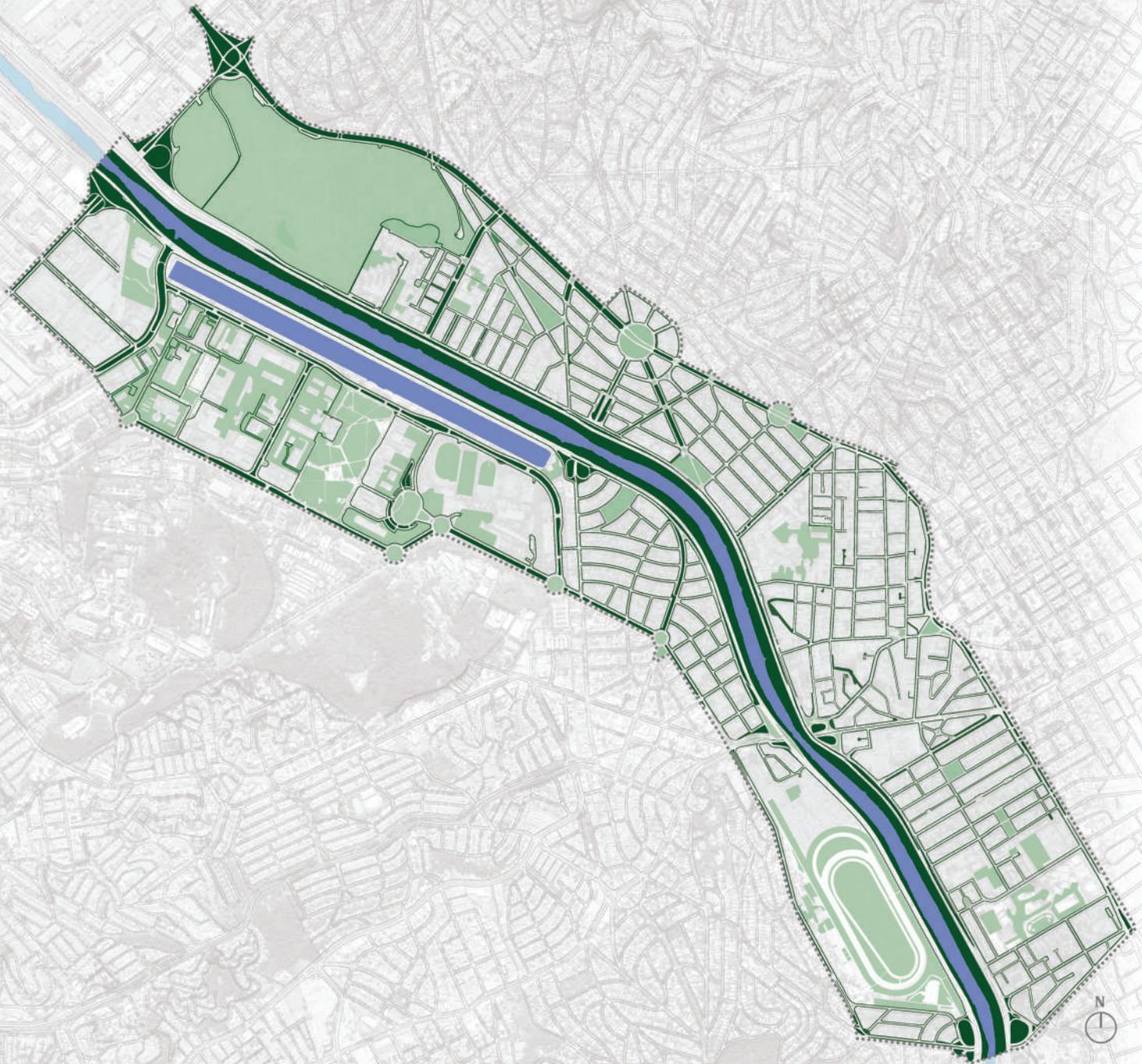


Infraestrutura Verde e Azul e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos.
Estudo de Caso:
Trecho na Planície da Calha do Rio Pinheiros, São Paulo.



Sarah Bezerra Suassuna

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
2020

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

SARAH BEZERRA SUASSUNA

Infraestrutura Verde e Azul e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos.

Estudo de Caso: Trecho na Planície da Calha do Rio Pinheiros, São Paulo.

VERSÃO CORRIGIDA

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção de grau do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Paisagem e Ambiente
Linha de Pesquisa: Sistemas da Paisagem

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria de Assunção Ribeiro Franco

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL, SOB RESPONSABILIDADE DA AUTORA E ANUÊNCIA DA ORIENTADORA.

A versão original, em formato digital, ficará arquivada na Biblioteca da Faculdade.

São Paulo, 10 de Junho de 2020

São Paulo
2020

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

sarahsuassuna@usp.br | sarahbsuassuna@gmail.com

Catálogo na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Suassuna, Sarah Bezerra

Infraestrutura Verde e Azul e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecológicos.: Estudo de Caso: Trecho na Planície da Calha do Rio Pinheiros, São Paulo. / Sarah Bezerra Suassuna; orientadora Maria de Assunção Ribeiro Franco. – São Paulo, 2020.

170p.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
Área de concentração: Paisagem e Ambiente.

1. Infraestrutura Verde e Azul. 2. Bem-estar Humano. 3. Serviços Ecológicos.
4. Planejamento Ambiental e Urbano. 5. Manchas Verdes.
I. Franco, Maria de Assunção Ribeiro, orient. II. Doutora em Arquitetura e Urbanismo.

SUASSUNA, Sarah Bezerra

Infraestrutura Verde e Azul e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos.

Estudo de Caso: Trecho na Planície da Calha do Rio Pinheiros, São Paulo.

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção de grau do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada em: 26 / 05 / 2020.

BANCA EXAMINADORA:

Presidente: Prof.^a Dr.^a Maria de Assunção Ribeiro Franco

Instituição: FAUUSP

Julgamento: Aprovada

Assinatura: --

Titular 1: Prof.^o Dr.^o José Guilherme Schutzer

Instituição: AEAUSP

Julgamento: Aprovada

Assinatura: --

Titular 2: Prof.^a Dr.^a Monica Machado Stuermer

Instituição: UNIP

Julgamento: Aprovada

Assinatura: --

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

*Dedicado a Alfredo Reinaldo Tili (in memoriam)
e a Carlos Eduardo de Almeida Mazzei.*

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

AGRADECIMENTOS

O resultado deste trabalho deve-se ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, durante os dois anos desta pesquisa. Assim, agradeço à CAPES pelo apoio financeiro deste estudo.

À professora Maria de Assunção Ribeiro Franco, pela orientação nesse prazeroso período de aprendizagem.

À professora Monica Machado Stuermer, pelas considerações feitas durante a banca de defesa desta pesquisa que contribuíram para a melhoria deste exemplar revisado.

Ao professor José Guilherme Schutzer, pela disponibilidade em esclarecer meus questionamentos sobre as superfícies do relevo no desenho ambiental e urbano e pelas considerações feitas - tanto durante a banca de qualificação, quanto durante a banca de defesa desta pesquisa - que contribuíram para a melhoria do desenvolvimento desta pesquisa e de seu resultado.

Aos professores Fábio Mariz Gonçalves, Catharina P. C. Lima dos Santos, Eugênio Fernandes Queiroga, Euler Sandeville, Francine Sakata, Sílvio Soares Macedo e Vladimir Bartalini, pela acolhida carinhosa durante o estágio vivenciado no Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE) na disciplina AUP 0650 – Arquitetura da Paisagem junto à turma de graduação da FAUUSP. Da mesma forma, a todos os professores que conseguem inspirar seus alunos para que se tornem pessoas melhores. Meu carinho àqueles que nos ensinam mais que teoria, que nos preparam também para a vida.

Aos alunos que cursaram a disciplina, pela troca de conhecimento durante o estágio. Em especial, à Júlia Ascencio Cansado, pela elaboração dos desenhos à mão aqui apresentados e, a Ester Silveira Cavalcante, Fernanda Miki Matsusaka, Júlia de Barros Rodrigues, Jéssica Barbosa Borges e Maria Eduarda Ramos Lopes, pelo tempo disponibilizado para que eu pudesse exercitar minha apresentação.

À Luciene Ribeiro dos Santos, pela leitura e revisão crítica e minuciosa dessa dissertação.

À Evy Hannes, que acompanhou essa trajetória do processo seletivo à defesa desta dissertação.

À Maria Cristina Santana Pereira, pelo tempo disponibilizado para que eu pudesse exercitar minha apresentação e com quem tenho o entusiasmo em partilhar reflexões sobre trajetória acadêmica e principalmente sobre valores humanos.

A todas as pessoas que contribuíram direta e indiretamente para com a realização deste trabalho. Também, a todas que estiveram presentes, ainda que virtualmente, durante a banca de defesa realizada no dia 26 de maio de 2020.

“Rivers...are the natural highways of all nations, not only leveling the ground and moving obstacles from the path of the traveller, quenching his thirst and bearing him on their bosoms, but conducting him through the most interesting scenery, the most populous portions of the globe, and where the animal and vegetable kingdoms attain their greatest perfection”

Henry David Thoreau, *A Week on the Concord and Merrimack River*, 1849.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

RESUMO

SUASSUNA, Sarah. Infraestrutura Verde e Azul e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos. Estudo de Caso: Trecho na Planície da Calha do Rio Pinheiros, São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de Concentração: Paisagem e Ambiente. – São Paulo, 2020. 170p.

Orientadora: Maria de Assunção Ribeiro Franco

Nas últimas décadas do século XX, a urbanização mundial cresceu de maneira acelerada. Enquanto em meados da década de 1970 a maior parte da população era rural, em 2019 estima-se que 54% da população mundial seja urbana. Assim, as cidades passaram a ser o principal habitat natural do homem, que, por sua vez, tem habitado cada vez mais um ambiente construído com mais asfalto e menos natureza. Concomitantemente ao crescimento das cidades, há uma crescente preocupação em relação ao bem-estar humano no meio urbano. Nesse contexto, esta pesquisa discorre sobre a importância e o impacto dos espaços verdes conectados na rede de Infraestrutura Verde e Azul urbana de modo a estimular os serviços ambientais para contribuir com a melhoria do bem-estar das pessoas. Por último, são feitas algumas recomendações de benfeitorias para o trecho na Planície da Calha do Rio Pinheiros com base nas potencialidades ambientais urbanas locais observadas.

Palavras-Chave: 1. Infraestrutura Verde e Azul. 2. Bem-estar Humano. 3. Serviços Ecossistêmicos. 4. Planejamento Ambiental e Urbano. 5. Manchas Verdes.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

ABSTRACT

SUASSUNA, Sarah. Green and Blue Infrastructure and its Influence on Human Well-Being through Ecosystem Services. Case Study: Pinheiros River, São Paulo. Dissertation (Master) – College of Architecture and Urbanism, University of São Paulo. Concentration Area: Landscape and Environment. - São Paulo, 2020. 170p.

