

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO
AMBIENTAL

ARIANA GUIMARÃES DA SILVA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO
MANDAQUI, SÃO PAULO (SP), PARA A IMPLANTAÇÃO DE ÁREAS
VERDES URBANAS

Sorocaba
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO
AMBIENTAL

ARIANA GUIMARÃES DA SILVA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO
MANDAQUI, SÃO PAULO (SP), PARA A IMPLANTAÇÃO DE ÁREAS
VERDES URBANAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental – PPGSGA da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.

Orientação: Prof. Dr. Emerson Martins Arruda

Sorocaba
2018

Guimarães da Silva, Ariana

Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Mandaqui, São Paulo (SP), Para a Implantação de Áreas Verdes Urbanas / Ariana Guimarães da Silva. -- 2018.

119 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Emerson Martins Arruda

Banca examinadora: Ismail Barra Nova de Melo, Renata Cristina Batista Fonseca

Bibliografia

1. Área Verde Urbana. 2. Infraestrutura Verde. 3. Bacia Hidrográfica. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

ARIANA GUIMARÃES DA SILVA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO
MANDAQUI, SÃO PAULO (SP), PARA A IMPLANTAÇÃO DE ÁREAS
VERDES URBANAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental – PPGSGA da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental. Sorocaba, 02 de fevereiro de 2018.

Orientador:

Prof. Dr. Emerson Martins Arruda
UFSCar-Sorocaba

Examinador:

Prof. Dr. Ismail Barra Nova de Melo
UFSCar-Sorocaba

Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Renata Cristina Batista Fonseca
UNESP-Botucatu

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmãos pelo exemplo,
incentivo, amor e carinho.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente à Deus pela presença em minha vida e por me presentear com tantas pessoas especiais ao meu convívio.

Aos meus pais Francisco e Naidir, que apesar de todas as adversidades sempre lutaram pela educação de seus filhos. Aos meus irmãos Thiago e Diego; e irmãs Nadilma, Renata e Mariane pelo carinho e compreensão ao longo de uma vida. Amo vocês.

Agradeço também minhas cunhadas Dayane e Florence, e meus primos Antônio, Henrique e Ana Beatriz, que sempre trazem alegria para o meu dia.

Às minhas eternas amigas Tatiana, Juliana e Rosa pelo companheirismo e amizade de longa data. À Camila e Daniela pelo amor, incentivo, risadas e acima de tudo paciência. À Tamiris e Silvia por toda amizade e piadas incansáveis.

Ao Prof. Dr. Emerson Martins Arruda, por me orientar e conduzir este trabalho com extrema competência e carinho, seus conselhos foram muito valiosos. Muito obrigada.

Aos professores e à secretária do PPGSGA, por toda dedicação e trabalho desenvolvido. Aos professores Ismail Barra Nova de Melo e Maria Inez Pagani que aceitaram participar da banca de qualificação, deixando contribuições significativas e valiosas para a concretização deste trabalho. Muito obrigada pela força.

Aos meus amigos da turma do mestrado, por todos os momentos divididos: aulas, dúvidas, angústias e alegrias, além dos ótimos cafezinhos e pãezinhos recheados nas horas de descanso. Foi bom poder contar com vocês!

À toda minha turma de graduação XVIII Engenharia Florestal pela amizade e por inesquecíveis momentos compartilhados. À todos meus professores da UNESP-Botucatu que contribuíram para minha formação não somente profissional mas como ser humano. Em especial à prof.^a Dr.^a Renata Cristina, a quem eu admiro e agradeço por todos os ensinamentos.

Agradeço em especial à Gabriela Galetti pelo incentivo e sugestões para o início do mestrado no programa. À Carla Cristina Cassiano e Giulia Lembo Caterina por todo auxílio, contribuições, ensinamentos e conhecimentos compartilhados, e acima de tudo pelas manifestações positivas em meus momentos de desânimo. Eternamente grata!

Finalmente agradeço minha família de Sorocaba, Tia Nicéia, Cleiton, Néia, Evellyn, Kauê, Drielle e minha querida prima Eglinara, que tão generosamente me abrigou e incentivou meus estudos desde o início. Obrigada por todo o carinho.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desse trabalho.

RESUMO

SILVA, A. G. da. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Mandaqui, São Paulo (SP), para a Implantação de Áreas Verdes Urbanas. 2018. 119 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2018.

A existência das áreas verdes no meio urbano sempre foi justificada pelo potencial de suas funções ecológicas e benefícios ambientais atuarem diretamente na qualidade de vida da população, exercendo papel preponderante através da amenização das consequências negativas da urbanização. Quando se apresentam conectadas, favorecem a formação de uma rede integrada de fragmentos permeáveis e vegetados, compondo a Infraestrutura Verde. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo principal realizar a análise ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui, São Paulo (SP), como subsídio à identificação de áreas prioritárias para a implantação de áreas verdes. Como proposta metodológica utilizou-se um conjunto de ferramentas de um Sistema de Informações Geográficas – SIG para a interpretação espacial dos dados, análise estatística e elaboração dos produtos cartográficos. Os mapas gerados foram utilizados para caracterização física da área e sua análise ambiental. Foram identificadas diversas fragilidades ambientais, como intensa ocupação urbana, com acentuada impermeabilização do solo, áreas sujeitas à inundação e à ocorrência de processos erosivos, ocupação das cabeceiras de drenagem, descaracterização dos fundos de vale, ocupação irregular das margens dos córregos. Após a análise ambiental foi elaborado os mapas de uso e ocupação do solo e parâmetros de prioridade, que associados permitiram a escolha de unidades territoriais aptas para a implantação de áreas e corredores verdes de acordo com as condicionantes estabelecidas.

Palavras-chave: Infraestrutura Verde. Corredor Verde. Fundo de Vale.

ABSTRACT

SILVA, A. G. da. Environmental diagnosis of the Mandaqui watershed, São Paulo (SP) for urban green areas implantation. 2018. 119 f. Dissertation (Master in Sustainability in Environmental Management) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2018.

The existence of green areas in urban environments has always been justified by the potential of their ecological functions and environmental benefits acting directly on the population life quality, exerting a role through the mitigation of urbanization negative consequences. When green and urban areas are connected, favor the formation of an integrated network of permeable and vegetated fragments, composing a Green Infrastructure. In this sense, the main objective of this work was to carry out an environmental analysis of the Mandaqui watershed, located in São Paulo (SP), as a subsidy to identify priority areas for green areas implantation. Geographic Information System (GIS) tools were used to data spatial interpretation, statistical analysis and cartographic products elaboration. The maps generated were used to determine the area physical characterizations and its environmental analysis. Several environmental fragilities were identified, such as intense urban occupation, with severe soil sealing, areas subject to flooding, occurrence of erosive processes, occupation of drainage headwaters, demarcation of valley bottoms, and irregular occupation of river banks. After the environmental analysis, land use and occupation and priority parameters maps were elaborated, which allowed the selection of territorial units suitable for green areas and greenways implantation according to established constraints.

Keywords: Green Infrastructure. Greenways. Bottom of valley.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização da bacia hidrográfica do Mandaqui no município de São Paulo.	35
Mapa 2 - Divisão da bacia hidrográfica do Mandaqui em alta, média e baixa bacia. ...	55
Mapa 3 - Rede de drenagem da bacia do Mandaqui.....	57
Mapa 4 - Mapa hipsométrico da bacia do Mandaqui.	62
Mapa 5 - Classes de declividade da bacia do Mandaqui.	64
Mapa 6 - Mapa geotécnico da bacia do Mandaqui.	69
Mapa 7 - Mapa remanescentes da Mata Atlântica da bacia do Mandaqui.	73
Mapa 8 – Mapa de Uso do e Ocupação do Solo da bacia do Mandaqui.	91
Mapa 9 – Mapa Parâmetros de Prioridade.....	96
Mapa 10 - Mapa das Áreas Propostas para Implantação de Áreas Verdes.	99

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Corredores Verdes no município de Maringá-PR.	32
Foto 2 - Imagem ilustrando a antiga Ponte das Bandeiras, meio de ligação entre o centro da cidade e o bairro de Santana.	38
Foto 3 - Antiga estação do Mandaqui, do famoso <i>Tramway</i> da Cantareira.....	38
Foto 4 - Prédio do jornal O Estadão recém-inaugurado, em meado dos anos 70, construído na planície aluvial do córrego Mandaqui, início da Avenida Eng. Caetano Álvares.....	40
Foto 5 - Vegetação localizada na Invernada da Polícia Militar.	45
Foto 6 - Trecho da Av. Engenheiro Caetano Álvares onde o córrego Mandaqui corre tamponado sob o canteiro central.	58
Foto 7 - Um dos afluentes do córrego Mandaqui, sem denominação, localizado na praça Rufus King Lane, que flui a céu aberto, porém com o seu leito canalizado.	59
Foto 8 - Área verde localizada na Rua Sardinha da Silveira.....	65
Foto 9 - Edificações em declividade acentuada na Rua Japira.	66
Foto 10 - Visualização da cabeceira de drenagem localizada no setor noroeste da alta bacia.....	67
Foto 11 - Área sujeita à inundação, localizada na região conhecida como Conjunto dos Bancários.	71

Foto 12 - Remanescente da Mata Atlântica localizado na praça Agostinho Nohama. ...	74
Foto 13 - Passagem de fauna para primatas, localizada no setor norte da alta bacia.	75
Foto 14 - Canteiro central da Avenida Engenheiro Caetano Álvares, localizado no setor da média bacia.	82
Foto 15 - Cemitério de Santana.	83
Foto 16 - Trecho da Av. Engenheiro Caetano Álvares, onde o córrego Mandaqui começa a fluir a céu aberto, sendo mais perceptível sua presença para os cidadãos.	84
Foto 17 - Córrego Tabatinguera, trecho próximo à Rua Professor Dário Ribeiro. Nota-se que neste ponto o córrego flui a céu aberto.	85
Foto 18 - Área proposta para Parque Linear.	100
Foto 19 - Área proposta para Praça Pública.	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP Área de Preservação Permanente
ESRI Environmental Systems Research Institute
IAG Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
IAV Índice de Área Verde
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH-M Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
OMS Organização Mundial da Saúde
ONU Organização das Nações Unidas
PDE Plano Diretor Estratégico
PM Polícia Militar
PMMA Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica
PMSP Prefeitura Municipal de São Paulo
SABESP Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SBAU Sociedade Brasileira de Arborização Urbana
SIG-SP Sistema de Informações Geográficas do Município de São Paulo
SRTM Shuttle Radar Topography Mission
UGRHI Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USGS Serviço Geológico Americano

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Áreas Verdes.....	17
3.1.1 Funções das Áreas Verdes no Espaço Urbano e Qualidade de Vida.....	21
3.1.2 Índices de estudos em áreas verdes	24
3.2 Infraestrutura Verde.....	25
3.2.1 Princípios e Conceitos-Chave.....	29
3.2.2 Benefícios da Infraestrutura Verde no Espaço Urbano	30
3.2.3 Corredores Verdes	30
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	35
4.1 Localização geográfica e informações gerais.....	35
4.2 Histórico e ocupação do solo.....	36
4.3 Geologia e Relevo	41
4.4 Clima	42
4.5 Hidrografia	44
4.6 Vegetação	44
5. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	47
5.1 Revisão Bibliográfica	47
5.2 Programas Computacionais Utilizados.....	48
5.3 Elaboração de Mapas Temáticos	48
5.3.1 Mapa da Rede de Drenagem.....	49
5.3.2 Mapa Hipsométrico	49
5.3.3 Mapa de Declividade	49
5.3.4 Mapa Geotécnico.....	50
5.3.5 Mapa Remanescentes do Bioma Mata Atlântica (Plano Municipal da Mata Atlântica – PMMA).....	50
5.3.6 Mapa de Uso e Ocupação do solo	51
5.3.7 Mapa Parâmetros de Prioridade.....	52
5.3.8 Mapa das Áreas Propostas para Implantação de Áreas Verdes.....	54
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
6.1 Análise Ambiental da Bacia	56

6.1.1 Alta Bacia	56
6.1.2 Média Bacia.....	76
6.1.3 Baixa Bacia.....	83
6.2 Áreas Verdes na bacia do Córrego Mandaqui: Cenário atual e Cenário Proposto	90
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109

1. INTRODUÇÃO

A partir da urbanização, o meio natural é modificado e apropriado por uma nova lógica de ocupação e concentração de atividades, onde o espaço passa a ser organizado para permitir a sobrevivência humana e o desenvolvimento de seus modos de produção. Conforme Santos (1981), as cidades formam uma rugosidade própria no espaço, interferindo na qualidade do ambiente local e até mesmo no regional. Neste contexto, as interferências humanas no meio natural tornam-se cada vez mais acentuadas. Com a expansão dos núcleos urbanos, muitas vezes sem um planejamento integrado das questões ambientais, surgem como consequência, entre outras, a ocupação de áreas protegidas, o desmatamento das áreas de encostas, as enchentes¹, o surgimento de ilhas de calor, a impermeabilização do solo e a ausência de áreas verdes, estas, muitas vezes, substituídas pelo concreto (BOVO, 2009). Loboda e De Angelis (2005), destacam essas modificações na paisagem com o consequente comprometimento da qualidade do meio físico, fato este que reflete negativamente na qualidade de vida da população urbana.

A criação e manutenção das áreas verdes no ambiente urbano são justificadas pelo seu potencial em propiciar e elevar a qualidade ambiental e de vida (LONDE; MENDES, 2014). Ademais, por se constituírem em locais onde predominam a vegetação arbórea, proporcionam inúmeros benefícios, tais como conforto térmico, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, atenuação da poluição do ar, sonora e visual e abrigo para fauna (NUCCI, 2001). Além disso, segundo o autor são fundamentais na malha urbana, atuando como um indicador de qualidade de vida, por estarem intimamente ligadas ao lazer e recreação da população e por se constituírem em locais de convívio social e de manifestação da vida comunitária.

Todavia, apesar do aumento do conhecimento a respeito da relevância das áreas verdes, ainda é observado uma deficiência na manutenção e multiplicação destas áreas, constatadas em estudos que procuram avaliar a sua presença/ausência através de índices de vegetação e mapeamentos (OLIVEIRA, 1996). Trabalhos que utilizam uma metodologia para estabelecimento de áreas prioritárias para a implantação de novas áreas verdes são de relevante importância e merecem análises e discussões das

¹ Elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devido ao aumento da vazão ou descarga (Ministério das Cidades).

propostas metodológicas. Além de toda complexidade envolvida nesta temática, surge a necessidade da integração dessas áreas com toda a infraestrutura urbana, tratando-as não apenas como áreas de recreação e lazer, mas também como elementos estruturadores, formando uma rede de áreas verdes integradas com o espaço urbano.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de estudo para Botelho e Silva (2004) é entendida como célula básica de análise ambiental, permitindo conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem. Um olhar global e integrado está na premissa desta unidade de estudo, além de um direcionamento que possa servir como exemplo de aplicação para as demais bacias que possuam as mesmas características edafoclimáticas.

Em relação à priorização de áreas Sartori (2010) entende que a espacialização representa um dos métodos mais eficiente e econômico no manejo de bacias hidrográficas. O objetivo é alcançado quando há uma integração com os diferentes planos de informação da paisagem e suas características e/ou processos.

Destaca-se a bacia do Córrego Mandaqui, como área de estudo selecionada em virtude de suas relevantes características ambientais, além da sua peculiar característica geomorfológica, sendo formada por colinas e morros acentuados, que ocasionam diversos conflitos no uso do território. A bacia está localizada na zona norte do município de São Paulo, constitui-se na primeira região além-Tietê a ser ocupada pela expansão urbana do município. Representa um grande valor ecológico, devido à existência de fragmentos de Mata Atlântica e da proximidade do Horto Florestal e do Parque Estadual da Cantareira.

Nesse contexto, busca-se a análise ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui, como ferramenta para proposta de implantação e integração de áreas verdes urbanas. Por meio deste estudo será possível identificar áreas prioritárias para implantação de novas áreas verdes, conflitos de uso e ocupação do solo e problemas ambientais. Diante dessa abordagem é possível estabelecer parâmetros, diretrizes e subsídios de ações através da elaboração de uma caracterização ambiental. É importante salientar que o conhecimento da localização e a qualificação das áreas verdes no espaço urbano são de fundamental importância para que os responsáveis pelo poder público possam direcionar suas ações no controle, manutenção e ampliação dessas áreas.

2. OBJETIVO

O objetivo geral da dissertação é realizar a análise ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui e identificar áreas prioritárias para a implantação de áreas verdes.

Os objetivos específicos são:

- Estabelecer as correlações entre os principais elementos que compõe a bacia: relevo, solo, hidrografia, cobertura vegetal, uso e ocupação do solo.
- Identificar áreas verdes possíveis de se estabelecer conexões, para formação de uma Infraestrutura Verde, buscando assim uma integração entre essas áreas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Áreas Verdes

As áreas verdes são um tipo especial de espaços livres inseridos na área urbana, onde o elemento fundamental de composição é a vegetação (FILHO; NUCCI, 2006). Por desempenharem diferentes funções no espaço urbano, as áreas verdes proporcionam inúmeros benefícios tanto para a qualidade do meio ambiente e o equilíbrio ambiental, quanto para saúde e bem-estar da população residente (LONDE; MENDES, 2014).

Vários autores abordam a dificuldade na definição de um conceito padrão para as áreas verdes, prejudicando no planejamento, gestão e manutenção dessas áreas, além de dificultar a padronização de um índice quantitativo que possa ser utilizado nos estudos comparativos entre esses locais. Lima et al. (1994) cita que uma das dificuldades de considerar as áreas verdes urbanas no planejamento é a existência de uma enorme confusão na conceituação de termos utilizados por várias prefeituras do país que consideram, por exemplo, como áreas verdes, locais onde não existe sequer uma única árvore, prejudicando assim a comparação de índices entre cidades. Nucci (2001) considera que um índice desacompanhado da definição dos termos, da escala espacial e do método de coleta dos dados, não estabelece parâmetros de comparação. Já Londe e Mendes (2014) afirmam que a falta de consonância entre os termos gera conflitos na avaliação da vegetação presente nas cidades, prejudica a comparação entre pesquisas realizadas, além de suscitar problemas na disseminação desse conhecimento em nível de ensino, planejamento e gestão das áreas verdes. Ainda Bargas e Matias (2011) realizaram um estudo detalhado sobre esse assunto onde os autores apontaram que termos como áreas/espaços livres, áreas de lazer, por exemplo, são utilizados indistintamente como sinônimos para referência à presença de áreas verdes, quando na realidade não o são necessariamente. As consequências relacionadas à falta de consenso nas definições se refletem na dificuldade e diferenciação nas classificações e técnicas empregadas para o mapeamento e para a elaboração de índices de áreas verdes urbanas (MATIAS; CAPORUSSO, 2009).

Para Cavalheiro et al. (1999), a área verde é entendida como um tipo especial de espaço livre onde o elemento fundamental de composição é a vegetação, que devem satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer e devem

servir a população, proporcionando uso e condições para recreação. Assim, áreas como parques urbanos, jardins e praças, que satisfazem os requisitos descritos, podem ser consideradas áreas verdes. Vegetação e solo permeável (sem laje) devem ocupar, pelo menos, 70% da área. Canteiros, pequenos jardins de ornamentação, rotatórias e arborização não podem ser considerados áreas verdes, mas sim "verde de acompanhamento viário", que com as calçadas (sem separação total em relação aos veículos) pertencem à categoria de espaços construídos ou espaços de integração urbana.

Ainda nos estudos de Cavalheiro et al. (1999), há uma proposta de sistematizar os conceitos, propondo o estudo do "verde urbano" em três sistemas integrados:

- Sistema de espaços com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc.);
- Sistema de espaços livres de construção (praças, parques, águas superficiais, etc.) e
- Sistema de espaços de integração urbana (rede rodoferroviária).

Segundo os autores, o espaço livre de construção é definido como espaço urbano ao ar livre, destinado a todo tipo de utilização que se relacione a recreação e ao lazer da população. Estes espaços podem ser privados, potencialmente coletivos ou públicos e podem desempenhar, principalmente, funções estética, de lazer e ecológico-ambiental. Neste contexto, o sistema de áreas verdes é entendido como integrante do sistema de espaços livres. Cavalheiro e Del Picchia (1992), consideram que uma área verde sempre será um espaço livre, e esse termo deveria ser optado, pois é mais abrangente ao incluir na sua categoria, além das praças, parques, bosques, as águas superficiais. Estes espaços são assim áreas livres de construções, esta ideia é sustentada também por Nucci (2001), que denomina as áreas verdes como um subsistema do sistema de espaços livres de construção, onde há predominância de áreas plantadas, cuja vegetação e solo permeável devem ocupar pelo menos 70% da área e ainda desempenhar função estética, ecológica e de lazer. As zonas verdes, espaços verdes, áreas verdes, equipamento verde, são consideradas como qualquer espaço livre no qual predominam as áreas plantadas de vegetação, correspondendo, em geral, o que se conhece como parques, jardins ou praças (LONDE; MENDES, 2014).

Na tentativa de contribuição nos estudos de padronização dos Lima et al. (1994) propôs uma subdivisão do sistema de espaços livres:

- Área verde: onde há o predomínio de vegetação arbórea. Devem ser consideradas as praças, os jardins públicos e os parques urbanos, além dos canteiros centrais e trevos de vias públicas, que tem apenas funções estéticas e ecológicas. Porém, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não se incluem nesta categoria.
- Parque Urbano: são áreas verdes, maiores que as praças e jardins, com função ecológica, estética e de lazer.
- Praça: são consideradas áreas verdes quando apresentarem vegetação e não forem impermeabilizadas, com função principal de lazer.
- Arborização Urbana: são os elementos vegetais de porte arbóreo no ambiente urbano.

Em relação à cobertura vegetal, Cavalheiro et al. (1999) caracterizaram como a projeção do verde em cartas planimétricas e pode ser identificada por meio de fotografias aéreas, sem auxílio de estereoscopia. A escala da fotografia deve acompanhar os índices de cobertura vegetal; deve ser considerada a localização e a configuração das manchas em mapas. Considera-se toda a cobertura vegetal existente nos três sistemas (espaços construídos, espaços livres e espaços de integração) e as encontradas nas Unidades de Conservação, que na sua maioria restringem o acesso ao público, inclusive na zona rural.

Bargos e Matias (2011), após vasta revisão bibliográfica sobre o tema, entenderam que,

Um conceito para áreas verdes urbanas deve considerar que elas sejam uma categoria de espaço livre urbano composta por vegetação arbórea e arbustiva (inclusive pelas árvores das vias públicas, desde que estas atinjam um raio de influência que as capacite a exercer as funções de uma área verde), com solo livre de edificações ou coberturas impermeabilizantes (em pelo menos 70% da área), de acesso público ou não, e que exerçam minimamente as funções ecológicas (aumento do conforto térmico, controle da poluição do ar e acústica, interceptação das águas das chuvas, e abrigo à fauna), estéticas (valorização visual e ornamental do ambiente e diversificação da paisagem construída) e de lazer (recreação). (BARGOS; MATIAS, 2011, p.185).

Oliveira (1996) estudou a questão da permeabilidade do solo nas áreas verdes. Para ele o conceito de áreas verdes, para ser completo, necessita descrever suas

estruturas e enfatizar, sobretudo, a importância que elas têm em termos de suas funções (ecológicas, estéticas, econômicas e sociais), assim definiu em seu trabalho essas áreas como:

[...] áreas permeáveis (sinônimos de áreas livres), públicas ou não, com cobertura vegetal predominantemente arbórea ou arbustiva (excluindo-se as árvores no leito das vias públicas) que apresentem funções potenciais capazes de proporcionar um microclima distinto no meio urbano em relação à luminosidade, temperatura e outros parâmetros associados ao bem-estar humano (funções de lazer); com significado ecológico em termos de estabilidade geomorfológica e amenização da poluição e que suporte uma fauna urbana, principalmente aves, e fauna do solo (funções ecológicas); representando também elementos esteticamente marcantes na paisagem (função estética), independentemente da acessibilidade a grupos humanos ou da existência de estruturas culturais como edificações, trilhas, iluminação elétrica, arruamento ou equipamentos afins; as funções ecológicas, sociais e estéticas poderão redundar entre si ou em benefícios financeiros (OLIVEIRA, 1996, p. 17).

Já Mazzei et al. (2007) entende que as áreas verdes não são necessariamente voltadas para a recreação e o lazer, objetivos básicos dos espaços livres, porém devem ser dotadas de infraestrutura e equipamentos para oferecer opções de lazer e recreação às diferentes faixas etárias, a pequenas distâncias da moradia (que possam ser percorridas a pé).

Benini e Martin (2010), realizaram uma vasta revisão bibliográfica com o objetivo de propor uma definição como subsídio à implantação de áreas verdes públicas no espaço. Como resultado, a pesquisa contribuiu com a propositura do seguinte conceito,

Área verde pública é todo espaço livre (área verde/lazer) que foi afetado como de uso comum e que apresente algum tipo de vegetação (espontânea ou plantada), que possa contribuir em termos ambientais (fotossíntese, evapotranspiração, sombreamento, permeabilidade, conservação da biodiversidade e mitigue os efeitos da poluição sonora e atmosférica) e que também seja utilizado com objetivos sociais, ecológicos, científicos ou culturais. (BENINI; MARTIN, 2010, p. 77).

A Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) de acordo com a Lei nº 13.430/2002 (Plano Diretor Estratégico), em seu Artigo 131, considera que,

O Sistema de Áreas Verdes do Município é constituído pelo conjunto de espaços significativos ajardinados e arborizados, de propriedade pública ou privada, necessários à manutenção da qualidade ambiental urbana tendo por objetivo a preservação, proteção, recuperação e ampliação desses espaços (SÃO PAULO, 2002).

Ainda na Lei municipal nº 14.186/2006 (Programa Municipal de Arborização Urbana), em seu Artigo 1º, parágrafo único:

Para os efeitos desta lei, serão consideradas áreas verdes urbanas, sem prejuízo do disposto no art. 131 da Lei nº 13.430/02:

I - as áreas verdes públicas, compostas pelo rol de logradouros públicos destinados ao lazer e recreação ou que proporcionem ocasiões de encontro e convívio direto com espaços não construídos ou arborizados;

II - as áreas verdes privadas, compostas por remanescentes vegetais significativos incorporados aos interstícios da malha urbana, podendo ter sua utilização normatizada por legislação específica de forma a garantir a sua conservação;

III - a arborização de ruas e vias públicas (SÃO PAULO, 2006).

A partir das contextualizações aqui referenciadas, tomamos como base para este estudo, o conceito estabelecido por Cavalheiro et al. (1999). Assim, de maneira concisa podemos dizer que, os espaços livres são áreas não construídas e que as áreas verdes são um tipo especial de espaço livre, onde o elemento fundamental de sua composição é a vegetação. As áreas verdes devem satisfazer três objetivos principais: estético, ecológico-ambiental e de lazer e servir a população, proporcionando uso e condições para recreação. Vegetação e solo permeável (sem laje) devem ocupar, pelo menos, 70% da área. Logo, áreas urbanas como parques, praças, bosques, balneários, playgrounds, camping, margens de rios e lagos que satisfazem os requisitos descritos, são consideradas áreas verdes.

3.1.1 Funções das Áreas Verdes no Espaço Urbano e Qualidade de Vida

A cobertura vegetal caracteriza-se atualmente como um atributo muito importante no desenvolvimento das cidades (NUCCI, 2001). Deve-se considerar que, além de todas as necessidades que o ser humano tem em relação à vegetação, as cidades estão cada vez mais poluídas e esta poluição, principalmente no ar e nos rios, pode ser amenizada substancialmente com a preservação e ampliação da vegetação local (MATIAS; CAPORUSSO, 2009). A troca do verde das paisagens pelo concreto das construções das cidades provoca, por exemplo, mudanças nos padrões naturais de percolação das águas, fazendo das áreas urbanas sinônimos de desequilíbrio dos ecossistemas e de vários processos de erosão (LIMA; AMORIM, 2006).

Cada vez mais o acesso a alguma forma de “natureza” no interior das cidades, torna-se uma necessidade humana fundamental (THOMPSON, 2002), sendo que a

inclusão de áreas verdes no planejamento das cidades tem se tornado um direito do cidadão, que pode a partir daí desfrutar das funções psicológicas, sociais, ecológicas, estéticas e educativas que estas áreas exercem no meio urbano (BARGOS; MATIAS, 2012).

As áreas verdes não são espaços obrigatoriamente voltados para a recreação e o lazer, objetivos básicos dos espaços livres, porém devem ser dotadas de infraestrutura e equipamentos para oferecer opções de lazer e recreação às diferentes faixas etárias, a pequenas distâncias da moradia (que possam ser percorridas a pé). É importante deixar claro que a recreação não deve ser comprada. O governo tem a obrigação de fornecer meios para que toda a população possa ter a oportunidade de escolher livremente “como, quando e onde se divertir” pois a rua, que antigamente exercia um papel de ponto de encontro tanto para adultos quanto para as brincadeiras das crianças, foi excluída do rol de possibilidades de lazer (NUCCI, 2001, p. 89).

