurso natural a partir da vontade de apropriação, essa noção fica clara em Venturi (2006) quando afirma: “Para que um elemento ou um aspecto da natureza, seja considerado um recurso, é preciso que esteja em uso ou que, pelo menos, exista demanda por ele” (p. 11). Assim, um recurso pode ser considerado como recurso hoje e não ser mais em alguns anos, caso a demanda por ele não se efetive mais.

Para a classificação dos recursos utilizaremos a definição de Venturi (2016), onde para se classificar um recurso natural é levado em consideração noções como tempo e espaço.

O fator tempo se destaca na questão da sua renovabilidade, assim descrita por Venturi (2016):

Como todos os recursos da Terra se renovam continuamente (ainda que em diferentes velocidades), em princípio, todos os recursos seriam renováveis. Mas numa perspectiva social, apenas os recursos cuja velocidade de renovação ocorre dentro da escala do tempo humano é que são considerados renováveis. (p. 8, *apud* MIYAZAKI, 2018),

Fica esclarecido, então, que para um recurso natural ser considerado renovável é necessário que essa renovabilidade esteja atrelada ao tempo humano e não ao tempo geológico. Da mesma forma, se um recurso natural se renova sobre a escala de tempo humana isso não o faz renovável. Venturi analisa:

Ainda na perspectiva social, não basta que o recurso seja naturalmente renovável na escala de tempo humano para que ele seja classificado como renovável, pois o ritmo de sua exploração pode ser superior ao ritmo de reposição, tornando-o, assim, esgotável, a exemplo dos solos, das florestas, dos peixes, dos mananciais de abastecimento. (p. 9, *apud* MIYAZAKI, 2018).

A escala de exploração (fator espaço) de um determinado recurso natural também deve ser levada em consideração nessa classificação proposta, visto que a quantidade do recurso que foi utilizada se for maior do que o seu tempo de renovação natural esse recurso deverá ser considerável esgotável. Venturi (2016) analisa:

As chances de uma floresta se recuperar são inversamente proporcionais à extensão da área desmatada, já que as condições de renovação como fertilidade do solo e umidade advêm em grande

parte, dela própria, além do material genético necessário para sua regeneração. (p. 11, *apud* MIYAZAKI, 2018).

Cita, também, como exemplo as populações de animais, que favorece essa perspectiva, onde são: “naturalmente renováveis sob a condição de que tanto o ritmo como a escala da exploração respeitem os ritmos naturais de reprodução daquela população (caso contrário podem até extinguir-se)” (p. 11, *apud* MIYAZAKI, 2018).

A noção de que um recurso, que é considerado renovável, seja passível de esgotamento leva a uma necessidade de reformulação conceitual sobre os recursos naturais comumente chamados de renováveis e não-renováveis, pois até os recursos renováveis podem se esgotar caso a quantidade de exploração não respeite o seu tempo natural de renovação e as próprias condições materiais para a exploração de tal recurso.

Outro ponto discutido é a noção de que nem todo recurso não renovável se esgota. Venturi (2016) argumenta:

(...) alguns recursos não renováveis ocorrem em quantidades tão grandes que são inesgotáveis. É o caso das matérias brutas (para construção civil) que são a base material do planeta, ou o alumínio, o mais abundante metal do planeta. Além disso, há minerais que, além de muito abundantes, renovam-se na escala do tempo humano, como os evaporitos (sais), contrapondo-se à ideia de que todo mineral é esgotável ou não renovável (p. 12, *apud* MIYAZAKI, 2018).

Como conclusão Venturi (2016) sugere uma classificação que se divide basicamente em recursos duráveis e esgotáveis. Sendo os recursos duráveis classificados como: renováveis; reprodutíveis; naturalmente recicláveis; inesgotáveis. E os recursos esgotáveis classificados como: finitos; renováveis mal utilizados.

**Quadro 1: Classificação dos recursos naturais**

<b>RECURSOS NATURAIS</b>	
<b>DURÁVEIS</b>	<b>Renováveis</b> (florestas, população de animais, solos em determinadas condições etc)
	<b>Reprodutíveis</b> (Agricultura, silvicultura, pecuária, criações em geral, sal etc)
	<b>Naturalmente recicláveis</b> (Água, hidrogênio etc)
	<b>Inesgotáveis</b> (energia solar, eólica, geotérmica, maremotiz, ondelétrica, além de alumínio, matéria bruta, água etc)
<b>ESGOTÁVEIS</b>	<b>Finitos</b> (Diversos minerais como petróleo, carvão etc, além de solos em determinadas condições).
	<b>Renováveis mal utilizados</b>

Fonte: Venturi (2016) *apud* Miyazaki, 2018 (p. 21)

Ao analisarmos esse quadro os recursos naturais são percebidos como fatores geográficos, onde a sua classificação é feita a partir da sua interação com a sociedade e pela necessidade de aproveitamento. Assim, a divisão entre “duráveis” e “esgotáveis” é feita pela apropriação de um determinado recurso levando em conta os fatores de tempo e espaço. Sendo os duráveis recursos que tem uma durabilidade maior desde que respeitados a sua renovabilidade na escala de tempo humana ou inesgotáveis devido a forte abundância, junto com os naturalmente recicláveis e reprodutíveis. Do outro lado os esgotáveis onde podem se esgotar devido a sua renovabilidade estar atrelada ao tempo geológico e/ou ao mau uso de determinados recursos.

A água sendo um elemento central nessa pesquisa é considerada como um **recurso natural e naturalmente reciclável**.

### 3.3.1 Água como um recurso natural e naturalmente reciclável

Água é considerado um elemento fundamental para os organismos vivos, como também, é necessário para os processos naturais de modelação do relevo. O manejo

da água pode ser verificado desde civilizações antigas que já se apropriavam desse recurso de alguma forma. Ao utilizarmos a concepção da água como recurso entende-se que a água é dotada de valor econômico e, portanto, pode ser utilizada pela sociedade.

É interessante compreender que a água possui uma capacidade de fluidez, renovabilidade e transferência entre reservatórios bastante ampla e se apresenta em diferentes estados na natureza. Segundo Teixeira et al (2009) a quantidade de água hoje no planeta pouco variou desde a primeira fase de formação rochosa, ou seja, estamos falando de um mesmo volume de água, que se movimenta e ao se movimentar se recicla naturalmente. A Tabela 1 demonstra a distribuição de água nos principais reservatórios naturais.

**Tabela 1: Distribuição de água nos principais reservatórios naturais**

<b>Reservatório</b>	<b>Volume (Km<sup>3</sup> X 10<sup>6</sup>)</b>	<b>Volume (%)</b>	<b>Tempo médio de permanência</b>
Oceanos	1370	94	4.000 anos
Galerias e capas de gelo	30	2	10 – 1.000 anos
Águas subterrâneas	60	5	2 semanas a 10.000 anos
Lagos, rios, pântanos e reservatórios artificiais	0,2	< 0,01	2 semanas a 10 anos
Umidade nos solos	0,07	< 0,01	2 semanas a 1 ano
Biosfera	0,0006	< 0,01	1 semana
Atmosfera	0,0130	< 0,01	~10 dias

Fonte: Freeze & Chery (1979). Adaptado por Teixeira et al (2009)

Teixeira et al (2009) coloca que:

A água não permanece num mesmo reservatório indefinidamente. Ao contrário, ela está em constante movimentação e renovação. Uma das maneiras de a água se transferir de um reservatório a outro é pela transformação entre seus estados físicos (sólido, líquido e gasoso), devido a variações de temperatura e pressão que acontecem na superfície. Dessa forma, a água pode passar da hidrosfera para a atmosfera e para a biosfera, e se mover indefinidamente entre essas esferas terrestres (...). (p. 450)

Esse movimento descrito pode ser entendido como o ciclo da água, elemento necessário para compreender a sua potencialidade **naturalmente reciclável**. É importante destacar que a capacidade de renovabilidade da água pode não atender a demanda de uso da água na região, assim a necessidade de um sistema de saneamento básico eficiente para favorecer a velocidade dessa renovação, tão alterada pela dinâmica urbana.

### 3.3.2 O ciclo Hidrológico

Teixeira et al (2009) compreende que a quantidade total de água no mundo é “relativamente constante no sistema Terra” (p. 188) e que o ciclo hidrológico é representado por vários processos, divididos entre a sua dinâmica interna e externa. Sobre esses processos temos:

a) Precipitação:

“representa a condensação de gotículas a partir do vapor de água presente na atmosfera, dando origem à chuva. Quando o vapor de água transforma-se diretamente em cristais de gelo e estes, por aglutinação, atingem tamanho e peso suficientes, a precipitação ocorre na forma de neve ou granizo, responsável pela geração e manutenção do importante reservatório representado pelas geleiras nas calotas polares e nos cumes de montanhas.” (p. 188).

b) Evapotranspiração:

“Parte da precipitação retorna para a atmosfera por evaporação direta durante seu percurso em direção à superfície terrestre. Essa fração evaporada na atmosfera soma-se ao vapor de água formado sobre o solo e aquele liberado pela atividade biológica de organismos, principalmente as plantas, por meio da respiração.” (p. 188 – 189).

c) Sublimação:

“Em ambientes glaciais o retorno da água para a atmosfera ocorre pela sublimação do gelo, na qual a água passa diretamente do estado sólido para o gasoso, pela ação do vento” (p. 189).

d) Infiltração:

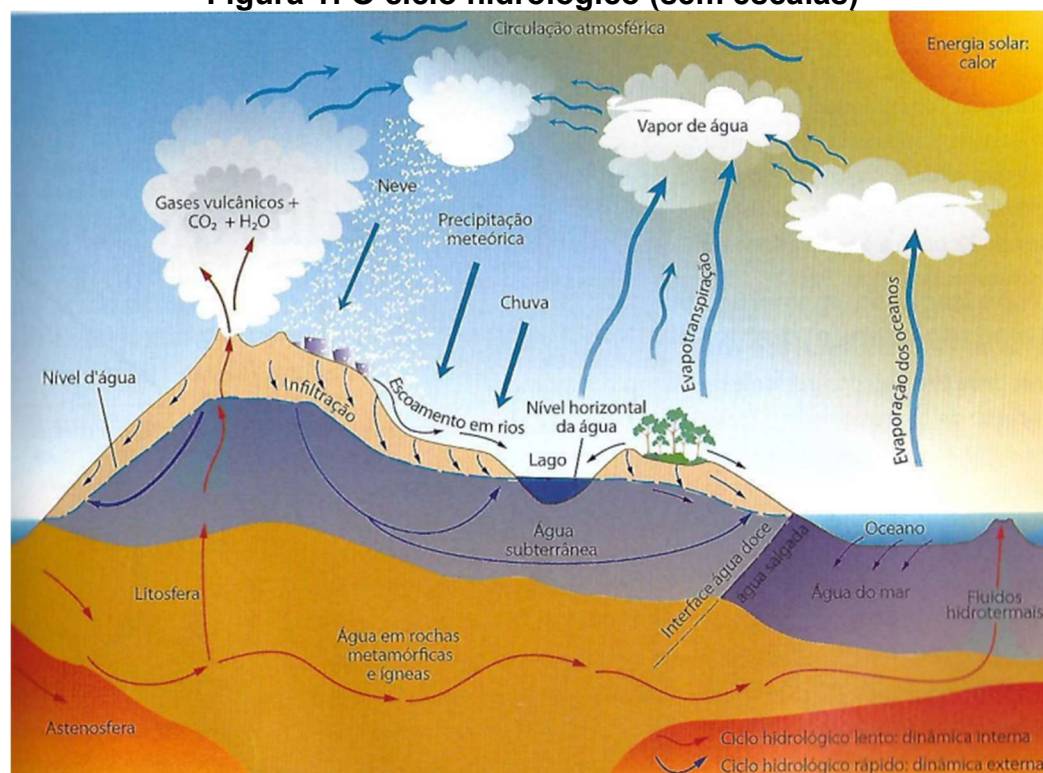
“A água de infiltração, guiada pela força gravitacional, tende a preencher os vazios no subsolo, seguindo em profundidade, onde abastece o corpo de água subterrânea” (p. 189).

e) Escoamento superficial:

“Esse escoamento inicia-se por meio de pequenos filetes de água, efêmeros e disseminados pela superfície do solo, que convergem para os córregos e rios, constituindo a rede de drenagem” (p. 189).

É evidente que muitas variáveis podem interferir nesses processos como a interceptação da água da chuva por florestas, o tipo de material que cobre a superfície terrestre, entre outros fatores.

**Figura 1: O ciclo hidrológico (sem escalas)**



Fonte: Teixeira et al (2009)

Ao observarmos as diversas etapas do ciclo hidrológico em conjunto com os processos já descritos visualizamos a transferência de água entre os reservatórios e os diversos estados físicos (sólido, líquido e gasoso), assim como a interação desse ciclo com outros elementos que compõe a paisagem.

O ciclo hidrológico é um “sistema aberto” e se relaciona à abordagem da paisagem como sistema, o próprio ciclo hidrológico que compõe um dos diversos ciclos naturais que existem no planeta Terra é “afastado do equilíbrio, caracterizado por um fluxo constante de energia e matéria” (REBOUÇAS, 1999. p. 7). Representando a formação da paisagem a partir da interação e fluxo de um sistema ao outro, além de representar os processos históricos que já foram produzidos sobre a região.

A visualização do ciclo hidrológico evidencia a capacidade da água em se reciclar o que garante a ela o seu potencial de renovabilidade,

A visualização desse ciclo deixa ainda mais evidente a característica da água como recurso que se recicla naturalmente. Uma perspectiva importante para essa pesquisa onde uma das questões para a manutenção da poluição no rio Tietê é a continuidade do despejo de esgoto sem tratamento no rio.

A unidade geográfica utilizada para acompanhar o funcionamento desse ciclo é a bacia hidrográfica onde verifica-se vários processos do ciclo hidrológico atuando sobre/na bacia, que se relaciona diretamente com os processos hidrológicos que ocorrem na região, influenciadas por outros sistemas como o climático, biológico e antrópico.

### 3.4 Bacia Hidrográfica

O conceito de bacias hidrográficas é essencial para a compreensão dos processos que ocorrem sobre a área a ser estudada.

RODRIGUES e ADAMI (2005) constroem um conceito de bacias hidrográficas, levando em consideração os processos de relação com o clima, adição e retirada de água do seu sistema e a relação entre os elementos que estão inseridos dentro da bacia hidrográfica, demonstrando uma perspectiva tridimensional de análise:

Sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir dos fornecimentos de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui, portanto, todos os espaços de circulação, armazenamento, e de saídas da água e do material por ela transportado, que mantêm relações com esses canais. (VENTURI (Org.) p. 57)

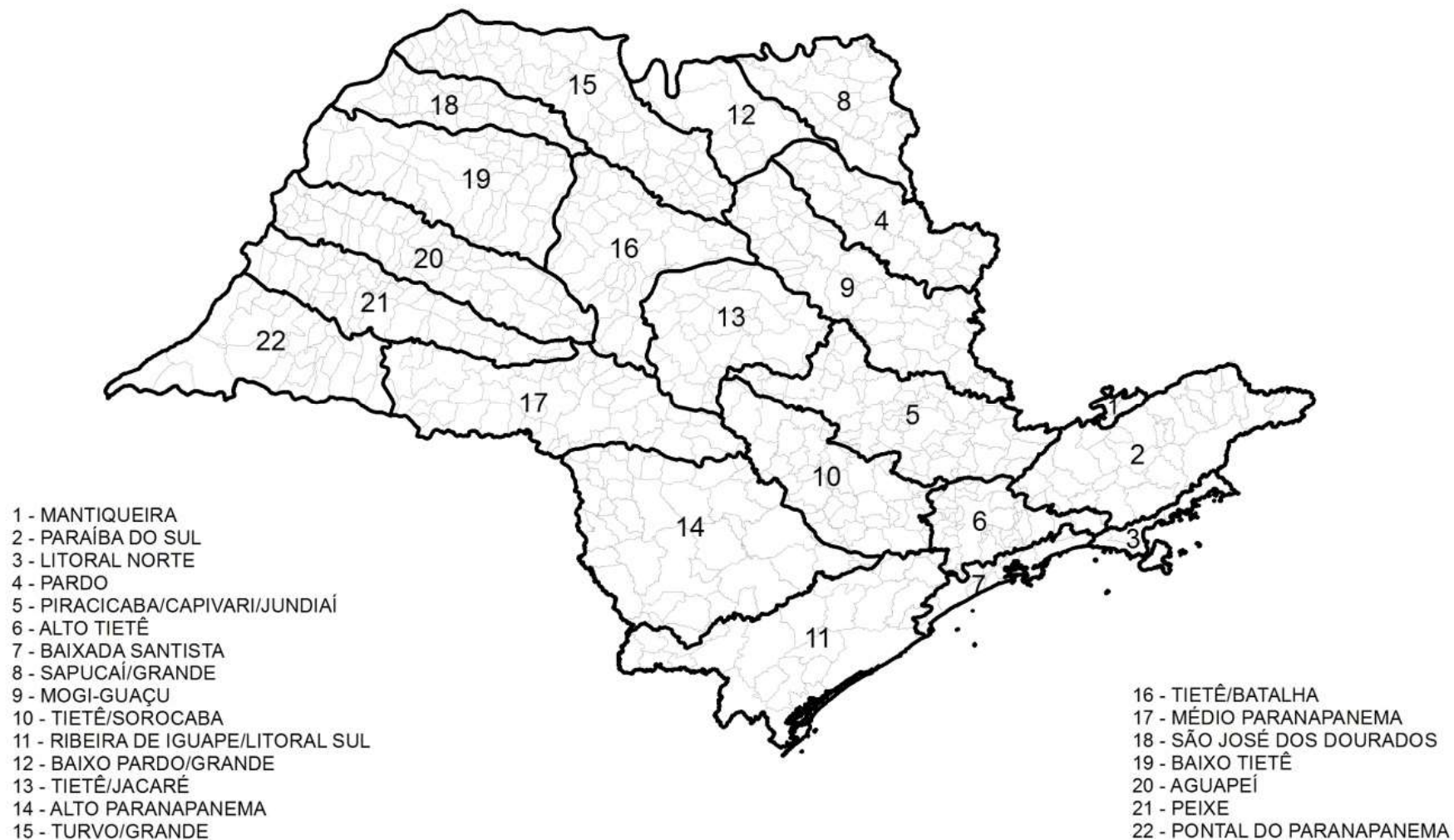
A partir dessa definição é possível analisar uma bacia hidrográfica como um sistema aberto e composto pelos sistemas de: Vertentes; Canais fluviais; Canais de inundação. Possuindo forte interação com os fatores geológicos e climáticos que atuam sobre ela.

A pesquisa buscou compreender a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BAT) a partir desse conceito.

O Estado de São Paulo, de acordo com a lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016 estabelece “diretrizes para o gerenciamento de recursos hídricos”, a partir da elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH). O Artigo 4º dessa mesma lei “A divisão hidrográfica do Estado de São Paulo compreende 22 unidades hidrográficas denominadas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHs”, conforme figura 2. A área de estudos dessa pesquisa a BAT recebe a numeração 6.



**Figura 2: Mapa de divisão do Estado de São Paulo, em 22 (Vinte e duas) unidade de Gerenciamento de recursos hídricos - UGRHs**



Fonte: São Paulo (Estado), 2016.

### 3.5 Saneamento básico

A lei federal nº 14.026/2020 estabelece como saneamento básico o “conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais” visando: Abastecimento de água potável; Esgotamento sanitário; Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; Drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) a disponibilidade de recursos hídricos por habitante ao ano, que é medida em metros cúbicos ( $\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ ), razoável é de  $1.500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ . Essa medida está longe do que é encontrado da área de estudo onde segundo dados de 2016 (FABHAT) temos  $129,82 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ . A situação apresentada demonstra a necessidade de um sistema de tratamento de efluentes de forma eficiente, diminuindo a pressão dos corpos hídricos sobre a demanda urbana de consumo de água.

**Tabela 2: Tipos de processos de tratamento de esgotos e características**

<b>Tipo de processo</b>	<b>Característica</b>
Preliminar	Remoção de sólidos em suspensão grosseiros
Primário	Remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e parte de matéria orgânica a partir da edição química e filtração
Primário avançado	Incremento da remoção de sólidos em suspensão e matéria orgânica a partir de adição química e filtração
Secundário (convencional)	Remoção de matéria orgânica e, eventualmente, de nutrientes
Terciário (avançado)	Remoção de nutrientes e poluentes específicos (metais pesados, elementos tóxicos, etc.

Fonte: FABHAT (2017)

De acordo com FABHAT (2017) os processos de tratamento de esgoto variam conforme a tabela 2, o tipo de tratamento está atrelado à eficácia do processo de despoluição desses efluentes. O plano estabelece como processos principais de tratamento de esgotos: “(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” (p. 321).

## 4 METODOLOGIA

A partir da análise evolutiva dos índices de poluição do rio Tietê em todas as fases do projeto, em comparação com as metas e prazos de cada fase de despoluição do projeto Tietê a pesquisa buscou compreender os processos de tratamento de esgotos, e como o projeto Tietê influenciou na construção de novas ETEs (Estação de tratamento de esgoto) e/ou novas técnicas de tratamento.

A eficiência do projeto Tietê (objetivo do trabalho) está atrelada a avaliação feita a partir dos indicadores: Metas e prazos cumpridos; Comparação da evolução de indicadores de qualidade da água (IQA) em conjunto com a capacidade de coleta e tratamento desses efluentes (ICTEM).