Dissertation Advisor: Maria de Assunção Ribeiro Franco

In the last decades of the 20th century, urbanization grew at an accelerated rate around the world. While in the mid-1970s, most people lived in rural areas, in 2019, it is estimated that 54% of the world's population is urban. Thus, cities became the main natural habitat of man, who, in turn, is increasingly used to an environment built with more asphalt and less nature. With the development of cities, there is a growing concern about human well-being in urban areas. In this context, this research discusses the importance and impact of green spaces connected to the urban green and blue infrastructure network in order to stimulate environmental services to improve people's well-being. Finally, some recommendations are made to the planning of the Planície da Calha do Rio Pinheiros given the observed local urban potential in order to improve human well-being in the area.

Keywords: Green and Blue Infrastructure. 2. Human Welfare. 3. Ecosystem Services. 4. Environmental and Urban Planning. 5. Green Patches.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CROQUIS

Croqui 1: Jardins de Chuva	47
Croqui 2: Biovaletas	48
Croqui 3: Lagoas Pluviais	49
Croqui 4: Bacias de Detenção	50
Croqui 5: Cisternas.....	51
Croqui 6: Telhados Verdes	52
Croqui 7: Pisos Drenantes	53
Croqui 8: Árvore Isolada	57
Croqui 9: Linha Arbórea	58
Croqui 10: Corredores Arborizados Estreitos	59
Croqui 11: Corredores Arborizados Amplos	60
Croqui 12: Pequenas Manchas Arborizadas	61
Croqui 13: Grandes Manchas Arborizadas	62
Croqui 14: Faixa de Acesso com Mobiliário Provisório	134
Croqui 15: Faixa de Acesso com Vegetação	134
Croqui 16: Faixa de Serviço.....	135
Croqui 17: Ampliação Calçada – Mobiliário	136
Croqui 18: Calçadas Verdes.....	136
Croqui 19: Jardim de Chuva	138

FIGURAS

Figura 1: Representação do modelo “mancha – corredor – matriz”	30
Figura 2: Cinco prioridades para a conservação da natureza ilustrada com o modelo “mancha – corredor – matriz”	43
Figura 3: Representação simplificada de uma rede de Infraestrutura Verde e Azul	46
Figura 4: Esquema de classificação da configuração da cobertura vegetal urbana.	63
Figura 5: Temperaturas superficiais de diferentes tipos de piso do ambiente urbano.....	69
Figura 6: Diferentes temperaturas entre as árvores expostas ao sol e as áreas sombreadas por algumas árvores de Porto Alegre, no verão.....	69

Figura 7: Diferenças de umidade relativa do ar entre árvores expostas a radiação solar e as áreas sombreadas por três tipos de árvores de Porto Alegre, no verão.	70
Figura 8: Avaliação Ecosistêmica do Milênio – Estrutura conceitual das interações entre biodiversidade, serviços ecossistêmicos, bem-estar humano e fatores de mudança.	77
Figura 9: Bacia Hidrográfica – Rio Pinheiros	82
Figura 10: Trechos do Pomar Urbano.....	86
Figura 11: Perfil de Elevação 1: Ponte do Jaguaré.....	99
Figura 12: Perfil de Elevação 2: Raia USP – Parque Villa Lobos	99
Figura 13: Perfil de Elevação 3: Ponte Cidade Universitária	100
Figura 14: Perfil de Elevação 4: CET – Pinheiros	100
Figura 15: Perfil de Elevação 5: Ponte Eusébio Matoso.....	101
Figura 16: Perfil de Elevação 6: Ponte Engenheiro Roberto Rossi Zuccolo.....	101
Figura 17: Ciclofaixa, Ciclorrota, Ciclovia	130
Figura 18: Nova Divisão das Calçadas – São Paulo.....	133

FOTOS

Foto 1: Machu Picchu – Peru (2017)	31
Foto 2: Las Vegas Boulevard, Las Vegas – E.U.A. (2018).....	32
Foto 3: Lisboa – Portugal (2019)	32
Foto 4: Mercado Municipal, São Paulo – Brasil (2018).....	33
Foto 5: A extração de areia do leito do rio	83
Foto 6: Lazer e Esporte às margens do Rio Pinheiros.....	84
Foto 7: Lazer e Esporte às margens do Rio Pinheiros.....	84
Foto 8: Rio Pinheiros em 1999.....	87
Foto 9: Rio Pinheiros em 2011.....	87
Foto 10: Parque Estadual Cândido Portinari	124
Foto 11: Shopping Villa Lobos.....	125
Foto 12: Edifício Eldorado Business Tower	125
Foto 13: Rua Gilberto Sabino	126
Foto 14: Rua Iraci.....	126
Foto 15: Mulher tendo que carregar bicicleta de ~15kgs.....	131
Foto 16: Acesso da ciclovia para a outra margem do rio.....	131
Foto 17: Ciclop passarela – Parque do Povo	132

Foto 18: Comunicado em Ciclopasseiras	132
Foto 19: Calçada Av. Dr. ^a Ruth Cardoso.....	137
Foto 20: Calçada Av. Prof. ^o Frederico Hermann Junior	137
Foto 21: Arborização x Fiação.....	140
Foto 22: Dimensão de Canteiros.....	140

GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentual de Áreas por Tipologia das Superfícies de Relevô.....	98
Gráfico 2: Percentual de Áreas de Manchas Verdes Existentes por Tipologia.....	109
Gráfico 3: Percentual de Áreas de Calçadas por Distrito.....	109
Gráfico 4: Percentual de Áreas em Potencial de Melhoria.....	110
Gráfico 5: Percentual de Áreas de Mobilidade Urbana por Tipologia	114
Gráfico 6: Percentual de Áreas de Superfícies de Evaporação por Tipologia	118
Gráfico 7: Percentual de Áreas de Superfícies de Evaporação na Área de Estudo.....	120

MAPAS

Mapa 1: Mosaico Territorial – Área de Estudo	34
Mapa 2: Ciclovia Rio Pinheiros	88
Mapa 3: Planta de Situação.....	90
Mapa 4: Traçado do Rio Pinheiros 1930 x 2019	92
Mapa 5: Bacias Hidrográficas.....	94
Mapa 6: Superfícies do Relevô	96
Mapa 7: Mosaico Territorial da Área de Estudo.....	103
Mapa 8: Mosaico Territorial – Manchas	104
Mapa 9: Mosaico Territorial – Faixas.....	104
Mapa 10: Temperatura Aparente da Superfície.....	106
Mapa 11: Manchas Verdes.....	108
Mapa 12: Cálculo Extensão.....	111
Mapa 13: Mobilidade Urbana	113
Mapa 14: Rede Cicloviária – Área de Estudo	117
Mapa 15: Superfícies de Evaporação	119
Mapa 16: Arborização Urbana – Classificação (FORMAN, 2014)	122
Mapa 17: Arborização Urbana – Classificação (JIM, 1989)	123

QUADROS

Quadro 1: Valores Ecológicos das Grandes e Pequenas Manchas Verdes.....	365
Quadro 2: Funções Ecológicas, ou Papéis Funcionais, da Arborização Urbana.....	554
Quadro 3: Aumento de Área Permeável com a criação do Jardim de Chuva proposto...	139

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACRP	Associação Águas Claras do Rio Pinheiros
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEV	Infraestrutura Verde e Azul
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
FAUUSP	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

SUMÁRIO

Agradecimentos	7
Resumo	11
<i>Abstract</i>	13
Lista de Ilustrações	15
Croquis	15
Figuras.....	15
Fotos	16
Gráficos	17
Mapas	17
Quadros.....	18
Lista de Abreviaturas e Siglas	19
Sumário.....	21
Introdução	25
Sobre os Capítulos.....	26
PARTE I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
Capítulo 1. Mosaico Territorial e Infraestrutura Verde e Azul	29
1.1.1. Manchas Verdes	35
Tamanho	35
Forma	36
Origem.....	37
Extensão	37
Presença de Lóbulos ou Enrolamento.....	38
Interior ou Núcleo	38
Perímetro	38
Conectividade.....	39
1.1.2. Corredores Verdes	39
1.2. Infraestrutura Verde e Azul	44
1.2.1. Elementos de Infraestrutura Verde e Azul ou Soluções de Bioengenharia.....	47
Jardins de Chuva	47
Biovaletas.....	48

Lagoas Pluviais.....	49
Bacias de Detenção.....	50
Cisternas	51
Telhados e Paredes Verdes.....	52
Pisos Drenantes	53
1.2.2. Arborização Urbana	54
Padrões de Distribuição de Árvores em Áreas Urbanas	57
Gerenciamento da Arborização Urbana.....	65
Arborização Urbana como Elemento Estruturador da Rede de Infraestrutura Verde e Azul	68
Capítulo 2. Ecossistema Urbano e Serviços Ecossistêmicos, Zoneamento e Cenários Ambientais	70
2.1. Ecossistema Urbano, Processos Naturais e Serviços Ecossistêmicos	70
2.2. Zoneamento Ambiental e Cenários Ambientais.....	71
Capítulo 3. Espaços Verdes e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos	74
3.1. Espaços Verdes e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos.....	74
3.2. Aplicabilidade dos Temas na Pesquisa.....	77
PARTE II – ÁREA DE ESTUDO	81
Capítulo 4. Localização.....	81
Breve História do Rio Pinheiros	81
Projeto Pomar Urbano.....	85
Ciclovias Rio Pinheiros	87
Programa do Novo Rio Pinheiros.....	88
Capítulo 5. Características Físico-Ambientais.....	89
Área de Estudo	89
Superfícies do Relevo	95
Mosaico Territorial (FORMAN, 1995).....	102

Temperatura Aparente da Superfície (Atlas Ambiental, 1999)	105
Manchas Verdes ou Superfícies de Evapotranspiração	107
Mobilidade Urbana	112
Superfícies de Evaporação	118
Arborização Urbana	120
PARTE III- RECOMENDAÇÕES	127
Capítulo 6. Conjunto de Recomendações	127
Ciclovia do Rio Pinheiros	129
Calçadas	133
Considerações Finais	143
Apêndice.....	145
Referências Bibliográficas	167
Endereços Eletrônicos.....	169
Bases Shapefiles para Elaboração dos Mapeamentos	170

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

INTRODUÇÃO

Há tempos o ser humano tem modificado a paisagem buscando melhorar seu conforto. Diferentemente do passado, em que os projetos da paisagem eram pensados para modificá-la de maneira funcional e estética, hoje eles também devem ser pensados para serem restauradores, sustentadores da vida e regenerativos, tanto para as paisagens quanto para as pessoas (MURPHY, 2016).

Nos dias de hoje, 54% da população mundial é urbana (ONU, 2019). No Brasil, esse número é superior a 84%, sendo mais de 90% na região Sudeste (IBGE, 2019). Esses dados evidenciam o fato de as cidades terem se tornado o habitat natural do homem, que cada vez mais está habitando um ambiente construído com mais asfalto e menos natureza. Isso ocorre devido à busca do ser humano por melhores condições de vida, seja por meio de um emprego, de lazer e cultura, seja por fuga de más condições no campo, ou pelas comodidades que o meio urbano oferece. No entanto, junto a essa oferta de melhores condições de vida, há também inúmeros desafios (SALDIVA, 2018).

A partir da década de 50, mudou drasticamente a forma como as cidades ou paisagens urbanas são planejadas e se desenvolvem. Em sintonia com a florescente expansão urbana do período em questão, teorias e ideologias começaram a substituir a tradição como base para o desenvolvimento, processo este fortemente influenciado pelo modernismo. Neste novo contexto, deu-se baixa prioridade ao espaço público, às áreas de pedestres e ao papel do espaço urbano como local de encontro. A dimensão humana foi negligenciada, pois o espaço urbano e a vida nas cidades não faziam mais parte do programa básico dos novos planejadores (GEHL, 2014).