Assim as áreas verdes e os espaços livres constituem-se em ambientes fundamentais para amenizar os aspectos negativos advindos da urbanização, contribuindo na melhoria da qualidade de vida urbana, principalmente numa metrópole das proporções de São Paulo. Diante desse contexto, foram estudadas por diversos autores as características das funções exercidas pelas áreas verdes influenciando no ambiente urbano. Bargas e Matias (2011) citam que as diferentes funções - ecológica, estética e de lazer - desenvolvidas pelas áreas verdes amenizam as consequências negativas da urbanização e contribuem para a melhoria da saúde da população e do ambiente físico justificando assim a manutenção das mesmas no espaço urbano. Como função estética, pode-se considerar o que se refere ao belo, formoso e agradável; já a função ecológica diz respeito, dentre outras, à capacidade de redução dos materiais tóxicos particulados e sua incorporação nos ciclos biogeoquímicos, à manutenção do microclima, da fauna e das altas taxas de evapotranspiração; enquanto que a função de lazer refere-se ao descanso, ócio ou passatempo (LIMA et al., 1994; CAVALHEIRO et al., 1999).

Martins Junior (1996) cita que alguns dos benefícios promovidos pela arborização urbana são:

- A **melhoria e a estabilidade microclimática**, pela redução das amplitudes térmicas e da insolação direta, pela ampliação das taxas de evapotranspiração e pela redução da velocidade dos ventos;
- A redução da **poluição visual e a melhoria da paisagem**, tanto pela ação de anteparo visual como por constituir elemento especial de referência e estruturação do espaço urbano;

- A redução da **poluição sonora**, quer pelo seu efeito físico de anteparo à propagação do som, quer pelo seu efeito psicológico de proteção;
- A **valorização econômica** das propriedades, pela agregação de valores indiretos e de qualidade ambiental e paisagística aos imóveis;
- A **melhoria das condições de saúde física e mental** da população, como consequência dos efeitos anteriores (MARTINS JUNIOR, 1996, p.58) (grifo pelo autor).

Outro fator importante referente à vegetação é a arborização das vias públicas que serve como um filtro para atenuar ruídos, retenção de pó, reoxigenação do ar, além de oferecer sombra e a sensação de frescor (LIMA; AMORIM, 2006). Costa e Colesanti (2011) afirmam que as diferentes funções (ecológica, social e de lazer, por exemplo) desenvolvidas pelas áreas verdes podem contribuir para a melhoria da saúde da população e do ambiente físico. A função ecológica, que influencia diretamente no meio urbano, está intimamente ligada às atividades fisiológicas desempenhadas pela planta durante toda a sua vida.

Autores como Cavalheiro e Del Picchia (1992), Lima et al. (1994), Oliveira (1996), Nucci (2001), citam vários benefícios que as áreas verdes podem trazer ao convívio nas cidades, como: controle da poluição do ar e acústica, aumento do conforto ambiental, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, interceptação das águas da chuva no subsolo reduzindo o escoamento superficial, abrigo à fauna, equilíbrio do índice de umidade no ar, proteção das nascentes e dos mananciais, organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas, valorização visual e ornamental do ambiente, recreação, diversificação da paisagem construída. A vegetação tem efeitos diretos sobre a saúde mental e física da população. Gomes (2005) aponta que as áreas verdes, do ponto de vista psicológico e social, influenciam o estado de ânimo dos indivíduos massificados com o transtorno das grandes cidades. Nesta perspectiva, Oliveira (1996, p.11) considera que o “estilo de vida urbano e a estrutura cultural das cidades são elementos associados à tendência ao sedentarismo, aumentando a demanda por áreas verdes e espaços para recreação”.

Para Vieira (2004) as áreas verdes tendem a assumir diferentes papéis na sociedade e suas funções devem estar inter-relacionadas no ambiente urbano, de acordo com o tipo de uso a que forem destinadas. Oliveira (1996), salienta que alguns benefícios são propiciados pelas áreas verdes em geral, porém, no que diz respeito às áreas verdes públicas, estas têm efeito direto em questões como recreação ao ar livre e

valorização econômica dos espaços. Propriedades próximas de áreas verdes ou possuindo vegetação tendem a possuir maior valor no mercado imobiliário (AMATO-LOURENÇO et al., 2016). É importante salientar que a manutenção das áreas verdes é extremamente importante para que essas possam cumprir plenamente suas funções, sendo preciso considerar que elas devem estar devidamente conservadas (BARGOS; MATIAS, 2011).

3.1.2 Índices de estudos em áreas verdes

Apesar do conceito de qualidade ambiental urbana ser muito citado na literatura científica e na legislação, na prática poucas ações são convergidas para a melhoria das condições ambientais do espaço urbano, principalmente no que tange na criação de novas áreas verdes públicas. Uma das formas bastante estudada na avaliação da quantidade ideal de áreas verdes no espaço urbano é denominada como índice ideal de área verde por habitante (IAV). Há diferentes abordagens e metodologias propostas para avaliação de tal índice nas mais diversas situações. Nucci (2001) faz uma vasta revisão bibliográfica e metodológica sobre os índices ideais de área verde por habitante, assim como sua influência na qualidade ambiental e na qualidade de vida. O IAV é um dos critérios para se identificar a qualidade ambiental urbana, pois representa a quantidade de áreas para o lazer disponíveis para uso da comunidade (MAZZEI et al., 2007).

Diversas pesquisas no meio acadêmico abordam e sugerem índices ideais. Lombardo (1985) estima que um índice de cobertura vegetal na faixa de 30% seja o recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, sendo que áreas com índice de arborização inferior a 5% determinam características semelhantes às de um deserto. Já a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que os municípios mantenham 12 m² de área verde por habitante para a garantia de uma vida saudável nos meios urbanos (ALVES, 1992). Lucon et al. (2013) cita que no Brasil frequentemente nos trabalhos acadêmicos e nas prefeituras municipais, tem-se utilizado o valor de 12 m² de área verde por habitante como o valor do IAV recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU). Porém, se for seguida essa recomendação, o valor deve ser, segundo Cavalheiro e Del Picchia (1992), o IAV básico da Alemanha, que é de 13 m² de área verde por habitante. Para a Sociedade Brasileira de Arborização

Urbana, o mínimo necessário de áreas verdes públicas destinadas à recreação é de 15 m² de área verde por habitante (SBAU, 1996).

Apesar da dificuldade em se estabelecer padrões referenciais para os estudos da qualidade das áreas verdes, a análise da realidade desses espaços em nível municipal e a definição de parâmetros mínimos de avaliação de sua quantidade e qualidade, servem para a construção de um planejamento urbano mais integrado com as questões ambientais e sociais.

3.2 Infraestrutura Verde

O conceito de infraestrutura verde vem sendo abordado e discutido com mais ênfase ao longo dos últimos quinze anos, principalmente no meio acadêmico, que tem produzido muito a respeito e desenvolvido pesquisas desde áreas com escalas continentais até chegar à elaboração de estruturas muito eficazes que podem fazer parte e agregar eficácia ao seu sistema. Porém sua essência não é uma ideia completamente nova, o conceito de planejamento e projeto de infraestrutura verde possui resquícios há cerca de 150 anos atrás. De acordo com Benedict e MacMahon (2006), o ponto de partida foram as ideias de Henry David Thoreau, George Perkins Marsh e Frederick Law Olmsted.

No século XIX, com a expansão dos aglomerados urbanos e o grande adensamento das cidades, houve também um consequente aumento dos impactos no ambiente urbano, assim o espaço verde foi pela primeira vez introduzido nas cidades como elemento mitigador desses danos. Como exemplos desse tipo de intervenção pode-se citar o Sistema de Parques de Boston, ou “Emerald Necklace”, projetado por Frederick Law Olmsted e as “Cidades-Jardim” de Ebenezer Howard, que previam cinturões verdes como limitadores do crescimento urbano e potenciais criadores de uma rede de áreas verdes ao redor das cidades (BONDAR; HANNES, 2014). Tais projetos já demonstravam a preocupação com a conservação e incorporação de áreas verdes às cidades, além de serem norteados por dois fundamentos iniciais: a proteção e a ligação de parques e outras áreas verdes em benefício das pessoas (recreação, saúde, estética e desenho urbano) e a preservação e a conexão de áreas naturais para beneficiar a biodiversidade e diminuir a fragmentação de habitat (proteção de plantas nativas, animais, processos naturais e ecossistemas) (MOURA, 2013).

De acordo com Benedict e MacMahon (2006), a ideia de infraestrutura verde contou ao longo do tempo com o caráter multidisciplinar de inúmeras áreas do conhecimento que contribuíram com teorias e ideias, pesquisas e conclusões que tem criado um crescente campo de conhecimento. Este desenvolvimento nos estudos deixou em evidência a necessidade de incorporar as questões ecossistêmicas no planejamento urbano, o qual passou a adotar diretrizes de preservação ambiental e ecologia urbana como fundamentos de projeto, assumindo assim uma análise mais interdisciplinar relacionando o impacto do desenvolvimento urbano sobre a natureza e seus processos (BONDAR; HANNES, 2014).

O termo infraestrutura verde foi utilizado pela primeira vez em 1994, em um documento elaborado pela *Florida Greenways Commission* que apontava a importância dos sistemas naturais no contexto urbano, sendo esses equivalentes ou até mais importantes que a infraestrutura convencional, ou infraestrutura cinza, relativa a serviços como energia, transporte, abastecimento e coleta de esgoto, que em última análise possibilitam o funcionamento dos assentamentos humanos tais como os conhecemos (FIREHOCK, 2010). Hoje o termo “infraestrutura verde” tornou-se frequente em conservação e desenvolvimento do solo em todo o mundo.

O termo significa diferentes coisas dependendo do contexto no qual ele é empregado: pode ser desde o plantio de árvores que tragam benefícios ecológicos em áreas urbanas; para outros refere-se a estruturas de engenharia tais como manejo de enchentes ou tratamento de águas projetado para tornar-se ambientalmente amigável. No entanto infraestrutura verde pode ter um significado mais ambicioso e abrangente (FRANCO, 2010, p. 141).

Uma primeira definição mais popular do termo surgiu em agosto de 1999, e partiu de um grupo de trabalho formado pela ONG *The Conservation Found*, a Agência Nacional do Serviço Florestal Americano, por organizações conservacionistas, agências locais, estaduais e federais. Neste encontro cunhou-se a seguinte definição para Infraestrutura Verde:

A infraestrutura verde é o sistema de apoio à vida de nossa nação - uma rede interconectada de cursos d'água, zonas úmidas, bosques, habitats de vida selvagem e outras áreas naturais; corredores verdes, parques e outras áreas de conservação; fazendas, ranchos e florestas; regiões naturais e outros espaços que abrigam espécies nativas, mantêm processos ecológicos naturais, sustentam recursos de ar e água e contribuem para a saúde e a qualidade de vida das comunidades e pessoas dos Estados Unidos (BENEDICT; MCMAHON, 2002, p.6, tradução nossa).

Os autores apresentam como componentes da Infraestrutura Verde as áreas naturais, as áreas de conservação e os espaços abertos (aqui entendidos como áreas verdes) conectados em rede, não são espaços isolados. Para Rotermond (2012), a noção de conectividade é fundamental para o entendimento da Infraestrutura Verde, pois é por meio dessa que existe a possibilidade da conservação biológica e também da manutenção das funções ambientais e serviços ecossistêmicos. Ainda nos estudos de Benedict e McMahon (2006), a infraestrutura verde foi definida como uma rede interconectada de áreas naturais e outros espaços abertos que conservam valores e funções de ecossistemas naturais, mantém limpos a água e o ar e promovem uma grande variedade de benefícios às pessoas e à fauna. Nesse contexto, infraestrutura verde é a base ecológica estrutural para a saúde ambiental, social e econômica, ou seja, um sistema de suporte para a vida natural.

Frischenruder e Pellegrino (2006, p. 58) definem infraestrutura verde urbana como sendo "espaços livres capazes de aliar a manutenção e/ou recuperação de fragmentos de vegetação com os demais usos urbanos." Para Herzog e Rosa (2010, p. 97), a "infraestrutura verde é composta por redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados", onde os mesmos são interconectados, o que permite a recomposição dos diversos elementos que integram o mosaico da paisagem. Rotermond (2012) alega que o termo infraestrutura estabelece desde a ideia de serviços relacionados à água, luz, sistema viário que são prestados à sociedade até a noção de operação em rede. O autor aproveita este contexto e passa a interpretar a infraestrutura verde como os serviços ecossistêmicos prestados por espaços naturais ou que foram projetados. Seguindo esta linha de pensamento, o autor define então que infraestrutura verde é:

[...] Uma rede de espaços, naturais ou não, preservados ou implantados para prover os múltiplos serviços ecossistêmicos necessários à sustentabilidade do meio urbano ou rural e a qualidade da vida humana e da biodiversidade que ali habita. Para tal, esta rede de espaços deve ser planejada, desenvolvida e mantida ativamente [...] (ROTERMUND, 2012, p.30).

Para Franco (2010, p. 143) a infraestrutura verde é composta de "áreas urbanas permeáveis ou semipermeáveis, plantadas ou não que 'prestam serviços' a cidade e apresentam algum grau de manejo e gerenciamento público ou privado". Segundo Ahern (2013),

A infraestrutura verde é um conceito relativamente novo para os sistemas que fornecem vários serviços ecossistêmicos em áreas urbanas, [...] sendo muitas vezes um híbrido de infraestrutura construída pelo homem com ecossistemas, como, por exemplo, [...] corredores para bicicletas que fornecem habitat para animais selvagens [...] (AHERN, 2013, p. 1208, tradução nossa).

A rede de infraestrutura verde se estende através de diversas escalas interligadas: global, nacional, estadual, regional, urbana, setorial e local. Incluem florestas e outros ecossistemas, regiões de produção agrícola, reservas naturais, parques de variados tamanhos, praças, hortas e jardins (LOTUFO, 2016). Em uma área urbana o foco de abordagem é a cobertura de dossel arbóreo, corredores verdes, córregos e matas ciliares, promovendo a conexão entre os parques e outras áreas verdes maiores (ROTERMUND, 2012). Para Sanches (2011), consolidar a articulação entre a infraestrutura verde e os mecanismos de gestão urbana é de suma importância, uma vez que para a autora os sistemas básicos que constituem a infraestrutura verde apoiam a gestão e o funcionamento da cidade mais integrada ambientalmente, considerando questões de cunho ecológico, hídrico, circulação de pessoas, recreação, alimentação e energia. O que acaba arremetendo à uma outra questão importante quando se relaciona infraestrutura verde e o conceito de planejamento ambiental. Quando falamos em planejamento ambiental, podemos abordar diversos elementos, que se implantados e desenvolvidos de maneira conjunta, podem resultar em áreas onde o meio biótico e abiótico convivam em harmonia, considerando a conservação das características ambientais locais e originando uma ordem ecossistêmica e um ambiente de equilíbrio (BONDAR; HANNES, 2014).

Um ponto de observação interessante é que se nota uma aproximação entre os conceitos de áreas verdes e infraestrutura verde em vários aspectos, o que indica a tendência de se pensar as áreas verdes partindo-se de uma visão integrada. Acredita-se que a utilização de uma visão integrada para a definição de diretrizes para seleção de áreas verdes urbanas possa garantir tanto a conservação integrada dos recursos naturais, como também o atendimento às necessidades das comunidades humanas que irão interagir com estes espaços (PETENUSCI, 2015). Sendo assim, dentre os espaços livres urbanos, as áreas verdes apresentam papel fundamental na integração dos sistemas naturais e antrópicos, além de notadamente no conceito de infraestrutura verde tem sua importância enfatizada como parte de um sistema interconectado de proteção e manejo que provê benefícios ecológicos e sociais.

A partir das diversas concepções apresentadas, nesta pesquisa a infraestrutura verde será tratada de acordo com a definição dada por Rotermund (2012, p. 30), onde a infraestrutura verde pode ser entendida “como uma rede de espaços integrados, naturais ou não, [...] para prover os múltiplos serviços ecossistêmicos necessários à sustentabilidade do meio urbano, da qualidade da vida humana e da biodiversidade que ali habita [...]”.

3.2.1 Princípios e Conceitos-Chave

Entender a rede de infraestrutura verde ajuda a compreender quais princípios devem estar por trás da elaboração e implantação de projetos e permite trabalhar em direção a estratégias de intervenção territorial (LIMA, 2016). Assim, a Infraestrutura Verde difere dos convencionais enfoques de conservação do solo e proteção dos recursos naturais, porque vê a conservação conectada com desenvolvimento do solo e planejamento de infraestrutura com fins antrópicos. Ao considerar as compreensões expostas, é possível identificar alguns princípios que, segundo Benedict e McMahon (2006), fundamentam e regem o êxito da infraestrutura verde. São eles:

1. Conectividade;
2. A importância do contexto em que será inserida;
3. Conhecimento científico sobre a teoria e práticas em planejamento territorial;
4. Promoção, simultânea, da conservação e do desenvolvimento;
5. Ter planejamento e implantação prévia à infraestrutura cinza;
6. Ter o caráter de investimento público fundamental, devendo, portanto, receber financiamentos;
7. Assegurar benefícios para os recursos naturais e para as pessoas;
8. Considerar os interesses e necessidades de todos os segmentos sociais envolvidos;
9. Considerar a abrangência geográfica da infraestrutura verde, incorporando ações externas às comunidades;
10. Ter comprometimento à longo prazo.

Entende-se, portanto, como princípio básico para a construção do plano de infraestrutura verde, a integração dos ecossistemas, a aprovação e participação dos

cidadãos, a consolidação de instrumentos legais e investimento que regulem as ações e que possibilitem concretizar as diretrizes propostas (LIMA, 2016).

3.2.2 Benefícios da Infraestrutura Verde no Espaço Urbano

Os serviços ambientais fornecidos pela infraestrutura verde são análogos aos serviços fornecidos pelas áreas verdes já expostos na fundamentação teórica deste item, porém apresentam-se algumas considerações importantes, relacionadas aos objetivos apresentados da infraestrutura verde.

Benedict e McMahon (2006) indicam que alguns benefícios promovidos pelos sistemas de infraestrutura verde se inserem no contexto ecológico, econômico, social e cultural. Segundo os autores pode fomentar o enriquecimento do habitat e da biodiversidade; a manutenção dos processos naturais da paisagem; a purificação do ar e água; o aumento das oportunidades de recreação; a melhoria da saúde; o melhor entrosamento entre natureza e percepção do local. Já Filho e Tosetti (2010), enfatizam que na forma de arborização das vias públicas, áreas verdes e parques urbanos, podem proporcionar uma gama de serviços ambientais muitas vezes não percebidos no cotidiano dos moradores, tais como a diminuição das ilhas de calor, de poluição atmosférica e sonora, de danos aos asfaltos por aquecimento e dilatação e da amplitude térmica. Ainda para os autores, serviços sociais também são advindos dos sistemas verdes, quando parques e praças são utilizados por toda a sociedade, unificando os moradores de um local sem distinção econômica, social, cultural ou étnica, além de representarem um contexto histórico e cultural que identifica determinada área.

De acordo com Santos (2014), um bom planejamento em infraestrutura verde acarreta na valorização das propriedades e na diminuição dos gastos com infraestrutura e serviços públicos, como os gastos de sistemas de gestão de águas pluviais e tratamento de água.

3.2.3 Corredores Verdes

O termo *greenway* surgiu nos Estados Unidos, onde, na década de 1990, ocorreu o chamado *Greenway Movement* (Movimento dos Caminhos Verdes). A literatura sobre

o tema destaca os criadores do movimento e o papel dos governantes da época como fatores imperativos dessa experiência, especialmente naquele país (SOARES, 2014).

De acordo com Frischenbruder e Pellegrino (2006), o conceito de *greenways*, tem seu equivalente em português na expressão “caminhos verdes”, uma área verde que dispõe de maneira linear os elementos vegetativos. Na literatura são encontrados diversos termos para designar essa disposição linear da vegetação, como “corredores verdes”, “vias verdes” e “redes verdes” (ALVAREZ; PENTEADO, 2006; MADUREIRA, 2002; PILOTTO, 2003; QUENTAL; SILVA; LOURENÇO, 2004). Optou-se por utilizar neste trabalho o termo corredores verdes.

No Brasil, segundo Petenusci (2015), a origem dos corredores verdes está associada a sistemas de drenagem desenvolvidos por engenheiros sanitaristas a partir do final do século XIX em cidades portuárias como Santos e Rio de Janeiro. Atualmente, várias cidades planejadas (tendo-se como exemplo Maringá, Goiânia e São José do Rio Preto) estão incorporando o conceito de corredores verdes na definição de áreas verdes urbanas (FRISCHENRUDER e PELLEGRINO, 2006).

Para Franco (2010),

Os corredores verdes, portanto, são definidos como uma rede de espaços lineares servindo a usos múltiplos, preferivelmente, acompanhando corredores ecológicos. Dessa forma prestam-se a essa função as beiras d'água, tanto costeiras quanto continentais, as linhas de cumeeira, fundos de vale e áreas de alta declividade. Assim os corredores verdes ligam grandes e pequenas áreas protegidas, os corpos d'água, áreas úmidas e sítios de significado histórico e cultural (FRANCO, 2010, p. 144).

Os corredores verdes, segundo Ahern (1995), são como redes de espaços que contêm elementos planejados, desenhados e geridos para múltiplos objetivos, entre os quais o ecológico, o recreacional, o cultural, o estético e o histórico – este último citado por Fabos (1995). Já para Searns (1995), os corredores verdes são sistemas contínuos de caráter linear que interligam várias tipologias de espaços e, além de limitarem a expansão urbana, convidam as pessoas e a natureza a mover-se no seu interior.

De acordo com Ferreira e Machado (2010), redes de corredores verdes devem ser desenhadas tendo por base a estrutura ecológica territorial e deve abranger as áreas com elevado valor ecológico, cultural e paisagístico. Ainda para os autores, estes espaços lineares ligam áreas não lineares e manchas de espaços naturais. Soares (2014), entende que a rede de corredores verdes pode não só proteger os recursos existentes,

como também os compatibilizar com a atividade humana, contribuindo para uma melhor qualidade da paisagem e de vida da população. Ikeda (2016) foi da mesma opinião dizendo que os corredores verdes são sistemas que acentuam as ligações entre as áreas de elevada concentração de recursos ecológicos, paisagísticos e culturais promovendo, simultaneamente, a proteção e a compatibilização com as atividades humanas.

Ahern (1995) propõe algumas ideias-chave para entender a classificação dos corredores verdes, entre elas, afirma que os corredores verdes têm a linearidade como principal característica espacial. Pode-se observar um exemplo de linearidade dos corredores verdes na foto 1, referente ao município de Maringá.

Foto 1 - Corredores Verdes no município de Maringá-PR.



Fonte: Cidades em Foto, 2017.

Ainda para o autor, nota-se na evolução dos estudos acerca do tema um avanço nos objetivos, enfatizando que os projetos observados procuram promover desde a proteção à vida selvagem até o embelezamento urbano, mas acrescido da preocupação com o controle de inundações e qualidade da água, além de lazer e recreação.

Para Leite (2012), os corredores verdes urbanos apresentam-se geralmente como estruturas lineares que servem de conexão entre fragmentos de vegetação. Eles integram equipamentos e funções à cidade como:

- Manutenção da biodiversidade: permite a movimentação da fauna e flora, garantindo assim sua continuidade;
- Proteção dos cursos d'água: preserva a qualidade da água e protege áreas de várzeas;
- Oportunidade para o desenvolvimento de espaços e equipamentos de lazer e recreação: oferece espaços que priorizam tanto o lazer, quanto a utilização de transportes não poluentes. A conexão entre estes espaços oferece um percurso cultural e recreativo pela cidade.

Assim, a autora afirma que uma vez bem planejados os corredores verdes podem promover desde a dissolução de conflitos até a otimização dos benefícios oferecidos pela paisagem, como: ordenamento territorial; controle da ocupação sobre áreas com alto valor ecológico; maior resiliência ao meio urbanizado. De acordo com Serro (2013), do ponto de vista ambiental, os corredores verdes são espaços que possibilitam os fluxos e ajudam na manutenção da biodiversidade da fauna e da flora existentes no meio urbano. Portanto, quando inseridos nesse contexto, corredores verdes são espaços lineares abertos que desempenham diversas funções ecológicas, sociais e culturais no planejamento urbano e ambiental.

Ainda nos estudos de Soares (2014), os corredores verdes têm a potencialidade de conectar diferentes bacias hidrográficas, podendo dispor-se ao longo das linhas das cumeeiras, divisoras das águas, como podem atravessá-las, posto que não têm vinculação com elementos geográficos do sítio natural, podendo estar vinculadas exclusivamente aos caminhos de pedestres, conseqüentemente ao sistema viário urbano. Searns (1995) aborda a associação dos corredores verdes ao tráfego não motorizado, sendo citado também por Travassos (2010), ao interpretar que a palavra “caminho” indica movimento – de água, de pessoas, de animais, de sementes – o que distingue esses espaços livres de outros na cidade, sugerindo uma vocação de suporte a deslocamentos.

Quando aplicado ao conceito de conectividade, um dos principais aspectos a se observar no meio urbano é o movimento das águas, por sua função social e por sua importância para a manutenção de inúmeras funções ecológicas (SOARES, 2014). Conforme Forman e Godron (1986), os corredores verdes podem surgir tanto naturalmente, como o curso de um rio que apresenta vegetação ciliar; quanto

artificialmente, ao inserir vegetações a fim de conectar remanescentes de ecossistemas isolados. Para Ahern (2007), a utilização da rede fluvial para o desenvolvimento de corredores verdes é considerada interessante, pois são mantidas as funções, os fluxos e os processos naturais. A conexão para com os indivíduos é outro fator a ser ressaltado, uma vez que possibilita o incentivo à utilização de transportes alternativos não poluentes, a prática de atividades físicas e a educação ambiental.

No município de São Paulo os corredores verdes são denominados de caminhos verdes, sendo estabelecidos pelo Plano Diretor Estratégico (PDE) – Lei n. 16.050/2014 (SÃO PAULO, 2017), em seus artigos 268 e 346:

Art. 268. São diretrizes do Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres: [...]

V - promover interligações entre os espaços livres e áreas verdes de importância ambiental regional, integrando-os através de caminhos verdes e arborização urbana; [...]

Art. 346. Em consonância com as diretrizes expressas nesta lei, os Planos Regionais das Subprefeituras tem como objetivos: [...]

VIII - propor medidas e estratégias para melhorar a conectividade entre os parques e áreas verdes pública e particulares, prevendo caminhos verdes e áreas prioritárias para arborização urbana; [...]

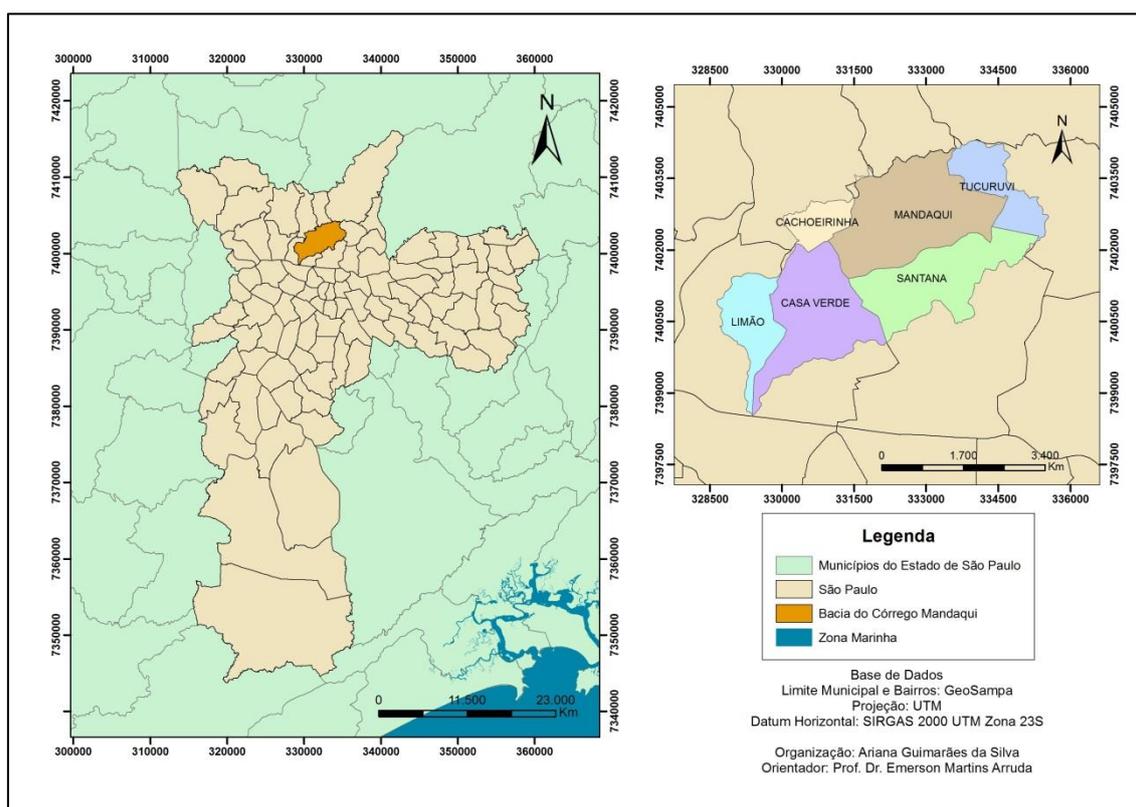
Ainda no artigo 25 do PDE municipal, é previsto objetivos urbanísticos e ambientais estratégicos relacionados à recuperação e proteção da rede hídrica ambiental, com ampliação progressiva das áreas permeáveis ao longo dos fundos de vales e cabeceiras de drenagem, as áreas verdes significativas e a arborização, para minimização dos processos erosivos, enchentes e ilhas de calor.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

4.1 Localização geográfica e informações gerais

A bacia hidrográfica do córrego Mandaqui localiza-se na região norte do município de São Paulo, Estado de São Paulo (Mapa 1). Faz parte das subprefeituras Santana-Tucuruvi e Casa Verde-Cachoeirinha, nelas englobam-se diversos bairros ou distritos: Santana, Mandaqui, Casa Verde, Vila Nova Cachoeirinha, Limão e Tucuruvi. Sua nascente está localizada na Academia da Polícia Militar Barro Branco, conhecida também como Invernada, e sua foz localiza-se no Rio Tietê, sendo seu afluente principal o córrego Lauzane (GUARNIERI, 2014).

