UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM ENGENHARIA– PECE

Vivian Heller Weiss Souguellis

Proposições de planejamento urbano para reenquadramento de bacias hidrográficas: o caso da bacia hidrográfica do rio Guaió (Região Metropolitana de São Paulo)

São Paulo

2019

Vivian Heller Weiss Souguellis

Proposições de planejamento urbano para reenquadramento de bacias hidrográficas: o caso da bacia hidrográfica do rio Guaió (Região Metropolitana de São Paulo)

Monografia apresentada ao PECE – Programa de Pesquisa Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, para obtenção do Título de Especialista e m Planejamento e Gestão de Cidades.

Área de Concentração: Planejamento e Gestão de Cidades

Orientadora: Doutora Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

São Paulo

2019

SOUGUELLIS, VIVIAN HELLER WEISS
VIVIAN HELLER WEISS SOUGUELLIS/ V.H.W. SOUGUELLIS – São Paulo, 2019.
85 p.

Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão de Cidades) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada

1. ANÁLISE DA QUALIDADE E PROPOSIÇÕES PARA O REENQUADRAMENTO DO CANAL PRINCIPAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAIÓ (SÃO PAULO). I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.

Dedico e agradeço ao meu marido pelo apoio emocional e contribuições pontuais nos longos períodos de elaboração desta monografia, à minha família pelo carinho e incentivo na continuidade de meus estudos e, em especial, ao apoio técnico e ininterrupta orientação da Doutora Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo, ao me guiar constantemente pelos melhores caminhos para conclusão deste estudo.

RESUMO

Em vista da problemática relativa aos consideráveis índices de poluição de corpos hídricos que o país atualmente enfrenta, é fundamental o desenvolvimento e aprofundamento de instrumentos de planejamento urbano, tais como Planos Diretores municipais, Leis de Uso e Ocupação do Solo, Planos de Saneamento Básico, Resíduos Sólidos, entre outros. Os rios cumprem diversas funções para a qualidade de vida urbana desde abastecimento de água, atenuação de poluentes e lazer. Optou-se pela análise de uma bacia hidrográfica que possui importância no abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, ainda que seu canal principal possua ínfima vazão quando comparada à demanda de abastecimento do sistema integrado. Este estudo pretende analisar a qualidade dos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, bem como a quantidade de esgotos provenientes de atividades antrópicas. Será verificado o enquadramento do rio Guaió, frente aos resultados das análises realizadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, e avaliadas possíveis fontes poluentes, utilizando-se de instrumentos de uso e ocupação do solo da região. O enquadramento estabelecido pela CETESB para o Rio Guaió é o de Classe 2, que deve seguir os parâmetros de qualidade predispostos na Resolução CONAMA, nº 357/2005. Todavia, a sua atual condição qualitativa não permite o atendimento aos principais indicadores da legislação, com destaque para: Oxigênio Dissolvido – OD, Demanda Bioquímica de Oxigênio – $DBO_{5,20}$, escherichia coli e Fósforo – P total. Destaca-se que o presente trabalho pretende não apenas apontar os resultados do monitoramento de qualidade, como também estudar o nível de impacto causado por grandes aglomerados urbanos e até mesmo atividades rurais em áreas próximas à hidrografia principal ou reservatórios de água. Entende-se a necessidade de preservação desta bacia, por se tratar de um potencial manancial de abastecimento da RMSP, já utilizado para tais finalidades, ainda que somente para suprimento emergencial. Executou-se breve pesquisa referente ao embasamento legal direta ou indiretamente relacionada à bacia hidrográfica, revisão literária com os temas sinérgicos à gestão de bacias hidrográficas e manutenção de áreas verdes, assim como caracterização da bacia de estudo contemplando os temas de gestão de uso e ocupação do solo e meio ambiente. Posteriormente, apresentaram-se 2 (dois) cenários de expansão urbana a fim de apresentar a criticidade da qualidade das águas do Rio Guaió frente a uma situação pessimista e outra otimista. Por fim, são apresentadas as propostas intrinsecamente relacionadas aos temas saneamento básico e ordenamento territorial, imprescindíveis para a melhora da qualidade do principal corpo hídrico e seus afluentes. Assim serão também identificados os possíveis causadores da degradação ambiental e desenvolvidas propostas para manutenção ou redução de poluentes visando a manutenção dos padrões de qualidade estabelecidos para a classe de enquadramento do Rio Guaió.

Palavras – chave: Recursos hídricos, bacia e sub-bacia hidrográfica, impactos, cargas poluentes, esgotos, ordenamento territorial.

ABSTRACT

Considering extraordinary indications of water pollution which the country is currently facing, the development of urban planning instruments, such as Master Plans, Land Use and Occupation Laws, Sanitation and Solid Waste Plans, is fundamental. In this case, I opted for the analysis of a river basin that has importance in the public supply of the Metropolitan Region of São Paulo, although it is almost inefficient for human supply due to the low flow of the Guaió River when compared to the water demands of the integrated system.This study intends to analyze the quality of the Guaió River Basin, as well as the amount of organic loads from anthropic activities. The quality classes of the Guaió river will be verified, based on the results of São Paulo's Environmental Company – CETESB's analysis and identification of possible pollutant sources, utilizing urban municipality plans and regional instruments.CETESB' s river class for Guaió River is nr. 2, which must follow the quality parameters set forth in CONAMA Resolution No. 357/2005. However, its current qualitative condition does not allow compliance with the main indicators of legislation, especially: Dissolved Oxygen - OD, Biochemical Oxygen Demand - DBO5,20, Escherichia coli and total Phosphorus - P. Note that this project does not only point out the results of quality monitoring, but it also shows impacts caused by large urban agglomerations and even rural activities in areas close to the main hydrography or water reservoirs. It is understood that there is a necessity of preservation of this basin, because it was once utilized as one of the Metropolitan Region´s supply sources, even though just for emergencies. This project contains a brief survey regarding the legal basis which has direct or indirect influence regarding the river basin. It also contains main topics regarding water resources, about the importance of maintaining preserved areas, basic characterization of the water basin, as well as management of soil use and urban occupation. Subsequently, two (2) urban expansion scenarios were presented in order to evaluate the criticality of the water quality of the Guaió River, meaning a pessimistic and an optimistic situation. Finally, the proposals are intrinsically related to basic sanitation and territorial planning, both essential themes for water quality improvement. The possible causes of environmental degradation and develop proposals for reducing of pollutants will also be identified in order to attend the quality standards established for the Guaió River.

Key Words: Water resources, basin and sub-basin, impacts, pollutant loads, efluente, treatment and land use planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1 – Inserção regional da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió 33

Figura 6.2 – Infraestrutura e área de abrangência dos sistemas de abastecimento de água 37

Figura 6.3 – Divisão de sub-bacias hidrográficas..... 38

Figura 6.4 – Uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió..... 39

Figura 6.5 – Processo de codificação e georreferenciamento dos pontos de amostragem da CETESB 43

Figura 6.6 – Infraestrutura e área de abrangência dos sistemas de esgotamento sanitário..... 48

Figura 7.1 – Redefinição dos limites da bacia Hidrográfica do Rio Guaió para aplicação da modelagem matemática 50

Figura 7.2 – Geração de esgotos por sub-bacia na Situação 2015 54

Figura 7.3 – Concentração de DBO no Rio Guaió no Cenário Tendencial (2035)..... 58

Figura 7.4 – Concentração de DBO X vazão de referência na captação..... 60

Figura 7.5 – Concentração de DBO no Rio Guaió no Cenário Alternativo (2035) 62

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1 – Detalhamento dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió 32

Tabela 6.2 – Distribuição da população e domicílios na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió 34

Tabela 6.3 – Dados operacionais dos sistemas de abastecimento de água 36

Tabela 6.4 – Percentuais de uso e ocupação do solo nos municípios que compõem o Manancial Guaió 41

Tabela 6.5: Resultados do monitoramento de qualidade da CETESB (Parte 1) 44

Tabela 6.6: Resultados do monitoramento de qualidade da CETESB (Parte 2) 45

Tabela 6.7. Classificação do IQA 46

Tabela 6.8 - Resultado do monitoramento do IQA no Manancial Guaió 46

Tabela 6.9 – Classificação do IVA 46

Tabela 6.10 – Resultado do monitoramento do IVA 46

Tabela 6.11 - Dados de Cobertura dos Sistemas de Esgotamento Sanitário 47

Tabela 7.1 – Projeção populacional dos municípios inseridos no Manancial Guaió 52

Tabela 7.2 – Esgotos Afluentes ao Ponto de Captação – Situação 2015 55

Tabela 7.3: Resultados conforme parâmetros de Qualidade: Situação 2015 55

Tabela 7.4 - Dados de Cobertura dos Sistemas de Esgotamento Sanitário – Cenário Tendencial 57

Tabela 7.5 – Esgotos Afluentes ao Ponto de Captação – Cenário Tendencial 57

Tabela 7.6: Resultados conforme parâmetros de Qualidade: Cenário Tendencial 58

Tabela 7.7 – Esgotos Afluentes ao Ponto de Captação – Cenário Alternativo 60

Tabela 7.8: Resultados conforme parâmetros de Qualidade: Cenário Alternativo 61

Tabela 11.1 – Coeficientes de exportação de cargas do Manancial Guaió 83

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Fontes e dados de maior relevância 19

Quadro 6.1 – Usos permitidos segundo classe de enquadramento da Resolução CONAMA 357/2005 44

Quadro 8.1 – Projetos e ações de cunho institucional 65

Quadro 8.2 – Projetos e ações de ordenamento territorial e uso e ocupação do solo 66

Quadro 8.3 – Projetos e ações de saneamento básico 67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP – Área de Preservação Permanente

ARA – Área de Recuperação Ambiental

AT – Alto Tietê

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CETESB - Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico

CPLA – Coordenadoria de Planejamento Ambiental

CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EEE – Estação Elevatória de Esgoto

EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IQA – Índice de Qualidade das Águas

IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas

LEV – Local de Entrega Voluntária

OD – Oxigênio Dissolvido

P - Fósforo

PD – Plano Diretor

PDPA – Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental

PE – Parque Ecológico

PECE – Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica

PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PNSB – Política Nacional de Saneamento Básico

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SAMA – Saneamento Básico do Município de Mauá

SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados

SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SMA – Secretaria de Meio Ambiente

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

SSRH – Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos

UC – Unidades de Conservação

UGRHI – Unidade de Gestão de Recursos Hídricos

USP – Universidade de São Paulo

ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social

SUMÁRIO

RESUMO **4**

ABSTRACT.. ..... **5**

1. INTRODUÇÃO **14**

2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS **17**

3. MATERIAIS E MÉTODOS **18**

3.1. Objeto e área de estudo 18

3.2. Coleta de dados 19

3.3. Etapas da pesquisa ou procedimentos metodológicos 20

4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL **21**

4.1. Legislação Pertinente 21

4.1.1. Lei Federal nº 9.433/1997 22

4.1.2. Lei Federal nº 11.445/2007 23

4.1.3. Lei Estadual nº 898/1975 24

4.1.4. Lei Estadual nº 15.247, de 17 de dezembro de 2013 24

4.1.5. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 24

4.1.6. Lei Federal nº 12.727, de 15 de Setembro de 2012 25

4.1.7. Especificidades e conclusões técnicas 26

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **27**

5.1. Gestão de Bacias Hidrográficas 27

5.1.1. Conceitos e definição de bacias hidrográficas 27

5.1.2. Aspectos legais e institucionais da gestão de bacias hidrográficas 28

5.1.3. Os Comitês de Bacia Hidrográfica 28

5.1.4. Conceitos e Importância da Manutenção de Áreas Verdes 30

5.2. Modelagem Matemática 31

6. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAIÓ **32**

6.1. Inserção Geográfica 32

6.2. Abastecimento de Água 34

6.2.1. Sistema Integrado de Abastecimento de Água da RMSP 34

6.2.2. Abastecimento dos Municípios que Compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió..... 36

6.3. Recursos Hídricos Superficiais 37

6.4. Uso e Ocupação do Solo 38

6.5. Qualidade dos Corpos Hídricos 42

6.5.1. Metodologia para o Monitoramento de Qualidade das Águas no Rio Guaió..... 42

6.5.2. Situação da Qualidade das Águas no Rio Guaió..... 44

6.5.3. Resultados dos Indicadores de Qualidade das Águas no Rio Guaió..... 45

6.6. Esgotamento Sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió 47

7. GERAÇÃO E LANÇAMENTO DE ESGOTOS NO MANANCIAL..... 49

7.1. Descrição do Modelo Utilizado 51

7.1.1. Projeção Populacional..... 52

7.2. Cenários de Geração de Esgotos..... 53

7.2.1. Situação 2015..... 53

7.2.2. Cenário Tendencial 56

7.2.3. Cenário Alternativo..... 59

8. PROPOSTAS DE SANEAMENTO PARA REDUÇÃO DE ESGOTOS..... 63

8.1. Institucional 71

8.2. Ordenamento Territorial e Uso e Ocupação do Solo 72

8.3. Saneamento Básico:..... 72

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 73

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 76

11. ANEXOS..... 82

ANEXO I: Detalhamento da Modelagem MQUAL no Rio Guaió 82

1. INTRODUÇÃO

Desde o século passado até o período atual, o avanço das taxas de crescimento e adensamento populacional, elevaram fortemente a densidade e os limites urbanos de áreas que atualmente constituem a RMSP. A referida expansão veio acompanhada não somente da necessidade por infraestrutura básica urbana, em especial de saneamento básico – composta pelos eixos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana e manejo de águas pluviais – como também ocasionou a ocorrência de conflitos cada vez mais intensos entre os usos do solo e a necessidade de preservação de mananciais indispensáveis à sustentabilidade metropolitana.

Tal situação pode ser vista também em todo o território composto pela Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, localizada na porção centro-leste da RMSP, tendo o seu limite estabelecido pela Lei Estadual n° 898 de 1975 e alterado pela Lei Estadual n°15.247 de 17 de dezembro de 2013. Tal bacia é objeto de estudo desta monografia, na qual existem ainda significativas porções territoriais tomadas pela cidade informal, onde consequentemente serviços básicos de infraestrutura urbana estão, na maioria das vezes, ausentes. Esse fenômeno urbano/metropolitano elevou a demanda por serviços públicos de infraestrutura – em especial o abastecimento de água e esgotamento sanitário – e levou à ocorrência de conflitos cada vez mais intensos entre os usos do solo e a necessidade de preservação de mananciais indispensáveis à sustentabilidade metropolitana.

Sendo assim, é importante citar que apesar de contemplada na Lei nº 1.172/1976, a qual disciplina o uso de solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo, até 2015 não havia aproveitamentos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió. No entanto, com o início do cenário de crise hídrica em 2014, iniciou-se um aumento cada vez mais expressivo da integração de bacias, visando garantir segurança hídrica para a Região Metropolitana se São Paulo – RMSP.

Na época, os índices de precipitação foram consideravelmente baixos. Deste modo, nas bacias de contribuição dos principais reservatórios de abastecimento urbano da Região Sudeste, contou-se com vazões afluentes aos reservatórios inferiores à média histórica, o que impediu que os reservatórios recebessem o volume de água esperado para essa época do ano (MARENGO *et. al.*, 2015).

A problemática da estiagem indiscutivelmente também afetou a presente bacia hidrográfica. Ainda assim, tal manancial foi alvo de estudos específicos exigidos à Sabesp pelo Governo de São Paulo, para auxiliar no equilíbrio da oferta de água para abastecimento em toda a região metropolitana.

Com base nos resultados destes estudos, a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió passou a integrar o Plano Estratégico Emergencial do Governo do Estado de São Paulo pela possibilidade de fornecer até 1m³/s de água para o Sistema Alto Tietê Cabeceiras, através da transferência de água bruta para a Represa Taiaçupeba. Tal ação demanda a necessidade de conservação dos recursos hídricos na região de interesse, assim como a manutenção/melhoria da qualidade do Rio Guaió em todos os seus trechos.

Destaca-se que o presente manancial também estava à mercê dos problemas ocasionados à estiagem e que atualmente a captação está inoperante, por não possuir reserva técnica para sustentar a referida transposição. Mesmo assim, necessita de ações de preservação em conjunto com os demais mananciais que integram a RMSP.

Em adição ao problema de disponibilidade, o referido estudo também foca especificamente na qualidade das águas da bacia, o que é de extrema importância para a manutenção das áreas naturais e dos aquíferos subterrâneos, além de ser essencial à saúde humana. Neste sentido, o Rio Guaió (canal principal da bacia) possui enquadramento em Classe 2, definido pela Resolução CONAMA nº 357, de 2005, o que deveria ser mantido com a finalidade de preservação da região de estudo.

No caso, apesar de sua classe de enquadramento, a expansão urbana desordenada, somada à ausência de infraestrutura de saneamento básico sobre a área de manancial nas últimas décadas, vêm piorando a qualidade do curso hídrico sobremaneira, de forma que os seus indicadores não mais atendam os limites impostos como Classe 2, conforme padrões de enquadramento da Resolução CONAMA nº 357.

A Bacia Hidrográfica do Rio Guaió foi selecionada para o desenvolvimento desta pesquisa, devido às particularidades de seu território, aos expressivos conflitos de uso e ocupação do solo e à necessidade de implantação de ações específicas, justamente pela grande quantidade de ocupações irregulares que, devido à ausência de investimento em saneamento básico, influenciam diretamente no agrave das condições naturais dos recursos hídricos. Além

disso, mostra também a importância de se priorizar ações integradas de saneamento de âmbito regional para bacias hidrográficas e não apenas ações municipais, que limitam sobremaneira o atendimento às regiões não contempladas por infraestrutura básica.

Desta maneira, serão discutidos nesta monografia, os resultados da modelagem matemática de qualidade das águas realizada exclusivamente para a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió no âmbito do Projeto "Elaboração e Revisão dos Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo", contratado pela Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SSRH. No âmbito do estudo estão revisadas e/ou elaboradas as leis específicas de todos os mananciais de abastecimento de água da RMSP, sendo:

- Revisão e atualização dos Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPAs) já instituídos por Leis Específicas: Guarapiranga (Lei 12.233/2006); Billings (Lei 13.579/2009); Alto Juquery (Lei 15.790/2015); e, mais recentemente, Alto Tietê Cabeceiras (Lei 980/2015);
- Revisão e atualização dos PDPAs que ainda não possuem Leis Específicas instituídas: Cabuçu - Tanque Grande; e, Cotia;
- Elaboração da primeira versão dos PDPAs: Guaió; Alto Juquiá; e, Jaguari; e,
- Elaboração da primeira versão do PDPA Integrado dos mananciais de interesse da RMSP.

Neste caso, a presente monografia focará especificamente em uma releitura das questões de saneamento básico do Manancial do Rio Guaió – em especial o esgotamento sanitário, a fim de mostrar as condições atuais e futuras de qualidade dos corpos hídricos na referida bacia. Foram apresentados 02 (dois) entre os 10 (dez) cenários elaborados para o PDPA RMSP, sendo um de extremo pessimismo e outro considerando diversas intervenções pertinentes no corpo hídrico com o intuito de enquadrar os parâmetros de qualidade em Classe 2.

Trabalhou-se ainda na atualização das características físicas e socioambientais apresentadas e na elaboração de propostas adicionais para redução do lançamento de efluentes, condizentes com a nova realidade do município. Vale destacar que o manancial ainda não possuía Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental – PDPA e tampouco Lei Específica.

O presente trabalho foi estruturado de maneira a contemplar o seguinte conteúdo:

I. Os seus objetivos gerais e específicos, assim como a metodologia de desenvolvimento;
II. A revisão da literatura frente ao processo de gestão de bacias hidrográficas, contemplando: Levantamento da legislação específica pertinente ao tema e à área de abrangência deste estudo; avaliação dos conceitos e exequibilidade da gestão de bacias hidrográficas, contemplando os conceitos e importância da manutenção de áreas verdes;
III. A caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, quanto aos aspectos socioeconômicos e ambientais, considerando: a inserção geográfica do manancial; caracterização completa do sistema integrado de abastecimento de água da RMSP, com foco na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió e a sua função dentro do sistema de abastecimento da região; análise de recursos hídricos superficiais, seus parâmetros de qualidade ambiental, os conceitos de qualidade e enquadramento de corpos hídricos; ordenamento territorial e uso e ocupação do solo; caracterização do sistema de esgotamento sanitário dos municípios pertencentes ao manancial, com foco específico nos sistemas e nas áreas que apresentam os maiores potenciais poluidores (regiões urbanas não interligadas ao sistema);
IV. Apresentação do estudo de caso desenvolvido para a bacia Hidrográfica do Rio Guaió, para o qual se deu destaque à geração de cargas orgânicas na referida Bacia; apresentação dos resultados do modelo matemático aplicado para verificar índices de qualidade de rios e reservatórios para dois cenários futuros distintos; e a identificação das regiões com os maiores potenciais poluidores dentro dos limites territoriais do Manancial Guaió;
V. A caracterização das principais propostas a serem viabilizadas na bacia hidrográfica, para melhoria dos parâmetros qualitativos dos corpos hídricos; e
VI. As conclusões dessa pesquisa.

Selecionou-se a análise desta Bacia Hidrográfica, justamente devido a sua grande atividade antrópica e conflitos com áreas originalmente preservadas, para mostrar a dificuldade de manutenção dos parâmetros de classe 2 decorrentes da alta geração de cargas e para analisar criticamente quais as intervenções que merecem atualização.

2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar 02 (dois) entre os 10 (dez) cenários de crescimento populacional elaborados no âmbito do Projeto PDPAs RMSP, assim como as proposições específicas de ordenamento territorial e saneamento básico apresentadas. Além disso, elaboraram-se propostas condizentes com a nova realidade do manancial, todas visando

o aumento da qualidade do principal corpo hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, na Região Metropolitana de São Paulo.