Em séculos passados, os adensamentos populacionais encontrados em centros urbanos, aliados ao saneamento básico precário ou inexistente, foram os principais responsáveis pela disseminação de diversas doenças, tais como peste negra, malária, febre amarela, tifo e tuberculose. Atualmente, embora tenhamos evoluído na questão do saneamento básico, as condições sanitárias encontradas em algumas periferias e subperiferias muitas vezes remetem aos séculos anteriores. Além do problema do saneamento em algumas áreas, as cidades apresentam outros temas preocupantes tais como trânsito, violência – seja ela no

trânsito ou na criminalidade organizada – exclusão social, ilhas de calor e poluição. Além disso, observou-se recentemente o reaparecimento de algumas doenças infecciosas, como a dengue e a febre amarela; e estudos demonstraram que, de maneira geral, as cidades têm potencializado o surgimento ou o agravamento de doenças mentais, como a depressão, e doenças associadas à exposição prolongada aos poluentes do ar, como, por exemplo, as doenças cardiovasculares e infecções respiratórias.

De acordo com Saldiva (2018), se uma pessoa leva em média duas horas por dia de deslocamento na cidade de São Paulo de sua residência para o trabalho, estima-se que ela respira uma quantidade de poluição equivalente a vinte maços de cigarros por ano, sem colocar um único cigarro na boca. Se houvesse sucesso em erradicar o tabagismo na cidade de São Paulo, estima-se o aumento cerca de um ano na expectativa de vida de seus habitantes. Em contrapartida, se a poluição fosse reduzida para os níveis recomendados pela Organização Mundial de Saúde, estima-se um aumento em cerca de três anos nessa expectativa (SALDIVA, 2018).

Desta maneira, muitas dessas doenças e outros desafios encontrados na paisagem urbana podem ser minimizados mediante a um Planejamento Ambiental Urbano Integrado adequado, que tenha por base a organização dos espaços construídos e dos espaços verdes, tendo como objetivo contribuir com o bem-estar de seu ecossistema urbano e, conseqüentemente, com o bem-estar humano.

Sobre os capítulos

Esta dissertação está estruturada em três partes principais que se subdividem em seis capítulos.

A Parte I, intitulada de “Fundamentação Teórica”, conta com os capítulos 1, 2 e 3 que tratam do corpus teórico da dissertação trazendo temas e conceitos essenciais que fundamentam esta pesquisa da leitura e entendimento da Área de Estudo às recomendações feitas.

O Capítulo 1 discorre sobre o conceito de Mosaico Territorial e o modelo “mancha – corredor – matriz” elaborado por Richard Forman (1995) em seu livro “*Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions*”, seguido da definição de manchas e corredores, da descrição de suas características e dos seus impactos na paisagem. Na sequência, apresenta o tema de Infraestrutura Verde e Azul (IEV) e seu sistema de *hubs, links* e *sites* e à aplicação de seus elementos como estratégia para a criação e conexão de áreas verdes nas cidades. O Capítulo 2 é atribuído à descrição de serviços ecossistêmicos, serviços ambientais, processos naturais, zoneamento ambiental e cenários ambientais. Por fim, o Capítulo 3, além de expor a questão central desta pesquisa – Como a IEV influencia o Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos? – também apresenta a aplicabilidade dos temas apresentados na pesquisa.

A Parte II, denominada “Área de Estudo”, apresenta os capítulos 4 e 5 relacionando a leitura à área estudada. O Capítulo 4 aborda a relevância do trecho escolhido e relata brevemente sua história. O Capítulo 5 apresenta a caracterização da Área de Estudo, sobretudo de seus potenciais e desafios, por meio de suas características físico-ambientais exibidas em mapas elaborados pela autora. Dentre essas características estão a alteração do traçado do Rio Pinheiros, as bacias hidrográficas envolvidas, as superfícies de relevo, a classificação do mosaico territorial delimitado em manchas e faixas, a temperatura aparente da superfície, a identificação das manchas verdes existentes e suas massas arbóreas, o reconhecimento da mobilidade urbana e as superfícies de evaporação.

Finalmente, a Parte III, nomeada como “Recomendações”, dispõe do último capítulo. Com base na leitura da Área de Estudo, o Capítulo 6 expõe algumas recomendações para a melhoria da Área de Estudo a partir da inserção da rede de IEV e seus elementos.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

PARTE I

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Capítulo 1. Mosaico Territorial e Infraestrutura Verde e Azul¹

Este capítulo é fundamentado nos estudos de: Benedict, M. A.; MacMahon, E. T. (2006); Forman, R. T. T. (1995, 2008, 2014); Herzog, C. P.; Rosa, L. Z. (2010); Jim (1989); Pellegrino, P. ; Moura, N. (org) (2017); Roloff (2016) e Schutzer (2012).

1.1. Mosaico Territorial

Encontrados na escala humana, os Mosaicos² Territoriais³ são mensurados em quilômetros (km) e podem ser divididos basicamente em três escalas: paisagem, região e continente. Sua formação decorre de regiões com um tipo de solo ou um ecossistema de fundo, podendo ser evidenciada por manchas e faixas coloridas encontradas em uma matriz. As manchas são formadas pelo agrupamento de elementos relativamente homogêneos que diferem de seus arredores. Elas variam principalmente na sua origem, no seu tamanho (grande a pequena), na sua extensão (alongada ou compacta, linear a circular), e no formato de seus limites (retos ou enrolados).

Já as faixas, também conhecidas como corredores, são elementos específicos que diferem de sua área adjacente em ambos os lados. De acordo com o teórico, se apontarmos aleatoriamente um ponto em qualquer lugar do mundo em qualquer escala ou padrão espacial, este ponto ocorrerá obrigatoriamente em uma mancha, ou em um corredor ou em uma matriz. Isso posto, um Mosaico Territorial é composto por no mínimo manchas, corredores e matriz, três elementos espaciais que resultaram no modelo desenvolvido e

¹ Buscando a melhoria da clareza deste capítulo, sua estrutura original foi alterada em virtude das sugestões feitas pelo professor José Guilherme Schutzer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.

² Entende-se por mosaico o conjunto formado por uma combinação de elementos diversos presentes desde a escala microscópica a escala universal. Segundo Forman (1995) o espaço territorial se assemelha a um mosaico, por isso o uso da terminologia “Mosaico Territorial” ou “Mosaico Terrestre”.

³ Para saber mais sobre o conceito de Mosaico Territorial, ver o livro “*Land Mosaics: the ecology of landscapes and Regions*” de Richard Forman.

intitulado pelo teórico de modelo (Figura 1) “mancha – corredor – matriz” (em inglês *patch – corredor – matrix*).

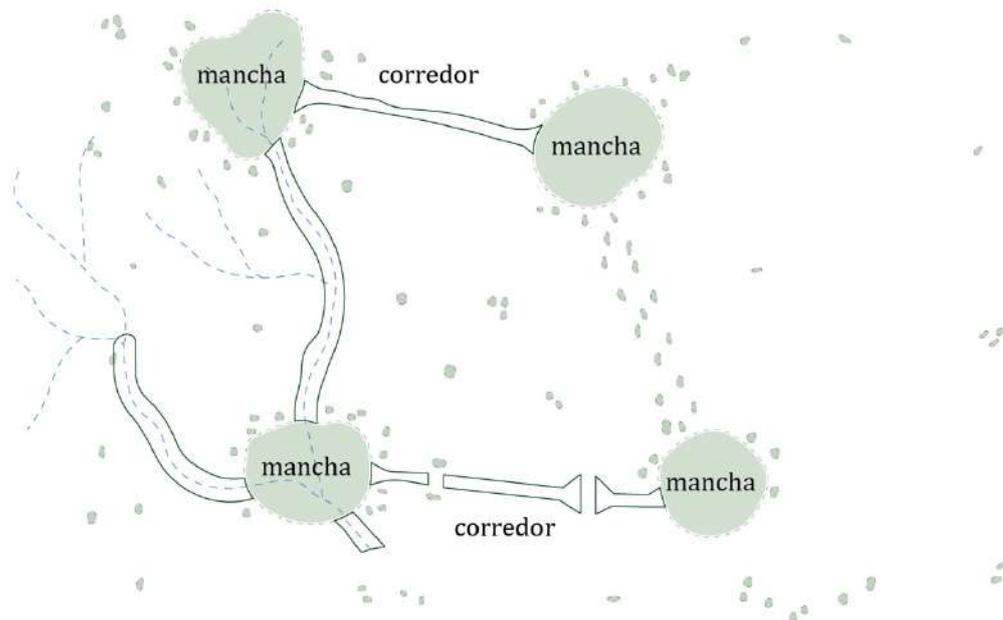


Figura 1: Representação do modelo “mancha – corredor – matriz”

Referência: (FORMAN, 1995)

Fonte: (SUASSUNA, et al., 2019)

Evidentemente, esse modelo geral pode ser elaborado para reconhecer outros atributos espaciais, como por exemplo nós, que são manchas anexadas a corredores, e limites, que separam elementos espaciais. No entanto, como é possível identificar tais elementos na paisagem urbana?

O primeiro passo é analisar a paisagem de acordo com a Teoria da Hierarquia que se refere a um sistema de unidades ligadas a duas ou mais escalas. O sistema da paisagem é um ninho de hierarquia onde cada nível contém níveis inferiores e superiores. Logo, para identificar elementos de qualquer mosaico, um mínimo de três ligações deve ser compreendido, sendo elementos abrangentes no próximo nível superior, elementos próximos da mesma escala e elementos componentes do próximo nível inferior. Por exemplo, o planeta é subdividido em continentes, que são subdivididos em regiões, que por sua vez são subdivididos em paisagens e finalmente em ecossistemas locais, que também podem ser subdivididos em suas manchas internas e assim sucessivamente. Em síntese, o mundo é composto de manchas dentro de manchas e ao analisar um mosaico é essencial deixar claro as ligações a serem compreendidas e sua hierarquia.

Na sequência, observam-se os Mosaicos Territoriais ilustrados a partir de fotos de diferentes locais.

Ao considerarmos o modelo “mancha – corredor – matriz”, sendo cada foto⁴ observada como uma matriz, pode-se afirmar que na Foto 1, enquanto as montanhas que ora estão cobertas por vegetação, ora não, os terraços agrícolas e as ruínas da cidade perdida dos Incas formam manchas de diferentes tamanhos, as trilhas que levam ao pico das Montanhas e os caminhos que permeiam as ruínas constituem os corredores.



Manchas Faixas

Foto 1: Machu Picchu – Peru (2017)
Exemplo ilustrativo de parte das Manchas e Faixas existentes no Mosaico Territorial
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna

Na Foto 2, na *Las Vegas Boulevard*, também conhecida como *Strip* de Las Vegas; enquanto as edificações, os espaços verdes e o *Grand Canyon* ao fundo compõem manchas, o viário e sua vegetação (arbórea e palme) compõem os corredores.