Mapa 1 - Localização da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui.



Autor: Silva, 2017.

A bacia hidrográfica do córrego Mandaqui possui 1.861,09 ha de área. Apresenta uma ocupação residencial de 87% e comercial/industrial de 13% (BEVILACQUA; HOURNEAUX-JR, 2015). De acordo com os autores, a extensão da rede coletora da bacia é de 440 km e a população atendida alcança 457.000 habitantes.

As subprefeituras que compõem a bacia possuem uma população de 634.191 habitantes de acordo com o Censo de 2010 (INFOCIDADE, 2017), como se pode ver na Tabela 1. O IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) calculado com base no ano de 2007, sendo apresentado no programa Atlas Municipal é considerado muito elevado para o distrito de Santana (0,925), elevado para os distritos do Mandaqui (0,885) e Casa Verde (0,874). Destaca-se que as áreas dos distritos extrapolam os limites da bacia, porém servem como parâmetros sociais para a área de estudo.

Tabela 1 - População Recenseada (2010), Taxas de Crescimento Populacional e Densidade Demográfica.

Unidades Territoriais	População	Taxa de Crescimento	Área (ha)	Densidade (população/ha)
Casa Verde-Cachoeirinha	309.376	-0,13	2.670	115,87
Santana-Tucuruvi	324.815	-0,07	3.470	93,61

Fonte: Infocidade, 2017.

Em relação aos meios de transportes, os bairros da região da bacia não são atendidos por linhas de trem ou metrô, sendo que a estação metroviária mais próxima está localizada no bairro Santana, fora do limite da bacia. Apenas linhas de ônibus locais atendem a região. O nome do ribeirão objeto desse estudo, tem origem na língua tupi, na qual o termo Mandihy é o mesmo que rio dos bagres (ESTADÃO, 2017). Depois de muitos anos, o local começou a ser chamado de Mandaqui.

4.2 Histórico e ocupação do solo

O resgate histórico da ocupação da região da bacia envolve a formação territorial dos bairros mais antigos, Santana e Mandaqui, os quais ocuparam as terras da bacia antes de serem fracionados por diversos bairros menores. Santana é o mais antigo núcleo de povoamento situado na zona norte da capital, tem sua origem em 1673 com a doação de uma sesmaria do Colégio da Companhia de Jesus. Portanto a origem do bairro está ligada aos núcleos de catequese instalados pelos jesuítas na fazenda de Santana. Segundo Bondar e Hannes (2014) a extensa várzea do Tietê formava uma faixa de separação entre a área urbanizada, centro até região da Luz, e a área rural, onde se

encontrava a fazenda de Santana. Em relação à ocupação da região do Ribeirão Mandaqui, no ano de 1616 tem data a primeira citação ao Mandaqui, quando foi dada permissão à Amador Bueno da Ribeira, um bandeirante, através da Câmara da Vila de São Paulo de Piratininga, para que fosse construído um moinho de trigo no ribeirão. Depois de terminado o projeto, um Pilão de Água foi instalado no local por Josaphat Batista Soares, um dos primeiros moradores da região (PONCIANO, 2001).

De acordo com Ab'Saber (2007), a ocupação além-Tietê até o século XIX ocorreu através de pequenos núcleos e povoados no topo das colinas que chegavam até a proximidade da Serra da Cantareira. Santana permaneceu tardiamente com características rurais e, assim, as águas vinculavam-se às atividades econômicas e de recreação. O bairro, que era rural e possuía poucos moradores, teve um crescimento lento até o final do século XIX. Ainda na direção norte, de acordo com Bondar e Hannes (2014) cruzando a fazenda de Santana existiam caminhos que se dirigiam ao “sertão”, por onde passavam tropas e carros de boi em busca de mercadorias que abasteceriam o mercado da capital. A topografia acidentada explicava a utilização da tração animal, utilizada por cerca de três séculos para cruzar a região além-Tietê.

A ocupação da região está relacionada também com a geomorfologia do lugar. Logo após a várzea direita do Tietê, encontram-se íngremes ladeiras, e são raros os níveis intermediários, passa-se direto da planície aluvial para as encostas das colinas e outeiros. De acordo com Ab'Saber (2007), sobre a ocupação além-Tietê:

Quase todos os pequeninos núcleos, ali formados até o século XIX, nasceram no topo suave das primeiras colinas que se encontravam logo após as grandes várzeas do Tietê. Desta forma, aqui e ali se implantaram núcleos e povoados, em torno de rústicas igrejas ou capelas, enquanto em outros pontos altos foram localizados sedes de fazendas ou chácaras, pertencentes a moradores abastados da cidade. Sítios modestos, entremeados de matas espessas, existiam por todas as encostas e vales, até a proximidade da Serra da Cantareira (AB'SABER, 2007, pg. 170).

Entre o final do século XVII e o começo do século XVIII foi construído um grande aterro na várzea inundável do rio Tietê, iniciando-se nas proximidades do Convento da Luz e terminando no bairro de Santana, e uma ponte que facilitavam o acesso dos moradores da região ao centro (Foto 2).

Foto 2 - Imagem ilustrando a antiga Ponte das Bandeiras, meio de ligação entre o centro da cidade e o bairro de Santana.



Fonte: Lopes, 2014.

Em 1893 foi criado o *Tramway* da Cantareira - o trenzinho, imortalizado como "Trem das Onze" por Adoniran Barbosa - que contribuiu de forma decisiva para o desenvolvimento de Santana (Foto 3). O Cantareira, como também era conhecido à época, inicialmente não transportava passageiros, pois foi criado para facilitar o contato com o reservatório de água da Serra da Cantareira; porém, alguns moradores passaram a pegar carona, e isto fez com que, após algum tempo, o trem se tornasse o primeiro transporte público de Santana. O trenzinho, que operou até julho de 1964, inspirou a construção do Metrô na região (SÃO PAULO, 2017).

Foto 3 - Antiga estação do Mandaqui, do famoso *Tramway* da Cantareira.



Fonte: Old SP, 2014.

O loteamento da região teve início nas décadas de 1920 e 1930, mas a ocupação dos lotes não acompanhou esse ritmo. Bairros como Mandaqui, Tremembé e Tucuruvi se formaram no entorno das estações do trem da região (SÃO PAULO, 2017). As áreas próximas aos ramais do *Tramway* da Cantareira atraíram a urbanização, com a implantação de núcleos residenciais ao longo de seu caminho e alguns usos comerciais e de serviços próximos às estações e paradas, compondo a expansão da cidade para essas áreas mais periféricas. A chegada de melhoramentos à região intensificou o processo de ocupação das várzeas dos rios, e os moradores mais próximos às margens viram-se diante dos problemas de cheias e concentração de entulhos. Ao final da década de 30, a chegada do ônibus foi substituindo as viagens realizadas pelo *Tramway* da Cantareira.

Locais antes isolados passaram a se desenvolver e novos loteamentos residenciais foram se estabelecendo na Zona Norte, mas o padrão de ocupação periférica com ausência de infraestrutura foi mantido (HERLING, 2002). Segundo Guarnieri (2014) um fator que implicou de sobremaneira uma mudança da paisagem paulista, e conseqüentemente na zona norte, é a imigração estrangeira. A região do atual bairro do Mandaqui recebeu muitos imigrantes; italianos, austríacos, franceses e suíços, que se instalaram em chácaras na área, ao lado da Serra da Cantareira e do Horto Florestal, junto ao verde e da água de excelente qualidade.

As primeiras intenções de retificação do rio Tietê surgiram no final do século XIX e as obras foram iniciadas apenas em 1938. O trecho deste rio mais próximo à bacia do Córrego Mandaqui foi canalizado na década de 1940 e, nesse processo, surgiam novas possibilidades de ocupação das margens dos rios e de construção de vias marginais. A partir da década de 1950, o traçado dos rios afluentes da margem direita do Rio Tietê foi sendo alterado. O traçado sinuoso passou a ser retificado para a implantação de avenidas de fundo de vale, no processo de expansão urbana periférica (HERLING, 2002). Na década de 1970 teve início a canalização do Córrego Mandaqui, em cujo canal se construiu a avenida de fundo de vale Av. Engenheiro Caetano Álvares, conectando a Avenida Marginal Tietê ao bairro Tremembé (Foto 4). Este curso d'água se encontra enterrado na maior parte da extensão da avenida e na parte final sua canalização é em seção retangular de concreto, a céu aberto, com vigas estroncas (MONTEIRO JUNIOR, 2011).

Foto 4 - Prédio do jornal O Estadão recém-inaugurado, em meado dos anos 70, construído na planície aluvial do córrego Mandaqui, início da Avenida Eng. Caetano Álvares.



Fonte: Cidady, 2013.

Muitos de seus afluentes também passaram por esse mesmo processo de canalização² e tamponamento, como por exemplo, o Córrego Lauzane, atual Avenida Direitos Humanos.

Com o desenvolvimento do bairro e conseqüente melhoria de comunicação com o centro da cidade, antigas chácaras foram sendo loteadas e prédios modernos foram sendo construídos. No final do séc. XX toda a região está praticamente construída e a área originalmente denominada Distrito de Santana deu origem a inúmeros outros bairros, como Mandaqui, Tucuruvi, Casa Verde, Cachoeirinha, Tremembé e Jaçanã (Bondar; Hannes, 2014, pg. 33).

De acordo com Ragonha e Corrêa (2016) a cidade de São Paulo permaneceu crescendo segundo a lógica rodoviária, com incentivos à construção de avenidas de fundo de vale, sobretudo entre as décadas de 1970 e 1990. Grande parte das terras que ocupam o atual sistema viário de São Paulo, fazem parte dos terrenos das várzeas dos rios e foram gradativamente incorporados à estrutura metropolitana graças aos trabalhos de retificação³ e canalização (GUARNIERI, 2014). Para a autora, quando as várzeas já

² O termo canalização é usado para referir-se a projetos que envolvam a modificação do canal fluvial com posterior concretização da calha do mesmo. Pode ser de dois tipos: subterrânea ou a céu aberto (ASSUMPCÃO; MARÇAL, 2012, pg. 21).

³ A retificação de canais fluviais é um processo no qual os rios são artificialmente modificados na sua forma através do aprofundamento e/ou alargamento da calha fluvial e da retirada de meandros alterando, sobremaneira, a forma em planta e o perfil longitudinal dos canais, o que interfere diretamente e indiretamente em todo o sistema fluvial da bacia (Ibidem, pg. 20).

estão integradas no espaço da cidade, as enchentes passam a assombrar os cidadãos paulistanos.

4.3 Geologia e Relevô

Considera-se uma correlação direta entre a história e ocupação da cidade de São Paulo e as características do contexto lito-estrutural e relevô regional, o que influenciou consequentemente os eixos de urbanização da área. Tectonicamente a cidade encontra-se na Bacia Terciária de São Paulo, formada no período Terciário e apresentando materiais que acumularam em consequência à deposição na depressão naquele momento formada. Tal configuração em bacia sedimentar pode ser notada comparando as amplitudes altimétricas entre a superfície correspondente à região do centro de São Paulo e arredores com o relevô circundante associado à Serra da Cantareira ou o Pico quartzítico do Jaraguá. Geologicamente, a área da bacia do Córrego Mandaqui é composta por granitos, xistos e sedimentos cenozoicos.

Segundo Rodriguez (1998), a litologia da porção norte do município de São Paulo corresponde aos Grupos São Roque e Serra do Itaberaba, sendo constituída por rochas metassedimentares e metavulcânicas representadas principalmente por filitos, metarenitos e quartzitos, tendo secundariamente a ocorrência de anfibolitos, metacalcários, dolomitos, xistos porfiroblásticos e rochas calciossilicatadas. A área da bacia do Córrego Mandaqui, mais especificamente, corresponderia segundo o autor ao Grupo Serrado Itaberaba que é constituído predominantemente por biotita-muscovita xistos sem estruturas sedimentares preservadas. O autor acima ainda classifica como alta a potencialidade de ocorrência de escorregamentos em encostas dessas rochas.

Com relação aos granitos, Rodriguez (1998) afirma que os mesmos estão distribuídos por toda a área, designados por Suítes Graníticas. São corpos de diferentes tamanhos, desde batólitos a pequenos stocks (corpo plutônico intrusivo com menos de 100 km²).

Para Lima et al. (1991), os depósitos terciários da Bacia de São Paulo, que abrangem sedimentos referidos às formações São Paulo e Itaquaquetuba, mais recentemente têm sido reinterpretados como um conjunto sedimentar paleogeno que inclui sistema basal de leques aluviais e canais entrelaçados, sistema lacustre (em parte sincrônico com os anteriores) e sistema fluvial meandrante de topo.

De acordo com Gurgueira (2013), a Formação São Paulo apresenta fácies sedimentares compostas por arenitos grossos, conglomeráticos, com abundante estratificação cruzada, base erosiva e presença de clastos argilosos representantes de canais meandrantes; siltitos e argilitos laminados podendo conter registro fossilífero (linhitos), depositados em meandros abandonados; arenitos médios e grossos provenientes do rompimento de diques marginais; gradando para sedimentos mais finos rítmicos e laminados, típicos de planície de inundação.

Geomorfologicamente, a cidade de São Paulo encontra-se, de acordo com a proposta de Ross e Moroz (1997), na unidade morfoescultural do Planalto de São Paulo, que compreende a unidade morfoestrutural de uma bacia sedimentar cenozoica, por sua vez embutida no Cinturão Orogênico do Atlântico.

Segundo Ab'Saber (2007, pg. 19), o relevo de São Paulo “deixa entrever um relevo de morros e outeiros amorreados”. Tal afirmação fica evidente ao se percorrer a região da bacia do Córrego Mandaqui, onde pode-se verificar a ocorrência de colinas íngremes. A área de estudo é formada, na maior parte de sua extensão, por um maciço granítico originário de unidades magmáticas e metamórficas de embasamento pré-cambriano (alto da Serra da Cantareira). Já as planícies aluviais do Tietê são originárias do quaternário e composta por argilas e areias (Ab'Saber, 2007).

A declividade possui bruscas variações e tem a presença de ladeiras demasiadamente acentuadas, fato que contribuiu para a urbanização se dar de forma vagarosa. As menores altitudes estão próximas da cota de 722 metros, se encontram próximas as várzeas do Rio Tietê, do córrego Mandaqui e córrego Lauzane. Enquanto as maiores altitudes estão próximas da cota de 833 metros e localizadas próximas à Invernada da polícia militar. O relevo de uma forma geral apresenta características variando entre interflúvios de topos bem dissecados, interflúvios colinosos e planícies fluviais restritas.

4.4 Clima

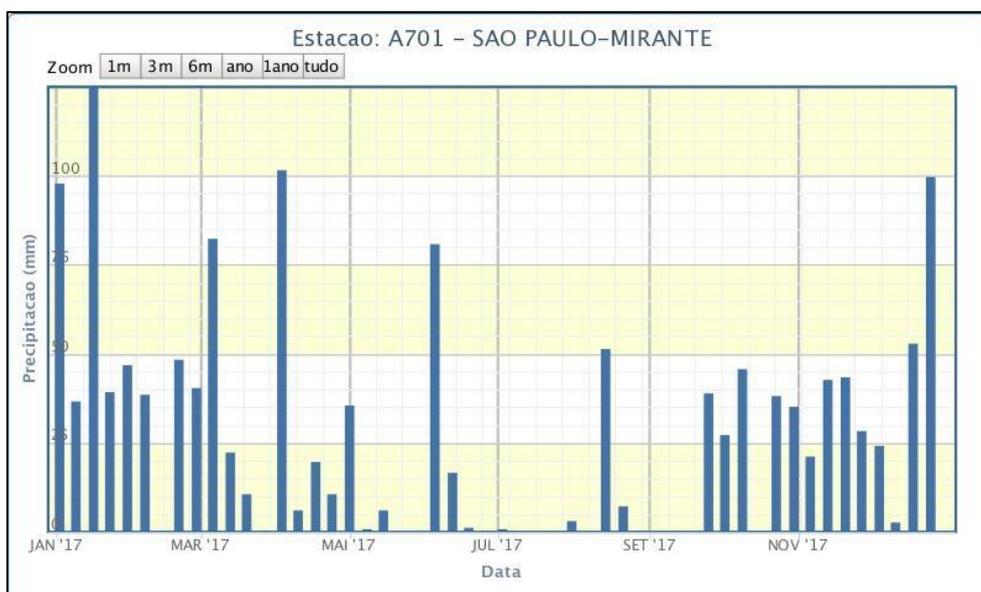
De acordo com a classificação de Monteiro (1973), o clima do município de São Paulo é úmido dos continentes dominados por massa mT. Segundo o IAG (2017), caracteriza-se por um inverno notadamente seco e um verão bastante chuvoso. Sendo assim, a melhor maneira de descrever o clima da cidade de São Paulo é dizendo que a

amplitude anual de temperatura é menor do que a amplitude diária de temperatura e que ele é caracterizado por duas estações (uma seca e outra úmida).

A partir das médias obtidas da série histórica da Estação Meteorológica do IAG-USP (1933-2011), pode-se dizer que os meses mais secos são os meses de maio a agosto, que também é o período mais frio. O verão (aqui definido pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro) é a estação mais chuvosa, a média climatológica para o trimestre é de 618,0mm. É a estação com maior média de temperatura: 21,4°C. Diversos estudos realizados nas últimas décadas têm evidenciado as modificações da urbanização sobre as características climáticas da área, exemplificadas por fenômenos como ilha de calor e inversão térmica.

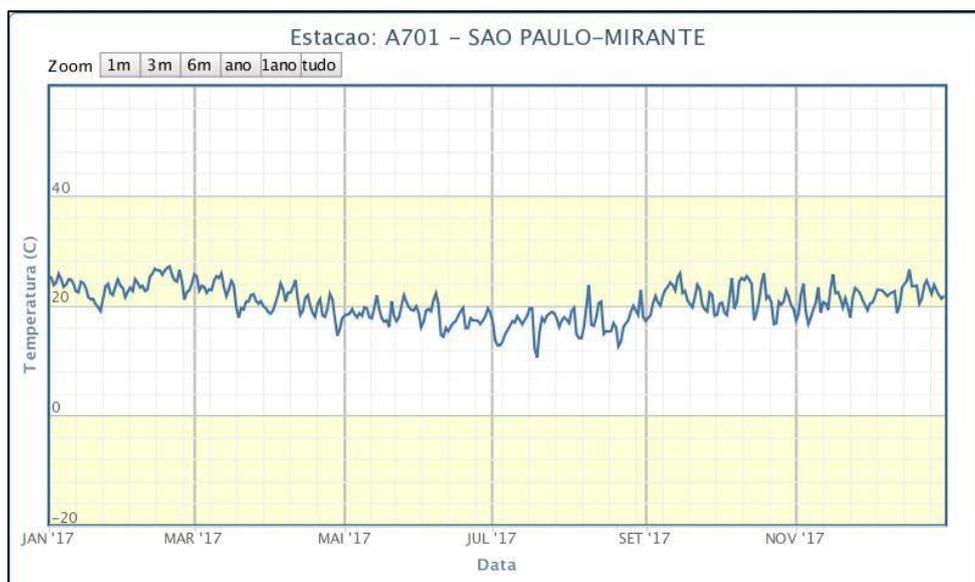
A análise da temperatura e da precipitação para o ano de 2017 foi elaborada a partir dos dados da Estação Meteorológica de Observação da Superfície Automática de São Paulo (Mirante de Santana)-A701. A bacia do Córrego Mandaqui encontra-se apenas há 1 km de distância. Foi obtida uma média de temperatura anual de 20,5°C e precipitação total de 1522,7 mm (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Histograma com as médias mensais de pluviometria da estação Mirante de Santana, São Paulo.



Fonte: INMET, 2017.

Figura 2 - Histograma com as médias mensais de temperatura da estação Mirante de Santana, São Paulo.



Fonte: INMET, 2017.

4.5 Hidrografia

A bacia hidrográfica do córrego Mandaqui faz parte da UGRHI-06 Alto Tietê, a qual corresponde à área drenada pelo rio Tietê desde suas nascentes em Salesópolis, até a barragem de Rasgão, integrada por 34 municípios (SÃO PAULO, 2017). Sua nascente como já citado, está localizada na Invernada da Polícia Militar, sendo seus principais afluentes os córregos Lauzane, Água Fria, Capão das Cobras e Tabatinguera. Em termos de extensão o córrego Mandaqui apresenta 7,3 Km, já seus afluentes apresentam uma extensão total de 32,9 Km.

4.6 Vegetação

De acordo com o Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 2004), a cidade de São Paulo está inserida no Bioma da Mata Atlântica, o qual é um dos cinco mais importantes *hotspots* mundiais de biodiversidade (MYERS et al., 2000), restando atualmente 8,5% da sua cobertura original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Ainda segundo a Fundação citada, é considerado um dos biomas mais ameaçado do planeta, sendo decretada Reserva da Biosfera pela UNESCO em 1994 e Patrimônio Nacional, na Constituição Federal de 1988. Ainda de acordo com a Fundação, a composição original da Mata Atlântica é um mosaico de vegetações definidas como

florestas ombrófilas densa, aberta e mista; florestas estacionais decidual e semidecidual; campos de altitude, mangues e restingas. De qualquer modo vale esclarecer que os campos de altitude ocorrem em setores elevados da topografia, em geral superiores a 1000 metros e os mangues e restingas estão associados ao ambiente marinho. Na área de estudo, portanto, predominavam originalmente as florestas ombrófilas.

De acordo com São Paulo (2002), a cobertura vegetal hoje existente no município é constituída basicamente por fragmentos da vegetação natural secundária (floresta ombrófila densa, floresta ombrófila densa alto montana, floresta ombrófila densa sobre turfeira e campos naturais), que ainda resistem ao processo de expansão urbana, em porções mais preservadas no extremo sul, na Serra da Cantareira ao Norte e em manchas isoladas, como por exemplo, a Invernada da Polícia Militar (Foto 5).

Foto 5 - Vegetação localizada na Invernada da Polícia Militar.



Fonte: Silva, 2017.

O mapeamento apresentado em 2002, pelo Atlas Ambiental do Município de São Paulo a partir da imagem de satélite Landsat do ano 1999 para a análise da expansão da urbanização e da fragmentação da vegetação, demonstrou que o verde na área urbana de São Paulo se reduz a apenas 7,54% do território total do município. Foram mapeados para o distrito da Casa Verde-Cachoeirinha 6.818.400 m² de cobertura vegetal e para o distrito de Santana-Tucuruvi 12.455.100 m². Destaca-se que essa cobertura vegetal não é distribuída uniformemente, sendo concentrada em alguns pontos dos distritos. Já o “Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo”

referente ao ano de 2009, demonstrou uma cobertura vegetal de 23,1% para o município de São Paulo (SÃO PAULO, 2017).

A bacia do Córrego Mandaqui se constitui de grande valor quando se trata de áreas verdes, pois próximo aos seus limites localizam-se o Horto Florestal, atual Parque Estadual Alberto Lofgren e o Parque da Cantareira, duas áreas protegidas que apresentam vegetação nativa da Mata Atlântica.

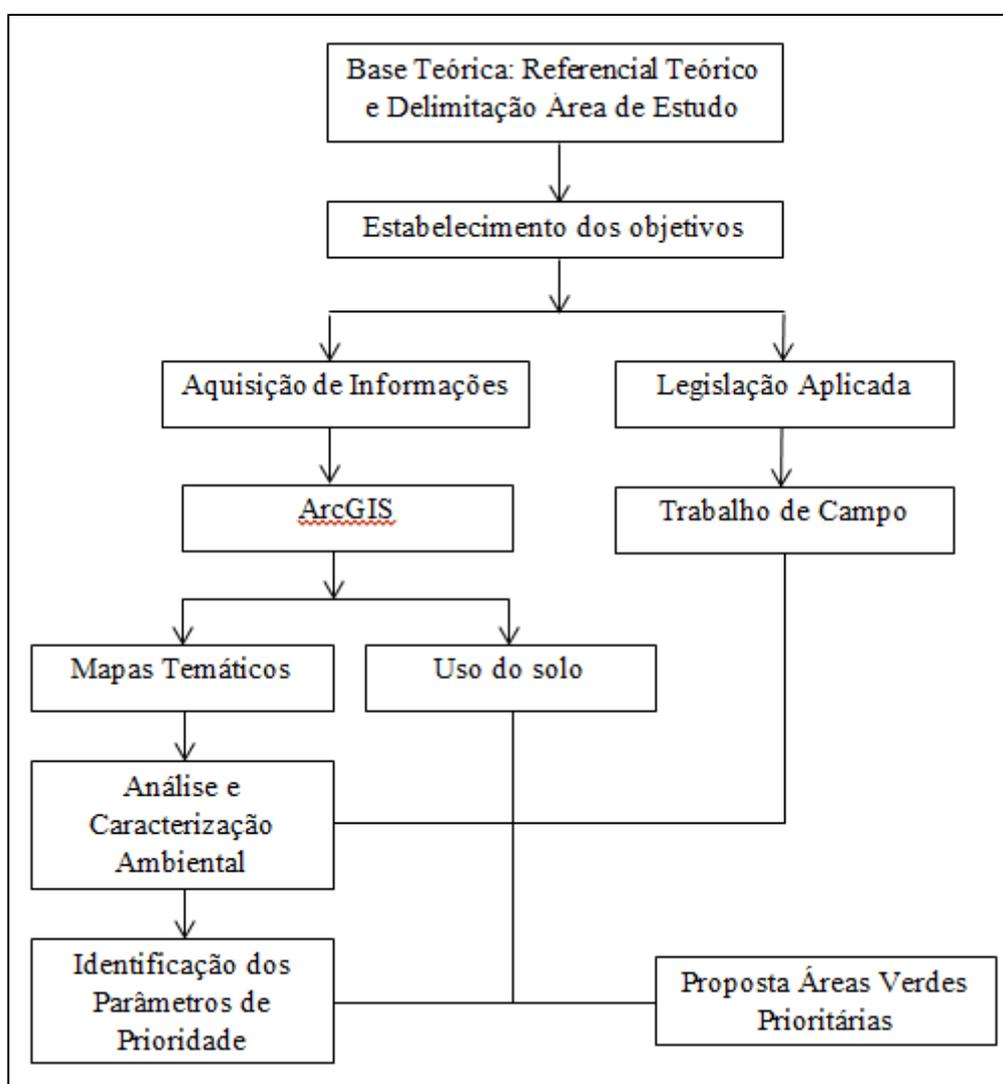
O Parque Estadual Alberto Löfgren tem uma grande importância histórica. Foi a primeira área de conservação efetivamente implantada no Estado de São Paulo. Criada no final do século XIX para a instalação do Horto Botânico, foi a base para a criação do Serviço Florestal no estado, hoje Instituto Florestal. Constitui-se como zona de amortecimento e área contígua ao Parque Estadual da Cantareira (SÃO PAULO, 2017). Segundo Bondar e Hannes (2014), a Floresta da Cantareira é considerada uma das maiores florestas urbanas do mundo e possui inúmeras nascentes e diversos cursos d'água, exercendo papel fundamental na história do abastecimento de água da cidade de São Paulo.

5. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Revisão Bibliográfica

Para a realização deste trabalho foi efetuado primeiramente um levantamento bibliográfico sobre o tema e a área de estudo, como forma de subsídio para a definição dos objetivos e da metodologia a ser aplicada, seguido de um levantamento cartográfico da região onde se localiza a área de estudo. A figura 3 indica as etapas realizadas no desenvolvimento desta pesquisa.

Figura 3 - Fluxograma das etapas para a elaboração da dissertação.



Fonte: Silva, 2017.

Foi tomada como unidade de estudo a bacia hidrográfica, pois “a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental” (Botelho; Silva, 2004, p. 153). De acordo com os autores, quando consegue-se distinguir o estado dos elementos que compõe o sistema hidrológico (solo, água, ar, vegetação, etc.) e os processos a ele relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação⁴, contaminação, etc.), é possível avaliar o equilíbrio do sistema ou ainda a qualidade ambiental nele existente, sendo possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente.