O método aplicado nessa pesquisa consiste, por fim, em uma **análise geográfica**, definida por Venturi (2019 p. 37) “como análise integrada (e dinâmica) de aspectos naturais e sociais, no tempo e no espaço”, onde o objeto de estudo: O projeto Tietê será analisado nas suas dimensões naturais e sociais, para compreender a formação da paisagem na perspectiva espaço-temporal, onde busca-se a expressão territorial desse projeto de despoluição, tanto no tempo quanto no espaço do objeto estudado.

### 4.1 Indicadores

Para realizar a análise do projeto Tietê buscou-se verificar os resultados obtidos ao longo dos anos, levando em conta alguns aspectos: despoluição do rio, coleta e tratamento de esgoto; qualidade da água. Esses dados foram obtidos a partir da leitura dos relatórios de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo da CETESB que produz esses relatórios desde 1978. Para uma análise quantitativa sobre os níveis de poluição na BAT utilizaremos índices que integram diversas variáveis a partir de um indicador. O objetivo ao considerar fontes alternativas de dados foi para confrontar as informações de coleta e tratamento fornecidas pela companhia, dando mais credibilidade à pesquisa.

#### 4.1.1 Índice de qualidade das Águas (IQA)

O índice apresenta uma visão ampla sobre a qualidade das águas superficiais a partir da identificação da “presença de efluentes sanitários no corpo de água” e até “alguma contribuição de efluentes industriais, desde que sejam de natureza orgânica biodegradável”. Esse indicador atende ao objetivo da pesquisa que se relaciona com a coleta e tratabilidade dos efluentes domésticos, diante dos diversos indicadores de qualidade de água produzidos pela CETESB esse foi um dos que melhor se relaciona com o objetivo. Para o cálculo é levado em considerações “Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Escherichia coli/Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez. A fórmula é dada pela “qualidade (q) é elevada à ponderação (w) correspondente à importância da variável. O IQA é obtido multiplicando-se cada componente ( $q^w$ ).” O resultado varia de zero a cem e é dividido conforme figura 3. (CETESB, 2019 p. 5, Anexo D)

“O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice. É utilizada a seguinte formula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

$q_i$ : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,

$w_i$ : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.”

CETESB (2008, p.4. Apêndice D)

**Figura 3: Categoria e faixas de classificação do IQA**

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
<b>ÓTIMA</b>	$79 < IQA \leq 100$
<b>BOA</b>	$51 < IQA \leq 79$
<b>REGULAR</b>	$36 < IQA \leq 51$
<b>RUIM</b>	$19 < IQA \leq 36$
<b>PÉSSIMA</b>	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB, 2019, p. 5 (anexo D)

A sistematização e organização do IQA ao longo dos 28 anos de existência do projeto Tietê será efetivo para identificar a qualidade das águas durante o processo de despoluição do rio Tietê, favorecendo na análise da pesquisa.

A pesquisa contou com a coleta de informações do IQA nos relatórios de 1994, 1998, 2000, 2008 e 2019. Justificando-se pelas datas de finalização e começo das etapas do projeto Tietê. Para verificar os resultados qualitativos da primeira etapa do projeto Tietê (1992 – 1998), analisamos os dados de 1994 e 1998. Optou-se por usar o ano de 1994, pois é somente a partir desse ano que os relatórios da CETESB são organizados por UGRHIs. Para a análise qualitativa da segunda fase (2000 – 2008), utilizamos os dados de 2000 e 2008, possibilitando uma comparação entre os anos. Por fim a etapa 3 analisamos os dados de 2019. Os dados foram organizados em tabelas e comparados em forma de gráficos.

#### 4.1.2 Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município (ICTEM)

Para avaliar o avanço no processo de saneamento básico na área da pesquisa utilizaremos o ICTEM. Esse indicador foi desenvolvido em 2007 e é utilizado desde 2008 pela CETESB.

O ICTEM retrata uma situação que leva em consideração a efetiva remoção da carga orgânica, (em relação à carga orgânica potencial gerada pela população urbana) sem deixar, entretanto, de observar a importância de outros elementos que compõem um sistema de tratamento de esgotos, como a coleta, o afastamento e o tratamento.

Além disso, considera também o atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção (superior a 80% da carga orgânica) e a conformidade com os padrões de qualidade do corpo receptor dos efluentes. (CETESB, 2019 p. 27)

Com esse indicador é possível analisar a evolução dos processos de tratamento de efluentes e também realizar uma comparação com os diversos municípios que apresentam características distintas. Como afirma CETESB (2017) reflete “a evolução ou estado de conservação de um sistema público de tratamento de esgotos.” (p. 29). Os valores desse indicador variam de zero a dez, sendo classificados como: péssimo (0,0 a 2,5); ruim (2,6 a 5,0); razoável (5,1 a 7,5), bom (7,6 a 10,0). Utilizamos os dados de coleta e tratamento de forma a perceber o potencial de tratamento de esgoto na área da pesquisa.

A metodologia de cálculo é composta de cinco elementos com composição distintas: coleta (15%); tratamento e eficiência de remoção (15%); eficiência global de remoção (65%); destino adequado de lodos e resíduos de tratamento (2%); efluente de estação não desenquadra a classe do corpo receptor (3%). Assim, aplica-se a fórmula a seguir.

$$ICTEM = 0,015C + 0,015T + 0,065E + D + Q$$

“Sendo:

C = % da população atendida por rede de coleta de esgotos;

T = % da população urbana com esgoto tratado;

E = eficiência global de remoção de carga orgânica, o que é:  $(0,01C * 0,01T * 0,01N) * 100$ ;

N = % de remoção da carga orgânica pelas ETEs;

D = zero se destinação de lodos e resíduos de tratamento for inadequada e 0,2 se for adequada;

Q = zero se efluente desenquadrar a classe do corpo receptor ou existir lançamento direto ou indireto de esgotos não tratados. Será atribuído o valor de 0,3 se o efluente não desenquadrar a classe do corpo receptor.” CETESB (2018, p. 27)

A análise desses dados será feita a cada finalização das etapas do projeto Tietê, a partir de 2008, visando a comparação com as metas e resultados esperados. Ressaltando que esse indicador começou a ser utilizado em 2008, portanto permeou a análise da segunda e terceira fase do projeto. Foi possível estabelecer uma comparação entre os dados de 2008 e 2018.

## 4.2 Análise qualitativa da gestão do projeto de despoluição

A análise qualitativa da gestão da SABESP sobre o projeto Tietê ocorreu em conjunto com a etapa anterior. A avaliação da gestão levou em consideração o que foi feito pela companhia para atingir os objetivos do projeto. Para isso foi feito um resgate histórico das etapas do Projeto Tietê, em conjunto com a análise dos resultados de cada etapa, pelas técnicas descritas no item 4.1. Além dos resultados e metas cumpridas será levado em consideração o valor investido em cada etapa.

Com esse conjunto de análises verificamos a eficiência da gestão a partir da comparação entre metas, resultados e investimentos. Respondendo às perguntas:

1 - O que era esperado e para quando? (metas)

2 – As obras foram concluídas e resultaram no avanço do IQA e ICTEM em relação aos dados fornecidos pela SABESP e CETESB? (resultados)

Foi possível estabelecer uma avaliação crítica a partir da comparação entre as metas e prazos iniciais estabelecidos pela gestora do projeto Tietê com os dados qualitativos produzidos anualmente pela CETESB. Verificando a efetividade das obras no IQA e ICTEM.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ E PROJETO TIETÊ

A área de estudo dessa pesquisa é limitada pela BAT, corresponde como UGRHI 6, conforme PERH, que corresponde a uma área de 5.775 km<sup>2</sup>, compreendendo 70% da RMSP e 99,5% da sua população. É dividida em 6 sub-bacias hidrográficas definidas, conforme FABHAT (2017), em Cabeceiras; Billings-Tamanduateí; Cotia-Guarapiranga; Juqueri-Cantareira; Penha-Pinheiros; Pinheiros-Pirapora. Delimitadas conforme figura 4.

De acordo FABHAT (2017), a BAT é delimitada entre as nascentes do rio Tietê, município de Salesópolis, até Barragem do Rasgão, município de Pirapora do Bom Jesus:

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 km<sup>2</sup> 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 do Bom Jesus. A BAT possui extensão máxima de 148,26 km no sentido Leste-Oeste, orientação predominante das linhas de drenagem. (p. 15)

A região abrange a área total de 34 municípios e outros 6 municípios parcialmente, totalizando 40 municípios inseridos total ou parcialmente na área de estudos. A pesquisa levou em consideração, preferencialmente, os dados dos municípios inseridos totalmente na BAT, por ser a metodologia utilizada pela CETESB a compilação dos dados será mais efetiva. De acordo com a tabela 3 é possível verificar os municípios que compõem a BAT, assim como a área total e população do último censo (2010) em comparação com a expectativa populacional para 2020 em conjunto com as respectivas densidades demográficas.

Abrigando importantes áreas econômicas, com forte dinamismo de atividades, como afirma FABHAT (2017), a região está inserida no “principal polo produtivo do país”. Com forte adensamento populacional e conurbação, os recursos hídricos são utilizados de diferentes formas na maior parte para abastecimento público (85,35%), também são utilizados para abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, abastecimento humano rural, geração de energia elétrica, entre outros.



Com uma população de 21.907.762 habitantes (expectativa IBGE para 2020) em conjunto com a diversidade de usos que os recursos hídricos apresentam na região é evidente a complexidade do fornecimento de saneamento básico na região.

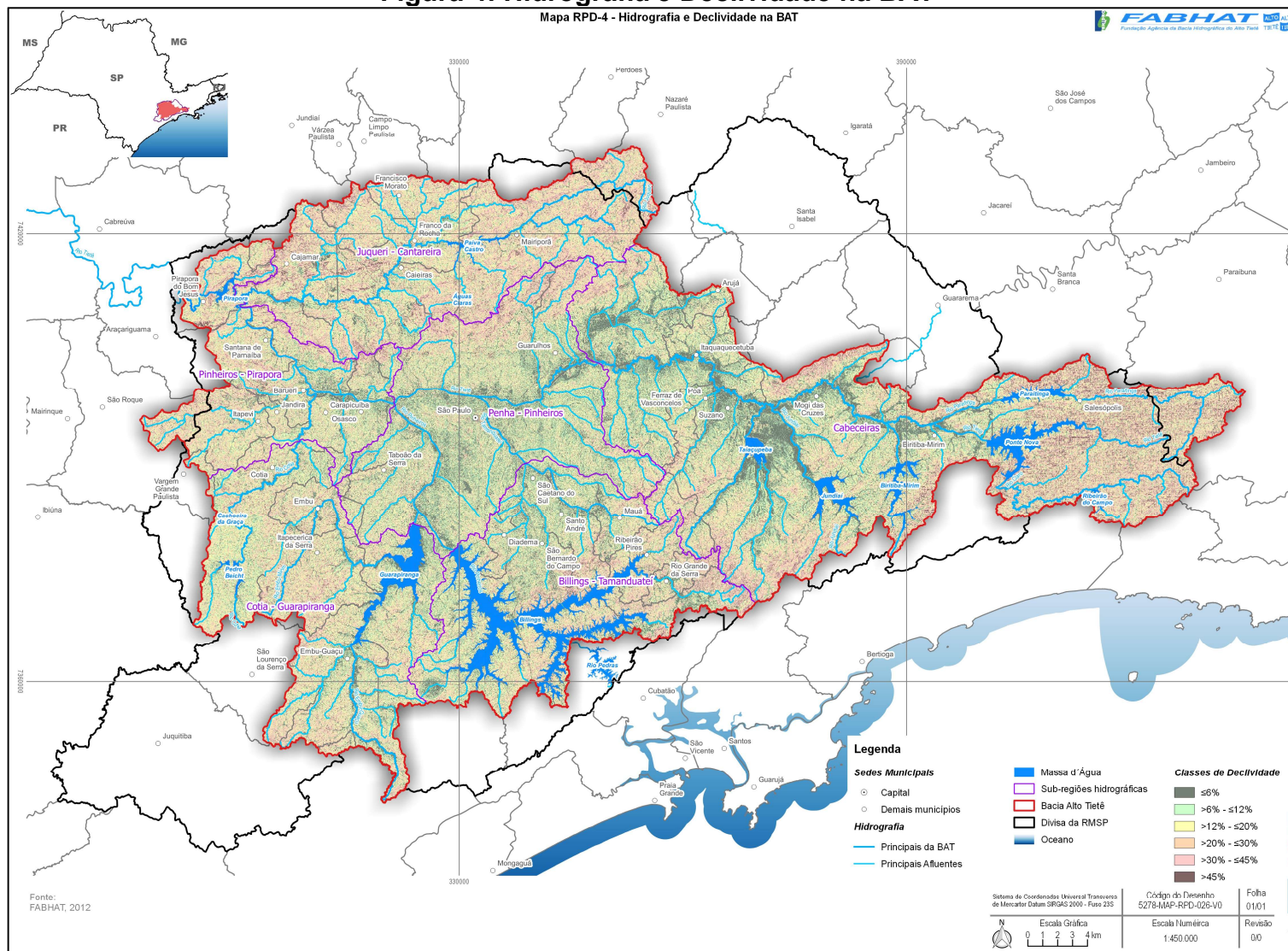
Boa parte da população inserida na área de estudo é composta por população urbana e representa a grande demanda por água.

A região da BAT apresenta elevação da densidade demográfica, ocupação intensa e indisciplinada do solo, esses fatores aumentam a complexidade do sistema de coleta e tratamento de efluentes. O processo urbano gerou impermeabilização do solo e ocupação de áreas de risco, onde inundações são cada vez mais frequentes. É necessário levar em consideração a coleta de esgoto em regiões densamente ocupadas e periféricas, onde o despejo de esgoto irregular e interceptadores clandestinos acabam por aumentar a quantidade de poluição no rio. O problema de saneamento básico não se resume a descarte irregular, ainda existem municípios inseridos na BAT sem qualquer tratamento de esgotos.

Obras de aproveitamento de recursos hídricos existentes na bacia alteraram a dinâmica natural do rio, como é o caso da reversão de curso das águas do rio Pinheiros para a represa Billings, mesmo que atualmente essa reversão ocorra somente em momentos de alagamento. O crescimento urbano da RMSP foi seguido de modificações na paisagem da região, retificação dos cursos dos rios, ocupação de áreas de várzea, impermeabilização dos solos e construção de hidroelétricas são exemplos dessas transformações, gerando conflitos de ordem quantitativa e qualitativa sobre os corpos hídricos na região.

Com esse recorte geral da área de estudos, analisaremos de forma mais específica a BAT a partir das suas características: (i) físico-territorial, onde foram analisadas as características físicas do relevo, focando na exame dos recursos hídricos da região, e a dinâmica social e uso dos recursos hídricos; (ii) esgotamento sanitário e (iii) breve histórico do projeto Tietê.

**Figura 4: Hidrografia e Declividade na BAT**



Fonte: FABHAT (2017, p. 51)

**Tabela 3: Municípios inseridos na BAT – Área, população e densidade demográfica**

<b>Município</b>	<b>Área (Km²)</b>		<b>% na BAT</b>	<b>População</b>			
	<b>Área municipal</b>	<b>Área BAT</b>		<b>Censo 2010</b>	<b>Densidade demográfica (2010) – Hab./km²</b>	<b>Estimativa populacional (2020)</b>	<b>Densidade demográfica estimativa (2020) – Hab./km²</b>
<b>Arujá</b>	96,08	23,92	24,89	74.905	779,33	91.157	948,76
<b>Barueri</b>	65,71	65,71	100	240.749	3.665,21	276.982	4.215,22
<b>Biritiba Mirim</b>	317,17	186,73	58,88	28.575	90,03	32.936	103,84
<b>Caieiras</b>	97,64	97,64	100	86.529	900,37	102.775	1.052,59
<b>Cajamar</b>	131,33	117,29	89,31	64.114	488,18	77.934	593,42
<b>Carapicuíba</b>	34,55	34,55	100	396.584	10.698,32	403.183	11.669,55
<b>Cotia</b>	324,33	243,79	75,17	201.150	620,81	253.608	781,94
<b>Diadema</b>	30,73	30,73	100	386.089	12.536,99	426.757	13.887,31
<b>Embu das Artes</b>	70,40	70,40	100	240.230	3.412,89	276.535	3.928,05
<b>Embu-Guaçu</b>	155,47	155,47	100	62.769	403,32	69.901	449,61
<b>Ferraz de Vasconcelos</b>	29,55	29,55	100	168.306	5.692,55	169.500	5.736,04
<b>Francisco Morato</b>	48,86	48,86	100	154.472	3.147,80	177.633	3.635,55
<b>Franco da Rocha</b>	132,74	132,74	100	131.604	980,95	156.492	1.178,94
<b>Guarulhos</b>	318,62	257,49	80,81	1.221.979	3.834,51	1.392.121	4.369,22
<b>Itapecerica da Serra</b>	150,76	146,02	96,85	152.614	1.011,57	177.662	1.178,44
<b>Itapevi</b>	82,70	82,24	99,45	200.769	2.428,88	240.961	2.913,68
<b>Itaquaquecetuba</b>	82,64	71,17	86,12	321.770	3.895,24	375.011	4.537,89
<b>Jandira</b>	17,45	17,45	100	108.344	6.207,76	126.356	7.241,03
<b>Juquitiba*</b>	522,39	7,81	1,49	28.737	55,03	31.646	60,58
<b>Mairiporã</b>	320,60	279,83	87,28	80.956	252,44	101.937	317,96
<b>Mauá</b>	61,89	61,89	100,00	417.064	6.741,41	477.552	7.716,14

Continua...

Tabela 3: Municípios inseridos na BAT – Área, população e densidade demográfica (cont.)

Município	Área (Km²)		% na BAT	População			
	Área municipal	Área BAT		Censo 2010	Densidade demográfica (2010) – Hab./km²	Estimativa populacional (2020)	Densidade demográfica estimativa (2020) – Hab./km²
<b>Mogi das Cruzes</b>	712,64	484,59	68,00	387.779	544,12	450.785	632,56
<b>Nazaré Paulista*</b>	326,25	53,53	16,41	16.414	50,31	18.698	57,31
<b>Osasco</b>	64,96	64,96	100	666.740	10.264,80	699.944	10.775,00
<b>Paraibuna*</b>	809,10	82,25	10,17	17.388	21,48	18.263	22,57
<b>Pirapora do Bom Jesus</b>	108,51	78,66	72,49	15.733	144,98	19.179	176,75
<b>Poá</b>	17,26	17,26	100	106.013	6.141,05	118.349	6.856,84
<b>Ribeirão Pires</b>	99,05	99,05	100	113.068	1.140,73	124.159	1.253,50
<b>Rio Grande da Serra</b>	36,33	36,33	100	43.974	1.210,04	51.436	1.415,80
<b>Salesópolis</b>	424,61	418,03	98,45	15.635	36,79	17.252	40,63
<b>Santana de Parnaíba</b>	179,99	154,31	85,74	108.813	604,74	142.301	790,61
<b>Santo André</b>	175,80	162,70	92,55	676.407	3.848,01	721.368	4.103,34
<b>São Bernardo do Campo</b>	409,55	275,75	67,33	765.463	1.869,36	844.483	2.061,98
<b>São Caetano do Sul</b>	15,33	15,33	100	149.263	9.736,03	161.957	10.564,71
<b>São Lourenço da Serra*</b>	186,40	32,95	17,68	13.973	74,99	15.978	85,72
<b>São Paulo</b>	1.521,15	1.367,14	89,88	11.253.503	7.398,26	12.325.232	8.102,58
<b>São Roque*</b>	307,70	34,99	11,37	78.821	256,82	92.060	299,19
<b>Suzano</b>	206,16	206,16	100	262.480	1.272,93	300.559	1.457,89
<b>Taboão da Serra</b>	20,39	20,39	100	244.528	11.994,31	293.652	14.401,77
<b>Vargem Grande Paulista*</b>	42,45	9,46	22,30	42.997	1.012,10	53.468	1.259,55
<b>TOTAL</b>	8.755,24	5.775,12		19.747.301		21.907.762	

Fonte: Adaptado de FABHAT (2017); IBGE (2020). (\*) Municípios com sede fora da BAT.

## 5.1 Caracterização físico-territorial

A rede hidrográfica da BAT é influenciada por um regime de precipitação total média anual elevado, em torno de 1.400 mm. Nas regiões mais interiores da bacia o índice pluviométrico diminui, a umidade vinda do mar favorece o aumento da precipitação nas regiões mais próximas da vertente oceânica da Serra do Mar, variando entre 1.800 mm e 3.000 mm. O ciclo hidrológico acaba por abastecer a bacia de água gerando “uma rede hidrográfica composta por rios pequenos e curtos de forte gradiente e rios alongados, perenes e relativamente volumosos”, conforme análise de CONICELLI (2014 p. 47).

O relevo da região da bacia representa os processos endógenos e exógenos que a formaram. Conicelli (2014) destaca a presença predominante de “rochas metamórficas diversas” e “também rochas ígneas intrusivas, em sua maioria de natureza granitoide e as intrusões pegmatíticas e as idades são pré-cambrianas” (p. 59). É sobre essa geologia que o tectonismo cenozoico forma grandes depressões e trechos irregulares que serão preenchidos por sedimentos, intemperizados pela força das chuvas, conforme analisa Conicelli (2014):

O material sedimentar provinha dos produtos intemperizados da bacia, a liberação dos detritos se dava pela ação de chuvas torrenciais, o transporte era feito por via fluvial e as deposições eram feitas sob a forma de leques aluviais e em planícies aluviais de rios entrelaçados, ou de rios meandantes. (p. 49)

A geologia da região favorece na formação da grande rede de tributários, trechos torrenciais e de planície, que se apresentam ao longo dos 5.775,12 Km<sup>2</sup>. As seis sub-bacias que dividem a BAT são apresentadas no Quadro 2, onde é possível observar os principais cursos hídricos de cada sub-bacia e sua área de drenagem.