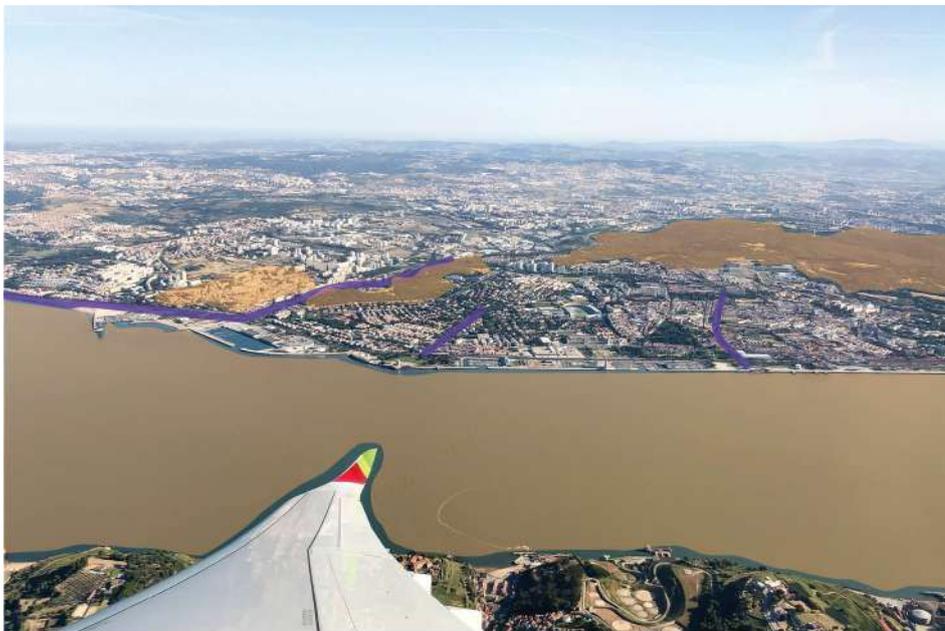
⁴ Buscando a melhoria da clareza explanação da existência de manchas e faixas no Mosaico Territorial, as fotos foram parcialmente alteradas com a inserção das legendas apresentadas nesta revisão, em virtude em virtude das sugestões e esclarecimentos feitos pela professora Monica Machado Stuermer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.



 **Manchas**  **Faixas**

Foto 2: Las Vegas Boulevard, Las Vegas – E.U.A. (2018)
Exemplo ilustrativo de parte das Manchas e Faixas existentes no Mosaico Territorial
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna

Na Foto 3, enquanto os espaços verdes, o rio Tejo e as edificações representam as manchas, o viário representa os corredores.



 **Manchas**  **Faixas**

Foto 3: Lisboa – Portugal (2019)
Exemplo ilustrativo de parte das Manchas e Faixas existentes no Mosaico Territorial
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna

Por fim, dois exemplos na cidade de São Paulo. Na Foto 4, enquanto os edifícios e as áreas verdes demarcam as manchas, o viário demarca os corredores.



Foto 4: Mercado Municipal, São Paulo – Brasil (2018)
Exemplo ilustrativo de parte das Manchas e Faixas existentes no Mosaico Territorial
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna

No Mapa 1, enquanto as manchas são demarcadas pelos edifícios e áreas verdes, os corredores são marcados pelo viário, pelos passeios, pelas ciclovias, pela linha do trem e pela própria calha do Rio Pinheiros.



Mapa 1: Mosaico Territorial - Área de Estudo

Fonte: Foto Aérea - Geosampa (SMDU-PMSP); Quadra Viária - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Após delimitar o Mosaico Territorial e esclarecer a hierarquia entre suas partes, é possível investigar diversas de suas características. No caso do mosaico territorial urbano e seus espaços verdes, a análise de suas manchas e corredores é feita principalmente a partir da metodologia proposta por Forman (1995; 2000; 2014). Logo, uma descrição mais cuidadosa sobre as terminologias “manchas verdes” e “corredores verdes” junto à suas particularidades reconhecidas pelo teórico, se faz necessária.

1.1.1. Manchas Verdes

Reconhecer e comparar as formas das manchas é fácil. No entanto, ao considerar as manchas verdes, sejam elas praças, parques ou qualquer outro espaço verde, reconhecer suas características e compará-las entre si requer certa cautela, já que elas possuem implicações ecológicas tanto para a produtividade de uma espécie, ou seja, a quantidade de matéria orgânica produzida por ela em um determinado período, quanto para a biodiversidade, solo e água (FORMAN, 1995); (SUASSUNA, et al., 2019).

Tamanho

Considerando a questão ecológica, é melhor uma mancha grande ou pequena (*LOS – Large or Small*)? Ou ainda, uma única mancha verde grande ou várias pequenas (*SLOSS – Singular Large or Several Small*). Forman (1995) reconhece que em geral, nos estudos de manchas verdes, enquanto as manchas verdes pequenas são brevemente estudadas, a amostragem de estudos de manchas verdes grandes não tem fim. Por isso, enquanto vários valores ecológicos importantes de manchas verdes grandes são conhecidos, somente alguns são conhecidos para as de tamanho pequeno e poucos para as de tamanho médio. Alguns desses valores ecológicos estão descritos no Quadro 1, abaixo:

Manchas Grandes*

- Protegem a qualidade da água para aquíferos e lagos;
- Conectam a rede de fluxo de corpos d’água para peixes e movimento terrestre;
- Promovem habitat para sustentar a população de espécies no interior da mancha;
- Promovem habitat central e cobertura de fuga para vertebrados de grande porte;
- São fontes de espécies que conseguem dispersar;
- Promovem microhabitat nas proximidades para espécies multihabitat;
- São regimes de distúrbios quase naturais. Muitas espécies exigem perturbação para que consigam evoluir;
- São amortecedores contra a extinção durante a mudança ambiental;

Manchas Pequenas*

- Promovem habitat e trampolim para a dispersão de espécies e para recolonização após a extinção local de espécies interiores;
- Possuem alta densidade de espécies e elevados tamanhos populacionais de espécies de bordas⁵;
- São áreas heterogêneas que minimizam a dispersão (corrida) e erosão, e fornecem área de cobertura utilizada como fuga de predadores;
- Promovem habitat para espécies restritas a pequenas manchas. Exemplos ocasionais são conhecidos de espécies que não perduram em manchas grandes;
- Protegem pequenos habitats dispersos e espécies raras;

*principalmente com vegetação nativa predominante.

Quadro 1: Valores Ecológicos das Grandes e Pequenas Manchas Verdes

Fonte: (FORMAN, 1995) – p. 47; (SUASSUNA, et al., 2019)

Tradução e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

Observa-se, que como regra geral, podemos considerar grandes manchas, grandes benefícios e pequenas manchas, pequenos benefícios complementares. Na essência, pequenas manchas, embora proporcionem diferentes benefícios, não substituem as grandes. Logo, uma paisagem ideal possui grandes manchas verdes complementadas por pequenas.

É importante evidenciar que ainda que mancha verde na paisagem urbana possa ter seu número de espécies limitado, ela desempenha outras funções importantes como, por exemplo a de melhoria no microclima, tornando o bairro mais fresco e úmido e a de esponja hidrológica, contribuindo na absorção das águas pluviais, conseqüentemente atenuando as enchentes.

Forma

As pesquisas sobre os efeitos ecológicos relacionados à forma das manchas são relativamente novas. Alguns pesquisadores estudam as formas comuns, suas causas, seus efeitos e sua relação com movimentos e fluxos ecológicos.

⁵ Espécies de borda são aquelas espécies próximas ao perímetro da mancha verde (FORMAN, 1995 – p. 61)

De acordo com Forman (1995), três principais variáveis⁶ diferem as formas de maneira útil: origem, extensão e presença de lóbulos (enrolamento). Em sua origem, elas podem ser naturais ou criadas pelo homem, em sua extensão, elas podem ser compactas ou extensas e quanto à presença de lóbulos elas podem ser arredondadas (menor presença de lóbulos) ou convolutas (maior presença de lóbulos). Além dessas três variáveis, Forman (1995) também relaciona outras características físicas de manchas verdes, tais como seu interior ou núcleo, seu perímetro e sua conectividade.

Origem

Uma vez caracterizadas como naturais ou criadas pelo homem, pode-se ainda identificar a causa da origem nas manchas verdes. De acordo com (FORMAN, 1995), ela pode ocorrer por meio de cinco fatores: perturbação ou alteração, remanescente, ambiental, regenerado e introduzido. A mancha verde perturbada ou alterada decorre quando uma pequena área sofre qualquer modificação ocasionada por meio de ação antrópica ou naturalmente. A remanescente dá-se quando uma pequena área resiste a uma perturbação que a rodeia. A mancha verde ambiental, por sua vez, advém por elementos do próprio meio ambiente, por exemplo, uma pedra ou um tipo de solo. A mancha verde regenerada, ao contrário da remanescente, cresce em um local anteriormente perturbado. A mancha verde introduzida é uma mancha criada pelo ser humano ao estabelecer áreas verdes. Uma vez que as manchas criadas pelo homem tendem a ter uma certa predominância de linhas retas, elas são facilmente identificadas na paisagem (FORMAN, 1995).

Extensão

No que diz respeito a sua extensão, as manchas verdes podem ser basicamente alongadas ou compactas, lineares ou circulares. Uma mancha mais alongada/extensa, via de regra é menos efetiva em conservar os recursos internos e possui menos espécies internas se comparada a uma mancha verde arredondada de tamanho similar. Porém, provavelmente é mais efetiva no fluxo de espécies e possui mais espécies de borda. Para avaliar o quão

⁶ Para saber mais sobre diversas variações das formas das manchas e seus papéis ecológicos, ver o livro *"Land Mosaics: the ecology of landscapes and Regions"* de Richard Forman.

extensa é uma mancha verde, basta dividir sua largura pelo seu comprimento ($E = \frac{w}{l}$)⁷, quanto mais próximo o resultado for de “1”, mais efetiva a mancha será na conservação dos recursos internos, e quanto mais próximo o resultado for de “0”, mais efetiva ela será no fluxo de espécies.

Presença de Lóbulos ou Enrolamento

Os lóbulos mais comuns encontrados em uma mancha verde são arredondados ou torcidos. Essa característica de certo é a mais fácil de ser mensurada, uma vez que, basta estabelecer um comprimento mínimo para o lóbulo maior (e.g. 50 ou 100m) e contar quantos lóbulos há na mancha verde analisada. Um dos impactos ecológicos obtidos mediante a quantidade de lóbulos presente na mancha verde é a variação genética. Espera-se que indivíduos em subpopulações cruzem mais se estão no mesmo lóbulo do que entre lóbulos, logo, quanto mais lóbulos presentes, maior a subdivisão de certas populações, conseqüentemente maior a variação genética presente na mancha verde.

Interior ou Núcleo

Ecologicamente, o interior ou núcleo de uma mancha verde representa seu centro, que pode ser identificado por meio da área de maior circunferência possível de ser traçada em sua área interna. Usualmente, quanto maior a área de seu núcleo, mais favorável é sua conservação dos cursos d’água, caso estes estejam presentes.

Perímetro

Embora a área de uma mancha verde seja frequentemente enfatizada na ecologia da paisagem, muitas características ecológicas se correlacionam melhor com o comprimento total de seu perímetro. Por exemplo, o tamanho de seu perímetro é diretamente proporcional à quantidade de populações de espécies de borda, em outras palavras, quanto maior seu perímetro, maior a presença de espécies de borda.

