



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Campus de Sorocaba

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em
Ciências Ambientais

RICARDO PAULA SANTOS NACCARATI

**DIAGNÓSTICO HIDROAMBIENTAL PARA INCREMENTO DA QUALIDADE
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM – SP**

Sorocaba
2015

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

*ciências
ambientais*



RICARDO PAULA SANTOS NACCARATI

**DIAGNÓSTICO HIDROAMBIENTAL PARA INCREMENTO DA QUALIDADE
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM – SP**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio Tonello

Sorocaba
2015

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências
ambientais



unesp
Sorocaba

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Unesp
Câmpus Experimental de Sorocaba

Naccarati, Ricardo de Paula Santos.

Diagnóstico hidroambiental para incremento da qualidade ambiental no município de Votorantim, SP / Ricardo de Paula Santos Naccarati, 2015.

93 f.: il.

Orientador: Paulo Sergio Tonello.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Câmpus Experimental de Sorocaba, Sorocaba, 2015.

1. Votorantim (SP). 2. Parques. 3. Proteção ambiental. 4. Impacto ambiental - Avaliação. 5. Nascentes. I. Universidade Estadual Paulista. Câmpus Experimental de Sorocaba. II. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Diagnóstico Hidroambiental para Incremento da Qualidade Ambiental no Município de Votorantim - SP

AUTOR: RICARDO DE PAULA SANTOS NACCARATI

ORIENTADOR: Prof. Dr. PAULO SERGIO TONELLO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais ,
Área: DIAGNÓSTICO, TRATAMENTO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL, pela Comissão Examinadora:



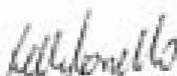
Prof. Dr. PAULO SERGIO TONELLO

Coordenação de curso, Engenharia ambiental Unesp Sorocaba.



Prof. Dr. MANUEL ENRIQUE GAMERO GUANDIQUE

Coordenação de curso, Engenharia ambiental Unesp Sorocaba



Profa. Dra. KELLY CRISTINA TONELLO

Departamento de Engenharia Florestal / Universidade Federal de São Carlos

Data da realização: 27 de julho de 2015.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP *campus* Sorocaba) pela oportunidade a mim concedida para a realização desta dissertação, além da disponibilização da infraestrutura dos laboratórios de química ambiental e de água e solo para o desenvolvimento de parte do projeto.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Sergio Tonello, pela receptividade em acolher a proposta deste estudo e por todo o acompanhamento e instruções necessárias ao seu desenvolvimento e conclusão.

Ao Prof. Dr. Manuel Enrique Gamero Guandique, integrante da banca do exame de qualificação e de defesa desta dissertação, que auxiliou para o embasamento metodológico deste estudo.

À Prof.^a Dra. Kelly Cristina Tonello, integrante da banca do exame de qualificação e de defesa desta dissertação, que auxiliou para o embasamento metodológico deste estudo.

À Mariana Favero e à Cláudia Hitomi Watanabe, estudantes da UNESP Sorocaba, que auxiliaram nas etapas experimentais de coleta e análise dos parâmetros de metais pesados das águas e sedimentos.

Ao Rafael Arosa Prol Otero, estudante da UNESP Sorocaba, que auxiliou para a elaboração dos mapas deste estudo.

À Concessionária Águas de Votorantim e seus funcionários, que auxiliaram os procedimentos de coleta e análise dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das águas, disponibilizando sua infraestrutura laboratorial.

À Eva de Sousa Rodrigues, funcionária da UNESP Sorocaba, por todo o apoio administrativo oferecido.

À Prefeitura Municipal de Votorantim, especialmente ao Prefeito, Sr. Erinaldo Alves da Silva, e ao Secretário de Meio Ambiente, Sr. Carlos Alberto Leite, pela oportunidade e liberdade para

o desenvolvimento deste estudo, e pelos expressivos e imprescindíveis serviços de melhoria pública para a efetiva criação dos Parques Naturais Municipais de Votorantim.

Ao Secretário Municipal de Planejamento e Desenvolvimento, Sr. Antonio Carlos Ribeiro Abibe, pela oportunidade para o desenvolvimento deste estudo, e pela disponibilização de parte das informações municipais utilizadas.

À minha mãe, Maria de Fátima Paula Santos, pelo grande incentivo, constante carinho e atenção a mim oferecidos.

À minha namorada, Marina França de Paula Santos, pela paciência e real entendimento dos objetivos deste estudo. E pelo grande incentivo, constante carinho e atenção a mim oferecidos.

E a todas as outras pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta proposta.

RESUMO

A diminuição dos ecossistemas promove o isolamento populacional de espécies da fauna e flora, impedindo-as de continuarem suas justas perpetuações existenciais, rumo às inerentes evoluções de que cada espécie tem o direito de traçar. Diante disso, são necessárias extensas parcelas de habitats a fim de manter e garantir a permanência da extraordinária biodiversidade do Estado de São Paulo. Com a intenção de contribuir para o incremento ambiental no Município de Votorantim, SP, este estudo realizou diagnósticos hidroambientais em áreas estratégicas e com potenciais atributos à criação de Parques Naturais Municipais. Para isso, as duas principais áreas selecionadas foram física e espacialmente delimitadas utilizando-se técnicas de geoprocessamento, quando foram catalogadas as nascentes e corpos d'água existentes e realizadas coletas de amostras de água e sedimentos destinadas às análises laboratoriais para determinação de suas características físico-químicas, bacteriológicas e de metais pesados para seus respectivos enquadramentos perante os valores estabelecidos pela legislação pertinente. Os diagnósticos hidroambientais das áreas selecionadas possibilitaram a avaliação da existência de impactos positivos e negativos sobre o meio ambiente. A partir daí foram propostas ações planejadas de conservação e recuperação ambiental para a devida criação de Parques Naturais Municipais. Além dos diagnósticos hidroambientais para a criação de áreas legalmente protegidas em Votorantim, o intuito deste estudo suplementa-se por meio do auxílio à perpetuação das espécies nativas da região, ao favorecer o estabelecimento de amplos corredores ecológicos entre remanescentes florestais saudáveis e assim contribuir para a garantia no provimento dos serviços ambientais essenciais à qualidade de vida de todos.

Palavras-chave: Diagnóstico ambiental. Nascentes. Parques Naturais Municipais. Conservação ambiental.

ABSTRACT

The decline of ecosystems promotes the populational isolation of fauna and flora species, preventing them to continuing their fair existential perpetuations, towards their inherent evolutions that each species has the right to follow. Therefore, becomes needed large habitat parcels in order to maintain and ensure the permanence of the extraordinary biodiversity of São Paulo State. In order to contribute to the environmental development in the city of Votorantim, SP, this study conducted hydro-environmental diagnosis in strategic areas of the municipality potential to creation of Natural Public Parks. For this, the two main areas selected were physically and spatially delimited using geoprocessing techniques, when were cataloged the springs and streams, and made collections of water and sediment samples for laboratory tests to determine their physical, chemical, bacteriological and heavy metals characteristics to their respective frameworks before the values set by the relevant legislation. The hydro-environmental diagnosis of the selected areas allowed the observation of the existence of positive and negative impacts on the environment. From there have been proposed planned actions to environmental conservation and recovery aiming due creations of Natural Public Parks. Besides the hydro-environmental diagnosis for legally creation protected areas in Votorantim, the purpose of this study supplements by means of the aid to the native species perpetuation in the region, by favoring the establishment of large wildlife corridors between healthy forest remnants and thereby to contribute to the guarantee the provision of environmental services essential to the life quality of all.

Keywords: Environmental diagnosis. Springs. Natural Public Parks. Environmental conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das regiões metropolitanas do Estado de São Paulo.....	23
Figura 2 - Relevo do município de Votorantim.....	26
Figura 3 - Sub-bacias hidrográficas do município de Votorantim.	28
Figura 4 - Mapa municipal com as áreas públicas municipais potenciais à criação de Parques Naturais Municipais em Votorantim e a proximidade com o limite da Unidade de Conservação (UC) Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga.	30
Figura 5 - Mapa regional de conectividade ambiental entre as Unidades de Conservação (UC) Floresta Nacional (FLONA) de Ipanema; Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga e o atual Parque das Aves e o futuro Parque dos Quatis no município de Votorantim.....	35
Figura 6 - Mapa de conectividade local entre as áreas potenciais à criação de Parques Naturais Municipais na região Oeste de Votorantim.....	47
Figura 7 - Mapa do atual Parque Natural Municipal das Aves, localizado no bairro Parque Jataí II.	49
Figura 8 - Mapa do futuro Parque Natural Municipal dos Quatis no bairro Jardim Europa.	52
Figura 9 - Concentração de metais: Parque Natural Municipal das Aves. Período seco (agosto de 2013) e chuvoso (fevereiro de 2014).	59
Figura 10 - Concentração de metais: Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis. Período seco (agosto de 2013) e chuvoso (fevereiro de 2014).....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diagnóstico das nascentes catalogadas no Parque Natural Municipal das Aves e no futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (períodos seco e úmido)	54
Tabela 2 - Análises físico-químicas e bacteriológicas. Parque Natural Municipal das Aves (período seco: 21 de agosto de 2013)	56
Tabela 3 - Análises físico-químicas e bacteriológicas. Parque Natural Municipal das Aves (período chuvoso: 25 de fevereiro de 2014)	57
Tabela 4 - Análises físico-químicas e bacteriológicas. Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (período seco: 21 de agosto de 2013)	60
Tabela 5 - Análises físico-químicas e bacteriológicas. Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (período chuvoso: 25 de fevereiro de 2014)	61
Tabela 6 - Determinação de metais em sedimentos: Parque Natural Municipal das Aves (período seco: 21 de agosto de 2013 e período úmido: 25 de fevereiro de 2014)	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al	= Alumínio
APA	= Área de Proteção Ambiental
APP	= Área de Preservação Permanente
AS	= Alto Sorocaba
As	= Arsênio
BH SMT	= Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê
BS	= Baixo Sorocaba
CAR	= Cadastramento Ambiental Rural
Cd	= Cádmio
CETESB	= Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Cfa	= Clima Subtropical Quente
CIAGRO	= Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
Co	= Cobalto
COMDEMA	= Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente
CONAMA	= Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cr	= Cromo
Cu	= Cobre
DBO	= Demanda Bioquímica de Oxigênio
DP	= Desvio Padrão
DQO	= Demanda Química de Oxigênio
EMEIEF	= Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental
Fe	= Ferro
FES	= Floresta Estacional Semidecidual
FLONA	= Floresta Nacional
GPS	= Global Positioning System
GSD	= <i>Ground Sample Distance</i>
ha	= hectares
HCL	= Ácido clorídrico
HNO ₃	= Ácido nítrico
IGC	= Instituto Geográfico Cartográfico
IPT	= Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LD	= Limites de Detecção

LQ	= Limite de Quantificação
Mn	= Manganês
MS	= Médio Sorocaba
MTI	= Médio Tietê Inferior
MTM	= Médio Tietê Médio
MTS	= Médio Tietê Superior
Ni	= Níquel
NTU	= Unidade Nefelométrica de Turbidez
OD	= Oxigênio Dissolvido
O ₂	= Oxigênio
P	= Fósforo
Pb	= Chumbo
pH	= potencial hidrogeniônico
PIB	= Produto Interno Bruto
PMVA	= Programa Estadual Município VerdeAzul
PRA	= Programa de Regularização Ambiental
P-A	= Presença-Ausência
RCC	= Resíduos da Construção Civil
RL	= Reserva Legal
RMC	= Região Metropolitana de Campinas
RMS	= Região Metropolitana de Sorocaba
SAAE	= Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SEDESP	= Secretaria de Desporto
SEMA	= Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SMA	= Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SNUC	= Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SOURB	= Secretaria de Obras e Urbanismo
UC	= Unidade de Conservação
UGP	= Unidade de Gerenciamento de Projetos
UGRHI	= Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
UNESP	= Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
UTM	= Universal Transversa de Mercator
Zn	= Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Interferências exógenas das variáveis físico-químicas no ambiente aquático	18
2.2 Macro contextualização normativa e territorial	20
2.3 Caracterização do município de Votorantim	25
2.4 Seleção das áreas de estudo	30
2.5 Conectividade regional das áreas de estudo	33
3 OBJETIVOS	36
3.1 Objetivo geral	36
3.2 Objetivos específicos	37
4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 Caracterização dos corpos d'água e análise hidroambiental	38
4.2 Determinação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras de água	40
4.3 Determinação de metais totais em amostras de água	42
4.4 Conectividade das áreas de estudo	43
4.5 Impactos do entorno	44
4.6 Necessidades de intervenção	44
5 RESULTADOS	46
5.1 Caracterização das áreas de estudo	46
5.1.1. Atual Parque Natural Municipal das Aves: Bairro Jataí II	46
5.1.2 Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis: Bairro Jardim Europa	52
5.2 Campanha de amostragem e análises das águas	55
5.2.1 Parque Natural Municipal das Aves	55
5.2.1.1 Parâmetros metais pesados das nascentes e do córrego pertencentes ao Parque Natural Municipal das Aves	57
5.2.2 Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis	60
5.2.2.1 Parâmetros metais pesados das nascentes e do córrego pertencentes ao futuro Parque Natural Municipal dos Quatis	62
5.3 Determinação de metais dos sedimentos analisados em torno da 1ª nascente do Parque Natural Municipal das Aves	64

6 DISCUSSÃO	65
7 COMENTÁRIOS FINAIS	69
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
APÊNDICE A - Limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) obtidos para os elementos metálicos quantificados nos pontos de coleta no período seco (2013) e chuvoso (2014).....	79
APÊNDICE B - Tabela de metais totais: Parque Natural Municipal das Aves (período seco: 21 de agosto de 2013).....	80
APÊNDICE C - Tabela de metais totais: Parque Natural Municipal das Aves (período úmido: 25 de fevereiro de 2014).....	81
APÊNDICE D - Tabela de metais totais: futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (período seco: 21 de agosto de 2013).....	82
APÊNDICE E - Tabela de metais totais: futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (período úmido: 25 de fevereiro de 2014)	83
APÊNDICE F - Ações concretas resultantes dos objetivos deste estudo	84
APÊNDICE G – Registros fotográficos das ações concretas resultantes dos objetivos deste estudo.....	87

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas que degradam os ecossistemas levam frequentemente à fragmentação de habitats e promovem o isolamento populacional de espécies da fauna e da flora. A devastação dos biomas é considerada como a maior responsável pela extinção da biodiversidade, ao afetar diretamente 90% das espécies ameaçadas (LARSEN, 2004). Torna-se então absolutamente necessária a conexão florestal entre as esparsas áreas preservadas.

As fragmentações dos ecossistemas originam as chamadas “ilhas ecológicas” que, por estarem isoladas geograficamente, não possuem a capacidade de sustentar grandes populações de espécies, o que as tornam mais vulneráveis às extinções regionais. Esses mosaicos isolados entre si na paisagem acabam por representar uma verdadeira barreira física para a dispersão de muitos animais e vegetais. Isto porque algumas espécies da fauna nativa não se arriscam a cruzar áreas descampadas pelos desmatamentos. E no caso das plantas, por não possuírem meios próprios para realizar esta vital tarefa. Em virtude disso, ocorre a chamada endogamia, ou seja, o cruzamento entre indivíduos da mesma família, fato que, em poucas gerações, promove a baixa variabilidade genética, a manifestação de genes recessivos prejudiciais e o aparecimento de genes deletérios nos indivíduos. A endogamia pode, inclusive, levá-los à extinção regional, ou no caso de espécies já seriamente ameaçadas, pode levá-los à extinção definitiva (TABARELLI *et al.*, 1998).

As formações vegetais ao longo e no entorno dos corpos d’água, as chamadas matas ciliares, de maneira geral, estabelecem boas características de fertilidade e umidade aos solos locais, atraindo historicamente a ocupação humana e o estabelecimento de diversas atividades comerciais e de subsistência. Ademais, as matas ciliares geralmente localizam-se em fundos de vale, onde a presença de processos erosivos e de sedimentação do solo as tornam sistemas inerentemente frágeis aos impactos antrópicos. Além de outros fatores ambientalmente impactantes, essas formações vegetais demandam diversas ações de conservação e recuperação ambiental (VAN den BERG, 1995; BOTELHO; DAVIDE, 2002; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994a).

As matas ciliares funcionam como corredores naturais de trânsito da biodiversidade ao propiciar os fluxos gênicos entre diferentes populações dos remanescentes florestais, aspecto fundamental para a manutenção e perpetuação das comunidades de seres vivos. Além disso, proporcionam proteção aos corpos hídricos e, conseqüentemente, auxiliam na continuidade dos

serviços ambientais pertinentes, tais como o provimento de água limpa, de ar puro e de solo fértil (LIMA; ZAKIA, 2001).

Stefanello *et al.* (2009), argumentam que, em matas ciliares, o estabelecimento permanente ou temporário da fauna favorecida por meio da disponibilidade de água, de alimento, de proteção contra o fogo e de áreas de abrigo e nidificação dos contínuos refúgios florestais, propiciam a própria manutenção das espécies e comunidades faunísticas. Além disso, contribuem enormemente para a dispersão dos propágulos vegetais, o que vem beneficiar a expansão dinâmica e evolutiva dos ecossistemas por meio dos fluxos gênicos interespecíficos.

A presença da cobertura vegetal funciona como barreira física entre o impacto das gotas de chuva e a superfície do solo, reduzindo a dissociação dos agregados particulados superficiais, a sua concentração e a velocidade de seu carreamento nas enxurradas rumo aos fundos de vale (SILVA *et al.*, 2005).

Por meio de seus sistemas radiculares, as matas ciliares são sistemas que funcionam como reguladores filtrantes e retentores do escoamento da água da chuva, de sedimentos, de nutrientes, de poluentes e outras substâncias dissolvidas e carreadas entre os sistemas de drenagem de uma bacia hidrográfica e o canal principal de escoamento do rio, protegendo o recurso de maior importância à existência dos ecossistemas naturais e das sociedades humanas, o recurso hídrico (LIMA; ZAKIA, 2001).

O conceito de bacia hidrográfica compreende um sistema hídrico aberto com suas variáveis interdependentes e cíclicas que atuam na área territorial delimitada por divisores de água. A bacia é drenada por um rio principal e seus afluentes convergentes, formados pelo escoamento superficial pluvial ou por águas subterrâneas afloradas do lençol freático por meio das nascentes, que resultam num equilíbrio dinâmico do sistema hídrico (LIMA; ZAKIA, 2001; BARRELLA *et al.*, 2001).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA nº 357/05) dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e estabelece as diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Com isso, podem-se classificar as águas produzidas pelas nascentes como de classe I, em função de que após tratamento simplificado, possibilitam o abastecimento para consumo humano, recreação e proteção às comunidades aquáticas.

O equilíbrio ecossistêmico depende enormemente da proteção das matas ciliares, que contribuem para regular as características físico-químicas das águas carreadas até os rios e córregos, mantendo-as em condições adequadas para a reprodução e sobrevivência da fauna, bem como para a utilização humana. Além disso, a vegetação ciliar contribui para o aumento da capacidade de armazenamento de água na microbacia, fato este que favorece a continuidade

e o aumento da vazão das águas subterrâneas, inclusive nas estações secas do ano (LIMA; ZAKIA, 2001; BARRELLA *et al.*, 2001).

O conceito de microbacia abrange critérios territoriais, hidrológicos e ecológicos existentes numa área formada por interflúvios de menor dimensão da unidade territorial. Portanto, são áreas reduzidas e frágeis, onde as intempéries climáticas, bem como os impactos antrópicos são bastante contundentes e sensivelmente detectados do ponto de vista ecológico da interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, elementos essenciais ao auxílio do monitoramento ambiental das perturbações provocadas à microbacia (JENKINS *et al.*, 1994; LIMA; ZAKIA, 2001; MOSCA, 2003).

Com isso, potencializam-se o planejamento estratégico e o fomento imperativo de ações sustentáveis e integradas entre a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento das atividades humanas (RYFF, 1995).

O manejo e o monitoramento de áreas protegidas, aliados às ações de restauração ambiental, embasam o intuito deste estudo, pois possibilitam o reconhecimento legal para o estabelecimento de corredores ecológicos entre importantes remanescentes florestais, para assim, favorecer a continuidade da biodiversidade regional e dos diversos serviços ambientais envolvidos.

A sequência do estudo contempla conceitos e contextos que servem como base para analisar a problemática ambiental dissertada.

A revisão de literatura elenca as principais interferências das variáveis físico-químicas que podem causar desequilíbrios ecológicos nos ecossistemas associados da região Sudoeste do Estado de São Paulo onde se concentra este estudo.

Para isso, se faz necessária a contextualização normativa das diferentes divisões gestoras e geopolíticas desenvolvidas para o melhor planejamento territorial em longo prazo, quando a intenção prevaiente desta análise focou as estratégias de conservação e recuperação dos ecossistemas interdependentes.

Em vista da aplicabilidade pontual dos instrumentos de gestão ambiental, o município de Votorantim evidencia-se com elevado potencial de protagonismo e de responsabilidade para a conservação da biodiversidade regional, em função de suas características hidrológicas, ecológicas e geográficas estratégicas de conectividade entre importantes Unidades de Conservação (UC) reconhecidas por lei, bem como entre outros remanescentes florestais.

As adequadas proposições de intervenções para a conservação ou recuperação ambiental advêm principalmente por meio do real diagnóstico abrangente das configurações locais junto às potencialidades positivas e negativas do ambiente, a fim de favorecer a permanência dos

serviços ecossistêmicos indispensáveis a todos os seres vivos.

As duas áreas com os maiores potenciais para a criação de Parques Naturais Municipais selecionadas por este estudo, fundamentaram-se por meio de critérios de disponibilidade de água, refúgios da fauna nativa e de conectividade local e regional para a formação de corredores ecológicos. Objetivou-se então, o diagnóstico hidroambiental das áreas, o georreferenciamento e a catalogação das nascentes e corpos d'água existentes, quando também foram realizadas coletas de água e de sedimentos para as análises laboratoriais de seus parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e de concentração de metais potencialmente tóxicos detectados durante a estação de estiagem (agosto de 2013) e durante a estação úmida (fevereiro de 2014).