**Quadro 2: Sub-regiões hidrográficas da Bacia do Alto tietê**

Sub-bacia	Área de Drenagem (km²)	Principais Reservatórios	Principais cursos hídricos
<b>Cabeceiras</b>	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.
<b>Billings – Tamanduateí</b>	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 Grotá Funda, Córrego Alvarenga, Rio Tamanduateí, Ribeirão do Oratório e Ribeirão dos Meninos.
<b>Cotia – Guarapiranga</b>	858,41	Reservatórios Guarapiranga, Pedro Beicht e da Graça	Rio Embu-Guaçu, Rio Embu Mirim, Rio Parelheiros, Rio Cotia, Rio Capivari e Rio Peixe.
<b>Juqueri – Cantareira</b>	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 Saboo, Córrego Tocantins, Córrego Guavirutuba, Ribeirão do Benedito Zacarias e Ribeirão Mato Dentro.
<b>Penha – Pinheiros</b>	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.
<b>Pinheiros – Pirapora</b>	531,98	Reservatórios de Pirapora e Edgard de Souza	Rio Tietê, Rio Cotia, Córrego Carapicuíba, Rio Barueri-Mirim e Rio São João do Barueri.
<b>Total</b>	<b>5.775,12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fonte: FABHAT (2017, p. 49)

### 5.1.1 Disponibilidade de recursos hídricos

O forte dinamismo econômico da BAT em conjunto com o grande número de habitantes, com forte adensamento populacional resultam pressões sobre a demanda de recursos, podendo até gerar situações de conflito, em alguns momentos situações até de escassez desses recursos.

A ONU coloca que disponibilidades hídricas inferiores a 1.500 m³/hab/ano são críticas, para efeito de comparação, a região de estudo possui disponibilidade de 129,82 m³/hab/ano. A tabela 4 representa a disponibilidade hídrica das sub-bacias.

**Tabela 4: Sub-bacias da BAT – Disponibilidade hídrica**

Sub-bacias	Área (Km²)	Vazão média (m³/s)	População (hab.)	Disponibilidade per capita (m³/hab/ano)
<b>Billings - Tamanduateí</b>	824,08	16,46	3.602.274	144,11
<b>Cabeceiras</b>	1.859,24	37,14	3.878.105	302,01
<b>Cotia - Guarapiranga</b>	858,41	17,15	1.073.022	503,95
<b>Juqueri - Cantareira</b>	848,71	16,95	548.616	974,52
<b>Penha - Pinheiros</b>	852,71	17,03	8.234.447	65,23
<b>Pinheiros - Pirapora</b>	531,98	10,63	2.922.340	114,67
<b>TOTAL</b>	<b>5.775,12</b>	<b>115,36</b>	<b>20.258.804</b>	<b>179,58</b>

Fonte: Adaptada de FABHAT (2017, p. 71)

A tabela 5, adaptada de FABHAT (2017), representa a disponibilidade *per capita* em relação a vazão média (m³/hab/ano) dos municípios inseridos na BAT, total ou parcialmente.

**Tabela 5: Indicadores de disponibilidade de recursos hídricos**

<b>Município</b>	<b>Disponibilidade per capita - Vazão média em relação à população total (m³/hab.ano)</b>	<b>Disponibilidade <i>per capita</i> de água subterrânea: (m³/hab.ano)</b>
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	81,2
Diadema	75,73	4,76
Embu das Artes	266,64	17,06
Embu-Guaçu	2.311,70	153,12
Ferraz de Vasconcelos	158,23	10,34
Francisco Morato	288,50	19
Franco da Rocha	902,92	59,1
Guarulhos	240,21	15,04
Itapecerica da Serra	907,50	61,99
Itapevi	364,49	25,53
Itaquaquecetuba	231,13	13,5
Jandira	145,62	10,74
Juquitiba	17.256,96	2.179,35
Mairiporã	3.426,69	216,7
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	56,7
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

Continua...



**Tabela 5: Indicadores de disponibilidade de recursos hídricos (cont.)**

<b>Município</b>	<b>Disponibilidade per capita - Vazão média em relação à população total (m³/hab.ano)</b>	<b>Disponibilidade <i>per capita</i> de água subterrânea: (m³/hab.ano)</b>
<b>São Bernardo do Campo</b>	504,82	49,98
<b>São Caetano do Sul</b>	99,72	8,37
<b>São Lourenço da Serra</b>	12.250,72	1.332,50
<b>São Paulo</b>	128,16	11,06
<b>São Roque</b>	3.580,13	168,49
<b>Suzano</b>	722,98	45,14
<b>Taboão da Serra</b>	74,51	5,88
<b>Vargem Grande Paulista</b>	851,14	38,72

Fonte: Adaptado de FABHAT (2017, p. 447)

Os resultados foram classificados a partir da disponibilidade dos recursos, onde os municípios com mais de 2500 m³/hab./ano receberam um destaque na cor **verde**, representando **boa** disponibilidade, destacam-se os municípios de Paraibuna e Salesópolis com as maiores disponibilidades hídricas da região. Os municípios que variam entre 1500 e 2500 m³/hab/ano receberam o destaque na cor **amarela** o que representa **atenção**, por estar no limite crítico da disponibilidade hídrica, representado por Embu-Guaçu, Mogi das Cruzes e Cajamar. Já os municípios com disponibilidade hídrica em nível **crítico** receberam o destaque na cor **vermelha**, destacam-se os municípios Taboão da Serra com 74,51 m³/hab.ano e Diadema com 75,73 m³/hab.ano os dois municípios com os índices mais críticos.

Ao analisarmos a tabela percebe-se a distribuição na quantidade de municípios em cada faixa. Os municípios classificados como **boa** disponibilidade totalizam 9 dos 40 municípios. Apenas 3 municípios são classificados no nível de **atenção**. Os municípios com disponibilidade **crítica** totalizam 28 dos 40 municípios. Fica evidente que 70% dos municípios inseridos na BAT são classificados com **crítica** disponibilidade hídrica. O que ressalta a necessidade de um sistema de esgotamento e tratamento sanitário a fim de diminuir a pressão sobre os recursos hídricos da região que já são precários.



### 5.1.2 Demanda por recursos hídricos

A demanda por recursos hídricos na região da BAT foi calculada a partir do estudo das finalidades, conforme FABHAT (2018, p. 90), identificadas na tabela 6.

A partir da análise da tabela 6 é possível perceber a demanda de água da BAT, onde 94% é referente às águas superficiais e 85% do uso é referente ao abastecimento público que compreende o abastecimento doméstico, comércio e serviços, como também, algumas indústrias ligadas na rede. Totalizando 75.306,45 l/s para o abastecimento público diante do total de 88.227,39 l/s da demanda total.

A diferença de demanda de água entre os municípios é grande, alguns se destacam pela elevada demanda como São Paulo que sozinho representa 54% da demanda de água. Outros municípios como Guarulhos, São Bernardo do Campo, Mogi das Cruzes, Osasco, Santo André e Suzano apresentam demandas acima da média, totalizando 21,6 m<sup>3</sup>/s. Se somados os sete municípios com maior demanda temos 69,57 m<sup>3</sup>/s, o que representa 79% da demanda total da BAT.

A figura 5 representa o mapa da BAT a partir da demanda total de abastecimento urbano estimada.

**Tabela 6: Indicadores de demanda por recursos hídricos – Demanda de água**

<b>Município</b>	<b>Demanda de água (m³/s)</b>			<b>Tipos de usos</b>			
	Total	Superficial	Subterrânea	Abastecimento público	Industrial	Rural	Outros usos
<b>Arujá</b>	0,29	0,27	0,02	0,23	0,01	0,04	0
<b>Barueri</b>	1,13	1,05	0,08	1,05	0,02	0	0,05
<b>Biritiba Mirim</b>	0,9	0,88	0,02	0,04	0	0,85	0
<b>Caieiras</b>	0,74	0,71	0,03	0,32	0,39	0,01	0,01
<b>Cajamar</b>	0,44	0,18	0,26	0,25	0,13	0	0,05
<b>Carapicuíba</b>	1,31	1,27	0,04	1,28	0,02	0	0,02
<b>Cotia</b>	1,09	1,04	0,05	0,82	0,04	0,21	0,03
<b>Diadema</b>	1,34	1,22	0,12	1,22	0,03	0	0,09
<b>Embu das Artes</b>	0,86	0,77	0,09	0,76	0,07	0	0,03
<b>Embu-Guaçu</b>	0,16	0,09	0,07	0,14	0	0,01	0,01
<b>Ferraz de Vasconcelos</b>	0,49	0,48	0,01	0,46	0	0,02	0
<b>Francisco Morato</b>	0,52	0,51	0,01	0,51	0	0	0
<b>Franco da Rocha</b>	0,52	0,5	0,02	0,43	0,02	0,07	0,01
<b>Guarulhos</b>	5,07	4,44	0,63	4,25	0,47	0,18	0,17
<b>Itapecerica da Serra</b>	0,55	0,52	0,03	0,47	0,03	0,03	0,02
<b>Itapevi</b>	0,73	0,68	0,05	0,62	0,07	0	0,04
<b>Itaquaquecetuba</b>	1,1	0,99	0,11	0,97	0,03	0,08	0,02
<b>Jandira</b>	0,38	0,37	0,01	0,37	0,01	0	0,01
<b>Juquitiba</b>	0,07	0,06	0,01	0,06	0	0,01	0
<b>Mairiporã</b>	0,43	0,3	0,13	0,17	0,22	0,01	0,03
<b>Mauá</b>	1,41	1,36	0,05	1,2	0,18	0,01	0,02
<b>Mogi das Cruzes</b>	3,33	3,14	0,19	1,5	0,57	1,2	0,07
<b>Nazaré Paulista</b>	0,1	0,09	0,01	0,02	0	0,08	0

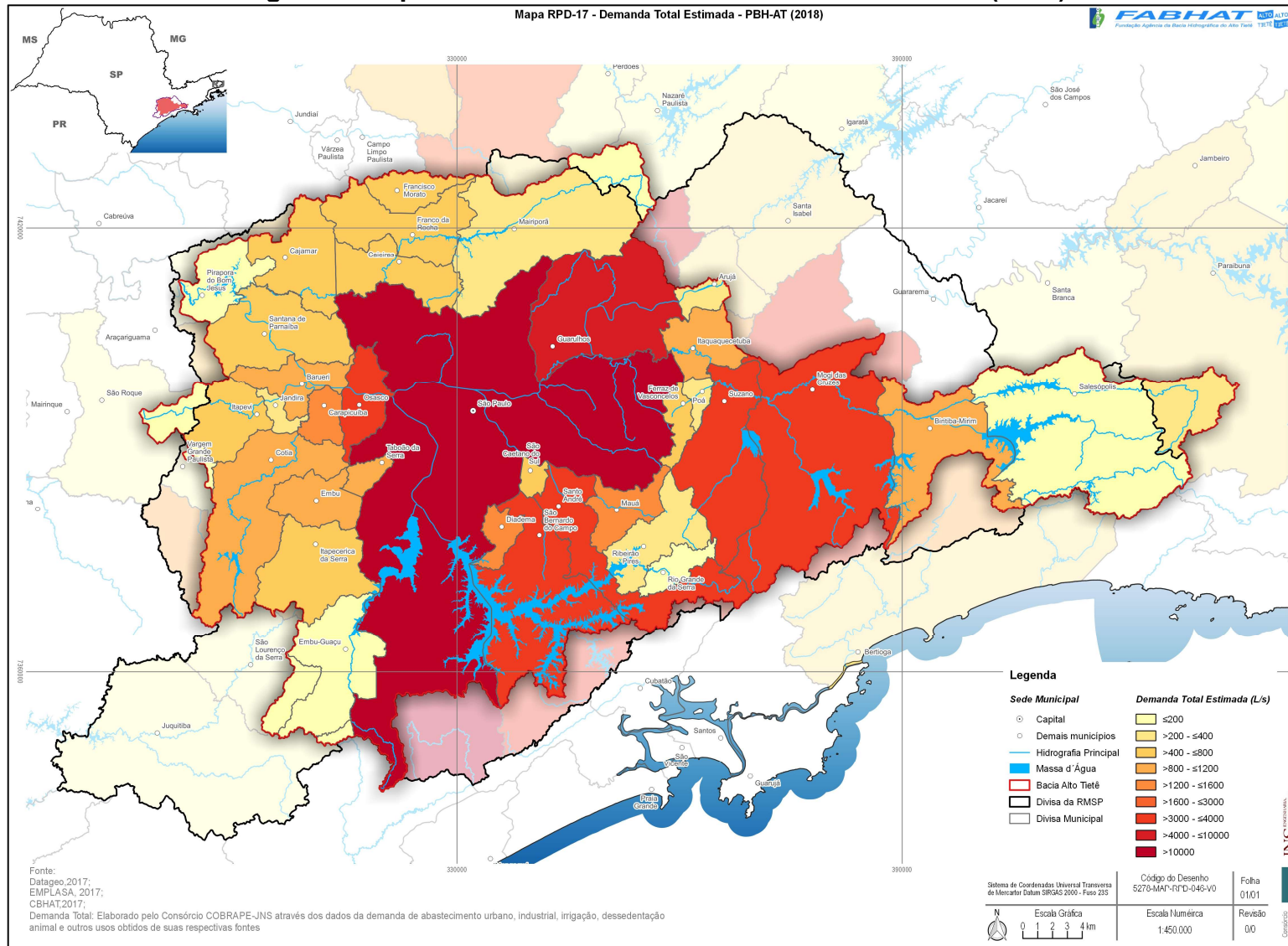
Continua...

Tabela 6: Indicadores de demanda por recursos hídricos – Demanda de água (cont.)

Município	Demanda de água (m³/s)			Tipos de usos			
	Total	Superficial	Subterrânea	Abastecimento público	Industrial	Rural	Outros usos
<b>Osasco</b>	3,3	3,18	0,12	3,19	0,06	0	0,05
<b>Paraibuna</b>	0,22	0,22	0	0,02	0	0,19	0
<b>Pirapora do Bom Jesus</b>	0,07	0	0,07	0,06	0,01	0	0
<b>Poá</b>	0,36	0,36	0	0,31	0,02	0,02	0,02
<b>Ribeirão Pires</b>	0,32	0,3	0,02	0,3	0,01	0	0,01
<b>Rio Grande da Serra</b>	0,11	0,09	0,02	0,09	0,02	0	0
<b>Salesópolis</b>	0,13	0,13	0	0,02	0	0,11	0
<b>Santana de Parnaíba</b>	0,68	0,53	0,15	0,48	0,05	0	0,14
<b>Santo André</b>	3,04	2,82	0,22	2,49	0,44	0	0,11
<b>São Bernardo do Campo</b>	3,77	3,44	0,33	3,34	0,26	0,06	0,11
<b>São Caetano do Sul</b>	0,62	0,59	0,03	0,59	0	0	0,02
<b>São Lourenço da Serra</b>	0,03	0,03	0	0,03	0	0	0
<b>São Paulo</b>	47,97	46,09	1,88	45,17	1,44	0,28	1,08
<b>São Roque</b>	0,42	0,42	0	0,27	0	0,15	0
<b>Suzano</b>	3,09	3	0,09	0,8	1,9	0,38	0,01
<b>Taboão da Serra</b>	0,98	0,88	0,1	0,88	0,03	0	0,08
<b>Vargem Grande Paulista</b>	0,18	0,18	0	0,13	0	0,05	0
<b>TOTAL</b>	88,25	83,18	5,07	75,31	6,55	4,05	2,31

Fonte: Adaptado de FABHAT (2017 p. 449)

**Figura 5: Mapa BAT – Demanda Total Estimada – FABHAT (2018)**



Fonte: FABHAT (2017, p. 130)

### 5.1.3 Balanço Hídrico integrado

O balanço hídrico integrado consiste na análise quantitativa da demanda e disponibilidade de recursos hídricos na região e leva em consideração “quase todas as particularidades do sistema” (FABHAT 2017 p. 200), permitindo uma análise mais próxima da realidade.

**Tabela 7: Falha de atendimento às demandas totais da BAT**

<b>Demandas</b>	<b>Urbana</b>	<b>Industrial</b>	<b>Agrícola</b>
Tempo máximo abaixo da demanda necessária ( <i>mês (es) consecutivos</i> )	12	19	20
Volume acumulado dos déficits ( <i>Mm³</i> )	1.694,39	407,53	232,15
Demanda média necessária ( <i>m³/s</i> )	74,82	5,48	8,59
Vazão média fornecida ( <i>m³/s</i> )	74,24	5,32	10,34
Vazão média fornecida ( <i>% da demanda média necessária</i> )	99,22	97,19	120,48
Vazão média fornecida quando ocorrem falhas ( <i>m³/s</i> )	70,94	4,87	8,32
Vazão mínima fornecida ( <i>m³/s</i> )	64,36	4,19	7,11

Fonte: FABHAT (2017, p. 207)

Conforme tabela 7, “o cenário de 2015 se mostra bastante favorável, mesmo nos períodos críticos” (FABHAT, 2017 p. 207), visto que o déficit acumulado é de 6,21 m³/s para o atendimento total das demandas.

## 5.2 Saneamento básico

A lei federal nº 14.026/2020 estabelece como saneamento básico o “conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais” visando: Abastecimento de água potável; Esgotamento sanitário; Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; Drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas.

Para essa pesquisa focamos a análise no processo de esgotamento e tratamento sanitário.

### 5.2.1 Esgotamento sanitário

FABHAT (2017) estabelece que nas principais estações de tratamento de esgotos (ETEs) da BAT o método para limpeza consiste no de lodos ativados.

Consiste num sistema no qual uma massa biológica cresce, forma flocos é continuamente recirculada e colocada em contato com a

matéria orgânica na presença de oxigênio (tanque de aeração), garantindo sua decomposição biológica. Após essa 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. (p. 321)

Esse processo é utilizado desde 1914 na Inglaterra para tratamento de esgotos urbanos, sendo as etapas de tratamento como parte do levantamento e análise das características do esgotamento sanitário da BAT.

Para coleta e análise dos dados de atendimento e tratamento dos esgotos da RMSP foi realizado a comparação entre os dados fornecidos pela CETESB encontrados nos relatórios anuais de “Relatórios das águas” e os dados fornecidos pela SABESP. Essa comparação fornece mais credibilidade à pesquisa.

De acordo com CETESB (2020) em 2019 a UGRHI 6 com uma população de 21.301.285 habitantes, possuía 85% do esgoto coletado com 51% de tratamento. A tabela 8, retirada do relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, demonstra de forma mais específica a capacidade de coleta e tratamento de esgoto de cada município que compõe a área de estudo e a empresa responsável pelo serviço, assim como a eficiência do tratamento e o corpo hídrico que recebe os efluentes e o ICTEM.

**Tabela 8: Dados de saneamento por município**

Atendimento (%)							
Município	Concessão	População Urbana	Coleta	Tratamento	Eficiência (%)	ICTEM	Corpo receptor
<b>Arujá</b>	SABESP	86.234	70	96	75	6,27	Rio Baquirivu-Guaçu
<b>Barueri</b>	SABESP	274.182	80	50	86	4,69	Rio Tietê
<b>Biritiba-Mirim</b>	SABESP	27.985	53	97	84	5,26	Rio Tietê
<b>Caieiras</b>	SABESP	98.955	74	0	-	1,11	Rio Juqueri
<b>Cajamar</b>	SABESP	75.255	74	0	-	1,11	Rib. dos Cristais
<b>Carapicuíba</b>	SABESP	400.927	73	51	86	4,44	Rio Tietê
<b>Cotia</b>	SABESP	249.210	51	44	84	3,15	Rio Cotia
<b>Diadema</b>	SABESP	423.884	94	52	94	5,18	Res. Billings
<b>Embu das Artes</b>	SABESP	273.726	66	24	86	2,24	Rio Tietê
<b>Embu-Guaçu</b>	SABESP	67.546	39	99	84,3	4,69	R. Embu-Guaçu
<b>Ferraz de Vasconcelos</b>	SABESP	185.573	81	47	92	4,7	Rio Tietê
<b>Francisco Morato</b>	SABESP	175.487	41	0	-	0,62	Rio Juqueri
<b>Franco da Rocha</b>	SABESP	142.316	66	0	-	0,99	Rio Juqueri
<b>Guarulhos</b>	SABESP	1.379.182	88,8	9,2	82,8	2,41	Rio Baquirivu-Guaçu
<b>Itapecerica da Serra</b>	SABESP	174.248	39	86	86	4,25	
<b>Itapevi</b>	SABESP	237.700	61	54	86	4,07	R.S.J.do Barueri
<b>Itaquaquecetuba</b>	SABESP	370.821	65	16	90,7	2,03	Rios Tietê (UGRHI 06) e Parateí (UGRHI 02)
<b>Jandira</b>	SABESP	124.937	72	46	86	4,12	R.S.J.do Barueri
<b>Juquitiba</b>	SABESP	24.339	16	100	92	3,2	Rio São Lourenço
<b>Mairiporã</b>	SABESP	87.476	24	71	80	2,81	Rio Juqueri
<b>Mauá</b>	BRK AMBIENTAL	472.912	93	81	91	7,57	Parte Guaió

Continua ...