⁷ Sendo “*l*” (*length*) o comprimento e “*w*” (*width*) a largura. O comprimento é sempre a maior dimensão e a extensão sempre será menor que 1.

Conectividade⁸

Manchas verdes podem estar isoladas ou conectadas por meio de corredores. Quanto maior a conectividade entre duas ou mais manchas verdes, é estimulado tanto a recolonização de espécies após extinção local, quanto o aumento de fluxo de gene para combater a endogamia em uma mancha. Por outro lado, quanto menor a conectividade, menor é a propagação de espécies.

Além das características descritas anteriormente, deve-se considerar o fato da maioria das manchas verdes mudarem constantemente de forma, principalmente em centros urbanos. A fragmentação em si, é somente mais uma fase na mais ampla de transformação de terra que ocorre por intervenção de processos espaciais impulsionados por causas naturais ou humanas. Uma transformação da terra que inclui a quebra de um grande habitat em pequenos pedaços. Por isso, é importante examinar a fragmentação também junto as constantes transformações.

1.1.2. Corredores Verdes

Enquanto a natureza cria corredores⁹ na forma de córregos, cumes e trilhas de animais, o ser humano, por sua vez, cria em forma de estradas, linhas de alta tensão, valas, trilhas para caminhadas, entre outras. Normalmente os corredores naturais são curvos e contínuos. Já os corredores criados por nós, geralmente são estreitos e custosos de manter (FORMAN, 1995).

Como faixa que diferem de seu entorno, os corredores permeiam a paisagem e são os vegetais que podem contribuir de maneira substancial com o meio sócio ambiental que vivemos e fazemos parte. Forman (1995) agrupa algumas contribuições dos corredores vegetais, identifica sua estrutura, classifica funções ecológicas específicas que eles podem desempenhar e ainda classifica alguns tipos de corredores visualmente distintos. As contribuições foram agrupadas em seis categorias: proteção, melhora na gestão dos

⁸ A conectividade é primordial para manter o equilíbrio dos ecossistemas. Também, é um dos fundamentos dos conceitos de ecologia da paisagem (FORMAN, 1995; 2008; 2014) e Infraestrutura Verde e Azul (BENEDICT, M.A.; MCMAHON, E.T., 2006); (PELLEGRINO, P.; MOURA, N. (org.), 2017).

⁹ Para fins dessa pesquisa, entende-se por corredor uma passagem estreita e alongada (Dicionário Aurélio, 2014).

cursos hídricos, quebra ventos, recreação, harmonia comunitária e cultural/ educação ambiental e, rotas dispersas.

Proteção, dado que os corredores vegetais podem contribuir para a proteção da biodiversidade, incluindo o habitat chave de espécies ribeirinhas, raras e ameaçadas, e mesmo na proteção de espécies que estão em rotas dispersas por ação de uma extinção local e buscam uma recolonização. Melhora na Gestão dos Cursos Hídricos e auxilia a mitigar parte da poluição difusa¹⁰, visto que os corredores vegetais podem auxiliar no controle de inundação e sedimentação, na capacidade reservatória e na qualidade da água, além de beneficiar a saúde da população de peixes e conseqüentemente da pesca. Quebra Ventos, uma vez que os corredores vegetais em forma de faixas lineares podem favorecer a produção agroflorestal ao agir como quebra-ventos para culturas e gado, contendo a erosão do solo e prevenindo a desertificação. A Recreação em corredores vegetais inclui, por exemplo, a gestão da caça, a conservação da vida selvagem para desfrutar da natureza, bem como caminhada, ciclismo, passeio de barco, entre outros. Harmonia Comunitária e Cultural / Educação Ambiental porque os corredores vegetais como Cinturões Verdes podem auxiliar na criação de uma identidade de vizinhança. Por fim, Rotas Dispersas, em razão dos corredores vegetais fornecerem rotas dispersas para espécies isoladas em reservas naturais, e faixas costeiras ameaçadas pela elevação do nível do mar em caso de mudança climática.

A estrutura de um corredor, por sua vez, é classificada em parte interna e externa. Em relação a sua estrutura interna de um corredor (CI ou IE de *Internal Entity*) deve-se observar seu tipo, estrutura mais comprimento, manchas adjacentes ou tipo da matriz e altura da vegetação, na estrutura externa, deve-se observar três principais itens: a relação com o entorno, a curvatura e seu comprimento e a conectividade e suas lacunas. O primeiro é a relação com o entorno, ou seja, sua largura, o gradiente ambiental, fragmentação, o tipo e distribuição da matriz ou manchas agregadas. O segundo é a curvatura e a largura curvilínea, ou seja, a curvatura mais o alinhamento da característica

¹⁰ Inserção de breve menção sobre o tema Poluição Difusa em virtude das sugestões e esclarecimentos feitos pela professora Monica Machado Stuermer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.

interna, a variação em largura e as distribuições estreitas. Por último, a conectividade e suas lacunas, isto é, a conectividade das manchas, o tamanho das lacunas, a agregação de lacunas e a adequação de área nos arredores da lacuna.

Já em relação às funções ecológicas de um corredor, Forman (1995) identificou cinco principais: habitat, condutor, filtro, fonte e sumidouro. Um corredor desempenha a função de habitat quando há a presença de algumas espécies multihabitat e de algumas espécies exóticas invasoras. Desempenha a função de condutor quando objetos ou espécies se movem ao longo dele e de filtro quando objetos ou espécies são inibidos de cruzar entre manchas de lados opostos. A função fonte é exercida quando abrigam por exemplo herbívoros que se alimentam de culturas, predadores que controlam pragas de culturas, árvores que dispersam sementes ou mesmo caçadores que caçam na matriz. Por último, a função sumidouro é exercida quando há por exemplo acúmulo de sedimento e neve soprado pelo vento ou de nutrientes minerais subterrâneos. Essas funções podem ser alteradas especialmente por duas características, largura e conectividade.

A largura de um corredor é importante especialmente na função condutora devido ao movimento de espécies entre reservas naturais. Já a conectividade é responsável por elevar todas as demais funções, uma vez que sem conectividade o movimento de espécies ao longo do corredor se torna mais difícil, conseqüentemente se deslocam menos.

Com relação à origem de um corredor, ela se dá a partir das mesmas cinco maneiras pelas quais uma mancha é originada (FORMAN, 1995). O corredor perturbado decorre quando uma pequena área sofre uma alteração como, por exemplo, construção de estradas, linhas de alta tensão e trilhas de animais. O corredor remanescente dá-se quando uma pequena área resiste a uma perturbação que a rodeia como, por exemplo, faixa de bosque restante após desmatamento ou incêndio. O corredor ambiental advém por elementos do próprio meio ambiente como, por exemplo, uma faixa de ribeirinha. O corredor regenerado ocorre quando sua origem se dá em um local anteriormente perturbado como, por exemplo, uma cerca viva que cresceu ao longo de uma cerca em um campo. Por último, o corredor introduzido ocorre quando criado pelo ser humano, como, por exemplo, um quebra vento plantado ou mesmo uma cerca viva.

Os corredores também mudam constantemente e sua fonte de mudança pode ser tanto externa quanto interna. A maioria das pessoas se move duas vezes ao dia, entre casa e trabalho, assim como muitos vertebrados se movem duas vezes ao dia, entre ninho e área de alimentação o que pode mudar de acordo com a estação, podendo o uso do corredor ser alto em uma estação e baixo em outra. Porém, Forman (1995) classifica três tipos de corredores que são tão distintos visualmente que devem ser considerados individualmente.

O primeiro deles é o Corredor Faixa, ou seja, uma faixa com vegetação de altura menor que a da matriz adjacente. Por exemplo, estradas, linhas de alta tensão, linhas de gás, ferrovias, diques, rotas de pecuária, trilhas a cavalo, trilhas para caminhada, entre outras. Já a Faixa Arborizada é o corredor com vegetação de altura maior que a da matriz adjacente. E por fim, o Corredor de Curso d'Água, é uma faixa que possui um curso d'água fluido e sua vegetação pode ser mais alta ou baixa que a da matriz adjacente.

Em centros urbanos, a importância de implantação de corredores vem ganhando destaque nas últimas décadas, principalmente as faixas naturais, também conhecidas como *greenways*, ao lado das ruas. Com foco primário em recreação e estética, essas faixas são exemplos modestos de corredores no quesito ecológico, uma vez que ao seu longo, são estabelecidos inúmeros problemas tais como o fato do caminho e a rua poderem banhar o corredor com poeira, sal, calor provindo do asfalto, chumbo, entre outros, que afetam significativamente as funções de fonte e sumidouro. No entanto, são sem dúvida de uma considerável importância para, por exemplo, o fluxo de espécies devido à ausência de uma matriz nas proximidades. Vale ressaltar que apesar de termos ciência de que os animais usem os corredores como canal, uma questão mais importante que essa é saber se o corredor em questão aumenta a proporção de fluxo do ponto A ao ponto B. Por exemplo, uma espécie pode se locomover através da matriz adjacente e na mesma proporção no corredor? Se sim, neste caso, não haveria vantagem em movimentar as espécies através do corredor (FORMAN, 1995).

Com o intuito de explorar os prós e contras ecológicos do fluxo de espécies nos corredores e nos fatores que controlam o movimento, Forman (1995) estabeleceu os seguintes pressupostos:

- As duas bordas dos corredores diferem (esta é a regra, exceto onde a matriz seja a mesma nos dois lados opostos, ou a orientação angular é zero);
- Nenhuma entidade interna é presente. Um corredor de bosque com condições ambientais interiores é o foco, portanto essencialmente ignorando quebra-ventos e cercas-vivas.
- Os animais são considerados sensíveis nos corredores nesta escala, e podem se mover dentro ou ao longo da faixa.

Uma outra possibilidade, caso um corredor de alta qualidade não esteja presente ou seja possível, é a hipótese de se ter um grupo de pequenas manchas, como o caso desta pesquisa. O grupo de pequenas manchas possibilita trampolins pelos quais animais podem se movimentar. Diferentemente de uma única linha trampolim, um grupo deles fornece opções de rotas (FORMAN, 1995).