Para o estudo e caracterização da Infraestrutura Verde na bacia hidrográfica, foram utilizados os seguintes princípios e conceitos-chaves, descritos nos estudos de Benedict e McMathon (2006): conectividade; a importância do contexto em que será inserida; e assegurar benefícios para os recursos naturais e para as pessoas.

Foram utilizadas técnicas de sistema de informações geográficas (SIG) pois, de acordo com Filho (1995), possuem alta capacidade para tratamento e análise de informações multi-temáticas.

5.2 Programas Computacionais Utilizados

Para o processamento digital das imagens de satélite e elaboração dos produtos cartográficos foi utilizado o software ArcGIS Desktop, desenvolvido pela empresa americana ESRI (*Environmental Systems Research Institute*). O ArcGIS Desktop possui os sistemas ArcMap e ArcCatalog. Foram utilizados os sistemas ArcMap 10.2.2 para edição, elaboração dos mapas e operações de análise; ArcCatalog 10.2.2 para organização dos dados.

5.3 Elaboração de Mapas Temáticos

Para confecção dos mapas utilizou-se os dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de São Paulo através da plataforma digital GeoSampa, e os dados da imagem Sentinel-2 disponibilizados pela plataforma EO Browser.

⁴ Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio (Ministério das Cidades).

A plataforma digital GeoSampa é o portal que abriga os dados do Sistema de Informações Geográficas do Município de SP (SIG-SP), regulamentado pelo Decreto 50.736, de 15 de julho de 2009. O suporte para construção cartográfica desse sistema foi o Mapa Digital da Cidade (MDC), nas escalas 1:1.000 na área urbana.

5.3.1 Mapa da Rede de Drenagem

Foi estabelecido o limite da bacia hidrográfica a partir da camada temática georreferenciada das bacias hidrográficas do município de São Paulo, disponibilizada pela plataforma digital GeoSampa no formato shapefile, com sistema de coordenadas atribuídos em UTM SIRGAS 2000. Para a construção do mapa da rede de drenagem, utilizou-se a camada temática georreferenciada da rede de drenagem do município de São Paulo, disponibilizada pela plataforma digital GeoSampa no formato shapefile, com sistema de coordenadas atribuídos em UTM SIRGAS 2000. Foi utilizado o shapefile do limite da bacia, para delimitar os limites do mapa de drenagem.

5.3.2 Mapa Hipsométrico

Para elaboração do mapa hipsométrico foram utilizadas as imagens com dados radar do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Esses dados foram obtidos no site do Serviço Geológico Americano (USGS). A resolução espacial é de 30 metros e o Datum da imagem é UTM SIRGAS 2000.

O mapa hipsométrico têm como finalidade caracterizar o relevo a partir da distribuição das classes altimétricas de determinada área. Para a interpretação do mapa hipsométrico foi utilizada a técnica de relevo sombreado onde, segundo Valeriano (2008), é a mais recomendada para a análise visual de dados altimétricos.

5.3.3 Mapa de Declividade

O mapa de declividade foi gerado a partir do Modelo Numérico do Terreno. Utilizaram-se as classes de declividades adotadas por Herz e De Biasi (1989) expressas em porcentagens (Tabela 2): 0-3%, 3-5%, 5-12%, 12-30%, 30-47%, >47%. Tais pesquisadores estabeleceram essas classes baseando-se em limites usados

internacionalmente, bem como em trabalhos desenvolvidos por institutos de pesquisas nacionais e em leis vigentes no Brasil.

Tabela 2 - Classes de Declividade.

Classe	Descrição
0 – 3%	Plano
3 – 5%	Suavemente ondulado
5 – 12%	Ondulado
12 – 30%	Fortemente ondulado
30 – 47%	Montanhoso
> 47%	Fortemente montanhoso

Fonte: Herz e De Biasi, 1989.

5.3.4 Mapa Geotécnico

Para a adaptação do mapa Geotécnico foi utilizada a camada temática georreferenciada da geotecnia do município de São Paulo, disponibilizada pela plataforma digital GeoSampa no formato shapefile, com sistema de coordenadas atribuídos em UTM SIRGAS 2000. Foi utilizado o shapefile do limite da bacia para delimitar os limites do mapa de geotécnico.

5.3.5 Mapa Remanescentes do Bioma Mata Atlântica (Plano Municipal da Mata Atlântica – PMMA)

Foi utilizada a camada temática georreferenciada do Mapa Remanescentes do Bioma Mata Atlântica do município de São Paulo, disponibilizada pela plataforma digital GeoSampa no formato shapefile, com sistema de coordenadas atribuídos em UTM SIRGAS 2000. Foi utilizado o shapefile do limite da bacia para delimitar os limites do mapa de remanescentes.

5.3.6 Mapa de Uso e Ocupação do solo

Para a elaboração do Uso do Solo da área de estudo, foi utilizada as cenas georreferenciadas do satélite Sentinel-2, com sistema de coordenadas atribuídos em UTM WGS 1984 e resolução espacial de 10 metros. As cenas utilizadas neste estudo são: 23 KLQ, tomadas no dia 30-08-2017.

A metodologia empregada foi subdividida nas seguintes etapas: a) processamento digital das imagens, b) classificação temática e c) aferição da acurácia temática.

No processamento digital das imagens foram utilizadas as bandas espectrais 4, 3 e 2. Estas foram processadas de forma a elaborar a composição colorida (cor verdadeira), associando as bandas 4 (vermelho), 3 (verde) e 2 (azul).

Na etapa de classificação temática de uso da terra foi aplicada a classificação digital supervisionada, desenvolvida em função do conhecimento prévio de áreas amostrais obtidas no trabalho de campo, o que permitiu a seleção de áreas de treinamento confiáveis, definindo-se que o algoritmo classificador pelo método de máxima verossimilhança operasse com base na distribuição de probabilidade de cada classe. As classes temáticas foram estabelecidas em função dos temas de interesse: área verde e área urbanizada, descritas no Quadro 1, sendo o critério de classes adaptado do estudo de Cavalheiro et al. (1999).

Quadro 1 - Classes de Uso e Ocupação do Solo.

Classe	Caracterização
Área Verde	Espaços livres de construção (praças, parques, bosques, etc.).
Área Urbanizada	Espaços com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc.).
Sistema Viário	Espaços de integração urbana (rede rodoferroviária).

Fonte: Cavalheiro *et al*, 1999.

Na última etapa aferiu-se a acurácia temática dos resultados obtidos na classificação digital. Para obter a concordância entre a verdade terrestre e o mapa de uso do solo produzido, foi estimada a exatidão do mapa por meio de matriz de erro e coeficiente *Kappa* (CONGALTON; GREEN, 1998). Para tanto, foram determinados 80

pontos na imagem para verificação em campo do uso do solo, comparando-se a classe adotada no mapa e a classe real a que pertence o ponto em campo, permitindo a determinação de erros de omissão (omissão no mapa de determinada feição constatada em campo) e erros de comissão (atribuição no mapa de determinada feição a uma classe a qual ela não pertence). O valor do índice *Kappa* indica a qualidade da classificação, variando de 0 a 1, e, quanto mais se aproxima de 1, mais a classificação se aproxima da realidade (MOREIRA, 2001). Por fim realizou-se a poligonização do mapa digital produzido, convertendo a imagem raster (matriz) para vetorial.

Para o sistema viário, foi utilizada a camada temática georreferenciada do sistema de logradouros do município de São Paulo, disponibilizada pela plataforma digital GeoSampa no formato shapefile, com sistema de coordenadas atribuídos em UTM SIRGAS 2000. Foi utilizado o shapefile do limite da bacia para delimitar os limites do sistema viário.

5.3.7 Mapa Parâmetros de Prioridade

O mapa de parâmetros de prioridade foi elaborado com base no mapa de declividade, mapa geotécnico (utilização somente das classes de áreas sujeitas à inundação e cabeceira de drenagem vulnerável) e nas Áreas de Preservação Permanente (APP), produzida a partir do mapa de rede de drenagem da bacia.

Para elaboração da classe de Áreas de Preservação Permanente tomou-se como base o artigo 4º da Lei 12.651 de 2012 (Código Florestal Brasileiro). No artigo foram determinadas as larguras mínimas que as APPs devem ter ao longo de cursos fluviais. Como a largura do Córrego Mandaqui e seus afluentes não ultrapassam 10 metros, a largura da APP deve ser de 30 metros. Para as nascentes o Código Florestal determina APP de 50 metros. Obviamente, não foram identificadas APPs para topos de morro e declividades superiores a 100%.

Devido ao conceito de infraestrutura verde ser emergente de planejamento e desenho principalmente estruturado por uma rede hidrológica e de drenagem, híbrida e capaz de integrar e ligar áreas verdes existentes com infraestrutura construída, fornecendo funções ecológicas (AHERN, 2007), foi atribuído uma influência maior da classe APP em relação aos outros 2 atributos elencados (declividade e geotécnico). Entende-se que esses 3 atributos sobrepostos influenciam diretamente na quantidade e

localização de vegetação em uma bacia hidrográfica. Em relação às classes dos mapas foram atribuídos pesos de 1 a 5, sendo que 1 é o peso de menor importância, e 5 é o peso de maior importância.

A escolha dos mapas e distribuição dos pesos foi realizada com base em estudos de seleção de áreas verdes urbanas (ALVAREZ et al., 2010; NUCCI, 2001; PETENUSCI, 2015); estudos de planejamento ambiental em bacias hidrográficas (BACANI, 2010; MORAES; LORANDI, 2003; NUNES, 2013); e estudos de fragilidade ambiental⁵ (CERSÓSIMO, 2006; MCHARG, 1969; ROSS, 1994; SILVA, 2000).

No Quadro 2 são apresentados os pesos de cada classe dos mapas utilizados para elaboração do mapa de parâmetros de prioridade.

Quadro 2 - Grau de influência para cada mapa e os pesos para as respectivas classes, utilizados para elaboração do mapa de parâmetros de prioridade para implantação de áreas verdes.

Mapa	Grau de Influência	Classes	Pesos
Declividade	25%	0-3%	4
		3-5%	2
		5-12%	3
		12-30%	4
		30-47%	5
		>47%	5
Geotécnico	25%	Áreas sujeitas à inundação	5
		Cabeceira de drenagem vulnerável	5
APP	50%	-	5

Fonte: Silva, 2017.

⁵ Neste estudo a fragilidade ambiental é compreendida como qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico (SPORL; ROSS, 2004, pg. 40).

5.3.8 Mapa das Áreas Propostas para Implantação de Áreas Verdes

Para elaboração do mapa das áreas propostas para a implantação de áreas verdes da bacia do Córrego Mandaqui, utilizou-se como base o mapa de parâmetros de prioridade e o mapa de uso e ocupação do solo.

O critério adotado para nortear a proposta de áreas verdes teve como base o grau de prioridade na APP. Segundo Ragonha e Côrrea (2016), observando a malha da cidade com suas áreas verdes e sobrepondo essa à hidrografia, é perceptível que a lógica do caminho das águas atrelada aos espaços verdes existentes revela uma conectividade latente em meio ao tecido urbano. As áreas verdes propostas foram destinadas como Parques Lineares, Parques Urbanos e Praças Públicas, de acordo com a tipologia indicada no PDE municipal.

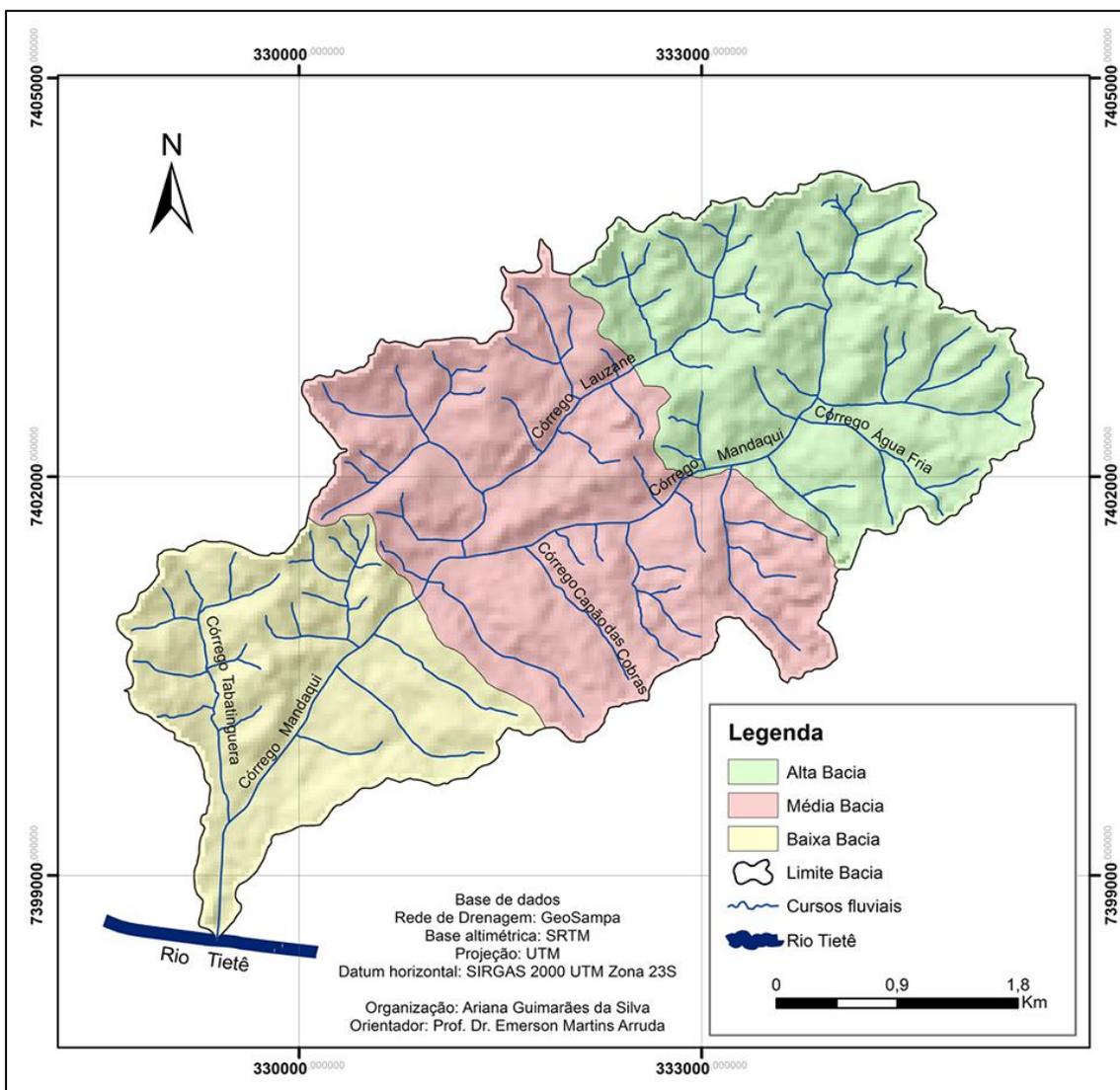
Entende-se que as classes áreas verdes e áreas urbanizadas possuem o mesmo peso de importância, tanto devido a necessidade de conexão de áreas verdes próximas, quanto a necessidade de implantar áreas verdes em locais com acentuada urbanização, relacionando assim com os objetivos do PDE municipal, que visa promover transformações urbanísticas estruturais e a valorização e melhoria da qualidade ambiental da cidade, prevendo a ampliação progressiva e contínua das áreas verdes permeáveis ao longo dos fundos de vales.

Para o estabelecimento da proposta de implantação de corredores verdes, buscou-se aproveitar o sistema viário e proximidade das áreas verdes para conexão. De acordo com Benedict e McMahon (2006), deve-se identificar e conectar os elementos da rede de áreas verdes ou da infraestrutura verde, tendo como base as áreas maiores e de maior qualidade que são definidas como âncoras e a ligação entre elas através da paisagem determina o próximo passo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se a dimensão da bacia, os elementos estudados e diversidade de informações que constitui um aglomerado urbano, é proposta uma divisão da área de estudo em alta, média e baixa bacia para melhor análise e compreensão dos dados obtidos (Mapa 2). Para a divisão da bacia, buscou-se a integração das informações sobre as formas de relevo e a configuração das subbacias que compõe o Córrego Mandaqui.

Mapa 2 - Divisão da bacia do Córrego Mandaqui em alta, média e baixa bacia.



Autora: Silva, 2017.

Devido à quantidade significativa de informações, estruturou-se o texto em duas partes. O primeiro item apresenta a caracterização da análise ambiental da bacia, bem

como os principais aspectos de maior fragilidade da área. O segundo item destaca informações sobre a análise do uso e ocupação do solo, a correlação dos parâmetros de prioridade e por fim a proposta de áreas prioritárias para a implantação de áreas verdes. Sendo as áreas verdes constituídas por Parques Lineares, Parques Urbanos e Praças Públicas, prevendo ainda à destinação de áreas para formação de Corredores Verdes.

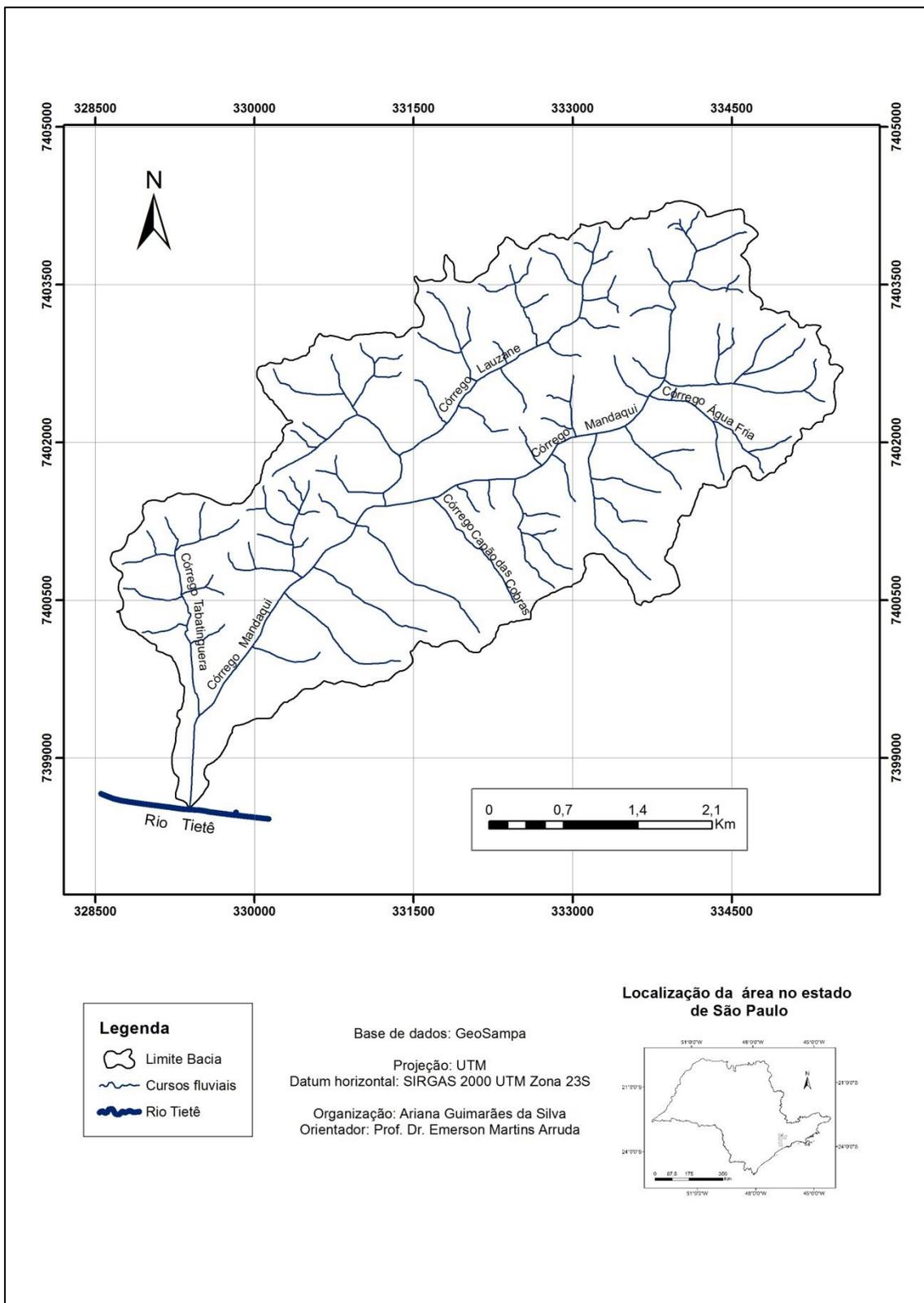
6.1 Análise Ambiental da Bacia

6.1.1 Alta Bacia

Uma das características ambientais da bacia do Córrego Mandaqui que a torna peculiar em relação a outras bacias do município, é ainda possuir a nascente do rio principal preservada, coberta por um dos poucos remanescentes de Mata Atlântica existentes dentro da área urbana de São Paulo. A mesma localiza-se no setor norte da alta bacia, em uma altitude aproximada de 816 m. Um dos pontos que favoreceu sua preservação foi a existência de áreas públicas, como o extenso terreno que atualmente abriga a sede da Academia de Polícia Militar do Barro Branco.

Com exceção do setor mencionado, a rede de drenagem da bacia (Mapa 3) sofreu grandes transformações devido à expansão urbana, onde a maioria dos cursos fluviais encontram-se tamponados, ocultos na paisagem, por muitas vezes invisível ao olhar desatento.

Mapa 3 - Rede de drenagem da bacia do Córrego Mandaqui.



Autora: Silva, 2017.

Poucos afluentes do córrego Mandaqui correm a céu aberto, mesmo esses já sofreram também grandes modificações, como a retificação e canalização. Em geral, trata-se do modelo de gestão da drenagem urbana utilizada pelo poder público para mitigação dos problemas com grandes enchentes e inundações, que assolaram o município devido a intensa ocupação das várzeas e a impermeabilização do solo, sem o adequado ordenamento da infraestrutura de drenagem urbana.

O padrão de ocupação das várzeas do Rio Tietê, historicamente foi norteador pelo chamado “Plano de Avenidas” elaborado pelo engenheiro Francisco Prestes Maia, coordenador na década de 1930, da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê. A premissa básica do plano era aproveitamento da várzea, projetando a construção de duas extensas avenidas marginais e de 20 pontes de concreto armado, permitindo com isso, a ocupação das várzeas por loteamentos e logradouros públicos. O processo de modificação da paisagem natural se baseou na ocupação do leito maior do rio Tietê e no confinamento das águas em estreitos canais retificados. O crescimento demográfico e industrial, aliado a uma expansão de loteamentos sem respeitar uma lógica ordenadora, acabaram por caracterizar problemas com inundações e poluição como a contaminação das águas.

O córrego Mandaqui como já descrito ao longo da caracterização da área, corre tamponado por parte da Avenida Engenheiro Caetano Álvares, aproximadamente na rua Orense, o córrego flui a céu aberto até desaguar no Rio Tietê, em planície totalmente alterada e ocupada pelas pistas marginais (Foto 6).

Foto 6 - Trecho da Av. Engenheiro Caetano Álvares onde o córrego Mandaqui corre tamponado sob o canteiro central.



Fonte: Silva, fevereiro de 2017.

A canalização do córrego Mandaqui seguiu o padrão repetido em toda a cidade de São Paulo, com o intuito de reduzir as inundações e melhorar as atividades de coleta de esgoto, uma forma de amenizar as consequências da ocupação desordenada das várzeas. Porém, esse processo é de grande impacto ambiental, principalmente em relação a impermeabilização do solo, podendo influenciar diretamente no comportamento natural do rio, alterando entre outros o regime das descargas, o padrão de escoamento e a velocidade dos fluxos.

O seu principal afluente, córrego Lauzane, flui sob a Avenida Direitos Humanos e apresenta-se totalmente tamponado e oculto na paisagem. Situa-se entre os bairros Mandaqui e Lauzane Paulista, percorrendo a extensão entre os setores da alta e média bacia sentido noroeste. Cabe ressaltar que o canteiro central por onde passa o córrego no setor da alta bacia apresenta-se arborizado. Ainda no setor da alta bacia, agora no sentido nordeste encontra-se um dos poucos afluentes do córrego Mandaqui que flui a céu aberto, porém com suas margens canalizadas (Foto 7).

Foto 7 - Um dos afluentes do córrego Mandaqui, sem denominação, localizado na praça Rufus King Lane, que flui a céu aberto, porém com o seu leito canalizado.



Fonte: Silva, fevereiro de 2017.

Há de considerar alguns benefícios advindos da canalização e retificação dos cursos fluviais, como a melhora das condições de escoamento, estabilidade das margens e possibilidade de diminuição dos eventos de cheias, desde que haja um planejamento adequado frente ao contexto local. Como pode-se observar na foto 7, por exemplo, a

canalização contribuiu na estabilização das margens do córrego, amenizando possíveis problemas com processos erosivos e consequente desmoronamento das margens.

Considerando a Lei 12.651 de 2012 (Código Florestal Brasileiro), a qual estabelece em seu artigo 4º a proteção das faixas marginais dos cursos d'água, ainda definindo como Área de Preservação Permanente (APP), como sendo “uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. A APP deve estar presente nas faixas marginais de qualquer curso d'água, com uma largura mínima de 30 metros, a largura tende a aumentar com o aumento da largura do rio. Desse modo, pode-se dizer que a APP proposta quando existente e composta por vegetação cumprirá com grande parte de suas funções.

Assim, observa-se a importância da vegetação ciliar⁶ e a necessidade de requalificar os cursos fluviais em um ambiente com acentuada urbanização, de forma a inverter a tendência de degradação, resultante de processos antrópicos sem o adequado planejamento. Soares (2014) concluiu em seus estudos que os corpos hídricos deixaram de representar uma referência paisagística para a cidade de São Paulo, encontrando-se, na maioria das vezes, tamponados ou em péssimas condições de conservação ambiental, portanto, sendo primordial a adoção de técnicas sustentáveis no manejo dos cursos d'água, com o objetivo de recuperá-los e preservá-los como elementos referenciais na paisagem urbana.

Destaca-se também o papel preponderante da vegetação em relação às suas funções ecológicas, permitindo cumprir com um dos principais objetivos das áreas verdes no meio urbano – o objetivo ecológico ambiental. Onde Bargas e Matias (2011) relacionou que as diferentes funções desempenhadas podem amenizar as consequências negativas da urbanização. Corroborando assim, com os estudos de Meyfroidt e Lambin (2011), os quais demonstraram que a floresta secundária proporciona efeitos positivos, como o armazenamento de carbono, a estabilidade do solo e a estabilidade hidrológica, principalmente quando substitui uma área degradada.

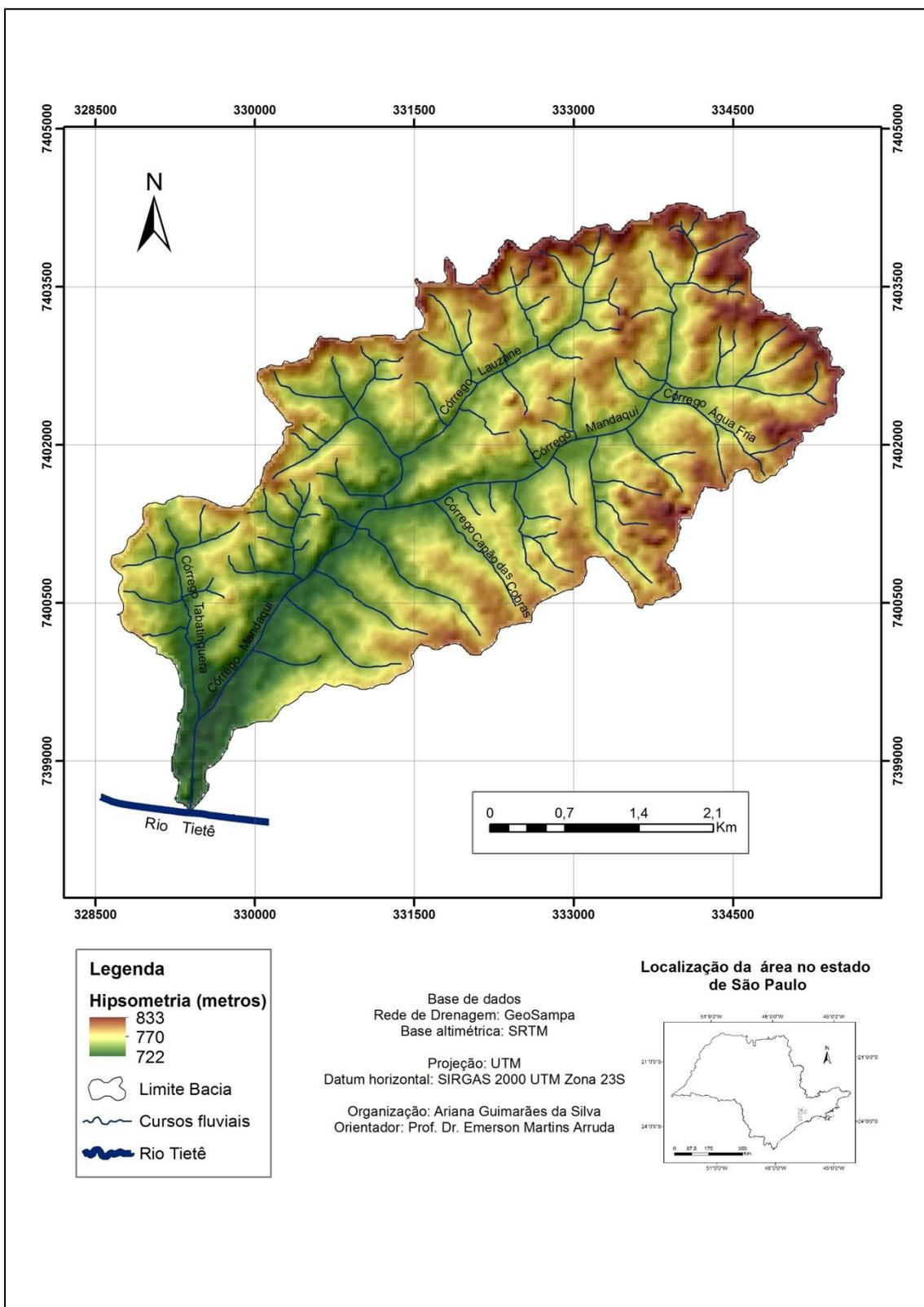
⁶ A vegetação ciliar é observada conceitualmente como formações vegetais do tipo florestal que se encontram associadas aos corpos d'água, ao longo dos quais podem estender-se por dezenas de metros a partir das margens e apresentar marcantes variações na composição florística e na estrutura comunitária (OLIVEIRA-FILHO, 1994).