Tabela 8: Dados de saneamento por município (cont.)

Município	Concessão	População Urbana	Atendimento (%)		Eficiência (%)	ICTEM	Corpo receptor
			Coleta	Tratamento			
<b>Mogi das Cruzes</b>	SEMAI	411.363	93	61	90,4	6,14	Rio Tietê
<b>Nazaré Paulista*</b>	SABESP	15.699	13	100	89	2,95	Rio Atibainha
<b>Osasco</b>	SABESP	698.418	75	55	86	4,76	Rio Tietê
<b>Paraibuna*</b>	PM	5.493	99,5	0	-	1,49	Rio Paraibuna
<b>Pirapora do Bom Jesus</b>	SABESP	18.895	49,4	43	96	2,71	Rio Tietê
<b>Poá</b>	SABESP	115.593	96	85	92	8,09	Rio Tietê
<b>Ribeirão Pires</b>	SABESP	123.393	98	100	94	9,67	R.Rib.Pires
<b>Rio Grande da Serra</b>	SABESP	50.846	51	78	94	4,37	Res. Billings
<b>Salesópolis</b>	SABESP	10.911	79	96	79,2	7,03	R. Paraitinga (ETE Sede) Infilt.no Solo (D.de Remédios)
<b>Santana de Parnaíba</b>	SABESP	139.447	39	26	86	2,04	Rio Tietê
<b>Santo André</b>	SEMASA	718.773	99,88	45,54	94	5,26	R. Tamanduateí e Res. Billings
<b>São Bernardo do Campo</b>	SABESP	824.915	92	27	93	3,49	Rib. dos Meninos e Res. Billings
<b>São Caetano do Sul</b>	SAEE	161.127	100	100	94	10	
<b>São Lourenço da Serra*</b>	SABESP	14.399	32	100	75,1	4,04	Rio São Lourenço
<b>São Paulo</b>	SABESP	12.122.222	89	71	89,4	6,57	"Rio Tietê, Rio Pinheiros e Rio Tamanduateí"
<b>São Roque*</b>	SABESP	82.549	48,1	100	88	4,97	Rios Carambeí, Guaçu, Marmeleiro e Aracaí
<b>Suzano</b>	SABESP	287.163	90	67	92	6,46	Rio Tietê
<b>Taboão da Serra</b>	SABESP	289.664	87	51	86	5,05	Rio Tietê
<b>Vargem Grande Paulista*</b>	SABESP	52597	33	32	80	1,72	Ribeirão Vargem Grande

Fonte: CETESB (2020, p. 5 apêndice C). (\*) Municípios com sede fora da BAT

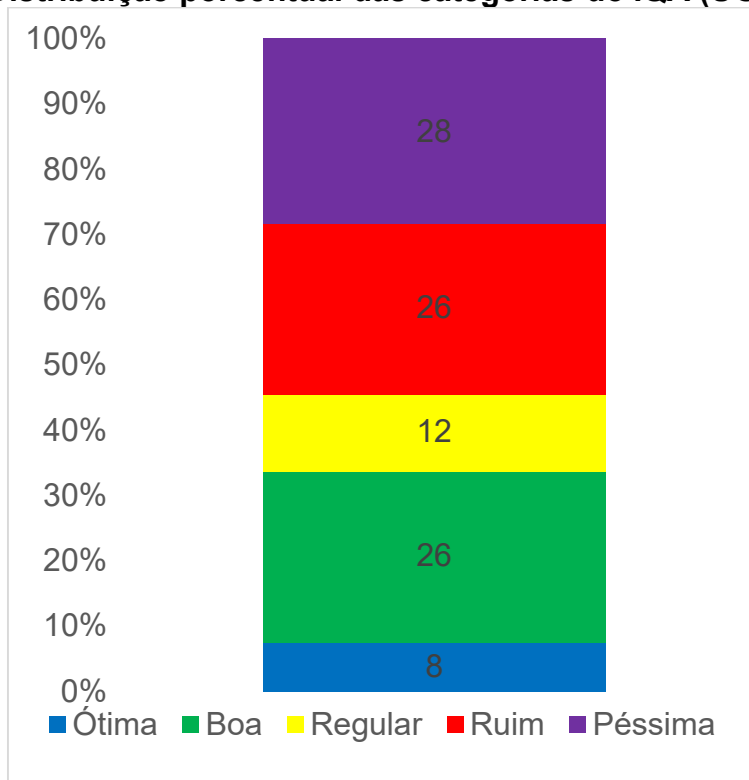


Para facilitar a visualização, a tabela organizada conforme indicado na metodologia. Os valores de referência em destaque do ICTEM foram: **Péssimo** (0,0 a 2,5); **Ruim** (2,6 a 5,0), **Razoável** (5,1 a 7,5) e **Bom** (7,6 a 10,0).

A partir da análise da tabela 8 é possível perceber que dos 85% de esgoto coletado, apenas 51% é tratado, ou seja, em 2019 apenas 43,35% do esgoto total da BAT é tratado. Um valor distante do prometido pelo projeto de despoluição do rio Tietê. A tabela ressalta a falta de tratamento do esgoto coletado em alguns municípios como: Cajamar, Carapicuíba, Franco da Rocha, Guarulhos e Paraibuna, o que compromete a qualidade do corpo receptor desses efluentes. Em outros municípios, mesmo com mecanismos de tratamento, não apresentam um bom índice de tratabilidade de esgoto. De forma geral o ICTEM na BAT é de 5,49, ou seja, classifica-se como razoável, a partir da metodologia utilizada.

A efetividade do processo de coleta e tratamento de efluentes na BAT pode ser verificada na situação dos cursos hídricos da região. A partir do gráfico 1, adaptado de CETESB (2019), apresenta a proporção de IQA na UGRHI 6. Segundo o mesmo relatório, a UGRHI 6 apresenta o pior quadro de IQA das 22 UGRHIs. Com 73 pontos de amostragem a maior parte se concentrou nos níveis péssimo e ruim.

**Gráfico 1: Distribuição porcentual das categorias do IQA (UGRHI 6)**



Fonte: CETESB (2020), adaptado pelo autor

O processo de esgotamento sanitário na BAT é predominantemente de responsabilidade da SABESP, poucos municípios como: Guarulhos, Mauá, Mogi das Cruzes, Paraibuna, Santo André e São Caetano do Sul possuem sistemas autônomos. Podendo ser dividido em dois grandes grupos: (i) Sistema principal e (ii) Sistemas isolados. A figura 6 demonstra a localidade dos sistemas. (FABHAT, 2017)

O quadro 3, retirado do FABHAT (2017), demonstra o sistema de esgotamento sanitário e os respectivos municípios contribuintes. O sistema principal de esgotamento sanitário da BAT é dividido em cinco sistemas, sendo: ABC, Barueri, Parque Novo Mundo, São Miguel e Suzano.

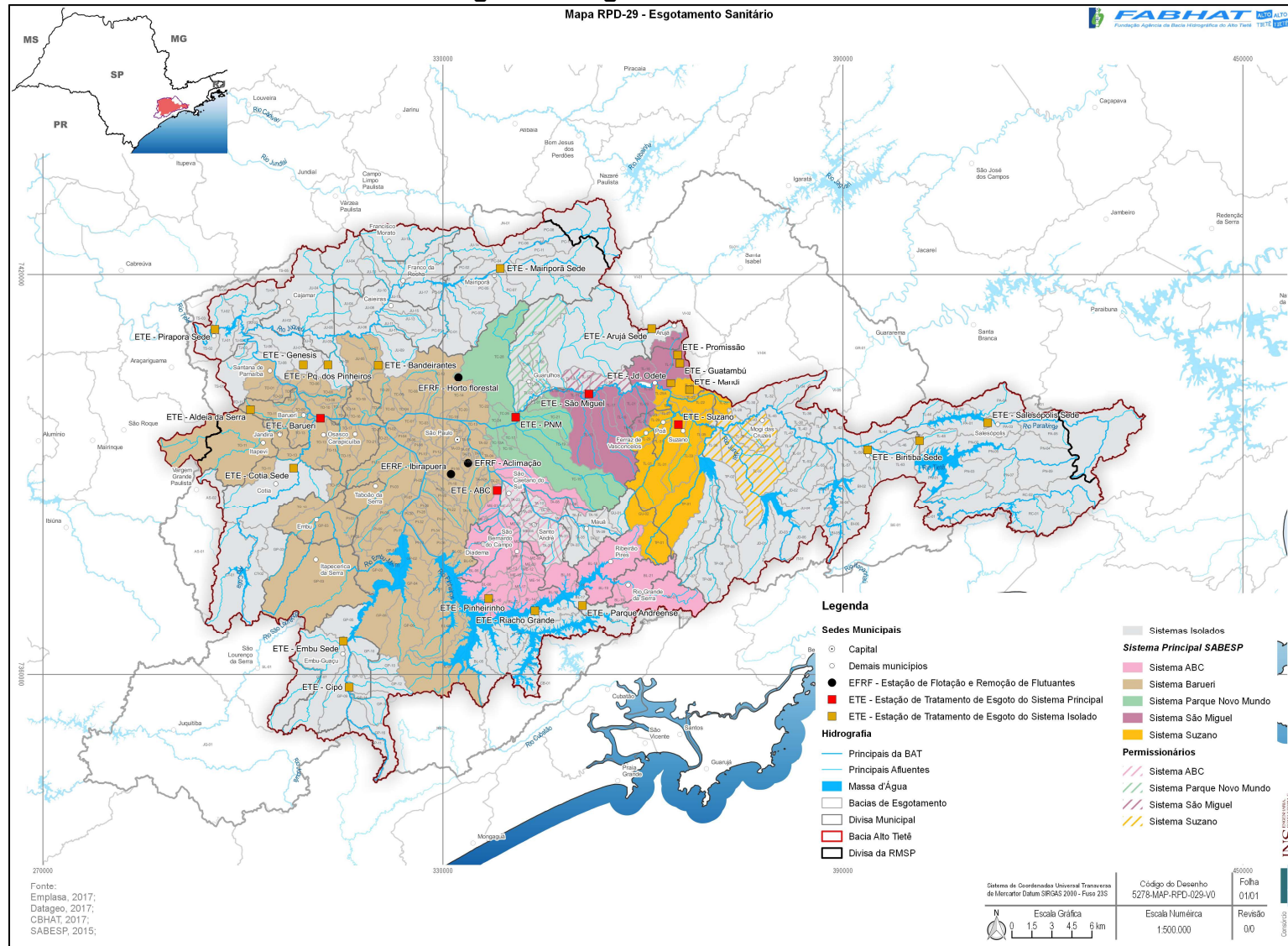
**Quadro 3: Municípios que compõem o sistema principal**

<b>Sistema</b>	<b>Municípios Contribuintes</b>
ABC	São Bernardo do Campo, Diadema, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e São Paulo. <b>Permissionários<sup>14</sup>:</b> Santo André e São Caetano do Sul.
Barueri	Jandira, Itapevi, Barueri, Carapicuíba, Osasco, Taboão da Serra, Cotia, Embu das Artes, Itapeverica da Serra, Santana de Parnaíba e São Paulo.
Parque Novo Mundo	São Paulo. <b>Permissionário:</b> Guarulhos.
São Miguel	Arujá, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba e São Paulo. <b>Permissionário:</b> Guarulhos
Suzano	Suzano, Poá, Itaquaquecetuba e Ferraz de Vasconcelos. <b>Permissionário:</b> Mogi das Cruzes.

Fonte: FABHAT (2017, p. 325)

Os sistemas isolados funcionam nas partes mais periféricas da RMSP, onde a ligação com o sistema principal é inviável, se tornando mais “razoável a implantação de Sistemas Isolados completos, com coleta, afastamento e tratamento próprios”, como afirma FABHAT (2017, p. 331).

**Figura 6: Esgotamento Sanitário**



Fonte: FABHAT (2017, p. 327)

### 5.3 Breve histórico do projeto Tietê

Em 1990 o programa de rádio intitulado de “Encontro dos rios” comparava a situação do rio Tâmbisa, que passava por projetos de despoluição, com o rio Tietê. A comparação motivou diversas camadas populares, jornais, rádios e instituições a defender a despoluição do rio paulistano. Toda essa mobilização gerou um abaixo assinado com mais de 1,2 milhão de assinaturas que foi entregue ao governo do Estado em prol de projetos de despoluição do rio. Em 1992, incentivado por novas perspectivas sobre o meio ambiente propostas no evento ECO-92 e pela mobilização popular, o ex-governador de São Paulo Luiz Antônio Fleury Filho (gestão de 1991 – 1994) lança o projeto Tietê que será gerenciado pela SABESP.

Na época a coleta e tratamento de esgotos na RMSP era bastante precária, de acordo com a SABESP era realizado 70% da coleta dos esgotos e 24% era tratado, ou seja, apenas 16,8% do esgoto total era tratado.

Em 1992 o projeto Tietê é inaugurado, com forte apoio popular e visava o aumento dos serviços de coleta e tratamento dos esgotos, reduzindo a poluição dos corpos hídricos da RMSP. A divisão das etapas, período e metas de coleta e tratamento, em relação ao coletado, podem ser observados na tabela 9. A terceira e quarta etapa continuam em andamento e em conjunto. A figura 7, conforme SABESP (2018, p. 10), mapeia as etapas do projeto na BAT. A primeira etapa contou com o investimento de US\$ 1,1 bilhão e a meta era de ampliar a coleta para 80% e 60% de tratamento. A segunda etapa com financiamento de 500 milhões visava a ampliação em 2% da coleta e em 10% do tratamento chegando a 82% e 70% de coleta e tratamento, respectivamente. Na terceira etapa que continuará em conjunto com a quarta etapa, contou com o financiamento de US\$ 1,1 bilhão e ampliação em 10% da coleta e 20% do tratamento, chegando a 92% de tratamento e 90% de coleta. Na quarta etapa com um financiamento de US\$ 500 milhões objetiva-se em universalizar a coleta e tratamento de esgotos na RMSP, em cidades operadas pela SABESP.

**Tabela 9: Projeto Tietê: Etapas e período de obras**

Etapa	Período	Metas de coleta e tratamento		Financiamento (US\$)
		Coleta	Tratamento	
<b>1º</b>	1992 - 1998	80%	60%	1,1 bilhão
<b>2º</b>	2000 - 2008	82%	70%	500 milhões
<b>3º</b>	2009 - 2024	92%	90%	1,1 bilhão
<b>4º</b>	2020 - 2024	Universalização		500 Milhões

Fonte: SABESP (2018, 2020), adaptado pelo autor.

O objetivo geral é avançar no processo de revitalização do rio Tietê, com a progressão do sistema de esgotamento sanitário, favorecendo na melhora da qualidade da água dos rios inseridos na BAT, afetando diretamente a qualidade de vida da população da RMSP. As principais obras foram a construção de ETEs, interceptadores, coletores e coletores tronco.



Figura 7: Etapas de implantação do Projeto Tietê na RMSP



FONTE: SABESP (2018, p. 10)

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise da gestão do projeto Tietê foi feita a partir das etapas, onde foi considerado as metas em comparação com os resultados e quantidade de investimentos.

Quanto aos resultados efetivos na qualidade das águas na região utilizamos o IQA como forma de comparação, assim para cada etapa foi feita uma análise quantitativa utilizando o indicador, comparando o primeiro ano da etapa com o último ano. Possibilitando uma análise comparativa e avaliação da gestão por etapas.

O ICTEM foi analisado a partir do primeiro ano de utilização pela CETESB em 2008, assim, apenas os resultados das etapas dois e três foram comparadas com esse indicador.

Por fim foi feito uma revisão geral dos resultados e avaliação da gestão da SABESP.

### 6.1 Análise qualitativa e quantitativa

O trabalho foi organizado pelas etapas do projeto Tietê, onde analisamos as metas e prazos cumpridos, em conjunto com indicadores de qualidade da água (IQA) e de coleta e tratamento de esgotos (ICTEM), após 2008. Comparando os valores fornecidos pela SABESP e CETESB.

#### 6.1.1 Primeira etapa (1992 – 1998)

A primeira etapa contou com investimentos de US\$ 1,1 bilhão e resultou na construção de três novas ETEs: (i) São Miguel com potencial de tratamento de 1,5 m<sup>3</sup>/s; (ii) Parque novo mundo com potencial de tratamento de 2,5 m<sup>3</sup>/s; (iii) ABC com potencial de tratamento de 3,0 m<sup>3</sup>/s. Ambas entregues em Junho de 1998. A ETE Barueri também foi ampliada. Conforme SABESP (2002), o potencial de tratamento de esgoto chegou a 18 m<sup>3</sup>/s. A elevação do potencial de tratamento ocorreu em

conjunto com o aumento da rede de ligações para 290 mil e mais 960 km de coletores. A construção do emissário de Pinheiros, mesmo fazendo parte da primeira etapa, só foi concluída nos anos 2000, dois anos depois da conclusão da primeira etapa, com essa obra 84 toneladas de esgoto são encaminhadas para a ETE Barueri diariamente, evitando o descarte no rio pinheiros.

<b>Tabela 10: Potencial de tratamento de água por ETE</b>	
<b>ETE</b>	<b>Capacidade de tratamento (m³/s)</b>
<b>ABC</b>	3
<b>Barueri</b>	9,5
<b>São Miguel Paulista</b>	1,5
<b>Suzano</b>	1,5
<b>Parque novo mundo</b>	2,5
<b>TOTAL</b>	18

Fonte: SABESP (2002)

SABESP (2002, p. 89) afirma que com os resultados da primeira fase “os índices de coleta de esgoto passaram de 63% em 1992 para 80% em 1998. Os índices de tratamento passaram de 20% para 60% e a mancha de poluição das águas do Tietê no interior do Estado recuou mais de 100 km.”

O formulário de referência e as informações fornecido pela concessionária (2002) e submetidas à comissão de valores mobiliários (CVM), demonstram o avanço no processo de coleta e tratamento na RMSP.

Analisando outras fontes de dados (CETESB, 1994, 1998), a partir do indicador IQA, foi feita uma comparação, estabelecendo uma avaliação da gestão na primeira etapa. Somente na primeira etapa não foi analisado o primeiro ano do projeto (1992) e sim o ano de 1994, justifica-se essa escolha com a metodologia de análise utilizada pela CETESB, é somente a partir do ano de 1994 que os relatórios são realizados por UGRHIs. Optou-se por realizar a comparação entre os anos 1994 e 1998. Essa mudança não prejudicou a avaliação do projeto, visto que as obras de ampliação de ETEs foram entregues em 1998.

CETESB (1994, p. 47) divide a UGRHI 6 em cinco bacias hidrográficas, sendo: (i) Bacia hidrográfica do rio Tietê Alto – Cabeceiras; (ii) Bacia do rio Tietê Alto – Zonas metropolitana; (iii) Bacia do reservatório Billings; (iv) Bacia do rio Cotia; (v) Bacia do reservatório Guarapiranga.

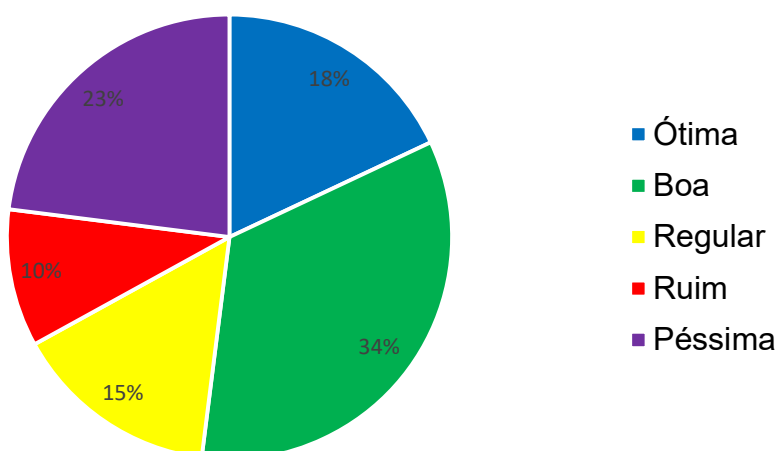


Em 1994 CETESB caracteriza a situação da qualidade das águas na região como semelhante ao ano anterior. Destacando poucas mudanças, como a melhora na qualidade de água na represa Billings devido a diminuição do fluxo de água do rio pinheiros para o reservatório, permitindo a reversão apenas em casos de enchentes, e a piora na qualidade da água no rio Embu-Guaçu, bacia do Guarapiranga. A figura 8, do mesmo relatório, demonstra a divisão a localização dos pontos de amostragem, visualizando os níveis de IQA e a tendência de qualidade.

Em 1998 CETESB destaca a influência do aumento da urbanização na bacia, ocorrendo processos de eutrofização. A represa Billings continuava a apresentar melhora na qualidade das águas. De forma geral as bacias ainda apresentavam “resultados de fósforo total e de coliforme fecal em desacordo com os padrões de qualidade ao longo de todo esse período” (p. 96). Os problemas evidenciados são justificados pelo lançamento de esgoto na BAT.