Certamente os corredores verdes não são uma solução completa para um uso e gestão do solo sustentável e para a conservação da natureza, mas eles fazem parte dela. Inclusive, visando à conservação da natureza, Forman (1995) estabelece cinco prioridades a partir do modelo “mancha – corredor – matriz”, conforme ilustrado na Figura 2 abaixo:

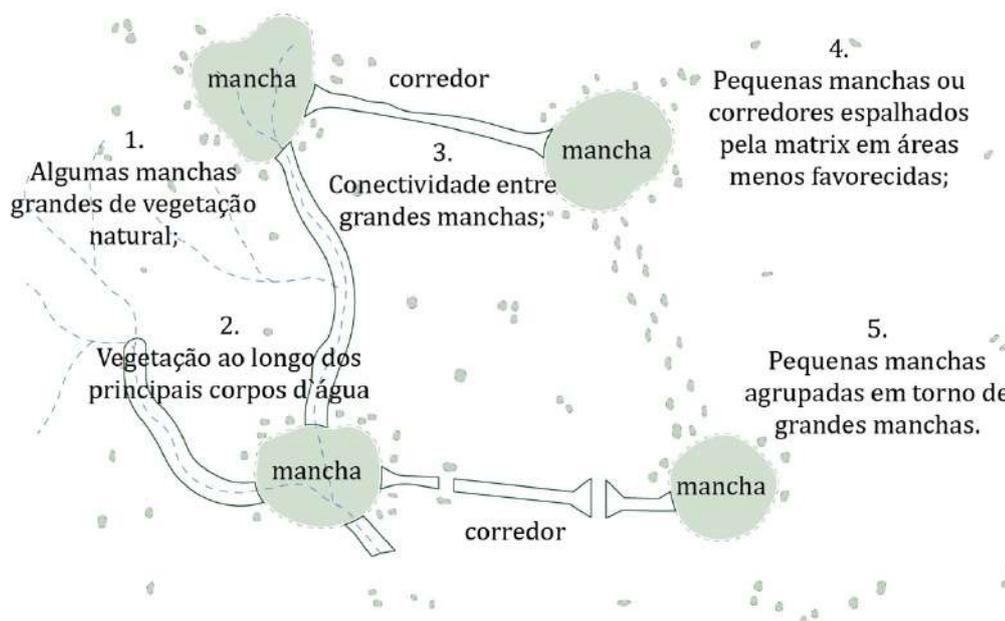


Figura 2: Cinco prioridades para a conservação da natureza ilustrada com o modelo “mancha – corredor – matriz”

Referência: (FORMAN, 1995)

Tradução e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

1.2. Infraestrutura Verde e Azul

O conceito de Mosaico Territorial e o modelo “mancha – corredor – matriz” (FORMAN, 1995) têm influenciado inúmeros temas em diversas áreas de conhecimento, sendo um deles a Infraestrutura Verde e Azul (IEV). De acordo com Benedict e McMahon (2006), das muitas iniciativas de IEV em andamento pelo mundo, um conjunto comum de premissas e princípios emergiram como sendo fundamental para seu sucesso e devendo ser utilizados como uma referência na abordagem do tema IEV quanto às atividades de planejamento urbano existentes. Dentre esses princípios, o princípio-chave é a interconexão das características dos elementos que formam sua rede. Conforme Benedict e McMahon (2006), IEV é:

Uma rede interconectada de áreas naturais e outros espaços abertos que conserva valores e funções do ecossistema natural, sustenta o ar e a água limpos e fornece uma ampla gama de benefícios para as pessoas e a vida selvagem. Usada neste contexto, Infraestrutura Verde e Azul é o quadro ecológico para as questões de saúde ambientais, sociais e econômicas – em suma, nosso sistema natural de suporte à vida (BENEDICT, M.A.; MCMAHON, E.T., 2006) – p.01.

Ainda, Benedict e McMahon (2006) diferenciam o significado de IEV segundo duas classes gramaticais: adjetivo e substantivo. Se utilizada como adjetivo, ela refere-se a um processo que promove uma abordagem sistemática e estratégica para a conservação da terra nas escalas nacional, estadual, regional e local, estimulando o planejamento do uso da terra e práticas que são boas tanto para a natureza quanto para as pessoas. Se utilizada como substantivo, colocação terminológica de escolha para desenvolvimento desta pesquisa, a IEV refere-se a uma rede de espaços verdes interconectados que é planejada e gerenciada por seus valores de recursos naturais e pelos benefícios associados proporcionados a população. Alguns exemplos desses espaços verdes são as áreas e características naturais, terras públicas e privadas de conservação, entre outros espaços abertos protegidos.

A formação de uma rede de IEV resulta do sistema de “*hubs, links e sites*” (Figura 3). Esse sistema surge inicialmente no final dos anos 90 no Estado de Maryland nos Estados Unidos. Devido à grande fragmentação da paisagem e a falta de uma abordagem abrangente em todo o Estado, o Departamento de Recursos Naturais de Maryland iniciou um esforço para identificar as terras mais importantes do Estado que faziam parte de uma

IEV. O resultado deste trabalho foi uma rede mapeada de grandes blocos de florestas intactas e zonas úmidas, chamados “*hubs*”, interligados por características lineares naturais como por exemplo vales de riachos florestados ou cadeias de montanhas denominadas de “*links*”. Posteriormente, Benedict e McMahon (2006) fazem uma releitura desse Sistema junto a sua definição de IEV.

Os termos *hubs*, *links* e *sites* foram traduzidos pela autora respectivamente como áreas de convergência, ligações e sítios. De acordo com Benedict e McMahon (2006), as áreas de convergência são os pontos de ancoragem de uma rede de IEV. Elas fornecem espaço para comunidades de plantas nativas e animais, como também como origem de destino para espécies selvagens, pessoas e processos ecológicos. Além disso, essas áreas podem ser de diferentes formas e tamanhos, incluem grandes reservas e áreas protegidas, como refúgios naturais de vida selvagem ou parques estaduais, florestas nacionais ou estaduais, parques, áreas verdes, entre outros.

As ligações, por sua vez, são as conexões essenciais que vinculam o sistema ecológico permitindo seus processos e a biodiversidade das populações selvagens. As conexões na paisagem podem conectar parques existentes, áreas preservadas e/ou naturais, podendo ainda prover espaços suficientes para plantas e animais permanecerem, para proteção de áreas históricas e oportunidade de uso para lazer externo, ao mesmo tempo em que esses espaços servem como corredores que conectam ecossistemas e paisagens.

Por último, os sítios, em geral, são menores que as áreas de convergência e podem ou não estarem conectados diretamente aos demais elementos. Além disso, eles são capazes de contribuir com importantes valores ecológicos e sociais como protegendo um habitat selvagem e/ ou fornecendo espaço para recreação e relaxamento baseado na natureza.

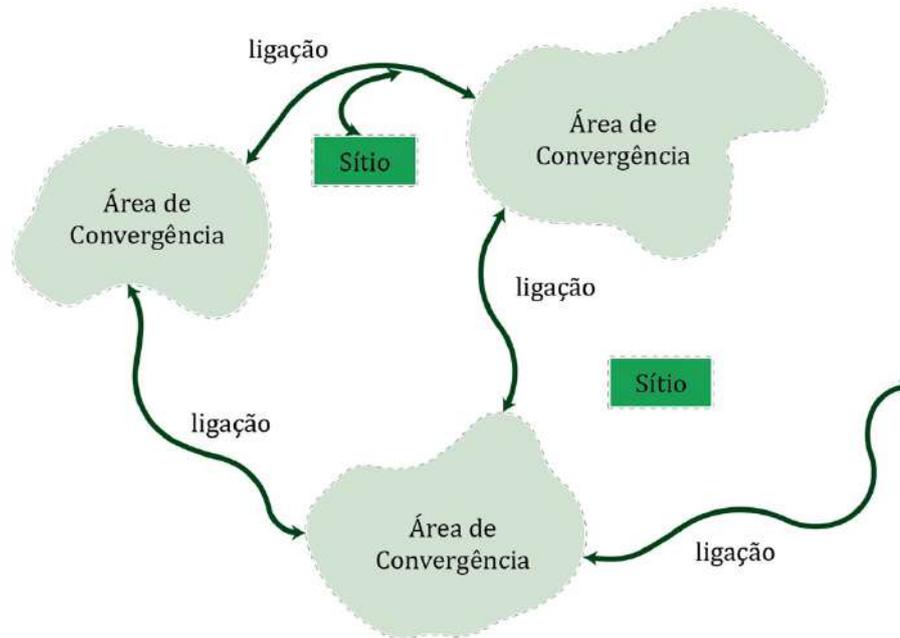


Figura 3: Representação simplificada de uma rede de Infraestrutura Verde e Azul
 Referência: *Maryland Department of Nature Resource*
 Fonte: (SUASSUNA, et al., 2019)

Outra definição de Infraestrutura Verde e Azul (IEV) é a proposta por Pellegrino (2017):

Infraestrutura Verde e Azul “[é] um conjunto de elementos com uma identidade distinta, composto de partes vivas (plantas e animais) e não vivas (água, minerais, elementos construídos), interagindo para formar um sistema que tende a um equilíbrio dinâmico, capaz de gerar novos estágios de organização de sua estrutura e novas adaptações às mudanças sofridas (PELLEGRINO, P.; MOURA, N. (org.), 2017) – p. 71.

Além das manchas verdes e dos corredores verdes¹¹, outros elementos¹² são encontrados nesse conjunto tais como os jardins de chuva, biovaletas, lagoas pluviais, bacias de retenção, cisternas, tetos verdes, pisos drenantes, arborização urbana, entre outros. Esses elementos têm por objetivo gerar novos estágios de organização e novas adaptações às mudanças de forma a promover, por exemplo, o trânsito de espécies, evitar enchentes aumentando o solo permeável, além de várias outras funções que buscam atingir um

¹¹ Ver Capítulo 1, item 1.1. – *Mosaico Territorial* onde há a descrição de manchas e corredores verdes utilizada na presente pesquisa.

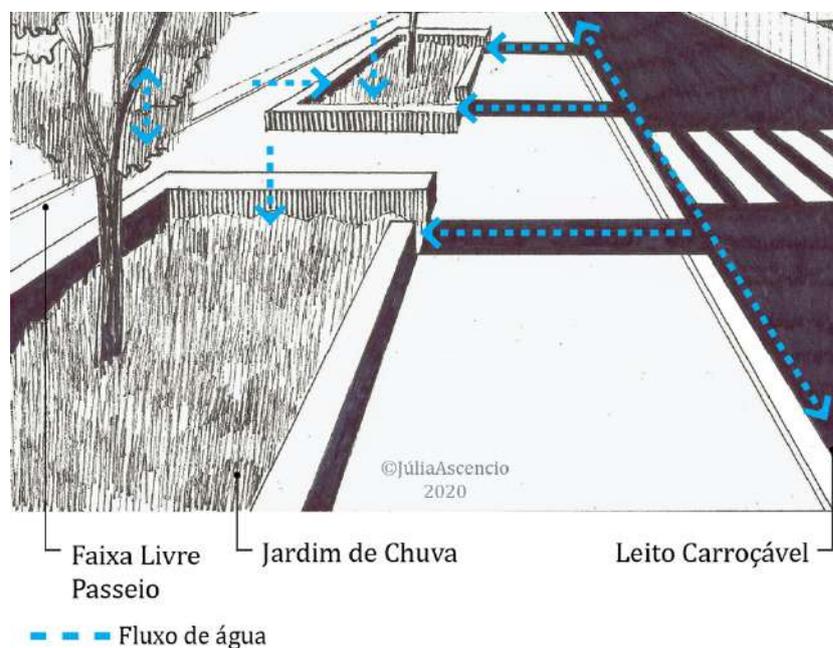
¹² Em *Infraestrutura Verde: uma estratégia paisagística para água urbana* de Nathaniel Cormier e Paulo Pellegrino apresentam diversas tipologias de espaços tratados paisagisticamente que estão sendo aplicadas como parte da Infraestrutura Verde e Azul dos Estados americanos de Oregon e Washington, bem como na província canadense da Colúmbia Britânica. Disponível em *Paisagem e Ambiente*. 2008, Vol. 25, pp. 127-142.

equilíbrio dinâmico mais favorável. Na sequência são citados alguns desses elementos com possíveis benefícios que podem trazer.