Explorar o potencial do caminho da rede de drenagem para ampliar as áreas verdes, expressa a própria importância da unidade bacia hidrográfica tomada como unidade de estudo, principalmente em relação a criação dos denominados parques lineares, que são instalados às margens de córregos. Os parques lineares têm por objetivo ser um espaço de preservação, e ainda de acordo com as diretrizes do município de São Paulo, oferecer recursos para seus visitantes, como atividades de lazer, prática de esporte, apresentações culturais, e atividades de educação ambiental. Porém, predominando os espaços contemplativos, trilhas, lagos e paisagens naturais.

Também são consideradas como APP na Lei 12.651 de 2012 os topos de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25° e ainda as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. Ribeiro e Freitas (2010) salientaram, que a vegetação em refúgios montanos é de especial interesse para a conservação sob vários aspectos, podendo contribuir com a recarga e regulação hídrica, contenção da erosão e do assoreamento.

Obviamente, não ocorrem APPs de topo de morro em altitudes superiores a 1.800 metros na bacia hidrográfica do córrego Mandaqui. As partes mais elevadas do relevo na bacia se localizam nos interflúvios que ladeiam e marcam os divisores da bacia hidrográfica. O relevo da alta bacia é caracterizado por morros, colinas e algumas planícies restritas aos canais principais (Mapa 4). Na alta bacia, são encontradas as maiores altitudes da área, variando entre 804 metros à 833 metros.

Mapa 4 - Mapa hipsométrico da bacia do Córrego Mandaqui.

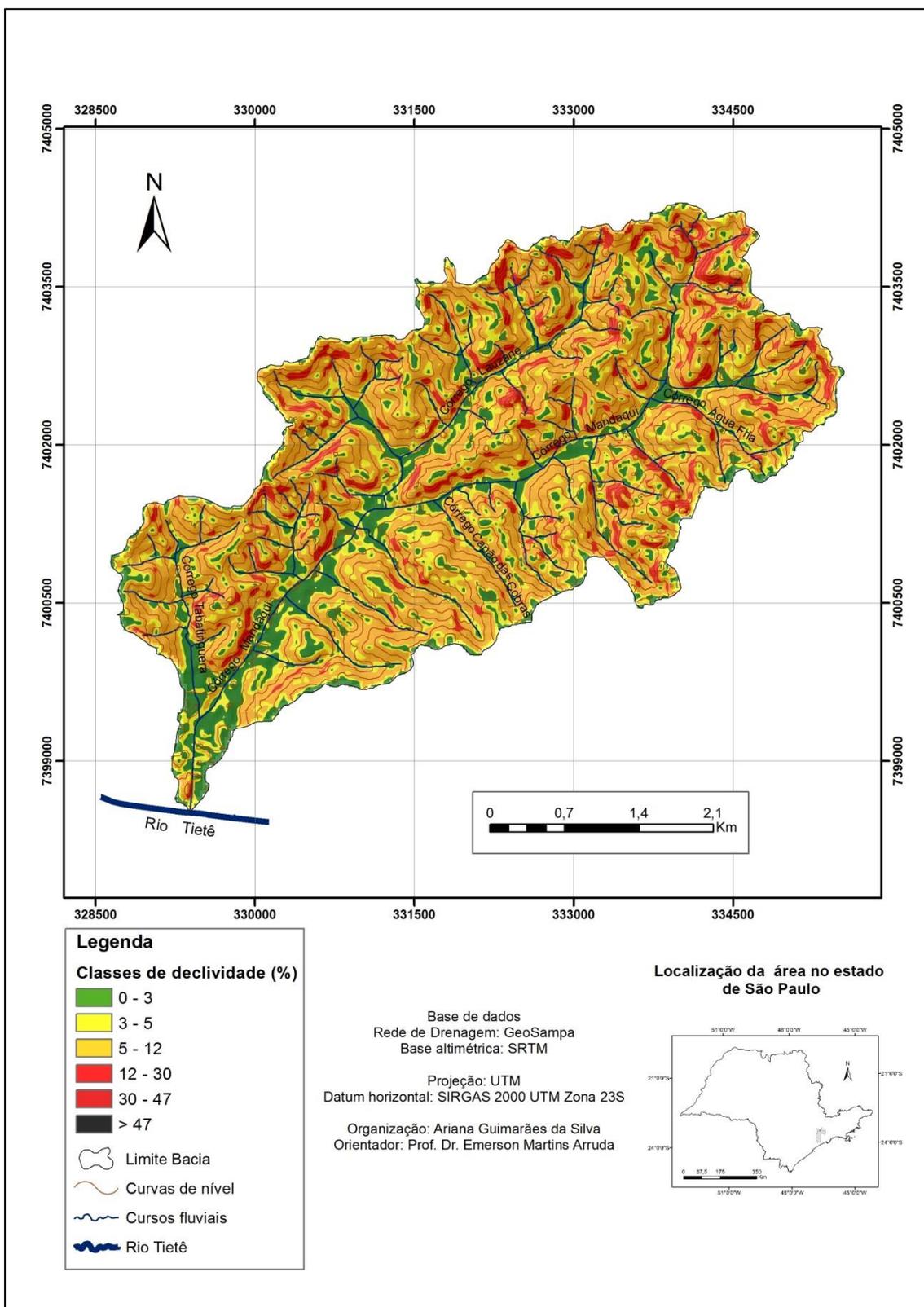


Autora: Silva, 2017.

A maior cota altitudinal de 833 m, é registrada à nordeste, onde está instalada uma estação elevatória de água tratada da SABESP, constituindo-se em uma área institucional arborizada, que apesar de existir construções em seu interior, a maior parte do solo manteve as características de permeabilidade. Ao longo dos cursos dos córregos na região da alta bacia encontram-se áreas, cujas elevações variam de 748 a 758 m. Mesmo não sendo encontrada na bacia altitudes tão elevadas como as referenciadas pela legislação, a manutenção da permeabilidade das regiões mais elevadas pode contribuir para amenizar diversas ameaças, como processos erosivos e instabilidade do solo, intensidade do escoamento superficial e a própria expansão urbana, sem o devido planejamento territorial.

É bem característico na alta bacia a ocorrência de interflúvios no padrão de morros com vertentes bem acentuadas e íngremes (Mapa 5). As declividades tornam-se maiores principalmente nas cabeceiras de drenagem, onde ocorrem classes que variam entre 12-30% e 30-47% em pontos distintos. As áreas em destaque, em termos de declividade, encontram-se na cabeceira de drenagem do córrego Mandaqui, localizada no setor norte e onde se encontra o remanescente florestal de Mata Atlântica, registrando em alguns casos valores superiores a 47%. Outro setor de alta declividade encontra-se na cabeceira de drenagem do córrego Água Fria, porém com topos de feições suavizadas.

Mapa 5 - Classes de declividade da bacia do Córrego Mandaqui.



Autora: Silva, 2017.

A Lei Federal 6.766 de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, estabelece em seu artigo 3º que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes.

Assim, a hierarquização das classes de declividade prioriza a localização de áreas verdes nas regiões de maior declividade, pois além de serem consideradas pela legislação federal como áreas protegidas, há também a necessidade de manutenção da estrutura física e conseqüentemente da estabilidade do solo, já que essas são áreas mais propícias à movimentos de massa.

Um exemplo positivo relacionado à localização de área verde na região da alta bacia, encontra-se na Rua Sardinha da Silveira (Foto 8), situada em setor de classe de declividade de 30-47%. Resquícios de vegetação na área urbana como esses, protegem sensivelmente as cabeceira de drenagem de 1º ordem como ocorre na foto em questão.

Foto 8 - Área verde localizada na Rua Sardinha da Silveira.



Fonte: Silva, novembro de 2017.

Observa-se a função desempenhada na preservação do solo e na estabilidade geológica do local. Além de atender o disposto na legislação, protegendo o topo e a cabeceira, ainda favorece a captação de água e a conseqüente recarga de aquíferos, os quais mesmo possuindo uma baixa capacidade de armazenamento por corresponderem às rochas cristalinas, são essenciais para a manutenção da dinâmica ambiental da área. Relacionando-se diretamente com as funções desempenhadas pelas áreas verdes

descritas por Nucci (2001), como estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, interceptação das águas da chuva no subsolo reduzindo o escoamento superficial, abrigo à fauna, equilíbrio do índice de umidade no ar, proteção das nascentes e dos mananciais, organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas, valorização visual e ornamental do ambiente, recreação, diversificação da paisagem construída.

Em contrapartida, próxima à esta região apresentada, também no setor da alta bacia, encontra-se uma área com declividade de 12-30%, localizada na Rua Japira (Foto 9), onde não houve o correto planejamento e ordenamento no processo de ocupação do solo, com a construção de edificações em declividade acentuada. Na foto pode-se observar parte da estrutura suspensa da casa azul claro e desabamento de muro em função de deslizamento da encosta.

Foto 9 - Edificações em declividade acentuada na Rua Japira.



Fonte: Silva, novembro de 2017.

Este tipo de processo de ocupação sem ordenamento é comum nos grandes aglomerados urbanos e se constitui como uma das problemáticas a ser solucionada pelo Poder Público, pois expõe o solo a fragilidades, como por exemplo à ocorrência de movimentos de massa. Esses fatores acarretam riscos para a população, principalmente em eventos de chuva intensa, onde locais com as características de alta declividade e sem vegetação são mais suscetíveis à formação dos processos erosivos.

Gonçalves et al. (2008) estudando o planejamento de áreas verdes na região central de Viçosa-MG, concluiu que são áreas prioritárias na localização de áreas verdes, entre outras, aquelas que possuem maiores declividades, carência de vegetação e, também, que estão próximas aos leitos dos rios.

A partir da correlação entre os documentos cartográficos e os trabalhos de campo constatou-se o quanto o relevo original da bacia foi alterado devido ao processo de ocupação e urbanização do território (Foto 10), principalmente com a impermeabilização das encostas, aberturas de taludes e a modificação dos fundos de vale. As cabeceiras de drenagem foram ocupadas e não houve controle em relação às limitações de construções em declividades elevadas do terreno. Pode-se dizer que na alta bacia predomina a ocupação do tipo verticalizada, nos setores de ocorrência dos granitos, os quais, quando não intemperizados, configuram-se como litologias resistentes para as fundações de grandes empreendimentos.

Foto 10 - Visualização da cabeceira de drenagem localizada no setor noroeste da alta bacia.



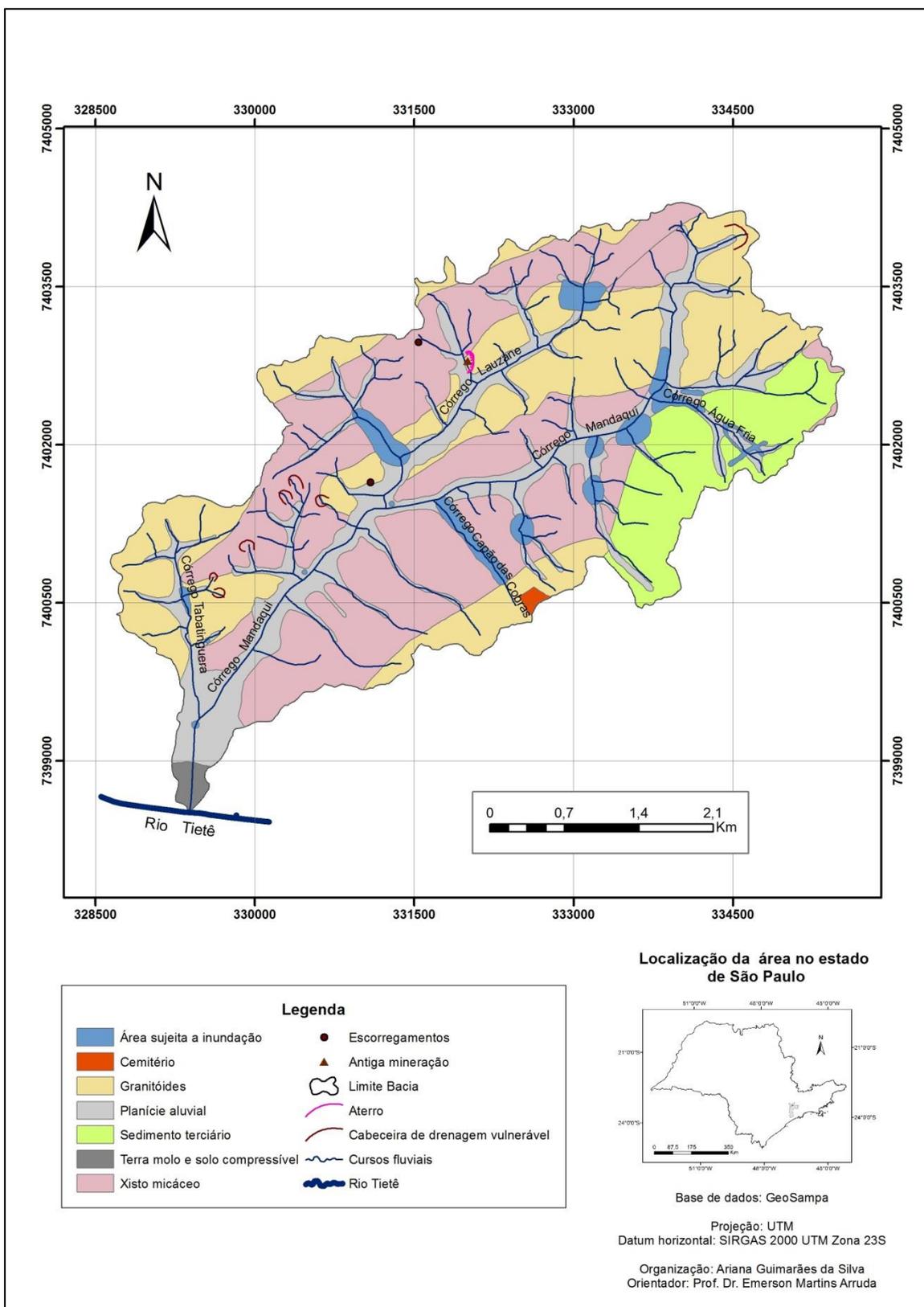
Fonte: Silva, agosto de 2017.

Observa-se na foto acima a cabeceira de drenagem localizada no setor noroeste da alta bacia, com predomínio de ocupação verticalizada nos topos dos interflúvios, coincidindo com setores onde também há alguma arborização. Em contraste, na ocupação da média e baixa encosta, ocorrem construções mais horizontalizadas, no máximo com dois andares, com intensa ocupação do solo, apresentando apenas resquícios de arborização esparsos pelo bairro. Essas áreas associadas com transição litológica entre granitóides e xisto micáceo podendo se configurar em áreas potenciais

de risco ou formação de processos erosivos, caso não haja mecanismos técnicos eficazes para o controle do escoamento superficial e subsuperficial.

Nesse sentido, associado ao relevo, as características geotécnicas constituem outro importante componente a ser analisado em uma bacia hidrográfica, pois refletem e sistematizam as suscetibilidades da área. Optou-se assim pela utilização do Mapa Geotécnico disponibilizado pela plataforma GeoSampa (Mapa 6).

Mapa 6 - Mapa geotécnico da bacia do Córrego Mandaqui.



Autora: Silva, 2017.

Dependendo das propriedades do solo, somadas às características físicas da bacia, pode-se inferir quais setores são mais suscetíveis a processos erosivos e, possibilitando assim, o desenvolvimento de estratégias para proteção e conservação adequadas a essa realidade.

Como exemplo da análise sistematizada de elementos que compõem a paisagem na análise ambiental da área pode-se citar as litologias granitóides, material plutônico resistente, formado pelos minerais de quartzo, feldspato e biotita, porém em ambiente tropical se intemperizam com facilidade, a partir da decomposição inicial do mineral de feldspato, desagregando assim o afloramento granítico. Se associado com as características naturais como alta declividade e tipo de clima, acrescido o contexto de ocupação sem ordenamento, podem se constituir em áreas de fragilidade ambiental, suscetíveis a processos erosivos. Outro tipo de litologia que compõe a alta bacia é o sedimento terciário (areias e argilas), localizado no setor nordeste, que por ser mais recente também não apresenta forte cimentação sendo também suscetível aos processos erosivos. Como principais problemas decorrentes de sua ocupação ressaltam-se: recalque diferencial na camada mais superficial de argila porosa e dificuldades de escavação, tanto nos solos superficial como nos sedimentos desta unidade (FERNANDES et al. 1993).

Acompanhando a drenagem tem-se a planície aluvial, que por mais que seja difícil a localização desses sedimentos a superfície se constitui em áreas mais sujeitas à inundação, recalques (acomodação) devido ao adensamento de solos moles e lençol freático raso.

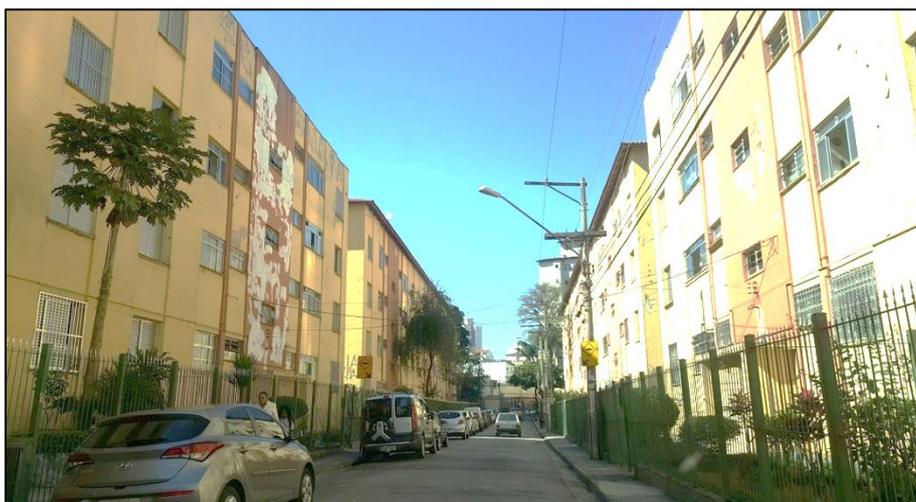
São Paulo (2002), relacionou o meio físico e sua ocupação, verificando que os principais problemas de caráter geológico-geotécnico que afetam a ocupação no município são os escorregamentos, inundações e a erosão. O referido documento conclui que a ocorrência desses fenômenos está na conjugação de condicionantes naturais tais como tipos de rochas, de relevo, presença de descontinuidades (xistosidades, fraturas, falhas) com as formas de ocupação urbana (supressão de vegetação, aterramento das várzeas, modificação do perfil natural da encosta pela execução de corte-aterro lançado, impermeabilização do solo, etc).

Assim torna-se preponderante recuperar as áreas de fragilidade, principalmente em locais de transição litológica associadas a declividades elevadas, como forma de

aproveitamento das funções ecológicas das áreas verdes na estabilização do local, com a consequente melhoria nas funções sociais e de lazer desempenhadas por essas áreas.

Na alta bacia são indicados quatro pontos de inundação, dois na avenida Engenheiro Caetano Álvares instalada em fundo de vale, um no setor nordeste na transição entre os materiais aluviais e terciários e um no setor noroeste, no bairro do Mandaqui, na região conhecida como Conjunto dos Bancários (Foto 11).

Foto 11 - Área sujeita à inundação, localizada na região conhecida como Conjunto dos Bancários.



Fonte: Silva, agosto de 2017.

Esses pontos de inundação incidem sobre uma planície onde a classe de declividade está entre 0-3%, a geometria da cabeceira de drenagem, com as vertentes em declividades mais elevadas, somando a velocidade de escoamento da água pluvial e a falta de drenagem urbana eficiente são alguns dos fatores que contribuem para formação desses pontos, fazendo com que essas regiões se configurem em áreas de risco de inundação em épocas chuvosas.

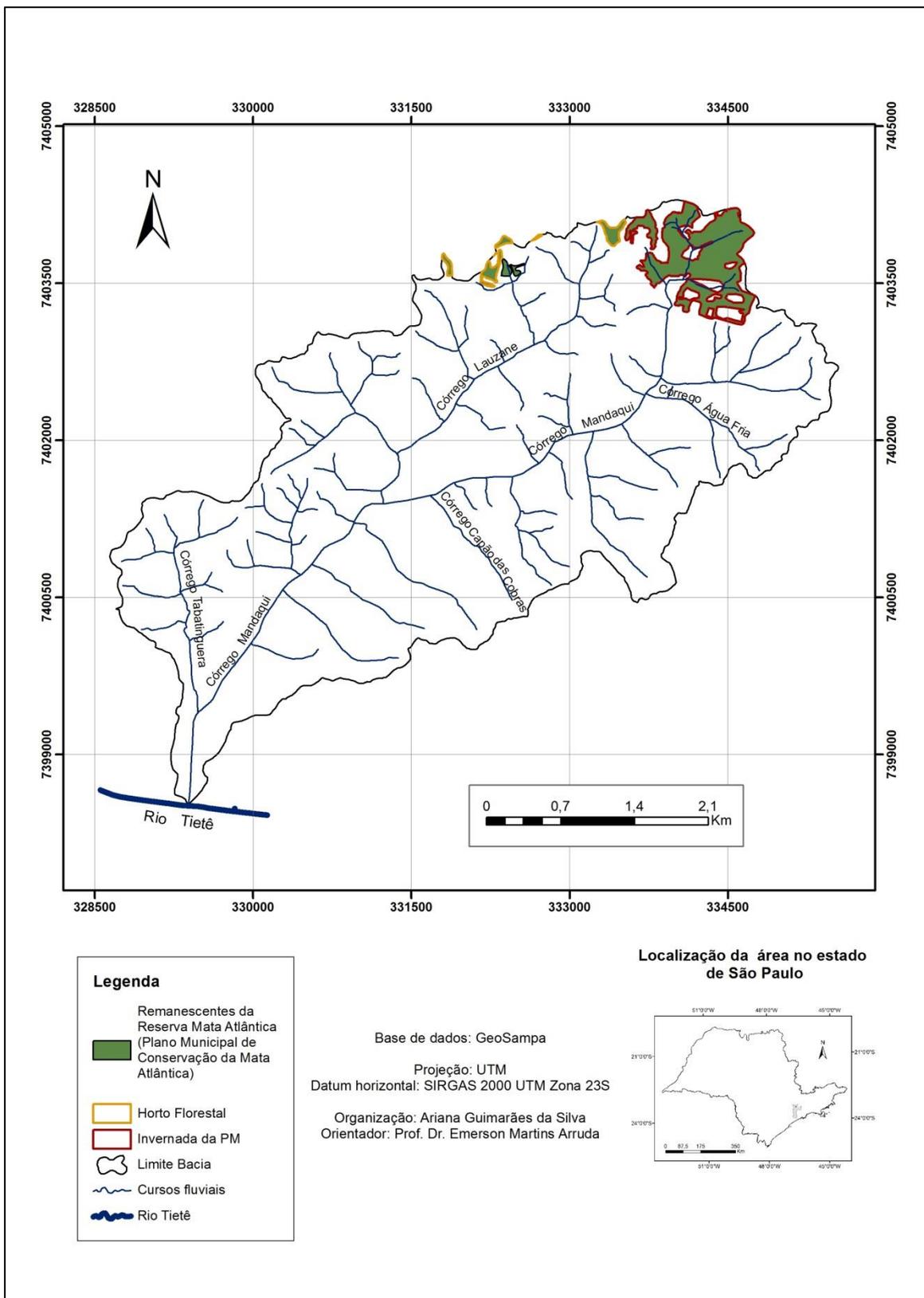
O papel da cobertura florestal como forma de amenizar a incidência de pontos de inundação está ligado com a interceptação da chuva pelo dossel florestal, representando uma importante parcela de chuva que cai e retorna à atmosfera por evaporação, antes de chegar ao solo, contribuindo com a massa de vapor de água precipitável na atmosfera. Estudos de LLOYD et al. (1988) mostraram que a interceptação varia de acordo com os fatores climáticos e com o tipo e localização da floresta, apresentando valores entre 8,9% e 39% da precipitação nas florestas tropicais.

Oliveira Júnior e Dias (2005) demonstraram que a interceptação pelas copas das árvores é um componente importante no ciclo hidrológico urbano, pois influencia na redistribuição da água da chuva, no amortecimento, no direcionamento e na retenção das gotas que chegam ao solo, afetando a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração. Neste contexto, a existência de um sistema de áreas verdes bem planejado, poderia aumentar a área permeável do solo, acarretando em maiores taxas de infiltração de água, diminuição do escoamento superficial e da sobrecarga da infraestrutura da rede de drenagem.

Pode-se dizer que o setor da alta bacia, em termos ecológicos é o mais preservado. Nessa região, ao norte, estão localizados os remanescentes florestais do Bioma Mata Atlântica, mapeados no Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica – PMMA (Mapa 7). Instituído pela Lei da Mata Atlântica (11.428, de dezembro de 2006), tal plano está integrado ao Plano Diretor Estratégico (PDE) do município, sancionado no ano de 2014, o objetivo principal é o de apontar ações prioritárias e áreas para a conservação, manejo, fiscalização e recuperação da vegetação nativa e da biodiversidade da Mata Atlântica, baseando-se no mapeamento de remanescentes existentes na cidade de São Paulo.

Em termos ambientais esses remanescentes representam para a região, áreas verdes que podem desempenhar seus objetivos por completo, como benefícios ecológicos, estético e servindo a população, proporcionando uso e condições para lazer. Como é o caso do Horto Florestal, onde alguns trechos do parque estão inseridos na alta bacia do Córrego Mandaqui, além de atuar como zona de amortecimento do Parque Estadual da Cantareira, abriga um mosaico diversificado de espécies vegetais e têm grande importância como área de lazer e recreação na zona norte de São Paulo.

Mapa 7 - Mapa remanescentes da Mata Atlântica da bacia do Córrego Mandaqui.

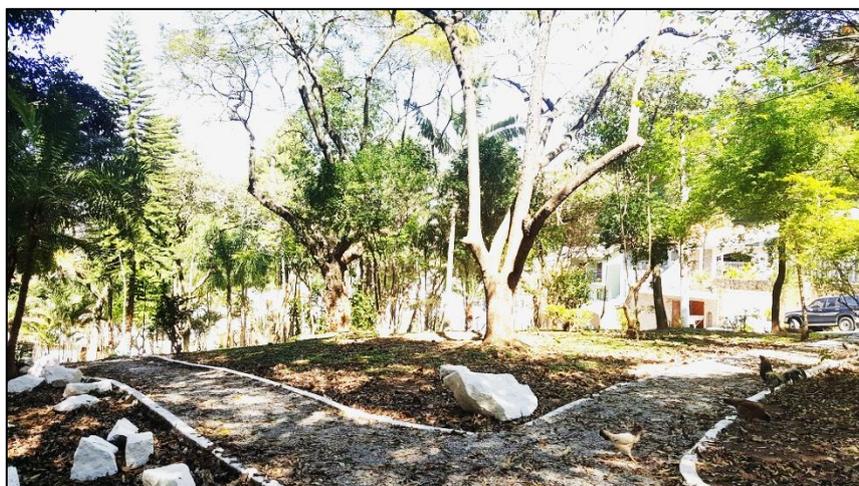


Autora: Silva, 2017.

Cabe ressaltar que no mapeamento do PMMA todos os remanescentes localizados na bacia hidrográfica do Mandaqui estão classificados como bosques heterogêneos, como é o caso do remanescente localizado no setor noroeste da alta bacia, na praça Agostinho Nohama (Foto 12). Essa área mantém preservada uma nascente de um dos afluentes, sem denominação, do córrego Lauzane, com predomínio de espécies nativas do bioma Mata Atlântica.