Os resultados dos objetivos deste estudo possibilitaram a otimizada identificação dos planos de atuação específicos dos serviços públicos municipais implementados nas áreas. As ações de recuperação física e ambiental foram articuladas junto à comunidade e diversas parcerias institucionais, a fim de mitigar os impactos negativos, incrementar as dinâmicas de preservação ambiental, ao mesmo tempo em que estimula e dissemina uma renovada percepção socioambiental da população para o cuidado permanente da qualidade de vida na cidade e região.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta inicialmente as relações hidrológicas perante as interferências ocasionadas pela entrada de fontes exógenas das variáveis físico-químicas na microbacia hidrográfica.

O conhecimento dos potenciais desequilíbrios e impactos negativos causados pelos poluentes sobre os corpos d'água, intensificados por meio das ações antrópicas, possibilitou a elaboração de regulamentos distintos de controle ambiental descritos nos capítulos desta revisão.

Para o planejamento mais aproximado, foram contextualizadas e caracterizadas as parcelas geográficas regionais e locais instituídas para o manejo territorial, a fim de amenizar os prejuízos socioambientais e econômicos componentes do desenvolvimento sustentável.

2.1 Interferências exógenas das variáveis físico-químicas no ambiente aquático

A qualidade e quantidade da água de uma microbacia podem sofrer influência de diversos fatores de ordem física, química ou climática, tais como a geologia, a pedologia, a topografia, o clima, a cobertura vegetal, os poluentes, entre outros. Há ainda a enorme influência das atividades antrópicas que afetam diretamente o ciclo hidrológico envolvido (LIMA, 1986; ARCOVA *et al.*, 1998; TONELLO, 2005).

Por meio da distribuição amostral no espaço e tempo das variáveis físicas e químicas ponderáveis no sistema hídrico, as interações entre os parâmetros aferidos é que determinarão o estado qualitativo das amostras de água. Desse modo, objetiva-se traçar ações estratégicas, embasadas e relevantes para a manutenção dos recursos naturais (HARMANCIOGLU *et al.*, 1998; PETERS; WARD, 2003).

De acordo com Oliveira-Filho *et al.* (1994b) e Sugimoto *et al.* (1997), a destruição da vegetação ciliar favorece a erosão das margens dos corpos d'água. Este fator promove o assoreamento do corpo hídrico, o desequilíbrio no nível das cheias pela deposição de sedimentos em seu leito, o aumento da turbidez e da temperatura das águas, impactando direta e indiretamente a biodiversidade existente na região, inclusive o homem.

Entre diversas variáveis físicas, a temperatura das águas demanda atenção, principalmente ocasionada pela perda de vegetação ciliar, incluindo seus efeitos de borda junto

ao sistema hídrico. A temperatura das águas representa um fator importante para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, uma vez que a tolerância dos organismos aquáticos em relação à temperatura foi estabelecida ao longo de milhares de anos por meio do regime climático natural juntamente com a presença de mata ciliar. Matheus *et al.* (1995) indicam que a maior parte das espécies animais e vegetais têm exigências definidas quanto às temperaturas máximas e mínimas toleradas. Portanto, mudanças consideravelmente rápidas na temperatura das águas influenciam o metabolismo de comunidades aquáticas, afetam a solubilidade dos gases dissolvidos e acarretam ainda perda da produtividade primária do ecossistema e diminuição na decomposição da matéria orgânica.

Por sua vez, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1995) e Palma-Silva (1999), apontam que o aumento da temperatura dos corpos d'água pode intensificar sua eutrofização, pois acelera a produção de fitoplâncton, que aumentam a absorção de nutrientes dissolvidos em seu meio e assim colaboram para o aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na água. Este fator diminui sua oxigenação e aumenta a solubilidade de vários compostos químicos potencialmente carregados, agravando a nocividade dos poluentes sobre a biota aquática e às demais espécies que se inter-relacionam.

Queiroz (2003) aponta ainda que a temperatura da água atua sobre a densidade hídrica que acaba por interferir nos movimentos das massas de água e na circulação de nutrientes.

Latuf (2004) afirma que a DBO é inversamente proporcional ao oxigênio dissolvido (OD), ou seja, quanto menos oxigênio estiver presente no meio para estabilização da matéria orgânica, maiores serão as taxas de DBO. Concentrações elevadas de oxigênio dissolvido indicam água limpa e de boa qualidade para os diversos usos, que são descritos pela Resolução CONAMA 357/05.

O parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos está diretamente relacionado à condutividade e à turbidez. Assim, maiores valores de sólidos totais dissolvidos poderão indicar o grau de degradação das margens do corpo d'água, indicando o carreamento de sedimentos para o leito do canal e conseqüentemente o seu transbordamento.

A turbidez pode também estar vinculada à presença de fósforo (P) no sistema hídrico. Este elemento é um importante indicador de degradação, principalmente por estar relacionado aos processos de eutrofização dos corpos d'água e representar um dos principais impactos à sua qualidade (PARRY, 1998).

Segundo Mota (2008), o potencial hidrogeniônico (pH), representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- , onde o pH inferior a escala 7 é ácido, o pH igual a 7 é neutro e maior do que 7 é alcalino. Geralmente, o pH ácido interfere no desenvolvimento larval de diversas

espécies aquáticas, podendo comprometer a sobrevivência de certas espécies em determinados trechos dos corpos d'água.

Dependendo da quantidade e da concentração, toda substância é considerada tóxica. Contudo, especialmente os metais pesados em altas concentrações são motivo de grande preocupação ambiental, pois perseveram seus efeitos biocumulativos por longo tempo na natureza e nas cadeias tróficas (COTTA *et al.*, 2006). Metais pesados são elementos químicos (metais e alguns semimetais) que possuem densidade superior a 5 g cm^{-3} . São geralmente tóxicos aos organismos vivos, razão pela qual são considerados perigosos (COTTA *et al.*, 2006).

2.2 Macro contextualização normativa e territorial

No Estado de São Paulo 83% dos municípios são considerados com média a alta criticidade a processos erosivos (SÃO PAULO, 2006). Esta atribuição se deve à predominância de argissolos com características de alta erodibilidade e com o agravamento em razão das precárias condições históricas de uso e conservação do solo (OLIVEIRA *et al.*, 1999; MADEIRA, 2001).

Para os ecossistemas remanescentes do Estado, as ações imediatas a serem tomadas para a recuperação das áreas degradadas ou suscetíveis aos processos de degradação, devem contemplar a implantação de corredores de biodiversidade com vegetação nativa regional; criação de parques, áreas verdes e Unidades de Conservação; enriquecimento de fragmentos florestais em regeneração ou em declínio; recuperação e conservação das margens dos cursos d'água e no entorno das nascentes (CBH-SMT, 2012).

Diante de sua fundamental importância, as matas ciliares mereceram um espaço territorial protegido de 30 a 500 m ao redor dos corpos d'água e nascentes delimitados pela Constituição Federal de 1965, quando foram objeto de inserção no Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771/65). E mais recentemente foram limitadas no Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/12), o qual manteve a obrigatoriedade da preservação da vegetação ciliar apontada como prioritária para a manutenção da biodiversidade, contudo numa faixa reduzida, que em função da extensão da área pode variar de 05 a 100 m (BRASIL, 2012).

Por sua vez, as Resoluções CONAMA 302 e 303/02 fixaram os parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente (APP). E a Resolução CONAMA 369/06 estabeleceu os casos excepcionais onde se permite realizar intervenções com a supressão desta

faixa de preservação legal mediante necessidade de utilidade pública.

Nos mesmos padrões da Lei Federal nº 12.651/12, o Governo do Estado de São Paulo instituiu a Lei nº 15.684/15 do Código Florestal Paulista, dispondo também sobre o Programa de Regularização Ambiental (PRA) das propriedades e imóveis rurais, vinculado ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) obrigatório.

Por meio da Lei nº 7.663/91, o Estado de São Paulo foi dividido em 22 Bacias Hidrográficas. O município de Votorantim está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê (BH-SMT). Para a Bacia Hidrográfica-SMT, a Lei nº 9.034/94, que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos, estabeleceu a nomenclatura de Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos Tietê-Sorocaba ou UGRHI 10 (IPT, 2006).

A BH-SMT possui 11.827,824 km² de área (IPT, 2008). Envolve uma população de mais de dois milhões de habitantes (IBGE, 2014a), distribuídos em 53 municípios. Desses, 34 contam com suas sedes inseridas na área da bacia (IPT, 2006).

Os remanescentes florestais nativos da BH-SMT somam 161.845,52 hectares (ha). Representam, portanto, 13,68% da área total da bacia (IPT, 2008).

Em sua região superior, esta bacia possui forte vocação industrial, além de possuir destaque em atividades metalúrgicas, construção civil, indústria de alimentos, mecânica e química. É uma região com elevada dinâmica econômica e populacional, denominada Macrometrópole Paulista, a maior concentração urbana do país, conurbando as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas, Sorocaba, Piracicaba e Baixada Santista (CBH-SMT, 2012).

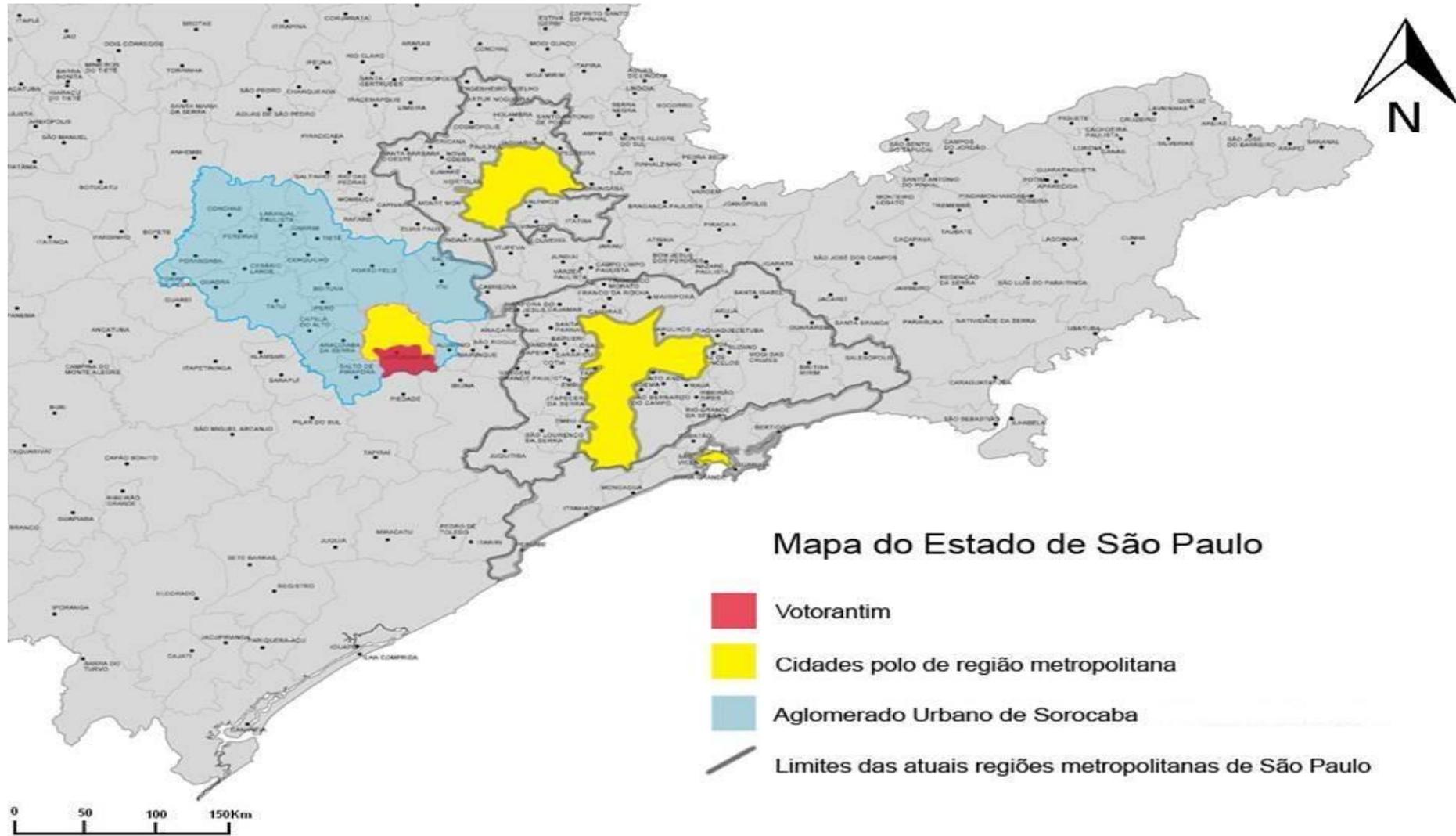
Com vistas à melhoria no gerenciamento da Bacia Hidrográfica-SMT, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Unidade de Gerenciamento de Projetos (UGP), a subdividiram em seis sub-bacias. Três delas que compõem a bacia do Rio Sorocaba, denominadas Alto Sorocaba (AS), Médio Sorocaba (MS) e Baixo Sorocaba (BS). As outras três, que drenam para o Rio Tietê, compõem a Médio Tietê Superior (MTS), a Médio Tietê Médio (MTM) e a Médio Tietê Inferior (MTI) (IPT, 2006).

Votorantim, juntamente com outros dez municípios, encontra-se inserido na sub-bacia 4-Médio Sorocaba, e está localizado a montante dos pontos de captação de água para abastecimento público, daí também a grande importância dada à conservação de suas águas. Esta sub-bacia concentra cerca de 1,12 milhão de habitantes (IBGE, 2014a), abrange uma área de 1.212,364 km² e possui um percentual de vegetação natural nas APP na ordem de 13,9%, o que representa um déficit de 86,1% para a adequação da proteção legal dessas áreas (IPT, 2008; CBH-SMT, 2012).

Em prosseguimento a isso, por meio da Lei Complementar Estadual nº 1.241/14, o governo do Estado de São Paulo instituiu a Região Metropolitana de Sorocaba (RMS). Trata-se de uma das regiões que mais crescem no Estado (SÃO PAULO, 2014a). Este novo agrupamento regional engloba 26 municípios, dentre eles o município de Votorantim. A RMS soma 9.382,631 km², envolve cerca de 1,8 milhão de habitantes, e constitui-se na 15ª região metropolitana mais populosa do Brasil. Mantém ainda divisas territoriais com a Região Metropolitana de Campinas (RMC), tal como ilustra a Figura 1. Com isso, a RMS reúne R\$ 46,7 bilhões de Produto Interno Bruto (PIB), o equivalente a 3,46 % do PIB gerado no Estado. Atinge assim a colocação de 11ª posição da economia paulista (SEADE, 2014).

A RMS conta com cinco Unidades de Conservação, cobrindo 19% do seu território, num total de 1.572 km², além de outras áreas públicas e particulares protegidas (ROSA, 2014).

Figura 1 - Mapa das regiões metropolitanas do Estado de São Paulo.



Fonte: VOTORANTIM, 2013b.

Especificamente o município de Votorantim, com um território de 183,517 km² e uma população de 116.706 habitantes (IBGE, 2014b), apresenta uma cobertura vegetal de aproximadamente 9 %, ou 1.679 ha de remanescentes florestais. Esta realidade coloca Votorantim em situação abaixo da média de sua bacia hidrográfica e, portanto, prioritário para projetos de restauração e conservação ambiental (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015).

O planejamento na correta gestão de uma bacia hidrográfica deve tanto incorporar, de maneira apurada, a abrangência total da paisagem, inclusive as matas ciliares, quanto priorizar o manejo sustentável nos tratos de uso do solo e das águas, referenciado por meio dos diagnósticos ambientais (MACHADO *et al.*, 2003).

Com o propósito fundamental de conquistar a gestão eficiente dos recursos hídricos, diversas ferramentas devem ser empregadas, principalmente a identificação geográfica e cartográfica das águas superficiais e subterrâneas, a mensuração qualitativa e quantitativa das águas no sistema da microbacia e o diagnóstico pontual e adjacente aos corpos d'água (ÁVILA *et al.*, 1999).

Recentemente, as políticas públicas das três esferas do poder (federal, estadual e municipal), relacionadas com a localização, mapeamento e o manejo de áreas protegidas, têm priorizado logística e estrategicamente o arranjo geográfico e territorial das matas ciliares como corredores naturais para a devida conservação e manutenção da biodiversidade. Procede essa prioridade em razão das profundas e até desconhecidas consequências que uma onda de extinções poderia causar no funcionamento dos ecossistemas e seus consequentes serviços ambientais.

A abordagem de corredores de biodiversidade ou corredores ecológicos, tal como são classificadas naturalmente as matas ciliares (TABARELLI *et al.*, 1998), representa um avanço sobre a compreensão da própria genética evolutiva das espécies, ao considerar a complexa interação e dependência entre o meio abiótico e biótico junto à manutenção dos ecossistemas preservados.

Com o intuito de orientar o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas, a Resolução nº 08/08 da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA) fixou e estabeleceu quantidades mínimas de espécies nativas regionais e suas classes sucessionais a serem utilizadas para reflorestamento, inclusive das matas ciliares. E adota, para estas áreas, procedimentos simplificados de aprovação para intervenções restauradoras, prioridade de análise e isenção de taxa pelo órgão ambiental competente.

Por sua vez, a Resolução SMA nº 32/14, estabeleceu orientações, diretrizes e critérios sobre a restauração ecológica no Estado de São Paulo, impondo dimensões mínimas das áreas e prazos mínimos para a manutenção dos projetos de restauração.

Na esfera municipal, em 1992, Votorantim instituiu a Lei nº 989, que cria a Política de Proteção, Controle, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente, com o objetivo de assegurar a melhoria de qualidade de vida dos habitantes mediante a preservação, conservação e recuperação ambiental no município.

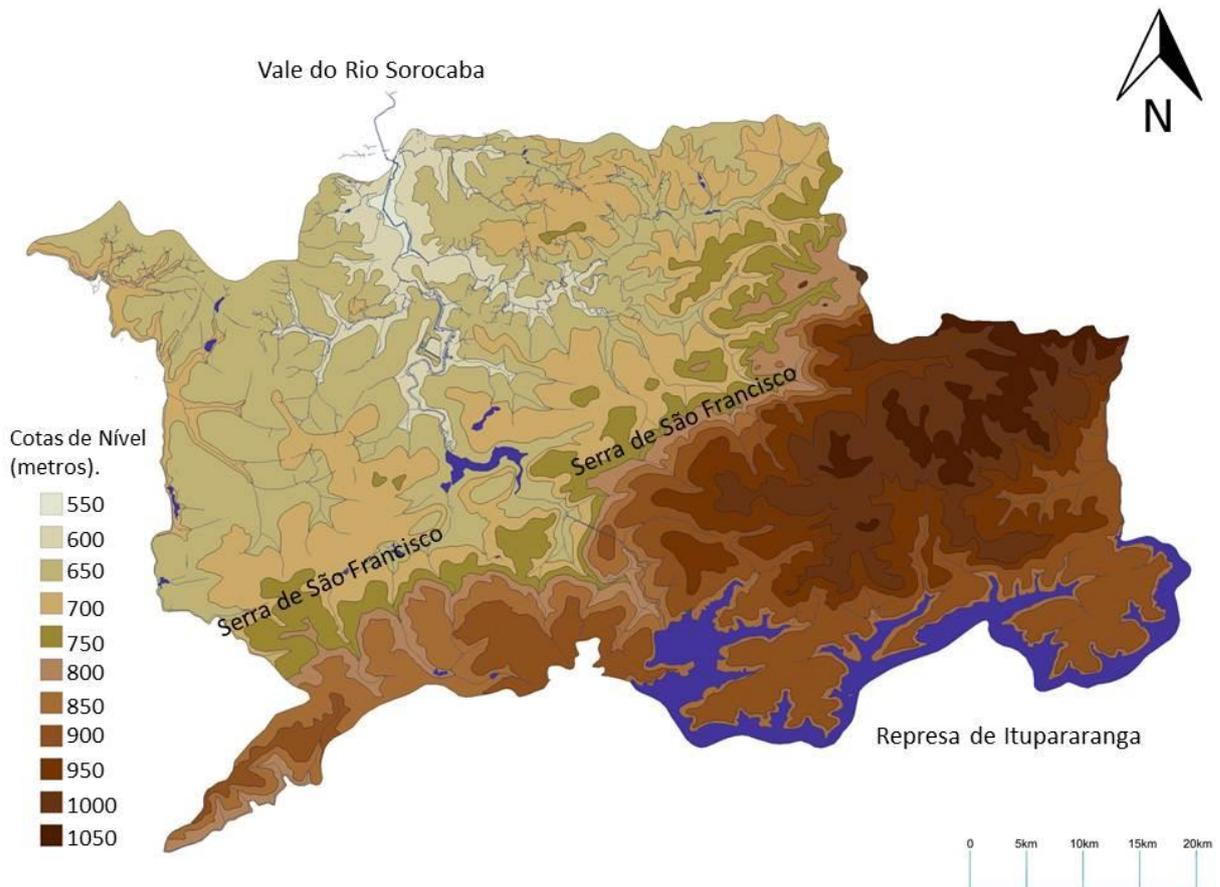
A efetivação das políticas de proteção a que a Lei nº 989/92 se refere passa, necessariamente, pela avaliação ambiental das áreas envolvidas. Neste contexto, são de suma importância estratégica, em médio e longo prazo, os estudos e diagnósticos ambientais que contribuam para embasar tomadas de decisões para a gestão e implementação de ações de conservação, recuperação e/ou mitigação ambiental no município.

Com isso, a criação legítima de áreas protegidas representa uma das mais importantes medidas para a qualidade ambiental de toda a região envolvida, bem como para o bem-estar da sociedade em geral. Pois a recuperação e a conservação de ambientes saudáveis, conexos e extensos, proporcionam imprescindíveis contribuições à boa manutenção dos essenciais recursos naturais. Assim como o envolvimento dos diversos interesses sociais possibilitam relevantes mudanças comportamentais e de valorização da percepção socioambiental na comunidade beneficiada.

2.3 Caracterização do município de Votorantim

O município de Votorantim está situado no interior do Estado de São Paulo, em sua porção Sudeste, com as coordenadas geográficas 23° 32' 49" de Latitude Sul e 47° 26' 16" de Longitude Oeste, com altitude média de 557 m e máxima de 2.050 m acima do nível do mar (Figura 2). Localiza-se entre sedimentos da Bacia Sedimentar do Paraná e compõe o grupo Itararé, com rochas depositadas em antigos ambientes periglaciais, continentais a transicionais, deltaicos. Compreende arenitos, siltitos e diamictitos de idade Permiano-Carbonífero, de cerca de 300 milhões de anos com rochas do embasamento cristalino (Neoproterozóico) (AB´SABER, 1958).