1.2.1. Elementos de Infraestrutura Verde e Azul ou Soluções de Bioengenharia¹³

Jardins de Chuva

Normalmente projetados, os Jardins de Chuva (Croqui 1) são áreas de pequena depressão topográfica encontradas na paisagem urbana que auxiliam no escoamento das águas pluviais poluídas provenientes dos telhados, calçadas, estacionamentos, áreas de gramado compactadas e de demais áreas impermeabilizadas. Ao filtrarem o escoamento das águas pluviais eles reduzem a poluição difusa¹⁴, auxiliando na melhora da qualidade da água em corpos d'água próximos, no abastecimento das águas subterrâneas e no controle de inundações e, ao oferecem oportunidades interessantes de plantio, embelezam a paisagem e incentivam a biodiversidade.



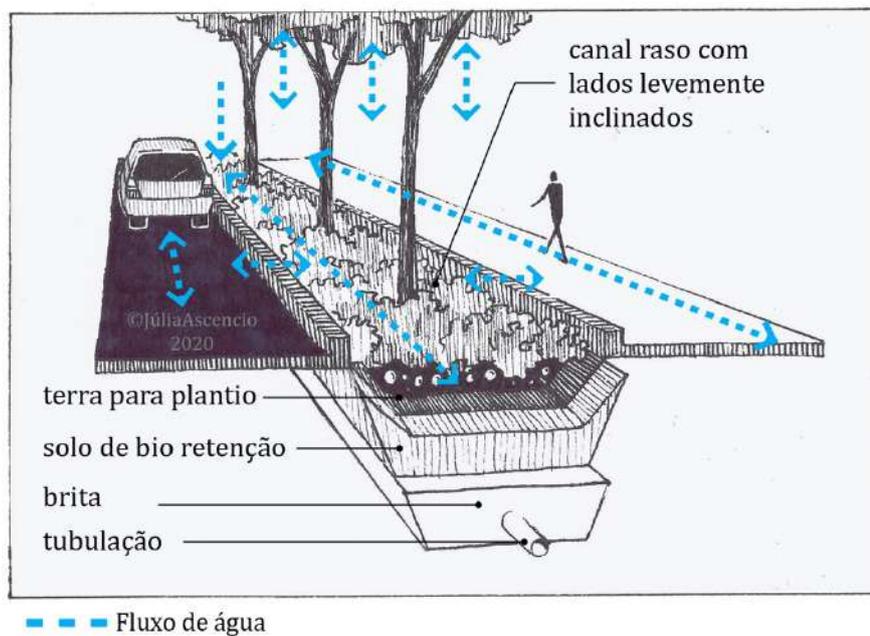
Croqui 1: Jardins de Chuva
Tipologias de Elementos de Infraestrutura Verde e Azul
Referência: The South Side Green. Infrastructure Charrette
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2020)

¹³ Terminologia sugerida pelo professor José Guilherme Schutzer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.

¹⁴ Inserção de breve menção sobre o tema Poluição Difusa em virtude das sugestões e esclarecimentos feitos pela professora Monica Machado Stuermer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.

Biovaletas

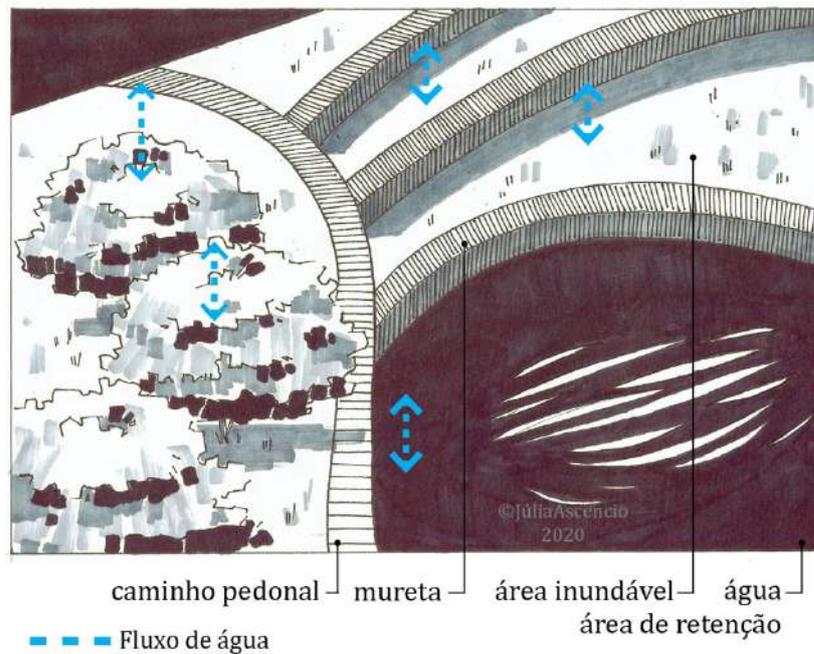
Biovaletas (Croqui 2) são canais lineares ou sinuosos que desempenham funções e possuem benefícios similares aos dos jardins de chuva. A principal diferença entre os dois é que enquanto os jardins de chuva são projetados principalmente para absorver as águas pluviais, as biovaletas são projetadas sobretudo para limpar, processar e redirecionar a essas águas, geralmente para longe da via e do lote. Elas podem ser criadas, por exemplo, nas bordas de estacionamentos para capturar e tratar o escoamento das águas pluviais antes de liberá-lo para o esgoto pluvial ou para a bacia hidrográfica.



Croqui 2: Biovaletas
Tipologias de Elementos de Infraestrutura Verde e Azul
Referência: (BRANKOVIC, 2019)
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2020)

Lagoas Pluviais

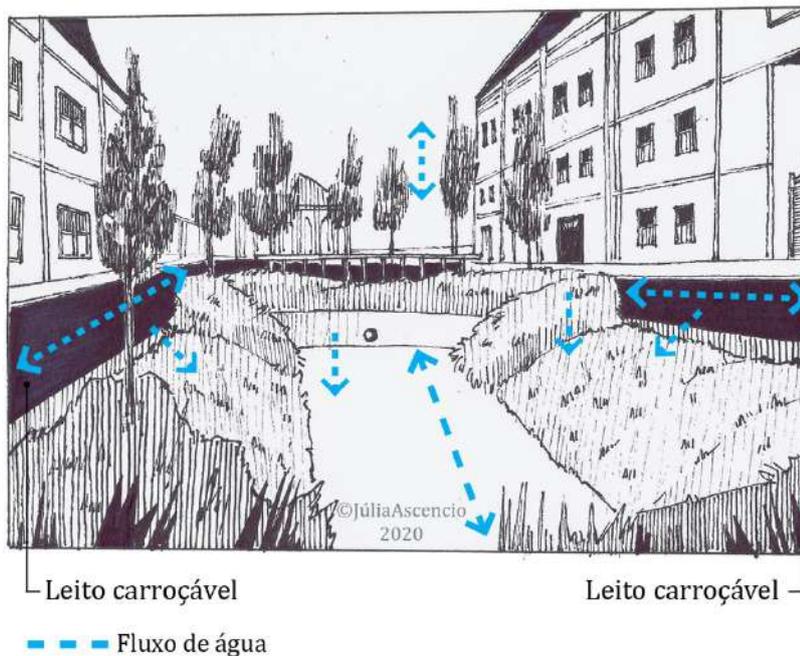
Lagoas Pluviais (Croqui 3), também conhecidas como bacias de retenção, são lagos artificiais com vegetação ao redor de seu perímetro. Elas são projetadas para constantemente reter água, cujo nível oscila conforme a precipitação e o escoamento. Ainda, caso os níveis de água ultrapassem um determinado ponto, elas são projetadas para direcionarem o excesso de água para outro local. Sua principal função é gerenciar o escoamento de águas pluviais para evitar inundações e erosão.



Croqui 3: Lagoas Pluviais
Tipologias de Elementos de Infraestrutura Verde e Azul
Referência: Universidade da Flórida – Projeto 1º Colocado, categoria Plano Diretor, no 2º Campus RainWorks Challenge.
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2020)

Bacias de Detenção

As Bacias de Detenção (Croqui 4) desempenham funções e benefícios similares aos das lagoas pluviais. A principal diferença entre ambos é que as bacias de retenção armazenam temporariamente a água após uma tempestade, mas se esvaziam a uma taxa controlada para um corpo d'água a jusante. Elas podem ser abertas ou subterrâneas.

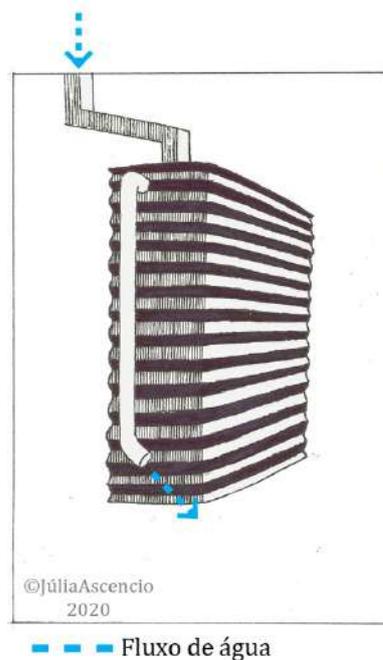


Croqui 4: Bacias de Detenção
 Tipologias de Elementos de Infraestrutura Verde e Azul
 Referência: Upton, Northampton. Inglaterra
 Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2020)

Nos projetos das bacias de retenção abertas, normalmente utilizam-se dos taludes laterais suaves cobertos por grama ou construídos na forma de arquibancadas ou rampas lisas. Devido ao seu acesso livre, sua manutenção é mais rápida e econômica. Já nos projetos das bacias de retenção fechadas, em geral, prevê-se a construção de praças e áreas de lazer sobre a laje superior do reservatório de concreto. Dois fatores a tornam mais cara que as retenções abertas: o custo da obra em si, e por serem de difícil acesso, sua manutenção. Embora esta última possa ser feita com menor frequência devido ao espaço não ser utilizada para lazer, deve haver uma periodicidade regular para garantir a desobstrução das estruturas de entrada e saída, que podem ficar entupidas por sedimentos e lixo.

Cisternas

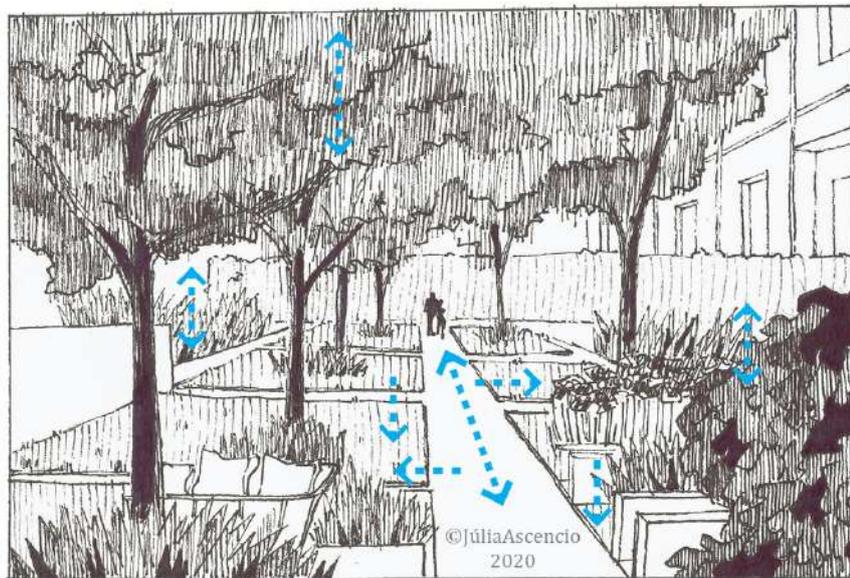
Cisternas (Croqui 5) são recipientes, desde pequenos barris a grandes tanques, feitos para reter líquidos. Normalmente são utilizadas na captação e armazenamento das águas pluviais visando seu reuso posterior especialmente na irrigação de culturas, no consumo das criações, no uso para limpeza ou ainda fins sanitários.