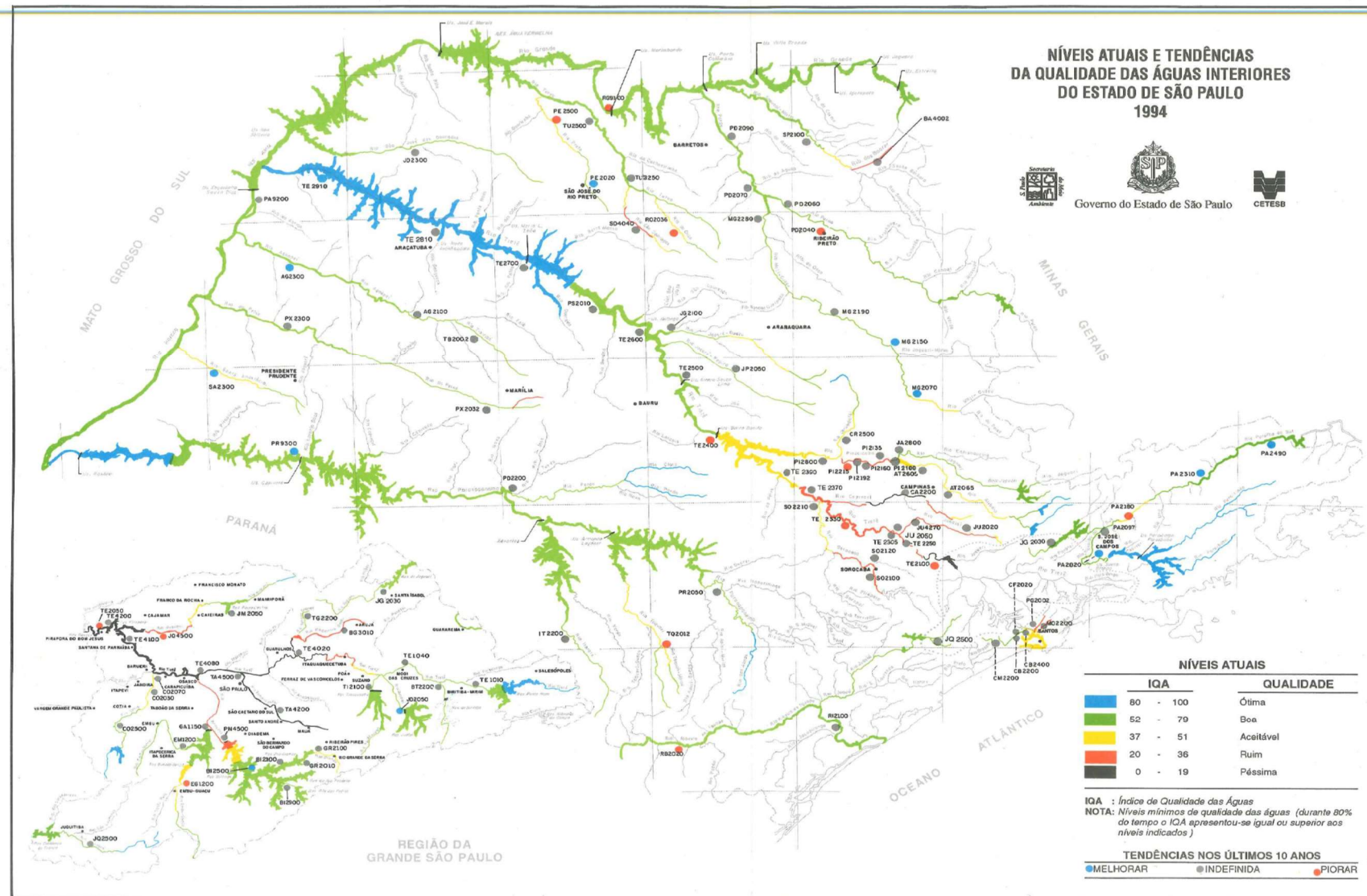
A distribuição percentual das classes de IQA na UGRHI 6 foi de: ótima: 18%; boa: 34%; regular: 15%; ruim: 10%; péssima: 23%, conforme gráfico 2. A área de estudo se destaca entre as outras UGRHIs pelo elevado percentual de pontos de amostragem classificados como péssimos. Segundo o mesmo relatório essa situação “pode ser explicada em função de sua localização, que abrange a RMSP, que se caracteriza pela alta ocupação urbana, além de conter o maior polo industrial do país” (p. 204).

**Gráfico 2: Distribuição IQA UGRHI 6 (1998)**



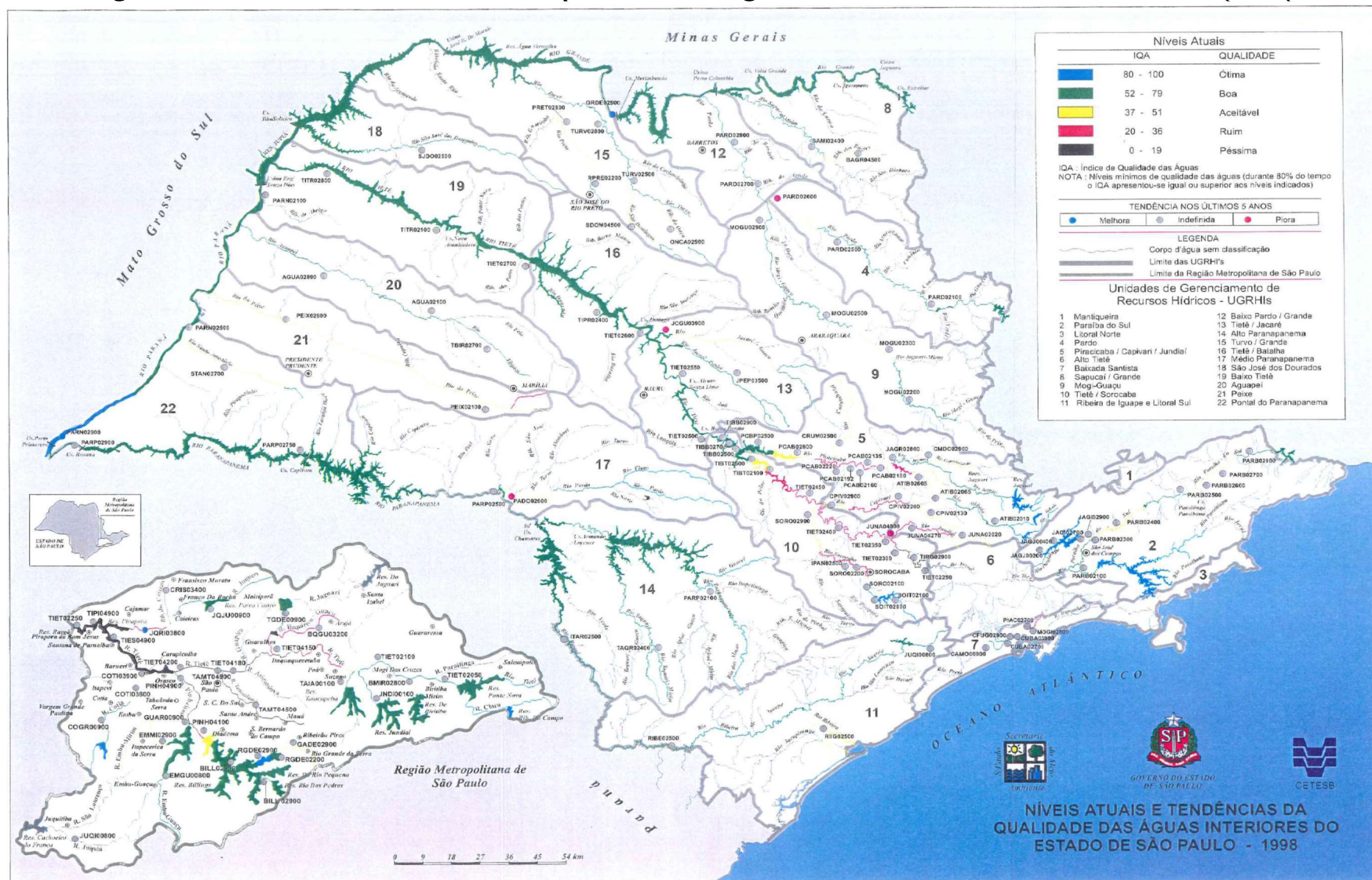
Fonte: CETESB (1999)

Figura 8: Níveis de IQA e tendência de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo (1994)



Fonte: CETESB (1995, p. 269)

Figura 9: Níveis de IQA e tendência de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo (1998)



Fonte: CETESB (1999, p. 205)



Ao analisarmos a situação da RMSP em 1994 percebemos a maioria dos pontos classificados como tendência indefinida nos últimos dez anos, enquanto que a tendência de melhorar foi percebida em dois pontos e de piora em três pontos de amostra. Os rios da BAT começam a apresentar perda na qualidade da água após passar por algumas cidades, a exemplo do próprio rio Tietê que após a cidade de Itaquaquecetuba já apresenta índice péssimo de IQA e continua até o final da área de estudo.

A análise do IQA em 1998 demonstra piora na maioria dos pontos. Os pontos de amostragem são classificados em ampla maioria como tendência indefinida. Poucos pontos indicaram melhora no IQA, sendo a região da Billings e Caieiras as únicas, em contraponto outras regiões indicaram piora na qualidade das águas. O rio Tietê passa a ser classificado como ruim desde a cidade de Suzano. O rio pinheiros e o rio Tamanduateí são classificados como péssimo em praticamente toda a extensão analisada.

Ao compararmos os índices de IQA ao longo dos anos não percebe-se melhoras significativas na qualidade das águas dos rios na RMSP, um ponto que indica melhora é a represa Billings graças à redução do volume de água do rio pinheiros, que passa a ser revertido somente em ameaças de enchentes na RMSP.

Em relação às obras construídas na primeira etapa a capacidade de tratamento dos esgotos aumentou em 7 m<sup>3</sup>/s com a construção de novas ETEs, porém os resultados desse processo não podem ser vistos ainda na primeira etapa, justifica-se pelo fato de as obras terem sido entregues no ano de 1998.

#### 6.1.2 Segunda etapa (2000 – 2008)

A segunda fase, com previsão inicial de conclusão em 2005, contou com investimentos de US\$ 500 milhões, focando na construção de sistemas de transporte de esgoto direcionados para as ETEs que foram ampliadas e construídas na primeira etapa. “Com foco nas regiões da Represa Billings, na bacia do rio Pinheiros e em municípios da região Oeste da RMSP” (SABESP, 2002 p. 89). Prevendo a implantação de

[...] 1.200 Km de redes coletoras de esgotos, 140 Km de interceptores e coletores-tronco, 290 mil novas ligações domiciliares de esgoto e melhorias no sistema de tratamento, visando impedir que esgotos “in natura” cheguem aos rios e córregos otimizando o sistema de coleta e afastamento de modo a conduzir os efluentes às estações de tratamento, promovendo a utilização de sua plena capacidade instalada. Além disso está previsto um programa de controle de efluentes industriais onde deverão ser monitoradas 290 indústrias pela CETESB. (SABESP, 2002 p. 89)

O objetivo era chegar à marca de 82% de esgoto coletado e, dentre esses, o tratamento de 68% (SABESP, 2002 p. 89). O relatório de 2003 amplia a meta de capacidade de tratamento para 70% (SABESP, 2003 p. 87).

Os recursos dessa fase foram ampliados devido a desvalorização do real frente ao dólar, o que valorizou os empréstimos já fornecidos. Essa desvalorização aumentou em US\$ 400 milhões o saldo de recursos. Com essa ampliação de recursos a duração do projeto também foi ampliada (SABESP, 2004 p. 105), assim novas obras foram pensadas, o relatório não estabelece quais, mas indica que os objetivos continuam os mesmos. Somente nas informações de 2007 que as metas são mais claras, onde além do avanço de coleta e tratamento de esgotos está previsto “transportar cerca de 5 m<sup>3</sup>/s de esgotos para as Estações de tratamento de Esgotos; reduzir a carga poluidora no manancial da Billings; reduzir em 40 km a mancha crítica de poluição na Bacia do Médio Tietê” (SABESP, 2007 p. 86).

Como resultados da segunda fase SABESP (2008, p. 97) “a 1º e a 2º etapa do programa colaboraram para que a coleta dos esgotos produzidos na RMSP subisse de 70% para 84%, e o tratamento dos esgotos coletados saltasse de 24% para 70%”. O programa já estabelece a continuidade do projeto na sua terceira fase, em busca de financiamento.

Com as informações colhidas nos formulários de referência e a informações anuais da SABESP (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007), realizamos comparações com o IQA a partir de CETESB (2000, 2008).

A análise dos relatórios resultou na produção da tabela 11, onde é possível observar a cada ponto de amostra os valores de IQA médio dos anos de 2000 e 2008, possibilitando uma comparação entre a qualidade da água no início e final da segunda etapa. Alguns pontos novos de monitoramento foram adotados e outros foram substituídos, assim em alguns casos aparecerá “s.d.” (sem dados). As cores destacam

as categorias, conforme metodologia: **ótima** ( $79 < \text{IQA} \leq 100$ ); **boa** ( $51 < \text{IQA} \leq 79$ ); **regular** ( $36 < \text{IQA} \leq 51$ ); **ruim** ( $19 < \text{IQA} \leq 36$ ); **péssima** ( $\text{IQA} \leq 19$ ).

**Tabela 11: Comparação de IQA média entre 2000 e 2008**

Bacias hidrográficas	Pontos de amostragem	Corpo de água	IQA médio (2000)	IQA médio (2008)	Diferença
<b>BAT - Cabeceiras</b>	BMIR02800	R. Biritiba	71	74	4%
	JNDI00500	Res Jundiaí-06	74	80	8%
	PEBA00100	Res. Taiaçupeba	s.d	87	
	PEBA00900	Res. Taiaçupeba	s.d	88	
	TAIA00100	Res. Taiaçupeba	78	s.d	
	TIET02050	Rio Tietê	69	68	-1%
	TIET02090	Rio Tietê	65	66	2%
	TIET03120	Rio Tietê	s.d	25	
<b>BAT - Zona Metropolitana</b>	BQGU03200	R. Baquirivu	31	27	-13%
	CABU04700	Rio Cabuçu	s.d	17	
	CRIS03400	Rib. Cristais	s.d	64	
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	61	s.d	
	DUVA04900	Rio Aricanduva	s.d	15	
	JQJU00900	Res. Juqueri	83	82	-1%
	JQRI03800	Rio Juqueri	27	24	-11%
	NINO04900	Rib. Meninos	s.d	17	
	PINH04100	Rio Pinheiros	29	32	10%
	PINH04105	Rio Pinheiros	s.d	29	
	PINH04110	Rio Pinheiros	s.d	19	
	PINH04190	Rio Pinheiros	s.d	23	
	PINH04200	Rio Pinheiros	s.d	17	
	PINH04900	Rio Pinheiros	16	15	-6%
	TAMT04500	R. Tamanduateí	14	16	14%
	TAMT04900	R. Tamanduateí	14	14	
	TGDE00900	Res. T. Grande	81	77	-5%
	TIES04900	Rio Tietê	17	19	12%
	TIET04150	Rio Tietê	21	16	-24%
	TIET04170	Rio Tietê	s.d	17	
	TIET04180	Rio Tietê	16	19	19%
	TIET04200	Rio Tietê	15	16	7%
	TIPI04900	Res. Pirapora	21	22	5%
<b>Cotia</b>	COGR00900	Res. Das Graças	88	75	-15%
	COTI03800	Rio Cotia	32	35	9%

Continua...

Tabela 11: Comparação de IQA média entre 2000 e 2008 (cont.)

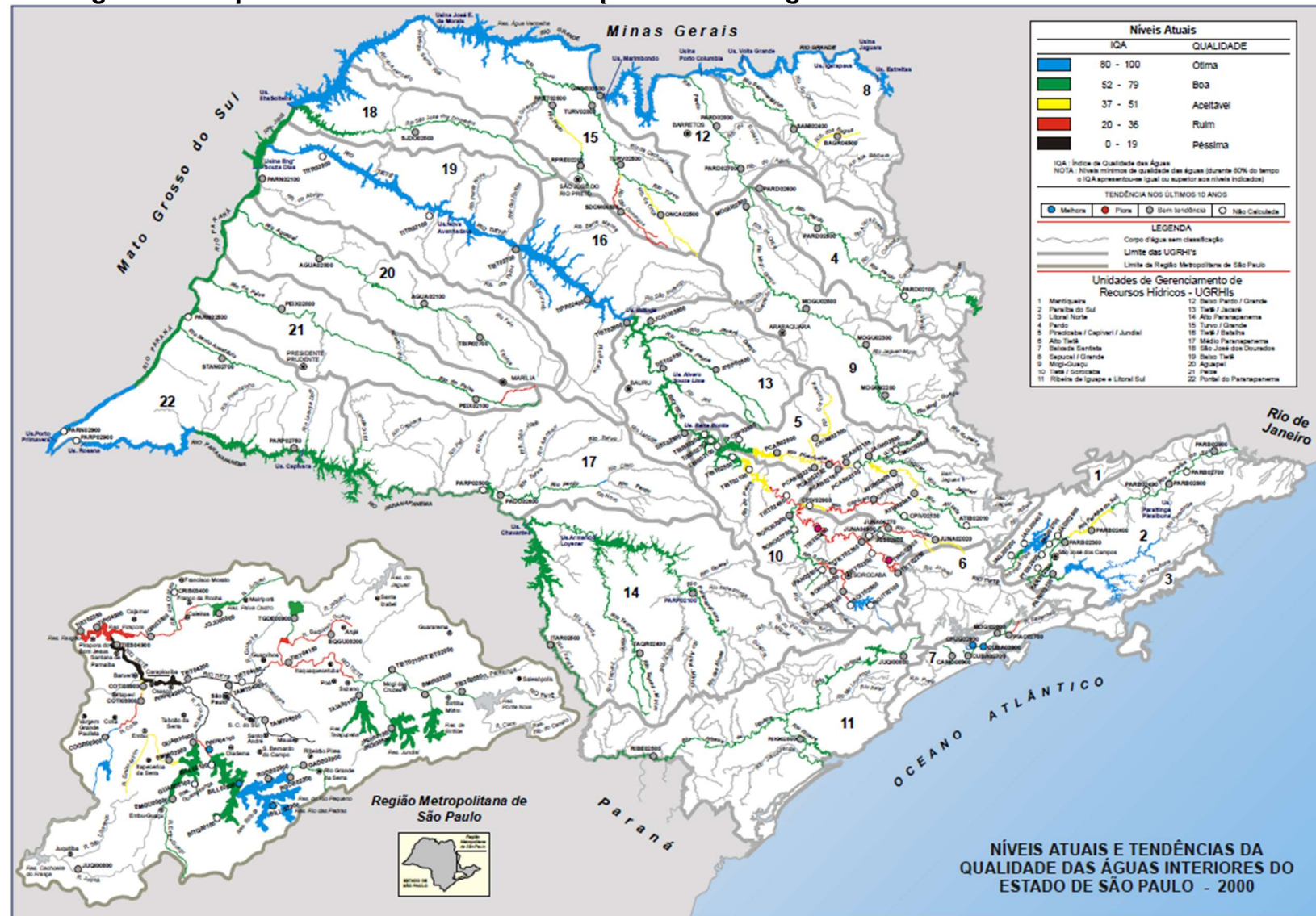
Bacias hidrográficas	Pontos de amostragem	Corpo de água	IQA médio (2000)	IQA médio (2008)	Diferença
Cotia	COTI03900	Rio Cotia	39	36	-8%
	MOVE03500	R. Moinho Velho	s.d	27	
	PEDA03900	Rib. Das Pedras	s.d	37	
Guarapiranga	EMGU00700	R. Embu-Guaçu	s.d	70	
	EMGU00800	R. Embu-Guaçu	67	69	3%
	EMMI02900	R. Embu-Mirim	51	51	
	GUAR00100	Res Guarapiranga	58	63	9%
	GUAR00900	Res Guarapiranga	68	77	13%
Represa Billings	BILL02030	Res Billings	s.d	52	
	BILL02100	Res Billings	68	64	-6%
	BILL02500	Res Billings	77	80	4%
	BILL02900	Res Billings	80	82	3%
	BITQ00100	Braço do Taquacetuba	69	84	22%
	GADE02900	Rio Gde/Jurubat	54	54	
	PIRE02900	Rib. Pires	s.d	30	
	RGDE02200	Res. Rio Grande	73	72	-1%
	RGDE02900	Res. Rio Grande	85	82	-4%
MÉDIA			51,9	46,4	-11%

Fonte: CETESB (2000, 2008)

Ao compararmos a média do IQA nos anos de 2000 e 2008 podemos observar a diminuição da qualidade da água, na média entre os valores de IQA. Em algumas bacias hidrográficas a média de IQA aumentou, como é o caso da região de cabeceiras, Guarapiranga e represa Billings. Em contraposição a zona metropolitana e Cotia apresentaram queda na qualidade das águas. Os fatores que levam a essa situação permanecem, o rio fica poluído ao receber cargas de esgoto ainda sem tratamento. Essa comparação pode ser visualizada na figura 10, que demonstra os níveis atuais e tendências da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo nos anos 2000.

Ao compararmos com os mapas dos anos 1995 e 1998 podemos perceber a manutenção da situação em alguns rios como Tamanduateí, Pinheiros, Tietê, Baquirivu-Guaçu e Caieiras. Em Cotia verifica-se a redução do IQA. Destaca-se a melhora da qualidade da água na região de Pirapora do Bom Jesus até a barragem do rasgão, indo de péssima para ruim, resultando na melhora da qualidade na UGRHI seguinte.