Figura 2 - Relevo do município de Votorantim.



Fonte: VOTORANTIM, 2013b.

Em termos geomorfológicos, o município situa-se na borda da Depressão Periférica Paulista. Em sua extremidade Oeste insere-se no setor correspondente à depressão do Médio Tietê, caracterizada por um relevo de colinas onduladas, de topos planos, recobertas por arenitos com Latossolos Vermelhos de textura argilosa. Apresenta vales pouco entalhados, baixa densidade de drenagem e baixo nível de fragilidade potencial (MADEIRA, 2001).

A região Centro-Leste do município faz parte do Planalto Atlântico, no setor conhecido como Planalto de Ibiúna/São Roque, caracterizado pela ocorrência de morros altos com formas de relevo fortemente ondulado e montanhoso, modelado em rochas graníticas, gnaisses e migmatitos, com predominância de Argissolos Vermelho-Amarelos com textura argilosa a médio-argilosa e Latossolos Amarelos com textura média, que apresentam níveis altos e médios de fragilidade potencial, sujeitos a intensos processos erosivos. Ocorre ainda a presença de Cambissolos, Neossolos Litólicos e Quartzarênicos em algumas porções do município (MADEIRA, 2001).

O clima da região é, segundo classificação de Köppen, do tipo “Cfa” (Clima subtropical quente), com inverno seco e verão úmido. Apresenta temperatura média anual de 21,4°C, com máxima de verão de 30,1°C e mínima de inverno com 12,2°C. O índice pluviométrico registra 1.285 mm de acúmulo médio anual (KÖPPEN, 1948).

Embora a área rural do município apresente extensas áreas florestadas, evidencia-se a forte presença da indústria da celulose com o plantio do Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*). Contudo, as propriedades silvicultoras vêm estabelecendo suas adequações perante a legislação ambiental, por meio da averbação das Reservas Legais (RL), realização do CAR e recuperação das APP, inclusive com o apoio da Prefeitura Municipal de Votorantim, por meio da Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), principalmente às margens do manancial da Represa de Itupararanga.

Contudo, é possível observar alguns remanescentes de mata secundária protegidos pelo relevo acidentado da Serra de São Francisco (VOTORANTIM, 2013a).

A atividade agrícola ocorre de forma incipiente, representada por apenas 63 propriedades rurais que ocupam no total 13.821 ha, ou 7,5 % da área municipal (VOTORANTIM, 2013b).

A formação da vegetação original da região é de Mata Atlântica, representada pela fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual (FES) com zonas de contato (ecótono) com formações de Cerrado. A região de confluência de dois habitats distintos geralmente apresenta maior riqueza na biodiversidade, pois apresenta, na mesma área, espécies comuns às duas tipologias, bem como espécies endêmicas e distintas a cada uma das formações (ODUM, 1988).

A fitofisionomia de FES, mais especificamente a formação Submontana, se associa às sazonalidades secas e úmidas do clima, adaptando-se à deficiência hídrica na estação seca, bem como à saturação hídrica do solo no período úmido. Em função desta ambientação, ocorre a estacionalidade ou repouso fisiológico das árvores, quando entre 20 % e 50 % dos gêneros arbóreos apresentam perda foliar, qualificando as espécies como caducifólias ou decíduas. Os estudos vegetacionais nesta formação indicam a dominância dos gêneros neotropicais *Tabebuia*, *Cedrela*, *Parapiptadenia*, *Cariniana*, *Aspidosperma*, entre outros (VELOSO *et al.*, 1991; IBGE, 1992; IBGE, 2012).

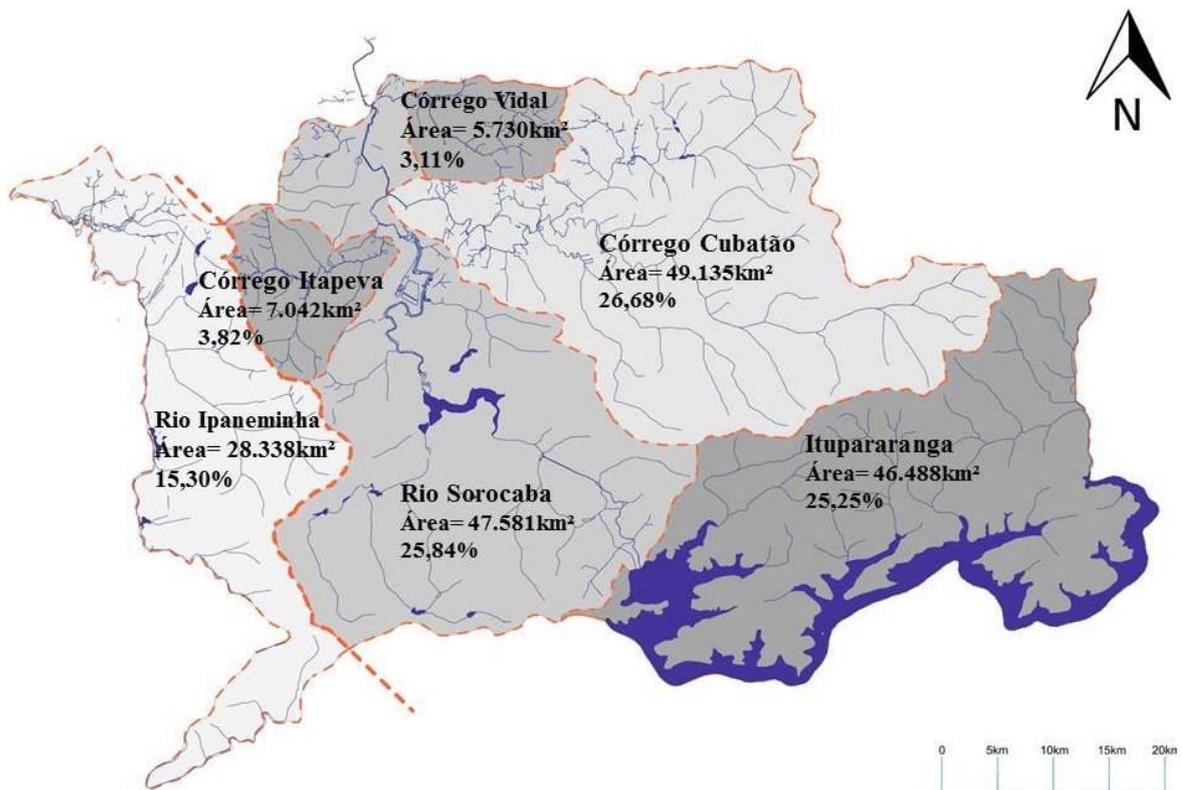
Além do contexto histórico de ocupação populacional onde ocorre a FES, a natureza fértil de grande parte do solo propício à utilização agropecuária, aliada à presença de espécies arbóreas com elevados valores comerciais, mantêm elevada pressão antrópica sobre os remanescentes deste ecossistema já biogeograficamente fragmentado (FELFILI; SILVA JÚNIOR, 2001).

Já a vegetação de Cerrado é definida como do tipo xeromorfa, preferencialmente do clima estacional (seco e úmido), mas também encontrada em clima ombrófilo (chuvoso). É semelhante, fisionomicamente, às Florestas Estacionais, porém, diferencia-se em sua composição florística. Em sua maior parte, ocupa solos em processos avançados de lixiviação e aluminizados, o que favorece o estabelecimento de sinúsias lenhosas e tortuosas, cujas alturas variam de 6 a 10 m com ramificações irregulares e órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódios (IBGE, 1992; IBGE, 2012).

O território do município é marcado por uma densa e perene malha hídrica composta por aproximadamente 175 corpos d'água distribuídos entre 06 microbacias (Figura 3).

As microbacias que se destacam por suas maiores vazões são: Bacia do Córrego Cubatão, com área de 49,135 km² abrange 26,68% da área do município. Bacia do Rio Sorocaba, com área de 47,581 km² engloba 25,84% da área do município. Bacia da Represa de Itupararanga, com área de 46,488 km² cobre 25,25% do território municipal. Bacia do Rio Ipaneminha, com 28,338 km² abarca 15,30% do município. As demais microbacias compreendem a do Córrego Itapeva, com 7,042 km² de área, que abrange 3,82% da área do município e a do Córrego do Vidal, com 5,730 km² de área, que envolve 3,11% da área total de Votorantim (VOTORANTIM, 2013a).

Figura 3 - Sub-bacias hidrográficas do município de Votorantim.



Fonte: VOTORANTIM, 2013a.

A mensuração das matas ciliares do município de Votorantim foi obtida por meio dos levantamentos das APP dos rios e córregos inseridos em seu território. Em razão disso, foi quantificada a existência de aproximadamente 2.000 ha de APP no município, sendo 1.893 ha localizadas em áreas urbanas (94,65 %) e 107 ha em áreas rurais (5,35 %). Estão preservados 996,31 ha de matas ciliares, 49,81 % do total das APP hídricas e 1.003,69 ha estão degradados, ou 50,18 % do total das APP (VOTORANTIM, 2013b).

Foram levantadas 423 nascentes no município, o que resulta em aproximadamente 332 ha de APP ao redor das nascentes no território de Votorantim (16,6 % do total das APP hídricas). Deste total, 399 ou 94,32% das nascentes encontram-se em área urbana, abrangendo 313,2 ha de APP. Já em áreas rurais encontram-se 24 nascentes, que representam 5,68 % do número total e perfazem 18,8 ha de APP (VOTORANTIM, 2013b).

Por meio destes dados, observa-se que 60,34 % dos remanescentes florestais nativos no município de Votorantim encontram-se preservados nas matas ciliares, o que legitima, ainda mais a importância das ações de recuperação das matas ciliares e de estabelecimento de corredores ecológicos ao longo das APP.

Como destaque à importância da manutenção da hidrografia local, evidencia-se no limite Sudeste do município, a existência da Represa de Itupararanga, formada pelo barramento do Rio Sorocaba. No entorno da represa foi criada a Unidade de Conservação (UC) Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga, por meio da Lei Estadual nº 10.100/98 (SÃO PAULO, 1998).

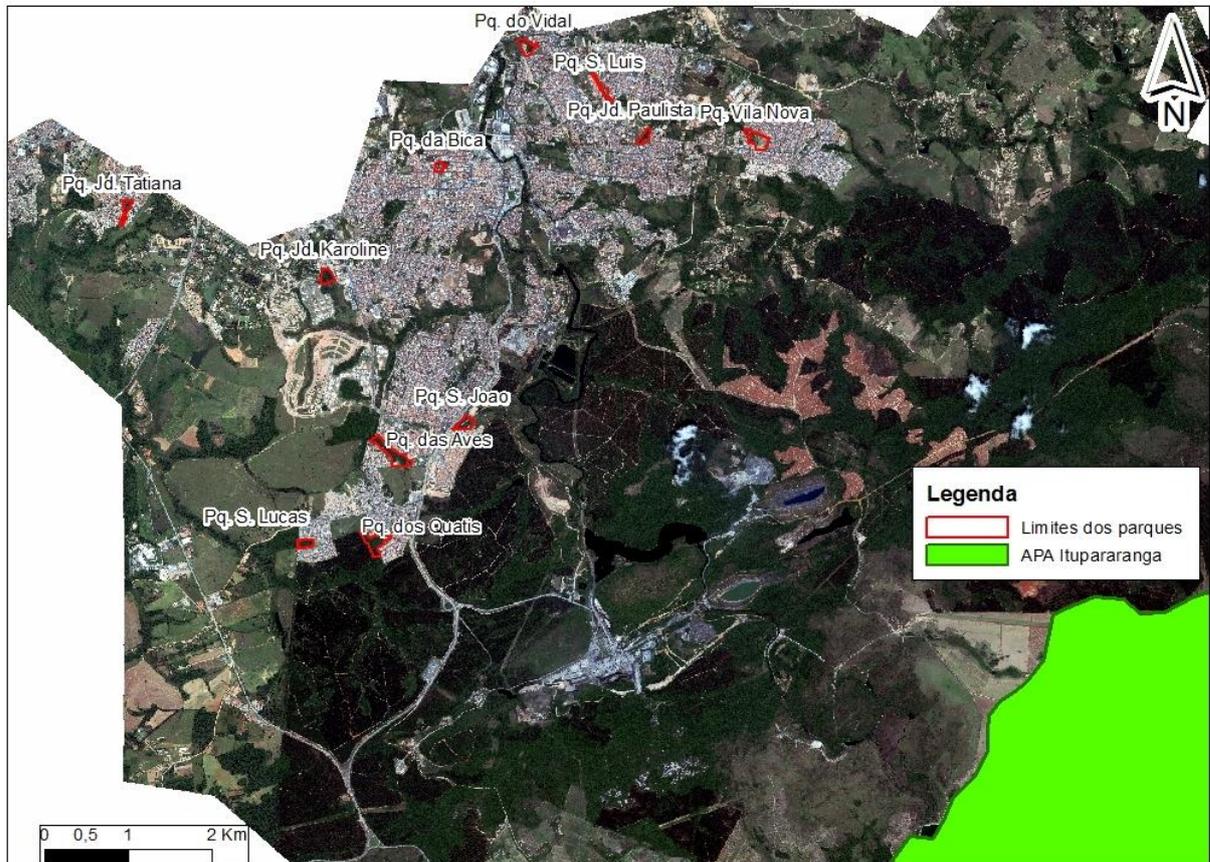
Um dos principais intuítos da criação desta UC foi justamente o de preservar o entorno do reservatório de água que, além da produção de energia elétrica, é responsável pelo abastecimento de água de uma população de mais de 800 mil habitantes dos seguintes municípios e nas seguintes proporções: Sorocaba – 74 % do consumo; Votorantim – 92 %; Ibiúna – 100 % e São Roque – 32 % (IBGE, 2014a).

A área de abrangência da APA de Itupararanga corresponde à área da bacia hidrográfica da Represa de Itupararanga, com área total de 93.356,75 ha. Inseridos na APA os municípios de Alumínio, Cotia, Ibiúna, Mairinque, Piedade, São Roque, Vargem Grande Paulista e Votorantim, somam uma população de 1,3 milhões de habitantes, absolutamente dependentes do bom estado ambiental do ecossistema e da represa, que é o maior e mais importante reservatório manancial de água doce para abastecimento da região de Sorocaba (SÃO PAULO, 2010; IBGE, 2014a).

2.4 Seleção das áreas de estudo

Para a definição das áreas com os maiores potenciais para a criação de Parques Naturais Municipais, foram analisadas 11 áreas verdes públicas municipais (Figura 4).

Figura 4 - Mapa municipal com as áreas públicas municipais potenciais à criação de Parques Naturais Municipais em Votorantim e a proximidade com o limite da Unidade de Conservação (UC) Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga.



Fonte: Adaptado de Votorantim (2006); Gerdenits (2013).

Foram selecionadas duas áreas de estudo, considerando-se principalmente, os potenciais de conectividade florestal com outros remanescentes florestais da região, inclusive entre Unidades de Conservação. Além disso, também auxiliaram na seleção das áreas os fatores destacados durante a caracterização ambiental das onze áreas, tais como: o tamanho, os atributos ecológicos e hidrológicos, o grau de conservação da vegetação, a presença de fauna nativa e a existência de nascentes e córregos.

Desse modo, as duas áreas selecionadas para a criação de Parques Naturais Municipais em Votorantim foram:

- Área Verde do Bairro Jataí II – atual Parque Natural Municipal das Aves, com 52.164 m²;

- Área Verde do Bairro Jardim Europa – futuro Parque Natural Municipal dos Quatis, com 52.651 m².

A definição e a caracterização das áreas de estudo e de seus entornos (imediate e adjacente) envolveram a análise da geografia local, principalmente o potencial de conectividade entre outros remanescentes florestais da região, inclusive entre Unidades de Conservação. Além disso, os aspectos ecológicos destacados durante o diagnóstico e a caracterização biótica e abiótica das áreas estudadas também auxiliaram na seleção.

O diagnóstico ambiental foi realizado com base na metodologia adotada no Programa de Recuperação de Mata Ciliar e Nascentes do Município de Sorocaba, elaborado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SOROCABA, 2010).

Os diagnósticos ambientais envolveram as áreas dos entornos imediatos e adjacentes às nascentes e aos córregos. Como entorno imediato foi considerada a área de até 50 m de raio. E como área adjacente, considerou-se a área localizada em um raio de 50 a 150 m do entorno das nascentes e córregos (SOROCABA, 2010).

O mapeamento das nascentes foi realizado com o auxílio de cartas topográficas do Instituto Geográfico Cartográfico (IGC) e de imagens georreferenciadas *Catalog id*, datadas de 03 de novembro de 2010, com as seguintes especificações: imagens de satélite Worldview-2, multiespectrais, bandas espectrais R, G, B, com resolução da imagem *Ground Sample Distance* (GSD) de 0,51 m e resolução espacial de 0,26 m², equivalente a área real no solo representada em cada pixel; precisão posicional de 6 m; (CE90) erro circular médio em 90 % dos casos, não levando em consideração as deformações do relevo (GERDENITS, 2013).

A sobreposição da rede hidrológica com as fotografias aéreas ortorretificadas foi efetuada com o emprego dos programas AutoCad e ARC-GIS. Como resultado, foram determinadas as Áreas de Preservação Permanente, as áreas com e sem vegetação nas zonas imediatas e adjacentes, a rede hídrica, o perímetro dos parques e das praças. Posteriormente, foi realizada a caracterização *in loco* das nascentes e córregos para qualificar seus aspectos bióticos e abióticos. Em cada ponto, foram feitos registros fotográficos e o georreferenciamento das áreas com o emprego de GPS (Global Positioning System).

Tal como preconizam as orientações do Programa Estadual Município VerdeAzul (PMVA) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, considera-se que por meio do georreferenciamento e catalogação das nascentes e córregos, tais áreas são reconhecidamente protegidas em função do conhecimento público perante as suas exatas localizações e por estarem sinalizadas no Sistema Ambiental Municipal e Estadual (SÃO

PAULO, 2013). Por isso, presume-se a consolidação da supervisão sobre a reservação dessas áreas, bem como o controle sobre os possíveis usos e/ou impactos a serem praticados.

Em trabalhos de campo, a Secretaria de Meio Ambiente de Votorantim realizou o georreferenciamento de 28 nascentes existentes em áreas públicas e privadas do município. Desse total, 13 foram diagnosticadas *in loco* em suas áreas de entorno imediato e adjacências, a fim de se estabelecer diretrizes e metas para as suas adequadas ações de recuperação e preservação, pois constituem elementos vitais no provimento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos do município e região. Essas informações constam no Programa de Recuperação de Áreas Ciliares nas Zonas Rurais e Urbanas no Município de Votorantim (VOTORANTIM, 2013b).

Ao lado do Parque das Aves está sendo implantado o “Projeto Municipal de Drenagem Urbana – Manejo de Águas Pluviais: Córrego Itapeva”. No local estão em fase de conclusão as obras de três reservatórios para a contenção dos níveis de cheia e um parque linear cicloviário acompanhando o córrego Itapeva que corta os bairros adjacentes, onde existem outros três importantes remanescentes florestais da região.

O Parque das Aves poderá ainda atender a região vizinha do Bairro Serrano, que é formada pelos Bairros Serrano I, Serrano II, Parque Santos Dumont, Jardim Palmira, Jardim Simone, Vila Damini, Jardim Bandeirantes, Vila Rodrigues, Santo Antônio, Vila Galli, Vila União e a Vila Pardini que faz parte da região do Bairro Itapeva. São bairros populares, porém com toda infraestrutura urbana, duas praças públicas e escolas municipais de ensino fundamental e estaduais de ensino fundamental e médio, com uma população estimada em 9.500 habitantes (GERDENITS, 2013).

Após estudo da área do Jardim Europa, constatou-se que o bairro conta com saneamento básico, água potável, energia elétrica, pavimento asfáltico, transporte público e pequenos comércios. Limítrofe ao bairro, no Jardim São Lucas, encontram-se um colégio estadual e uma escola municipal. A população da região, que conta com pouco mais de 2 mil habitantes, cresceu consideravelmente nos últimos anos e deverá ter um crescimento ainda maior devido à abertura de vias locais e regionais, abertura de novos próprios municipais e novos projetos habitacionais (GERDENITS, 2013).

Inserida na área do futuro parque, a praça denominada “Walter Blanco Bueno” possui dimensão de 3.350 m² e é frequentada para lazer dos moradores do bairro. Possui equipamentos públicos como quadra de areia, coreto, iluminação pública, bancos, calçada e área gramada.

No interior da área há uma estação elevatória de esgoto do extinto Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Votorantim (SAAE), atualmente administrada pela Concessionária Águas

de Votorantim. Da estação elevatória havia a saída de esgoto *in natura* em três pontos do córrego que atravessa a mata, o que causava intensa poluição. Em 2013, após encaminhamento oficializado de relatório descritivo por parte da SEMA sobre o problema, a concessionária de águas do município canalizou a estação junto à rede coletora de esgoto, eliminando a fonte poluidora no local.

No Apêndice F, estão elencados os diversos serviços de recuperação ambiental e estrutural advindos deste estudo e realizados em ambas as áreas.

A vegetação nativa do futuro Parque dos Quatis encontra-se em estágio médio a avançado de regeneração, com um sub-bosque bem conservado. No entorno das ruas com que faz divisa, existem áreas de permissão de uso onde são cultivadas espécies arbóreas frutíferas e culturas herbáceas (GERDENITS, 2013).

A área é habitada por bandos de quatis (*Nasua nasua*), que conferiram nome ao parque. Portanto a área tem condições ecológicas de suportar uma população faunística onívora que demanda considerável oferta de alimento. Há ainda o registro fotográfico de espécies da avifauna e de animais domésticos dentro e ao redor da área, como cães, gatos e cavalos.