Quanto aos objetivos específicos aqui elencados, destacam-se:

- Elaborar um embasamento técnico pertinente ao tema desenvolvido nesta monografia;
- Apresentar brevemente 02 (dois), entre as 10 (dez) modelagens matemáticas de qualidade das águas realizada exclusivamente para a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió;
- Apresentar o uso do solo para a proteção do manancial e seus recursos hídricos;
- Mostrar as sub-bacias com cargas poluentes mais expressivas da área de estudo;
- Apresentar os resultados da modelagem matemática para a Situação 2015 e outros dois cenários futuros;
- Identificar ações específicas de saneamento básico e gestão territorial para redução dos impactos a longo prazo, através da implantação de projetos em planejamento e/ou execução, propostos para a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió e região.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente capítulo trata dos materiais utilizados para elaboração desta monografia, assim como os métodos empregados para seu desenvolvimento. Trazer se à, os principais aspectos relacionados à ocupação desordenada em áreas preservadas e os impactos degradantes ocasionados nos corpos hídricos por conta da ausência e precariedade na infraestrutura de saneamento básico nas regiões onde predominam as ocupações irregulares e populações de baixa renda em situação de grande vulnerabilidade social.

3.1. Objeto e área de estudo

Apresentam-se as principais etapas e os resultados de elaboração do estudo Programa de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, executado no âmbito do Programa de Saneamento Ambiental dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - Programa Mananciais (Programa PDPAs RMSP). Com base nesse estudo, foram atualizados dados de caracterização da bacia hidrográfica, além de apresentados os dois principais cenários de expansão urbana considerando:

1. A situação atual da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, contendo os resultados da geração de cargas orgânicas e os efeitos do processo de autodepuração ao longo do trecho analisado;
2. Uma situação pessimista da expansão urbana para explorar uma piora na atual problemática da qualidade das águas do canal principal da Bacia Hidrográfica: o Rio Guaió;
3. Uma situação oposta, em que se apresentam as intervenções necessárias ao reenquadramento do principal corpo hídrico que atualmente se encontra em um avançado estado de degradação, principalmente devido à expansão desordenada sobre as áreas de manancial, atualmente ainda preservadas.

Preocupou-se mostrar sólida base teórica pertinente aos temas mais sinérgicos com as premissas do ordenamento territorial e impactos na qualidade das águas ocasionados por atividades antrópicas, assim como focar na escrita de forma crítica, citando pontos necessários à atualização ou intervenções que necessitam de alteração na área de estudo,

3.2. Coleta de dados

Utilizaram-se dados secundários provenientes de fontes oficiais para a caracterização da bacia hidrográfica, sendo os principais listados no Quadro 3.1. Para os estudos especificamente ligados aos cenários de modelagem, utilizaram-se dados primários e simulação matemática do trecho analisado do Rio Guaió, elaborados durante o processo de construção do PDPA do Rio Guaió.

Quadro 3.1 – Fontes e dados de maior relevância

Tema de Estudo	Fontes Utilizadas
Base legal pertinente	• BRASIL, 1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos, com indicação dos procedimentos para gestão de bacias hidrográficas e manutenção dos recursos hídricos • BRASIL, 2007 – Política Nacional de Saneamento Básico, com diretrizes específicas para o esgotamento sanitário e consequente promoção da qualidade das águas • SÃO PAULO, 1975 – Disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais: embasamento • SÃO PAULO, 2013 – Altera a lei de que disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais • CONAMA, 2005 – Classificação dos corpos hídricos • BRASIL, 2012 – Código Florestal Brasileiro • Artigos científicos e publicações diversas

Tema de Estudo	Fontes Utilizadas
Caracterização da bacia hidrográfica	• Censo Demográfico IBGE, 2010 • SABESP – Dados referentes aos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios de Ferraz de Vasconcelos, Suzano, Ribeirão Pires e Poá • Odebrecht Ambiental – a então Companhia de Esgotamento Sanitário de Mauá: dados operacionais do sistema • Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: Diagnóstico de água e esgoto dos municípios pertencentes à bacia; • CETESB – Dados de qualidade superficiais • Planos Municipais de Saneamento Básico – PMSB • Planos Diretores – PD • Leis de Uso e ocupação do solo dos municípios pertencentes à Bacia
Lançamento de esgotos no manancial	• Dados primários provenientes das Companhias prestadoras de serviço no âmbito do Projeto PDPAs RMSP, sendo Sabesp e Odebrecht Ambiental (atualmente substituída pela BRK Ambiental)
Propostas de saneamento	• Dados primários provenientes das companhias de saneamento básico, referentes aos projetos em planejamento e/ou execução • Projetos já existentes em grandes Programas estaduais ou federais, a exemplo do Programa "Se Liga na Rede", citado no Capítulo 8 • Estudos atualizados referente à eventuais ações já implantadas

Elaboração: pelo autor, 2019

3.3. Etapas da pesquisa ou procedimentos metodológicos

Legislação aplicável: caracterização do arcabouço legal diretamente relacionado com o objeto desta monografia. Apresentaram-se as premissas e principais diretrizes de cada lei elencada, bem como a sua relação com o tema estudado

Revisão bibliográfica: Análise dos conceitos relacionados à gestão de bacias hidrográficas e a importância da manutenção de áreas verdes. Os temas foram elaborados embasando-se no próprio conteúdo do arcabouço legal, assim como em artigos científicos e publicações de relação direta com os temas desenvolvidos.

Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió: contextualização e inserção regional da bacia hidrográfica, as premissas de uso e ocupação do solo, a situação do saneamento básico na área de estudo e o resultado do monitoramento da qualidade das águas. Todos os temas foram caracterizados, levando em consideração detalhes específicos da parte territorial e de esgotamento sanitário (aos quais foram dados maior importância nesta monografia), conforme base de dados atualizada.

Lançamento de esgotos no manancial: Neste caso, apenas se mostraram os resultados obtidos da elaboração dos cenários de geração de cargas orgânicas na Bacia Hidrográfica do

Rio Guaió, assim como a Projeção Populacional então elaborada para os estudos. Como o Projeto PDPAs RMSP utilizou dados primários e a calibração de modelo matemático para apresentação dos resultados, não foi possível trabalhar em quaisquer alterações. Apresentaram-se, portanto, 02 (dois) entre os 10 (dez) cenários criados. No caso, procedeu-se calibração do modelo MQUAL (brevemente caracterizado no ANEXO I desta monografia) para posterior cálculo da geração de cargas poluentes do Rio Guaió. Os resultados destas análises foram reestruturados, reescritos e apresentados de maneira didática no Item 7 desta monografia.

Propostas de saneamento para redução das cargas poluentes: Com base nos programas, projetos e ações elaborados no Projeto PDPAs RMSP, especificamente para o Rio Guaió, foram compatibilizados os mais importantes programas e ações diretamente relacionados com a questão de uso e ocupação do solo e saneamento básico e complementados/atualizados para a atual realidade da região do estudo.

O presente trabalho está inserido nas problemáticas ambientais ocasionadas pela expansão desenfreada da população – em especial de baixa renda – nas áreas de manancial de uma região tão importante do ponto de vista econômico e habitacional quanto a RMSP

4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

4.1. Legislação Pertinente

Destaca-se aqui a importância de discutir a abrangência de diversos temas diretamente relacionados à manutenção dos aspectos ambientais de bacias hidrográficas. Neste caso, são levantados os principais instrumentos legais que auxiliam a preservação destas áreas, assim como discutidos os conceitos de gestão de bacias e a sua relação com a qualidade dos recursos hídricos de áreas naturais e uso e ocupação do solo.

Apresentam-se também as diretrizes e conceitos da manutenção de áreas verdes, assim como recuperação daquelas em áreas de proteção preestabelecidas nas legislações municipais, estaduais e federais.

Os itens subsequentes trazem o embasamento teórico dos temas levantados, objetivando um entendimento introdutório a fim de contextualizar o leitor sobre a importância da preservação de bacias hidrográficas para garantir a suficiência e qualidade dos recursos hídricos

para abastecimento humano. Além disso, serve também como base para compreensão da caracterização e apresentação dos temas trabalhados nos capítulos subsequentes.

Levantou-se, portanto, o principal arcabouço legal que contém as diretrizes capazes de influenciar diretamente no estudo de bacias hidrográficas, sendo:

- A Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, estabelecida pela Lei Federal nº 9.443, de 8 de janeiro de 1997;
- A Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB, estabelecida pela Lei Federal nº 11.445 de janeiro de 2007;
- As Leis Estaduais nº 898, de 1 de novembro de 1975; e nº 15.247, de 17 de dezembro de 2013; ambas referentes à delimitação e proteção de áreas de manancial;
- A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Os tópicos a seguir apresentam os principais aspectos das legislações levantadas, assim como apresentam a sua importância frente à manutenção de mananciais.

4.1.1. Lei Federal nº 9.433/1997

A Lei nº 9.433/97, define como principal objetivo a gestão dos recursos hídricos no país, apontando, entre outras questões relevantes, o conteúdo mínimo necessário para o desenvolvimento de Planos de Recursos Hídricos.

Um dos principais aspectos identificados nos municípios é a utilização inadequada de recursos hídricos, principalmente no que se refere ao consumo excessivo de água. Neste sentido, a referida legislação promove o uso sustentável de água para abastecimento, além de incentivar e promover a captação, preservação e o aproveitamento de águas pluviais para outras categorias de uso e até mesmo como auxílio na recarga de aquíferos subterrâneos.

A Política estabelece uma serie de instrumentos que podem ser utilizados com a finalidade de preservação dos recursos hídricos, entre os quais se destacam a cobrança pelo uso da água, o estabelecimento das diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos, tomada de ações pelo Poder Público, além de estabelecer o Conselho Nacional de Recursos Hídricos para controle e fiscalização das atividades.

Estabelece ainda, os Comitês de Bacias Hidrográficas, que são fundamentais na proteção de mananciais, tais como o Guaió (vide caracterização do Item 5.1.3).

4.1.2. Lei Federal nº 11.445/2007

Neste caso, a Lei 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, assim como cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico.

Estabelece ainda as diretrizes nacionais para o saneamento básico, apresentando todas as orientações para o desenvolvimento de PMSBs que objetivam os Programas, Projetos e Ações específicas voltadas ao saneamento básico de todos os municípios, assim como o definem o investimento necessário para a implantação de todos os programas propostos.

Em primeiro lugar, vale destacar que o prazo limite para desenvolvimento dos PMSB estabelecido na lei como 31 de dezembro de 2015 para todos os municípios do Brasil foi prorrogado por meio do Decreto 8.629/2015, e ficou assim estabelecido para 31 de dezembro de 2017.

Conforme já apontado, como esta monografia foca principalmente na área de saneamento básico, considerou-se válido apresentar não apenas as diretrizes gerais da referida legislação, como também uma análise crítica para apontamento de suas fragilidades. Em primeiro lugar, destaca-se que a Política de Saneamento não define os responsáveis pela elaboração de PMSB.

Sendo assim, estes planos são, por diversas vezes, desenvolvidos pelos Prestadores de Serviço de Saneamento Básico de cada município, que estabelecem apenas as metas e programas conforme o próprio interesse, muitas vezes desconsiderando as reais necessidades dos municípios.

Ainda que se trate de um instrumento específico essencial à universalização do saneamento no país, a aplicação desta Lei deve ser feita de maneira integrada do saneamento básico, uma vez que cada bacia hidrográfica pode conter mais de um município e seus recursos hídricos devem ser preservados. Por outro lado, apesar de desenvolvida em 2007, é relativamente completa e funcional e prevê soluções adequadas ao desenvolvimento dos PMSB.

Seria interessante complementá-la com o aumento no rigor de fiscalização para a aplicação dos programas propostos pelos PMSB e para a prestação dos serviços de saneamento

pelo titular ou pelas empresas prestadoras de serviços e autarquias a fim de alavancar as ações planejadas nestes instrumentos de planejamento.

4.1.3. Lei Estadual nº 898/1975

Disciplina o uso do solo para proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo, atribuindo áreas de maior fragilidade e que necessitam de maiores restrições de uso. Declara também como área de proteção todos mananciais da RMSP além do Guaió, devido à presença de cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da região, além de estabelecer os seus limites físicos, com o objetivo de proteger os mananciais de abastecimento de água da região, sendo os seguintes: Guarapiranga, Billings, Alto Juquery, Alto Tietê-Cabeceiras, Cabuçu, Tanque Grande, Cotia, Alto Juquiá e Jaguari.

Neste caso, a referida Lei delimitou, em sua época de publicação, inclusive o manancial do Rio Guaió, "até o cruzamento com a Rodovia São Paulo-Mogi das Cruzes, na divisa dos Municípios de Poá e Suzano" (SÃO PAULO, 1975).

Neste caso, o limite original estabelecido para o manancial do Rio Guaió sofreu alterações por meio da Lei Estadual nº 15.247. Ainda assim, o estudo aqui realizado foi embasado no limite estabelecido nesta Lei, a fim de se considerar uma situação mais restritiva.

4.1.4. Lei Estadual nº 15.247, de 17 de dezembro de 2013

A Lei Estadual nº 15.247/2013 altera a Lei mencionada no tópico anterior, modificando inclusive, os limites estabelecidos para a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió que a partir deste momento passou a ser também no Rio Guaió, porém até o limite da bacia do Córrego da Olaria Velha, na divisa dos Municípios de Poá e Suzano.

Neste caso, a Lei cita a necessidade de sua substituição quando da publicação das leis específicas a serem publicadas ou revisadas para cada um dos mananciais da RMSP que contribuam com o abastecimento público regional.

4.1.5. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005

Objetiva a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, a fim

de garantir a qualidade dos corpos hídricos. Neste caso fixa os limites para diversos parâmetros de qualidade, para águas doces, salinas e salobre, em 3 classes de enquadramento.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357 viabiliza a utilização das águas para as atividades humanas associadas à manutenção dos serviços ambientais e da biodiversidade dos sistemas aquáticos, assim permitindo uma possível comparação entre os resultados obtidos em determinado ambiente aquático e os seus respectivos limites de enquadramento, restringindo assim a quantidade e qualidade de efluentes lançados.

Neste caso, vale ainda destacar que se complementou a presente resolução através da Resolução CONAMA nº 430/2011, publicada com a finalidade de estabelecer condições e padrões de lançamento de efluentes.

Claramente, a importância da referida legislação para o desenvolvimento deste estudo específico está no fato de esta ser um instrumento importante para manter a qualidade dos corpos hídricos e, de certa forma, controlar a emissão de efluentes provenientes diretamente das áreas urbanas e industriais dos municípios incluídos na área de estudo.

4.1.6. Lei Federal nº 12.727, de 15 de Setembro de 2012

A Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, dispõe sobre a preservação de vegetação nativa e áreas naturais no território nacional, por meio do estabelecimento de normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal, a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, prevendo ainda instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).

De maneira geral, são apresentados:

- Os conceitos de áreas naturais e de preservação;
- Delimitação e regime de proteção de Áreas de Preservação Permanente;
- Instruções para áreas de uso restrito;
- Delimitação e regime de proteção em Reservas Legais;
- Uso sustentável em florestas;
- Proibição de uso do fogo e controle dos incêndios;
- Apoio e incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente;

- Diretrizes para controle do desmatamento; e
- Diretrizes para a agricultura familiar.

No âmbito de construção desta monografia, o Código Florestal se destaca especialmente por causa de suas diretrizes para manutenção de áreas verdes, fundamentais para garantir áreas de permeabilidade na bacia hidrográfica, com consequente percolação de água para auxiliar na recarga de aquíferos. Destaca-se que como instrumento essencial à manutenção de áreas naturais já existentes e a recuperação de áreas notadamente degradadas.

Especifica áreas de proteção lindeira e nascentes, conforme as seguintes classificações (BRASIL, 2012):

- Nascentes: 50m
- Cursos d'água:
- X <10m = 30m de preservação;
- 10m < X <50m = 50m de preservação
- 50m < X < 200m = 100m de preservação
- 200m < X < 600m = 200m de preservação
- X > 600m = 500m de preservação

4.1.7. Especificidades e conclusões técnicas

Além da legislação levantada, existem ainda outras leis mais específicas que podem auxiliar nas análises técnicas das áreas de manancial, assim como leis de uso e ocupação do solo referentes aos municípios nelas inseridos, que no caso são imprescindíveis para avaliar a existência de conflitos de o uso do solo e identificação de áreas sujeitas a fragilidades que de alguma fora possam restringir a ocupação ou demais atividades antrópicas.

É importante destacar também que as análises técnicas de mananciais também fazem uso de instrumentos de planejamento urbano, tais como planos regionais e municipais de saneamento básico, a fim de analisar as condições de saneamento em cada um dos municípios pertencentes às bacias, o que se torna ainda mais importante caso a área urbana esteja inserida nas áreas de manancial.

Neste caso, a elaboração de leis específicas que integrem todos os mananciais de abastecimento da RMSP, é de fundamental importância justamente para evitar conflitos entre

legislações municipais. Por vezes, áreas de fragilidade similar ou idêntica que abrangem dois municípios, possuem legislações e permissões diferentes, o que dificulta e compromete a gestão de bacias (vide item subsequente).

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. Gestão de Bacias Hidrográficas

Quando se elabora todo um trabalho técnico e de recuperação de uma bacia hidrográfica, como a do Guaió, é fundamental que se entenda sobre a gestão de bacias hidrográficas de forma ampla, tratando de suas principais atribuições e especificidades, o método de funcionamento desta gestão e até mesmo o detalhamento de comitês de bacias e o seu modelo de gestão.

5.1.1. Conceitos e definição de bacias hidrográficas

Antes de entrar no mérito da gestão, é de suma importância definir o que de fato são bacias hidrográficas. Conforme definição elucidada por Teodoro et.al, 2007 *apud* Barella, 2001, as bacias hidrográficas podem ser definidas como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água – tecnicamente denominado de cabeceira – onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.

Trata-se de uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (Tucci, 1997).

Destaca-se que todas as áreas, sejam de uso urbano, industrial, agrícolas ou até mesmo preservadas pertencem a uma bacia hidrográfica onde a qualidade das águas de seus respectivos pontos de exutório denunciam o ordenamento e regularidade de atividades que ocorrem em cada sub-bacia. Por meio de tal afirmação é correto afirmar que, bacias hidrográficas que apresentam relevante degradação hídrica em seu ponto de exutório, consequentemente também denotam intenso processo de atividades antrópicas em sua porção territorial, como é o caso da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió.

5.1.2. Aspectos legais e institucionais da gestão de bacias hidrográficas

Agora no que se refere especificamente à gestão de bacias hidrográficas, o reconhecimento da crescente complexidade dos problemas relacionados ao uso da água permitiu, sob à luz da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997), a elaboração de diretrizes para garantir às gerações futuras a disponibilidade do recurso hídrico.

A referida Lei tem a água como um bem de domínio público, dotado de valor econômico, cujos usos prioritários são o abastecimento humano e a dessedentação de animais e cuja gestão deve tomar como unidade territorial a bacia hidrográfica. Prevê, como diretriz geral de ação, a gestão integrada, e como instrumentos para viabilizar sua implantação os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes, a outorga de direito de uso, a cobrança pelo uso da água e o sistema de informação sobre recursos hídricos e a compensação aos municípios, devendo cumprir os seguintes objetivos (BRASIL, 1997):

- Coordenar a gestão integrada das águas;
- Arbitrar administrativamente os conflitos ligados ao uso da água;
- Implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e
- Promover a cobrança pelo uso da água.

Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- Comitês de Bacia Hidrográfica (a ser discutido no Item 5.1.3 subsequente);
- Órgãos de governo cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- Agências de água.

5.1.3. Os Comitês de Bacia Hidrográfica

As atividades dos usuários de água em uma bacia hidrográfica são competitivas e se acirram à medida que diminui a disponibilidade hídrica per capita. A forma de dar

sustentabilidade e equivalência a essa competição foi definida pela Lei n. 9.433/97 e ela se dá por meio da instância de decisão local que são os Comitês de Bacia Hidrográfica. Neste caso, os Comitês de Bacia Hidrográfica, sob as diretrizes orientadas através da Política Nacional de Recursos Hídricos são as instâncias de decisão local, que irão definir as regras para a alocação de água nas áreas de abrangência de cada umas destas instâncias locais.

Conforme define Tucci (1997), os comitês de bacia têm em sua composição, embora em diferentes partições dependendo da titularidade das águas, membros dos diversos níveis de governo, dos agentes privados e da sociedade civil. Sabe-se que as decisões que saem do consenso formam pactos e tendem a ser mais sustentáveis, mas que, em contrapartida, também que são mais demoradas. Buscam-se soluções que contemplem de forma satisfatória os interesses dos diversos agentes envolvidos e isso é parte do processo de negociação.

É indubitável que apenas as existências dos comitês das grandes bacias hidrográficas do país não poderiam, por si só, abarcar a responsabilidade da gestão hídrica se não respaldadas por diretrizes específicas para cada unidade de planejamento, destacando-se a elaboração dos seguintes instrumentos:

- Planos de Recursos Hídricos;
- Enquadramento dos corpos de águas em classes de usos preponderantes;
- Outorga de direitos de uso dos recursos hídricos;
- Cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- Compensação aos municípios; e
- Criação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Resumidamente, os sistemas de gestão dependem de instrumentos que possam ser desenvolvidos e aplicados de forma a atender às expectativas e aos desejos da comunidade, nos limites impostos pela aptidão natural das bacias hidrográficas, de forma que seja garantida a sustentabilidade dos corpos hídricos dentro de um cenário de antropização cada vez mais relevante dentro das Unidades de Gestão de Recursos Hídricos – UGRHIs.

A Bacia Hidrográfica do Rio Guaió pertence à UGRHI 06 – Alto Tietê, que foi criado pela Lei Estadual nº. 7663/1991. A partir de 1997, foram criados seus cinco subcomitês: Alto Tietê-Cabeceiras (sub-região na qual se insere a Bacia do Rio Guaió), Cotia-Guarapiranga, Juqueri-Cantareira, Billings-Tamanduateí e Pinheiros-Pirapora. O CBH-AT é

um órgão colegiado vinculado ao estado de São Paulo, de caráter consultivo e deliberativo, de nível regional e estratégico, que compõe o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH (SIGRH, 2019).