**Figura 10: Mapa de níveis e tendências da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**

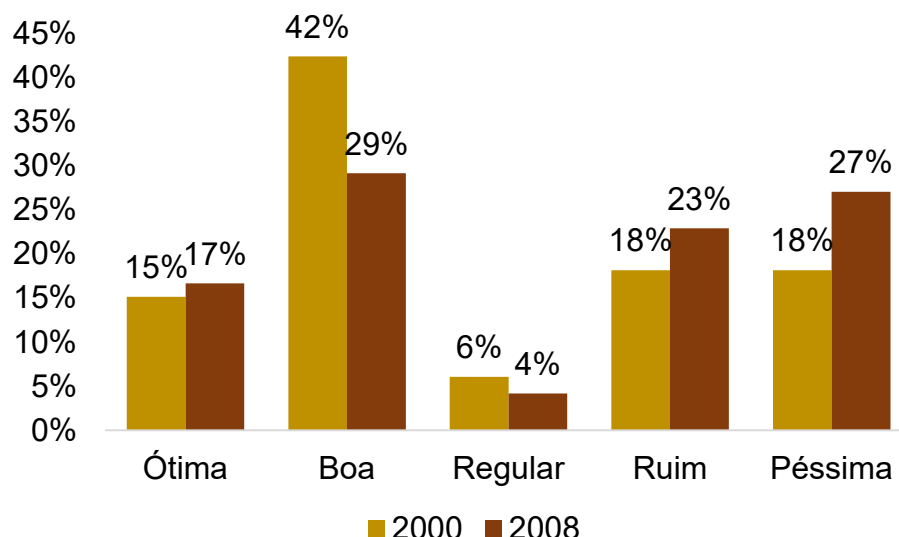


Fonte: CETESB (2000, p. 189)



O gráfico 3 demonstra o aumento, em 2008, na comparação com o ano 2000 da porcentagem de pontos de amostragem categorizados como ruim e péssimo na região pesquisada.

**Gráfico 3: Comparação quantidade IQA por categorias (2000 e 2008)**



Fonte: CETESB (2000, 2009)

Ao considerarmos o aumento de 14% dos pontos de amostragem classificados como ruim e péssimo e que somados representam 50% dos pontos de amostra, com a redução de 13% da categoria boa é notável que o processo de esgotamento e tratamento na região não está sendo efetivo. “Embora o controle da poluição das águas, causado pelas atividades industriais, tenha alcançado bons resultados ao longo dos anos, o mesmo não ocorreu com o tratamento dos esgotos domésticos.” (CETESB, 2008 p. 455). Destaca também as dificuldades apresentadas para o tratamento desse esgoto. Mesmo atendendo a uma parcela significativa da população urbana, a questão do tratamento não acompanha a mesma parcela, muitas vezes os esgotos são coletados, mas jogados nos rios e córregos *in natura*. CETESB justifica por “dificuldades de ordem técnica, além de custos elevados” (2008, p. 455).

As dificuldades técnicas podem ser percebidas pela ineficiência do transporte dos esgotos para as estações de tratamento, mesmo com um potencial de tratamento instalado de 18 m<sup>3</sup>/s, em 2008 era utilizado apenas 14,9 m<sup>3</sup>/s (CETESB, 2008). Lembrando que essa capacidade de tratamento foi efetivada na primeira etapa do projeto Tietê em 1998, ou seja, dez anos depois da construção das ETEs a construção de ligações, coletores, coletores-tronco e interceptadores não foram suficientes para utilizar toda a capacidade de tratamento instalada.

No ano de 2008 a CETESB começa a calcular o ICTEM (Indicador de coleta e tratabilidade de esgoto da população urbana de município), fornecendo dados de coleta e tratamento de esgotos por município. Possibilitando a comparação com as etapas futuras sobre

a efetiva remoção da carga orgânica, em relação à carga orgânica potencial, gerada pela população urbana, sem deixar, entretanto, de observar a importância relativa dos elementos formadores de um sistema de tratamento de esgotos, que prevê de maneira física, a coleta, o afastamento e o tratamento dos esgotos, que deve atender, por princípio, o disposto na legislação quanto à eficiência de remoção (superior a 80% da carga orgânica) e atendimento aos padrões de qualidade do corpo receptor dos efluentes. (CETESB, 2008 p. 28)

O ICTEM fornece dados relevantes para essa pesquisa, com esse índice podemos perceber a quantidade de coleta e tratamento de esgotos em cada município que compõe a BAT, como também o potencial de tratamento desses efluentes.

Comparando os dados fornecidos pela SABESP e pela CETESB percebe-se uma divergência quanto ao tratamento de esgotos na BAT. Enquanto que SABESP (2008, p. 97) estabelece com a 1º e 2º etapa um avanço para 84% de coleta e 70% de tratamento, em relação ao coletado, o que significa 58% do tratamento em relação ao total. Em contraposição a CETESB (2008, p. 190) estabelece, que na RMSP tínhamos 84% de coleta, porém apenas 44% do tratamento em relação ao coletado, o que significa 36,96% do total de efluentes. Ao destacarmos esses dados, verifica-se que ao final da segunda etapa do projeto Tietê, segundo a CETESB, nem sequer as metas da primeira fase foram concluídas, logo não foi atingido a meta de 70% de tratamento na segunda fase.

Observa-se a partir da tabela 12 que, em 2008, 13 municípios não realizavam tratamento do esgoto coletado. 22 municípios foram classificados com ICTEM péssimo (até 2,5), 6 municípios como ruim (2,6 a 5,0), 3 municípios como razoável (5,1 a 7,5) e 3 municípios como bom (7,6 a 10,0). Podemos concluir que mesmo com o avanço da coleta de esgotos a situação de poluição nos rios da RMSP persiste, verificada pelo piora do IQA de 2000 para 2008, essa situação pode representar a consequência do não tratamento dos efluentes antes de chegar aos rios. Diferente da situação descrita pela concessionária a coleta de tratamento na RMSP está em 44%, o que representa o tratamento de apenas 36,96% em relação ao total de efluentes produzidos pela BAT.

**Tabela 12: ICTEM por município da BAT (2008)**

Município	Concessão	IBGE (2008)		Atendimento (%)		Eficiência	ICTEM
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento		
<b>Arujá</b>	Sabesp	78.960	75.551	57	57	95	4,2
<b>Barueri</b>	Sabesp	264.619	264.619	55	0		0,8
<b>Biritiba-Mirim</b>	Sabesp	29.208	24.617	95	100	87	9,9
<b>Caieiras</b>	Sabesp	86.698	83.363	62	0		0,9
<b>Cajamar</b>	Sabesp	62.522	59.225	63	0		0,9
<b>Carapicuíba</b>	Sabesp	388.532	388.532	56	5	77	1,4
<b>Cotia</b>	Sabesp	179.109	179.109	39	37	86	2,1
<b>Diadema</b>	SANED	394.266	394.266	93	13	98	2,3
<b>Embu</b>	Sabesp	245.093	245.093	41	0		0,6
<b>Embu-Guaçu</b>	Sabesp	61.701	60.533	21	100	50	2,5
<b>Ferraz de Vasconcelos</b>	Sabesp	175.939	174.494	78	56	81	4,5
<b>Francisco Morato</b>	Sabesp	155.224	155.035	23	0		0,3
<b>Franco da Rocha</b>	Sabesp	129.304	120.063	56	0		0,8
<b>Guarulhos</b>	SAEE	1.279.202	1.251.716	73	0		1,1
<b>Itapecerica da Serra</b>	Sabesp	159.102	157.436	4	0		0,1
<b>Itapevi</b>	Sabesp	201.995	201.995	43	0		0,6
<b>Itaquaquecetuba</b>	Sabesp	351.493	351.493	53	5	81	1,2
<b>Jandira</b>	Sabesp	110.325	110.325	57	0		0,9
<b>Mairiporã</b>	Sabesp	77.443	61.939	57	62	85	3,9
<b>Mauá</b>	PM	412.753	412.753	72	0		1,1
<b>Mogi das Cruzes</b>	Sabesp	371.372	339.744	88	43	81	4,1
<b>Osasco</b>	Sabesp	713.066	713.066	61	28	77	2,4

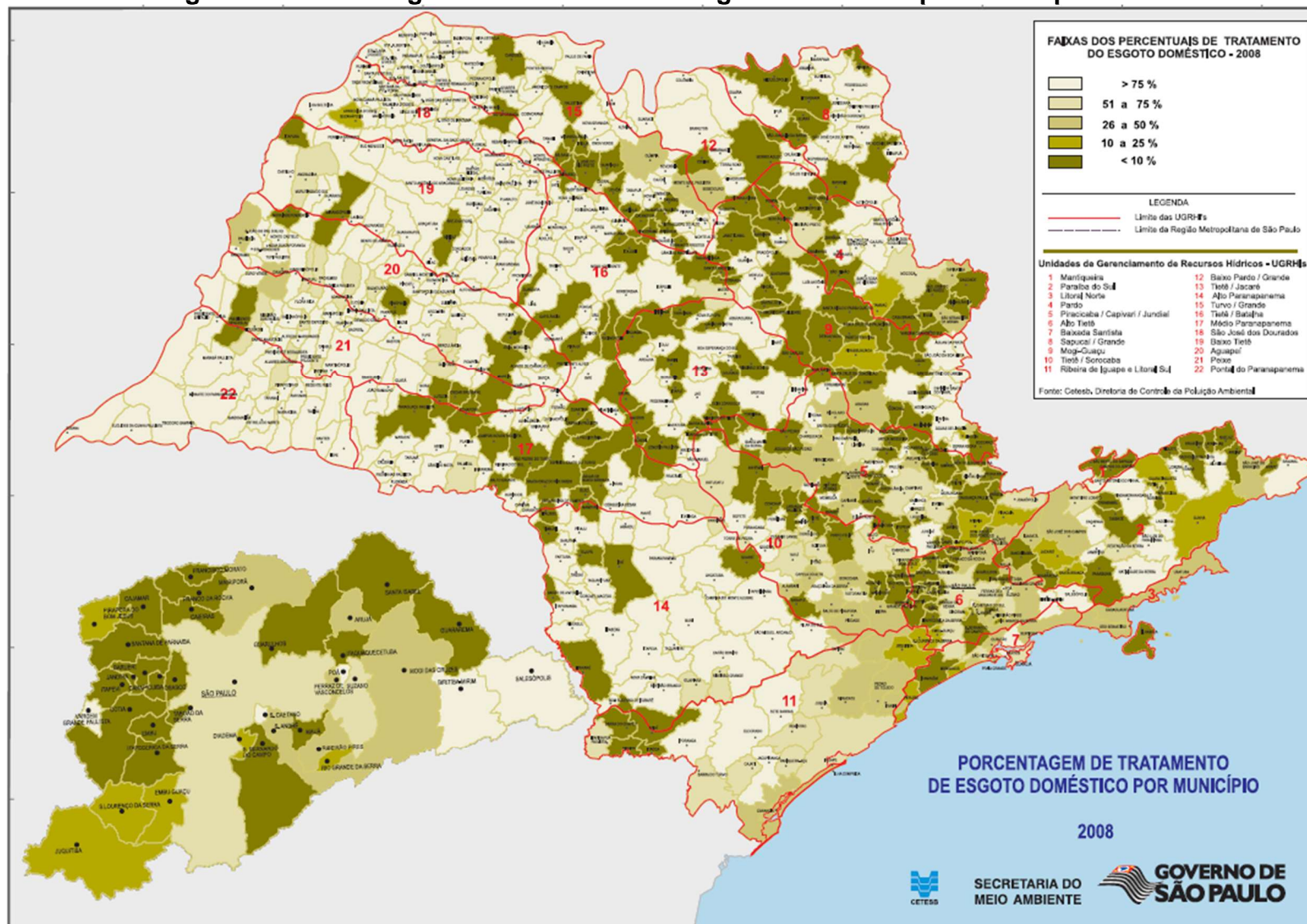
Continua...

Tabela 12: ICTEM por município da BAT (2008) (cont.)

Município	Concessão	IBGE (2008)		Atendimento (%)		Eficiência	ICTEM
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento		
<b>Pirapora do bom Jesus</b>	Sabesp	15.410	15.401	30	54	96	2,3
<b>Poá</b>	Sabesp	111.016	109.708	93	93	81	7,5
<b>Ribeirão Pires</b>	Sabesp	111.402	111.402	65	70	70	4,3
<b>Rio Grande da Serra</b>	Sabesp	41.215	41.215	25	85	60	2,5
<b>Salesópolis</b>	Sabesp	15.897	9.679	99	90	80	7,6
<b>Santana de Parnaíba</b>	Sabesp	110.730	110.730	26	0		0,4
<b>Santo André</b>	SEMASA	671.696	671.696	96	40	98	4,5
<b>São Bernardo do Campo</b>	Sabesp	801.580	787.604	84	3	80	1,6
<b>São Caetano do Sul</b>	SAEE	151.103	151.103	100	90	98	9,9
<b>São Paulo</b>	Sabesp	10.990.249	10.336.090	97	70	66	5,9
<b>Suzano</b>	Sabesp	279.394	270.516	82	70	81	5,5
<b>Taboão da Serra</b>	Sabesp	224.757	224.757	77	0		1,2
<b>UGRHI - 34 Municípios</b>	29 Concessões	19.452.375	18.664.868	84	44		

Fonte: CETESB (2008, p. 190). Adaptado pelo autor

**Figura 11: Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município - 2008**



Fonte: CETESB (2008, p. 459)

Ao analisarmos a tabela 12 com a figura 11 podemos perceber a deficiência no processo de tratamento de esgotos na BAT onde 13 municípios não realizam tratamento. Também é necessário levar em consideração a eficiência desse tratamento, conforme a metodologia a eficiência do tratamento deve ser maior que 80%, a eficiência do tratamento compõe o cálculo do ICTEM. Dos 21 municípios onde existem tratamento 6 não correspondem à legislação, ou seja, possuem eficiência menor que 80%, sendo: Carapicuíba, Embu-Guaçu, Osasco, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e São Paulo, representando que o processo de tratamento não é efetivo, o que gera elevada carga remanescente de DBO (Demanda Bioquímica de oxigênio).

Sobre os dados de coleta e tratamento temos 84% da coleta de esgotos, semelhante ao que é fornecido pela SABESP, e 44% de tratamento, enquanto a SABESP indica 70% de tratamento. O que representa 3.958.481 habitantes não recebem o saneamento básico, pois não tem seus esgotos tratados (CETESB, 2008).

Na região da BAT os municípios que receberam as principais obras de saneamento básico apresentaram melhores resultados na coleta e tratamento dos esgotos.

Mesmo com o avanço na quantidade de esgoto tratado e coletado o indicador de qualidade da água (IQA), não demonstrou avanço na maioria dos pontos de amostragem. Ao compararmos as figuras 9 e 10, ou seja, os mapas com níveis atuais e de tendência dos pontos de amostragem dos anos de 1998, final da primeira etapa, e 2000, início da segunda etapa, podemos verificar a melhora no IQA dos pontos mais próximos ao município de Pirapora do bom Jesus e barragem do rasgão, últimos pontos de análise da UGRHI 6. Ao considerarmos o ano de 2008 o relatório não produziu um mapa que represente o IQA da mesma forma que os anos anteriores, porem ao analisarmos os pontos de amostragem verificamos estabilidade na qualidade da água no final da segunda etapa. Esses fatores podem representar a redução da mancha de poluição do Rio Tietê, desde os anos 2000 podemos verificar uma melhora na qualidade das amostras nos últimos pontos de amostra da BAT, mesmo que pequena, o que gera a mudança de enquadramento desses pontos de péssimo para ruim.

### 6.1.3 Terceira etapa (2009 – 2024)

A terceira etapa do projeto Tietê foi inaugurada em 2009, com previsão inicial para 2015, mas que ainda está em conclusão (previsão para 2024), de início a expectativa era investir US\$ 1,1 bilhão com o mesmo objetivo das outras etapas. SABESP (2010 p. 194), afirma que “faz o tratamento secundário de aproximadamente 68% do esgoto coletado da RMSP”. Com uma capacidade instalada de tratamento de 18 m<sup>3</sup>/s, é mantido os indicadores anteriores ao final da primeira etapa do projeto.

Como meta para a terceira etapa a SABESP (2010 p. 196) “visa ampliar o índice de coleta de esgotos na RMSP para 87% e o de tratamento do total coletado para 84%”. Afirma que 40% das obras da terceira fase já estariam em execução, e outros 32% em licitação. Vale ressaltar que segundo a CETESB sequer as metas da primeira fase foram concluídas, em 2010 46% do esgoto coletado era tratado. (CETESB, 2010 p. 146)

Em 2011 a SABESP amplia a estimativa para 2016 a conclusão da terceira etapa do projeto Tietê. O projeto nessa fase estava com 46% das obras em execução e 25% em licitação. Estabelece também a previsão de início e termino da quarta e última etapa do projeto Tietê para 2013 a 2018, como também o objetivo de universalizar o tratamento de esgoto na RMSP, “eliminando o lançamento de esgoto *in natura* no rio Tietê na área operada pela SABESP” (SABESP, 2011 p. 228). É de se observar que os prazos iniciais não foram cumpridos.

No ano de 2012 SABESP (2012, p. 205) “o custo total estimado da terceira fase é de cerca de US\$ 2 bilhões”, diferente do valor de US\$1,1 bilhão dos relatórios anteriores. Coloca metas da terceira fase “melhorias no sistema de coleta de efluentes através de redes coletoras e ligações domiciliares”; “remoção e transporte dos efluentes para tratamento através de coletores-tronco e interceptores”; “e construção entre 2009 e 2016, de novas estações de tratamento de esgoto na região metropolitana de São Paulo.” (p. 205). O andamento do projeto se manteve aos 45% em execução e 26% em licitação. A previsão para a quarta fase foi alterada para 2014 a 2020.

Ao longo dos anos o projeto vai se estendendo em 2015, segundo a própria concessionária, 47% das obras já estavam concluídas, porém em 2019 as metas da

terceira etapa são ampliadas pela concessionária para 92% de coleta de esgotos e 90% de tratamento em relação ao coletado (SABESP, 2019 p. 324). Destaca-se a conclusão de 70% das obras da terceira etapa e a ampliação da ETE Barueri, com a capacidade de tratamento de esgotos passando de 12 m³/s para 16 m³/s.

A concessionária destaca avanços no processo de coleta e tratamento de esgotos na RMSB, onde em 2019 o índice de coleta era de 87% com tratamento de 81% do esgoto coletado (SABESP, 2020, p. 293). A previsão para conclusão da terceira etapa é 2025, onde “o programa objetiva ampliar o índice de cobertura com rede de esgoto na RMSB para 92% e o índice de tratamento para 90% do total coletado” (SABESP, 2020, p. 293). Atualmente, segundo a própria concessionária, a terceira etapa encontra-se 72% concluída.

Ampliando a análise verificamos os resultados da terceira etapa até o momento, ao longo dos anos de existência do projeto, os resultados das obras de saneamento básico propostas já concluídas, a partir dos índices de qualidade das águas (IQA) e se houve avanço na coleta e tratabilidade de esgotos na região da BAT, a partir de CETESB (2020).

A tabela 13 faz uma comparação entre os pontos de amostra dos anos 2000, 2008 e 2019. Para essa última análise retiramos os dados dos pontos de amostragem que não são mais utilizados, a fim de estabelecer uma comparação entre os mesmos pontos ao longo de 19 anos. As cores destacam as categorias, conforme a metodologia: **ótima** ( $79 < IQA \leq 100$ ); **boa** ( $51 < IQA \leq 79$ ); **regular** ( $36 < IQA \leq 51$ ); **ruim** ( $19 < IQA \leq 36$ ); **péssima** ( $IQA \leq 19$ ). Foi colocado s.d. (sem dados) para os pontos de amostragem que não foram utilizados em metodologias anteriores.

**Tabela 13: IQA ao longo dos anos 2000, 2008 e 2019**

Sistema hídrico	Pontos de amostragem	IQA médio (2000)	IQA médio (2008)	IQA médio (2019)	Diferença
Reservatório Águas	ACLA00500	s.d	s.d	81	
Reservatório Billings	BILL02030	s.d	52	54	4%
Reservatório Billings	BILL02100	68	64	56	-18%
Reservatório Billings	BILL02500	77	80	74	-4%
Reservatório Billings	BILL02900	80	82	85	6%
Braço do Rio Pequeno	BIRP00500	s.d	s.d	85	

Continua...



Tabela 13: IQA ao longo dos anos 2000, 2008 e 2019 (cont.)