Esse remanescente desempenha um papel preponderante como área verde na região, representando funções ecológicas como viveiros naturais para as espécies que necessitam de algum sombreamento se instalarem e se desenvolverem, adiantando o processo de sucessão se comparado com uma área sem essa cobertura arbórea. De acordo com o Plano, o manejo adequado (supressão das exóticas assim propagadas) da arborização urbana e das demais áreas verdes, poderá favorecer a dispersão das espécies nativas pela malha urbana.

Foto 12 - Remanescente da Mata Atlântica localizado na praça Agostinho Nohama.



Fonte: Silva, agosto de 2017.

A inclusão dos bosques heterogêneos no mapeamento do PMMA é de grande interesse, vistos os objetivos de conservação e recuperação, como premissa no Plano, essas áreas configuram-se como potenciais para adensamento arbóreo, instalação de espécies epífitas e de sub-bosque, constituindo-se em pontos de conexão para atuais e/ou futuros corredores ecológicos, o que, no médio e longo prazo podem minimizar os impactos da fragmentação.

A noção de conectividade é fundamental para a formação de uma integração entre parques e áreas verdes, utilizando como foco de abordagem em área urbana a cobertura de dossel arbóreo, córregos e matas ciliares, promovendo a conexão. Tem-se um exemplo de integração entre áreas verdes, com a existência de uma passagem de fauna para primatas (Foto 13), localizada no setor norte da alta bacia, ligando o fragmento de vegetação do Horto Florestal com o fragmento de vegetação da Invernada da Polícia Militar, demonstrando que há possibilidade de conservação biológica e também das funções ambientais e serviços ecossistêmicos em áreas urbanizadas.

Foto 13 - Passagem de fauna para primatas, localizada no setor norte da alta bacia.



Fonte: Silva, agosto de 2017.

No Plano os locais com possibilidade de integração em áreas densamente urbanizadas, funcionam como pontos de estratégias para a criação e gestão de parques e praças, ampliação e diversificação da arborização em logradouros públicos e revegetação de margens de cursos d'água, restaurando as APPs (Área de Preservação Permanente), bem como a criação de paredes e telhados verdes. Estratégias como essas permitirão que espécies menos sensíveis circulem entre os fragmentos de vegetação dispersos na mancha urbana, encontrem locais para refúgio, alimentação e condições favoráveis para reprodução. Em geral, as espécies beneficiadas são aquelas com maior

potencial de mobilidade, como aves, morcegos e insetos (os dois últimos, importantes polinizadores).

6.1.2 Média Bacia

A configuração da rede de drenagem na média bacia não se apresenta diferente do que ocorre nos outros setores, como já abordado na análise da alta bacia, sendo que todos os cursos fluviais já passaram por grandes transformações como a retificação e a canalização. Um dos principais afluentes do córrego Mandaqui na média bacia é o Córrego Capão das Cobras, localizado no sentido nordeste, apresentando-se oculto na paisagem por toda sua extensão. Na região da média bacia, o córrego Mandaqui flui totalmente tamponado sob o canteiro central da Avenida Engenheiro Caetano Álvares.

Enfatiza-se aqui a importância do aproveitamento dos cursos fluviais na composição do sistema de áreas verdes. Travassos (2010), ao estudar a relação entre os rios e as intervenções em diversas cidades, principalmente europeias, descreveu que embora as questões relacionadas ao provimento de infraestrutura fossem importantes para todas as cidades, o valor da paisagem associada às águas superficiais foi quase sempre positivo.

Com relação às características geomorfológicas, foram identificados 3 compartimentos topográficos, distribuídos ao longo da bacia: 722, 770 e 833 metros. No setor da média bacia a altitude varia entre 729 e 818 metros, sendo a maior cota altitudinal de 818 metros, registrada à nordeste, em uma área já ocupada totalmente pela expansão urbana, com predomínio da ocupação por edificações verticalizadas. Também são registradas cotas elevadas entre 806 e 810 metros, nos limites da média bacia, tanto à noroeste como à nordeste. Ao longo dos cursos dos córregos no setor da média bacia encontram-se áreas, cujas elevações variam de 729 a 762 m.

Essa distribuição altimétrica ainda é considerada elevada e certamente tem influência sobre a forma de ocupação da cidade, principalmente no que se refere aos interflúvios alongados com topos mais estreitos e amplas vertentes com comprimento longo e vales dissecados, influenciando certamente a energia do relevo que tange à intensidade do escoamento e seu potencial erosivo. No entanto, por se tratar de uma área amplamente urbanizada o maior problema passa a ser o incremento de águas pluviais ao

sistema de drenagem urbano, na maioria das vezes subdimensionado aos eventos mais extremos.

Neste contexto, mesmo apresentando declividades menores em comparação com a alta bacia, na média ocorre o predomínio de áreas colinosas, cujos valores estão entre 5 e 12%. No setor da média bacia, as declividades tornam-se acentuadas principalmente nas cabeceiras de drenagem localizadas no sentido noroeste, e na região localizada no hospital Mandaqui, onde ocorrem classes que variam entre 12-30% e 30-47%. Deve-se lembrar que de acordo com a Lei 6766 de 1979 o limite para a urbanização sem restrições é de 30%, ainda segundo Torres (2003) a eliminação da vegetação em regiões com declividades acima de 58% (30°) é a causa de processos erosivos e desmoronamento de morros.

Na média bacia predominam os solos formados a partir do intemperismo de rochas granitóides e xisto micáceo, além de uma pequena parte relacionada à materiais terciários à nordeste, uma vez que parte da região metropolitana se encontra na Bacia Terciária de São Paulo. Em função do alto grau de urbanização não são encontrados materiais quaternários tendo em vista a alteração dos fundos de vale. No entanto, nota-se em campo a ocorrência de planícies fluviais restritas, as quais, mesmo impermeabilizadas cumprem seu papel de concentração e acumulação do escoamento constituindo-se em áreas mais sujeitas à enchentes e inundações.

A ocupação de setores de rocha granitóides e xisto micáceo, podem se constituir em áreas de fragilidade ambiental, quando esses atributos geológicos mais frágeis ocorrem junto às zonas de maior declividade, principalmente se estiverem vinculadas ainda à intensa ocupação urbana sem o devido ordenamento, resultando em potenciais pontos críticos na formação de processos erosivos nas cabeceiras de drenagem. Em períodos chuvosos, a falta de áreas com vegetação, acentua esse quadro, devido à velocidade do escoamento superficial, o que também favorece a formação de pontos de inundação e alagamento.

As maiores incidências de pontos de inundação se concentram na média bacia e estão associados à planície fluvial, circundadas por encostas de alta declividade. Entre os pontos mais críticos na média bacia estão: um ponto localiza-se em um afluente, sem denominação, do córrego Lauzane, um no córrego Capão das Cobras, dois em afluentes sem denominação do córrego Mandaqui e os outros dois pontos no próprio córrego Mandaqui. O aterramento e ocupação das várzeas, intensa impermeabilização do solo, a

geometria do vale, contribuem na chegada com alta velocidade das águas pluviais. Além, estudos realizados na região metropolitana indicam que a elevada densidade de edificação, contribuem na formação de ilhas de calor, aumentando os níveis de precipitação no verão e intensificando esses problemas nos pontos críticos na bacia do Córrego Mandaqui e outras bacias na cidade.

São Paulo (2002), apresenta mapas de temperatura aparente e de unidades climáticas urbanas, onde indicaram claramente a associação entre os microclimas existentes com a presença de vegetação e tipo de uso do solo. As maiores temperaturas aparentes foram observadas nas áreas situadas em locais de escassa cobertura vegetal, com padrão de ocupação variando entre o residencial de baixo padrão, incluindo favelas e grandes galpões industriais, transportadoras, etc. As temperaturas mais amenas foram encontradas em regiões com ocorrência de maciços vegetais expressivos associados com baixa taxa de ocupação urbana.

Um ponto de fragilidade social⁷ e ambiental, no setor da média bacia, localizado na Rua Atlântico Meridional, se constitui em um espaço não utilizado (vazio urbano), possivelmente reservado para valorização imobiliária, com superfície inicialmente permeável, posteriormente ocupado por aglomerado subnormal⁸, a maioria constituída por precárias moradias, em geral de madeira (Figuras 4 e 5). No mês de janeiro de 2014, o registro da imagem de satélite do Google Earth, demonstrava a área vazia. Já na imagem registrada no mês de junho de 2014, a área se apresentava ocupada pelo aglomerado subnormal, exemplificando assim que parte do problema de gestão pública diretamente relacionada à drenagem urbana e áreas verdes também está intrinsecamente relacionada ao problema moradia, sendo, portanto, indissociável abordar um problema ambiental sem analisar sua conexão com problemas de ordem sociais.

⁷ Neste estudo é entendida como situações que envolvem risco de rotura do equilíbrio existente entre o indivíduo e o meio social, como é o caso, por exemplo, da pobreza, do desemprego de longa duração, pertença a minorias étnicas e culturais (TEIXEIRA; CORREIA, 2002, p. 360).

⁸ Nomenclatura que engloba os diversos tipos de assentamentos irregulares existentes no país, como favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas ressacas, mocambos, palafitas, entre outros (IBGE, 2010).

Figura 4 - Contornado em vermelho, espaço livre sem nenhum tipo de infraestrutura implantada, localizado na Rua Atlântico Meridional.



Fonte: Google Earth, janeiro de 2014.

Figura 5 - Contornado em vermelho, espaço livre ocupado por aglomerado subnormal, localizado na Rua Atlântico Meridional.



Fonte: Google Earth, agosto de 2015.

Essas áreas ainda não construídas podem ser potenciais para integrar o sistema de espaços livres da cidade, como forma de praças, parques, bosques, etc.; com uma utilização que se relacione a recreação e ao lazer da população, podendo desempenhar as funções ecológica, com a manutenção da permeabilidade do solo, ou alvo de plantio, para formação de uma área verde. Porém, acabam por caracterizar um dos conflitos existentes em áreas urbanas, como a falta de moradia digna às pessoas, aliada a dificuldade pelo poder público na manutenção de uma gestão territorial ordenada.

Esses assentamentos precários ficam sujeitos a problemas socioambientais, como riscos a desastres naturais (escorregamentos, inundações e alagamentos); risco a saúde devido à suscetibilidade no desenvolvimento de doenças derivadas de áreas sem saneamento. Demonstram assim, a necessidade de reassentamento em moradias adequadas ou urbanização dos assentamentos precários, com obras de saneamento, drenagem, entre outras, parâmetros essenciais à qualidade de vida.

Para Travassos (2010), que estudou a relação entre rios, áreas urbanas e políticas públicas, as urbanizações de favelas, a substituição de domicílios, a implantação dos espaços públicos e das calçadas de pedestres promovem uma mudança completa nas conexões do bairro, melhorando-as. Ainda trazem ganhos locais significativos se forem implantadas conforme programadas no PDE municipal, podendo cumprir com os serviços socioambientais necessários à manutenção da qualidade de vida e à saúde da população da Cidade de São Paulo.

Na média bacia também há uma considerável área verde com espécies da Mata Atlântica, localizada na área do hospital público do Mandaqui (Figura 6). No meio urbano, em especial em uma cidade com dimensões como São Paulo, esses resquícios de fragmentos isolados em meio a malha urbana revelam-se muito importantes, servindo como matrizes de planejamento, podendo favorecer uma integração entre as áreas verdes, devido as suas características, de viveiro natural e também de servirem como abrigo e fonte de alimentação para a fauna silvestre (especialmente insetos, aves e morcegos) que desempenham papel fundamental na polinização e/ou dispersão de sementes de várias espécies vegetais.

Figura 6 - Ao centro da imagem, área verde localizada no hospital público do Mandaqui, no setor da média bacia.

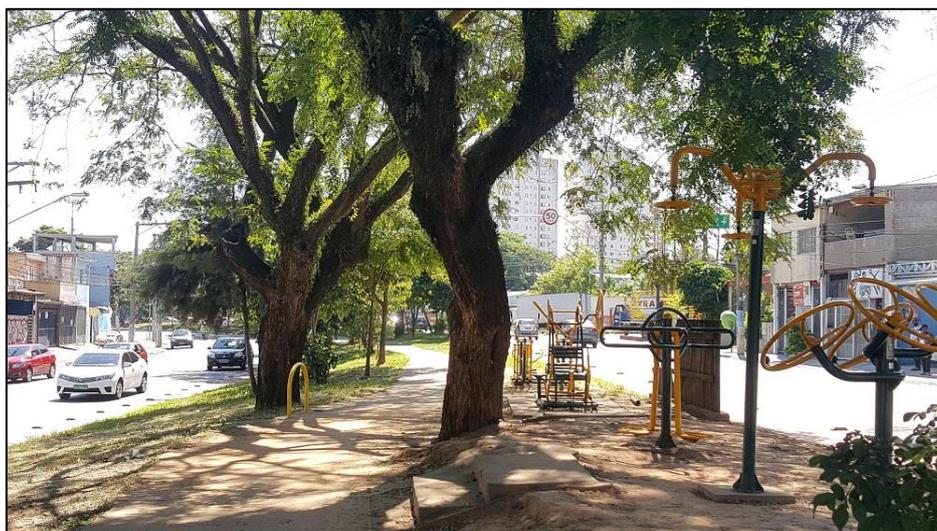


Fonte: Google Earth, agosto de 2015.

Nesses locais que ainda possuem cobertura vegetal, é perceptível a atuação de alguns benefícios ecológicos como melhoria da estabilidade climática, com temperatura sensivelmente mais amena, menor poluição visual e a melhoria visual da paisagem, influenciando direta e indiretamente na qualidade de vida dos cidadãos.

No canteiro central sobre o córrego Mandaqui na Avenida Engenheiro Caetano Álvares, pode-se observar uma arborização consolidada, sendo o local bem estruturado e dotado de infraestrutura para práticas esportivas, além de ciclovias que acompanham as faixas de rolamento (Foto 14). Notou-se também uma circulação intensa de pessoas que utilizam o local para práticas esportivas e de lazer, evidenciando assim a necessidade da importância dessas áreas públicas bem como da procura e participação da população na utilização e vivência dessas áreas quando as mesmas estão disponíveis na cidade.

Foto 14 - Canteiro central da Avenida Engenheiro Caetano Álvares, localizado no setor da média bacia.



Fonte: Silva, fevereiro de 2017.

Neste estudo, mesmo os canteiros centrais não serem considerados áreas verdes, salienta-se que especificamente o canteiro central da Avenida Engenheiro Caetano Álvares, assume algumas características que fundamentam as áreas verdes. Tendo como elemento primordial na sua estrutura a vegetação, provendo os benefícios ecológicos e estéticos, além da presença de infraestrutura, como equipamentos de atividades físicas e ciclovias, que proporcionam condições de uso para a população.

Essas características contribuem na utilização desse canteiro como corredor verde e potencial eixo de interligação na formação de futuros corredores verdes na bacia hidrográfica do Mandaqui. Neste caso, o conceito de infraestrutura verde prevendo a conectividade entre áreas verdes, rede de calçadas e ciclovias que permeie os fundos de vale, pode possibilitar ao cidadão o resgate dos espaços abertos urbanos propícios ao ato de caminhar e ao uso da bicicleta. Como o proposto no trabalho de Franco (2010), onde a área de estudo denominada Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos mostrou-se apta à aplicabilidade dos conceitos de infraestrutura verde, por conter elementos “prontos” para sua implantação, faltando apenas as ligações entre as partes, consideradas como núcleos.

Outro ponto de destaque também é o aproveitamento no sistema de áreas verdes de locais como os cemitérios. Como é o caso do Cemitério de Santana localizado na borda leste do setor da média bacia, na Rua Nova dos Portugueses (Foto 15).

Foto 15 - Cemitério de Santana.



Fonte: Silva, novembro de 2017.

Mesmo esses locais ainda enfrentarem dificuldades na inserção das suas potenciais funções no sistema de áreas verdes por diversos aspectos religiosos e culturais, ressalta-se a sua importância em um ambiente urbanizado como área permeável. Considerando ainda que o PDE municipal integra os cemitérios ao sistema de áreas protegidas, áreas verdes e espaços livres, tendo como diretriz a requalificação das áreas dos cemitérios na perspectiva de ampliar as áreas livres e as áreas verdes destinadas ao lazer da população.

6.1.3 Baixa Bacia

A baixa bacia corresponde ao setor de maior modificação do relevo e da paisagem original em geral, certamente em virtude do próprio histórico de ocupação de São Paulo. Assim, os cursos fluviais desse setor também se encontram fortemente modificados por processos como a retificação e a canalização. Corresponde ainda à área onde o córrego Mandaqui, mesmo canalizado, começa a fluir a céu aberto até encontrar a planície aluvial do rio Tietê e confluir no referido curso fluvial (Foto 16).

Foto 16 - Trecho da Av. Engenheiro Caetano Álvares, onde o córrego Mandaqui começa a fluir a céu aberto, sendo mais perceptível sua presença para os cidadãos.



Fonte: Silva, fevereiro de 2017.

Um dos principais afluentes do córrego Mandaqui na baixa bacia é o córrego Tabatinguera, localizado em sua margem direita, apresentando-se em alguns trechos, ora coberto, em outros fluindo a céu aberto. Um fator de degradação que atinge este córrego, nas proximidades da Rua Professor Dário Ribeiro, é a ocupação irregular de suas margens por construções de alvenaria, ocasionando problemas ambientais, como poluição da água, com descarte irregular de lixo e entulhos (Foto 17), sendo a coloração turva da água, bem como o mau cheiro indicativos relativos dessa poluição.

Trata-se de um setor de grande fragilidade social e ambiental, com alta densidade populacional, intenso parcelamento das áreas dos terrenos das residências, e ocupação sobre o que corresponderia originalmente às áreas de várzea. Conseqüentemente, este local também é indicado como o maior ponto de inundação e alagamento do setor da baixa bacia, segundo o mapa geotécnico utilizado no trabalho.

Foto 17 - Córrego Tabatinguera, trecho próximo à Rua Professor Dário Ribeiro. Nota-se que neste ponto o córrego flui a céu aberto.



Fonte: Silva, agosto de 2017.

Pode-se observar que houve uma ocupação desordenada dessa área, aparentemente sem a gestão efetiva pelo poder público, revelando fortes impactos sobre a área da bacia, ameaçando a preservação dos recursos hídricos, com a possibilidade de lançamento irregular de esgoto diretamente no curso fluvial, em função dos aspectos mencionados anteriormente. Nota-se que o canal em questão apresenta estreita faixa de superfície permeável, e ainda a presença de cobertura arbórea, componentes importantes na manutenção dos benefícios ecológicos, mas a vegetação é incipiente.

Do ponto de vista do planejamento ambiental na cidade, uma questão em destaque é a existência no município de um programa denominado Córrego Limpo, uma parceria entre SABESP, Governo de São Paulo e Prefeitura Municipal de São Paulo, para promover a despoluição dos córregos do Estado. O Programa teve início em 2007, e o córrego Mandaqui encontrava-se em situação alarmante com alta concentração de poluentes, entulho e esgotos (TZORTZIS; KNISS, 2015). Além do intenso mau cheiro, a água do córrego mantinha aparência turva, mas houve melhora significativa de suas condições após o serviço de despoluição. De acordo com as informações do governo estadual - “O córrego Mandaqui, na zona norte, está entre os córregos que foram recuperados pelo programa. A Sabesp fez uma varredura em 440 km de redes coletoras de esgotos para fazer reparos e melhorias e detectar lançamentos clandestinos. Foram instalados 10 km de tubulações para coleta e afastamento de esgoto e executadas 455 novas ligações domiciliares. Com investimento de R\$ 18 milhões, mais de 40 Km

de cursos d'água foram limpos, sendo 7,75 km do próprio Mandaqui e mais 33 km de seus afluentes". Em abril de 2017 o governo anunciou a retomada do programa, como forma de realizar a manutenção dos córregos já despoluídos em 2007.

Ressalta-se que na ocasião do trabalho de campo realizado, analisando o trecho aberto do Córrego Mandaqui, não se observou presença de entulhos ou lixo, a água estava aparentemente limpa e com relativo grau de transparência, sem a presença de odores fortes. Diferentemente da situação encontrada no trecho analisado do Córrego Tabatinguera, onde observou-se que a água estava escura e turva, com a presença de odores forte, possivelmente essa diferenciação de estados envolve a dissolução de poluentes na maior vazão do curso do Mandaqui, pelo menos no que tange aos parâmetros visíveis. Certamente a coleta de água para análise seria essencial para um diagnóstico mais preciso. De qualquer modo, mesmo a bacia tendo passado por um programa de despoluição, há a necessidade de uma manutenção constante, para que os resultados no aumento da qualidade dos recursos hídricos sejam efetivos, uma vez que novos pontos de emissão de poluentes, domésticos ou não, podem surgir constantemente ao longo do tempo em função da própria dinâmica da cidade, não ficando assim restritos aos períodos de duração dos programas municipais.

Em relação à qualidade da água, Souza e Tundizi (2000) observaram que em duas bacias hidrográficas próximas, a bacia com ocupação antrópica apresentava leitos menos protegidos e com maior entrada de poluentes, alterando a composição da água. Enquanto a bacia com menor ocupação apresentava uma maior proteção do seu leito pela mata ciliar, gerando uma estabilidade maior na composição da água com menos influência do meio. Cassiano (2013) concluiu em seu trabalho que a simples presença de vegetação ripária ao longo dos corpos d'água contribui para a proteção e conservação do ecossistema aquático.

O setor da baixa bacia é caracterizado por baixas altitudes relativas, entre 722 e 803 metros. As maiores cotas são registradas nos interflúvios que marcam os limites da bacia, sendo que ainda são encontrados interflúvios intermediários em torno de 795 a 803 metros e o perfil do canal fluvial percorre altitudes entre 728 a 735 metros. Já na baixa bacia, predominam geomorfologicamente a coalescência entre as planícies fluviais do córrego Mandaqui e do rio Tietê, a qual é caracterizada por pontos pouco elevados, entre 722 e 731 metros e se constitui, portanto no nível de base regional.

Ressalta-se que as informações sobre a declividade, que de acordo com Guerra (2009), refere-se à inclinação maior ou menor do relevo em relação ao horizonte, são fundamentais para o planejamento ambiental, pois podem solucionar ou evitar problemas ocasionados por atividades intensivas, como o parcelamento do solo em regiões de alta declividade. A baixa bacia, apresenta declividades superiores a 30-47% somente nas cabeceiras de drenagem localizadas na margem direita, configurando assim uma ampla área de captação de água da precipitação para o escoamento superficial na bacia.

No setor da baixa bacia predominam materiais compostos por granitóides, xisto micáceo principalmente na média e alta vertentes, sendo que, acompanhando a drenagem originalmente ocorriam sedimentos recentes na planície aluvial, hoje totalmente impermeabilizada e como já citado, constitui-se em áreas mais sujeitas à inundação. Recalques devido ao adensamento de solos moles e lençol freático raso, uma vez que mesmo modificada, a planície continua sendo nível de concentração de escoamento. Na planície onde o córrego Mandaqui deságua no Rio Tietê, predominam os solos de terra mole e compressível. São constatados a partir do mapa geotécnico, reportagens e conversas com moradores três pontos de inundação, além do ponto localizado nas proximidades da Rua Professor Dário Ribeiro, sendo dois localizando-se na Avenida Engenheiro Caetano Álvares e outro na margem direita, no afluente do córrego Tabatinguera.

Com relação às planícies próximas ao canal do rio Tietê, pode-se observar que no setor da baixa bacia são mais amplas, em comparação com as planícies que acompanham a drenagem dos setores da alta e média bacia, obviamente em função do Rio Tietê ser o maior curso fluvial da região e conseqüentemente apresentar a maior quantidade de sedimentos transportados e depositados ao longo das margens durante sua evolução quaternária. Considera-se importante mencionar o problema de ocupação das planícies fluviais na cidade de São Paulo, principalmente a partir do plano de urbanização de Prestes Maia prefeito do município entre os anos de 1938 a 1945, quando ocorreu a ampliação da construção das avenidas ao longo de fundos de vales da cidade, à revelia de que as planícies fluviais constituem áreas naturais de cheias onde o rio extravasa o excesso de água durante os picos de escoamento e, portanto não poderiam ser ocupados. A opção por esse modelo ocasionaria grandes problemas

socioambientais ao longo das próximas décadas, como se pode verificar anualmente nos períodos de verão.

O modelo mencionado, além de ser aplicado nos rios Tamanduateí, Aricanduva, Tietê e Pinheiros também foi introduzido em afluentes dos mesmos, como ocorreu com o Córrego Mandaqui, na zona norte. No entanto, como trata-se de um canal menor, sem planícies amplas, mas ao mesmo tempo com amplas cabeceiras de drenagem e alta impermeabilização, há proporcionalmente, uma quantidade maior de áreas de inundação, caso não haja uma adequada infraestrutura de drenagem urbana.

A partir de uma análise comparativa, contrastando com a alta, média e baixa bacia, têm-se essa última como a região com menos arborização e áreas verdes, não havendo área significativa de cobertura arbórea, como pode ser notado na imagem de satélite abaixo (Figura 7). O relevo mais plano e à proximidade do local com o centro do município, e conseqüentemente com a Marginal Tietê, favoreceu a formação de um núcleo urbano mais consolidado, com uma ocupação intensa, relegando à preservação da vegetação para um segundo plano. Durante o trabalho de campo notou-se a ausência de arborização das calçadas, aspecto praticamente similar a alguns setores da região central de São Paulo.

Figura 7 - Ao centro da imagem, na região da baixa bacia, Córrego Mandaqui flui a céu aberto, nota-se que não há presença significativa de cobertura arbórea.



Fonte: Google Earth, agosto de 2015.

Para melhor compreensão dos elementos caracterizados no diagnóstico ambiental, é apresentado a seguir uma síntese (Quadro 3) dos principais aspectos que compõem a dinâmica ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui, estabelecendo uma relação de comparação entre alta, média e baixa bacia.

Quadro 3: Síntese dos principais aspectos relacionados ao diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui.

	Alta	Média	Baixa
Hipsométrico	804 à 833 m 748 à 758 m (fundo de vale)	729 à 819 m 729 à 762 m (fundo de vale)	722 à 803 m 728 à 735 (fundo de vale)
Declividade (predomínio das classes)	12-30% e 30-47%	5-12% e 12-30%	0-3% e 5-12%
Geotécnico	Granitóides, xisto micáceo, sedimento terciário	Granitóides, xisto micáceo, pequena parte à leste de sedimento terciário	Granitóides, xisto micáceo, solos aluviais, cabeceira de drenagem vulnerável
Áreas sujeitas à inundação	4	6	3
Núcleos de Vegetação	Remanescentes do PMMA	Área Verde do Hospital Mandaqui	Não há remanescentes significativos
Principais fragilidades ambientais	Possibilidade de ocorrência de movimentos de massa e formação de processos erosivos; áreas sujeitas à inundação	Áreas sujeitas à inundação; possibilidade de ocorrência de movimentos de massa; ocupação irregular de área permeável	Acentuada impermeabilização do solo; ocupação irregular das margens do Córrego Tabatinguera

Fonte: Silva, 2017.

Notadamente, a partir dessa caracterização ambiental das diferentes realidades ao longo da bacia do Córrego Mandaqui, tanto em relação à vegetação, relevo, espaços públicos, padrões de edificações e drenagem urbana é possível perceber, por exemplo, a transição de um ambiente arborizado, para um menos arborizado, podendo sentir até uma mudança no microclima no setor onde os cursos fluviais fluem a céu aberto e onde há cobertura vegetal, com temperatura sensivelmente mais amena. De qualquer modo, no caso da baixa bacia especificamente, não há arborização, nem áreas verdes próximas margeando a Avenida Engenheiro Caetano Álvares, principal corredor de circulação,

sendo que a pouca vegetação existente se constitui por árvores isoladas, distribuídas irregularmente pelas vias públicas.