Destaca-se aqui que a gestão da Bacia Hidrográfica do ATC é de suma importância à manutenção dos recursos hídricos, uma vez que engloba os mananciais de abastecimento da RMSP, o maior polo econômico do país, centralizando a sede dos mais importantes complexos industriais, comerciais e financeiros do país. Possui ainda importantes Unidades de Conservação – UCs, destacando-se o Parque Ecológico - PE da Cantareira, o PE da Serra do Mar.

5.1.4. Conceitos e Importância da Manutenção de Áreas Verdes

Tratamos nos itens anteriores, da importância de se realizar a gestão das bacias hidrográficas, definindo regras para o uso sustentável dos recursos hídricos. Ainda assim, para que possamos desfrutar dos benefícios destes recursos hídricos e manter a sua conservação, a manutenção e a recuperação de áreas verdes possui importância fundamental.

Destacam-se neste caso, a conservação de áreas lindeiras – já definidas como Áreas de Preservação Permanentes – APPs, segundo o Código Florestal (Lei nº 12.727/2012), das nascentes e cabeceiras das bacias hidrográficas, que são ações essenciais para manutenção de corpos d’água, apesar de não serem as únicas. Tais ações têm relação direta com a capacidade de recarga dos aquíferos, o que auxilia na manutenção quantitativa dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

No que se refere à manutenção qualitativa, dá-se destaque a necessidade de orientar, através de instrumentos de planejamento urbano, as atividades de uso e ocupação do solo, de forma que não sejam expandidas áreas de grande irregularidade, com precariedade na infraestrutura de serviços de saneamento básico (tema tratado nesta monografia).

É importante destacar ainda, que a manutenção de áreas verdes está intrinsecamente relacionada à gestão de bacias hidrográficas, estando à mercê de políticas de preservação/recuperação implementadas através dos Planos de Recursos Hídricos (estaduais, regionais e municipais).

5.2. Modelagem Matemática

Para que se possa realizar análises específicas em bacias hidrográficas, sejam estas relacionadas à macrodrenagem urbana de um manancial, à estudos quantitativos dos recursos hídricos ou até mesmo qualitativos, como é o aso do estudo apresentado nesta monografia, a aplicação de modelos é essencial para a construção de resultados fidedignos à realidade. A modelagem permite a elaboração de inúmeros cenários das bacias à longo prazo, sendo fundamental para orientar as atividades de uso e ocupação do solo.

Kobiyama e Manfroi (1999) inferem que os fenômenos naturais de bacias hidrográficas são de grande complexidade, dificultando estudos para a sua compreensão, pela impossibilidade de medir e percorrer todas as suas partes e/ou etapas. Uma abordagem básica destes fenômenos, apenas para compreendê-los fisicamente e de uma forma genérica, torna necessária a utilização de leis empíricas e de hipóteses, o que requer a aplicação da modelagem. Portanto, para estudas fenômenos, necessita-se de modelos.

Já Batchelor (1994) define modelos como uma posição simplificada da natureza com o propósito de conhecer um fenômeno. De forma simplificada, os modelos consistem na representação matemática de um processo que ocorre naturalmente em bacias.

Cabe ressaltar que existem dois tipos de modelagem: a modelagem física e a modelagem matemática (analítica e/o numérica). O modelo numérico possui inúmeras vantagens em relação ao físico, destacando-se: facilidade de execução, baixo custo, rápida obtenção dos resultados, permitindo a simulação de experimentos inviáveis na prática (KOBIYAMA E MANFROI, 1999).

Para alcançar as respostas qualitativas dos recursos hídricos de um manancial, um dos modelos disponíveis é o MQUAL. O referido modelo pode ser utilizado para estimar a capacidade de autodepuração de corpos hídricos nos trechos modelados, além das vazões necessárias para a diluição de eventuais efluentes lançados *in natutra* e também as vazões disponíveis para futuros processos de outorga.

Como exemplo, destaca-se o estudo de caso do Rio Taquarizinho (MG), elaborado por TEODORO *et. al.* (2013). Para tal, utilizou-se modelagem matemática QUAL-UFMG, o que resultou em uma boa estimativa da capacidade de autodepuração do Rio Taquarizinho nos quatro trechos modelados, além das vazões necessárias para a diluição de efluentes dos seis

pontos de lançamentos alocados na bacia e também as vazões disponíveis para futuros processos de outorga.

No caso, o modelo foi capaz de estimar as vazões de diluição requeridas pelos lançamentos e contabilizar os custos dos mesmos variando-se as vazões de referência, enquadramento e carga orgânica lançada no rio. No caso, os resultados apresentados visaram o cálculo de permissividade na referida bacia para pudessem ser implantados novos empreendimentos, com base nos impactos na qualidade das águas. Neste sentido TEODORO et. al. (2013) sugeriu uma boa capacidade suporte do rio para a instalação de empreendimentos na bacia.

6. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAIÓ

6.1. Inserção Geográfica

A Bacia Hidrográfica do Rio Guaió está localizada na porção centro-leste da RMSP, limitando-se ao norte com o Manancial Billings e à oeste com a Bacia do Alto Tietê-Cabeceiras. Seu limite foi definido pela Lei Estadual N° 898 de 1975 e alterado pela Lei Estadual n°15.247 de 17 de dezembro de 2013. Ainda assim, durante o diagnóstico e as análises específicas de qualidade realizadas, considerou-se necessário avaliar a referida bacia até sua foz, respeitando, portanto, o limite estabelecido pela Lei Estadual n° 898 de 1975.

A região de estudo possui área de 84,4 km² e é formada pelo Rio Guaió e todos os seus afluentes, desde a sua nascente no município de Mauá até sua foz no município de Suzano, abrangendo parte dos territórios dos municípios de Ferraz de Vasconcelos, Mauá, Ribeirão Pires, Suzano e Poá, dos quais a porção territorial inserida no manancial pode ser observada através da Tabela 6.1 a seguir.

Tabela 6.1 – Detalhamento dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió

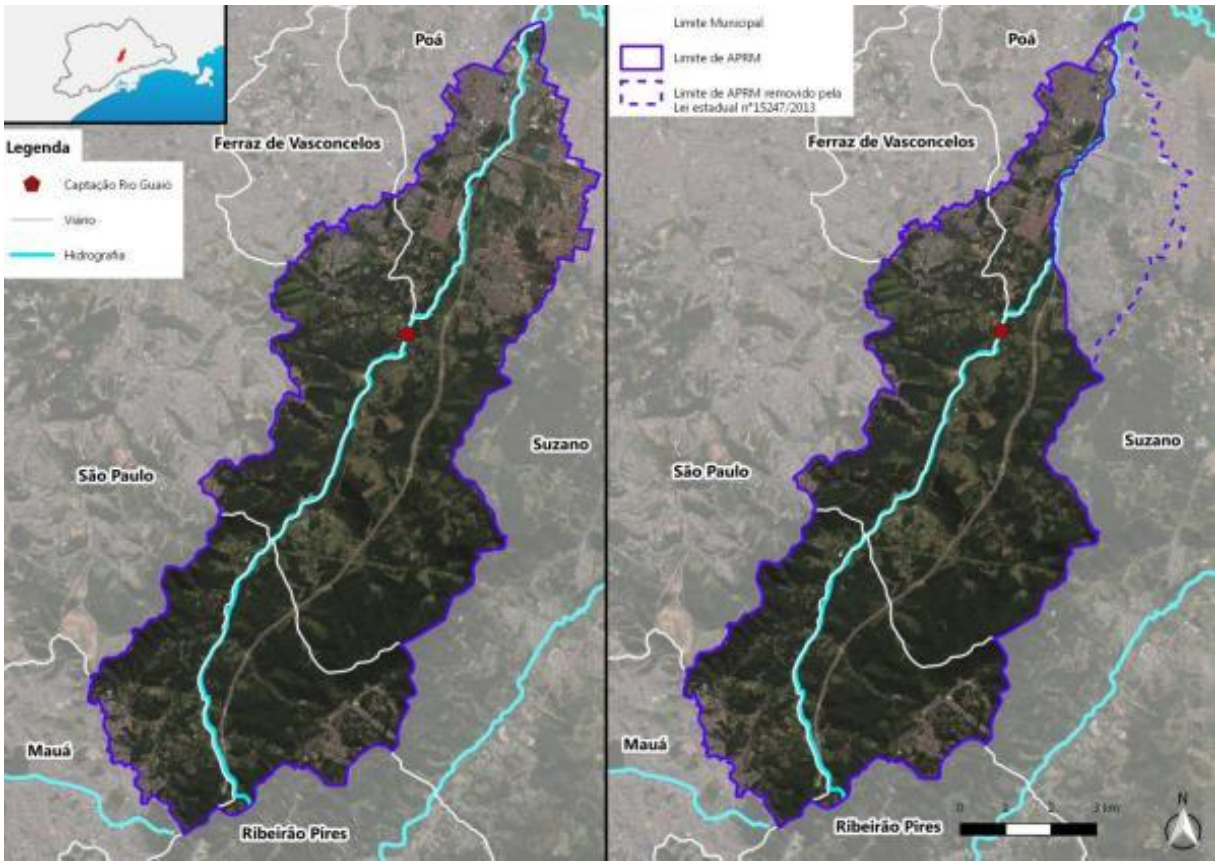
Município	Área do Município (km²)	Área Inserida no Manancial	
		Km²	%
Ferraz de Vasconcelos	29,56	15,16	51%
Mauá	61,85	12,32	20%
Poá	17,26	7,11	41%
Ribeirão Pires	99,09	14,11	14%
Suzano	206,13	35,71	17%
Manancial Guaió	413,89	84,41	-

Fonte: IBGE, 2010; elaborado pelo autor, 2018.

Suas principais vias são a Estrada dos Fernandes, Avenida Henrique Eroles e Avenida Sapopemba, as quais dão vazão para a Rodovia Índio Tibiriçá, Avenida Jacú-Pessêgo e Rodovia Ayrton Senna. Além disso, possui em seu extremo norte, no município de Poá, a estação Calmon Vianna, pela qual passa a linha 11 Coral da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM, que liga a região ao centro de São Paulo. Ainda corta o território da Bacia**,** o Rodoanel trecho Leste, do qual cerca de 6 Km de extensão são elevados. Neste caso, os acessos possuem importância justamente pelo fato de facilitarem pressões e vertentes da expansão urbana.

A Figura 6.1 a seguir apresenta a inserção regional da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, assim como evidencia as porções territoriais dos municípios supracitados que impreterivelmente fazem parte da área de manancial, tanto através dos limites territoriais estabelecidos pela Lei Estadual n° 898/1975, como pela Lei Estadual n°15.247/2013.

Figura 6.1 – Inserção regional da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió



Fonte: SÃO PAULO, 1975; SÃO PAULO, 2013; SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

No que se refere à caracterização populacional, destaca-se que, entre os municípios pertencentes ao manancial, Suzano é o que possui a maior quantidade de habitantes inserida na

bacia hidrográfica, ao passo que Poá evidentemente tem a maior densidade demográfica. Ademais, maiores detalhes referentes à distribuição populacional e de domicílios dentro da porção territorial do manancial Guaió, podem ser visualizados através da Tabela 6.2 a seguir.

Tabela 6.2 – Distribuição da população e domicílios na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió

Município	Domicílios	Moradores	Morador por domicílio		Área (ha)	Densidade Demográfica (hab./ha)
			Urbano	Rural		
Ferraz de Vasconcelos	7.110	25.176	3,56	3,49	1.515,83	16,61
Mauá	5.984	20.817	3,48	-*	1.231,55	16,9
Poá	10.951	37.959	3,47	3,49	710,52	53,42
Ribeirão Pires	2.314	7.972	3,45	-*	1.411,36	5,65
Suzano	11.311	39.301	3,46	3,83	3.570,74	11,01
APRM Guaió	37.670	131.225	3,48	3,53	8.440,00	15,55

*Não existe população rural no município

Fonte: IBGE, 2010; adaptado pelo autor, 2019.

Durante o desenvolvimento do projeto PDPAs RMSP, analisou-se o crescimento populacional na região de interesse e observou-se que no período compreendido entre os anos 2000 e 2010, a região apresentou crescimento demográfico acima das médias municipais. Verificou-se a concentração da população nos extremos norte e sul da bacia, a qual pode ser justificada pela disponibilidade de transporte público, dada pelas linhas de trem da CPTM na extremidade sul na extremidade norte, promovendo a ocupação nessas localidades, o que consequentemente leva a uma menor antropização e adensamento das porções centrais do manancial pela dificuldade de acesso a estes locais.

6.2. Abastecimento de Água

6.2.1. Sistema Integrado de Abastecimento de Água da RMSP

No Brasil, os sistemas produtores de água existentes são diferenciados entre sistemas integrados, que atendem mais de um município a partir do mesmo manancial e sistemas isolados, que abastecem apenas a um município.

Em grande parte das regiões brasileiras predominam os sistemas isolados, em termos de número de sedes urbanas abastecidas; contudo, nas regiões Nordeste e Sudeste, a maior parte da população urbana é atendida por grandes sistemas integrados. Esses sistemas integrados são empregados, basicamente, no abastecimento dos principais aglomerados urbanos do país devido à grande concentração urbana, que extrapola os limites municipais e demanda

quantidades de água superiores às disponibilidades hídricas locais. Os sistemas produtores utilizam-se de mananciais superficiais, subterrâneos ou poços de forma complementar.

Por se tratar de uma região de grande densidade populacional, com conturbação de municípios limítrofes, o abastecimento de água da RMSP é realizado de maneira integrada, com infraestrutura operada por contrato de concessão com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp. Especificamente no manancial Guaió, o atendimento das áreas urbanas municipais é realizado exclusivamente pelos Sistemas Integrados Alto Tietê e Rio Claro.

6.2.1.1. Intervenções Estruturais nos Sistemas de Abastecimento

É importante ainda, comentar a necessidade de intervenção nos sistemas integrados Alto Tietê e Rio Claro (ambos responsáveis pelo abastecimento dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió), bem como em planejamentos e obras específicas a serem implantados na região de estudo. As informações consultadas têm como base o relatório para obras emergenciais desenvolvido pela SABESP (2015a), assim como consultas e reuniões ministradas com as prefeituras municipais durante a elaboração do Projeto PDPAs RMSP.

Para os sistemas integrados da RMSP a Sabesp iniciou, a partir de 2014 a adoção de novas ações focadas em obras emergenciais para aumentar o aporte de água dos sistemas de abastecimento integrados. Sendo assim, especificamente para o Sistema Alto Tietê, as obras emergenciais incluíram, além da transposição do Rio Guaió para o Sistema Alto Tietê Cabeceiras através da nova captação no Rio Guaió, a transferência Rio Grande (Billings) - Taiaçupeba, e a transferência Rio Guaratuba – Sistema Alto Tietê (SABESP, 2015a).

Infelizmente, no que diz respeito à obra de transposição do Rio Guaió para o Sistema Alto Tietê – cujo novo ponto de captação foi implantado pela Sabesp na presente área de estudo – o abastecimento não pode, até a presente data ser concretizado, justamente por conta da baixa capacidade hídrica do Rio Guaió e a sua incapacidade de fornecer 1m³/s de água para a transposição à Represa Taiaçupeba. No caso, a estiagem ocorrida em 2014 também contribuiu para a redução das vazões do rio Guaió e, consequentemente interferiu na sua capacidade de fornecer água para abastecimento. Desde então, o sistema operou apenas parcialmente e não supriu as demandas originalmente projetadas.

6.2.2. Abastecimento dos Municípios que Compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió

Entre os municípios pertencentes à bacia hidrográfica, o abastecimento de água é realizado pela Sabesp, através de seu sistema integrado. Já Mauá é o único que atualmente não possui operação pela Concessionária, sendo que no referido município existe uma autarquia – Saneamento Básico do Município de Mauá – SAMA – diretamente responsável pelo abastecimento de água municipal, ainda que também faça parte do sistema integrado metropolitano.

As informações relativas ao abastecimento de água no Manancial Guaió**,** inseridas na Tabela 6.3, têm como base os dados cadastrados no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS (2018), abrangendo os municípios que integram o Manancial. No que se refere ao atendimento total e urbano, os menores índices ocorrem no município de Ribeirão Pires, com 89,1% na área urbana. As áreas urbanas de Ferraz de Vasconcelos, Poá e Suzano são integralmente atendidas pelos serviços de abastecimento públicos, de acordo com as informações publicadas pelo SNIS (2018).

Tabela 6.3 – Dados operacionais dos sistemas de abastecimento de água

Municípios	Ligações totais	Ligações ativas	Economias ativas	Índice de atendimento urbano (%)	Índice de atendimento total (%)
Ferraz de Vasconcelos	50.813	45.982	61.257	100,0	97,0
Mauá	118.897	114.395	135.512	98,1	98,1
Poá	36.638	33.006	40.352	100,0	100,0
Ribeirão Pires	32.687	30.672	37.702	90,0	90,0
Suzano	78.157	78.125	102.555	100,0	100,0

Fonte: SNIS, 2018.

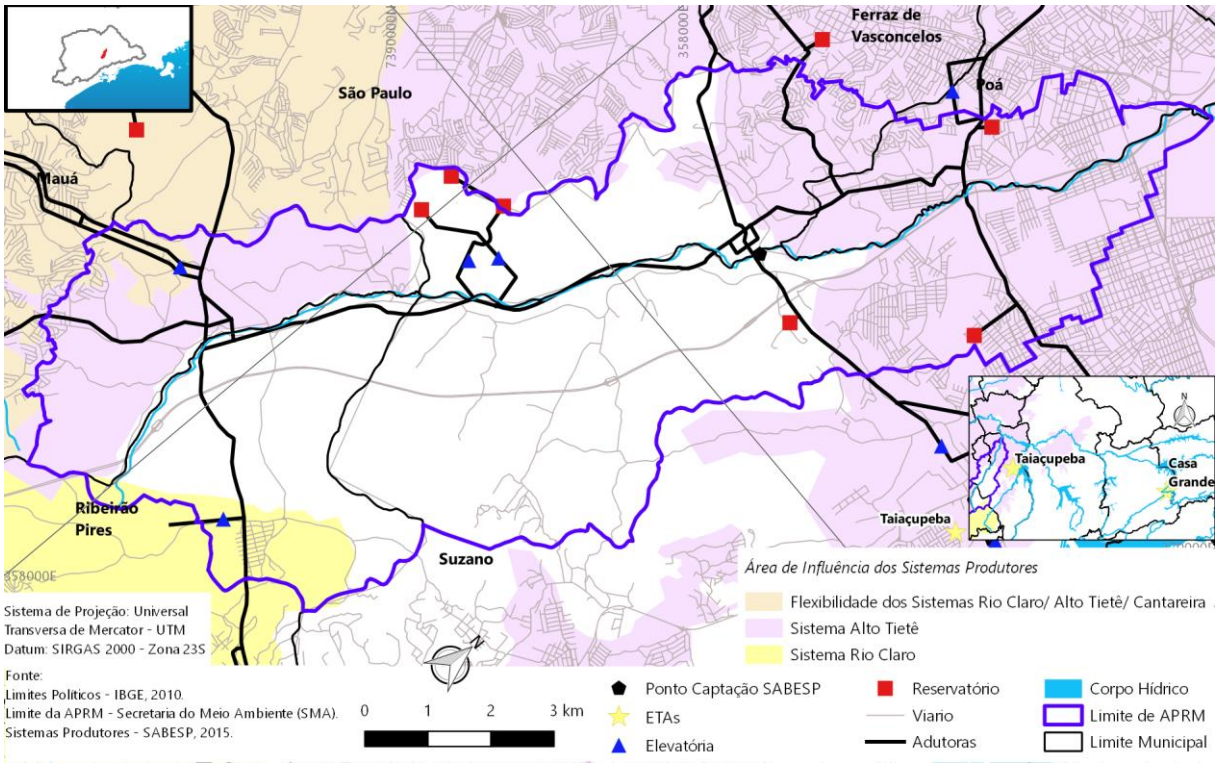
Note-se que, embora Ferraz de Vasconcelos e Poá apresentem cobertura máxima com abastecimento de água, isso não abrange necessariamente loteamentos em situação irregular – sobretudo em Ferraz de Vasconcelos. Em Mauá, também existem loteamentos irregulares nos quais predomina o abastecimento de água através de ligações clandestinas. Já em bairros situados em pontos mais elevados, o abastecimento apresenta problemas de intermitência. Nesses casos, a prefeitura instalou reservatórios que são abastecidos por caminhões pipa. Intermitências também ocorrem em outros municípios da região.

Vale ainda destacar que tais municípios não estão integralmente inseridos na bacia hidrográfica e, portanto, possuem parte de sua infraestrutura de abastecimento fora dos limites

regionais da área de estudo. Ainda assim, a título de caracterização, é importante que as principais informações sejam demonstradas.