Sistema hídrico	Pontos de amostragem	IQA médio (2000)	IQA médio (2008)	IQA médio (2019)	Diferença
Braço do Ribeirão Taquacetuba	BITQ00100	69	84	72	4%
Rio Biritiba-Mirim	BMIR02800	71	74	68	-4%
Rio Baquirivu-Guaçu	BQGU03150	s.d	s.d	40	
Rio Baquirivu-Guaçu	BQGU03850	s.d	s.d	19	
Rio Cabuçu	CABU04700	s.d	17	14	-18%
Ribeirão do Cipó	CIPO00900	s.d	s.d	39	
Reservatório das Graças	COGR00900	88	75	77	-13%
Córrego Parque do	CORD04950	s.d	s.d	12	
Ribeirão dos Couros	CORU04950	s.d	s.d	14	
Rio Cotia	COTI03800	32	35	40	25%
Ribeirão dos Cristais	CRIS03400	s.d	64	55	-14%
Rio Aricanduva	DUVA04900	s.d	15	17	13%
Rio Embu-Guaçu	EMGU00800	67	69	62	-7%
Rio Embu-Mirim	EMMI02900	51	51	42	-18%
Córrego do Morro do S	ESSE04800	s.d	s.d	15	
Rio Grande ou Jurubatuba	GADE02900	54	54	48	-11%
Rio Guaió	GUAO02600	s.d	s.d	53	
Rio Guaió	GUAO02900	s.d	s.d	27	
Reservatório do Guarapiranga	GUAR00100	58	63	55	-5%
Reservatório do Guarapiranga	GUAR00900	68	77	72	6%
Ribeirão Ipiranga	IPIG03950	s.d	s.d	28	
Córrego do Ipiranga	IPIR04900	s.d	s.d	37	
Ribeirão Jaguari - UGRHI	JGUA03950	s.d	s.d	21	
Res. do Rio Jundiá	JNDI00500	74	80	82	11%
Reservatório do Juqueri	JQJU00900	83	82	79	-5%
Rio Juqueri	JQRI03300	s.d	s.d	32	
Rio Juqueri	JQRI03800	27	24	19	-30%
Córrego do Pirajussara	JUÇA04900	s.d	s.d	16	
Rio Jundiá - UGRHI 06	JUNI03950	s.d	s.d	30	
Ribeirão Itaquera	KERA04990	s.d	s.d	20	
Ribeirão Moinho Velho	MOVE03400	s.d	s.d	33	
Ribeirão dos Meninos	NINO04900	s.d	17	17	
Reservatório Taiaçupeba	PEBA00900	s.d	88	86	-2%
Ribeirão das Pedras	PEDA03900	s.d	37	21	-43%
Ribeirão Perová	PEOV03900	s.d	s.d	27	
Rio Pinheiros	PINH04100	29	s.d	43	48%

Continua...

Tabela 13: IQA ao longo dos anos 2000, 2008 e 2019 (conclusão)

Sistema hídrico	Pontos de amostragem	IQA médio (2000)	IQA médio (2008)	IQA médio (2019)	Diferença
Rio Pinheiros	PINH04250	s.d	s.d	27	
Rio Pinheiros	PINH04500	s.d	s.d	18	
Rio Pinheiros	PINH04900	16	15	15	-6%
Ribeirão Pires	PIRE02900	s.d	30	27	-10%
Res. do Cabuçu	RCAB00900	s.d	s.d	85	
Res. do Rio Grande	RGDE02030	s.d	s.d	72	
Res. do Rio Grande	RGDE02200	73	72	75	3%
Res. do Rio Grande	RGDE02900	85	82	79	-7%
Cor. São João do Barueri	SJBA04950	s.d	s.d	21	
Cor. Águas Espraiadas	SPRA04850	s.d	s.d	19	
Rio Taiaçupeba-Mirim	TAIM00800	s.d	s.d	46	
Rio Tamanduateí	TAMT04250	s.d	s.d	16	
Rio Tamanduateí	TAMT04500	14	16	19	36%
Rio Tamanduateí	TAMT04600	s.d	s.d	17	
Rio Tamanduateí	TAMT04900	14	14	17	21%
Reservatório de Tanque Grande	TGDE00900	81	77	67	-17%
Reservatório Edgard de Souza	TIES04900	17	19	19	12%
Rio Tietê	TIET02050	69	68	65	-6%
Rio Tietê	TIET02090	65	66	63	-3%
Rio Tietê	TIET03120	s.d	25	29	16%
Rio Tietê	TIET03130	s.d	s.d	27	
Rio Tietê	TIET04150	21	16	21	
Rio Tietê	TIET04170	s.d	17	21	24%
Rio Tietê	TIET04180	16	19	20	25%
Rio Tietê	TIET04200	15	16	20	33%
Res. de Pirapora	TIPI04900	21	22	21	0
Córrego do ITUPU	TUPU00900	s.d	s.d	16	
Córrego do Jaguaré	UARE04550	s.d	s.d	19	
Ribeirão Vermelho ou	VEME04250	s.d	s.d	59	
Córrego Zavuvus	ZVUS04950	s.d	s.d	18	
<b>MÉDIA</b>		52	49	40	-23%

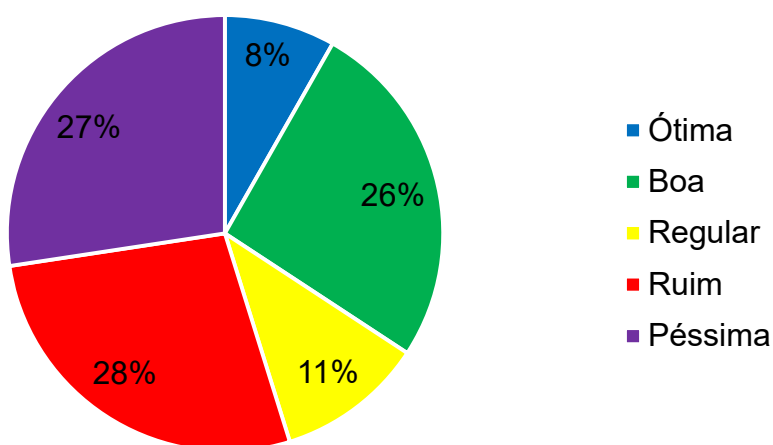
Fonte: CETESB (2001, 2009, 2020), organizado pelo autor.

A tendência de queda no índice de qualidade de água utilizado na pesquisa evidencia-se novamente, conforme análise das etapas 1 e 2. A média do IQA no ano de 2019 foi menor do que comparado com os outros anos. De forma semelhante às outras etapas o avanço do projeto Tietê não resultou em um avanço qualitativo das

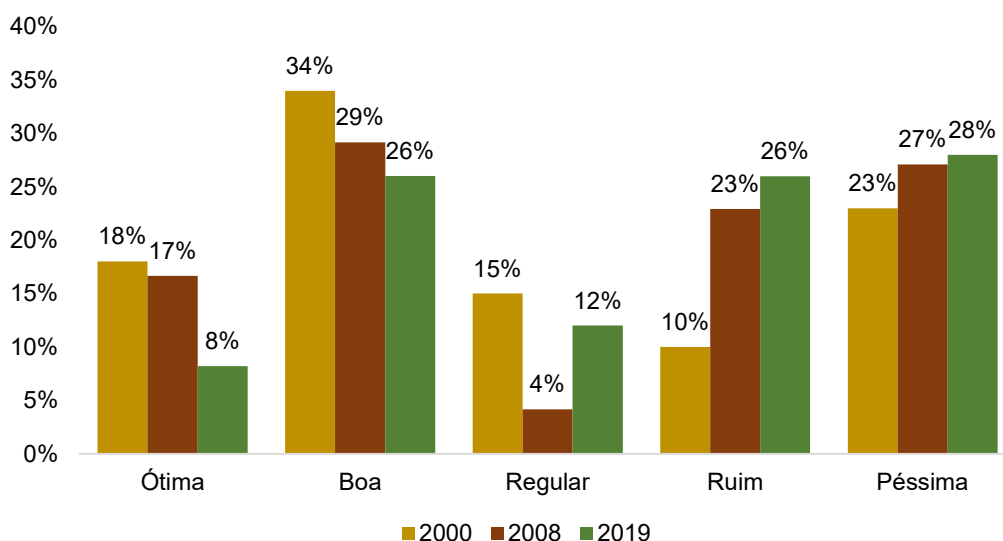
águas na RMSP, demonstrando uma tendência de queda na qualidade das águas, a partir dos pontos analisados. O total de 17 pontos de amostragem apresentaram redução da qualidade da água, em comparação 14 pontos de amostragem apresentaram melhora na qualidade da água e 4 dos 16 pontos de amostragem no rio Tietê apresentaram melhora no IQA indo de péssimo para ruim.

O gráfico 4 representa, em porcentagem, a distribuição de IQA para cada categoria. É possível observar que 55% dos pontos de amostragem em 2019 apresentaram índices de qualidade da água péssimo e ruim. Em contraponto a 45% de pontos com qualidade razoável e acima. Comparando com os resultados das outras etapas, podemos observar uma redução constante do número de pontos de amostragem com qualidade ótima e boa e o aumento constante do número de pontos de amostragem com qualidade ruim e péssima. O gráfico 5 demonstra essa comparação.

**Gráfico 4: Distribuição IQA UGRHI 6 (2019)**



Fonte: CETESB (2020).

**Gráfico 5: Comparação porcentagem IQA por categorias (2000, 2008, 2019)**

Fonte: CETESB (2001; 2009; 2020).

A análise do gráfico 5 demonstra a tendência de redução dos pontos de amostragem categorizados como “ótimo” e “boa”. Da mesma forma existe a tendência de aumento dos pontos “regular” e “ruim”, mesmo que em menor velocidade. Em 2019 54% dos pontos de amostragem são classificados como “ruim” e “péssimo”.

Outro dado importante para se analisar é o ICTEM, demonstrando o potencial de tratamento de efluentes e o atendimento em porcentagem de coleta e tratamento dos efluentes.

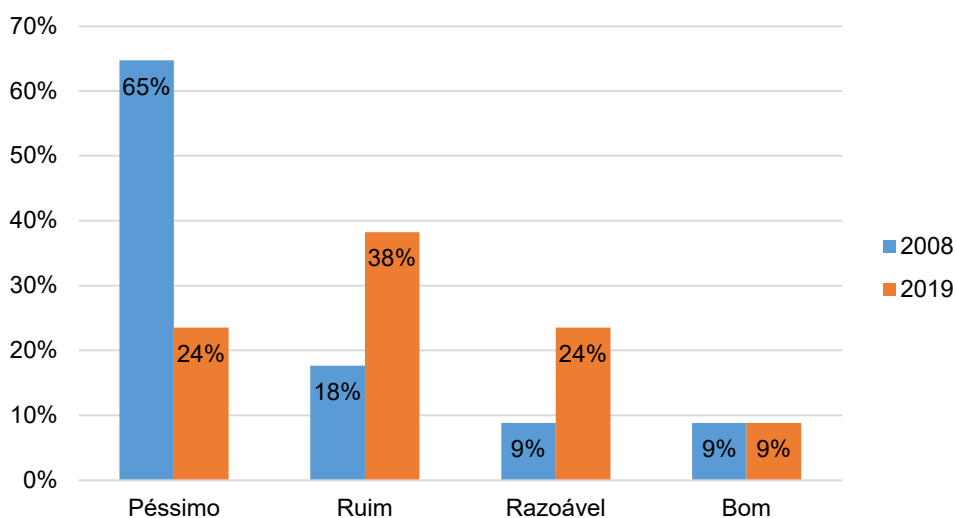
De forma geral CETESB (2020, p. 98) demonstra que a UGRHI 6, com uma população urbana de 21.301.285 habitantes possui 85% de coleta de esgotos, onde 51% dos efluentes são tratados, o que representa 43,35% de tratamento sob o total produzido. A área de estudo representa mais da metade da carga remanescente da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do Estado de São Paulo, totalizando 625 toneladas/dia, enquanto que o total das UGRHIs do Estado é de 1076 toneladas/dia. Calcula-se então o ICTEM em 2019 no valor de 5,49 para a UGRHI 6. Para efeito de comparação em 2009 esse índice era de 4,2, com uma população de 18.818.531 habitantes e um potencial de coleta e tratamento de 84% e 44%, respectivamente. Conforme CETESB (2010, p. 199). Assim, em 2009, tínhamos na área de estudo 36,96% do total de esgoto produzido tratado. Podemos observar um aumento da quantidade de esgoto tratado e coletado, assim como o aumento do ICTEM ao longo do período analisado.

Vale ressaltar que se considerarmos as metas ainda da primeira etapa do projeto Tietê, constituídas pela SABESP, que era de ampliação da coleta e tratamento para 80% e 60%, respectivamente. Temos a meta de coleta atendida, porém a meta de tratamento ainda não foi efetivada.

A tabela 14 demonstra, a partir dos dados de 2008 e 2019, para cada município inserido na BAT: população; índices de atendimento em porcentagem (coleta e tratamento); ICTEM. Favorecendo na comparação entre os dados.

Quanto a análise comparativa e evolutiva do ICTEM ao longo de dez anos verifica-se que nos anos analisados, dos 34 municípios, apenas dois não avançaram no potencial de tratamento de esgotos, os municípios de Biritiba-mirim e Salesópolis apresentaram queda no ICTEM, enquanto todos os outros representaram melhora. Se compararmos os processos de coleta e tratamento podemos concluir um avanço de 1% na coleta e 7% no tratamento, ao longo de mais de dez anos. O tratamento de esgotos perante o total produzido na RMSP, em 2019, é de 43,25%.

**Gráfico 6: Categorias de ICTEM – UGRHI 6 (2008 e 2019)**



Fonte: CETESB (2009; 2020).

O gráfico 6 demonstra a redução da quantidade de municípios categorizados como “péssimo” e o avanço das categorias “ruim” e “razoável”, podendo indicar um avanço no processo de coleta e tratamento de esgoto na RMSP.

Os dois indicadores complementam a análise da terceira etapa, que apresentou evolução no processo de esgotamento sanitário acompanhado da melhora de tratamento e qualidade de eficiência no tratamento, porém essa mudança não foi

efetiva para a melhora da quantidade de efluentes sanitários no corpo dos rios da BAT, representado pelo IQA.

Ao compararmos as metas estabelecidas e os prazos, percebemos a melhora no sistema de esgotamento sanitário, porém não representou o atendimento às metas e prazos estabelecidos nessa etapa até o momento. Podemos concluir que a terceira etapa do projeto Tietê não avançou conforme deveria, o que gerou a necessidade de ampliação do tempo de execução. A etapa que deveria terminar em 2015 foi adiada para 2024, as metas também foram ampliadas, porém conforme dados da CETESB os avanços informados pela concessionária não apresentam grande efetividade na melhora da qualidade da água dos corpos hídricos, assim como, o avanço na coleta e tratamento de esgotos não avançou conforme as metas. Destaca-se que em 4 municípios o tratamento de esgoto ainda é inexistente, totalizando 492.013 habitantes sem tratamento de esgoto e apenas um município conseguiu a nota máxima do ICTEM: São Caetano do Sul, no ABC paulista. Esse município não é atendido pela SABESP.

**Tabela 14: Coleta, tratamento e ICTEM por município na BAT (2008 e 2019)**

<b>Município</b>	<b>População urbana (2008)</b>	<b>População Urbana (2019)</b>	<b>Atendimento (2008)</b>				<b>Atendimento (2019)</b>			
			<b>Coleta (%)</b>	<b>Tratamento (%)</b>	<b>Eficiência</b>	<b>ICTEM</b>	<b>Coleta (%)</b>	<b>Tratamento (%)</b>	<b>Eficiência</b>	<b>ICTEM</b>
<b>Arujá</b>	75.551	86.234	57	57	95	4,2	70	96	75	6,27
<b>Barueri</b>	264.619	274.182	55	0	-	0,8	80	50	86	4,69
<b>Biritiba-Mirim</b>	24.617	27.985	95	100	87	9,9	53	97	84	5,26
<b>Caieiras</b>	83.363	98.955	62	0	-	0,9	74	0	-	1,11
<b>Cajamar</b>	59.225	75.255	63	0	-	0,9	74	0	-	1,11
<b>Carapicuíba</b>	388.532	400.927	56	5	77	1,4	73	51	86	4,44
<b>Cotia</b>	179.109	249.210	39	37	86	2,1	51	44	84	3,15
<b>Diadema</b>	394.266	423.884	93	13	98	2,3	94	52	94	5,18
<b>Embu</b>	245.093	273.726	41	0	-	0,6	66	24	86	2,24
<b>Embu-Guaçu</b>	60.533	67.546	21	100	50	2,5	39	99	84,3	4,69
<b>Ferraz de Vasconcelos</b>	174.494	185.573	78	56	81	4,5	81	47	92	4,7
<b>Francisco Morato</b>	155.035	175.487	23	0	-	0,3	41	0	-	0,62
<b>Franco da Rocha</b>	120.063	142.316	56	0	-	0,8	66	0	-	0,99
<b>Guarulhos</b>	1.251.716	1.379.182	73	0	-	1,1	88,8	9,2	82,8	2,41
<b>Itapecerica da Serra</b>	157.436	174.248	4	0	-	0,1	39	86	86	4,25
<b>Itapevi</b>	201.995	237.700	43	0	-	0,6	61	54	86	4,07
<b>Itaquaquecetuba</b>	351.493	370.821	53	5	81	1,2	65	16	90,7	2,03
<b>Jandira</b>	110.325	124.937	57	0	-	0,9	72	46	86	4,12
<b>Mairiporã</b>	61.939	87.476	57	62	85	3,9	24	71	80	2,81
<b>Mauá</b>	412.753	472.912	72	0	-	1,1	93	81	91	7,57

Continua...

**Tabela 14: Coleta, tratamento e ICTEM por município na BAT (2008 e 2019) (Cont.)**

<b>Município</b>	<b>População urbana (2008)</b>	<b>População Urbana (2019)</b>	<b>Atendimento (2008)</b>				<b>Atendimento (2019)</b>			
			<b>Coleta (%)</b>	<b>Tratamento (%)</b>	<b>Eficiência</b>	<b>ICTEM</b>	<b>Coleta (%)</b>	<b>Tratamento (%)</b>	<b>Eficiência</b>	<b>ICTEM</b>
<b>Mogi das Cruzes</b>	339.744	411.363	88	43	81	4,1	93	61	90,4	6,14
<b>Osasco</b>	713.066	698.418	61	28	77	2,4	75	55	86	4,76
<b>Pirapora do bom Jesus</b>	15.401	18.895	30	54	96	2,3	49,4	43	96	2,71
<b>Poá</b>	109.708	115.593	93	93	81	7,5	96	85	92	8,09
<b>Ribeirão Pires</b>	111.402	123.393	65	70	70	4,3	98	100	94	9,67
<b>Rio Grande da Serra</b>	41.215	50.846	25	85	60	2,5	51	78	94	4,37
<b>Salesópolis</b>	9.679	10.911	99	90	80	7,6	79	96	79,2	7,03
<b>Santana de Parnaíba</b>	110.730	139.447	26	0	-	0,4	39	26	86	2,04
<b>Santo André</b>	671.696	718.773	96	40	98	4,5	99,88	45,54	94	5,26
<b>São Bernardo do Campo</b>	787.604	824.915	84	3	80	1,6	92	27	93	3,49
<b>São Caetano do Sul</b>	151.103	161.127	100	90	98	9,9	100	100	94	10
<b>São Paulo</b>	10.336.090	12.122.222	97	70	66	5,9	89	71	89,4	6,57
<b>Suzano</b>	270.516	287.163	82	70	81	5,5	90	67	92	6,46
<b>Taboão da Serra</b>	224.757	289.664	77	0	-	1,2	87	51	86	5,05
<b>UGRHI – 34 municípios</b>	18.664.869	21.301.285	84	44			85	51		5,49

Fonte: CETESB (2008; 2019).



Ao compararmos o processo de esgotamento sanitário em 2008 e 2019, percebemos que dos 12 municípios que não realizavam tratamento dos esgotos em 2008 restaram apenas 4 municípios (Caieiras, Cajamar, Francisco Morato e Franco da Rocha). A eficiência do tratamento de esgotos também aumentou, enquanto em 2008 dos 21 municípios que realizavam a coleta e tratamento de esgotos, seis deles não atendiam a legislação para a eficiência de ao menos 80%. Em 2019 a quantidade de municípios que realizam tratamento saltou para 30 e apenas dois não atendem a legislação de eficiência sendo Arujá (75% de eficiência) e Salesópolis (79,2% de eficiência), mesmo não atendo a legislação estão bem próximos dos 80% de eficiência de tratamento. Nesse período tivemos um acréscimo de 2.636.416 na população urbana da RMSP, o que representa um grande desafio para atender uma população urbana de 21.301.285 habitantes. O avanço do sistema de saneamento básico acompanhou o avanço da população.

Ao considerarmos esses avanços no sistema de esgotamento e tratamento na BAT, devemos destacar a grande redução de municípios categorizados como “péssimo” e aumento dos municípios categorizados como “ruim” e “razoável” e estabilidade da porcentagem de municípios categorizados como “ótimo”. Representando em 2019 62% dos municípios enquadrados como “péssimo e ruim” e 38% dos municípios como “Razoável e bom”. Mesmo com a melhora dos índices de coleta e tratamento a situação dos municípios ainda é precária.

As dificuldades de se ampliar o processo de coleta, e principalmente o tratamento dos esgotos reflete na situação dos rios e córregos da RMSP. A região ainda é responsável por “cerca de 58% de toda a carga orgânica remanescente do estado” (CETESB, 2019 p. 371). Essa situação se reflete na quantidade de efluentes sanitários, representado pelo IQA, que indica aumento de efluentes sanitários na BAT ao longo do período analisado. Atualmente 54% dos pontos de amostragem são classificados como “ruim” e “péssimo”, em comparação com dados de 2000 33% dos pontos de amostragem eram classificados nesses parâmetros.

A terceira etapa ainda está em andamento, portanto não podemos afirmar se a etapa concluiu as metas, porém é possível afirmar que essa etapa não cumpriu com os prazos iniciais sendo ampliada para 2024. Mesmo avançando no processo de esgotamento e tratamento dos efluentes não foi suficiente para melhorar a qualidade dos corpos hídricos da BAT.