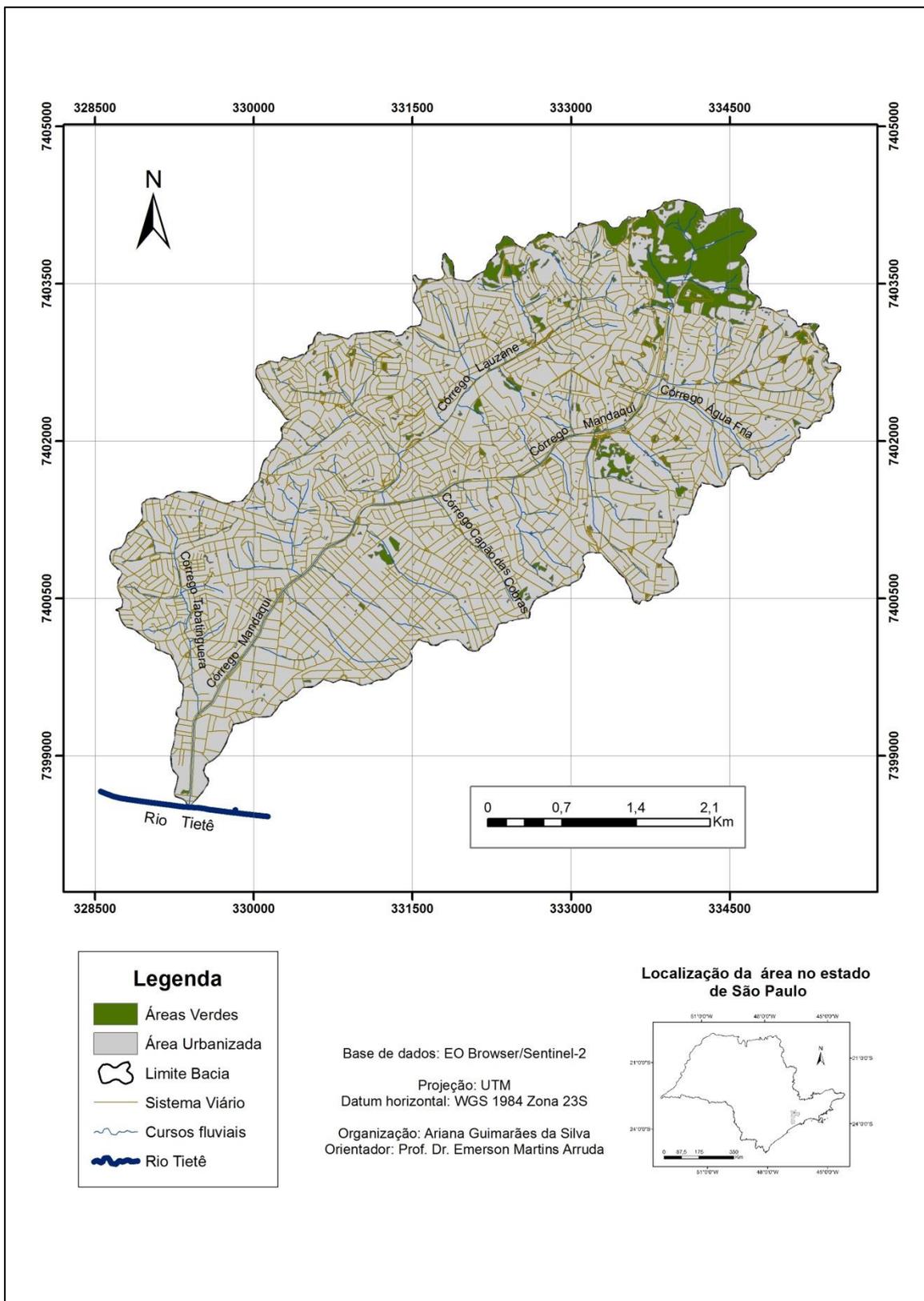
Assim sendo, a presença do Horto Florestal, à montante, e a Marginal Tietê, à jusante, comportam-se como espécie de eixos antagônicos os quais influenciaram o processo de ocupação da bacia e ainda continuam marcando o ritmo da implantação das políticas urbanas e ambientais na área.

6.2 Áreas Verdes na bacia do Córrego Mandaqui: Cenário atual e Cenário Proposto

Como forma de demonstrar a atual situação das áreas verdes da bacia e apresentar uma proposta baseada na dinâmica dos elementos estudados na análise ambiental, esta etapa apresenta os estudos referentes ao uso e ocupação do solo, a correlação dos elementos que estabeleceram os parâmetros de prioridades, sendo a associação destes, o subsídio para a proposta de áreas verdes prioritárias.

A bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui possui uma área total de 1.861,09 ha. Os dados obtidos no mapeamento do uso do solo indicam que a área urbanizada da bacia corresponde a 1749,36 ha, ou seja, ocupa 94,00% da área total da bacia e o sistema de áreas verdes corresponde a 111,73 ha, ou seja, ocupa 6,00% da área total da bacia (Mapa 8).

Mapa 8 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo da bacia do Córrego Mandaqui.



Autor: Silva, 2017.

O índice *Kappa* obtido neste trabalho foi de 0,65, indicando que o resultado pode ser considerado muito bom, segundo a classificação de Landis e Koch (1977), que avalia como muito bom valor de *Kappa* maior que 0,61. Os erros de comissão⁹ se deram principalmente devido à confusão com o sombreamento das edificações verticalizadas, onde as tonalidades das sombras se aproximavam das tonalidades do verde escuro da vegetação, provavelmente dificultando essa diferenciação pela resolução da imagem de satélite utilizada. Porém, estudos comparativos entre tipos de imagens para classificação do uso do solo urbano seria essencial para um diagnóstico mais preciso. Espera-se a realização desse estudo específico a curto prazo.

Os dados ainda revelam a discrepância na distribuição da vegetação entre os setores da alta, média e baixa bacia (Tabela 3):

Tabela 3 – Distribuição de Áreas Verdes na Bacia Hidrográfica do Córrego Mandaqui.

Bacia do Córrego Mandaqui	Área total (ha)	Área Verde (ha)	Percentual (%)
Alta Bacia	615,672	95,69	15,54
Média Bacia	760,493	14,89	1,96
Baixa Bacia	484,925	1,15	0,24

Fonte: Silva, 2017.

Mesmo a maior parte da área total de área verde da alta bacia, seja devido à presença dos fragmentos florestais da Invernada da PM e do Horto Florestal, que juntos correspondem a 79,39% da área verde total da alta bacia, há uma grande diferença na distribuição dessas áreas na bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui como um todo. A quantidade menor de área verde no setor da baixa bacia corrobora em demonstrar o quanto esta região sofreu com a urbanização acentuada, relegando o planejamento territorial destes espaços para um segundo plano.

As classes de uso do solo, como já citado nos procedimentos metodológicos, foram definidas de acordo com o estudo proposto por Cavalheiro et al. (1999), onde a área urbanizada compreende os espaços com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc.) e as áreas verdes os espaços livres de construção (praças, parques, etc.), incluindo aqui as áreas verdes particulares.

⁹ Os erros de comissão mostram os pontos que foram indevidamente incluídos em uma categoria (Ferreira et al., 2007, pg. 892).

Deve-se atentar ao especial papel das áreas verdes particulares na integração do sistema de áreas verdes da bacia. De acordo com a Lei Municipal 16.402 de março de 2016 que disciplina os novos parcelamentos do solo urbano, é previsto um percentual mínimo de 5% ou 10%, dependendo do tamanho da gleba a ser parcelada, destinado como área verde. Sendo que ainda no PMMA a participação de propriedades privadas é considerada como destaque na formação de corredores ecológicos.

Pode-se tomar como exemplo da atuação no meio urbano das áreas verdes particulares, o condomínio Chácara Francesa, localizado na borda nordeste do setor da alta bacia, na Av. Nova Cantareira (Figura 8).

Figura 8 – Condomínio Chácara Francesa.



Fonte: Google Earth, agosto de 2017.

O Condomínio Chácara Francesa apresenta-se delimitado em vermelho na imagem. Observa-se o potencial que as suas áreas verdes representam como forma de conexão entre as áreas verdes ao norte do condomínio, as quais já fazem parte da bacia hidrográfica Rio Tremembé-Ribeirão Piqueri, destacando assim, o potencial de uma integração do sistema de áreas verdes entre as bacias hidrográficas, fomentando a ampliação do planejamento ambiental para uma escala regional.

Mesmo essas áreas verdes particulares não sendo aberto ao público em geral, atua com as funções ecológicas servindo de abrigo para fauna, além de expor a

valorização econômica das propriedades, pela agregação de valores indiretos e de qualidade ambiental e paisagística aos imóveis. Donovan e Butry (2010) estudando a valoração das árvores na cidade de Portland (Oregon), indicaram que a presença de 0,55 árvore na frente da residência e a existência de 84 m² de cobertura vegetal a menos de 100 m da propriedade aumentam o valor imobiliário em 3%.

Em relação a classificação da vegetação, não houve diferenciação entre as espécies nativas e exóticas, pois de acordo com o PMMA os bosques heterogêneos são potenciais áreas para adensamento arbóreo, instalação de espécies epífitas e de sub-bosque, constituindo-se em pontos de conexão para atuais e/ou futuros corredores ecológicos.

O sistema viário classificado neste estudo é compreendido como espaço de integração e circulação urbana, podendo sua malha viária ter um papel fundamental na arborização urbana, no que tange a uma disposição de maneira linear dos elementos vegetativos, possibilitando a interligação de várias tipologias de espaços.

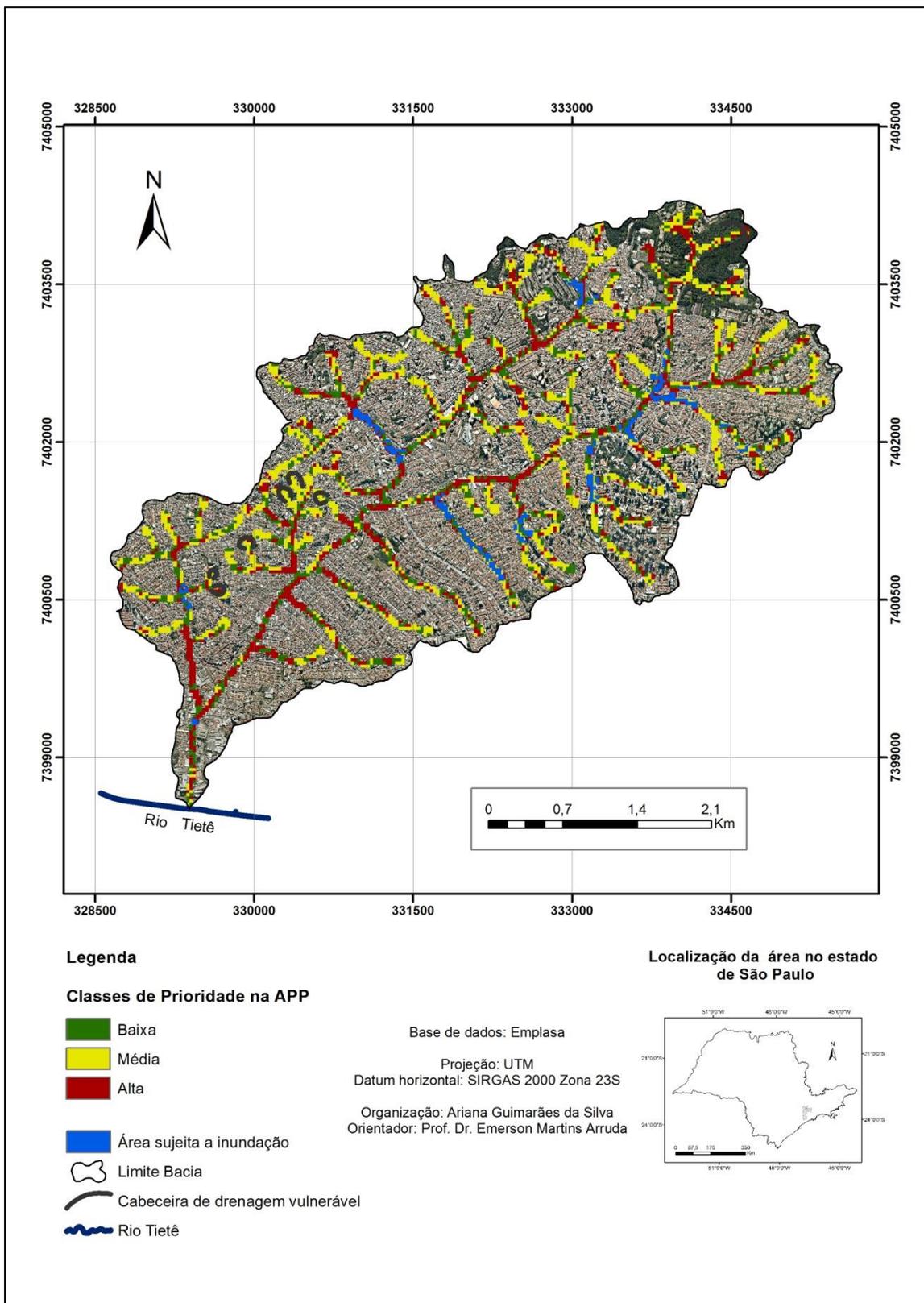
De acordo com os princípios de infraestrutura verde propostos como estudo na metodologia, destaca-se que o principal fundamento para o entendimento de Infraestrutura Verde é a noção de conectividade, seguido pela avaliação do contexto em que está sendo inserida e ainda os benefícios de sua implantação para os recursos naturais e para as pessoas. Diante deste contexto, os parâmetros de prioridade foram selecionados considerando-se a necessidade de obter informações visando à identificação de áreas verdes na bacia do Córrego Mandaqui que garantissem a proposição de alternativas de conservação ambiental e possibilidades de lazer (Mapa 9). Identificando assim elementos condicionantes para auxiliar na proposição de áreas para implantação de áreas verdes.

Nesta abordagem, é importante considerar o contexto de acentuada urbanização da bacia do Córrego Mandaqui, com a existência das infraestruturas urbanas, como iluminação pública, sistema de abastecimento de água e tratamento de esgoto, ocupação residencial, canalização dos cursos fluviais, etc. Tal realidade limita sobremaneira a escolha de espaços livres, sendo necessário priorizar regiões que definam uma base ecológica estrutural, já que para estas características são consideradas as doações e desapropriações em consonância com o PDE municipal. Portanto, destaca-se a importância dos cursos fluviais na definição de uma base ecológica estrutural e como forma de requalificar os rios no meio urbano por meio de um sistema de áreas verdes

integrado. No caso dos estudos de Soares (2014), que associou as áreas verdes com os caminhos das águas, relacionou que quando o conceito de conectividade é aplicado, um dos principais aspectos a se observar no meio urbano é o movimento das águas, por sua função social e por sua importância para a manutenção de inúmeras funções ecológicas.

Essa concepção justifica, mais uma vez, a opção por realizar o presente estudo tendo em vista o recorte espacial da bacia hidrográfica e reforça a necessidade de ampliação de estudos de planejamento ambiental urbano levando em consideração essa unidade de análise.

Mapa 9 – Mapa Parâmetros de Prioridade.



Autor: Silva, 2017.

O planejamento das áreas verdes também deve considerar a declividade do local. De acordo com Torres (2003), declividades abaixo de 18% têm menor tendência a sofrer processos erosivos, sendo uma área favorável para ocupação; regiões com declividade entre 18% e 30% ainda são favoráveis para ocupação humana, entretanto já há certo risco de processos erosivos; áreas com declividade acima de 30% já possuem alto risco de processos erosivos, e a ocupação deve ser realizada com cautela. Para Costa (2010) as áreas declivosas devem receber atenção especial quanto à presença de elementos vegetativos, já que o mesmo auxilia na diminuição das taxas de escoamento superficial e na contenção de escorregamentos de solo.

São Paulo (2002), relacionou como principais causas das enchentes no município a ocupação das várzeas e a impermeabilização do solo. A implantação e conservação de áreas verdes na cidade aumentam a área permeável do solo e assim minimizam a ocorrência de alagamentos. Desta maneira, Costa (2010) estudou a correlação da área de copa de árvore e pontos de alagamento nas subprefeituras da Sé, Mooca e Pinheiros, concluindo que o uso conjunto das variáveis “pontos de alagamento” e “presença de cobertura arbórea”, apesar destas não apresentarem correlação entre si, pode fornecer resultados satisfatórios para a localização de áreas para serem conectadas por corredores verdes.

Neste estudo, entende-se que as áreas verdes e as áreas urbanizadas possuem o mesmo valor de influência no estabelecimento dos parâmetros de prioridade, tanto pela necessidade de implantar áreas permeáveis em regiões extremamente urbanizadas, como pela necessidade de implantar áreas próximas a fragmentos florestais como subsídio para formação de conectividade entre os fragmentos, principalmente aproveitando a forma dos vales fluviais.

Entendendo a dinâmica entre esses componentes que interagem na bacia, foram classificadas as áreas prioritárias, constatando-se que próximo às cabeceiras de drenagem concentram as áreas com prioridade média. Por ser uma região de morros, torna-se uma área estratégica para a recarga dos cursos fluviais e proteção dos afloramentos de água, contra os processos erosivos. Deve-se salientar que a maioria dessas áreas já estão ocupadas com infraestrutura urbana, sendo necessário um planejamento quanto ao zoneamento estabelecido no PDE municipal e a participação da dimensão social no processo decisório.

A concentração de áreas com prioridades alta e média ao longo das APPs são estratégicas para recuperação dos fundos de vales e na mitigação dos problemas relacionados aos pontos de inundação. Nota-se que as áreas menos prioritárias estão relacionadas ao relevo menos íngreme, com declividade entre as classes 3-5% e 5-12%.

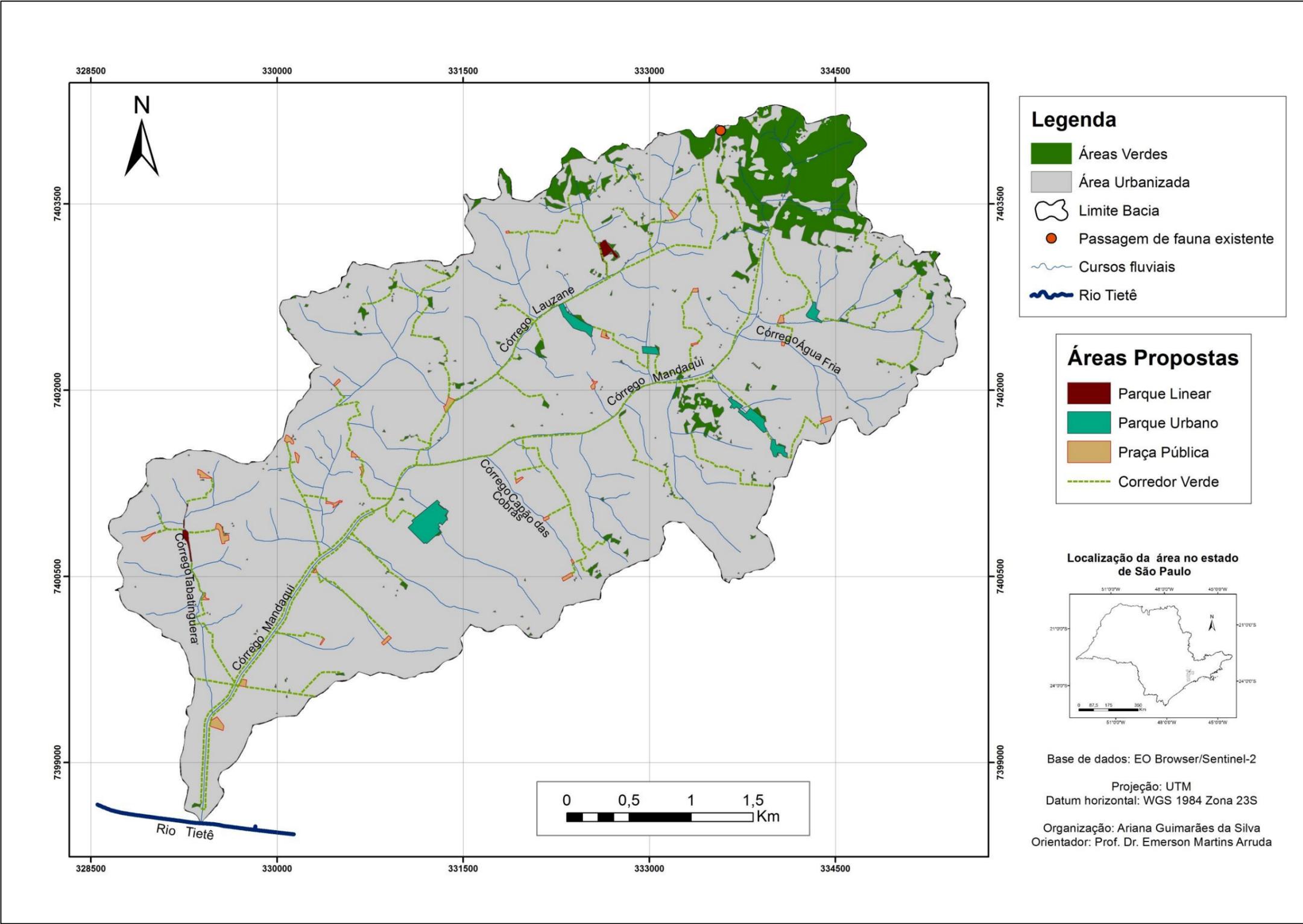
O mapa gerado por parâmetros de prioridade associado com o mapa de uso e ocupação do solo foi, passo a passo, norteando a identificação de unidades territoriais carentes em áreas verdes e passíveis de fragilidades ambientais, sendo estas destinadas aos parques lineares, parques urbanos e praças públicas a partir da interpretação dos parâmetros adotados. Ainda servindo como base, a destinação de espaços na cidade para comportar as áreas verdes através de um planejamento em consonância com as normas do PDE municipal, levando em consideração, como já citado o aproveitamento de espaços livres, as doações e desapropriações.

Assim, de acordo com o PDE nos planos regionais das subprefeituras devem constar indicação de novos parques urbanos, lineares e de praças públicas, sendo que o Programa de Recuperação de Fundos de Vale é composto por intervenções urbanas nesses setores próximos aos rios e córregos, articulando ações de saneamento, drenagem, implantação de parques lineares e urbanização de favelas. Esse programa tem como um dos objetivos ampliar progressiva e continuamente as áreas verdes permeáveis ao longo dos fundos de vales, criando parques lineares e minimizando os fatores causadores de enchentes e os danos delas decorrentes, aumentando a penetração no solo das águas pluviais e instalando dispositivos para sua retenção, quando necessário.

Relacionando-se com a conectividade do sistema de áreas verdes o Programa de Recuperação de Fundos de Vale também prevê a integração na paisagem das áreas de preservação permanente com as demais áreas verdes, públicas e privadas, existentes na bacia hidrográfica, propondo ainda os caminhos verdes como forma de estratégia para melhorar a conectividade entre os parques e áreas verdes públicas e particulares, prevendo áreas prioritárias para arborização urbana.

Diante da abordagem apresentada foi elaborado o Mapa das Áreas Propostas para Implantação das Áreas Verdes (Mapa 10), onde a própria unidade de bacia hidrográfica tomada como estudo expressou o potencial na implantação das áreas verdes, norteado pelos parâmetros de prioridade selecionados.

Mapa 10 - Mapa das Áreas Propostas para Implantação de Áreas Verdes.



Autor: Silva, 2017.

Como já citado, no processo decisório foram delimitados três tipos de áreas verdes. Os Parques Lineares que são instalados às margens dos córregos; os Parques Urbanos definidos como áreas verdes, maiores que as praças e jardins, com função ecológica, estética e de lazer; e as praças que são consideradas áreas verdes quando apresentarem vegetação e não forem impermeabilizadas, com função principal de lazer. Em relação a arborização urbana, estas são definidas como os elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Neste estudo, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, ondem podem vir a integrar o sistema de corredores verdes.

Para os parques lineares além dos parâmetros de prioridade adotados, considerou-se também a existência de córregos que fluíssem a céu aberto. Assim foram propostos dois Parques Lineares, um no Córrego Tabatinguera, localizado no setor da baixa bacia, onde a região sofre com fragilidade social e ambiental, devido a ocupação irregular por moradias de alvenaria e indicado no mapa geotécnico como ponto de inundação, tais fatores descritos na análise ambiental. A outra área proposta para implantação de parque linear localiza-se em um afluente do Córrego Lauzane, à oeste da alta bacia (Foto 18).

Foto 18 - Área proposta para Parque Linear.



Fonte: Silva, novembro de 2017.

Em termos de conectividade, este local possui características estratégicas, pois a montante encontra-se a Praça Agostinho Nohama, onde seu remanescente florestal está incluso no PMMA, contribuindo ainda o fato de que ao longo do curso fluvial, apesar

deste encontrar-se canalizado, as margens foram reflorestadas com espécies nativas. Portanto, a possível criação de um parque linear neste local favoreceria a integração dos novos remanescentes ao programa de reserva da mata atlântica, contribuindo com um dos objetivos do PMMA em aumentar a área de recuperação da vegetação nativa.

Trabalhos como de Soares (2014) e Travassos (2010), demonstraram a contribuição positiva na criação dos parques lineares, como forma de recuperação dos fundos de vale, conexão entre áreas verdes e urbanização de favelas, sendo que para Soares (2014), ainda pode fomentar a reintegração dos rios à paisagem metropolitana. Para o diagnóstico de São Paulo (2002), a implantação de parques lineares permitiria a interligação de maciços vegetais hoje isolados, tais como o Parque Ibirapuera, do Carmo, Ecológico do Tietê, etc., funcionando como corredores para a fauna e flora, auxiliando na preservação e aumento das espécies existentes em São Paulo.

A interpretação dos parâmetros associado com o mapa de uso e ocupação do solo, também possibilitou a proposta de implantação de seis Parques Urbanos distribuídos pela bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui. Um dos parques propostos, coincidentemente, também consta no Quadro de Parques Municipais Existentes e Propostos do PDE municipal, sendo classificado como Parque Urbano em fase de planejamento. Este parque localiza-se na Rua José Inácio de Oliveira, ao sul da média bacia, próximo à divisa com a baixa bacia (Figura 9).

Figura 9 - Parque Urbano proposto na média bacia.



Fonte: Google Earth, agosto de 2017.

Para a escolha do local, foi adotado entre outros critérios, a presença de APP, além da dimensão considerável do espaço permeável e vegetado, características indispensáveis na criação de parques urbanos. Particularmente, seria de grande valia a concretização da implantação deste parque, pois esse é um dos locais da bacia, com menor quantidade de áreas verdes, e onde se deu uma ocupação urbana de forma mais acentuada. Para a população residente da baixa e média bacia seria uma alternativa, para suprir a escassez de espaços que possibilitem práticas esportivas e o contato com a natureza, resultando em um ganho de qualidade de vida e ambiental para a bacia como um todo.

Quanto às praças públicas foram propostos vinte e oito espaços, selecionados de acordo com os critérios estabelecidos. A maior dificuldade na seleção se deu na região da baixa bacia, na margem esquerda do Córrego Mandaqui. Esta região, como já citado, sofreu com a intensa urbanização, onde quase todos os córregos estão ocultos na paisagem, encontrando-se sob o sistema viário. Assim, diante desse cenário, foram elencados como praças públicas os poucos espaços livres ainda existentes nessa região. Como é o caso, do espaço livre selecionado para compor as praças públicas, localizado na Rua Celeste Duarte Lopes (Foto 19).

Foto 19 - Área proposta para Praça Pública.



Fonte: Silva, novembro de 2017.

Este local de acordo com os parâmetros de seleção adotados, localiza-se em APP de um córrego oculto na paisagem. A destinação deste espaço como praça pública seria

de grande importância para a população residente próxima à esta área, a qual não tem muitas opções de lazer. Também poderia possibilitar a mitigação dos descartes irregulares de lixos e entulhos que são comuns neste local, minimizando assim problemas de saúde pública consequentes dessa problemática. Considera-se que mesmo apresentando declividade relativa, há diversas possibilidades de intervenções paisagísticas, onde calçamento e terraceamento viabilizariam a instalação de praças nesses locais.

Entre alguns estudos quanto à viabilidade e implantação de áreas verdes, baseados em parâmetros selecionados, é possível citar o trabalho de Petenusci (2015) que estudou o estabelecimento de diretrizes para a seleção de áreas verdes em zonas urbanas; Gonçalves et al. (2008) que determinou a aptidão de um local em função das diferentes variáveis que influenciam a distribuição e implantação de áreas verdes urbanas; e Morero et al. (2007) que selecionou e estruturou indicadores de acordo com metas definidas para um planejamento das áreas verdes.

Para a proposta de áreas a compor os corredores verdes, buscou-se uma conexão fundamentada por uma associação entre as áreas verdes existentes e aquelas propostas, promovendo assim a formação fundamental de uma infraestrutura verde, que é a integração destas áreas funcionando como uma rede, e não isoladamente.

A definição das áreas de conexão considerou os núcleos de vegetação da Invernada da PM e do Horto florestal como matriz e ponto inicial para formação de uma rede interconectada. Também se considerou como critério, a possibilidade de conexão associada tanto aos cursos d'água e suas margens, mesmo estes encontrando-se sob o sistema viário, como a existência de corredores de vegetação, desassociados dos cursos d'água. Observou-se, no entanto, que os corredores formados pela vegetação existente estão, em grande parte, vinculados ao sistema de drenagem da área de estudo.

A Avenida Engenheiro Caetano Álvares figura como elemento estruturador na formação dos corredores verdes, constituindo-se como eixo principal de ligação entre as áreas verdes da bacia e os fragmentos maiores de vegetação localizados na Invernada da PM. Contribui para isso a arborização já existente no canteiro central que segue por toda extensão onde o córrego Mandaqui flui sob a avenida. Assim, a proposta prevê a formação de corredores verdes nas calçadas marginais desta avenida, a partir do ponto onde o córrego Mandaqui começa a fluir a céu aberto.