2.5 Conectividade regional das áreas de estudo

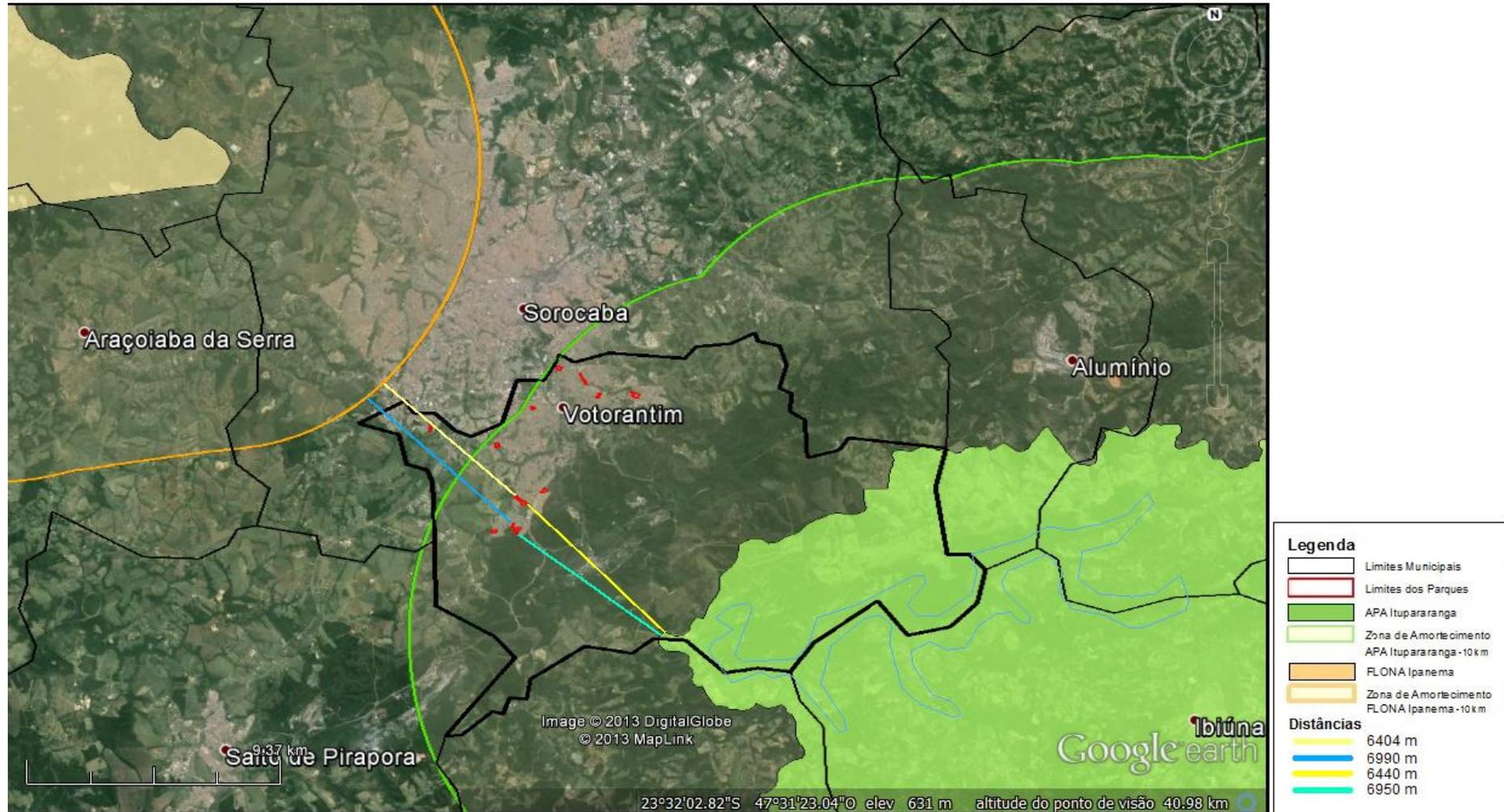
As localizações do atual Parque Natural Municipal das Aves e do futuro Parque Natural Municipal dos Quatis representam importantes potenciais regionais de conectividade ambiental entre as Unidades de Conservação Floresta Nacional (FLONA) de Ipanema (BRASIL, 1992) e a Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga (SÃO PAULO, 1998), ambas consideradas Unidades de Conservação de Uso Sustentável (BRASIL, 2000) (Figura 5).

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), as Unidades de Conservação de Uso Sustentável se caracterizam por conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte de recursos naturais nelas contidas, e que admitem a presença de moradores fixos (BRASIL, 2000).

A Unidade de Conservação de Uso Sustentável intitulada como Área de Proteção Ambiental (APA) configura-se como uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos ecológicos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Uma APA tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Por sua vez, a Unidade de Conservação de Uso Sustentável intitulada como Floresta Nacional (FLONA) constitui-se numa área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivos básicos o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas (BRASIL, 2000).

Figura 5 - Mapa regional de conectividade ambiental entre as Unidades de Conservação (UC) Floresta Nacional (FLONA) de Ipanema; Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga e o atual Parque das Aves e o futuro Parque dos Quatis no município de Votorantim.



Fonte: Adaptado de Votorantim (2006); Gerdenits (2013).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo principal a realização de diagnósticos hidroambientais das duas áreas identificadas como estratégicas e potenciais à criação de Parques Naturais Municipais em Votorantim, sendo o atual Parque Natural Municipal das Aves no Bairro Jataí II e o futuro Parque Natural Municipal dos Quatis no Bairro Jardim Europa.

Os diagnósticos hidroambientais realizados nas áreas tiveram como intuito a verificação da existência de impactos positivos e negativos sobre o meio ambiente, para então propor ações de recuperação e conservação ambiental a fim de salvaguardar a biodiversidade regional, bem como para manter o provimento dos serviços ambientais envolvidos, tais como a garantia na disponibilidade e na qualidade das águas destes importantes remanescentes florestais.

Espera-se que, como resultado da proteção e recuperação das áreas, possam ser criados refúgios da biodiversidade e corredores ecológicos junto aos demais remanescentes florestais, o que contribuirá para os deslocamentos, reproduções e fluxos gênicos da fauna e flora silvestres existente em toda a região. Como consequência, ficarão reduzidas as pressões sobre as espécies, principalmente aquelas já categorizadas em algum grau de ameaça regional ou nacional, possibilitando que perpetuem seus rumos às inerentes evoluções de que cada ser vivo tem o direito de seguir.

Almeja-se, portanto, o incremento ambiental regional e a renovada e aprimorada percepção socioambiental de toda a população perante as transformações territoriais e ecológicas decorrentes da adequada gerência pública vinculada aos interesses sociais da comunidade. Assim, pode-se suscitar a criação de um sentimento coletivo de convívio e pertencimento local, de preocupação às causas ambientais e de fiscalização para a manutenção da qualidade de vida no município.

Por fim, espera-se que os procedimentos adotados para a presente criação dos Parques Naturais Municipais em Votorantim possam embasar metodologicamente e inspirar outros municípios para este mesmo propósito.

3.2 Objetivos específicos

Para que o objetivo principal deste estudo fosse alcançado, objetivou-se especificamente:

- Identificar as áreas públicas municipais disponíveis e propícias à criação de Parques Naturais Municipais;
- Caracterizar as duas áreas públicas municipais selecionadas à criação de Parques Naturais Municipais;
- Realizar a mensuração *in situ* dos parâmetros físico-químicos temperatura, vazão, condutividade e pH das nascentes e córregos;
- Realizar análises físico-químicas das amostras de água coletadas, compreendendo turbidez; Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); nitrito; nitrato e fósforo total;
- Realizar análises bacteriológicas das amostras de água coletadas, compreendendo coliformes totais e coliformes fecais;
- Realizar análises dos metais das amostras de água e sedimentos coletados, envolvendo os elementos alumínio (Al); arsênio (As); cádmio (Cd); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu); ferro (Fe); manganês (Mn); níquel (Ni); chumbo (Pb) e zinco (Zn);
- Comparar os resultados perante os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, para corpos d'água classe I e CONAMA 420/09 para os sedimentos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Em função de critérios de disponibilidade de água e de conectividade para criação de corredores ecológicos, foram georreferenciadas e catalogadas as nascentes e corpos d'água existentes no Parque das Aves e no futuro Parque dos Quatis, quando também foram realizadas coletas de água das nascentes e dos córregos das áreas. Procedeu-se ainda a mensuração *in situ* de parâmetros físico-químicos como temperatura, condutividade e pH. Em laboratório, foram realizadas análises físico-químicas, bacteriológicas e de concentração de metais pesados das águas coletadas durante a estação de estiagem (agosto de 2013) e durante a estação chuvosa (fevereiro de 2014).

Além da água, foram coletadas amostras compostas e homogeneizadas dos sedimentos no entorno imediato de cada nascente. Procedeu-se dessa forma, pois caso as análises de água acusassem parâmetros de presença de metais além dos determinados pela Resolução CONAMA 357/05, as análises geoquímicas poderiam atribuir a presença dos metais às características naturais do solo ao redor ou advinda de fontes exógenas, de modo que as medidas de mitigação ambiental sejam devidamente adotadas para o redimensionamento e o equilíbrio ambiental dos parques.

Concomitantemente às campanhas de coleta de água e sedimentos, foram realizados diagnósticos ambientais das duas áreas selecionadas.

4.1 Caracterização dos corpos d'água e análise hidroambiental

Para caracterizar o aspecto de proteção das nascentes, foram observadas as características do relevo em suas áreas imediatas, bem como as características de integridade do solo, da presença ou ausência de processos erosivos e de assoreamento nos corpos hídricos.

No que tange à proteção das nascentes, observou-se o raio de 50 m em que se inserem fatores como existência de cercamento, ausência de cercamento e proteção por meio do relevo.

Em relação ao relevo, a classificação das áreas foi categorizada em: relevo plano, levemente acidentado, moderadamente e altamente acidentado (SOROCABA, 2010).

A caracterização da vegetação é uma das análises primordiais para o diagnóstico qualitativo dos corpos d'água, principalmente das nascentes, que são mais suscetíveis à ausência de vegetação. A fitofisionomia existente na área é representada pela Floresta Estacional

Semidecidual (FES) e Cerrado (ODUM, 1988). Para o diagnóstico, foi então constatada a ausência ou presença de vegetação nativa nos entornos imediatos; a presença de vegetação nativa degradada; a presença de vegetação nativa junto à existência de vegetação exótica; a presença exclusiva de vegetação exótica e a presença apenas de gramíneas (SOROCABA, 2010).

A caracterização da vegetação do entorno imediato e adjacente das nascentes, bem como a ocorrência de impactos do entorno, foram utilizadas como bases para a análise do seu estado de conservação. Classificou-se então, as nascentes como preservadas, quando há vegetação nativa em um raio igual ou superior a 50 m; nascentes perturbadas, quando há ausência de vegetação nativa num raio de 50 m, porém ainda apresentando características favoráveis de conservação, como vazão média de água; e nascentes degradadas, em função da identificação de impactos no entorno, como ocorrência de processos erosivos, de assoreamento, poluição, proximidade da urbanização, entre outros (TONELLO, 2005).

Ainda no que tange à vegetação, com o auxílio de um clinômetro, foram classificados os respectivos portes arbóreos no raio de 50 m das nascentes. Para isso, classificou-se as espécies arbóreas com porte menor que 2 m; porte de 2 a 5 m; porte de 6 a 9 m; porte de 10 a 13 m; porte de 14 a 17 m e porte maior que 18 m (SOROCABA, 2010).

Nas áreas imediatas e adjacentes às nascentes, foram observadas a presença ou rastros de animais da fauna silvestre, presença de gado ou cavalo, presença de outros animais domésticos e ausência de vestígios animais (SOROCABA, 2010).

A classificação da vazão de água das nascentes foi estabelecida por meio da quantificação da produção de água. Para isso, por meio do método direto, foi utilizado um recipiente com capacidade de armazenamento de um litro de água e um cronômetro para o conhecimento do tempo de preenchimento de água no recipiente. Desta maneira, foram estabelecidas as nascentes com grande fluxo de água ($\geq 0,10\text{Ls}^{-1}$); de fluxo médio ($0,03$ a $0,09\text{Ls}^{-1}$); de fluxo baixo ($<0,03\text{Ls}^{-1}$); de fluxo baixíssimo, apenas com acúmulo de água (SOROCABA, 2010).

Em função da persistência das vazões, constatou-se que todas as nascentes são perenes, ou seja, mantêm suas vazões ao longo das estações do ano. Portanto, os índices pluviométricos não interferiram nas coletas de água, mas os valores das análises demonstraram diferentes concentrações dos parâmetros analisados nos períodos de estiagem e de chuvas.

A primeira campanha de coleta e de análise das águas e sedimentos ocorreu ao final da estação seca do mês de agosto de 2013 e a segunda bateria aconteceu ao final da estação chuvosa do mês de fevereiro de 2014.

Para as análises físico-químicas das amostras de águas coletadas, foram determinados os parâmetros: turbidez; Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); nitrito; nitrato e fósforo total. Já as análises bacteriológicas das amostras de águas coletadas analisaram os parâmetros coliformes totais e coliformes fecais.

Para a determinação de metais foram quantificados os elementos alumínio (Al); arsênio (As); cádmio (Cd); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu); ferro (Fe); manganês (Mn); níquel (Ni); chumbo (Pb) e zinco (Zn). Os resultados dos parâmetros determinados foram comparados aos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, para corpos d'água classe I.

As medidas obtidas *in situ*, nos pontos determinados, abrangeram os seguintes parâmetros: temperatura, pH e condutividade. As coletas e preservação de amostras foram realizadas conforme o recomendado pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB (BRANDÃO *et al.*, 2011) e *Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

Com o uso de seringas de 60 mL e frascos de 300 e 1000 mL, previamente descontaminados em banho de ácido clorídrico (HCl) 20% e enxaguados com água purificada, foram coletadas amostras de água dos córregos e das nascentes existentes em ambas as áreas (APHA, 2005).

Amostras de sedimentos do entorno das nascentes foram coletadas com o auxílio de pás de material plástico previamente descontaminadas para impossibilitar o contato das amostras de sedimentos com elementos metálicos das ferramentas (APHA, 2005).

Os frascos para armazenamento de água e sedimentos foram devidamente identificados e as amostras coletadas permaneceram conservadas em caixas térmicas com gelo até a chegada aos laboratórios, onde foram mantidas em geladeira, entre 4 e 10 °C (APHA, 2005).

4.2 Determinação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras de água

De acordo com a metodologia descrita no *Standard Methods* (APHA, 2005), a Concessionária Águas de Votorantim, empresa que realizou as duas baterias de análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras das águas coletadas neste estudo, utilizou metodologias distintas para cada parâmetro de análise, que envolveram pH, turbidez, ferro, manganês, nitrito, nitrato, coliformes totais e coliformes fecais. Tais parâmetros foram comparados à Resolução CONAMA 357/05, para corpos d'água classe I.

Para o parâmetro turbidez, foram utilizadas cubetas e fotômetro, 2100Q, Hach para utilização do método nefelométrico. Uma cubeta foi preenchida com a amostra até a marca indicada para ser posteriormente lida pelo fotômetro, que expressa o resultado em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU).

O método potenciométrico, utilizando-se medidor de pH, Orion Star, A221 *Thermo Fischer Scientific*, foi aplicado para determinação do pH.

A análise do ferro foi realizada por meio do método colorimétrico com a utilização de cubetas e o fotômetro, Dr 890 Hach, utilizando reagente *FerroVer® Iron Reagent Powder Pillows*. Com o conteúdo de um envelope do reagente foram adicionados 10 mL da amostra de água para avaliar a presença do ferro por meio do aparecimento de coloração alaranjada após três minutos de reação, para posterior leitura utilizando-se fotômetro com resultado expressado em mgL^{-1} .

O método colorimétrico e o fotômetro, Dr890 Hach, também foram utilizados para a obtenção dos resultados do parâmetro manganês. Os reagentes aplicados para esta análise com 10 mL da amostra foram um envelope de *Ascorbic Acid Powder Pillows*, doze gotas de *Alkaline-Cyanide Reagent Solution* e doze gotas de *PAN Indicator Solution 0,1%* para que, após dois minutos, o “branco” pudesse ser comparado aos valores indicados pelo fotômetro e expressados em mgL^{-1} .

Para a obtenção do parâmetro nitrito é também utilizado o método colorimétrico e o fotômetro, Dr890 Hach, conforme descreve *Standard Methods* (APHA, 2005). Com um envelope do reagente *NitriVer® 3 Nitrite Reagent Powder Pillows*, a amostra de 10 mL foi misturada e caso apresente coloração rósea, após vinte minutos de reação, procede-se a leitura pelo fotômetro.

O parâmetro nitrato é quantificado pelo mesmo método colorimétrico com fotômetro, Dr890 Hach, porém o reagente utilizado é o *NitraVer® 5 Nitrate Reagent Powder Pillows*. Utiliza-se 25 mL da amostra para reagir por cinco minutos com o reagente para então realizar a leitura pelo aparelho.

Por meio do método Presença-Ausência (P-A) foi determinado o parâmetro coliformes totais. Para esta análise, foram utilizados agitador, autoclave, balança analítica, balão volumétrico, Bico de Bunsen, espátula, estufa bacteriológica (SP Labor), estufa de secagem (SP Labor), frascos para o meio presuntivo (caldo P-A), funil, pipeta graduada, pipeta volumétrica e pipetador. Como reagentes foram utilizados Púrpura de Bromocresol (0,02255 g), caldo lactosado (meio desidratado – 39,0 g), caldo laurel triptose (meio desidratado – 52,5 g) e 1000 mL de água destilada, seguindo a metodologia do *Standard Methods* (APHA, 2005).

No preparo das soluções, foi procedida a pesagem e a dissolução dos meios desidratados num balão volumétrico de 1000 mL com 2/3 de seu volume contendo água destilada. Posteriormente, dissolveu-se completamente a Púrpura de Bromocresol em 20 mL de hidróxido de sódio 0,1 N adicionado em balão volumétrico e agitado por dez minutos. A medição do pH foi realizada e teve de apresentar valores entre 6,6 e 7,0. Caso necessário, o pH deve ser corrigido com o acréscimo de hidróxido de sódio ou ácido clorídrico.

A solução foi distribuída em frascos adequados com capacidade de 250 mL, de modo que após a autoclavação se obtivesse 50 ml do caldo em cada frasco. A solução foi autoclavada a 121°C durante 15 minutos. Conforme APHA (2005), é importante ressaltar que caso o pH final seja 0,1 unidade diferente do indicado na formulação, essa amostra não deve ser utilizada.

Após a higienização da bancada do laboratório, o Bico de Bunsen foi ligado e a amostra homogeneizada numa dosagem com 100 ml no frasco P-A contendo 50 ml do caldo autoclavado. Com isso, a amostra permaneceu incubada a 35°C durante 48 horas.

Após o período de incubação de 24 horas foi efetuada a primeira leitura, considerando como resultado positivo a acidificação do meio, evidenciada pela mudança de sua coloração de púrpura para o amarelo, se tal situação ocorrer, deve-se retirar os frascos, pois os mesmos podem contaminar aqueles que ainda estão em processo de análise. As leituras devem ser submetidas aos testes confirmatórios para a determinação de coliformes totais e diferenciação de coliformes fecais.

Caso os resultados sejam negativos, os frascos deverão permanecer na incubadora por mais 24 horas, efetuando após esse período, a leitura final conforme especificado anteriormente. Caso após 48 horas não ocorra a acidificação do meio, os resultados serão definitivamente negativos para o grupo de coliformes.

4.3 Determinação de metais totais em amostras de água

No laboratório de Química Ambiental da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) Campus Experimental de Sorocaba, as amostras de água foram filtradas com papel filtro comum e demais metodologias descritas no *Standard Methods* (APHA, 2005).

Faz-se necessário informar que além da importância socioambiental da quantificação dos metais pesados alvos deste estudo, salienta-se que existiu a inviabilidade de realização pelo laboratório de análises para outros metais que não estes: alumínio (Al); arsênio (As); cádmio

(Cd); cobalto (Co); cromo (Cr); cobre (Cu); ferro (Fe); manganês (Mn); níquel (Ni); chumbo (Pb) e zinco (Zn). Fato que explica a ausência do elemento mercúrio (Hg), por exemplo. Os valores de limite de detecção e quantificação de cada elemento determinado estão dispostos no Apêndice A.

Para as análises de metais das amostras de água, foram determinadas apenas as concentrações de metais totais, uma vez que a água encontrava-se clarificada. Todas as amostras foram acidificadas com ácido nítrico (HNO₃) concentrado em pH <2 e mantidas sob refrigeração.

As amostras de água foram digeridas a fim de se realizar a pré-concentração dos íons metálicos que poderiam estar presentes na solução junto com a matéria orgânica. Para isso, foram adicionados 20 mL de HNO₃ concentrado para cada 500 mL de amostra preservada. Os béqueres contendo as amostras com o ácido adicionado foram mantidos a temperatura inferior a 100°C em placa aquecedora até que o seu conteúdo estivesse abaixo de 30 mL aproximadamente. Após o resfriamento, a solução obtida foi avolumada para 50 mL.

A concentração dos íons metálicos dissolvidos na solução obtida pelo procedimento de digestão foi medida por meio do espectrômetro de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente Agilent Technologies ICP-OES Modelo 720 (APHA, 2005). A partir desses resultados foi calculado o valor real da amostra de água pré-concentrada, e os valores obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 357/05, para corpos d'água classe I (CONAMA, 2005).

4.4 Conectividade das áreas de estudo

Outro aspecto fundamental para a manutenção da qualidade ambiental da área de influência das áreas selecionadas foi o potencial para a formação de corredores ecológicos. Para isso, foram utilizadas imagens de satélite, fotografias aéreas e vistorias *in loco* das áreas para caracterizar o grau de proximidade de outros fragmentos ou contínuos florestais, adotando para isso, os potenciais de conexão alto, médio, baixo e muito baixo. Para estabelecer o potencial alto de conexão, foi analisada a proximidade de até 500 m em relação a outros fragmentos florestais. De 501 m a 800 m, foi atribuído o potencial médio de conexão florestal; de 801 m a 1.000 m, configurou-se potencial baixo para a conexão florestal e, acima de 1001 m, foi considerado potencial muito baixo de conectividade local (SOROCABA, 2010).

É importante ressaltar que, exclusivamente para a conectividade junto às Unidades de Conservação, distâncias com até 7.000 m foram consideradas com potencial médio de conexão, em função da determinação legal que estabelece um raio de 10.000 m de amortecimento nos arredores da Floresta Nacional (FLONA) de Ipanema, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a UC (BRASIL, 2000). E parte do território Oeste e Noroeste de Votorantim onde os dois parques se encontram, encontram-se próximos a este zoneamento.