A Figura 6.2 a seguir apresenta a infraestrutura de abastecimento de água, assim como a área de abrangência dos sistemas ao longo do território da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió

Figura 6.2 – Infraestrutura e área de abrangência dos sistemas de abastecimento de água



Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

6.3. Recursos Hídricos Superficiais

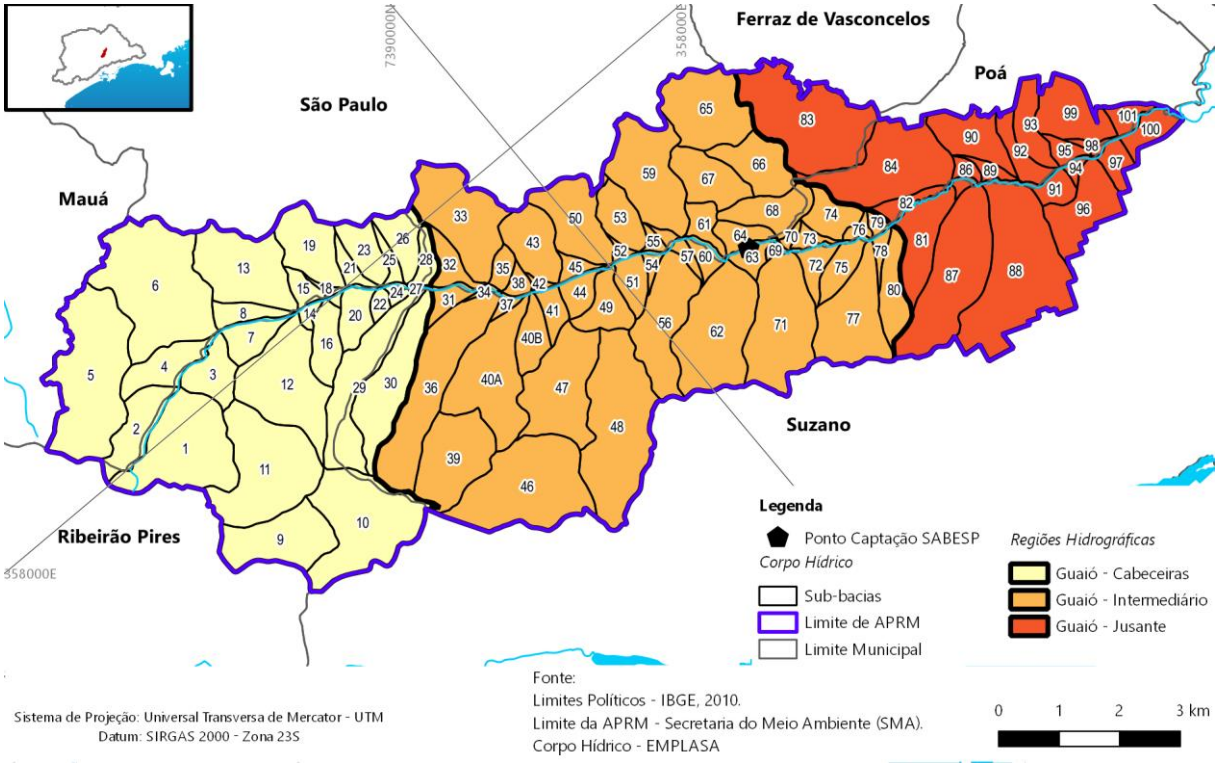
Com 84,4 km² de área de drenagem, a Bacia Hidrográfica possui como principal corpo hídrico o Rio Guaió, afluente do Rio Tietê em seu trecho Alto-Cabeceiras, com suas nascentes situadas nos municípios de Ribeirão Pires e Mauá. O rio segue o eixo Sul-Norte, sendo seu curso utilizado como divisor municipal entre Mauá e Ribeirão Pires, entre Suzano e Ferraz de Vasconcelos e entre Suzano e Poá. Entre seus principais afluentes estão: Córrego Casa Grande, Córrego Bom Retiro, Córrego Tijuca, Córrego Boa Esperança, Córrego Tecelão, Córrego Moreira, Córrego Guaiózinho e Ribeirão do Colégio.

As informações supracitadas foram extraídas das bases georreferenciadas, tanto das Leis Estaduais n° 898/1975 e nº15.247/2013, quanto do DataGEO (Sistema Ambiental Paulista). As

informações foram recortadas exclusivamente para o Manancial do Rio Guaió, através da utilização do software ArcGIS.

A Figura 6.3 na sequência mostra a divisão em sub-bacias, sendo que tais dados foram essenciais não desenvolvimento da modelagem matemática e elaboração dos cenários, apresentados no Item 7.

Figura 6.3 – Divisão de sub-bacias hidrográficas

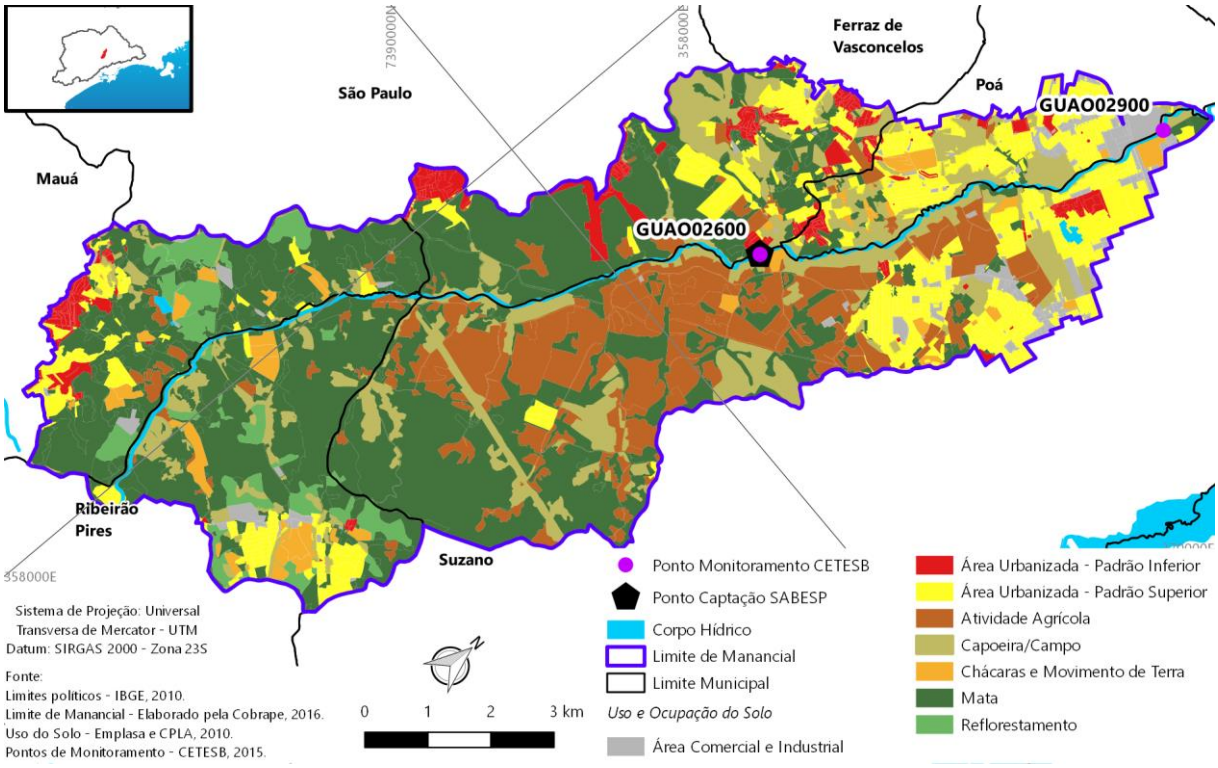


Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

6.4. Uso e Ocupação do Solo

A análise do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica, foi realizada com base no mapeamento da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano – EMPLASA (2010), em escala 1:10.000, complementada com o Mapa de Cobertura da Terra do Estado de São Paulo, de 2010, escala 1:100.000, da Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (CPLA/SMA) e apresentada na Figura 6.4 a seguir.

Figura 6.4 – Uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió



Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

De acordo com os dados apresentados na Figura acima, assim como na Tabela 6.4 a seguir, verifica-se que a maior parte do território, ou seja, 58,30% (49,21km²), é constituída por áreas de vegetação (inclusive antrópica), áreas de reflorestamento e cursos d'água. Cerca de 23,92% (20,19km²) do território é destinado ao uso urbano, concentrado em sua porção norte. Quando se analisa o percentual urbano das porções de cada município inseridas no manancial, temos: Suzano com 17,54% (7,98km²); Ferraz de Vasconcelos com 42,80% (4,61km²); Poá com 70,10% (3,68km²); Mauá, com 17,63% (2,37km²); e, Ribeirão Pires, com 16,44% (1,55km²).

A Bacia Hidrográfica do Rio Guaió possui ainda 17,75% (14,98km²) de seu território voltado para o uso rural. De modo geral, observa-se que as extensões territoriais ao extremo norte da região de estudo encontram-se mais antropizadas, correspondendo às maiores extensões territoriais ocupadas, respectivamente: 7,98km², 4,61km² e 3,68km². Detalhe para a área de Poá, que apesar de ser a menor, se comparada com a dos outros dois municípios, representa 70,10% de sua extensão territorial inserida na bacia hidrográfica. Neste caso, a antropização e concentração da população nesta área pode ser justificada pela disponibilidade de transporte público dada pelas linhas de trem da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

– CPTM, Linha 10 Turquesa na extremidade sul e 11 Coral na extremidade norte. Outra importante conexão é a Rodovia Índio Tibiriçá que possibilitou o desenvolvimento urbano ao longo do seu traçado.

Chama a atenção que, apesar de se tratar de uma área de manancial, conforme demonstra a Tabela 6.4, não existem áreas protegidas na porção territorial compreendida pela Bacia Hidrográfica do Rio Guaió. Nesse sentido, a área a montante da bacia possui maior concentração de áreas preservadas e uso rural com alguns poucos pontos urbanos dispersos, o que auxilia na manutenção de qualidade das águas para uso no abastecimento e justificaria a utilização do sistema de transposição de águas, caso se verifique que o canal possui vazões necessárias para tal finalidade.

Os referidos usos agrícolas também influenciam diretamente na qualidade das águas na bacia hidrográfica, uma vez que contribuem para o aumento das cargas orgânicas de rios e reservatórios, provenientes de defensivo agrícolas das plantações, através de escoamento superficial, tendo como destinação final o corpo hídrico.

Tabela 6.4 – Percentuais de uso e ocupação do solo nos municípios que compõem o Manancial Guaió

Classe do Uso do Solo	Ferraz de Vasconcelos		Mauá		Poá		Ribeirão Pires		Suzano		TOTAL	
	km²	(%)	km²	(%)	km²	(%)	km²	(%)	km²	(%)	km²	(%)
Vias	0,62	5,78	0,19	1,40	0,58	11,04	0,29	3,06	2,39	5,25	4,07	4,82
Áreas de cultivo e criação de animais	0,62	5,73	0,37	2,73	0,15	2,91	0,29	3,09	11,52	25,32	12,95	15,35
Áreas urbanas – alta intensidade	0,03	0,27	0,16	1,19	0,20	3,78	0,19	0,19	0,77	1,70	1,35	1,60
Chácaras	-	-	0,49	3,63	0,10	1,85	1,06	1,06	0,12	0,27	1,77	2,10
Cursos hídricos	-	-	0,05	0,40	-	-	-	-	0,07	0,16	0,12	0,14
Equipamentos sociais – alto potencial poluidor	0,13	1,25	-	-	0,14	2,74	0,01	0,09	0,05	0,12	0,33	0,39
Equipamentos sociais – baixo potencial poluidor	0,18	1,71	0,33	2,47	0,31	5,87	0,04	0,72	0,97	2,12	1,83	2,17
Infraestrutura urbana	-	-	0,03	0,23	0,03	0,56	-	-	0,05	0,12	0,11	0,13
Áreas protegidas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uso misto	-	-	0,03	0,24	0,22	4,27	0,07	0,72	0,40	0,88	0,72	0,85
Movimentação de solo e rochas	0,02	0,21	0,01	0,11	0,03	0,58	-	-	0,20	0,44	0,26	0,31
Reflorestamento	-	-	1,55	11,53	-	-	1,22	12,92	0,31	0,69	3,08	3,65
Residencial – alto e médio padrão	1,83	16,92	0,94	6,97	1,85	35,15	0,92	9,78	2,76	6,07	8,30	9,84
Residencial – baixo padrão	1,81	16,73	0,69	5,12	0,13	2,49	0,03	0,30	0,32	0,69	2,98	3,53
Sem uso	0,01	0,05	-	-	0,22	4,24	-	-	0,27	0,60	0,50	0,59
Vegetação	3,47	32,18	7,99	59,44	0,20	3,74	4,11	43,60	19,24	42,28	35,01	41,49
Vegetação antrópica	2,05	19,03	0,61	4,53	1,09	20,78	1,20	12,77	6,05	13,28	11,00	13,04
TOTAL	10,79	100,0	13,44	100,0	5,25	100,0	9,42	100,0	45,51	100,0	84,41	100,0

Fonte: EMPLASA, 2010; SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2018.

6.5. Qualidade dos Corpos Hídricos

A análise da qualidade dos corpos hídricos é de suma importância à condução dos estudos aqui desenvolvidos, por estar intrinsecamente relacionada ao uso e ocupação do solo das regiões de entrono de rios e reservatórios, tendendo a apresentar melhores parâmetros em áreas ocupadas por vegetação e com baixas densidades populacionais. Por outro lado, processos de desmatamento, adensamento populacional e crescimento urbano desordenado, trazem como consequência a maior geração de resíduos e esgotos, interferindo na qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis.

No que se refere ao recorte territorial da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, destaca-se que apesar de apresentar percentuais significativos de áreas vegetadas, o adensamento urbano e a precariedade da infraestrutura de saneamento e habitação no manancial intensificam a pressão sobre os recursos hídricos. Tais análises são provenientes dos mapas de uso do solo desenvolvidos pela Empresa Paulista de Planejamento do Governo do Estado de São Paulo – EMPLASA e Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA, 2010.

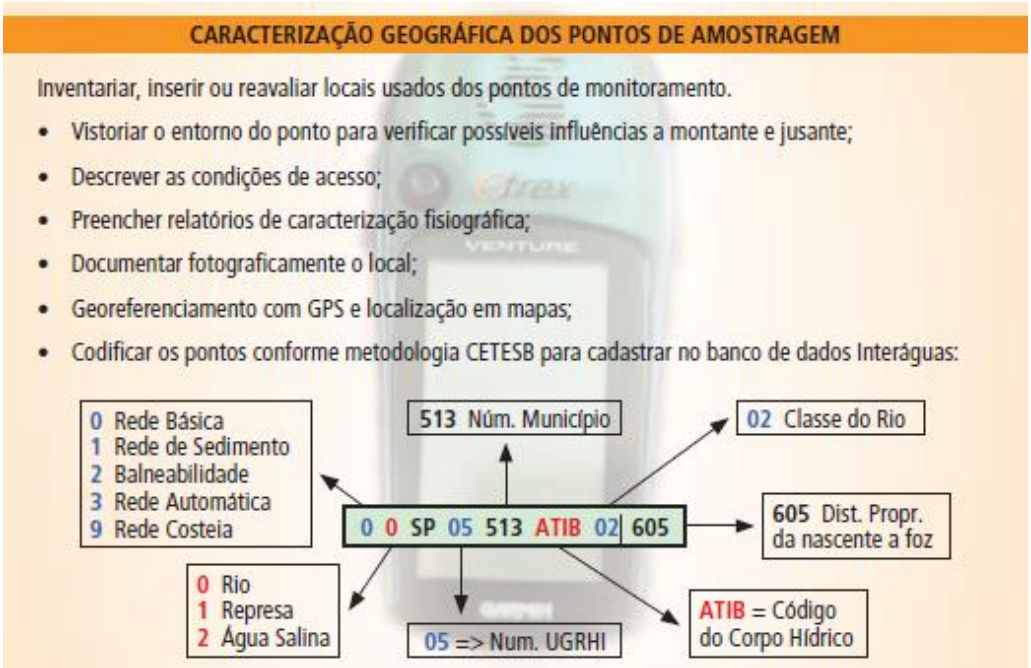
Portanto, para reduzir a pressão sobre os corpos hídricos e garantir a sua qualidade, é essencial que se intensifiquem os esforços para alcançar a universalização da coleta e do tratamento de efluentes sanitários antes de seu lançamento nos rios e reservatórios, controlando, desta forma, a maior fonte de deterioração da qualidade das águas.

A seguir, são apresentados os pontos da rede de monitoramento da CETESB no Manancial Guaió e os resultados de qualidade obtidos e analisados durante a fase anterior de diagnóstico.

6.5.1. Metodologia para o Monitoramento de Qualidade das Águas no Rio Guaió

A metodologia da CETESB para a nomenclatura dos pontos de monitoramento objetiva caracterizar os corpos hídricos geograficamente e identificar os usos preponderantes, conforme exemplo de codificação apresentado na Figura 6.5.

Figura 6.5 – Processo de codificação e georreferenciamento dos pontos de amostragem da CETESB



Fonte: CETESB, 2018.

A codificação considerada após a identificação do corpo hídrico representa a classe de rio (classificação apresentada no Quadro abaixo). A CETESB considera como Classe Especial, os corpos d'água que apresentam o código 00. A especificação desta classe de rio consta na Resolução CONAMA 357/2005. Entretanto, cabe lembrar que o Decreto Estadual nº 10.755/1977 dispõe sobre o enquadramento dos corpos d'água do Estado de São Paulo, e apresenta a classificação em quatro classes (1 a 4). Sendo assim, para os rios enquadrados como Classe 1 por este Decreto, a CETESB os considera como Classe Especial para efeitos de avaliação.

Na área de estudo desta monografia, o monitoramento de qualidade das águas se dá especificamente no Rio Guaió, através dos pontos GUAO02600 e o GUAO2900, sendo que o segundo foi inserido apenas no início de 2015. Conforme metodologia apontada acima, nota-se que o corpo hídrico possui enquadramento de Classe 2, destinado conforme menciona a Tabela 6.1.

Quadro 6.1 – Usos permitidos segundo classe de enquadramento da Resolução CONAMA 357/2005

Classe Hídrica	Usos Prioritários
0 (Especial)	• Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; • Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, • Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
1	• Abastecimento doméstico após tratamento simplificado; • Proteção das comunidades aquáticas; • Recreação de contato primário; • Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam consumidas cruas, sem remoção de película; • Criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.
2	• Abastecimento doméstico, após tratamento convencional; • Proteção das comunidades aquáticas; • Recreação de contato primário; • Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; • Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
3	• Abastecimento doméstico, após tratamento convencional; • Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • Dessedentação de animais.
4	• Navegação; • Harmonia paisagística; • Demais usos menos exigentes.

Fonte: BRASIL, 2005

6.5.2. Situação da Qualidade das Águas no Rio Guaió

A Tabela 6.5 e a Tabela 6.6 sintetiza os resultados do monitoramento da qualidade das águas no rio Guaió, com base nos resultados do "Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo" para o ano de 2017 (CETESB, 2017).

Tabela 6.5: Resultados do monitoramento de qualidade da CETESB (Parte 1)

Corpo hídrico	Cód. CETESB	Classe	Variável (média 2016)				
			Condutividade elétrica	Turbidez	Nitrogênio amoniacal	OD	Sólidos Totais
			µS/cm	UNT	(mg/L)	(mg/L)	mg/L
Rio Guaió	GUAO02600	2	198,00	6,8	2,5	3,1	10,0
	GUAO02900	2	339,00	28	2,7	2,0	132,00

Legenda: valores destacados – valor superior à legislação.

Fonte: CETESB, 2017; BRASIL, 2005. Adaptado pelo autor, 2018.

Tabela 6.6: Resultados do monitoramento de qualidade da CETESB (Parte 2)

Corpo hídrico	Cód. CETESB	Classe	Variável (média 2016)					
			$DBO_{5,20}$	Fósforo total	*E. coli*	Clorofila-a	Temperatura	pH
			(mg/L)	(mg/L)	(UFC/100ml)	µg/L	ºC	
Reservatório	GUAO02600	2	5,7	0,092	141,0	2,2	16,7	6,8
Itupararanga	GUAO02900	2	25	1,0	1,0E+06	2,3	25,1	6,94

Legenda: valores destacados – valor superior à legislação.

Fonte: CETESB, 2017; BRASIL, 2005. Adaptado pelo autor, 2018.

Observa-se que o ponto GUAO02600 apresentou valores de OD e $DBO_{5,20}$ em desacordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Já o ponto GUAO02900 apresentou, nos dois períodos considerados, resultados bastante conflitantes com a legislação para grande parte dos parâmetros considerados nesta análise, o que prova a presença de substâncias contaminantes no corpo hídrico. Destacam-se as concentrações de OD, muito abaixo do permitido para a Classe 2 (> 5,0 mg/L); de DBO5,20, que atingiram valores de concentração de 25 mg/L, enquanto o limite máximo é de 5 mg/L; e Fósforo Total, cujo limite é de 0,10 mg/L, porém resultou em 1,0 mg/L em 2017, um valor muito superior ao máximo permitido. A desconformidade destes parâmetros com a legislação federal, pode ter sido causada pelo lançamento direto de esgotos domésticos ao corpo d'água pelas ocupações irregulares, as quais existem em abundância na área do manancial.

6.5.3. Resultados dos Indicadores de Qualidade das Águas no Rio Guaió

Já os índices de qualidade das águas apresentados adiante (IQA e IVA) resumem a análise sobre a qualidade dos recursos hídricos disponíveis no rio Guaió.

Índice de Qualidade da Água – IQA. Na grande maioria das amostras avaliadas segundo o IQA, a qualidade teve classificação entre ruim e péssima. A melhor situação desse indicador foi verificada no ponto GUA002600 em 2016, não havendo outras medições no local para que se possa verificar a evolução da qualidade neste ponto. A Tabela 6.7 apresenta a classificação do índice. Na sequência, a Tabela 6.8 apresenta os resultados do IQA no período entre 2013 e 2017.

Tabela 6.7. Classificação do IQA

Classificação	Legenda
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB, 2017

Tabela 6.8 - Resultado do monitoramento do IQA no Manancial Guaió

Corpo Hídrico	Código	2013	2014	2015	2016	2017
Rio Guaió	GUA002600	s/d	s/d	s/d	49	58
	GUA002900	s/d	s/d	24	23	25

Fonte: CETESB, 2017

Índices de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas – IVA. O Manancial do Guaió apresentou resultados de Ruins a Péssimos quanto a este índice entre os seus anos de monitoramento de 2015 a 2017. A Tabela 6.9 apresenta a classificação do índice. Na sequência, a Tabela 6.10 apresenta os resultados disponíveis para o IVA para os pontos monitorados na bacia.

Tabela 6.9 – Classificação do IVA

Classificação	Legenda
Ótima	IVA ≤ 2,5
Boa	2,6 ≤ IVA ≤ 3,3
Regular	3,4 ≤ IVA ≤ 4,5
Ruim	4,6 ≤ IVA ≤ 6,7
Péssima	6,8 ≤ IVA

Fonte: CETESB, 2017

Tabela 6.10 – Resultado do monitoramento do IVA

Corpo Hídrico	Código	2013	2014	2015	2016	2017
Rio Guaió	GUA002600	s/d	s/d	s/d	4,8	5,5
	GUA002900	s/d	s/d	8,2	9,3	9,0

Fonte: CETESB, 2017

De posse desses resultados de monitoramento, verifica-se que a qualidade do Rio Guaió se encontra bastante prejudicada. Vale novamente o destaque que o ponto GUAO02900 está localizado na parte mais urbanizada da bacia hidrográfica. Observa-se também a necessidade da incorporação de novos pontos de monitoramento na Rede Básica da CETESB para a

viabilização do monitoramento da qualidade de outros trechos do Rio Guaió e de seus contribuintes, com a finalidade de se desenvolver análises mais completas do referido corpo hídrico.