O sistema viário e as áreas remanescentes, públicas e privadas figuram entre as diversas possibilidades como instrumento para implantação de corredores verdes que interligam ambientes e suas funções. De acordo com Ribeiro (2010), devem estar inclusas também, nessa perspectiva, todas as áreas abandonadas e de servidão pública, como trilhos, encostas de vias públicas de alta velocidade, áreas de torres de alta tensão, entre outras. Diante desse contexto, selecionou-se uma área como proposta de formação de corredor verde na região da baixa bacia, por onde passa uma torre de alta tensão (Figura 10).

Figura 10 - Área proposta para formação de Corredor Verde.



Fonte: Google Earth, agosto de 2017.

Delimitada em vermelho a área proposta para compor os corredores verdes. Observa-se do lado esquerdo da área demarcada, que a faixa não continua por toda a área permeável, pois após a área delimitada inicia-se outra bacia hidrográfica. Este espaço livre com características lineares e presença de vegetação, apesar dos impedimentos nas questões do lazer urbano devido a existência das torres de alta tensão, tornam-se elementos estruturadores para os benefícios ecológicos, favorecendo ainda a conexão com bacias hidrográficas vizinhas.

Diversos estudos já foram realizados demonstrando a viabilidade de criação de corredores verdes. Serro (2013), estudou as oportunidades e estratégias de integração no

município de Porto (Portugal); Leite (2012), estudando os corredores ecológicos na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo, selecionou possíveis traçados urbanos para a conformação dos corredores, a partir da situação urbana de cada trecho; Costa (2010), utilizou imagens de alta resolução para definição de corredores verdes na cidade de São Paulo; Franco (2010), estudando a infraestrutura verde propôs o corredor verde Ibirapuera-Villa Lobos; e Alvarez e Penteadó (2006), estudaram a viabilidade de criação de corredores verdes urbanos na cidade de Vitória, Espírito Santo.

A requalificação dos rios e córregos da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui como um todo, com a implantação de parques lineares, parques urbanos, praças públicas e corredores verdes contribuirá para a formação de um sistema de áreas verdes integrado, o que facilitará o acesso da população a equipamentos esportivos e recreativos, o fomento aos serviços ecológicos, através do enriquecimento do habitat e da biodiversidade e ampliação e diversificação da arborização no sistema viário, permitindo que espécies menos sensíveis circulem entre os fragmentos de vegetação dispersos na mancha urbana.

A interação entre esses benefícios, inegavelmente, poderá promover o aumento da qualidade de vida e ambiental da região, ainda associando o sistema de áreas verdes ao sistema de drenagem, refletirá na mitigação dos contrastes existentes entre a acentuada urbanização e impermeabilização do solo da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui com seus remanescentes de áreas verdes, minimizando os impactos vinculados aos eventos de enchentes, inundações e movimentos de massa. Favorecendo assim, a formação de uma infraestrutura verde dinâmica e em consonância com as características físicas da bacia hidrográfica, e em uma abordagem mais ampla, contribuir para o equilíbrio do próprio rio Tietê em sua faixa urbanizada.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui foram identificados vários impactos ambientais que atingem a alta, média e baixa bacia. Deve-se considerar que a problemática de descaracterização dos rios e córregos pelos processos de retificação e canalização, é comum a toda região da bacia hidrográfica. Até mesmo pelo fato do modelo de urbanização adotado pelo município de São Paulo, onde os fundos de vales foram substituídos por vias de circulação rápida, a maioria hoje integrante do sistema viário da cidade.

A alta bacia caracteriza-se por ter um relevo mais íngreme, com ocorrência de declividades elevadas, a ocupação sem ordenamento dessas áreas, associada com áreas de transição litológica e a retirada de vegetação, com a conseqüente impermeabilização do solo, favorece as fragilidades como ocorrência de movimentos de massa e processos erosivos. Também desencadeia a ocorrência de pontos de inundação, os quais se configuram como outra problemática da bacia hidrográfica no geral.

A utilização do mapa geotécnico, com a identificação das áreas sujeitas à inundação, causadas não somente pela dinâmica da natureza, mas também pela ação antrópica foi relevante para a realização do trabalho e constitui documento de grande importância para o planejamento ambiental, pois serve como referência satisfatória para novos tipos de uso do solo, como a localização de áreas verdes ou locais para serem conectados por corredores verdes.

A configuração do relevo na média bacia, ainda apresentando elevadas altitudes e ocupação mais acentuada das cabeceiras de drenagem, constitui uma área mais amplamente urbanizada, com problemas como o maior incremento das águas pluviais ao sistema de drenagem urbano, ocasionando uma concentração maior nessa região de quantidade de áreas sujeitas à inundação. Chama atenção ainda na média bacia, a ocupação sem planejamento de espaços livres permeáveis por aglomerado subnormal, ocasionando em fragilidades social e ambiental.

A baixa bacia é a área que apresenta uma urbanização mais acentuada e intensa impermeabilização do solo, a própria característica do relevo mais plano e a proximidade do centro do município favoreceu esta situação. Apresenta também como fator de degradação, a ocupação irregular das margens do Córrego Tabatinguera, afetando a qualidade ambiental e social da região. As cabeceiras de drenagem

vulneráveis indicadas na baixa bacia, estão associadas com locais de elevada declividade e impermeabilização do solo, sendo possível em alguns casos a constatação de cicatrizes de movimentos de massa.

Quanto à distribuição da vegetação pela bacia hidrográfica, caracteriza-se por ser mal distribuída, sendo a maior quantidade de áreas verdes concentradas na região da alta bacia, principalmente devido à existência dos grandes fragmentos florestais da Invernada da PM e do Horto Florestal. Na média bacia a maior quantidade de área verde se concentra na região do Hospital Mandaqui, já a baixa bacia não possui quantidade significativa de áreas verdes, configurando-se na área mais carente de benefícios ambientais, estéticos e de lazer. A caracterização dos recursos naturais existentes e a quantidade de cobertura vegetal pode propiciar a identificação das áreas prestadoras de benefícios ambientais, bem como as áreas de fragilidade ambiental, com a indicação de regiões mais carentes de vegetação.

A metodologia utilizada na pesquisa mostrou-se apropriada, pois o Sistema de informações Geográficas (SIG), através do Software ArcGis 10.2.2, foi eficiente na produção dos mapas temáticos, auxiliando assim na identificação de áreas degradadas e de fragilidade ambiental.

Foi possível identificar áreas para implantação de áreas verdes utilizando os parâmetros de prioridade estabelecidos, pressupõe-se que estas áreas indicadas têm potencialidade para serem utilizadas como áreas verdes, com usos diferentes definidos – Parque Linear, Parque Urbano e Praças Públicas – em função do contexto do uso do solo a ser realizado e da dimensão da área. A conformação dos Corredores Verdes indica o potencial da bacia hidrográfica do Córrego Mandaqui para formação de uma Infraestrutura Verde, em face dos princípios estudados, com seus espaços livres e permeáveis conectados, contribuindo ainda para essa formação a presença de fragmentos florestais matrizes, os quais são importantes na preservação de cabeceiras e abrigo para fauna, mesmo em um ambiente urbanizado, demonstra assim a possibilidade de integração.

Portanto, reconhecer estas potencialidades, implementar e regenerar um sistema de áreas verdes, com base na seleção de parâmetros prioritários é uma alternativa para contribuir com uma cidade mais sustentável e ampliar a relação entre o homem urbano e a natureza, através da viabilização dos serviços ambientais e da promoção de atividades de lazer, como forma de reduzir o contraste entre áreas impermeáveis e as áreas verdes

urbanas. É recomendado que seja realizado um estudo mais detalhado a respeito da participação social no processo decisório para criação de novas áreas verdes, avaliando o real interesse e necessidade de todos os segmentos sociais envolvidos. Bem como, metodologias que busquem avaliar a aplicação de todos os princípios e conceitos da infraestrutura verde na formação de um sistema de áreas verdes integrado, considerando a conexão entre bacias hidrográficas.

Deve-se então buscar na caracterização dos atributos ambientais um favorecimento e aprimoramento no planejamento e gestão integrada da expansão urbana pelo poder público, fazendo com que as áreas verdes sejam melhores compreendidas na paisagem, para que suas funções sejam reais no meio urbano, reconhecendo cada valor ambiental intrínseco necessário no planejamento e manutenção dessas áreas. Neste contexto, possibilitando também o aproveitamento do sistema de drenagem como forma de requalificar as áreas verdes no meio urbano, assim enfatizando a melhoria dos benefícios ambientais.

A própria unidade tomada como estudo, bacia hidrográfica, expressa a formação de uma rede de conexão, podendo fomentar uma integração do sistema de áreas verdes entre as bacias hidrográficas do município, que em vários momentos históricos de sua expansão urbana não valorizou a importância dos ambientes fluviais na dinâmica ambiental local. Nesse sentido, considera-se que o recorte espacial da bacia hidrográfica configura-se como possível modelo de planejamento ambiental para a conexão entre os grandes fragmentos florestais da cidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, Aziz Nacib. *Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo*. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2007. 349 p.
- AHERN, J. Greenways as a Planing Strategy. In AHERN, J.; FABOS, J. (Eds). *Greenways - The Beginning of an International Movement*. Amsterdam: Elsevier, 1995. p. 131-156.
- AHERN, J. Green infrastructure for cities: The spatial dimension. *IWA Publishing*, v. 3, p. 267-283, 2007.
- AHERN, J. Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, n. 28, p. 1203–1212, 2013.
- ALVAREZ, C.E.; PENTEADO, H.M. Corredores verdes urbanos: estudo da viabilidade de conexão das áreas verdes de Vitória. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL, 8, 2006, São Paulo. *Anais...* Vitória: UFES. p. 1-12.
- ALVAREZ, I. A.; FILHO, D. F. da S.; COUTO, H. T. Z.; POLIZEL, J. L. Comparação entre Videografia e Fotografia Aérea para Diagnóstico da Vegetação em Ambiente Urbano de Piracicaba, SP. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 34, n. 4, p. 691–698, 2010.
- ALVES, J. F. *Metrópoles: Cidadania e Qualidade de vida*. São Paulo: Moderna, 1992. 152 p.
- AMATO-LOURENÇO, L. F. et al. Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 113–130, 2016.
- BACANI, V. M., *Geotecnologias aplicadas ao ordenamento físico-territorial da bacia do alto rio Coxim, MS*. 2010, 222f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas Verdes Urbanas: Um Estudo De Revisão E Proposta Conceitual. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba-SP, v. 6, n. 3, p. 172–188, 2011.
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, n. 1, 143-156, 2012.
- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. “Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century”. *Renewable Resources Journal*. Bethesda: RNRF, n. 12, 2002.
- BENEDICT, M. A.; McMAHON, E. T. *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington, DC: Island Press, 2006. 289 p.

BENINI, S. M.; MARTIN, E. S. Decifrando as Áreas Verdes Públicas. *Revista Formação*, Presidente Prudente-SP, v. 2, n. 17, p. 63–80, 2010.

BEVILACQUA, N.; HOURNEAUX-JR, F. Alinhamento Estratégico: Estudo de Caso da Despoluição da Bacia do Córrego Mandaqui. In: 5th International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo, 2015. *Anais...* São Paulo: Universidade Paulista, 2015, p. 226.

BONDAR, C. S.; HANNES, E. Infraestrutura Verde para o Bairro do Mandaqui: Possibilidade ou Utopia? *Revista Labverde*, São Paulo, n. 9, p. 30-52, 2014.

BOTELHO, R. R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 155-191.

BOVO, M. C. *Áreas Verdes Urbanas, Imagem e Uso: Um Estudo Geográfico sobre a Cidade de Maringá – PR*. 2009. 324 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia – Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2009.

BRASIL. *Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012*. Disponível em:
< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm >. Acesso em: 10 maio 2017.

BRASIL. *Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979*. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm>. Acesso em: 6 set. 2017.

CASSIANO, C. C. *O papel dos remanescentes florestais na manutenção da qualidade da água em microbacias agrícolas*. 2013. 115 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Recusos Florestais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. Proposição de terminologia para o verde urbano. *Boletim Informativo da SBAU* (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana), Rio de Janeiro, n. 3, p. 7, 1999.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas Verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 4 Vitória (ES), de 13 a 18 de setembro de 1992, *Anais I e II*, p.29-38.

CERSÓSIMO, N. B. V. Identificação de Áreas Aptas À Implantação de Equipamentos Urbanos Causadores de Impacto Ambiental. In: III SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO. 2006, Aracaju. *Anais...* Sergipe: Embrapa Tabuleiro Costeiros.

CIDADES EM FOTO. *Município de Maringá, PR – Brasil*. Disponível em:
<<https://cidadeseinfotos.blogspot.com.br/2013/01/fotos-de-maringa-pr.html>>. Acesso em: 06 nov 2017.

CIDADY. *Mandaqui train station in 1956, Sao Paulo – Brazil*. Disponível em: <<http://oldsaopaulo.tumblr.com/post/103195344285/mandaqui-train-station-in-1956-sao-paulo-brazil>>. Acesso em: 17 maio 2017.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. New York: Lewis Publishers, 1998. p. 60.

COSTA, J. M. da. *Uso de imagens de alta resolução para definição de corredores verdes na cidade de São Paulo*. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

COSTA, R. G. S.; COLESANTI, M. M. A Contribuição da Percepção Ambiental nos Estudos das Áreas Verdes. *Revista RAEGA*, Curitiba-PR, n. 22, p. 238-251, 2011.

DONOVAN, G. H.; BUTRY, D. T. Trees in the city: Valuing street trees in Portland, Oregon. *Landscape and Urban Planning*, v.94, n.2, p.77-83, 2010.

ESTADÃO. *A História do Mandaqui*. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,a-historia-do-mandaqui,1811452>>. Acesso em: 17 maio 2017.

FERNANDES, A.; KAWAI, C.; GURDOS, C; CARREGA, D.L.; SILVA, F.N; VILLROTER, F.; BEUTTENMULLER, G.; TAKIYA, H.; MENEGASSE, L; BARROS, L.; OLIVEIRA, M.A ; MOTTA, M.; DINIZ, M.; LANDGRAF Jr., O; PRADO, O; SEPE, P.M.; NISHIMOTO V.; NEWERLA, V. 1993. Detalhamento da Carta Geotécnica do Município de São Paulo. In: PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, SECRETARIA DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE, *A questão ambiental urbana: Cidade de São Paulo*. São Paulo, p. 381-388.

FERREIRA, E.; DANTAS, A. A. A.; MORAIS, A. R. Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite CBERS-CCD, no município de Lavras, MG. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis-SC. *Anais... INPE*.

FERREIRA, J. C.; MACHADO, J. R. Infraestruturas verdes para um Futuro Urbano Sustentável. O contributo da estrutura ecológica e dos corredores verdes. *Revista LabVerde*, São Paulo, n. 1, p. 69-90, 2010.

FILHO A. T. B.; NUCCI J. C. Espaços Livres, Áreas Verdes e Cobertura Vegetal no Bairro Alto da XV , Curitiba/PR. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 18, p. 48–59, 2006.

FILHO, D. F. da S.; TOSETTI, L. L. Valoração das Árvores no Parque Ibirapuera – SP: Importância da Infraestrutura Verde Urbana. *Revista Labverde*, São Paulo-SP, n. 1, p. 11-25, 2010.

FIREHOCK, K. *Short history of the term Green Infrastructure and selected literature*. Disponível em: <http://www.gicinc.org/PDFs/GI_History.pdf>. Acesso em: 5 abril 2017.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. *Landscape ecology*. John Wiley & Sons, 1986. 640 p.

FRANCO, M. de A. R. Infraestrutura Verde em São Paulo : o caso do Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos. *Revista Labverde*, v. 1, n. 1, p. 135–154, 2010.

FRISCHENBRUDER, M. T. M.; PELLEGRINO, P. M. Using greenways to reclaim nature in Brazilian cities. *Landscape and Urban Planning*, n. 76, p. 67-78, 2006.

GOMES, M. A. S. *As praças de Ribeirão Preto-SP: uma contribuição geográfica ao planejamento e à gestão dos espaços públicos*. 2005. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Uberlândia, 2005.

GONÇALVES, W.; TIBIRIÇÁ, A. C. G.; SILVA, V. A.; TORRES, E. M. Planejamento de Áreas Verdes em Espaços Urbanos. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, Fortaleza-CE. *Anais... Entac*.

GUARNIERI, A. B. *Bacia Mandaqui: Relação Cidade-Água*. 2014. 147 f. Trabalho Final de Graduação - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

GUERRA, A. J. T., Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. (Orgs.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, p. 149 - 207. 7ª edição, 2009.

GURGUEIRA, M. D. *Correlação de Dados Geológicos e Geotécnicos na Bacia de São Paulo*. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

HERLING, Tereza. *A floresta em São Paulo, a cidade na Cantareira: fronteiras em transformação*. 2002. 222 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e Resiliência para a Paisagem Urbana. *Rev. LABVERDE*, São Paulo, v.1, n.1, p. 91-115, 2010.

HERZ, R.; DE BIASI, M. *Critérios e legendas para macrozoneamento costeiro*. Ministério da Marinha/Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Brasília: MM, 1989.

IAG-USP. *Informações sobre as Estações do ano na cidade de São Paulo*. Disponível em: <<http://estacao.iag.usp.br/seasons/index.php>>. Acesso em: 18 maio 2017.

IBGE, *Agglomerados Subnormais: Informações Territoriais*. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnormais_informacoes_territoriais/default_informacoes_territoriais.shtm. Acesso em 7 de dezembro de 2017.

IBGE. *Mapa de Biomas do Brasil*, primeira aproximação. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 02 maio 2017.

IBGE. *Atlas do Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_atlas.shtm>. Acesso em: 02 fev. 2017.

INFOCIDADE. *Demografia*. Disponível em: <<http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/index.php?cat=7&titulo=Demografia>>. Acesso em: 09 maio 2017.

INMET. *Estações Automáticas – Gráficos*. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_gr>. Acesso em: 10 jan 2018.

IKEDA, E. B. *São Paulo – Paris, metrópoles fluviais*. Ensaio de projeto de arquitetura das orlas do canal Pinheiros inferior, Córrego Jaguaré e Córrego Água Podre. 2016. 316 f. Dissertação (Mestrado em Projeto de Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, Vol. 33, n. 1, p. 159-74, 1977.

LEITE, J. R. *Corredores Ecológicos na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo: possibilidades e conflitos*. 2012. 229 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

LLOYD, C.R.; GASH, J.H.C.; SHUTTLEWORTH, W.J.; MARQUES FILHO, A.O. The measurement and modeling of rainfall interception by Amazonian rain forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 43, p. 277-294, 1988.

LIMA, A.M.L.P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUZA, M.A. del B.; FIALHO, N. de O.; DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, São Luís, de 18 a 24 de setembro de 1994, *Anais...* p. 539-549.

LIMA, G. A. *Campus da Fiocrus no Ceará: aplicação das infraestruturas no contexto do semiárido*. 2016. 151 f. Dissertação (Mestrado Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

LIMA, M.R.; MELO, M.S.; COIMBRA, A.M. Palinologia de sedimentos da bacia de São Paulo, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo-SP, n 2(1), p. 7-20, 1991.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. de C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das Cidades. *Revista Formação*, Presidente Prudente-SP, n. 13, p. 139-165, 2006.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas Verdes Públicas Urbanas: Conceitos, Usos e Funções. *Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*, Guarapuava-PR, n. 01, p. 125-139, 2005.

LOMBARDO, M. A. *Ilha de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985. p. 244.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A Influência das Áreas Verdes na Qualidade de Vida Urbana. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Uberlândia-MG, n. 18, p. 264-272, 2014.

LOPES. *Conheça um pouco da História do Bairro Santana*. Disponível em: <<http://www.lopes.com.br/blog/conheca-seu-bairro/conheca-um-pouco-da-historia-bairro-santana/#axzz4mXWfaxwB>>. Acesso em: 17 maio 2017.

LOTUFO, J. O. *Projeto Sustentável: Resiliência Urbana para o Bairro da Pompéia*. 2016. 175 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

LUCON, T. N. et al. Índice e Percentual de Áreas Verdes para o Perímetro Urbano de Ouro Preto – MG. *REVSBAU*, Piracicaba – SP, v.8, n.3, p. 63-78, 2013.

MADUREIRA, H. Processos de transformação da estrutura verde do Porto. *Revista da Faculdade de Letras - Geografia*, Porto, v. 17/18, série I. p. 137-218, 2001-2002.

MCHARG, I. L. *Design with Nature*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 25th anniversary edition. 1969.

MARTINS JUNIOR, O. P. *Uma cidade ecologicamente correta*. Goiânia: AB, 1996.

MATIAS, L.F; CAPORUSSO, D. Áreas Verdes Urbanas: Avaliação Conceitual e Metodológica a partir do estudo de caso na cidade de Paulínia - São paulo, Brasil. In: 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina, Montevidéo, 2009. *Anais...* Montevidéo: 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2009.

MAZZEI, K.; COLESANTI, M.T.M.; SANTOS, D.G. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia-MG, v.19, n.1, p 33-43, 2007.

MEYFROIDT, P.; LAMBIN, E.F. Global forest transition: prospects for an end to deforestation. *Annual Review of Environment and Resources*, Palo Alto, v. 36, p. 343-371, Aug. 2011.

MONTEIRO, C. A. de F. *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de Atlas*. São Paulo: IG/USP, 1973.

MONTEIRO JÚNIOR, L. *Infraestruturas urbanas: uma contribuição ao estudo da drenagem em São Paulo*. 2011. 278 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MORAES, M. E. B.; LORANDI, R. Análise da efetividade da legislação ambiental no processo de ocupação de bacia hidrográficas: o caso da bacia do Rio Bonito (SP). *Revista Direito Ambiental*, São Paulo, v.9, n.36, p.151- 167, 2003.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologia de aplicação*. São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais, 2001. p.422.

MORERO, A. M.; SANTOS, R. F. dos; FIDALGO, E. C. C. Planejamento Ambiental de Áreas Verdes: Estudo de Caso em Campinas-SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v.19, n.1, p.19-30, 2007.

MOURA, N. C. B. de. *Biorretenção: Tecnologia Ambiental Urbana para Manejo das Águas da Chuva*. 2013. 177 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, New York, n. 403, p. 853-858, 2000.

NUCCI, J. C. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília, MSP*. São Paulo: Humanitas, 2001, 235 p.

NUNES, A. R., *Confronto do uso e ocupação da terra em APP's e estimativa de perda de solo na bacia hidrográfica do Rio Alegre*. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2013.

OLIVEIRA, C.H. *Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas*. 1996. 180 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. *Cerne*, Lavras, n. 1, p. 64-72, 1994.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 9-15, nov. 2005.

PETENUSCI, M. C. *Diretrizes para seleção de áreas verdes urbanas e periurbanas: o caso da zona leste do município de Ribeirão Preto/SP*. 2015. 198 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

PILOTTO, J. *Rede verde urbana: um instrumento de gestão ecológica*. 2003. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PONCIANO, L. *Os bairros de São Paulo de A a Z*. 1ed. São Paulo: Senac, 2001. 252 p.

QUENTAL, N.; SILVA, M.; LOURENÇO, J. Integração de critérios objectivos de sustentabilidade ambiental na elaboração de planos regionais de ordenamento do território. In: JORNADAS DA ASSOCIAÇÃO DE URBANISTAS PORTUGUESES, 11. Santa Maria da Feira: Universidade do Minho, 2004.

RAGONHA, J.; CORRÊA, L. Infraestrutura verde-azul na bacia do alto mandaqui: conectando fragmentos verdes através do caminho das águas. *Revista Labverde*, n. 12, p. 42-68, 2016.

RIBEIRO, M. E. J. *Infraestrutura Verde: uma estratégia de conexão entre pessoas e lugares*. 2010. 178 f. Tese (Doutorado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

RIBEIRO, K. T.; FREITAS, L. Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. *Biota Neotrop.*, Campinas-SP, v. 10, n. 4, p. 239–246, 2010.

RODRIGUEZ, S. K. *Geologia Urbana da Região Metropolitana De São Paulo*. 1998. 171p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n.8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v.10, p. 41-56, 1996.

ROTERMUND, R. M. *Análise e planejamento da floresta urbana enquanto elemento da Infraestrutura Verde: estudo aplicado à bacia do córrego Judas/Maria Joaquina*, São Paulo, SP. 2012. 158 f. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANCHES, P. *De áreas degradadas a espaços vegetados: potencialidades de áreas vazias, abandonadas e subutilizadas como parte da infraestrutura verde urbana*. 2011. 292 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, A. S. S. *Diretrizes para implantação de sistemas de infraestrutura verde em meio urbano: estudo de caso da cidade de Ribeirão Preto – SP*. 2014. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

SANTOS, M. *Manual de geografia urbana*. São Paulo: Hucitec, 1981. 203 p.

SANTOS, M. *Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos técnicos e metodológicos da Geografia*. Ed. 7ª. São Paulo: Hucitec, 1997. 124p.

SÃO PAULO (SP). Atlas Ambiental do Município de São Paulo. *Relatório Final*, v. 1, 198 p., 2002.

SÃO PAULO. *Bairro do Mandaqui*. Disponível em:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/cultura/bibliotecas/bibliotecas_bairro/bibliotecas_m_z/pedrodasilvanava/index.php?p=5723>. Acesso: 03 maio 2017

SÃO PAULO. *Bairro de Santana*. Disponível em:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/cultura/bibliotecas/bibliotecas_bairro/bibliotecas_m_z/nutosantanna/index.php?p=189>. Acesso: 03 maio 2017.

SÃO PAULO. *Horto Florestal*. Disponível em:
<<http://www.ambiente.sp.gov.br/hortoflorestal/>>. Acesso: 09 out 2017.

SÃO PAULO. *Inventário Florestal*. Disponível em:
<<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/inventario.html>>. Acesso: 09 out 2017.

SÃO PAULO (SP). *Lei nº 13.430, de 13 de setembro de 2002*. Disponível em:
<http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integr_a.asp?alt=14092002L%20134300000>. Acesso em: 14 fev. 2017.

SÃO PAULO (SP). *Lei nº 14.186, de 4 de julho de 2006*. Disponível em:
<http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integr_a.asp?alt=05072006L%20141860000>. Acesso em: 14 fev. 2017.

SÃO PAULO. UGHRI 06 – *Alto Tietê*. Disponível em:
<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6962/ugrhi_06_10.pdf>.
Acesso: 11 maio 2017.

SÃO PAULO (SP). *Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014*. Disponível em: <
<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/arquivos/>>.
Acesso em: 04 set. 2017.

SÃO PAULO (SP). *Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016*. Disponível em: <
gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/zoneamento/texto-da-lei/>. Acesso
em: 8 nov. 2017.

SARTORI, A. A. C. *Análise multicritérios na definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais*. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, UNESP, Botucatu, 2010.

SBAU - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. “Carta a Londrina e Ibiporã”. *Boletim Informativo*, v.3, n.5, p.3, 1996.

SEARNS, R.M. The Evolution of Greenways as an Adaptive Urban Landscape Form. In AHERN, J.; FABOS, J. (Eds). *Greenways - The Beginning of an International Movement*. Amsterdam: Elsevier, 1995. p. 65-80.

SERRO, J. C. V. S. “*Corredores Verdes*”. Oportunidades e Estratégias de Integração no Município do Porto. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto, 2013.

SILVA, O. F. da. *Planejamento ambiental e ecologia da paisagem na avaliação de áreas alagadas e qualidade da água: estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Cotia (SP, BR)*. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2000.

SOARES, M. C. *Parques Lineares em São Paulo: uma rede de rios e áreas verdes que conecta lugares e pessoas*. 2014. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SOS MATA ATLÂNTICA. *Florestas: A Mata Atlântica*. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em: 11 maio 2017.

SOUZA, A.D.G.; TUNDISI, J.G. Hidrogeochemical comparative study of the Jaú and Jacaré-guaçu river watersheds, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, p. 563-570, nov. 2000.

SPORL, C.; ROSS, J. L. S. Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação de Três Modelos. *Rev. GEOUSP Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004.

TEIXEIRA, J. A. C.; CORREIA, A. R. Fragilidade Social e Psicologia da Saúde. Um exemplo de influências do contexto sobre a saúde. *Rev. Análise Psicológica*, Lisboa, v.3 (XX), p. 359-365, 2002.

THOMPSON, C,W. Urban open space in the 21st century. *Landscape and Urban Planing*, n. 60, p. 59-72, 2002.

TORRES, E.M. *Metodologia para macroplanejamento de áreas verdes urbanas*. 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

TRAVASSOS, L. R. F. C. *A dimensão socioambiental da ocupação dos fundos de vale urbanos no Município de São Paulo*. 2004. 198 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TRAVASSOS, L. R. F. C. *Revelando os rios. Novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na Cidade de São Paulo*. 2010. 243 f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TZORTZIS, P. S.; KNISS, C. T. Programa de despoluição de córregos: Programa Córrego Limpo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 4., 2015, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Singep, 2015. p. 1-11.

UNITED NATIONS. *World Urbanization Prospects: revision 2014*. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/>>. Acesso em: 02 maio 2017.

VALERIANO, M. de M. Topodata: *Guia para Utilização de Dados Geomorfológicos Locais*. Disponível em: <<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.11.19.24/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 20 jun 2017.

VIEIRA, P. B. H. *Uma visão geográfica das áreas verdes de Florianópolis, SC: estudo de caso do Parque Ecológico do Córrego Grande (PECG)*. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2004.