4.5 Impactos do entorno

Com o intuito de identificar os impactos ocorrentes nas áreas imediatas e adjacentes, foram elencadas nos diagnósticos ambientais as ocorrências de processos erosivos; de assoreamento; poluição por resíduos sólidos; por esgoto sanitário; existência de pastagem; vegetação exótica; vestígios de animais domésticos; proximidade da urbanização (casas); de estradas pavimentadas e sem pavimento e de indústrias (SOROCABA, 2010).

A existência de poluição é de extrema importância para a adequada manutenção e recuperação das áreas de estudo. Contudo, no entorno adjacente de todas as nascentes, foram constatados os impactos da poluição por lixo doméstico e entulhos da construção civil, com maior gravidade na área do futuro Parque dos Quatis.

4.6 Necessidades de intervenção

As práticas de intervenção para a recuperação, mitigação e conservação da qualidade hídrica, pedológica e ambiental das áreas estudadas foram propostas com base nos dados coletados durante as caracterizações bióticas e abióticas. Para este diagnóstico, foram analisadas as necessidades de intervenção de ordem urgente, necessária e dispensável (SOROCABA, 2010).

Para as propostas de intervenções urgentes e necessárias, foram estabelecidos como métodos de recuperação, o isolamento da APP da nascente; o plantio de vegetação nativa regional; a retirada de resíduos sólidos; a roçagem das gramíneas presentes no entorno imediato dos corpos d'água e ações de contenção da erosão no local (SOROCABA, 2010).

O isolamento das APP como método de recuperação levou em consideração o grau de impacto em que os corpos d'água se encontravam. Para a sistematização dessas informações, foram observadas as ameaças antrópicas, bem como as potencialidades ecológicas regenerativas ocorrentes na área. Assim, as nascentes vulneráveis podem oportunizar o desenvolvimento do estágio sucessional da vegetação ao redor, tomando-se como medida a promoção do enriquecimento da vegetação nativa e/ou a condução para sua própria regeneração natural por meio da implantação de cercas (BOTELHO *et al.*, 2001).

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização das áreas de estudo

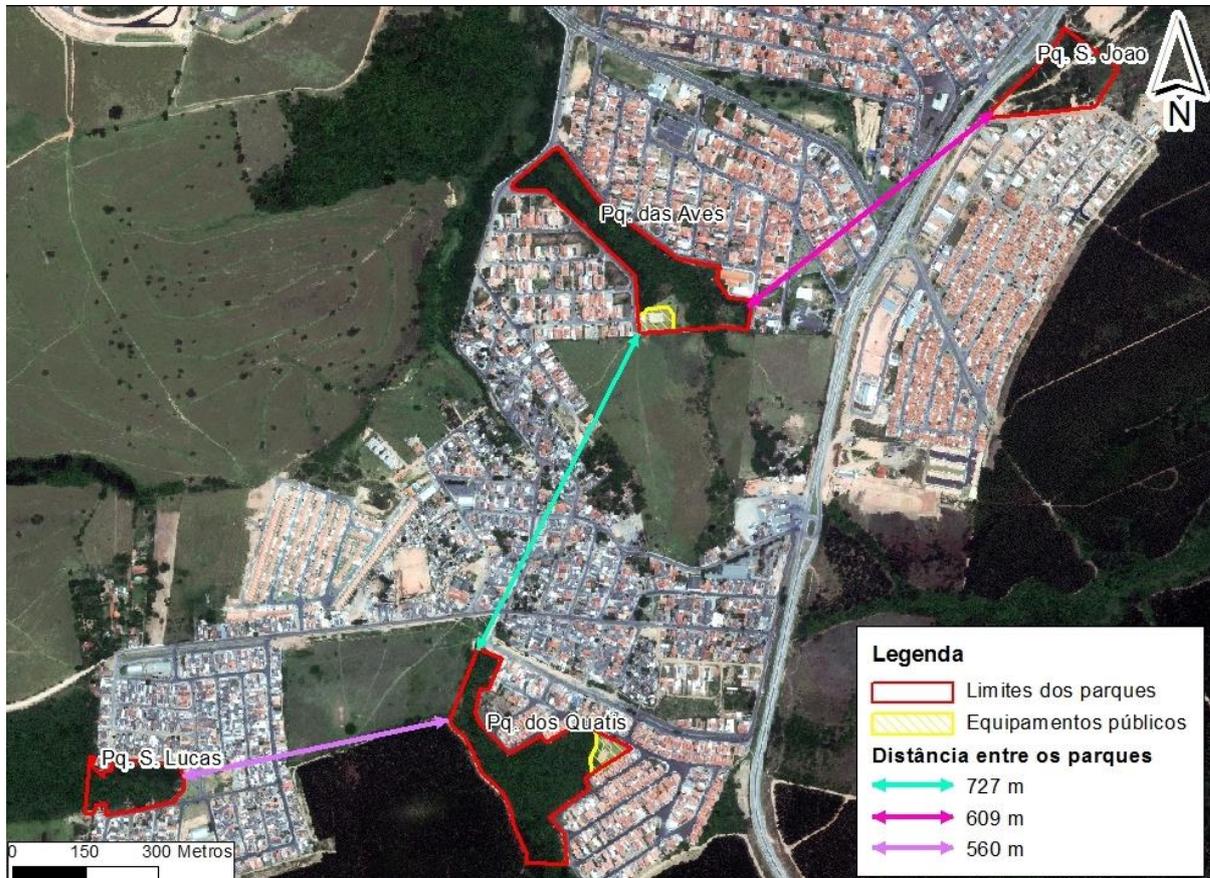
5.1.1. Atual Parque Natural Municipal das Aves: Bairro Jataí II

Respaldo pelas ações advindas deste estudo, o atual Parque Natural Municipal das Aves foi criado em 06 de dezembro de 2014. Por meio do Projeto de Lei Municipal nº 78 de 11 de novembro de 2013 (VOTORANTIM, 2013c), o Parque das Aves recebeu ainda a denominação de “Josely Lopes dos Santos” em homenagem a jovem moradora do Parque Jataí que em 2007, então com 15 anos, foi uma das estudantes assassinadas em um morro situado no bairro Vossoroça, no caso que ficou conhecido como “Chacina de Votorantim”.

O Parque Natural Municipal das Aves está situado na zona Oeste da cidade de Votorantim, onde são encontradas outras cinco áreas verdes pertencentes à Prefeitura Municipal com potencial à criação de parques, configurando importante região de conectividade florestal local e regional.

Entre as áreas verdes com potencial de criação de parques municipais da região Oeste, encontra-se o futuro Parque Natural Municipal dos Quatis, no bairro Jardim Europa, com 727 m de distância, bem como a área verde do Bairro São João, distando 609 m em relação a este atual parque (Figura 6).

Figura 6 - Mapa de conectividade local entre as áreas potenciais à criação de Parques Naturais Municipais na região Oeste de Votorantim.



Fonte: Adaptado de Votorantim (2006); Gerdenits (2013).

Especificamente, a área do Parque Natural Municipal das Aves, localiza-se no bairro Jataí II, região Oeste de Votorantim. O bairro conta com toda a infraestrutura urbana, como asfalto, saneamento básico, iluminação, transporte público regular, comércio, escola estadual e a Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental (EMEIEF) “Gilberto dos Santos”, situada no entorno imediato da área do parque.

Inserida na área do parque, encontra-se a praça denominada “Lourenço Francisco”, utilizada como lazer pelos moradores, pois conta com quadra poliesportiva, *playground*, pista de caminhada, iluminação pública, bancos e área gramada. Há ainda uma ponte de madeira sobre o curso d’água que atravessa a área verde (GERDENITS, 2013).

No Apêndice F, estão elencados os diversos serviços de recuperação ambiental e estrutural realizados na área do Parque das Aves advindos por meio deste estudo.

Com uma população aproximada de 6.000 habitantes, é considerado um bairro de classe média baixa, contudo, localiza-se muito próximo aos grandes empreendimentos imobiliários de

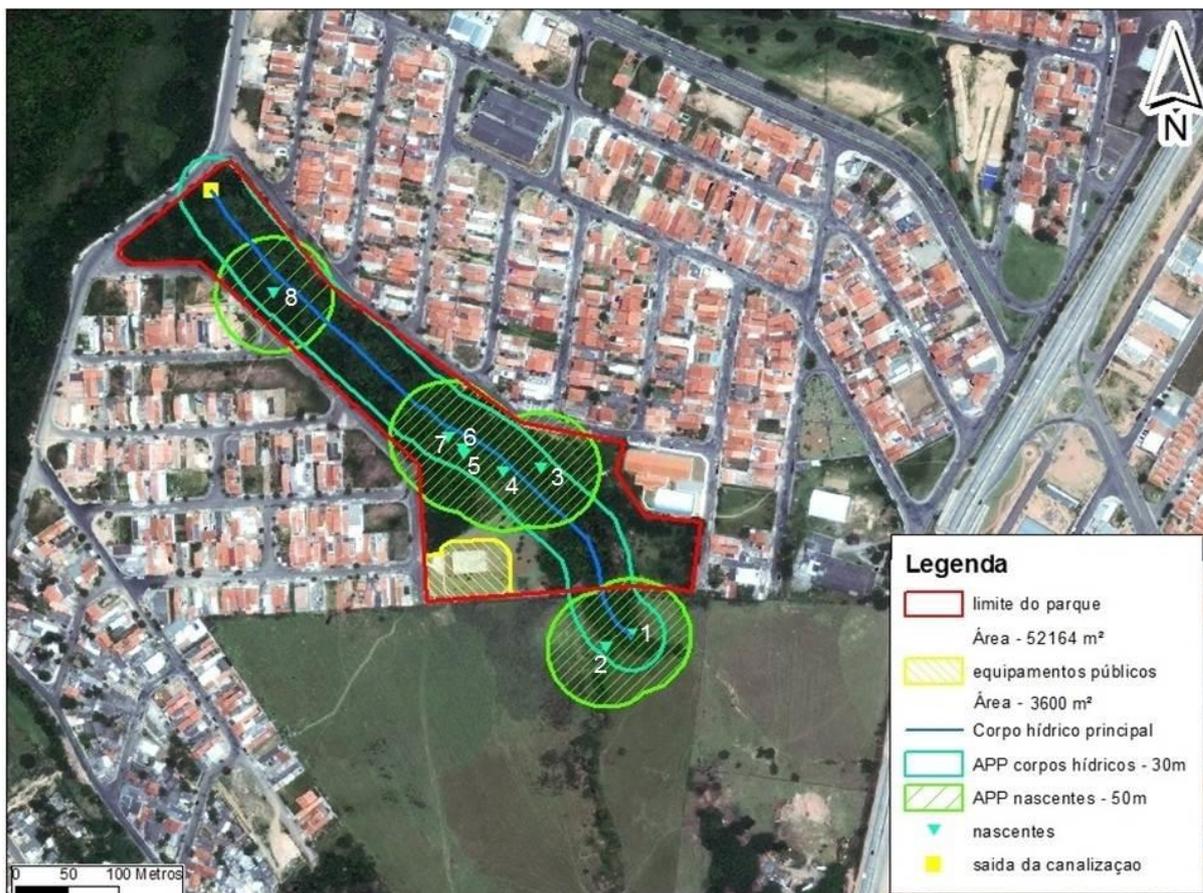
alto padrão. A Avenida Gisele Constantino faz a ligação do bairro Jataí II com o Parque Campolim, a região comercial e residencial mais valorizada do município vizinho, Sorocaba (GERDENITS, 2013).

A área do atual Parque Natural Municipal das Aves, especialmente, configura-se como um fundo de vale com remanescentes de mata nativa em estágio médio de regeneração (GERDENITS, 2013), com a presença de oito nascentes que formam um córrego volumoso, canalizado por alguns metros ao final da área verde. Metade das nascentes do parque não permite a coleta de amostras de água devido aos seus fluxos de água com baixa vazão. O córrego formado no interior da área passa por debaixo da Rua Nelson Teixeira e deságua no córrego Itapeva que atravessa o reservatório do Projeto Municipal de Drenagem Urbana, o que contribui para a manutenção de seu fluxo hídrico à jusante.

Em razão de seus atributos ecológicos, geográficos, territoriais e cênicos, tais como a rica biodiversidade, presença de nascentes, formação de corredores ecológicos e espaços para lazer, o Parque Natural Municipal das Aves é considerado como o remanescente florestal com o maior potencial de conservação ambiental e de conectividade florestal do município de Votorantim.

Ilustrada na Figura 7, a área do Parque Natural Municipal das Aves totaliza 52.164 m², dos quais 48.564 m² abrangem o sistema de recreio e 3.600 m² a área institucional (Praça “Lourenço Francisco”).

Figura 7 - Mapa do atual Parque Natural Municipal das Aves, localizado no bairro Parque Jataí II.



Fonte: Adaptado de Votoratim (2006); Gerdenits (2013).

No interior do parque foram catalogadas e georreferenciadas seis nascentes, além de outras duas nascentes situadas em área limítrofe. Apresentam-se, a seguir, suas coordenadas geográficas e os respectivos diagnósticos hidroambientais obtidos *in situ* e registrados durante as estações de estiagem (agosto de 2013) e de chuvas (fevereiro de 2014).

- Nascente 1: Universal Transversa de Mercator (UTM): 41W 27' 34" / 23S 34' 22". Possui vazão de água com volume médio ($0,04 \text{ L s}^{-1}$) o que possibilita sua coleta. É considerada uma nascente perturbada por apresentar aspectos de assoreamento e erodibilidade em área externa ao parque. Apresenta em seu entorno imediato vegetação nativa com porte de até 10 m de altura. Conta ainda com gramínea exótica do tipo Braquiária (*Brachiaria decumbens*) além de 15 m de seu raio. Possui alto potencial de conectividade entre as demais nascentes da área e com os outros fragmentos florestais da região. Contudo, nas áreas adjacentes, com mais 60 m de distância, existem urbanizações residenciais, indústria de beneficiamento de cimento e vias pavimentadas. Com isso, sugere-se a urgência na recuperação do local por meio do isolamento com cercamento de mourões, roçagem das gramíneas e plantio de espécies nativas regionais.
- Nascente 2: UTM: 41W 27' 35" / 23S 34' 22". A proximidade desta nascente com a primeira

estabelece, quase que na totalidade, o seu mesmo diagnóstico, inclusive com a possibilidade de coleta de água. Foi também classificada como perturbada por apresentar intensos processos de assoreamento e erodibilidade em função de encontrar-se em terreno rebaixado e alagadiço, mas que ainda possibilita a coleta de água. Situada em área limítrofe ao Parque das Aves, observou-se em seu entorno a existência de vegetação nativa com porte de até 5 m de altura. Conta ainda com espécies hidrófitas do tipo Taboa (*Typha domingensis*) e do tipo (*B. decumbens*) em seu entorno imediato.

- Nascente 3: UTM: 41W 27' 36" / 23S 34' 17". Inserida na área do parque, esta nascente apresenta-se assoreada e, portanto, é classificada como perturbada. Possui baixa vazão de água ($0,01 \text{ L s}^{-1}$), o que impossibilita a coleta de água. Conta com vegetação nativa degradada com porte arbóreo de até 9 m de altura em seu entorno. Foram fotografados rastros da presença de animais domésticos (cães) e nativos (aves) ao seu redor. Possui alto potencial de conectividade entre as demais nascentes e com as outras áreas preservadas da região.

A 50 m de distância, encontram-se urbanizações residenciais, vias pavimentadas e áreas de pastagem.

- Nascente 4: UTM: 41W 27' 38" / 23S 34' 17". Por encontrar-se em uma encosta, apresenta-se erodida. Possui vazão com volume baixo ($0,01 \text{ L s}^{-1}$), o que impossibilita a coleta de água. É considerada como perturbada por possuir vegetação nativa degradada com porte arbóreo de até 9 m de altura. Foram fotografados rastros da presença de animais domésticos (cães) e nativos (aves) em sua proximidade. Possui alto potencial de conectividade com as demais nascentes da área e com outras áreas preservadas.

Além dos 50 m de seu raio, encontram-se urbanizações residenciais, vias pavimentadas e áreas de pastagem. Com isso, foram realizadas ações de recuperação do local por meio do plantio de espécies nativas para conter a erosão existente na área declivosa.

- Nascente 5: UTM: 41W 27' 39" / 23S 34' 17". Possui vazão com volume médio ($0,06 \text{ L s}^{-1}$), o que possibilita a coleta de água. É considerada preservada mesmo ao apresentar relevo levemente acidentado, por encontrar-se no fundo do vale, razão pela qual apresenta um pequeno grau de erosão. Apresenta em seu entorno imediato vegetação nativa com porte de até 9 m de altura. Tal como as demais nascentes, apresenta alto potencial para a formação de corredores ecológicos.

Nas áreas adjacentes, com mais 65 m de distância, existem urbanizações residenciais, pastagem e vias pavimentadas. Assim, não necessita de intervenções de recuperação ambiental.

- Nascente 6: UTM: 41W 27' 37" / 23S 34' 17". Em razão de localizar-se muito próxima à nascente nº 5, seu diagnóstico é quase o mesmo. Diferencia-se apenas pela sua característica

perturbada e por apresentar vazão com volume baixo ($0,02 \text{ L s}^{-1}$), o que impossibilita a coleta de água para análise laboratorial, bem como em função de sua acentuada característica erodida. Portanto, a recuperação do local torna-se necessária apenas com o isolamento para a regeneração natural da vegetação.

- Nascente 7: UTM: 41W 27' 39" / 23S 34' 16". É uma nascente bastante característica por aflorar numa superfície plana do relevo ao lado do córrego. Possui ainda vazão com volume médio ($0,05 \text{ L s}^{-1}$), o que possibilita a coleta de água para análise. É considerada perturbada pela vulnerabilidade do assoreamento. Apresenta em seu entorno imediato vegetação nativa degradada com porte de até 10 m de altura, sem vestígios da presença de fauna. Possui alto potencial de conectividade entre as demais nascentes da área e com os outros fragmentos florestais.

Em suas adjacências, com mais 75 m de distância, existem urbanizações residenciais e vias pavimentadas. Com isso, foi realizada a recuperação do local por meio do plantio de árvores nativas durante eventos de mobilização e educação ambiental organizado pela SEMA junto à escola pública vizinha, à comunidade local e aos grupos de escoteiros de Votorantim.

- Nascente 8: UTM: 41W 27' 44" / 23S 34' 12". Esta nascente é perturbada, pois apresenta-se erodida pelo relevo levemente acidentado de fundo de vale. Possui vazão com volume baixo ($0,02 \text{ L s}^{-1}$), o que impossibilita a coleta de água. Conta com vegetação nativa degradada com porte arbóreo de até 9 m de altura em seu entorno. Possui alto potencial de conectividade, principalmente com os fragmentos nativos existentes nas áreas dos reservatórios de contenção dos níveis de cheia do córrego Itapeva. Contudo, numa distância de 40 m, esta nascente é impactada com a proximidade de urbanizações residenciais, vias pavimentadas e deposição de resíduos sólidos. Com isso, a SEMA realizou ações para a recuperação do local por meio do seu isolamento com cerca e a retirada dos resíduos sólidos acumulados.

Por isso, além da oferta de lazer, o Parque Natural Municipal das Aves tem vocação conservacionista, visto seu importante grau de conectividade e de conservação, principalmente pela presença da fauna nativa, principalmente aves, e pelo grande número de nascentes que colaboram na manutenção quantitativa e qualitativa da hidrologia local.

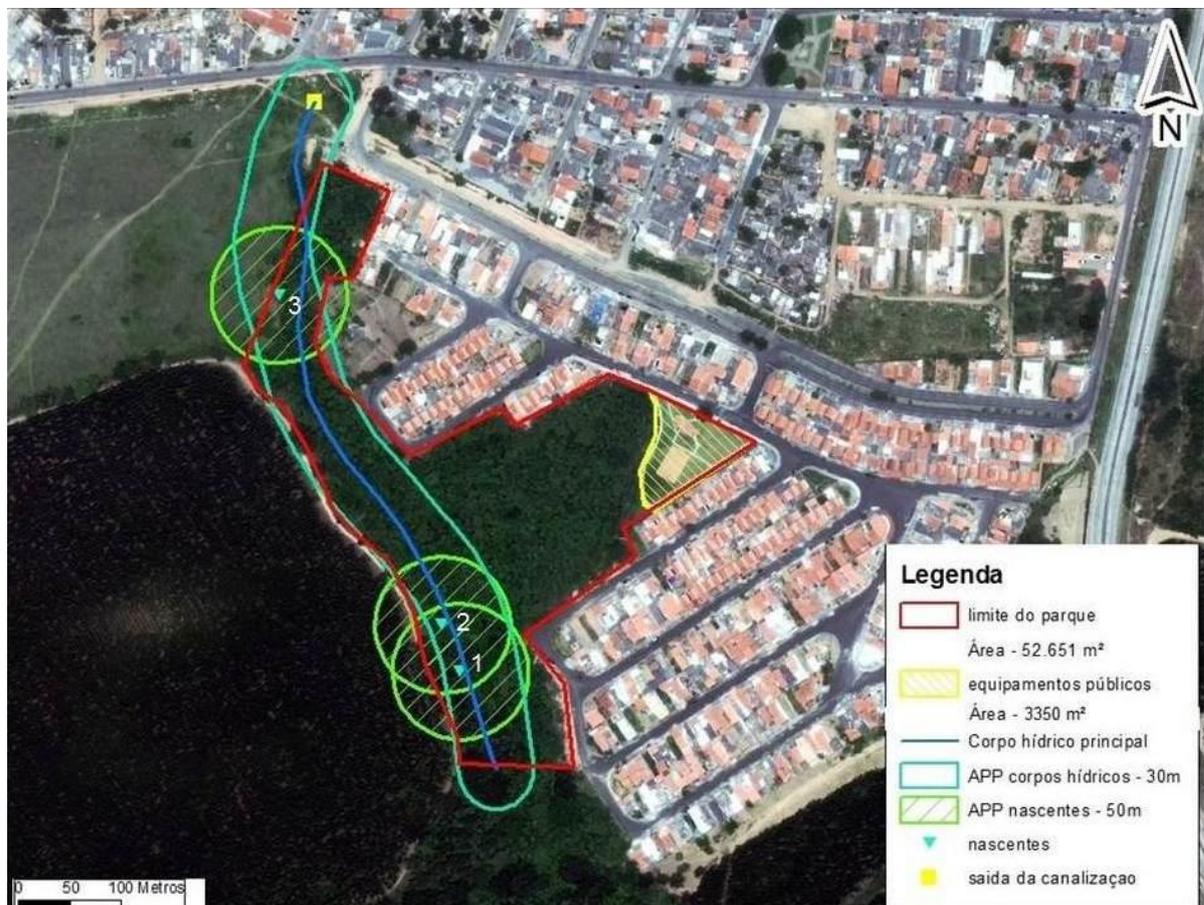
Os jardins e pomares cultivados pelos moradores por meio das cessões de uso público nas imediações do Parque Natural Municipal das Aves inibiram o seu mau uso e o depósito de resíduos em alguns pontos (GERDENITS, 2013).