#### 6.1.4 Quarta etapa (2020 – 2024)

Desde 2011 a quarta etapa do projeto já é discutida nos formulários de referência. De início a previsão era para iniciar em 2013 com duração até 2018, assim já deveria estar concluída. Essa previsão foi alterada conforme o formulário de referência do ano seguinte (2012). Com o objetivo de acabar com o descarte de esgoto sem tratamento na BAT, o projeto contou com investimentos estimados em US\$ 2 bilhões (SABESP, 2013 p. 202). Em 2018 esse valor aparece diferente, o total geral estabelecido é de US\$ 500 milhões, distribuídos entre: (i) obras de esgotamento sanitário: US\$ 478 milhões; (ii) sustentabilidade operacional e institucional: US\$ 14 milhões; (iii) apoio a gestão, monitoramento e avaliação: US\$ 8 milhões. 60 % do valor será financiado e os outros 40% serão recursos da própria SABESP. A quarta etapa ocorrerá em conjunto com a terceira etapa.

SABESP (2018, p. 9) afirma que a previsão é de ampliar a “capacidade de tratamento de águas residuais em 3 m<sup>3</sup>/s, abrangendo as ETEs Parque novo mundo e São Miguel Paulista, bem como a ampliação da fase sólida da ETE Barueri para 16 m<sup>3</sup>/s”. Além de ressaltar o fortalecimento de gestão da SABESP, é previsto a “construção de 200 km de redes coletoras e 160 km de Interceptores e Coletores-tronco”. A figura 12 demonstra a localização dos projetos previstos nessa etapa do programa.

Com um grande desafio em mãos a quarta etapa do projeto Tietê prevê a ampliação das ETEs, como também favorecer o transporte desses efluentes para as estações de tratamento com a construção de redes coletoras, coletores tronco e interceptadores, o que se mostrou ser o maior desafio nas últimas etapas.



## 6.2 Avaliação da gestão

A avaliação da gestão foi realizada a partir dos resultados apresentados na etapa anterior. A discussão entre os dados da CETESB com os dados SABESP se mostrou necessário, para aumentar a credibilidade da pesquisa.

Ao analisarmos os dados da SABESP pode-se concluir que as etapas do projeto Tietê geraram um grande avanço no sistema de esgotamento sanitário na RMSP, boa parte desse potencial de tratamento foi construído nas primeiras etapas do projeto. Destaca-se que os indicadores de coleta e tratamento fornecidos pela concessionária não são os mesmos fornecidos pela CETESB, mas ambas as fontes percebem o avanço no sistema de coleta e tratamento dos esgotos na RMSP.

A SABESP (2019, p. 299) indica que a partir do projeto Tietê “a coleta de esgoto que atendia 70% da área urbanizada da RMSP em 1992 saltou para 87% no final de 2019. E o tratamento dos esgotos ampliou de 24% para 81% do volume coletado”. Comparando com os dados fornecidos pela CETESB (2019, p. 98), verificamos que a coleta e tratamento de esgotos, com 85% e 51%, respectivamente. Os dados se aproximaram quanto a coleta, porém no tratamento a divergência é de 30%.

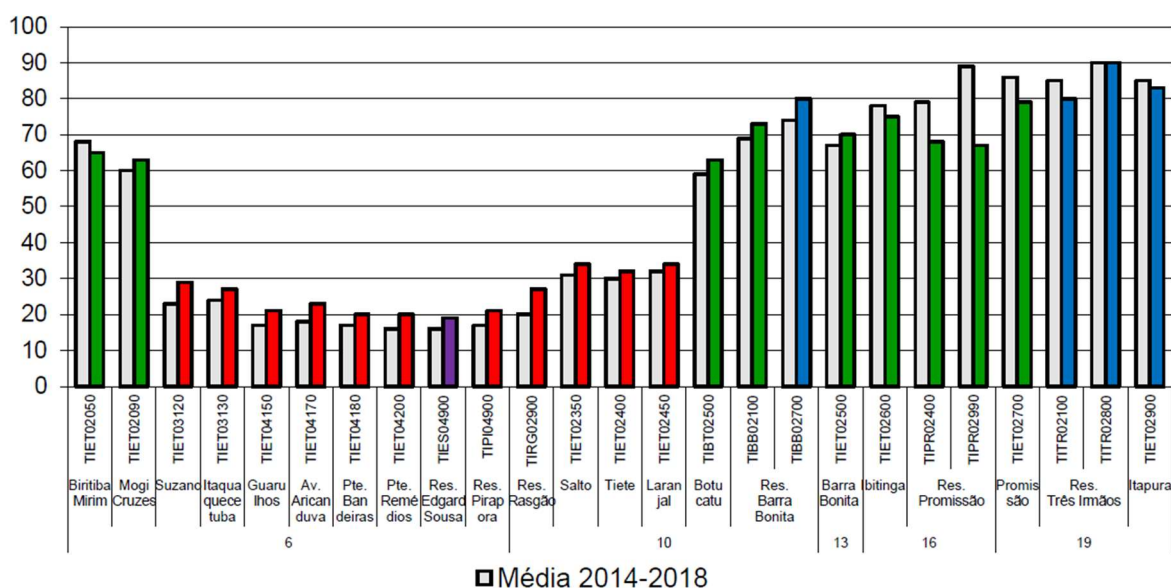
Os dados de coleta e tratamento de esgotos fornecidos pela SABESP não foram conclusivos se comparados ao da CETESB, em todas as etapas observamos divergências na quantidade de coleta e tratamento dos esgotos. Essa divergência pode ser evidenciada pelos resultados qualitativos da água observados na pesquisa, onde os índices de IQA demonstram elevação constante nas quantidades de efluentes sanitários na BAT.

O índice de qualidade das águas (IQA), calculado pela CETESB indica que ao longo de aproximadamente 20 anos a qualidade das águas na região metropolitana piorou, verifica-se a redução da porcentagem de pontos nas categorias “ótima” e “boa”, em contrapartida o avanço da porcentagem nas categorias “regular” e “ruim”, a categoria “péssima” variou pouco (1%) nos últimos anos, indicando estabilidade.

Outro indicador importante é o ICTEM, calculado a partir do ano 2008, onde amplia-se a fonte de dados para coleta e tratamento para cada município, leva em conta outros fatores como a eficiência do processo de tratamento de esgotos.

O gráfico 6 demonstra um avanço no processo de coleta e tratamento de esgotos na RMSP, reduzindo para 24% dos pontos de amostragem categorizados como “péssimo”, em 2019, em contrapartida as categorias “ruim” (38%), “razoável” (24%), apresentaram melhora nos últimos dez anos. A categoria “bom” (9%) se manteve estável.

**Gráfico 7: Perfil do IQA ao longo do rio Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos**  
IQA  
Rio Tietê



Fonte: CETESB (2020, p. 234)

Ao verificarmos o gráfico 7 podemos perceber uma elevação do IQA desde 2014 nos trechos mais críticos, ao longo dos últimos 5 anos, o que pode representar os avanços descritos no processo de coleta e tratamento de esgotos. Verificando os pontos de amostragem que estão inseridos na área de estudos, do primeiro ponto (Biritiba-Mirim) até o último (reservatório do rasgão), o único ponto que apresentou piora, em relação à média dos últimos cinco anos foi Biritiba-Mirim, de Mogi das Cruzes até Reservatório do Rasgão o IQA foi superior à dos últimos cinco anos.

A avaliação crítica feita sobre a gestão do projeto Tietê verificou o aumento da capacidade de coleta e tratamento de esgotos na RMSP, porém o avanço no sistema de esgotamento sanitário não resultou na melhora da qualidade dos corpos hídricos da RMSP, se comparados desde o início do período analisado.

Com sucessivos prolongamentos de metas, o projeto Tietê já deveria estar concluído. A previsão atual é para 2024 com a finalização das etapas três e quatro. A meta de universalização da coleta e tratamento do esgoto é urgente para uma região

que apresenta níveis críticos de disponibilidade de água, qualidade precária dos corpos hídricos e uma população que sofre constantemente com eventos extremos relacionados ao excesso ou falta de água, como enchentes e crise hídrica.

## CONCLUSÃO

A partir dos procedimentos estabelecidos pela pesquisa, com a análise qualitativa da gestão da SABESP no projeto Tietê, em conjunto com a análise quantitativa de recursos aplicados, estabelecemos uma avaliação crítica da gestão da SABESP, ao longo dos seus 28 anos do projeto Tietê que desde 1992 até o início dos anos 2020 progrediu com a questão da coleta e tratamento de esgotos na RMSP. No entanto esse avanço não correspondeu com os prazos e metas de tratamento estipuladas pelas etapas do projeto, visto que a expectativa inicial era de 2018 para finalização do projeto com a melhora da qualidade da água, onde a redução da média de IQA representaria a continuidade do descarte de grandes quantidades de esgoto doméstico na bacia.

A poluição dos rios na RMSP está diretamente atrelada a continuidade do descarte de esgoto sem tratamento nos rios e córregos que compõe a BAT. Não só os esgotos clandestinos contribuem para essa situação, como também ainda existem municípios que não realizam o tratamento do esgoto coletado. O rio Tietê começa a ficar poluído ao receber descartes de esgoto doméstico sem tratamento, mas é na zona metropolitana que chega ao nível mais crítico, além de outras bacias tributárias da região também apresentam níveis críticos, como nos rios Tamanduateí e Cotia.

O município de São Paulo apresenta tratamento de 71% do esgoto coletado, porém outros municípios da bacia apresentam pouca quantidade de tratamento, ou até não realizam tratamento como é o caso de Caieiras, Cajamar, Francisco Morato e Franco da Rocha, totalizando 492.013 habitantes sem tratamento de esgoto, e os esgotos sendo despejados in natura nos corpos hídricos. Verificamos também haver municípios que não atendem a legislação por não apresentarem eficiência igual ou acima de 80% no processo de tratamento dos efluentes, situação que acaba por prejudicar o avanço do projeto. O rio Tamanduateí é um dos rios mais poluídos da região, recebendo grandes quantidades de efluentes da região do ABC paulista e se encontra em nível crítico em todos os seus quatro pontos de análise, essa situação se mantém em outros rios importantes da capital como o rio Pinheiros. Com efeito, a poluição do rio Tietê está fortemente atrelada à poluição recebida desses rios e córregos que compõem a bacia hidrográfica principal. Nesse sentido, verifica-se a

partir da análise sistêmica o fato de que os processos que atuam sobre/na bacia condicionam a produção da paisagem estudada, pois o rio Tietê recebe boa parte da poluição vindo dos seus afluentes.

O avanço do sistema de esgotamento sanitário na RMSP também não correspondeu com a melhora do índice de qualidade da água (IQA), pois ao longo dos anos compreendidos pela pesquisa o índice apresentou piora, aumentando os pontos classificados como péssimo e ruim, chegando a representar, em 2019, 54% dos pontos de amostragem.

A questão do saneamento básico se torna urgente para a população da RMSP, extrapolando as questões dos recursos hídricos. A situação deve ser considerada como uma questão de saúde pública e habitacional-urbana, atuando na redução da pobreza, dos riscos de doenças transmissíveis pela água e o risco há má nutrição.

A comparação dos dados fornecidos pela SABESP e CETESB se fez necessário para ampliar a credibilidade da pesquisa. Os dados fornecidos pela companhia gestora do projeto coloca índices de coleta e tratamento muito superiores em relação à CETESB que por si só não explicariam o aumento da mancha de poluição do Rio Tietê para 163 km em 2019.

Com a análise dos dados fornecidos pela CETESB foi possível verificar o avanço do sistema de esgotamento sanitário. O ICTEM em 2019 comparado ao de 2008 foi maior em 95% dos municípios que compõem a BAT. Nesse sentido, é importante ressaltar que, mesmo avançando as metas da fase três, ainda não foram concluídas as principais projeções do projeto e, se considerarmos os resultados da CETESB, com as metas da SABESP nem a primeira etapa do projeto Tietê teria cumprido com o objetivo inicial de tratamento de 60% dos esgotos. Do mesmo modo, comparando dados do ano de 2019 a companhia de saneamento afirma coletar 89% dos esgotos e realizar 78% de tratamento na RMSP, o que contradiz a informação divulgada pela CETESB, que identifica 85% de coleta e 51% de tratamento sobre o mesmo.

Ao considerarmos os resultados fornecidos pela SABESP a situação do esgotamento sanitário na BAT não se concretiza com a situação dos corpos hídricos na região de estudos, já que a bacia hidrográfica apresenta elevados índices de poluição, principalmente nas áreas com maior densidade populacional que



representam grande quantidade de esgoto doméstico despejados nos rios, levando à redução da qualidade da água e afetando a população na questão de saúde pública e qualidade de vida.

O aumento dos pontos de amostra de IQA ao longo dos anos representa a continuidade do despejo de esgotos sem tratamento, mesmo com o avanço do ICTEM e do potencial de coleta e tratabilidade dos esgotos; de fato, a análise dos resultados do IQA indica o aumento dos efluentes sanitários na BAT ao longo dos anos estudados nessa pesquisa.

Portanto, esta avaliação crítica preliminar da gestão da SABESP demonstra um avanço no processo de coleta e tratamento de esgoto, porém o não cumprimento das metas e prazos em todas as etapas analisadas. Isso leva à constatação da necessidade de manutenção da situação de poluição dos rios da RMSP, ao longo dos 20 anos de existência do projeto Tietê, pois este não vem apresentando grandes mudanças no cenário de poluição das águas na BAT.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Flávia. Doria promete despoluir Rio Pinheiros até 2022: ele reafirma compromisso do governo no dia mundial do meio ambiente. **Agência Brasil**. São Paulo, p. 1-2. 05 jun. 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-06/doria-promete-despoluir-rio-pinheiros-ate-2022>. Acesso em: 03 out. 2020.

BERTONI, Estevão. As seguidas promessas de despoluir os rios Tietê e Pinheiros. **Nexo**. São Paulo, p. 1-4. 11 jun. 2019. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2019/06/11/As-seguidas-promessas-de-despoluir-os-rios-Tiet%C3%AA-e-Pinheiros>. Acesso em: 12 abr. 2020.

BRASIL. IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ibge, 2004. 332 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/vocabulario.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

\_\_\_\_\_. Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário oficial da união**: seção 1: Legislativo, n. 135, p. 1, 16 jul. 2020. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=1&data=16/07/2020&totalArquivos=91>. Acesso em: 29 set. 2020.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2019**. Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins; Coordenação técnica Fábio Netto Moreno, Marta Condé Lamparelli, Beatriz Durazzo Ruiz; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Midaglia; Equipe técnica Luiz Antônio Medeiros ... [et al.]. – São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2018**. Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins; Coordenação técnica Nelson Jr., Marta Condé Lamperelli, Fábio Netto Moreno; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Midaglia; Equipe técnica Luiz Antônio Medeiros ... [et al.]. – São Paulo: CETESB, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017**. Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins; Coordenação técnica Nelson Menegon Jr., Marta Condé Lamparelli, Fábio Netto Moreno; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Midaglia; Equipe técnica Cláudio Roberto Palombo ... [et al.]; Colaboradores Gisela de Assis Martini ... [et al.]. – São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2016**. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017 [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2015.** Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2016 [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2015. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2012.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2011.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2010.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2011. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2009.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2010. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2008.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2009. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2007.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2008. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2006.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2007. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2005.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2006. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2004.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2005. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2003.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2004. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2002.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2003. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2001.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2002. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2000.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2001. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 1999.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2000. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 1998.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 1999. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 1997.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 1998. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 1996.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 1997. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 1995.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 1996. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 1994.**  
[recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 1995. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun.  
2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 1993.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 1994. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 1992.** [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 1993. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

CONICELLI, B. P. **Gestão das Águas Subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (SP)** 2014. 163 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo, São Paulo.

CONTI, José Bueno. GEOGRAFIA E PAISAGEM. **Ciência e Natura**, [s.l.], v. 36, n. 3, p. 239-245, 31 out. 2014. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x13218>. Acesso em: 12 maio 2020.

FABHAT. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Plano da bacia hidrográfica do Alto Tietê.** Relatório Final 2017 (Ano Base 2016). Volume 1 – Diagnóstico. São Paulo: FABHAT, 2017.

\_\_\_\_\_. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Plano da bacia hidrográfica do Alto Tietê.** Relatório Final 2017 (Ano Base 2016). Volume 2 – Prognóstico. São Paulo: FABHAT, 2017.

\_\_\_\_\_. Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Plano da bacia hidrográfica do Alto Tietê.** Relatório Final 2017 (Ano Base 2016). Volume 3 – Plano de ação. São Paulo: FABHAT, 2017.

LUIZ, Rachel Gomes de Souza. **Análise de desempenho da obra de saneamento básico e seus impactos locais na Região Metropolitana de São Paulo:** terceira etapa do projeto tietê. 2014. 64 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação em Economia e Meio Ambiente, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/46881/R%20-%20E%20-%20RACHEL%20GOMES%20DE%20SOUZA%20LUIZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 maio 2020.

MIYAZAKI, Leandro Fernandes. **Recursos Hídricos na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP):** a subutilização do reservatório Billings. 2018. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: [http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/8/8021104/tce-14122018-122438/publico/2018\\_LeandroFernandesMiyazaki.pdf](http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/8/8021104/tce-14122018-122438/publico/2018_LeandroFernandesMiyazaki.pdf). Acesso em: 08 maio 2020.

PORTAL DO GOVERNO. **Sabesp vai regularizar 152 mil ligações de água na Grande São Paulo - Autorização do Senado para transferências do BID e do Banco Mundial à companhia totalizam US\$ 550 milhões e vão permitir novos investimentos.** São Paulo. São Paulo. 06 out. 2019. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/com-novos-emprestimos-sabesp-executa-obras-e-regulariza-ligacoes-de-agua-em-sp/>. Acesso em: 03 out 2020.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Água doce no Mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galiza (org.). **Águas doce no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 1-37.

REDETV. **João Doria promete despoluir rios Tietê e Pinheiros até 2022**. Youtube, 05 jun. 2019. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=3eGkCB0mD5U&ab\\_channel=RedeTV](https://www.youtube.com/watch?v=3eGkCB0mD5U&ab_channel=RedeTV). Acesso em: 03 out 2020.

SABESP. **Formulário de referência 2002**. São Paulo: SABESP, 2002. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2003**. São Paulo: SABESP, 2003. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2004**. São Paulo: SABESP, 2004. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2005**. São Paulo: SABESP, 2005. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2006**. São Paulo: SABESP, 2006. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2007**. São Paulo: SABESP, 2007. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2008**. São Paulo: SABESP, 2008. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>

B82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2009.** São Paulo: SABESP, 2009. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=A B82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2010.** São Paulo: SABESP, 2010. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=A B82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2011.** São Paulo: SABESP, 2011. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=A B82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2012.** São Paulo: SABESP, 2012. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=A B82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2013.** São Paulo: SABESP, 2013. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=A B82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2014.** São Paulo: SABESP, 2014. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=A B82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2015.** São Paulo: SABESP, 2015. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=A B82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2016.** São Paulo: SABESP, 2016. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2017**. São Paulo: SABESP, 2017. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2018**. São Paulo: SABESP, 2018. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2019**. São Paulo: SABESP, 2019. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Formulário de referência 2020**. São Paulo: SABESP, 2020. Disponível em:

<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=investidor esnovo&pub=T&db=&docid=E2A6871D0686A2D9832574CC0078B653&docidPai=AB82F8DBCD12AE488325768C0052105E&pai=filho4&filho=neto-1>. Acesso em: 11 jun. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Lei n. 16.337, de 14 de dezembro de 2016. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e dá providências correlatas. **Assessoria Técnica da Casa Civil**: seção 1. p. 3-10, 14 dez. 2016. Disponível em: <http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/dg280202.nsf/ae9f9e0701e533aa032572e6006cf5fd/2c1572fdb9c11b678325808a0046526a?OpenDocument>. Acesso em 29 set. 2020.

SILVA, Edson Aparecido da. **Despoluição do rio Tietê**: questionar paradigmas para avançar. 2016. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento e Gestão do Território, Políticas Públicas, Universidade Federal do Abc, Santo André, 2016. Disponível em: [http://biblioteca.ufabc.edu.br/php/download.php?codigo=73324&tipo\\_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=103878&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0](http://biblioteca.ufabc.edu.br/php/download.php?codigo=73324&tipo_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=103878&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0). Acesso em: 10 maio 2020.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Observando o Tietê 2019**. O retrato da qualidade da água e a evolução dos indicadores de impacto do Projeto Tietê. São Paulo: SOS Mata atlântica 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/10/observando-rios-19tietedigital.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2020.



TEIXEIRA, Wilson et al (Org.). **Decifrando a Terra**. 2. Ed. São Paulo: Companhia editora nacional, 2009. 623 p.

VENTURI, Luis Antonio Bittar (org.). **Geografia**: práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Sarandi, 2011. 528 p.

\_\_\_\_\_. A GEOGRAFIA E O ESTUDO DO AMBIENTE. **Ciência e Natura**, [s.l.], v. 36, n. 3, p. 246-256, 31 out. 2014. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x13219>. Acesso em: 12 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **DEBUTANTES E DUBITANTES**. Departamento de Geografia – USP, São Paulo, Jun. 2019. USP.

\_\_\_\_\_. Recurso natural: a construção de um conceito. **GEOUSP: Espaço e Tempo: Revista da pós-graduação em Geografia**, São Paulo, n. 20, p. 9-17, 2006. Disponível em: [http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp20/Artigo\\_Luis.pdf](http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp20/Artigo_Luis.pdf). Acesso em: 12 maio 2020.