6.6. Esgotamento Sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió

Na Bacia do Guaió, a prestação dos serviços de esgotamento sanitário nos municípios de Ferraz de Vasconcelos, Ribeirão Pires e Suzano são de responsabilidade da Sabesp (assim como ocorre para o abastecimento de água). Destaca-se novamente que, no caso do município de Mauá, os serviços de abastecimento de água são prestados pelo Saneamento Básico do Município de Mauá (SAMA), enquanto os serviços de esgotamento sanitário são prestados pela empresa BRK Ambiental.

As áreas de abrangência das redes de coleta de esgoto e das estações elevatórias na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió foram obtidas através de dados georreferenciados advindos da Sabesp (Signos) e da BRK Ambiental. Cruzando tais informações com os dados populacionais dos setores censitários do IBGE, foi possível calcular os índices de coleta e o índice de exportação de esgoto por sub-Bacia. Atualmente, não existem estações de tratamento de esgoto operadas pelas concessionárias na área da Bacia do Guaió.

Apesar da existência de coleta em algumas das áreas urbanas na Bacia, praticamente não há exportação do esgoto coletado, sendo este apenas afastado e lançado diretamente nos corpos hídricos ao longo da Bacia.

Na Tabela 6.11 apresenta-se a síntese dos dados de cobertura relativos à prestação dos serviços de esgotamento sanitário especificamente nas porções municipais inseridas nas sub-bacias de contribuição do rio Guaió até o ponto de captação. Tais índices foram calculados com o auxílio de dados de ligações ativas de esgotos e dados especializados e calculados com o auxílio das ferramentas de geoprocessamento.

Tabela 6.11 - Dados de Cobertura dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

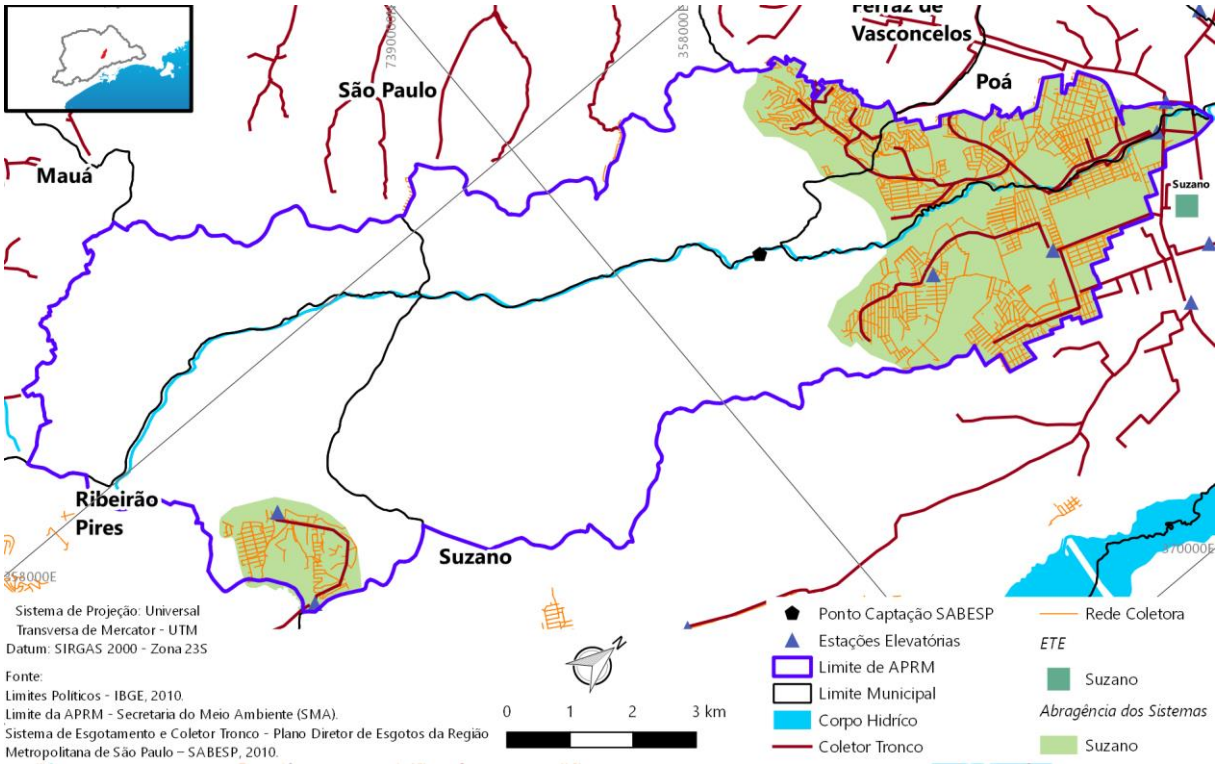
Municípios integrantes	Índice de coleta (%)	Exportação (%)	Índice de tratamento (%)
Ferraz de Vasconcelos	15,67	0	0
Mauá	63,74	0,63	0
Ribeirão Pires	66,96	0,05	0
Suzano	0	0	0

Fonte: Calculado com base nos dados da Sabesp, 2015b; SSRH, 2017.

Chamam a atenção os baixos índices de coleta de Ferraz de Vasconcelos e a sua completa ausência em Suzano. Neste caso observa-se, também, que a exportação de esgoto para fora das sub-bacias que contribuem para o rio Guaió até o ponto de captação é praticamente zero. O município de Mauá exporta 0,63% do que é coletado. Além disso, não existe tratamento de esgoto dentro das sub-bacias de contribuição assim, mesmo quando o esgoto é coletado acaba sendo despejado no rio sem qualquer tratamento.

No caso de Poá, este não foi apresentado na Tabela 6.11 acima, pois como mostra a Figura 6.6 abaixo, o município não possui infraestrutura urbana e tampouco sanitária inserida dentro dos limites territoriais da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió.

Figura 6.6 – Infraestrutura e área de abrangência dos sistemas de esgotamento sanitário



Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

Para diagnóstico dos sistemas de esgotamento sanitário no município, utilizaram-se dados e informações primárias quanto à operação dos sistemas, assim como dados levantados diretamente com as concessionárias do serviço. Neste caso, se incluem os setores de esgotamento, as redes coletoras georreferenciadas, assim como ligações e economias de esgoto totais e ativas.

Foram levantados também, dados secundários e análises contidas nos demais instrumentos de planejamento municipais e regionais, para conhecimento das especificidades de cada sistema de esgotamento sanitário municipal, seus dados operacionais e fragilidades.

Tais dados foram fundamentais na elaboração da metodologia para verificar a geração e lançamento de esgotos na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió.

7. GERAÇÃO E LANÇAMENTO DE ESGOTOS NO MANANCIAL

Apresenta-se a metodologia utilizada para determinar a geração e o lançamento de esgotos no Manancial do Rio Guaió e de que maneira essas fontes de contaminação interferem na qualidade de água do talvegue. Foram, portanto, analisados dois (02) entre os dez (10) cenários de planejamento elaborados para o manancial em destaque, no âmbito do Projeto PDPAs RMSP, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos:

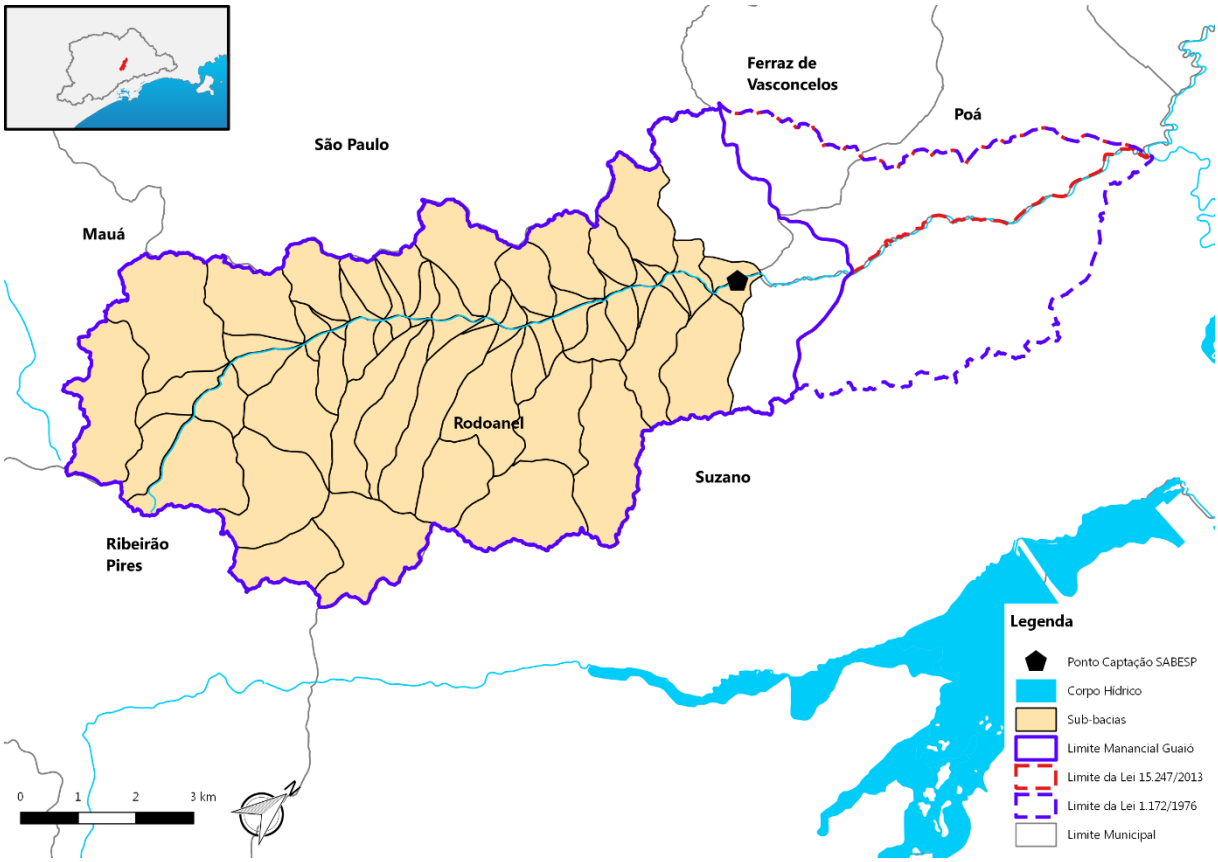
- Situação 2015: apresenta as atuais condições de geração de cargas orgânicas através de lançamentos difusos e pontuais de esgotos domésticos, além de outras fontes de poluentes menos expressivas, que não serão contempladas nesta monografia;
- Cenário Tendencial: utilizando-se como base o crescimento populacional da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE, somada à projeção resultante do incremento populacional esperado pela implantação de uma nova alça do Rodoanel, originalmente prevista para acesso através da Estrada dos Fernandes no município de Suzano, com projeto alterado em 208 para a Avenida Major Pinheiros Froés (SP-66), próximo à divisa com Poá; neste caso desconsideram-se quaisquer obras ou expansões da infraestrutura de saneamento básico na a região ao longo do período de estudo; e
- Cenário Alternativo: considerando, para a mesma metodologia de expansão populacional, todas as intervenções projetadas na área de saneamento básico, com a finalidade de auxiliar na redução de cargas afluentes ao ponto de captação, incluindo exportação e tratamento de esgotos na área de estudo.

Cabe ressaltar que para que fosse calculado o total em kg de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO/dia gerado na bacia Hidrográfica do Rio Guaió, determinou-se como limite setentrional do manancial a bacia do Córrego da Olaria Velha, na divisa dos Municípios de Poá e Suzano, da maneira como estabelece a Lei Estadual nº 15.247/2013. Em seguida, delimitou-se um traçado orientado pela divisa de sub-bacias excluindo-se, também, parte dos territórios

densamente urbanizados dos municípios de Poá e Ferraz de Vasconcelos, uma vez que o foco do projeto está na conservação de áreas naturais e recursos hídricos para utilização como manancial de abastecimento.

Sendo assim, a Figura 7.1 apresenta os limites das sub-bacias de contribuição, que são áreas tributárias ao rio Guaió e que influenciam diretamente na qualidade das águas até o então ponto de captação implantado pela Sabesp. Apresenta também as divisas fixadas pelas Lei nº 1.172/1976 e nº 15.247/2013, utilizadas para a definição do limite do Manancial Guaió**,** a montante do ponto de captação, objeto da modelagem matemática realizada a fim de apresentar a geração de cargas de esgoto neste potencial manancial de captação para abastecimento público.

Figura 7.1 – Redefinição dos limites da bacia Hidrográfica do Rio Guaió para aplicação da modelagem matemática



Fonte: SÃO PAULO, 1975; SÃO PAULO, 2013; SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

7.1. Descrição do Modelo Utilizado

Para gerar os resultados da geração de esgotos, foi utilizada a versão de modelagem matemática denominada MQUAL 2.6 GUAIÓ. Neste caso específico foram ativados o Módulo 1 para geração de esgotos em tempo seco, e o Módulo 2 para simulação do Rio Guaió e alguns dos seus principais afluentes (SSRH, 2017).

As cargas geradas na Bacia do Guaió foram estimadas utilizando-se o Modelo Matemático de Correlação Uso do Solo/Qualidade da Água (MQUAL), que teve sua origem no Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga (Programa Guarapiranga) elaborado, primeiramente, em 1998 durante os estudos do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga. O modelo foi concebido para explicitar as relações entre o uso, ocupação e manejo do solo na Bacia e a qualidade das águas para fins de abastecimento público, de forma a subsidiar as tomadas de decisão com o melhor conhecimento possível das consequências de cada alternativa sobre o sistema hídrico, oferecendo respostas à análise

A maioria dos estudos que utilizam o MQUAL adota os coeficientes de geração de esgotos obtidos no estudo da Bacia do Guarapiranga. No entanto, na bacia do rio Guaió foi realizada uma campanha de amostragem da qualidade da água e vazão ao longo do leito do rio Guaió e em sub-bacias com usos mais homogêneos, possibilitando comparações com os coeficientes de exportação de esgotos do MQUAL adotadas nas bacias do Guarapiranga e do Ribeirão Piraí, este situado na Bacia do Rio Jundiaí (SSRH, 2017).

A área selecionada para aplicação do modelo, contou com um trecho de 19,77 km do Rio Guaió e os seguintes tributários: Córrego Casa Grande, Córrego 1, Ribeirão do Colégio, Córrego 2, Córrego Guaiózinho e Córrego da Escola.

No que se refere ao ponto selecionado para avaliação dos resultados dentro da bacia, justifica-se a projeção da modelagem que objetivou analisar a qualidade no ponto de captação implantado pela Sabesp na época da estiagem.

Levantaram-se os dados de entrada do modelo MQUAL e configurou-se o referido modelo especificamente para o manancial do Rio Guaió. Neste caso, como a presente monografia tem foco na apresentação das propostas para redução de esgotos, não se viu necessidade de detalhamento das especificidades do modelo utilizado. Caso haja a necessidade

de entendimento metodológico neste campo de estudo, os detalhes técnicos do modelo poderão ser visualizados no ANEXO I.

É importante ressaltar que se considerou desnecessária a descrição de detalhamentos demasiadamente específicos com relação a utilização do modelo e de seus resultados gerados. Para esta monografia, é imprescindível que se destaque apenas que os resultados de cada cenário se referem às esgotos geradas pelas sub-bacias contribuintes ao Rio Guaió e lançadas no corpo hídrico, assim como os valores dos principais parâmetros indicadores da presença de esgotos: OD, $DBO_{5,20}$, P, Nitrogênio Amoniacal, Nitrito e Nitrato.

7.1.1. Projeção Populacional

A partir do estudo do crescimento demográfico entre 2000 e 2010 e a análise dos Planos Diretores Municipais, foi proposta, durante a elaboração do projeto PDPAs RMSP, a projeção populacional, chegando a uma estimava de incremento de aproximadamente 17 mil habitantes até 2035 em todos os municípios que possuem porção territorial inserida no Manancial Guaió.

Para aplicação da projeção populacional à elaboração dos cenários de geração de caras (Capítulo 7.2), os valores foram compartimentados por setores censitários, em consonância com os vetores de desenvolvimento e pressões de expansão urbana identificados em cada município, resultando na projeção apresentada na Tabela 7.1 a seguir.

Tabela 7.1 – Projeção populacional dos municípios inseridos no Manancial Guaió

Município	2015	2020	2025	2030	2035	TGC*	Incremento de população (2015-2035)
Biritiba-Mirim	29.313	30.662	31.927	32.939	33.688	0,70%	4.375
Mogi das Cruzes	38.838	40.597	42.201	43.508	44.403	0,67%	5.565
Paraibuna	141	138	138	137	137	-0,16%	- 4
Ribeirão Pires	13.961	14.568	15.002	15.224	15.245	0,44%	1.284
Salesópolis	15.458	15.786	16.096	16.341	16.517	0,33%	1.058
Suzano	39.916	41.449	42.876	44.055	44.971	0,60%	5.055
Pop. Total	**137.628**	**143.201**	**148.240**	**152.204**	**154.962**	**0,69%**	**17.334**

*Taxa de Crescimento Geométrica

Fonte: Adaptado de IBGE, 2010; Seade, 2015; SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

7.2. Cenários de Geração de Esgotos

Dentro dos parâmetros analisados para a modelagem de qualidade do Rio Guaió, verificou-se que nas modelagens dos três cenários existentes, a qualidade no ponto de exutório não é compatível com a legislação, ou seja, os parâmetros de qualidade avaliados não respeitam os valores limites estabelecidos para corpos hídricos de Classe 2 (vide resultados do capítulo 6.5). Tal situação ocorre principalmente em função da baixa vazão do Rio Guaió, das ações antrópicas, das aglomerações de informalidade urbana, das deficiências de infraestrutura pública, em especial de saneamento básico.

Para os demais cenários, os resultados foram projetados tanto para o primeiro momento ano de estudo do manancial (2015), como para um horizonte de planejamento de 20 anos (até 2035) no qual se verificou o agravamento da situação do Rio Guaió causado por atividades antrópicas, conforme mostram os itens subsequentes deste trabalho.

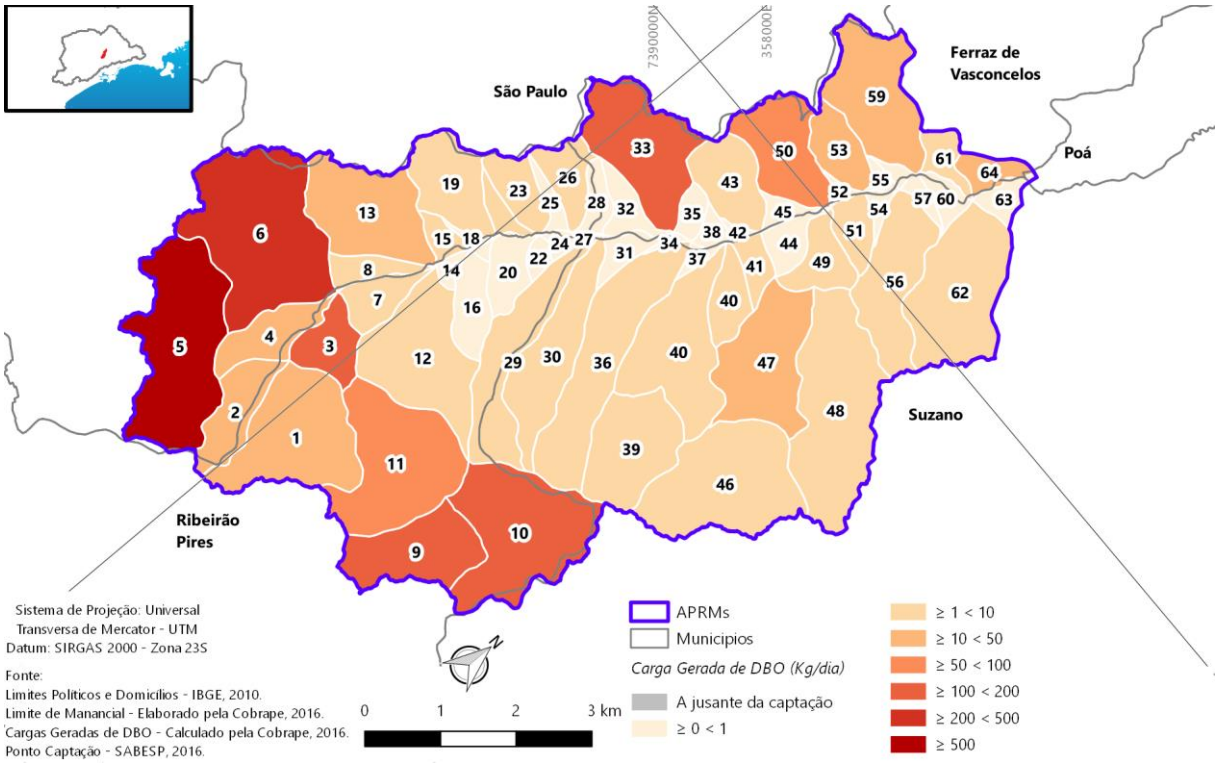
7.2.1. Situação 2015

Para o desenho da Situação 2015 na Bacia do Rio Guaió, foram consideradas as condições existentes na região no período de elaboração do Projeto PDPAs RMSP: uso do solo com uma urbanização contida, somando 9,6% de áreas urbanizadas; 28% de chácaras, campos e atividades agrícolas; 62,4% de matas e reflorestamentos – destaca-se que esses índices se referem ao território do manancial correspondente às sub-bacias de contribuição, ou seja, até o ponto de captação; índice de coleta de esgoto de 67,6%, com exportação residual de 0,5% do coletado para fora da bacia - índices de coleta e exportação considerando a polução inserida em ocupações irregulares. Todos estes dados foram levantados por fontes oficiais, tais como dados provenientes das concessionárias de abastecimento de água e esgotamento sanitário e das leis municipais de uso e ocupação do solo – dos munícios pertencentes à área de estudo – e aplicadas/calculadas especificamente para a região de estudo.