5.1.2 Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis: Bairro Jardim Europa

A área do futuro Parque Natural Municipal dos Quatis, que por meio da Lei nº 07 de 10 de março de 2015, passou a denominar-se “Sebastião Sueiro” (VOTORANTIM, 2015), insere-se num fragmento contínuo, parte pública municipal com vegetação nativa e parte privada com reflorestamento de Eucalipto (*E. urograndis*) destinado à indústria da celulose (GERDENITS, 2013).

A área denominada verde do futuro Parque dos Quatis, conhecida por sistema de recreio, conta com 49.301 m² de vegetação nativa e 3.350 m² de área institucional (praça “Walter Blanco Bueno”). Ao todo são 52.651 m², configurando-se como a área de maior extensão territorial entre as demais áreas municipais analisadas (Figura 8).

Figura 8 - Mapa do futuro Parque Natural Municipal dos Quatis no bairro Jardim Europa.



Fonte: Adaptado de Votorantim (2006); Gerdenits (2013).

Da mesma maneira que ocorre na área do Parque das Aves, os jardins e pomares cultivados nas imediações do futuro Parque dos Quatis, autorizados por meio das cessões de uso público, também inibiram o mau uso e o depósito de resíduos em alguns pontos. Contudo,

mesmo com diversas ações de limpeza, fiscalização e instalações de placas informativas sobre a proibição de descarte de resíduos na área durante os anos de 2013, 2014 e 2015, ainda é possível observar resíduos depositados indevidamente nos limites da área verde. Além disso, foi constatado que grande parte dos resíduos sólidos presente no interior do fragmento são oriundos do carreamento hídrico do córrego canalizado que deságua no limite norte da área.

Foram catalogadas e georreferenciadas três nascentes no interior da área. Duas nascentes do futuro parque permitiram a coleta de amostras de água devido à vazão com produção média, bem como em função da configuração física no terreno. Seguem, portanto, as avaliações de cada uma delas, levando-se em consideração as caracterizações obtidas *in situ* registradas durante as estações de estiagem (agosto 2013) e chuvosa (fevereiro 2014).

- Nascente 1: UTM: 41W 27' 49" / 23S 34' 54". Apresenta-se íntegra e possui vazão com volume médio ($0,07 \text{ L s}^{-1}$), o que possibilita a coleta de água para análise. É considerada preservada e conta com vegetação nativa com porte de até 17 m de altura em grande parte do seu entorno. Apresenta, porém, a espécie exótica (*Pinus elliottii*) para além dos 60 m de seu raio. Foram fotografados rastros da presença de animais domésticos (cães e gatos) e nativos (quatis e aves) em seu entorno imediato, o qual possui alto potencial de conectividade entre as demais nascentes da área e com os outros fragmentos florestais da região.

Contudo, nas áreas adjacentes, com mais 50 m de distância, existem urbanizações residenciais e vias pavimentadas com descarte de lixo doméstico e entulhos nos perímetros do futuro parque.

- Nascente 2: UTM: 41W 27' 49" / 23S 34' 53". É uma nascente preservada e a única diferenciação perante a nascente 1, é que esta segunda possui vazão de água com volume baixo ($0,02 \text{ L s}^{-1}$), o que impossibilita sua coleta para análise laboratorial.

- Nascente 3: UTM: 41W 27' 53" / 23S 34' 45". Esta última nascente é classificada como perturbada mesmo tendo leves sinais de assoreamento. Possui baixa vazão de água ($0,02 \text{ L s}^{-1}$). Mesmo com seu baixo volume de água, forma-se um pequeno poço com cerca de 70 cm de profundidade com considerável aprisionamento de água, o que torna possível sua coleta para análise.

Em seu entorno imediato, apresenta relevo levemente acidentado e protegido das ações antrópicas mediante a instalação de cerca com mourões de Eucalipto e pelo desenvolvimento do reflorestamento com espécies nativas realizado nos anos de 2013, 2014 e 2015. Em sua área adjacente há a existência de urbanizações residenciais e públicas, vias pavimentadas e sem pavimentação, pequeno volume de entulho, presença de animais domésticos (cães, gatos e cavalos) e grande presença da gramínea exótica africana (*B. decumbens*). O entorno imediato

da nascente possui ainda vegetação nativa com porte de até 17 m de altura. Apresenta um alto potencial de conectividade entre as demais nascentes da área.

É importante destacar que as três nascentes existentes no futuro Parque dos Quatis permaneceram produzindo água, mesmo após o intenso período estiagem entre os anos de 2013 e 2015.

Assim como observado por Gerdenits (2013), o diagnóstico deste estudo também confirmou que, além de lazer no local onde se encontra a praça, o futuro Parque Natural Municipal dos Quatis tem vocação conservacionista, visto seu grau de preservação, potencial de conectividade florestal, presença de nascentes e de espécies da fauna nativa.

A Tabela 1 a seguir ilustra o diagnóstico das nascentes catalogadas em ambos os parques.

Tabela 1 - Diagnóstico das nascentes catalogadas no Parque Natural Municipal das Aves e no futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (períodos seco e úmido)

Nascente			
Parque das Aves	Persistência	Classificação	Vazão
1	Perene	Perturbada	0,04 L s ⁻¹
2	Perene	Perturbada	0,04 L s ⁻¹
3	Perene	Perturbada	0,01 L s ⁻¹
4	Perene	Perturbada	0,01 L s ⁻¹
5	Perene	Preservada	0,06 L s ⁻¹
6	Perene	Perturbada	0,02 L s ⁻¹
7	Perene	Perturbada	0,05 L s ⁻¹
8	Perene	Perturbada	0,02 L s ⁻¹
Nascente			
Parque dos Quatis	Persistência	Classificação	Vazão
1	Perene	Preservada	0,07 L s ⁻¹
2	Perene	Preservada	0,02 L s ⁻¹
3	Perene	Perturbada	0,02 L s ⁻¹

Fonte: Autoria própria.

5.2 Campanha de amostragem e análises das águas

5.2.1 Parque Natural Municipal das Aves

As Tabelas 2 e 3 fornecem os resultados dos parâmetros físico-químico e bacteriológicos das nascentes 1, 2, 5 e 7, onde foram possibilitadas as coletas de água, e do córrego, pertencentes ao Parque Natural Municipal das Aves no período seco e chuvoso, respectivamente.

Em se tratando do parâmetro físico-químico turbidez, foi possível observar que apenas a nascente 2, na estação seca, apresentou valor acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05. Os demais pontos amostrados ao longo do Parque das Aves mantiveram-se dentro dos limites máximos permitidos para o referido parâmetro. Ainda no período de estiagem, as nascentes 1 e 2 apresentaram valores considerados inadequados para coliformes totais.

Nota-se ainda que valores de nitrato e fósforo total ultrapassaram os limites estabelecidos pela já referenciada norma apenas no ponto de coleta referente ao córrego.

O município de Votorantim não faz parte do monitoramento climático do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), mas em função da conturbação geográfica com o município de Sorocaba, recebe o mesmo diagnóstico. A média pluviométrica acumulada para o município limítrofe de Sorocaba no mês de agosto de 2013 foi 0 mm (CIIAGRO, 2015).

A média pluviométrica acumulada para o município limítrofe de Sorocaba no período de chuvas no mês de fevereiro de 2014 foi 8,2 mm (CIIAGRO, 2015).

Os parâmetros outrora observados acima dos limites na estação seca se enquadram dentro dos limites na estação chuvosa. Apenas a nascente 1 manteve valores acima dos limites para coliformes totais, com o aumento considerável de 2470 (estação seca) para 6167,3 (estação chuvosa).

O aumento no número de coliformes pode indicar a presença de fontes de contaminação por carga orgânica de esgotamento sanitário irregular na área de entorno que, por sua vez, alcançam as nascentes por meio das chuvas. Vale destacar que, durante o período chuvoso, tanto as nascentes, quanto o córrego amostrado, apresentaram valores acima dos limites estabelecidos no que se refere à presença de fósforo total, transportado pelo carreamento desses nutrientes até os corpos d'água.

Tabela 2 - Análises físico-químicas e bacteriológicas. Parque Natural Municipal das Aves (período seco: 21 de agosto de 2013)

Parâmetros	Unidade	Nascente 1	Nascente 2	Nascente 5	Nascente 7	Córrego	CONAMA 357/05 V.M.P¹
Vazão	L s ⁻¹	0,04	0,04	0,06	0,05	-	-
pH	-	6,13	5,91	6,14	6,15	7,03	6,0 - 9,0
Turbidez	NTU	16,8	361	1,91	2,73	4,74	100
Nitrito	mg L ⁻¹	0,001	0,07	0,003	0,007	0	1,0
Nitrato	mg L ⁻¹	0,5	2,34	1,52	0,16	12,3	10
Fósforo total	mg L ⁻¹	0,03	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	0,09	0,050 em ambiente intermediário
DBO	mg L ⁻¹ de O ₂	0,3	1,2	0,4	0,2	1,2	5 mg L ⁻¹ O ₂
DQO	mg L ⁻¹ de O ₂	7	6,9	2,21	3,6	<LQ ²	-
Temperatura	°C	15,7	20,1	19	20	17,7	40°C
Coliformes totais	UFC em 100 mL	2470	1081	228	Ausência	3680	1000
Coliformes fecais	UFC em 100 mL	400	52	Ausência	Ausência	410	1000

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 357/05 Art. 15);

² Menor que o Limite de Quantificação (LQ).

Tabela 3 - Análises físico-químicas e bacteriológicas. Parque Natural Municipal das Aves (período chuvoso: 25 de fevereiro de 2014)

Parâmetros	Unidade	Nascente 1	Nascente 2	Nascente 5	Nascente 7	Córrego	CONAMA 357/05 V.M.P ¹
Vazão	L s ⁻¹	0,04	0,04	0,06	0,05	-	-
pH	-	6,40	6,50	6,50	6,50	6,60	6,0 - 9,0
Turbidez	NTU	7,70	1,83	0,51	2,51	19,7	100
Nitrito	mg L ⁻¹	0,002	0,004	0,003	0,004	0,01	1,0
Nitrato	mg L ⁻¹	3,6	1,1	7,6	9,3	9,3	10
Fósforo total	mg L ⁻¹	0,93	0,17	0,22	0,17	0,09	0,050 em ambiente intermediário
DBO	mg L ⁻¹ de O ₂	1,0	0,7	5,7	0,4	0,2	5 mg L ⁻¹ O ₂
DQO	mg L ⁻¹ de O ₂	2,1	1,9	0,8	0,9	2,0	-
Temperatura	°C	19,5	21,5	21	21,5	22,5	40°C
Coliformes totais	UFC em 100 mL	6167,3	71,8	184,6	79,9	140,5	1000
Coliformes fecais	UFC em 100 mL	253	10,0	Ausência	Ausência	39,8	1000

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 357/05 Art. 15).

5.2.1.1 Parâmetros metais pesados das nascentes e do córrego pertencentes ao Parque Natural Municipal das Aves

A partir dos valores de concentração obtidos e que se encontram organizados nos Apêndices B e C, foram elaborados gráficos com os valores da concentração dos elementos detectados nas nascentes e pontos de coleta pertencentes ao atual Parque Natural Municipal das Aves no período seco e chuvoso comparados aos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (Figura 9). Os elementos arsênio, cádmio e cromo foram detectados, porém, foram obtidos valores abaixo dos limites de quantificação do equipamento (Apêndice A) em ambos os períodos monitorados.

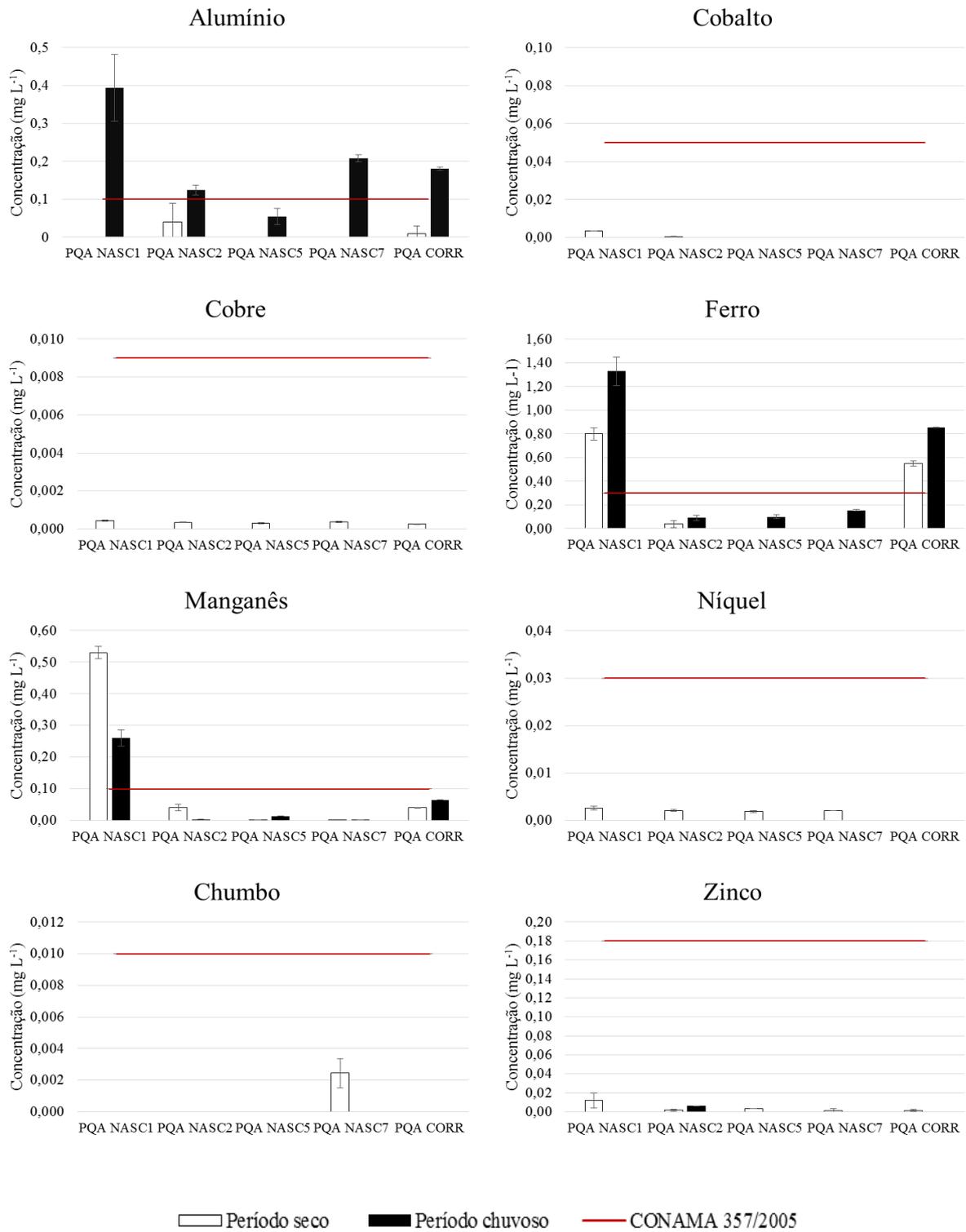
Concentrações de cobalto, cobre, níquel, chumbo e zinco foram detectadas em sua maioria, na estação de estiagem, exceto na 2^a nascente, a qual apresentou valores mais altos na

estação chuvosa comparados à estação seca. Para estes elementos, os valores monitorados encontram-se abaixo do limite máximo permitido. Em se tratando do chumbo, o único ponto no qual observou-se a presença do elemento foi a nascente 7 durante o período seco, um valor de $0,002 \pm 0,001 \text{ mg L}^{-1}$.

O elemento cobre foi encontrado em baixas concentrações no período seco em concentrações semelhantes em todas as nascentes e pontos estudados. Nota-se a variação na concentração dos elementos alumínio, ferro e manganês. Para o alumínio, valores acima do limite máximo permitido foram observados apenas na estação chuvosa nas nascentes 1, 2, 7 e no ponto de coleta do córrego.

Em relação ao ferro, a nascente 1 e o córrego do parque das Aves apresentaram nas duas estações valores acima do limite estabelecido pelo CONAMA e para o manganês apenas na nascente 1 em ambas as estações. Desta forma, foi possível constatar que dentre os pontos amostrados no Parque das Aves, a nascente 1 apresentou concentrações dos elementos alumínio, ferro e manganês acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente, razão pela qual foi procedida a análise dos sedimentos coletados em seu entorno durante os dois períodos de coleta.

Figura 9 - Concentração de metais: Parque Natural Municipal das Aves. Período seco (agosto de 2013) e chuvoso (fevereiro de 2014).



Fonte: Autoria própria.

5.2.2 Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis

As Tabelas 4 e 5 fornecem os resultados dos parâmetros físico-químico e bacteriológicos das nascentes 1 e 3, onde foram possibilitadas as coletas de água, e do córrego, pertencentes ao futuro Parque Natural Municipal dos Quatis no período seco e chuvoso, respectivamente.

Por meio dos valores de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos obtidos nos pontos de coleta do futuro Parque dos Quatis, foi possível observar concentrações acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

Durante a estação seca, a concentração de fósforo total da nascente 1 ultrapassou os limites aceitáveis pela referida resolução. Para a nascente 3, o valor do pH ficou abaixo do recomendado pela norma (pH ácido) e o parâmetro coliformes totais ficou acima dos valores estabelecidos. Para o córrego, valores não enquadrados nos limites aceitáveis foram detectados para o fósforo total e para a DBO ($6,1 \text{ mg L}^{-1}$ de O_2).

Em função do escoamento superficial ocorrido ao longo da estação chuvosa, foi possível observar um aumento no valor de concentração dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos de uma forma geral, em comparação ao período de estiagem. Desta forma, o aumento na concentração de fósforo total, nitrato e coliformes totais, ultrapassaram os limites aceitáveis.

Todos os três pontos amostrados no futuro Parque dos Quatis extrapolaram as concentrações permitidas para coliformes totais, sendo que o córrego apresentou valor cerca de dez vezes maior que o recomendado.

Tabela 4 - Análises físico-químicas e bacteriológicas. Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (período seco: 21 de agosto de 2013)

Parâmetros	Unidade	Nascente 1	Nascente 3	Córrego	(continua)
					CONAMA 357/05 V.M.P ¹
Vazão	L s^{-1}	0,07	0,02	-	-
pH	-	6,02	5,56	8,12	6,0 - 9,0
Turbidez	NTU	1,14	1,24	81,2	100
Nitrito	mg L^{-1}	0,007	0,001	0,001	1,0
Nitrato	mg L^{-1}	8,6	5,2	<LQ ²	10

(continuação)

Fósforo total	mg L ⁻¹	0,2	<LQ ²	0,10	0,050 em ambiente intermediário
DBO	mg L ⁻¹ de O ₂	1,3	0,9	6,1	5 mg L ⁻¹ O ₂
DQO	mg L ⁻¹ de O ₂	<LQ ²	1,6	40	-
Temperatura	°C	19	16	16,5	40°C
Coliformes totais	UFC em 100 mL	Ausência	2978	456	1000
Coliformes fecais	UFC em 100 mL	Ausência	Ausência	231	1000

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 357/05 Art. 15);

² Menor que o Limite de Quantificação (LQ).

Tabela 5 - Análises físico-químicas e bacteriológicas. Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (período chuvoso: 25 de fevereiro de 2014)

Parâmetros	Unidade	Nascente 1	Nascente 3	Córrego	CONAMA 357/05 V.M.P ¹
Vazão	L s ⁻¹	0,07	0,02	-	-
pH	-	6,10	6,10	6,20	6,0 - 9,0
Turbidez	NTU	0,78	10	67,5	100
Nitrito	mg L ⁻¹	0,006	0,002	0,001	1,0
Nitrato	mg L ⁻¹	21,1	1,1	0,6	10
Fósforo total	mg L ⁻¹	0,25	0,05	0,17	0,050 em ambiente intermediário
DBO	mg L ⁻¹ de O ₂	0,9	0,7	5,7	5 mg L ⁻¹ O ₂
DQO	mg L ⁻¹ de O ₂	1,0	4	54	-
Temperatura	°C	19	21,5	21,5	40°C
Coliformes totais	UFC em 100 mL	2419	3619,6	10678,6	1000
Coliformes fecais	UFC em 100 mL	461,1	866,4	678,4	1000

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 357/05 Art. 15).