Os cálculos foram realizados para cada sub-bacia, para que pudesse visualizar aquelas nas quais existe maior geração de cargas poluentes e, consequentemente a fim de dar soluções concisas ao controle da qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió.

A Figura 7.2 a seguir mostra os resultados da geração de esgotos na Situação 2015 da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió.

Figura 7.2 – Geração de esgotos por sub-bacia na Situação 2015



Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

As maiores contribuições de carga de efluentes provêm predominantemente da porção leste da bacia de estudo, justamente onde se concentra grande parte da ocupação urbana dos municípios de Mauá e Ribeirão Pires. Dentre os municípios citados, observa-se que as sub-bacias mais expressivas no que se refere à contribuição de cargas são as denominadas para fins de modelagem de “5” e “6”, ambas pertencentes à Mauá. Os resultados apresentados na figura acima consideram as atuais taxas de coleta e tratamento de esgoto na cidade formal e em áreas irregulares, ausentes de infraestrutura de saneamento nos municípios pertencentes à região de estudo. Destaca-se que as taxas de coleta, tratamento e exportação já foram apresentadas anteriormente nesta monografia, na Tabela 6.11 - Dados de Cobertura dos Sistemas de Esgotamento Sanitário.

Quando comparado ao uso e ocupação do solo da bacia Hidrográfica do Rio Guaió, apresentado no Item 6.4, nota-se a presença de grandes porções de áreas compostas por matas e áreas de reflorestamento. Ainda assim, a geração de cargas poluentes provenientes destas bacias é grande, principalmente por conta de conflitos no uso do solo, com presença de invasões. Além disso, na região de cabeceira da bacia, também existem áreas urbanizadas de padrão inferior, que se concentram majoritariamente no município de Mauá, perto do limite

norte do manancial. Nas referidas áreas, também ocorre a maior geração de esgotos com contribuição para o Rio Guaió, definido, na Figura 7.2 como sub-bacias 5 e 6.

O Rio Guaió possui altas cargas de DBO em toda a sua extensão, sendo que os trechos mais poluídos se concentram principalmente em Mauá e Ribeirão Pires. O corpo hídrico passa por um processo de autodepuração, apresentando leves melhoras a partir do município de Suzano, chegando ao ponto de captação de água com concentrações de cargas orgânicas incompatíveis com o seu enquadramento de Classe 2, enquadrado segundo a CETESB. Os dados referentes à geração de esgotos na Situação 2015 podem ser visualizados através da Tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Esgotos Afluentes ao Ponto de Captação – Situação 2015

Rio Simulado	DBO (kg/dia)		P (kg/dia)		N Amoniacal (kg/dia)		Carga Gerada	Carga Afluente
	Carga Gerada	Carga Afluente	Carga Gerada	Carga Afluente	Carga Gerada	Carga Afluente		
Rio Guaió	2.054,63	533,6	49,61	49,34	218,19	226,80	20,69	4,49
% de remoção	-	74,03%	-	0,54%	-	-3,95%	-	-

Fonte: Calculado pelo Modelo MQUAL, 2015; SSRH, 2017.

De maneira geral, o Rio Guaió promove redução significativa da carga gerada, sendo em torno de 74%. Entretanto, observa-se que abatimento de nutrientes promovido pelo corpo hídrico simulados é pouco expressivo, sobretudo para o fósforo. No caso do nitrogênio amoniacal há aumento da carga devido à conversão do nitrogênio orgânico. Na Tabela 7.3 são apresentados os resultados dos parâmetros analisados frente aos padrões de enquadramento em três trechos distintos. Um na parte de montante do Rio Guaió, o segundo em trecho intermediário e o último em seu exutório, no ponto onde havia sido implantada a captação emergencial de água.

Tabela 7.3: Resultados conforme parâmetros de Qualidade: Situação 2015

Rio Simulado	DBO (mg/L)	P (mg/L)	N Amoniacal (kg/dia)
Parâmetro de Qualidade[1]	Até 5,0	0,05	3,7 para pH ≤ 7,0[2]
Trecho montante	170,55	3,44	19,54
Trecho intermediário	51,64	2,65	12,59
Trecho jusante	20,78	1,92	8,83

[1]Segundo Resolução CONAMA, nº 357/2005; [2]pH com média de 7,0 para o ano de análises de 2015 da CETESB

Fonte: CETESB, 2015; CONAMA (2005); SSRH, 2015.

Na situação atual as cargas mantêm-se muito acima dos limites admissíveis para manutenção da qualidade da água nos padrões de Classe 2 em uma vazão Q95%. Sendo assim, a situação atual da ocupação na Bacia é considerada crítica, em relação à preservação da qualidade da água no Rio Guaió, uma vez que não há exportação ou coleta de esgotos (conforme mostra a caracterização do esgotamento sanitário no Item 6.6).

7.2.2. Cenário Tendencial

Neste primeiro cenário de projeções, levou-se em consideração a expansão populacional ao longo de um horizonte de planejamento de 30 anos, considerando, além do crescimento tendencial da população, já estimado conforme as fontes oficiais IBGE e Fundação SEADE, os eventuais impactos na expansão urbana, ocasionados pela implantação da alça do Rodoanel prevista para a região de estudo, o que poderia incorrer em uma taxa de crescimento populacional superior à projetada.

Neste caso, realizaram-se também no âmbito do projeto PDPAs RMSP, discussões com os municípios envolvidos. Com subsídio das informações levantadas no diagnóstico, foram realizadas reuniões com os municípios para definição do zoneamento das áreas de intervenção na Bacia do Guaió. A partir desse zoneamento, foi elaborado uma projeção do uso do solo de acordo com as categorias do MQUAL para o ano de 2035. Em seguida, a partir do uso do solo elaborado, foi projetado o incremento de população em cada sub-bacia.

Dessa forma, este representa um cenário tendencial no qual não se previu o investimento em alternativas de esgotamento sanitário na área de estudo e tampouco se considerou alterações significativas no uso do solo existente, ou seja, mostra uma realidade dentro da qual o impacto causado pela poluição pontual e difusa tente a piorar ao longo dos 20 anos de análise.

Portanto, trabalhou-se aqui com um cenário com função didática, apresentando as consequências que serão ocasionadas pela expansão e adensamento populacional, dentro de uma realidade na qual se desconsideraram quaisquer intervenções na infraestrutura básica de saneamento e, tampouco se consideraram alterações significativas no uso do solo existente. Sendo assim, mostra a tendência esperada, caso não sejam feitos investimentos em intervenções.

Nesse cenário, foi mantida a infraestrutura sanitária existente na situação atual (novamente apresentada na Tabela 7.4 a seguir). Desta forma, em relação ao ano de 2015, há redução nos índices de coleta e exportação, uma vez que houve incremento populacional.

Tabela 7.4 - Dados de Cobertura dos Sistemas de Esgotamento Sanitário – Cenário Tendencial

Municípios integrantes	Índice de coleta (%)	Exportação (%)
Ferraz de Vasconcelos	15,67	0
Mauá	63,74	0,63
Ribeirão Pires	66,96	0,05
Suzano	0	0
TOTAL	**58,13**	**0,48**

Fonte: Calculado com base nos dados da Sabesp, 2015b; SSRH, 2017.

Mantendo-se o mesmo número de habitantes atendidos por coleta e exportação de esgotos de 2015, os índices de coleta e exportação passam para 58,13 % e 0,48%, respectivamente. Sendo assim, nesse cenário a maior parte do esgoto gerado na Bacia permanece com lançamento direto nos corpos hídricos.

Através da utilização de modelagem matemática M-QUAL avaliaram-se, portanto, os potenciais impactos ao Rio Guaió dentro das condições citadas. Os resultados são apresentados através da Tabela 7.5 a seguir.

Tabela 7.5 – Esgotos Afluentes ao Ponto de Captação – Cenário Tendencial

Rio Simulado	DBO (kg/dia)		Fósforo (kg/dia)		N Amoniacal (kg/dia)		Carga Gerada	Carga Afluente
	Carga Gerada	Carga Afluente	Carga Gerada	Carga Afluente	Carga Gerada	Carga Afluente		
Rio Guaió	2.253,24	569,17	53,31	53,02	234,44	245,56	21,41	4,37
% de remoção	-	74,74%	-	0,54%	-	-4,74%	-	-

Fonte: Calculado pelo Modelo MQUAL, 2015; SSRH, 2017.

Em comparação à Situação 2015, o incremento populacional ao longo do período de estudo gera um aumento de 9,67% da carga gerada de DBO (vide Tabela 7.4 para comparação). O abatimento promovido pelo rio Guaió permanece em torno de 74%, resultando em uma carga afluente de DBO de 569,17 kg/dia, 6,7% superior à da situação atual de 2015. Nos demais parâmetros avaliados, observou-se incremento da geração e lançamento no Rio Guaió, com exceção do Nitrato, que reduziu em 2,67% comparado à Situação 2015. A Tabela 7.6 a seguir mostra a desconformidade dos parâmetros analisados frente ao presente cenário.

Tabela 7.6: Resultados conforme parâmetros de Qualidade: Cenário Tendencial

Rio Simulado	DBO (mg/L)	P (mg/L)	N Amoniacal (kg/dia)
Parâmetro de Qualidade[1]	Até 5,0	0,05	3,7 para pH ≤ 7,0[2]
Trecho montante	180,07	4,61	20,32
Trecho intermediário	54,22	2,77	13,2
Trecho jusante	21,42	2,00	9,24

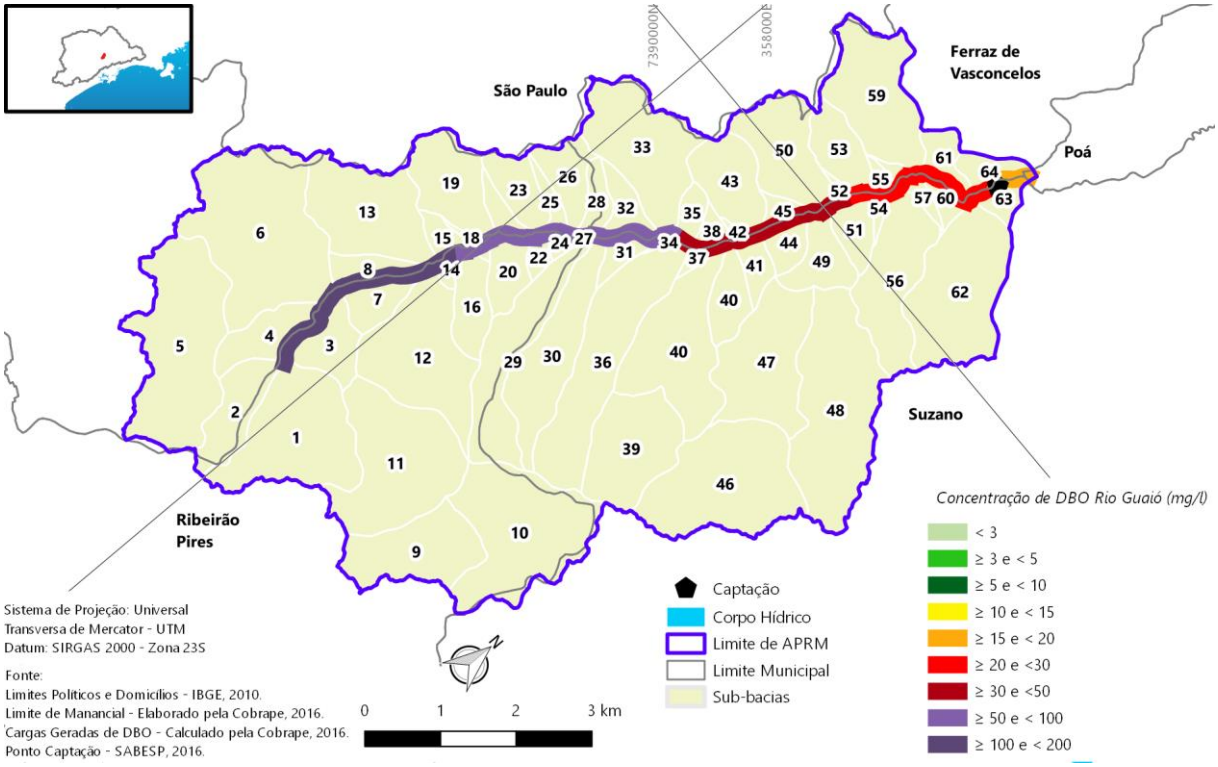
[1]Segundo Resolução CONAMA, nº 357/2005; [2]pH com média de 7,0 para o ano de análises de 2015 da CETESB

Fonte: CETESB, 2015; CONAMA (2005); SSRH, 2015.

Com isso, as cargas afluentes de DBO, fósforo e nitrogênio amoniacal permanecem muito acima dos limites admissíveis para manutenção dos padrões de Classe 2, determinados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

A concentração de DBO em kg/dia, ou seja, cargas orgânicas que deterioram a qualidade das águas no corpo hídrico principal da Bacia, até o ponto de captação ora implantado pela Sabesp, podem ser visualizados através da Figura 7.3 na sequência.

Figura 7.3 – Concentração de DBO no Rio Guaió no Cenário Tendencial (2035)



Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

Fica nítido impacto causado pela precariedade das ações de saneamento básico, especialmente nas regiões mais antropizadas. Além disso, observa-se ainda o seu processo de autodepuração até o ponto de captação de água implantado.

7.2.3. Cenário Alternativo

Quando observadas a situação atual de poluição do Rio Guaió e a tendência de geração de esgotos caso não sejam realizados investimos em infraestrutura na bacia hidrográfica, percebe-se ser impossível manter a classe de enquadramento do Rio Guaió (Classe 2), ainda que exista um processo de autodepuração ao longo de seu trecho. Desta maneira, diferentemente do cenário tendencial, este cenário alternativo foi desenvolvido a fim de se mostrar uma alternativa para melhoria da qualidade das águas não só no Rio Guaió, mas em toda a bacia, através da implantação de projetos estruturais e não estruturais diretamente relacionados ao saneamento básico.

Foram atribuídas a esse cenário, ações de exportação dos esgotos gerados nos limites territoriais da Bacia Hidrográfica do Rio Guaio, para os municípios de Mauá, Ribeirão Pires e Ferraz de Vasconcelos, além de medidas complementares de redução da carga difusa.

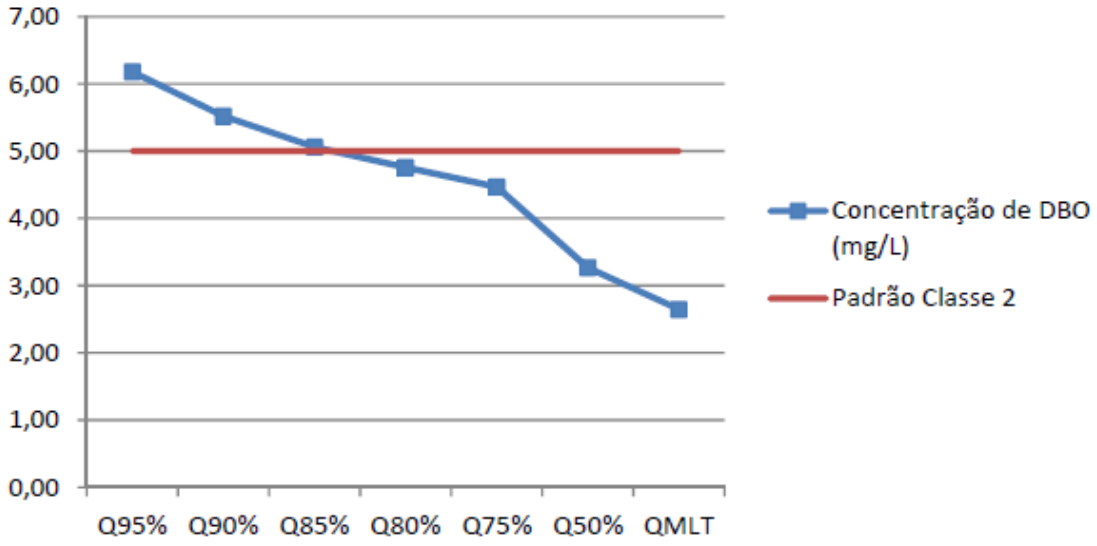
Neste caso, considerou-se como tais medidas, 30% de redução na geração dos esgotos associados aos usos urbanos do solo (área comercial e industrial, área urbana de padrão superior e área urbana de padrão inferior). Entre as medidas que podem contribuir na redução da carga difusa em áreas urbanas destacam-se: melhoria na prestação de serviços de limpeza pública, revitalização de córregos e suas margens, incentivo a mudança comportamental da população em relação à disposição dos resíduos sólidos (educação ambiental), controle e fiscalização de ligações de esgoto nas galerias pluviais, aumento do percentual de áreas verdes no ambiente urbano, entre outras.

Originalmente, durante a elaboração do Projeto PDPAs RMSP trabalhou-se num cenário específico para esta situação, onde se verificou que, ainda assim, não seria possível reduzir o aporte de cargas para um limite que possibilitasse o reenquadramento do Rio Guaió como Classe 2 durante uma vazão com 95% do tempo de permanência (Q95%).

Desta forma, nessa simulação foi avaliada qual a vazão cujo tempo de permanência permitirá a manutenção do padrão de Classe 2 estabelecido para o parâmetro de DBO. A Tabela 7.5 apresenta o gráfico que correlaciona a concentração de DBO com as vazões analisadas.

Neste caso, o gráfico foi elaborado com base na calibração do Modelo MQUAL feito especificamente para a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió.

Figura 7.4 – Concentração de DBO X vazão de referência na captação



Fonte: Calculado pelo Modelo MQUAL, 2015; SSRH, 2017.

Observa-se que com a vazão com 85% do tempo de permanência e contemplando todas as medidas de redução de cargas orgânicas elencadas acima, a concentração de DBO estaria praticamente compatível com o valor limite da Classe 2. Considerando-se uma margem de segurança, a vazão que permitiria o enquadramento do parâmetro de DBO seria a vazão com 80% do tempo de permanência. Na Tabela 7.7 são apresentadas as cargas geradas e afluentes que efetivamente chegam ao ponto de captação após abatimento ao longo do trecho simulado do Rio Guaio.

Tabela 7.7 – Esgotos Afluentes ao Ponto de Captação – Cenário Alternativo

Rio Simulado	DBO (kg/dia)		Fósforo (kg/dia)		N Amoniacal (kg/dia)		Carga Gerada	Carga Afluente
	Carga Gerada	Carga Afluente	Carga Gerada	Carga Afluente	Carga Gerada	Carga Afluente		
Rio Guaió	511,49	167,17	9,03	8,99	39,45	36,91	5,86	3,43
% de remoção	-	67,90%	-	0,44%	-	6,44%	-	-

Fonte: Calculado pelo Modelo MQUAL, 2015; SSRH, 2017.

Já as concentrações para o presente cenário são apresentadas na Tabela 7.8.

Tabela 7.8: Resultados conforme parâmetros de Qualidade: Cenário Alternativo

Rio Simulado	DBO (mg/L)	P (mg/L)	N Amoniacal (kg/dia)
Parâmetro de Qualidade[1]	Até 5,0	0,05	3,7 para pH ≤ 7,0[2]
Trecho montante	25,38	0,55	2,45
Trecho intermediário	9,04	0,34	1,46
Trecho jusante	4,76	0,26	1,07

[1]Segundo Resolução CONAMA, nº 357/2005; [2]pH com média de 7,0 para o ano de análises de 2015 da CETESB

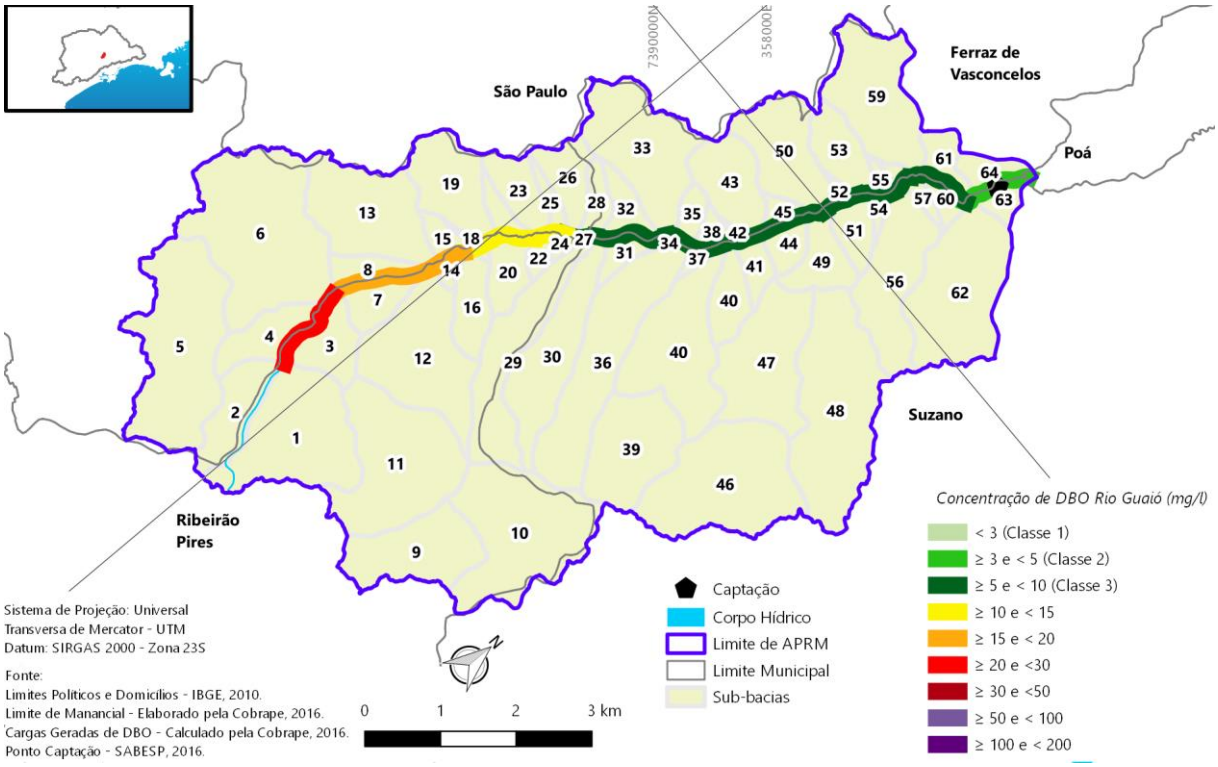
Fonte: CETESB, 2015; CONAMA (2005); SSRH, 2015.

Em comparação ao Cenário Tendencial apresentado, observa-se que houve significativa alteração nos resultados das cargas afluentes. Lembrando que neste cenários devem ser consideradas todas as intervenções no quesito exportação de efluentes para fora dos limites territoriais da Bacia Hidrográfica, além dos investimentos adicionais para incentivar a redução de cargas provenientes da cidade informal, sendo a recuperação da vegetação em áreas lindeiras, medidas de educação ambiental ligadas à limpeza pública e ao lançamento de efluentes, mudanças nos parâmetros de uso e ocupação do solo, entre outras já citadas anteriormente nesta monografia, fundamentais para atuar na redução de 30% da carga orgânica gerada e lançada no manancial.

Ainda assim, apesar da redução das concentrações de fósforo, ainda não é atingido o enquadramento desse parâmetro de acordo com a Classe 2. A não ser que sejam tomadas ações específicas para redução/controle de fósforo, dificilmente será atingido o enquadramento desse parâmetro.

Os resultados da modelagem para o cenário Alternativo podem ser visualizados na Figura 7.5 a seguir.

Figura 7.5 – Concentração de DBO no Rio Guaió no Cenário Alternativo (2035)



Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

É possível observar a forma como ocorre o processo de autodepuração do Rio Guaió, que passa a ser de Classe 2 em um ponto bem próximo à captação de água para abastecimento humano. No entanto, observa-se redução significativa nas concentrações de DBO (mg/L) ao longo do percurso, atingindo os padrões de Classe 2 no trecho anterior ao do ponto de captação ora implantado. Importante lembrar que a captação teve como intuito auxiliar na manutenção das vazões do sistema integrado de abastecimento durante o período de estiagem que acometeu o estado de São Paulo em 2014.

Apesar da redução das concentrações de poluentes e da carga orgânica (DBO) ao longo do trecho do Rio Guaió, até a sua foz, para o parâmetro de fósforo, ainda não é atingido o enquadramento de acordo com a Classe 2. A não ser que sejam tomadas ações específicas para redução/controle deste parâmetro, dificilmente será atingido o seu enquadramento.

Neste caso, sabe-se que a manutenção dos padrões de qualidade dentro de uma classe de enquadramento deve ser respeitada, principalmente por ser uma área de manancial. Ainda assim, nota-se que os esforços e as medidas de redução de esgotos necessitam ser de grandes magnitudes, exigindo investimentos não apenas na infraestrutura urbana, como também em

questões que refletem na parte de instituição e gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, principalmente no que se refere ao ordenamento territorial e planejamento das expansões urbanas.

Uma sugestão adicional seria propor o enquadramento do Rio Guaió para Classe 3, uma vez que, dentro de seu contexto de inserção urbana, ele dificilmente poderia voltar a ser reenquadrado como Classe 2.

8. PROPOSTAS DE SANEAMENTO PARA REDUÇÃO DE ESGOTOS

Inicialmente, são necessárias duas importantes observações acerca da elaboração das propostas para a recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió. A primeira diz respeito a investimentos. O projeto de proteção dos mananciais da região metropolitana foi elaborado sob as injunções e circunstâncias de crise econômica aguda, que fez recuar o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro à taxa negativa aproximada a 3,5% tanto em 2015 quanto em 2016. Um dos aspectos graves da crise é a situação fiscal do setor público, cuja capacidade de investimento reduziu-se drasticamente; todas as análises especializadas indicam que a recuperação fiscal do Estado (i.e., do setor público) deverá ocorrer lentamente. Assim, a execução de investimentos em áreas de interesse na bacia hidrográfica do Rio Guaió estará condicionada à disponibilidade efetiva de recursos. Logo, o exercício de priorizar aquelas ações que são mais importantes e urgentes, em um quadro de forte restrição fiscal, é certamente um dos desafios a serem enfrentados pela gestão de recursos hídricos.

Em segundo lugar, deve ser levada em conta o desafio da gestão e fiscalização integrada das áreas de manancial, Prefeituras e Governo do Estado. A rigor, a coordenação de esforços entre diferentes esferas de governo e o acompanhamento da evolução de uso do solo e das intervenções públicas nas bacias hidrográficas de interesse ainda constituem um assunto pendente. Espera-se, em regime de compatibilidade com a estratégia adotada há vinte anos, que a Agência de Bacia venha a atingir um patamar de organização e de formulação que permita, enfim, condições melhores para a gestão desses territórios de mananciais.

No Item 7 – Geração de Cargas Poluentes no Manancial, foram apresentados, além da situação da Bacia em 2015 (ano de início de elaboração do Projeto PDPAs RMSP), dois cenários de expansão urbana, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos:

- O Cenário Tendencial, que não considera quaisquer intervenções estruturais e não-estruturais para redução do lançamento de cargas orgânicas no principal corpo hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió; e
- O Cenário Alternativo, para o qual foram consideradas intervenções no sistema de esgotamento sanitário para exportação dos esgotos gerados nos municípios de Mauá, Ribeirão Pires e Ferraz de Vasconcelos, além da redução adicional de 30 % do restante de cargas geradas na bacia como um todo, planejadadas na tentativa de manter os parâmetros de qualidade do Rio Guaió, respeitando o seu enquadramento como Classe 2, ao menos no então ponto de captação de água implantado como parte do pacote de obras emergenciais para abastecimento da RMSP.

Apresentam-se, com base no Projeto PDPAs RMSP, os principais projetos, programas e ações que detalham as possibilidades para redução do esgoto lançado no manancial no Quadro 8.1 a Quadro 8.3, necessários ao reestabelecimento dos padrões de qualidade do Rio Guaió e de seus afluentes, assim como os agentes responsáveis por cada ação elencada.

Foram considerados apenas os programas e ações não implantados até o presente momento e que ainda são passíveis de serem atribuídas no manancial. O foco neste caso refere-se àquelas especificamente ligadas ao saneamento básico, em conjunto com as principais opções elencadas para o uso e ocupação do solo e ações de cunho institucional e de gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, com base nos seguintes prazos propostos para a sua implantação (considerando nível de urgência, viabilidade financeira, dificuldade de implantação):

- Prazo imediato: Até 3 (três) anos para execução;
- Curto Prazo: De 3 (três) a 5 (cinco) anos para execução; e
- Médio Prazo: De 6 (seis) a 10 (dez) anos para execução.

Quadro 8.1 – Projetos e ações de cunho institucional

Programa de Gestão Institucional			
Projetos Elencados	**Ações Elencadas**	**Prazo para Execução**	**Agentes Responsáveis**
Planejamento e Gestão	**Compensação Ambiental:** • Utilizar a compensação ambiental como ferramenta para atribuir valor econômico às áreas de manancial, permitindo a compensação através da aquisição de terrenos preservados dentro do manancial; • Um empreendimento que deseja ultrapassar os limites construtivos de um determinado zoneamento poderia adquirir outros terrenos no manancial e averbar a transferência de potencial construtivo nas matrículas de ambos os imóveis; • Manancial se tornaria prioritário para que compensações ambientais sejam aplicadas, preferencialmente com a compra de terrenos, averbando a destinação única para preservação.	Curto Prazo	Municípios pertencentes à Bacia e CETESB
	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS Ecológico: • Vincular uma parcela dos valores arrecadados com o ICMS, repassados aos municípios pelo Estado, a critérios ambientais; • A Lei Estadual nº 10.544 de 2000 define que os municípios enquadrados nas disposições contidas nas Leis de Proteção dos Mananciais (nº 898/1975 e nº 1.172/1976), terão o repasse dos impostos estaduais; • A sua aplicação ainda depende de regulamentação; • Ampliaria as possibilidades de incentivo, por parte dos municípios, à manutenção das áreas verdes preservadas para a produção de água.	Curto Prazo	Governo do Estado de São Paulo e Conselho da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – CBH-AT
Controle e Fiscalização de atividades	**Controle e fiscalização do uso e ocupação do solo com Imagens de Satélite:** • Maior agilidade e efetividade na identificação de invasões e usos não conformes com a legislação; • Registro e o acompanhamento do processo de ocupação do manancial; • Finalidade de impedir a continuidade de usos e ocupações com potencial poluidor e degradacional.	Curto Prazo	Secretaria de Meio Ambiente – SMA e Secretaria de Segurança Pública – SSP

Monitoramento da Qualidade Ambiental	**Ampliação e adequação do monitoramento da qualidade da água com vistas à gestão do manancial:**
	• Implantação de três novos pontos de monitoramento no rio Guaió:
	  ○ Após trecho por onde passa o Rodoanel, ao sul do manancial; 2) na divisa dos quatro municípios; e 3) a jusante da captação, ao final da área delimitada como APRM
	  ○ Devem ser monitorados os indicadores de qualidade definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.
		Curto a médio prazo	CETESB, Sabesp, municípios e CBH-AT

Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

Quadro 8.2 – Projetos e ações de ordenamento territorial e uso e ocupação do solo

Programa de Ordenamento Territorial e Urbanização			
Projetos Elencados	**Ações Elencadas**	**Prazo para Execução**	**Agentes Responsáveis**
Elaboração e aprovação da Lei Específica do Rio Guaió	• Atualizar o PDPA elaborado pelo CBH-ATC, incluindo a alteração do acesso do Rodoanel Mario Covas, citando a interrupção da captação no Rio Guaió para transposição emergencial de água para a Represa de Taiaçupeba e a revisão dos dados apontados na etapa de diagnóstico, parcialmente já realizado nesta monografia; • Elaboração de uma lei específica para o manancial e de seu respectivo decreto e demais disposições de regulamentação incluindo: o Diretrizes para o desenvolvimento da região; o Definição de possibilidades e limites de uso e ocupação do solo com parâmetros urbanísticos e ambientais; o Proteção ambiental e dos recursos hídricos.	Curto Prazo	Municípios pertencentes à Bacia e CETESB
Compatibilização de planos e projetos	**Compatibilização de Planos Diretores com a futura lei específica:** • Adequar o planejamento municipal às determinações do zoneamento e dos parâmetros da lei específica do manancial; • Determinar parâmetros mais restritivos ao adensamento na bacia hidrográfica; • Adequação das leis municipais ao zoneamento da lei específica a ser aprovada na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió; • Definição das restrições viárias na área de manancial, considerando a expansão urbana que deve acometer a região.	Curto e médio prazo	Municípios pertencentes à bacia e concessionárias de saneamento básico
	Compatibilizar projetos e ações dos Planos Municipais de Saneamento Básico – PMSB e Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS: • Incluir ações específicas para a área de manancial quando da revisão dos PMSB e PMGIRS dos municípios pertencentes ao manancial aqui estudado; • Apresentar soluções para a exportação e posterior tratamento do esgoto gerado em áreas irregulares; • Trabalhar a questão da educação ambiental e inclusão de projetos sociais nas áreas urbanizadas pertencentes à bacia; • Garantir a universalização dos serviços de saneamento básico na região de estudo	Curto e médio prazo	Municípios pertencentes à bacia e concessionárias de saneamento básico
Urbanização e habitação	**Atenção à regularização fundiária** • Regularização das áreas ocupadas inadequadamente, para que se já possível a expansão da infraestrutura de saneamento básico operada pela Concessionária de serviços nos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Guaió;	Longo prazo	Municípios pertencentes à bacia, Governo do Estado, Programa Cidade Legal, CETESB, Cartórios, Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico,

Programa de Ordenamento Territorial e Urbanização			
Projetos Elencados	**Ações Elencadas**	**Prazo para Execução**	**Agentes Responsáveis**
	• Recomenda-se a iniciativa inserida no Programa Cidade Legal (SEHAB, 2019) criado pelo Governo de São Paulo para auxiliar os municípios paulistas na regularização dos núcleos habitacionais implantados em desconformidade com a Lei; • A atuação das Prefeituras em ações de reintegração de posse em áreas de manancial está restrita aos terrenos pertencentes ao poder público; • Possibilidade de atividades de licenciamento ambiental atribuídas ao Estado serem delegadas aos municípios, por intermédio de convênios.		Artístico e Turístico - CONDEPHAAT, e demais órgãos envolvidos na regularização fundiária
	Programa de Recuperação de Interesse Social: • Conjunto de medidas e intervenções de caráter corretivo das situações de degradação existentes e de recuperação ambiental e urbanística, previamente identificadas pelo Poder Público competente, com o objetivo de melhoria das condições de saneamento ambiental e regularização fundiária dos locais enquadrados na categoria de Área de Recuperação Ambiental – ARA I; • Objetiva o atendimento às demandas por habitações de interesse social e a necessidade de requalificação urbana; • Devem propor soluções de urbanização, remoção seguida de reassentamento ou regularização fundiária para as ARAs I, que compreendem às ocorrências de Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS predefinidas pela administração local, desprovidas, total ou parcialmente, de infraestrutura de saneamento ambiental.	Longo prazo	Municípios pertencentes à bacia

Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

Quadro 8.3 – Projetos e ações de saneamento básico

Programa de Saneamento Básico			
Projetos Elencados	**Ações Elencadas**	**Prazo para Execução**	**Agentes Responsáveis**
Coleta, exportação e tratamento de esgoto	**Implantação de obras urgentes de esgotamento sanitário:** • Ações de exportação dos esgotos gerados nos limites territoriais da Bacia Hidrográfica do Rio Guaio, para os municípios de Mauá, Ribeirão Pires e Ferraz de Vasconcelos: ○ Implantação das Estações Elevatórias de Esgoto – EEEs já projetadas pelas concessionárias municipais, destacando-se a EEE nos municípios de Vila Cristina, Vila São Paulo e Chácara Ferraz em Ferraz de Vasconcelos (SABESP, 2015) – projeto já existente e ainda não executado;	Curto prazo	Municípios pertencentes à Bacia e CETESB

Programa de Saneamento Básico			
Projetos Elencados	**Ações Elencadas**	**Prazo para Execução**	**Agentes Responsáveis**
	○ Implantação de EEEs no município de Mauá em áreas que tecnicamente possibilitariam as obras – afirmativa vaga apresentada pela então Odebrecht Ambiental em 2015 (atualmente o serviço é prestado pela BRK Ambiental;		
	Planejamento e execução de áreas para atendimento de futuras zonas de expansão urbana: • Ação de planejamento técnico e financeiro da expansão dos sistemas de esgotamento sanitário para garantir o atendimento e exportação dos esgotos para fora dos limites do manancial nas áreas de expansão urbana; • Estabelecimento de condicionante para licenciamento de empreendimentos comerciais ou residenciais multifamiliares, responsabilizando o empreendedor pela ligação ou construção de rede/sistema que garanta, efetivamente, a exportação dos efluentes para fora do manancial.	Médio prazo	Municípios pertencentes à Bacia, Sabesp e BRK Ambiental
	Saneamento básico em áreas de irregularidade fundiária: • Necessária intervenção urbanística compatibilizada às ações de regularização fundiária, para que as regiões atualmente irregulares possam ser incorporadas aos contratos de prestação de serviços das concessionárias responsáveis pelo esgotamento sanitário. • Implantação de fossas sépticas como medida emergencial intermediária à regularização e estudo da referida alternativa em áreas não passíveis de atendimento pela rede pública.	Longo prazo	Municípios pertencentes à Bacia, Sabesp e BRK Ambiental
	Eliminação de ligações cruzadas das redes de esgoto e pluviais: • Região com inúmeras ocorrências de lançamento indevido de águas pluviais nas redes de esgoto ou vice e versa, gerando: ○ Entupimento e rompimento das redes de esgoto com consequente contaminação da área de manancial; ○ Refluxo de esgoto nas residências; ○ Sobrecarga operacional das estações de tratamento de esgoto, quando existentes em grandes quantidades. • Necessário o mapeamento dos pontos de lançamento cruzado e dos domicílios que possuem sistemas unificados (drenagem urbana e esgotamento sanitário); • Recomenda-se apoio ao Programa "Se Liga na Rede", um programa que executa obras dentro dos imóveis das famílias de baixa renda, permitindo que as casas sejam ligadas à rede de esgoto (SÃO PAULO, 2013).	Médio prazo	Municípios pertencentes à Bacia, Sabesp e BRK Ambiental
Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	**Mapeamento, recuperação e fiscalização de áreas de descarte irregular:** • Mapeamento dos pontos de descarte irregular e o desenvolvimento de procedimentos de limpeza, educação ambiental, remodelação destes locais; • Implantação de equipamentos urbanos como Ecoponto e Local de Entrega Voluntária – LEV de resíduo nas áreas de maior urbanização;	Curto prazo	Municípios pertencentes à Bacia, CBH-ATC, com suporte das prestadoras de serviços de manejo de resíduos sólidos

Programa de Saneamento Básico			
Projetos Elencados	**Ações Elencadas**	**Prazo para Execução**	**Agentes Responsáveis**
	Ampliação dos serviços de varrição: • Objetiva reduzir o volume de detritos dispersos nas vias e calçadas em toda a área de manancial, reduzindo a quantidade de material carregado para o sistema de drenagem urbana e, posteriormente, para os cursos hídricos;	Longo prazo	Municípios pertencentes à Bacia, com suporte das prestadoras de serviços de manejo de resíduos sólidos

Fonte: SSRH, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

As ações elencadas no Quadro 8.1 a Quadro 8.3 acima tratam das especificidades consideradas essenciais no auxílio da recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, que apesar do encerramento de sua captação originalmente prevista pela Sabesp para atendimento emergencial de abastecimento de água, ainda assim há de possuir potencial para tal serviço, se obedecidas as intervenções propostas no âmbito do Projeto PDPAs para a sua recuperação.

Além disso, é essencial que se invista também na manutenção e recuperação de áreas verdes e APPS, tais como áreas lindeiras aos cursos hídricos pertencentes à bacia, assim como ações de educação ambiental com o intuito de inserir à população, a importância da manutenção dos recursos naturais.

Evidentemente existe uma grave limitação financeira e institucional para atendimento de áreas urbanas irregulares e uma grande necessidade de incentivo fiscal que permitiria sanar por completo as insalubridades ligadas ao saneamento básico em curto prazo. Neste sentido, julgam-se de extrema urgência nesta monografia, as ações referentes à regularização fundiária de áreas irregulares com consequente expansão da infraestrutura ligada ao esgotamento sanitário, devendo estas ser priorizadas a fim de alavancar a recuperação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió.

Em primeira instância, recomenda-se que sejam implantadas as ações estruturais já planejadas pelos municípios e que já possuem projeto desenvolvido pelas concessionárias de esgotamento sanitário, sendo:

- A implantação das Estações Elevatórias de Esgoto – EEEs já projetadas pelas concessionárias municipais, destacando-se a EEE nos municípios de Vila Cristina, Vila São Paulo e Chácara Ferraz em Ferraz de Vasconcelos e a implantação de EEEs no município de Mauá em áreas que que necessitam de bombeamento de esgoto. Neste caso, como estas ações são de responsabilidade das concessionárias, o investimento também provém destas – Sabesp e BRK Ambiental;
- Investimento nas ações de regularização fundiária: Neste caso, os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Guaio devem atualizar os seus instrumentos urbanísticos, tais como: Os Planos Diretores municipais e os Planos Locais de Habitação de Interesse Social – PLHIS (exclusivo para áreas de manancial). Tais instrumentos devem ser base para atuar na regularização de áreas urbanas já consolidadas e que atualmente não possuem infraestrutura sanitária, uma vez que as concessionárias de

saneamento básico não atendem à cidade informal e irregular; já para as áreas que necessitam de recuperação ambiental, os municípios devem investir na elaboração de Planos de Recuperação de Áreas Naturais – PRAN, que também possuem atribuição específica para recuperar áreas degradadas nos mananciais.

Outra recomendação é o de compatibilizar os instrumentos, planos e projetos municipais, regionais e estaduais, a fim de evitar conflitos nas propostas apresentadas, tomando-se o cuidado de sempre verter rumo à opção mais restritiva, justamente por se tratar de uma área de manancial.

Fora as ações de implantação emergencial de esgotamento sanitário, destacaram-se em especial, instrumentos de planejamento urbano, pois estes são a primeira etapa para alavancar uma boa gestão da bacia hidrográfica como um todo.

Em adição à caracterização dos parágrafos acima, os tópicos subsequentes trazem breve descrição do conteúdo a ser levando em consideração para cada programa, dentro das possibilidades julgadas importantes pelo autor. Foram citados os programas levantados nos Quadros 8.1 a 8.3, que foram elencados no âmbito do Projeto PDPAs RMSP. Todavia, nesta monografia, as propostas apresentadas foram reescritas e avaliadas quando à sua aplicabilidade na bacia hidrográfica.

8.1. Institucional

Compensação ambiental: neste caso, além das ações já elencadas no Quadro 8.1, as ações de compensação ambiental devem extrapolar os limites dos municípios. Na ausência de uma legislação específica para o manancial, os municípios possuem legislações de uso e ocupação do solo muito distintas, podendo ser mais ou menos restritivas. Com a compatibilização dos usos, as ações de compensação ambiental se tornam mais fáceis e exequíveis na bacia como um todo.

Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços – ICM ecológico: trata-se de um mecanismo tributário que possibilita aos municípios acesso a parcelas maiores que àquelas que já têm direito, dos recursos financeiros arrecadados pelos Estados. Trata-se de um método de compensação dos municípios em troca da restrição do uso do solo em locais protegidos. Na Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, será um ótimo meio de incentivar os municípios a criar ou defender a criação de mais áreas protegidas.