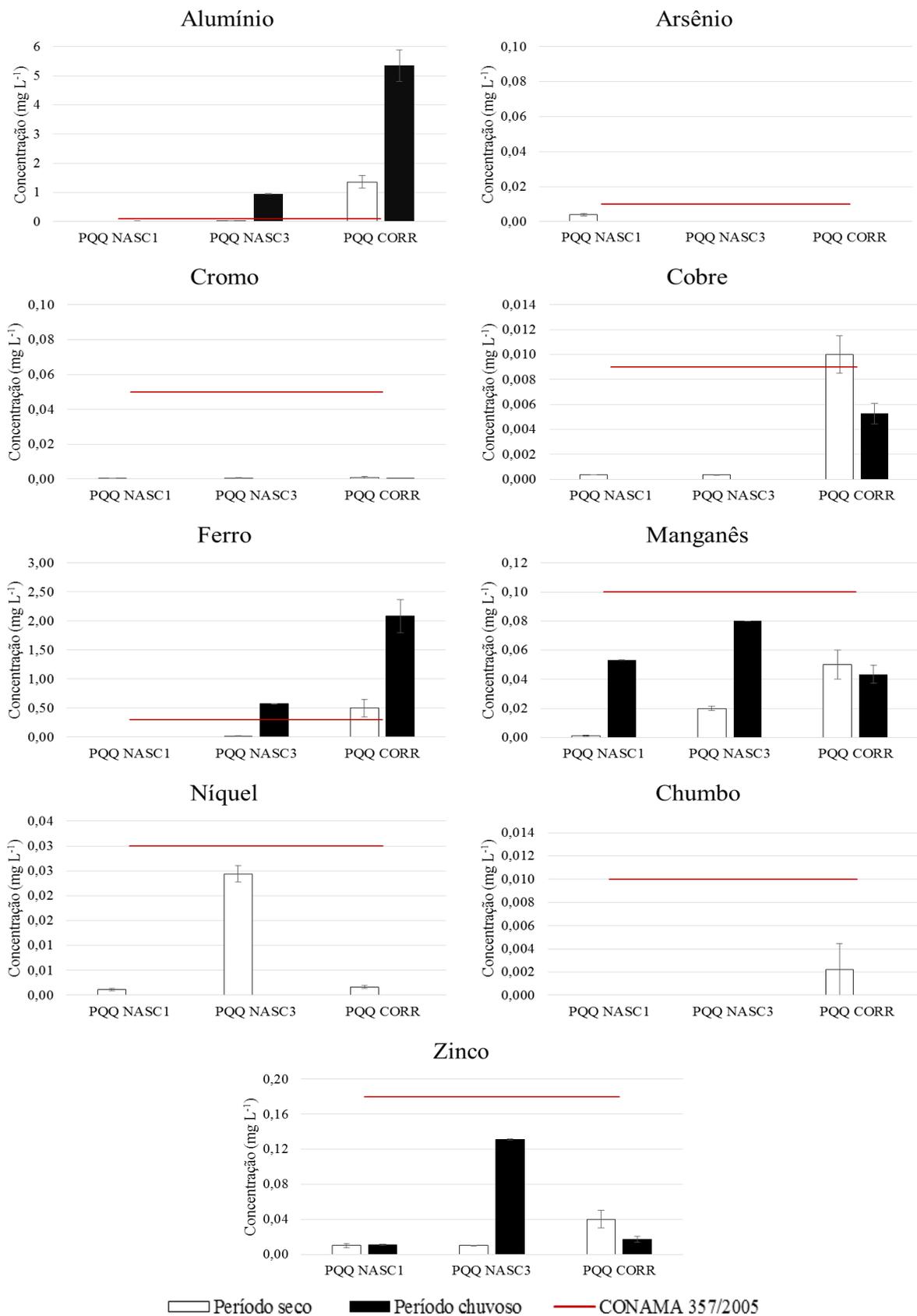
5.2.2.1 Parâmetros metais pesados das nascentes e do córrego pertencentes ao futuro Parque Natural Municipal dos Quatis

A partir dos valores de concentração obtidos e que se encontram organizados nos Apêndices D e E, foram elaborados gráficos com os valores da concentração dos elementos detectados nas nascentes e pontos de coleta pertencentes ao futuro Parque Natural Municipal dos Quatis no período seco e chuvoso comparados aos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (Figura 10). Os elementos cádmio e cobalto não foram detectados em nenhum dos pontos amostrados do Parque. Concentrações de arsênio foram observadas apenas na estação seca na 1ª nascente e, do mesmo modo, no córrego do futuro parque foi detectada concentração de chumbo na estação seca. O elemento cobre apresentou maiores valores de concentração na estação já referida.

Valores de concentração também foram detectados tanto para o manganês como para o zinco não ultrapassando os limites estabelecidos em ambas as estações. O zinco apresentou maior concentração na 3ª nascente, na estação chuvosa e maior concentração do elemento no córrego durante o período de estiagem. Em relação ao manganês, também se notou uma variação de acordo com a estação monitorada. Maiores valores de concentração foram obtidos no período de chuva, enquanto que para o córrego, as concentrações permaneceram equilibradas.

Os elementos alumínio e ferro apresentaram em alguns dos pontos monitorados valores acima dos limites permitidos pela legislação. Em relação ao níquel, foi possível observar o aumento da concentração do elemento em uma ordem crescente partindo-se da primeira nascente até o córrego, contudo apresentando valores dentro dos limites estabelecidos. Para os metais alumínio e ferro foi possível observar um aumento na concentração nas nascentes até o córrego. Para o córrego e para a 3ª nascente, os valores das concentrações obtidas do alumínio e do ferro foram acima do limite estabelecido pelo CONAMA no período chuvoso.

Figura 10 - Concentração de metais: Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis. Período seco (agosto de 2013) e chuvoso (fevereiro de 2014).



Fonte: Autoria própria.

5.3 Determinação de metais dos sedimentos analisados em torno da 1ª nascente do Parque Natural Municipal das Aves

Após a identificação de concentrações acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para as amostras de água, a primeira nascente apresentou maior número de elementos com valores acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Em função disso, foram realizadas análises dos sedimentos em seu entorno imediato. Nestas análises, foram constatadas as presenças dos elementos arsênio, cádmio, cobalto, cromo, cobre, níquel, chumbo e zinco. Dentre os elementos encontrados nas amostras de sedimentos no entorno imediato desta nascente, apenas o elemento arsênio, durante o período seco, apresentou valores de concentração acima dos limites máximos estabelecidos pela resolução relacionada às análises de solo (CONAMA 420/09).

Os valores de metais das amostras de sedimentos estão organizados na Tabela 6.

Tabela 6 - Determinação de metais em sedimentos: Parque Natural Municipal das Aves (período seco: 21 de agosto de 2013 e período úmido: 25 de fevereiro de 2014)

Elemento	Unidade	Resultados		CONAMA 420/09 V.M.P ¹
		2013 seco	2014 úmido	
Arsênio	mg kg ⁻¹	8,8 ²	3,1	5,9
Cádmio	mg kg ⁻¹	0,25	0,19	0,6
Cobalto	mg kg ⁻¹	2,1	2,4	-
Cromo	mg kg ⁻¹	10,3	12,8	37,3
Cobre	mg kg ⁻¹	11	6	-
Níquel	mg kg ⁻¹	6	4	18
Chumbo	mg kg ⁻¹	16,1	12,5	35
Zinco	mg kg ⁻¹	28	17,8	123

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 420/09);

² Valor acima do limite máximo permitido.

6 DISCUSSÃO

Por meio dos diagnósticos ambientais executados nas áreas de estudo, pôde-se avaliar os aspectos de proteção, de ameaça e de significância ecológica, para então serem propostas técnicas embasadas e otimizadas de intervenções físicas e ambientais. Além disso, foi possível o reconhecimento das potencialidades atribuídas às áreas a fim de melhor direcionar suas inerentes multiplicidades de bom uso à população.

Diante disso, estão descritas no Apêndice F e ilustradas no apêndice G as aplicações das ações concretas resultantes dos objetivos deste estudo.

As análises físico-químicas, bacteriológicas e de metais pesados das amostras das águas e sedimentos coletados, possibilitaram seus respectivos enquadramentos conforme os níveis oficialmente aceitáveis.

De forma geral, a quantificação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos mostraram que há variação nos resultados nas estações monitoradas (seca e chuvosa), mesmo com a constatação da manutenção da persistência das vazões das nascentes nos períodos.

Em períodos de chuva, o aumento considerável da concentração de fósforo total para o Parque das Aves e de coliformes totais para o futuro Parque dos Quatis, revelam as influências do entorno das áreas quando há maior escoamento pluviométrico. Assim, o monitoramento e verificação das fontes de contaminação das nascentes e córregos se mostram importantes ferramentas capazes de mitigar e enquadrar os parâmetros aos limites aceitáveis pela resolução vigente.

Geralmente, o pH ácido, detectado no período seco na nascente 3 do futuro Parque dos Quatis, interfere no desenvolvimento larval de diversas espécies aquáticas, podendo comprometer a existência de certas espécies em determinados trechos dos rios (MOTA, 2008).

A turbidez apresentada na nascente 2 do Parque das Aves na estação de estiagem se deve ao fato de encontrar-se em terreno rebaixado e alagadiço.

De acordo com Parry (2008), além da presença de sólidos totais dissolvidos, a turbidez pode estar vinculada à presença de fósforo (P) e aos processos de eutrofização dos corpos d'água. A eutrofização dos corpos d'água é um processo caracterizado pelo aumento de nutrientes no sistema. Afeta a biodiversidade aquática, a saúde humana e os usos múltiplos da água, causando prejuízos ambientais e econômicos. Diferentemente do ambiente encontrado no Parque das Aves, a eutrofização é particularmente mais comum e mais acentuada em corpos d'água de fluxo reduzido, como em ambientes lênticos represados (ANA, 2012).

Com valores superiores aos permitidos, o nitrato foi encontrado no córrego do Parque das Aves no período seco e na nascente 1 do futuro Parque dos Quatis no período úmido. Na solução do solo, o nitrato é facilmente lixiviado e carregado para os fundos de vale. Similarmente ao fósforo, o nitrato em elevadas concentrações pode causar a eutrofização das águas, o que favorece a proliferação de algas, a redução da luminosidade aquática e o aumento da DBO (RESENDE, 2002).

O córrego do futuro Parque dos Quatis acusou valores além dos permitidos para a DBO em ambas as estações do ano. Águas poluídas apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, em decorrência de seu consumo pelos microrganismos (LATUF, 2004). Com isso, faz-se necessária a investigação das causas da poluição do córrego, principalmente durante o trecho em que é canalizado antes de chegar à área do futuro parque.

A constatação da presença de coliformes totais acima dos limites estabelecidos pela resolução pertinente em ambas as estações do ano nas duas áreas (exceto nascente 5, 7 e córrego do Parque das Aves) indica contaminação por dejetos humanos ou de animais. Há com isso, a possibilidade da transmissão de patógenos associados às doenças de veiculação hídrica, o que prejudica a utilização dessas águas para diversos usos (ANA, 2012).

No que concerne aos parâmetros de metais presentes nas águas das nascentes e córregos existentes em ambos os parques, as análises realizadas detectaram valores acima dos limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para os elementos alumínio, ferro e manganês.

As principais origens do alumínio no ambiente ocorrem pelas intempéries climáticas, principalmente da chuva com a estrutura geológica lixiviada que solubiliza o elemento na água com características ácidas ou alcalinas. Sob o aspecto antropogênico, o alumínio também pode ter origens pelas atividades minerárias histórica e intensamente exercidas em Votorantim, bem como pode advir de outros processos industriais (MENDES; OLIVEIRA, 2004).

Em altas concentrações o alumínio é tóxico para os seres vivos, pode causar prejuízos aos sistemas radiculares das plantas e a mortandade da microfauna aquática que é a base da cadeia alimentar (HEMAT, 2009).

A toxicidade aguda do alumínio é fraca. No entanto, o consumo de grandes quantidades pode gerar efeitos nocivos à saúde humana, como ulceração de lábios e boca, anemia, intolerância à glicose e problemas cardíacos (CC).

Apesar de ser um elemento essencial para a saúde humana, o ferro em altas concentrações no organismo pode causar intoxicação com sintomas de diarreia, febre, dores

abdominais, gastrite hemorrágica, lesões no fígado, descalcificação dos ossos e pode ser fatal para crianças (DUFFUS, 1983).

O ferro está presente em muitos minerais, principalmente hematita, magnetita e pirita, quando também é lixiviado pela água. As atividades de mineração também podem contribuir para o incremento do ferro nos sedimentos e na rede hidrológica (RUSSEL, 1994).

O manganês é um metal cinza escuro, duro e quebradiço e encontra-se na natureza combinado com outros elementos, formando minerais, em sua maioria óxidos, mas também hidróxidos, silicatos e carbonatos. Encontra-se no mercado no estado natural e tratado. Este último é beneficiado com o objetivo de ser empregado em diversos produtos, tais como: baterias, agricultura (fertilizantes, fungicidas, rações), agente de secagem de pintura, agentes oxidantes para corantes, aromatizantes e agente de vedação, bem como aplicações no meio ambiente para tratamento de água, controle da poluição do ar e aditivos de combustão (HAROLD; TAYLOR, 1994).

O manganês tem papel importante em todos os organismos animais e vegetais. Nos vegetais, ele participa das enzimas fosfotransferases que atuam no crescimento das plantas e no processo de fotossíntese. O elemento é o 3º metal de transição mais importante na dieta humana (após ferro e zinco). Contudo, o excesso de Mn^{2+} causa problemas respiratórios e desordens neurológicas e motoras (ROCHA; AFONSO, 2012).

Em virtude da nascente nº 1 do Parque das Aves acusar a presença do maior número de elementos (alumínio, ferro e manganês) em desconformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, procedeu-se a análise dos sedimentos coletados em seu entorno imediato durante os períodos de estiagem e de chuvas. Como resultado, evidenciou-se a presença do elemento arsênio com valores de concentração acima dos limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 420/09, que dispõe sobre os valores da qualidade do solo.

A presença de arsênio pode ser explicada em razão das atividades mineradoras historicamente realizadas em Votorantim para a produção de cimento, bem como pela proximidade de uma empresa que faz o seu beneficiamento, instalada no entorno do Parque das Aves. Com isso, pode-se presumir que a fonte do elemento esteja relacionada a estes fatores. Isto porque, após a explosão das rochas para a fabricação do cimento, o arsênio nelas integrante, é liberado no ar e reagem com a água que é carregada até o fundo dos vales (DESCHAMPS; MATSCHULLAT, 2007).

Conforme Deschamps e Matschullat (2007), a toxicidade do arsênio é muito prejudicial aos seres vivos, sofrendo bioacumulação ao longo da cadeia alimentar. Além de prejudicial ao

meio ambiente, a intoxicação por arsênio em humanos pode provocar graves lesões na pele, taquicardia, arritmia ventricular, hipotensão severa, disfunção miocárdica, náusea, vômitos, dor abdominal, hemorragia gastrointestinal, lesões hepáticas, falência renal, renites, asma, má-formação em fetos, fortes dores de cabeça, encefalopatia grave, convulsões e coma.

Por isso, se faz necessária a realização de estudos e relatórios de impacto ambiental específicos para a verificação das reais origens, magnitudes e prejuízos socioambientais deste tipo de poluente relacionado às atividades mineradoras em Votorantim.

Por meio das análises realizadas, poderão ser minimizados ou anulados os possíveis impactos socioambientais eventualmente verificados nas áreas. Com isso, torna-se oportuna a criação dos Parques Naturais Municipais a fim de que, entre outros inúmeros benefícios, sejam possibilitados os contínuos provimentos dos serviços ambientais para a região.

O estabelecimento formal de ambos os parques auxiliará em muito a aproximação física entre os remanescentes florestais do entorno, abrangendo as maiores e mais significativas Unidades de Conservação da região. Para a otimização da conexão florestal entre essas UCs, espera-se a articulação de ações pontuais e conjuntas de recuperação e proteção ambiental dos quatro municípios inseridos territorialmente nesse corredor ecológico, que compreende os municípios de Votorantim, Sorocaba, Araçoiaba da Serra e Iperó.

O envolvimento de diferentes atores e setores organizados da sociedade, sejam eles governamentais, privados e do terceiro setor, comprometidos para com a causa ambiental e motivadores para a formulação e cumprimento de diretrizes ambientais regimentares, constituem-se em representações fundamentais para o bom planejamento ambiental local e regional. Estes engajamentos serão capazes de disseminar, num contexto amplo, a mobilização comunitária necessária às aplicações de mecanismos conservacionistas difundidos e bem-sucedidos, passíveis de serem replicados por outras realidades e expectativas semelhantes para a sustentabilidade regional.

7 COMENTÁRIOS FINAIS

O êxito no reconhecimento e na constante implantação de áreas preservadas no município de Votorantim, bem como suas adequadas manutenções, depende da continuidade gerencial de governos esclarecidos e preocupados com a permanência e o incremento estratégico da qualidade socioambiental da cidade em longo prazo (SANTOS, 2004).

Outra forma de potencializar e perenizar o estabelecimento de áreas verdes se dá com o envolvimento do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA), aliado às demais organizações relacionadas conceitualmente às áreas de interesse ambiental (ZANIN, 2002).

Com isso, além de auxiliar a garantia no provimento dos serviços ambientais e proporcionar a conservação de mosaicos e corredores florestais para a manutenção da biodiversidade, este estudo pode também gerar maior atração da população para com as diversas práticas em contato com a natureza, ao atrelar os aspectos de proteção ambiental aos interesses sociais e à criação de um sentimento coletivo permanente de zelo para com a constante qualidade de vida na região.

Ao instigar o envolvimento social, espera-se ainda suscitar contínuas mobilizações comunitárias para a educação ambiental junto à população, principalmente com as escolas públicas e particulares do município. O envolvimento das novas gerações na temática ambiental deve se tornar inerente a todo processo educacional desde a mais tenra idade.

Após o reconhecimento conceitual e regulamentar dos parques, respaldados por este estudo e pelo próprio anseio coletivo, acredita-se na transcendência dos propósitos multifuncionais das áreas estudadas. Justifica-se este posicionamento pelo fato de que, além do incremento ecológico regional, a instituição da renovada e aprimorada percepção conceitual da população perante as transformações territoriais e socioambientais ocorridas, podem desencadear e catalisar a criação de um sentimento compartilhado de pertencimento local, de empoderamento, de cuidado e preocupação para com as causas ambientais, e de fiscalização sobre a manutenção da qualidade de vida no município, atributos estes consideravelmente passíveis de serem replicados por muitas gerações.

Ao despertar, envolver e apurar o senso amplificado de cuidado local e global de certa parcela da população, poder-se-iam ainda motivar esforços no auxílio para a permanência dos processos evolutivos naturais de que cada ser vivo tem o direito de perpetuar.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1958.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**. Brasília, 2012. 264p.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater**. USA. Washington, 2005.

ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCO, V. **Qualidade da Água em Microbacias Recobertas por Floresta de Mata Atlântica**, Cunha, São Paulo. Revista do Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo, v.10, n.2, p.185-96, 1998.

ÁVILA, C. J.C.P., ASSAD, E.D., VERDESIO, J.J., EID, N.J., SOARES, W.; FREITAS, M. A.V. **Geoprocessamento da Informação Hidrológica**, 1999. In: Freitas, M.A.C. (ed.) O Estado das Águas no Brasil – ANEEL/ SRH/ OMM. Brasília.

BARRELLA, W. *et al.* As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Edusp: FAPESP, 2001.

BOTELHO, S.A.; FARIA, J.M.R.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, Á.V. **Implantação de florestas de proteção**. Lavras, UFLA/FAEPE. 2001.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5. 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 2002. p. 123-145.

BRANDÃO, C. J.; BOTELHO, M. J. C.; SATO, M. I. Z.; LAMPARELLI, M. C.. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

BRASIL. Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o Código Florestal**. Subchefia de assuntos jurídicos, Brasília, DF, 1965.

BRASIL. Decreto n. 530, de 20 de maio de 1992. **Cria a Floresta Nacional de Ipanema**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 21 maio 1992. Seção I, p. 6312.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, **institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**, 2000.

BRASIL. Lei Nº 12.651, 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2012.

CBH-SMT. Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê. **Nossas Águas**. 2ª Edição. Sorocaba, 2012.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade de água interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: Cetesb. 1995. 286 p.

CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Monitoramento climático: Sorocaba**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/MonClim/LMCLimLocal.asp>>. Acesso em 04 de abr. 2015.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 302**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Brasília, DF, 2002.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF, 2002.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação de águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, DF, 2005.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 369**, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de

Preservação Permanente - APP. Brasília, DF, 2006.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 420**, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF, 2009.

COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; PIOVANE, M. R. **Avaliação do teor de metais em sedimento do metais em sedimento do Rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - Petar, São Paulo, Brasil**. Química Nova. São Paulo, v. 29, n. 1, p.40-45, 2006.

DE BASTOS, M. C. **A Neurotoxicidade do Alumínio e Sistemas Neurais de Fosforilação**. Universidade de Aveiro. Departamento de Biologia. Portugal, 2007.

DESCHAMPS, E.; MATSCHULLAT, J. **Arsênio antropogênico e natural: Um estudo em regiões do Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2007. 330p.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. **Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro**. Embrapa Semiárido. Petrolina, PE. 2010. ISSN 1808-9984.

DUFFUS, J. H. **Toxicologia Ambiental**. Ediciones Omega. Barcelona, 1983. 173p.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Biogeografia do bioma cerrado: estudo fitofisionômico na chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2001. 152p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período 2013-2014**. São Paulo: Relatório Técnico, 2015. 60p.

GERDENITS, D. **Caracterização Físico Socioambiental e Enquadramento de Áreas Verdes Urbanas de Votorantim-SP**. Relatório técnico apresentado para a obtenção do grau de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental. Universidade Federal de São Carlos campus Sorocaba. UFSCAR, 2013.

HARMANCIOGLU, N.B.; OZKUL, S.A.; ALPLASN, M.N. Water monitoring and network design. In: HARMANCIOGLU, N.B.; SINGH, V.P.; ALPASLAN, M.N. (Ed.)

Environmental data management. The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 61-100.

HAROLD, A.; TAYLOR, JR. Manganese minerals. In: **Industrial Minerals and Rocks**, 6th Edition, D. D. Carr (Senior Editor), Society of Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Littleton, Colorado, 1994. 1196p., p.655-660.

HEMAT, R.A.S. **Water.** Urotext. Dublin, Ireland, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro, 1992. 92 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira:** sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Manuais Técnicos em Geociências número 1. 2ª Edição revista e ampliada. Rio de Janeiro, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@. População Estimada 2014.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em 28 de ago. 2014a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@. População Estimada 2014.** Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=355700&se arch=saopaulo|votorantim>>. Acesso em 28 de ago. 2014b.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10).** Relatório Final. São Paulo, 2006. (Relatório Técnico, 91.265-205).

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10).** Revisão para Atendimento da Deliberação CRH – 62. São Paulo, 2008. (Relatório Técnico, 104.269-205).

JENKINS, A.; PETERS, N. E.; RODHE, A. Hidrology. In: **Biogeochemistry of Small Catchments: a Tool for Environmental Research.** John-Wiley, 1994. p. 51-54.

LARSEN, J. **The Sixth Great Extinction: a Status Report.** Earth Policy Institute, 2004. Disponível em: <http://www.earth-policy.org/plan_b_updates/2004/update35> Acesso em: 12 de mar. 2014.