Controle e fiscalização do uso e ocupação do solo com Imagens de Satélite: Neste caso, pretende-se facilitar o controle da expansão desordenada através de consulta periódica (a ser definida) à Imagens de Satélite a fim de verificar locais que apresentem o avanço de ocupações em locais que apresentem conflitos com a lei de uso e ocupação do solo. Trata-se de um método eficaz e menos custoso de monitoramento e fiscalização.

Ampliação e adequação do monitoramento da qualidade da água, com vistas à gestão do manancial: Implantação de um ponto de monitoramento adicional no Rio Guaió. Tal posto poderia ser implantado pela CETESB para auxiliar nas análises de autodepuração do rio.

8.2. Ordenamento Territorial e Uso e Ocupação do Solo

Atualizar o PDPA elaborado pelo CBH-ATC: Implantação de uso e ocupação do solo específicas, considerando acesso do Rodoanel por Suzano, causando menor impacto ambiental em áreas preservadas e redução do risco de expansão de áreas desordenadas decorrentes da utilização do acesso como um vetor de expansão.

Compatibilização de Planos Diretores com a futura lei específica do manancial: através da elaboração de uma só lei de uso e ocupação do solo que considere os padrões mais restritivos do município, nunca os mais permissíveis, a fim de atuar a favor da preservação e recuperação de áreas naturais.

Compatibilizar projetos e ações dos instrumentos de planejamento urbano: destacando-se os PMSBs e PMGIRS, de modo a fomentar a integração de planos e projetos. Objetiva-se a aplicação de programas que possuam as mesmas diretrizes e períodos de implantação e deve se tomar o cuidado para não elaborar programas com indicações contrárias em dois instrumentos diferentes.

Programa de recuperação de interesse social: com proposição de solução para diminuir a degradação de áreas urbanas, em especial nas regiões onde predominam moradias da população de baixa renda.

8.3. Saneamento Básico:

Planejamento e execução de áreas para atendimento de futuras zonas de expansão urbana e **saneamento básico em áreas de irregularidade fundiária**: Uma ação que deve ser

realizada em conjunto com a regularização fundiária, de modo que os municípios pertencentes à bacia Hidrográfica do Rio Guaió possam planejar e investir na implantação de infraestrutura urbana de áreas já consolidadas, assim como de áreas urbanas em expansão, com exportação de esgotos para tratamento fora dos limites territoriais do manancial.

Eliminação de ligações cruzadas das redes de esgoto e pluviais: ocorre, em muitos casos, devido à precariedade do sistema de drenagem urbana de municípios. Os problemas que decorrem desta prática são inúmeros, destacando-se desde o refluxo em residências, até sobrecarga de vazão nas ETEs e rompimento de redes e manilhas.

Mapeamento, recuperação e fiscalização de áreas de descarte irregular: com a finalidade de remediar pontos viciados de descarte de resíduos que podem contribuir para a deterioração dos corpos hídricos através de escoamento superficial ou até mesmo por percolação no solo e consequente contaminação do aquífero subterrâneo.

Ampliação dos serviços de varrição: ampliação e maior frequência da varrição em regiões predominantemente periféricas, que atualmente não possuem a mesma frequência e qualidade dos serviços de varrição de áreas urbanas centrais e consolidadas. Tal prática objetiva a redução de resíduos nas vias e calçadas, prevenindo o entupimento de bocas de lobo, inundações decorrentes de fortes chuvas e a contaminação dos corpos hídricos pelo escoamento de resíduos diretamente para o Rio Guaió e seus afluentes.

Fica clara a necessidade de investimento na gestão institucional e infraestrutura no Manancial Guaió, a fim de permitir a melhora da qualidade das águas para que se alcance (no melhor cenário apresentado) a maior parte dos padrões de qualidade enquadrados em Classe 2 na porção de jusante do Rio Guaió.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cenários de geração de cargas elaborados, bem como as propostas elencadas e discutidas nesta monografia pretendem estabelecer proposições específicas de ordenamento territorial e saneamento básico para reenquadramento das condições hídricas de classe 2 da Bacia Hidrográfica do Rio Guaió, na Região Metropolitana de São Paulo”

Os resultados das análises de qualidade no Cenário 2015, a presença de altas cargas de matéria orgânica e a consequente degradação do corpo hídrico pelo impacto da urbanização desordenada de áreas preservadas.

Quando comparados os cenários Tendencial e Alternativa, fica evidente a necessidade de grandes investimentos em infraestrutura e programas institucionais, a fim de retornar à qualidade das águas do Rio Guaió à sua classe de enquadramento – ou seja, Classe 2 – garantindo assim a preservação do manancial. Ainda assim, notou-se que mesmo que sejam realizadas as ações de exportação de esgoto dos municípios de Ferraz de Vasconcelos, Mauá e Ribeirão Pires e reduzidas adicionalmente um percentual de mais 30% do total de cargas orgânicas geradas por atividades antrópicas na região de estudo, , ainda assim a qualidade das águas na cabeceira do Rio Guaió seria demasiadamente baixa, o que exige grande esforço nas questões institucionais, de uso e ocupação do solo e de infraestrutura de esgotamento sanitário, em especial nos municípios de Mauá. Nota-se qualidade abaixo dos padrões, em especial na região de cabeceira da bacia.

Desta maneira, elencaram-se propostas específicas de cunho institucional e de planejamento, de saneamento básico e ordenamento territorial, especificando as principais e mais viáveis do ponto de vista financeiro, para dar início a um processo de recuperação da área, que será feito a longo prazo.

Frente a essas condições, o exercício da modelagem uso do solo *x* qualidade da água demonstrou que, visando à manutenção do rio em Classe 2, ou em situação próxima a essa classe, durante a maior parte do tempo, são necessários investimentos planejados por diferentes organismos públicos para a cobertura de serviços essenciais e um padrão de operação da infraestrutura existente ou a instalar próxima a níveis de excelência.

Ainda assim, apesar da existência de sistemas públicos de esgotamento sanitário, existe uma forte limitação operacional verificada, em especial, no que se refere ao atendimento com serviços de esgotamento sanitário em áreas urbanas consolidadas. Tais limitações incluem a ausência de atendimento com infraestrutura de saneamento básico, a expansão desordenada de domicílios onde predominam as populações de baixa renda e em situação de vulnerabilidade social e a ausência de instrumentos de planejamento compatibilizados e que apresentem propostas específicas para tal finalidade.

Neste caso, tal situação ocorre já que, em grande parte, existe no país uma tendência a se priorizar o investimento em sistemas de abastecimento de água, por este ser essencial manutenção da vida humana. Por outro lado, tal método operacional abre margem para a existência de um serviço de coleta e tratamento de esgotos, muitas vezes sucateado e que ainda possui um longo caminho a ser percorrido no quesito eficiência para que se torne adequado ao atendimento da demanda por coleta e tratamento de esgotos gerados em áreas urbanas no país.

Recomenda-se a priori, a atualização do Projeto PDPA, elaborado pela Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos especialmente para o Rio Guaió, com o intuito de incluir os dados atualizados que acometem a caracterização do manancial. devem ser levados em conta a exclusão do sistema emergencial de abastecimento de água que atualmente encontra-se inoperante por conta de sua modesta vazão média, pouco superior a 0,6 m^3/s (conforma SABESP, 2015c); e como ação mais importante, a alteração do projeto da implantação da Alça do Rodoanel de Suzano para Poá, o que consequentemente há de acarretar na redução do impacto relativo à expansão urbana, uma vez que a nova alça de acesso será implantada em uma região já fortemente urbanizada.

Concluindo, é nítido que entre a apresentação de programas e ações, o foco sempre fica por conta da gestão municipal. Há de se priorizar, não apenas para a gestão de mananciais, e sim para o planejamento implantação de intervenções em saneamento básico, uma unidade de gestão regional. Facilitar-se-ia desta maneira, a integração das ações a serem tomadas, o que tornaria o planejamento e as ações de melhoria da infraestrutura do sistema mais pertinentes à realidade local.

Além disso, é de extrema importância que sejam integrados os instrumentos de planejamento já existentes, evitando desta maneira, a sobreposição de ações antagônicas para o mesmo território ou objetivo e permitindo a utilização de bases instrumentárias já existentes para a elaboração de ações específicas para instrumentos em menor escala, complementando aqueles já existentes.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATCHELOR P. Models as Metaphors: the role of modeling in pollution prevention. Waste Management. V 14. P. 243-251. 1994.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação dada pela Medida Provisória nº 868, de 2018). Brasil, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: set. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.625, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasil, 202. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: mai. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasil, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: fev. 2019.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de Qualidade de Águas Interiores de São Paulo. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-das-%C3%81guas-Interiores-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2017.pdf>. Acesso em: dez. 2018.

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: nov. 2018.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA, nº 357. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005. Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: out. 2018.
CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA, nº 357. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005. Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: out. 2018.

CPLA/SMA. Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Indicação de Áreas de Intervenção e Respectivas Diretrizes e Normas Ambientais e Urbanísticas de Interesse Regional na Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings. São Paulo: CPLA, 2005.

DataGEO. Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo: Base Territorial Ambiental Unificada. Disponível em: < http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: nov. 2018.

EMPLASA. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. Uso e Ocupação do Solo Urbano. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. 2010. Disponível em: < https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: out. 2018.

KOBIYAMA M. MANFROI O. J. Importância da Modelagem e Monitoramento em Bacias Hidrográficas. Universidade Federal Do Paraná UFPR. Curso: “O Manejo de Bacias Hidrográficas sob a Perspectiva Florestal. Paraná, 1999. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/monitoramento.pdf>. Acesso em> jul. 2019.

MARENGO et. al. A Seca e a Crise Hídrica de 2014 – 2015 em São Paulo. Revista USP nº 106: julho/agosto/setembro. São Paulo, 2015. 44 p.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. CHESS: Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp: Para a Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 2015a.

Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/crisehidrica/chess_crise_hidrica.pdf>. Acesso em: nov. 2018.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Dados e informações operacionais dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Reuniões técnicas e coleta de dados. São Paulo, 2015b.

de água e esgotamento sanitário. Reuniões técnicas e coleta de dados. São Paulo, 2015b.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo - PDE: Relatório Final Volume III - Sistema Principal de Esgotos – Estações de Tratamento de Esgotos. São Paulo, 2010.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Conheça o Programa Se Liga na Rede: Ação do Governo do Estado faz, gratuitamente, obras dentro dos imóveis das famílias de baixa renda para ligação de rede de esgoto. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/conheca-o-programa-se-liga-na-rede-1/>. Acesso em: mai. 2019.

SÃO PAULO. Lei Estadual n°15.247 de 17 de Dezembro de 2013. Altera a Lei n. 898, de 1975, que disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande S.Paulo, e dá providências correlatas. São Paulo, 2013. Disponível em: < https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2013/lei-15247-17.12.2013.html>. Acesso em: out. 2018.

SÃO PAULO. Lei estadual nº 1.172/1976. São Paulo, 1976. Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o Artigo 2.º da Lei n. 898, de 18 de dezembro de 1975, estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas e dá providências correlatas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/lei-1172-17.11.1976.html>. Acesso em: fev. 2019.

SÃO PAULO. Lei Estadual nº 898, de 1 de Novembro de 1975. Coletânea Legislação DEPRN. Seção I, Volume 85. São Paulo, 1975. p. 01-02.

SÃO PAULO. Lei nº 12.233, de 16 de Janeiro de 2006. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga. São Paulo, 2006. Disponível em: < https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12233-16.01.2006.html>. Acesso em: mai. 2019.

SÃO PAULO. Lei nº 13.579, de 13 de Julho de 2009. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13579-13.07.2009.html>. Acesso em: mai. 2019.

SÃO PAULO. Lei nº 15.247, de 17 de Dezembro de 2013. altera a Lei n. 898, de 1975, que disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande S.Paulo, e dá providências correlatas. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. 2013. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2013/lei-15247-17.12.2013.html>. Acesso em: nov. 2018.

SÃO PAULO. Lei nº 15.790, de 16 de Abril de 2015. Dispõe sobre os limites da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery - APRM-AJ e dá providências correlatas. São Paulo, 2015. Disponível em: < https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2015/lei-15790-16.04.2015.html>. Acesso em: mai. 2019.

SÃO PAULO. Lei nº 15.913, de 02 de Outubro de 2015. Dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Tietê Cabeceiras - APRMATC, suas Áreas de Intervenção, respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional para a proteção e recuperação dos mananciais. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2015/lei-15913-02.10.2015.html>. Acesso em: mai. 2019.

SÃO PAULO. Lei nº 898, de 18 de Dezembro de 1975. Disciplina o uso do solo para proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo. Assemblei Legislativa do Estado de São Paulo. 1975. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1975/lei-898-18.12.1975.html>. Acesso em: nov. 2018.

SÃO PAULO. Lei nº. 7663, de 30 de Dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo, 1991. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>. Acesso em: mai. 2019.

SEADE. Sistema Estadual de Análise de Dados. Sistema Seade de Projeções Populacionais. São Paulo, 2015. Disponível em: < https://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/>. Acesso em: out. 2018.

SEHAB. Secretaria da Habitação. Cidade Legal. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.habitacao.sp.gov.br/icone/detalhe.aspx?Id=29>. Acesso em: mai. 2019.

SIGRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. CBH-AT: Apresentação. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhat/apresentacao>. Acesso em: mai. 2019.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2016. 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>. Acesso em: nov. 2018.

SSRH. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Elaboração e Revisão dos Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo: Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) do Rio Guaió. São Paulo, 2017. 218 p.

TEODORO et al. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. Revista Uniara. Nº 20, 2007. Disponível em: <https://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf>. Acesso em: mai. 2019.

TEODORO et. al. Implementação do conceito Capacidade de Diluição de Efluentes no modelo de qualidade da água QUAL-UFMG: estudo de caso no Rio Taquarizinho (MS). Eng Sanit Ambient. V. 18. 2013. P. 275-288.

TUCCI. C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. Quarta Edição, 1997.

VON SPERLING. Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios. 2. ed. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2014.

11. ANEXOS

ANEXO I: Detalhamento da Modelagem MQUAL no Rio Guaió

Apresenta-se neste anexo, a descrição do Modelo MQUAL utilizado para a cenarização, tão qual demonstrada nesta monografia. Os parágrafos seguintes explicam sucintamente o método de utilização do modelo, presente no Projeto PDPAs RMSP, especificamente para o Rio Guaió, elaborado para a Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos – SSRH de São Paulo em 2017.

Conforme SSRH, 2017, os esgotos gerados na Bacia do Guaió foram estimadas utilizando-se o Modelo Matemático de Correlação Uso do Solo/Qualidade da Água (MQUAL), que teve sua origem no Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga (Programa Guarapiranga) elaborado, primeiramente, em 1998 durante os estudos do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga. O modelo foi concebido para explicitar as relações entre o uso, ocupação e manejo do solo na Bacia e a qualidade das águas para fins de abastecimento público, de forma a subsidiar as tomadas de decisão com o melhor conhecimento possível das consequências de cada alternativa sobre o sistema hídrico, oferecendo respostas à análise:

- Da qualidade futura do manancial sob diversas hipóteses de ocupação da Bacia, de implantação de sistemas de saneamento e ações de controle;
- De novas políticas de uso do solo, com a identificação clara das contribuições específicas de cada categoria de uso do solo na qualidade da água, além de áreas prioritárias para preservação e recuperação;
- Do licenciamento de grandes empreendimentos, com o uso de uma ferramenta adequada para avaliação de impactos sobre a qualidade das águas;
- De novas medidas de controle ambiental que possam ser propostas, a partir do conhecimento mais detalhado da Bacia.

Para realização da estimativa de geração de carga foram utilizados os coeficientes de exportação estabelecidos na versão 2.0 do MQUAL, cujos valores são apresentados na Tabela 11.1 a seguir.

Tabela 11.1 – Coeficientes de exportação de cargas do Manancial Guaió

Fonte	Unidade	Fósforo Total	Nitrogênio Total	DBOC	Coliformes termotolerantes
Atividade Agrícola	kg/km2.dia	0,066	0,227	4,917	1,00E+12
Reflorestamento	kg/km2.dia	0,002	0,060	1,172	1,00E+10
Mata / Capoeirão	kg/km2.dia	0,002	0,060	1,172	1,00E+10
Capoeira / Campo	kg/km2.dia	0,001	0,050	1,079	1,00E+10
Chácaras	kg/km2.dia	0,005	0,090	3,800	1,00E+09
Áreas Urbanas - Padrão Superior	kg/km2.dia	0,136	0,951	16	1,00E+08
Áreas Urbanas - Padrão Inferior	kg/km2.dia	0,272	2,378	40	1,00E+08
Áreas de Uso Industrial e Comercial	kg/km2.dia	0,190	1,665	32	1,00E+08
População com lançamento direto de esgotos nos corpos de água	kg/hab.dia	0,00151	0,01190	0,05616	3,60E+09
População de áreas urbanizadas com sistema individual de disposição de esgotos - Alta Densidade	kg/hab.dia	0,00121	0,00952	0,05054	1,80E+09
População de áreas urbanizadas com sistema individual de disposição de esgotos - Baixa Densidade	kg/hab.dia	0,00076	0,00595	0,03370	1,80E+09

Fonte: SSRH,2017 *apud* PRIME, 2015.

O modelo matemático QUAL-UFMG foi a ferramenta selecionada para a realização da modelagem da qualidade da água neste estudo. O QUAL-UFMG é uma adaptação do modelo QUAL2-E, desenvolvido pela US Environmental Protection Agency (USEPA), mundialmente utilizado para simulação de rios. Seu desenvolvimento foi realizado integralmente em plataforma Windows Excel para ser acessível e possibilitar a compreensão e participação de toda a sociedade na tomada de decisão (SSRH, 2017 *apud* VON SPERLING, 2014).

O QUAL-UFMG possibilita a modelagem dos seguintes parâmetros ao longo do rio:

- Demanda bioquímica de oxigênio;
- Oxigênio dissolvido;
- Nitrogênio total e suas frações (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato);
- Fósforo total e suas frações (orgânico e inorgânico); e
- Coliformes termotolerantes (fecais) ou E. coli.

O modelo QUAL-UFMG é utilizado em estudos com simulações de qualidade da água de cursos d'água no Brasil. Por sua facilidade de uso, pela interface simples com resultados gráficos, além de ser desenvolvido inteiramente em português, este modelo pode ser aplicado em grande parte dos estudos em que tradicionalmente se usa o QUAL2-E, ou sua versão mais recente, QUAL2-K (SSRH, 2017 *apud* VON SPERLING, 2014). Além dos fatores

supracitados, a seleção do modelo para a simulação da qualidade da água do rio Guaió levou em conta a facilidade de configuração e ajustes dos parâmetros e coeficientes proporcionada pelo QUAL-UFMG.

O modelo matemático QUAL-UFMG foi a ferramenta selecionada para a realização da modelagem da qualidade da água neste estudo. O QUAL-UFMG é uma adaptação do modelo QUAL2-E, desenvolvido pela US Environmental Protection Agency (USEPA), mundialmente utilizado para simulação de rios. Seu desenvolvimento foi realizado integralmente em plataforma Windows Excel para ser acessível e possibilitar a compreensão e participação de toda a sociedade na tomada de decisão (SSRH, 2017 *apud* VON SPERLING, 2014).

O QUAL-UFMG possibilita a modelagem dos seguintes parâmetros ao longo do rio (SSRH, 2017):

- Demanda bioquímica de oxigênio;
- Oxigênio dissolvido;
- Nitrogênio total e suas frações (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato);
- Fósforo total e suas frações (orgânico e inorgânico); e,
- Coliformes termotolerantes (fecais) ou E. coli.

O modelo QUAL-UFMG é utilizado em estudos com simulações de qualidade da água de cursos d'água no Brasil. Por sua facilidade de uso, pela interface simples com resultados gráficos, além de ser desenvolvido inteiramente em português, este modelo pode ser aplicado em grande parte dos estudos em que tradicionalmente se usa o QUAL2-E, ou sua versão mais recente, QUAL2-K (Von Sperling, 2014). Além dos fatores supracitados, a seleção do modelo para a simulação da qualidade da água do rio Guaió levou em conta a facilidade de configuração e ajustes dos parâmetros e coeficientes proporcionada pelo QUAL-UFMG. A estruturação do modelo QUAL-UFMG está disposta em quatro planilhas, a saber (SSRH, 2017):

- FórmulasCoefic - Nesta planilha estão as informações para o usuário, contendo todas as fórmulas utilizadas para os cálculos da modelagem do rio, bem como valores usuais dos coeficientes;
- DiagramaUnifilar - Nesta planilha o usuário deve detalhar o diagrama unifilar do rio, objetivando facilitar a compreensão do sistema a ser modelado, a entrada de dados e a interpretação dos resultados;

- RioPrincipal - Nesta planilha consta a modelagem do rio principal, onde todos os cálculos são efetuados e os resultados apresentados em forma de valores e gráficos; e
- Tributário1 - Esta é uma planilha opcional, que corresponde à simulação de alguns tributários que porventura exista no sistema hidrográfico a ser modelado. Caso haja mais tributários a serem simulados, basta replicar esta planilha.

Nas células amarelas, o usuário deverá inserir os dados de entrada do rio que será modelado. As células cinza contêm valores usuais de coeficientes do modelo, os quais devem ser verificados e se necessário alterados. Ao modelar o rio é necessário determinar o recorte de espacial linear de modelagem – incremento de distância. Quanto menor o valor dessa variável, mais preciso será o modelo. O valor padronizado de incremento de distância é 0,1 km (100 m) (SSRH, 2017).

Os resultados das simulações no rio principal e eventuais tributários são apresentados da seguinte forma (SSRH, 2017):

- Valores calculados dos constituintes simulados ao longo do percurso do rio;
- Porcentagem do comprimento do rio que está em atendimento ao padrão de legislação, para cada parâmetro simulado; e
- Gráficos dos perfis de concentração dos constituintes simulados ao longo do rio.

Trabalhou-se com dados primários da Sabesp para identificar, de forma geoespacializada, quais as ligações eram efetivamente operantes (ligações ativas de esgoto) e quais estavam desativadas, para que se pudesse ter uma dimensão real da problemática proveniente da exportação de esgotos.