LATUF, M. O. **Diagnóstico das Águas Superficiais do Córrego São Pedro, Juiz de Fora-MG**. Geografia-Londrina-Vol. 13. Nº 1 – JAN./JUN. 2004. Disponível em <http://www.geo.uel.br/revista>>. Acesso em: 15 de mai. 2013.

LIMA, W. de P. **Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986. 242p.

LIMA, W. de P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R., LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp: FAPESP, 2001. p. 33-44.

MACHADO, R. E.; VETTORAZI, C. A.; XAVIER, A. C. **Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.27, p.727-733.

MADEIRA N., J. Comportamento espectral dos solos. In: Meneses, P. R.; Madeira Netto, J. **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: UnB, 2001.

MATHEUS, C.E.; MORAES, A. J.; TUNDISI, T. M.; TUNDISI, J.G. **Manual de análises limnológicas**. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, 1995. 62 p.

MENDES, B., OLIVEIRA, J. F. **Qualidade da água para consumo humano**. Portugal: LIDEL, Edições Técnicas, 2004.

MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. 2003. 96p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MOTA, S. **Gestão dos recursos hídricos** – 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

KÖPPEN, W. **Climatologia, com um estúdio de los climas de la tierra**. Madri, 1948.

ODUM, H. T. **Ecologia**. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro, 1988.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J. de; MELLO, J.M. de; GAVILANES, M.L. **Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG)**. Revista Brasileira de

Botânica, São Paulo, 1994a. v.17, n.1, p.67-85.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. *et al.* Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, 1994b. v. 10, n. 4.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: Legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônômico/Embrapa Solos. 1999. 64 p.

PALMA-SILVA, G. M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí - SP**. 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

PARRY, R. Agriculture phosphorus and water quality: a U.S. Environmental Protection Agency perspective. **Journal of Environmental Quality**, v.27, p.258-261, 1998.

PETERS, C. A.; WARD, R. C. **A framework for 'constructing' water quality monitoring programs**. *Water Resources Impact*, v.5, n.5, p.3-7, 2003.

QUEIROZ, A. M. **Caracterização limnológica do lagamar do Cauípe – Planície Costeira do município de Caucaia – CE**. 2003. 204 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, 2003.

RESENDE, A. V. de. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Embrapa Cerrados. Documentos. 2002. 29p.

ROCHA, R. A. da.; AFONSO, J. C., Manganês. In: **XVI Encontro Nacional de Química**. *Rev. Química Nova na Escola*. v.34, n.2, p.103-105, 2012.

ROSA, J. A. Alckmin sanciona a Região Metropolitana de Sorocaba. **Jornal Cruzeiro do Sul**, Sorocaba, 09 maio 2014. Região. Disponível em: <<http://www.cruzeirosul.inf.br/materia/546011/alckmin-sanciona-a-regiao-metropolitana-de-sorocaba>>. Acesso em: 05 de jun. 2014.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2a ed. Vol. 2. Editora Makron Books. São Paulo, 1994.

RYFF, T. **O estado, a fusão e a região metropolitana**. O estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1995. p. 10-47.

SANTOS, S.N. dos. **Cultura e planejamento ambiental: os parques urbanos de Curitiba.** In: SANTOS, J.E. dos; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J.S.; OLIVEIRA, C.H; PIRES, A.M.Z.C.R. Faces da polissemia da paisagem – ecologia, planejamento e percepção. Vol 2. São Carlos: RiMa, 2004. 457-485 p.

SÃO PAULO. Lei Estadual nº 10.100, de 1º de outubro de 1998. **Declara Área de Proteção Ambiental o entorno da Represa de Itupararanga.** Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/lei/1998/1998-Lei-10100.pdf>> Acesso em: 08 de jun.2014.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. SMA. **Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo 2006.** São Paulo, 2006. 498 p.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA 08, de 31 de janeiro de 2008. **Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas.** Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2008.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. SMA. Fundação Florestal. FF. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Itupararanga.** 2010. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/PM_%20APA_Itup_final.pdf>. Acesso em: 25 de fev. 2014.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. SMA. Programa Município VerdeAzul. **Manual de Orientações,** São Paulo, 2013. 47 p.

SÃO PAULO. Lei Complementar Estadual Nº 1.241, de 09 de maio de 2014. **Cria a Região Metropolitana de Sorocaba, e dá providências correlatas.** Assembleia Legislativa do Estado. 08 de maio de 2014a. Disponível em: <<http://governo-sp.jusbrasil.com.br/legislacao/118680717/lei-complementar-1241-14-sao-paulo-sp?ref=home>>. Acesso em: 08 de jun. 2014.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA 32, de 03 de abril de 2014. **Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração no Estado de São Paulo e dá providências correlatas.** Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2014b. SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Perfil Regional.** Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/perfil_regional/index.php>. Acesso em: 04 de jun. 2014.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. **Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo**

utilizando simulador de chuva. Revista Engenharia Agrícola, v.25, n.2, p.409-419, 2005.

SOROCABA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Downloads. **Programa de Recuperação de Mata Ciliar e Nascentes do Município de Sorocaba, 2010.** Disponível em: <<http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/Pagina.aspx?pg=23>> Acesso em: 15 de mai. 2013.

STEFANELLO, D.; FERNANDES-BULHAO, C.; MARTINS, S. V. **Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio Pindaíba, MT.** Revista Árvore. v.33, n.6, pp. 1051-1061, 2009.

SUGIMOTO, S.; NAKAMURA, F.; ITO, A. **Heat budget and statistical analysis of the relationship between stream temperature and riparian forest in the Toikanbetsu river basin, Northern Japan.** Journal of Forest Research, Ottawa, v.2, n.2, p.103-7, 1997.

TABARELLI, M.; BAIDER, C.; MANTOVANI, W. **Efeitos da fragmentação na floresta atlântica da bacia de São Paulo.** Hoehnea, 25: 169-186, 1998.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.** 2005. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

VAN den BERG, E. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta ripária em Itutinga - MG, e análise das correlações entre variáveis ambientais e a distribuição das espécies de porte arbóreo-arbustivo.** 1995, 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124 pp. Rio de Janeiro, 1991.

VOTORANTIM. Lei Nº 989 de 26 de outubro 1992. **Dispõe sobre a política de proteção, controle, conservação e recuperação do meio ambiente e altera dispositivos da Lei Nº 557 de 27 de dezembro de 1.985, nas condições que menciona e dá outras providências.** Câmara municipal, 1992.

VOTORANTIM. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. SEMA. **Plano de Drenagem das Microbacias dos Córregos do Cubatão e do Vidal com Atualização do Estudo das Áreas de Risco.** Projeto financiado pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), 2013a.

VOTORANTIM. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. SEMA. **Programa de Recuperação de Áreas Ciliares nas Zonas Rurais e Urbanas no Município de Votorantim**. Votorantim, 2013b.

VOTORANTIM. Lei Nº 078 de 11 de novembro de 2013. **Dispõe sobre denominação do próprio municipal – Parque Ecológico “Jhosely Lopes dos Santos”**. Câmara Municipal de Votorantim. Votorantim, 2013c.

VOTORANTIM. Lei Nº 07 de 10 de março de 2015. **Dispõe sobre denominação do próprio municipal – Parque Natural “Sebastião Sueiro”**. Câmara Municipal, 2015.

ZANIN, E. M. Caracterização ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque Municipal Longines Malinowski – Erechim – RS. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2002. 163p.

Apêndice A - Limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) obtidos para os elementos metálicos quantificados nos pontos de coleta no período seco (2013) e chuvoso (2014)

Limites	Alumínio	Arsênio	Cádmio	Cobalto	Cromo	Cobre	Ferro	Manganês	Níquel	Chumbo	Zinco
LD ($\mu\text{g L}^{-1}$)	45,98	22,06	1,52	4,60	1,02	1,22	4,52	0,67	6,64	22,37	1,18
LQ ($\mu\text{g L}^{-1}$)	153,27	73,55	5,05	15,32	3,39	4,07	15,08	2,23	22,13	74,57	3,92

Ano de 2014											
Limites	Alumínio	Arsênio	Cádmio	Cobalto	Cromo	Cobre	Ferro	Manganês	Níquel	Chumbo	Zinco
LD ($\mu\text{g L}^{-1}$)	20,82	26,50	1,38	2,34	2,17	0,52	17,52	0,21	8,43	14,07	1,72
LQ ($\mu\text{g L}^{-1}$)	69,41	88,32	4,59	7,81	7,23	1,72	58,39	0,69	28,11	46,89	5,73

Fonte: Autoria própria.

LQ: Limite de Quantificação;

LD: Limite de Detecção.

Apêndice B - Tabela de metais totais: Parque Natural Municipal das Aves (período seco: 21 de agosto de 2013)

Elemento	Concentração ± SD (mg L ⁻¹)					
	Ponto 1 Córrego	Nascente 1	Nascente 2	Nascente 5	Nascente 7	CONAMA 357/05 V.M.P ¹ Classe I (mg L ⁻¹)
Alumínio	0,01 ± 0,02	<LD ³	0,04 ± 0,05	<LD ³	<LD ³	0,1
Arsênio	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	0,01
Cádmio	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	0,01
Cobalto	<LQ	0,0030 ± 0,00003	0,0004 ± 0,0002	<LQ ²	<LQ ²	0,05
Cromo	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	0,05
Cobre	0,0003 ± 0,0001	0,0004 ± 0,0001	0,0004 ± 0,0001	0,0003 ± 0,0001	0,0004 ± 0,0004	0,01
Ferro	0,55 ± 0,02	0,80 ± 0,05	0,04 ± 0,03	<LQ ²	<LQ ²	0,3
Manganês	0,040 ± 0,002	0,53 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,0030 ± 0,0002	0,0010 ± 0,0001	0,1
Níquel	<LQ ²	0,0030 ± 0,0004	0,0020 ± 0,0003	0,0020 ± 0,0002	0,00200 ± 0,00004	0,03
Chumbo	<LQ ²	<LQ	<LQ ²	<LQ ²	0,002 ± 0,001	0,01
Zinco	0,002 ± 0,001	0,012 ± 0,008	0,002 ± 0,001	0,0040 ± 0,0001	0,001 ± 0,002	0,18

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 357/05 Art. 15);

² <LQ: Menor que o Limite de Quantificação;

³ <LD: Menor que o Limite de Detecção.

Apêndice C - Tabela de metais totais: Parque Natural Municipal das Aves (período úmido: 25 de fevereiro de 2014)

Elemento	Concentração ± SD (mg L ⁻¹)					CONAMA 357/05 V.M.P ¹ Classe I (mg L ⁻¹)
	Ponto 1 Córrego	Nascente 1	Nascente 2	Nascente 5	Nascente 7	
Alumínio	0,180 ± 0,004	0,39 ± 0,09	0,12 ± 0,01	0,05 ± 0,02	0,21 ± 0,01	0,1
Arsênio	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,01
Cádmio	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,01
Cobalto	<LD ³	<LQ	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,05
Cromo	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,05
Cobre	<LD ³	<LQ	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,01
Ferro	0,85 ± 0,02	1,33 ± 0,12	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,3
Manganês	0,060 ± 0,001	0,26 ± 0,03	0,0040 ± 0,0001	0,010 ± 0,001	0,0020 ± 0,0001	0,1
Níquel	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,03
Chumbo	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,01
Zinco	<LQ ²	<LQ ²	0,0060 ± 0,0002	<LQ ²	<LQ ²	0,18

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 357/05 Art. 15);

² <LQ: Menor que o Limite de Quantificação;

³ <LD: Menor que o Limite de Detecção.

Apêndice D - Tabela de metais totais: Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (período seco: 21 de agosto de 2013)

Elemento	Concentração ± SD (mg L ⁻¹)			
	Ponto 1 Córrego	Nascente 1	Nascente 3	CONAMA 357/05 V.M.P ¹ Classe I (mg L ⁻¹)
Alumínio	1,36±0,22	<LD ³	0,01±0,01	0,1
Arsênio	<LQ ²	0,004 ± 0,0006	<LQ ²	0,01
Cádmio	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	0,01
Cobalto	<LQ ²	<LQ ²	<LQ ²	0,05
Cromo	0,0003 ± 0,0001	0,0006 ± 0,0002	0,001 ± 0,0006	0,05
Cobre	0,01 ± 0,001	0,0004 ± 0,000003	0,0004 ± 0,00002	0,01
Ferro	0,5 ± 0,15	<LQ ²	0,020 ± 0,004	0,3
Manganês	0,05 ± 0,01	0,0010 ± 0,0002	0,020 ± 0,002	0,1
Níquel	0,0020 ± 0,0003	0,0010 ± 0,0002	0,020 ± 0,002	0,03
Chumbo	0,010 ± 0,002	<LQ ²	<LQ ²	0,01
Zinco	0,04 ± 0,01	0,010 ± 0,002	0,0100 ± 0,0003	0,18

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 357/05 Art. 15);

² <LQ: Menor que o Limite de Quantificação;

³ <LD: Menor que o Limite de Detecção.

Apêndice E - Tabela de metais totais: Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (período úmido: 25 de fevereiro de 2014)

Elemento	Concentração ± SD (mg L ⁻¹)			
	Ponto 1 Córrego	Nascente 1	Nascente 3	CONAMA 357/05 V.M.P ¹ Classe I (mg L ⁻¹)
Alumínio	5,4 ± 0,54	0,008 ± 0,03	0,95 ± 0,004	0,1
Arsênio	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,01
Cádmio	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,01
Cobalto	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,05
Cromo	<LQ ²	<LD ³	<LD ³	0,05
Cobre	0,005 ± 0,001	<LD ³	<LQ ²	0,01
Ferro	2,08 ± 0,28	<LQ ²	0,600 ± 0,002	0,3
Manganês	0,040 ± 0,006	0,05 ± 0,0002	0,08 ± 0,0001	0,1
Níquel	<LD ³	<LQ ²	<LD ³	0,03
Chumbo	<LD ³	<LD ³	<LD ³	0,01
Zinco	0,017 ± 0,003	0,0110 ± 0,0007	0,1300 ± 0,0006	0,18

Fonte: Autoria própria.

¹ Valor Máximo Permitido (CONAMA 357/05 Art. 15);

² <LQ: Menor que o Limite de Quantificação;

³ <LD: Menor que o Limite de Detecção.

Apêndice F - Ações concretas resultantes dos objetivos deste estudo

Torna-se necessário informar que diversas ações didáticas e práticas já foram implementadas advindas e no decorrer deste estudo, conforme descrição que segue abaixo e nas fotografias do Apêndice G.

- Inclusão da proposta de criação dos Parques Naturais Municipais das Aves e dos Quatis nas pautas de reuniões do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) do município de Votorantim;
- Divulgação pública em jornais e páginas eletrônicas municipais e regionais sobre as criações dos Parques Naturais Municipais envolvidos neste estudo;
- Elaboração técnica e jurídica para encaminhamento dos dois decretos de criação de Parques Naturais Municipais em Votorantim;
- Diversas ações com atividades de educação e mobilização ambiental junto à comunidade, escolas e grupos de escoteiros em ambas as áreas deste estudo;
- Ações práticas de melhorias físicas e ambientais em ambas as áreas, realizadas pela Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), sendo:
- Atual Parque Natural Municipal das Aves (Lei Municipal nº 78/13):

Foram realizados serviços de revitalização e reforma estrutural da praça, da pista de caminhada com pintura, da quadra poliesportiva com traves, cestas de basquete e alambrado, da iluminação pública, do gramado e das redes de drenagem. Além da implantação de trilha ecológica; construção de arquibancada, dos portais de entrada ao parque, dos pergolados; instalação dos equipamentos de academia ao ar livre e cercamento em todo o perímetro da área com mourões de Eucalipto com o intuito de inibir e dificultar o descarte irregular de resíduos, ao mesmo tempo em que permite a livre circulação da fauna.

Houve ainda a retirada de resíduos sólidos, principalmente de entulhos da construção civil; instalações de lixeiras fixas confeccionadas com o reaproveitamento de pneus inservíveis perfurados para não acumularem água; instalações de placas informativas sobre a proibição no descarte de resíduos na área e também sobre as informações dos atributos ecológicos do parque. Plantio de aproximadamente 1.500 árvores nativas com a participação conjunta da comunidade e do poder público municipal, implantação de placas informativas nos perímetros dos futuros parques sobre a proibição legal de despejo irregular de resíduos sólidos e sobre a prática de remoção de árvores exóticas fora das APP.

Outra ação constante no local, no ano de 2014, foi a substituição por espécies arbóreas nativas pela retirada pré-anunciada à população, por meio de faixas informativas, da espécie

invasora e exótica mexicana *Leucena (Leucaena leucocephala)*, maciçamente proliferada no território brasileiro, que está entre as cem espécies invasoras mais agressivas do planeta. Tal espécie tem imenso potencial de produção e germinação de sementes, inclusive em locais rústicos e impróprios em comparação ao estabelecimento de espécies nativas regionais. Por serem monodominantes, as (*L. leucocephala*) causam grandes prejuízos à biodiversidade regional, pois, em suma, impossibilitam a ocupação física das espécies vegetais nativas, essenciais à manutenção evolutiva da biodiversidade regional (DRUMOND e RIBASKI, 2010). Além disso, as (*L. leucocephala*) lançam enorme quantidade de matéria orgânica seca no solo, convertendo-se em combustível bastante eficiente para a propagação de queimadas. Por este e outros motivos, soma-se a necessidade de instalação de hidrantes em alguns pontos da área para combate às possíveis queimadas (GERDENITS, 2013).

• Futuro Parque Natural Municipal dos Quatis (Lei Municipal nº 07/15):

No interior da área há uma estação elevatória de esgoto do extinto Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Votorantim (SAAE), atualmente administrada pela Concessionária Águas de Votorantim. Da estação elevatória havia a saída de esgoto *in natura* em três pontos do córrego que atravessa a mata, o que causava intensa poluição. Em 2013, após encaminhamento oficializado de relatório descritivo por parte da SEMA sobre o problema, a concessionária de águas do município canalizou a estação junto à rede coletora de esgoto, eliminando assim, a ameaça mais nociva na área e adjacências.

Desde o ano de 2013, a Prefeitura Municipal de Votorantim realizou diversas intervenções na área do futuro Parque Natural Municipal dos Quatis, a fim de adequá-lo estruturalmente e restaurá-lo ambientalmente. As principais ações de melhoria executadas foram a retirada de resíduos sólidos, instalação de placas de proibição de descarte irregular de resíduos, instalação de lixeiras fixas, retirada da árvore *Leucena*, plantio de 750 árvores nativas no entorno do córrego que atravessa a área e das três nascentes existentes, construção de cerca no perímetro do futuro parque, serviços de roçagem das gramíneas, contenção da erosão e estabilização do solo.

Para os serviços de reforma estrutural da praça e da futura pista de caminhada, serão ainda acertadas ações junto à Secretaria de Obras e Urbanismo (SOURB), bem como da Secretaria de Desporto (SEDESP) para a revitalização da praça, da quadra esportiva e para a instalação dos equipamentos de academia ao ar livre e *playground*.

Em função do péssimo costume da comunidade em descartar irregularmente resíduos sólidos num ponto específico limítrofe a esta área, será ainda implantado um Ecoponto

estrutural múltiplo, para que a população da redondeza possa depositar diversos tipos de resíduos a serem reencaminhados para o futuro aterro de inertes de Votorantim.

Este Ecoponto será construído em uma área de aproximadamente 300 m², com piso impermeabilizado, cobertura contra chuvas, guarita de monitoramento, iluminação noturna e baias para acondicionamento de restos de resíduos de poda e jardinagem, madeira, resíduos da construção civil (RCC de pequenas reformas e obras), resíduos volumosos (colchão, geladeira, sofá, etc), pneus inservíveis, lâmpadas fluorescentes, bitucas de cigarro, resíduos eletrônicos, pilhas, baterias e materiais recicláveis.

Com isso, almeja-se que o Parque Natural Municipal dos Quatis seja efetivamente criado até o final do ano de 2015.

Para atendimento da demanda de cerca de 400 famílias na região, no mês de março de 2015, foi inaugurada uma Unidade de Saúde da Família limítrofe à área norte do futuro parque, vizinha ao bairro Jardim Cristal. Ao lado da Unidade de Saúde será ainda inaugurada a “Praça de Esporte e Cultura” para usos múltiplos pela comunidade, fato que incrementará a utilização do espaço do futuro Parque dos Quatis pela população em geral.

Espera-se que com o início das ações devidamente planejadas nas áreas de ambos os parques, sejam concretizados os intuitos suplementares deste estudo, a seguir especificados.

- Incremento qualitativo dos Parques Naturais Municipais de Votorantim e conseqüentemente dos demais fragmentos nativos da região;
- Reprodução, manutenção e perpetuação da flora e fauna regionais por meio da conectividade entre os remanescentes florestais;
- Favorecimento para maior drenagem e conforto climático na região;
- Inibição da ocupação irregular e a má utilização das áreas;
- Intensificação das interações sociais, das práticas culturais e esportivas nas áreas;
- Organização e execução de ações de educação ambiental junto à comunidade e às unidades escolares;
- Intensificação dos registros de denúncias da população sobre as práticas danosas praticadas no município e conseqüentemente, o incremento na fiscalização formal realizada pelos órgãos competentes;
- Replicação do modelo metodológico deste estudo como proposta conservacionista de políticas públicas ambientais para outros municípios.

Apêndice G – Registros fotográficos das ações concretas resultantes dos objetivos deste estudo

Fotografia 1 – Coleta e análise de água e sedimentos.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 2 – Coleta e educação ambiental: Parque das Aves.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 3 – Recuperação Parque das Aves.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 4 – Recuperação Parque das Aves.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 5 – Recuperação e educação ambiental: Parque das Aves.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 6 – Inauguração Parque das Aves.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 7 – Inauguração Parque das Aves.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 8 – Inauguração Parque das Aves.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 9 – Córrego e poluição: futuro Parque dos Quatis.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 10 – Recuperação futuro Parque dos Quatis.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 11 – Recuperação futuro Parque dos Quatis.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 12 – Recuperação e educação ambiental: futuro Parque dos Quatis.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 13 – Córrego e nascente: futuro Parque dos Quatis.



Fonte: Ricardo Naccarati

Fotografia 14 – Recuperação e educação ambiental: futuro Parque dos Quatis.



Fonte: Ricardo Naccarati