Croqui 5: Cisternas
Tipologias de Elementos de Infraestrutura Verde e Azul
Referência: Cisterna de Residência Sakowitz da New Hope Housing - Houston Public Media
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2020)

Telhados e Paredes Verdes

Telhados e Paredes Verdes (Croqui 6) são telhados ou paredes que foram intencionalmente cobertos, no todo ou em parte, com vegetação plantada em solo tratado com compostos orgânicos e areia. Podem ser incorporados em edifícios novos e existentes. Dentre alguns de seus benefícios, eles absorvem água das chuvas, contribuindo para o escoamento das águas pluviais, além de auxiliar na redução do efeito da ilha de calor urbano e oferecer habitat para a vida silvestre. A escolha da vegetação dependerá da profundidade disponível para preenchimento com terra para plantio.

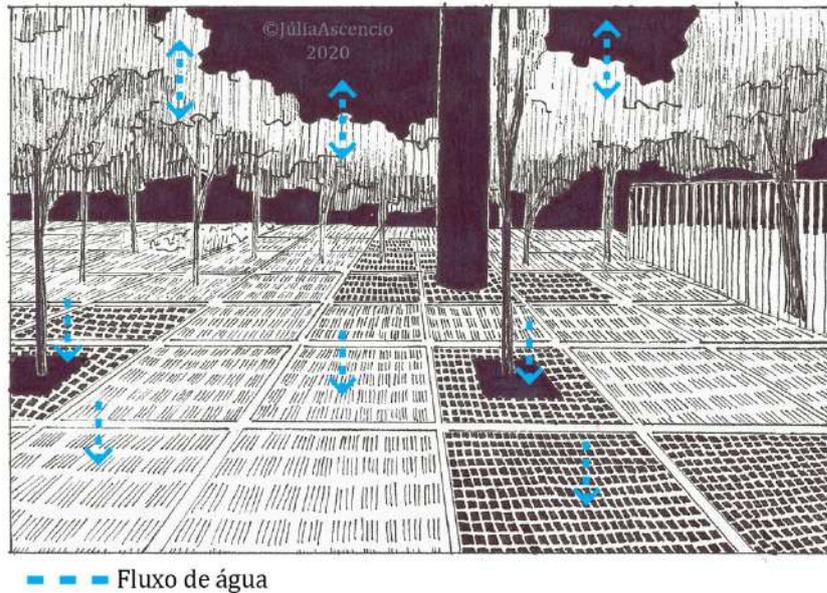


— — — Fluxo de água

Croqui 6: Telhados Verdes
Tipologias de Elementos de Infraestrutura Verde e Azul
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2020)

Pisos Drenantes

Pisos Drenantes (Croqui 7) são feitos de pavimentos permeáveis como, por exemplo, concreto permeável e asfalto poroso. Eles contribuem no escoamento das águas pluviais ao possibilitarem que parte da água se infiltre no solo.



Croqui 7: Pisos Drenantes
Tipologias de Elementos de Infraestrutura Verde e Azul
Referência: Shopping Cidade São Paulo
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2020)

1.2.2. Arborização Urbana

Distribuídas no meio urbano em diversas áreas, as árvores são um dos elementos mais habituais encontrados na IEV. Além de embelezarem a paisagem, elas desempenham importantes funções ecológicas¹⁵, ou papéis funcionais, tanto para o solo e água, para o ar e, para animais e plantas e com isso nos oferecem inúmeros benefícios, frequentemente chamados de serviços ecossistêmicos. Forman (2014 – p. 224) agrupa essas funções em três principais categorias: função maior, função menor e função mínima.

Função Maior

Para o solo e a água

- Sombreia e esfria a superfície do solo e a cobertura vegetal herbácea;
- Produz folhedo que se acumula na superfície do solo;
- Areja o solo reduzindo a compactação espalhando raízes;
- Aumenta a permeabilidade do solo, reduzindo o escoamento superficial das águas pluviais.

Para o ar

- Resfria o ar por meio do sombreamento e da evapotranspiração;
- Limpa o ar, pois a folhagem acumula, retém e filtra o material particulado;
- Emite compostos orgânicos voláteis (COVs) biogênicos.

Para animais e plantas

- Produz carboidratos e outros compostos orgânicos consumidos por herbívoros e decompositores;
- Produz pólen que dispersa;
- Produz sementes que se dispersam;
- Fornece cobertura usada por pássaros e outros animais selvagens;
- Fornece locais de ninho usados pela vida selvagem;
- Fornece alimentos (folhas, néctar, frutos, sementes, etc.) utilizados pela vida selvagem;
- Produz camadas de folhagem e microhabitats;
- Apoia a biodiversidade e abundância de insetos;
- Melhora a biodiversidade aviária;
- Fornece degraus/ trampolins ou corredores usados no movimento da vida selvagem;
- Inibe plantas competindo pelo sombreamento e pela absorção da raiz;
- Sobrevive e cresce em solo contaminado;
- Apoia as epífitas de plantas não vasculares (líquenes, briófitas, algas) nos troncos.

¹⁵ Para saber mais sobre funções ecológicas no meio urbano, ver o livro *“Urban Ecology: science of cities.”* de Richard Forman.

Função Menor

Para o solo e a água

- Transporta carboidratos para raízes no solo;
- Adiciona matéria orgânica do solo profundo, quando as raízes morrem;
- Abriga micorrizas associadas às raízes finas;
- Abriga bactérias fixadoras de nitrogênio em nódulos radiculares;
- Altera o pH do solo;
- Enriquece a fertilidade do solo com nutrientes minerais;
- Equilibra a umidade do solo bombeando a água para cima na evapotranspiração.

Para o ar

- Protege contra ventos fortes, frios ou quentes;
- Resfria o ar, comprimindo e acelerando os fluxos de ar;
- Limpa o ar, pois as folhas absorvem SO₂ e NO₂;
- Limpa o ar, pois as folhas absorvem outros gases, por exemplo, CO, O₃, fluoreto e retêm particulados em suas superfícies;
- Sequestra o CO₂ por absorção e armazenamento.

Para animais e plantas

- Fornece frutas, nozes e sementes como alimento para a vida selvagem;
- Coloniza o solo descoberto com mudas;
- Suporta epífitos vasculares (por exemplo: samambaias, orquídeas, bromélias) em ramos.

Função Mínima

Para o solo e a água

- Reduz a erosão do solo pelo vento;
- Reduz a erosão do solo pela água;
- Equilibra os nutrientes do solo (macro e micro) pela absorção da raiz;
- Reduz (*phytoremediate*) substâncias orgânicas no solo;
- Intercepta a chuva e a neve, impedindo-as de atingir diretamente o solo;
- Abaixa o lençol freático bombeando a água para cima na evapotranspiração;
- Reduz os níveis de água da enchente.

Para o ar

- Resfria o ar refletindo a entrada de radiação solar e do céu;
- Adiciona oxigênio ao ar na fotossíntese;
- Arrefece a área apenas a favor do vento;
- Aumenta a umidade relativa na área apenas a favor do vento;
- Reduz os níveis de ruído;
- Produz sons;
- Produz odores / aromas.

Para animais e plantas

- Atrai polinizadores;
- Atrai pássaros comedores de frutas que dispersam sementes;
- Fornece dicas visuais com ramos / folhas frondosas ou folhas brilhantes;
- Solta galhos e troncos que fornecem habitat para a vida selvagem;
- Solta ramos e troncos em corpos de água, proporcionando habitat de peixes;

- Suporta videiras;
- Apoia os epífitos (líquenes, briófitos, algas) nas folhas;
- Produz produtos químicos orgânicos (aleloquímicos) que inibem outros organismos.

Quadro 2: Funções Ecológicas, ou Papéis Funcionais, da Arborização Urbana

Fonte: (FORMAN, 2014) - p. 223-225

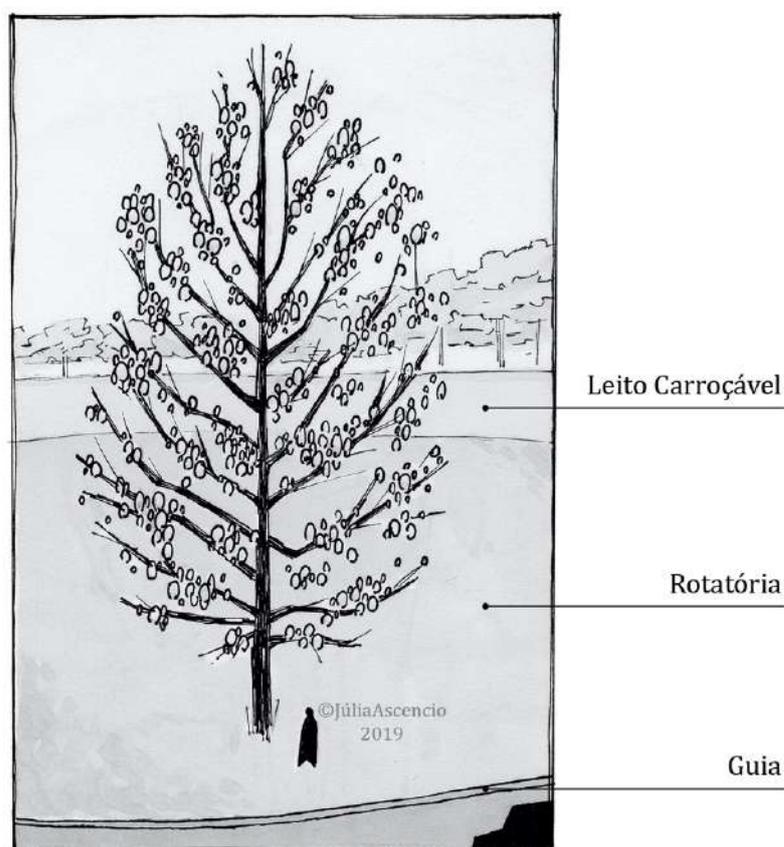
Tradução e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

A lista das funções ecológicas para árvores parece extensa. No entanto, é apenas parte da gama total de padrões e processos naturais, gerados pelo solo, água, ar, animais, plantas e micróbios, que proporcionam inúmeros benefícios à população. Essas funções, e consequentemente seus benefícios, podem ser potencializados a partir do entendimento da distribuição e composição das espécies arbóreas.

Para identificar a distribuição e composição das árvores no meio urbano há duas questões essenciais que servem como ponto de partida. A primeira delas é observar a localização das árvores já existentes, e de que maneira elas estão distribuídas no meio urbano em análise. A segunda é observar essa distribuição relacionada ao uso do solo predominante (FORMAN, 2014), buscando compreender padrões de distribuição de árvores e espécies e, utilizando dessas duas questões, Forman e sua equipe analisaram brevemente diferentes tipos de habitats em uma série de cidades, resultando em seis principais padrões de distribuição de árvores que são encontrados na maioria delas.

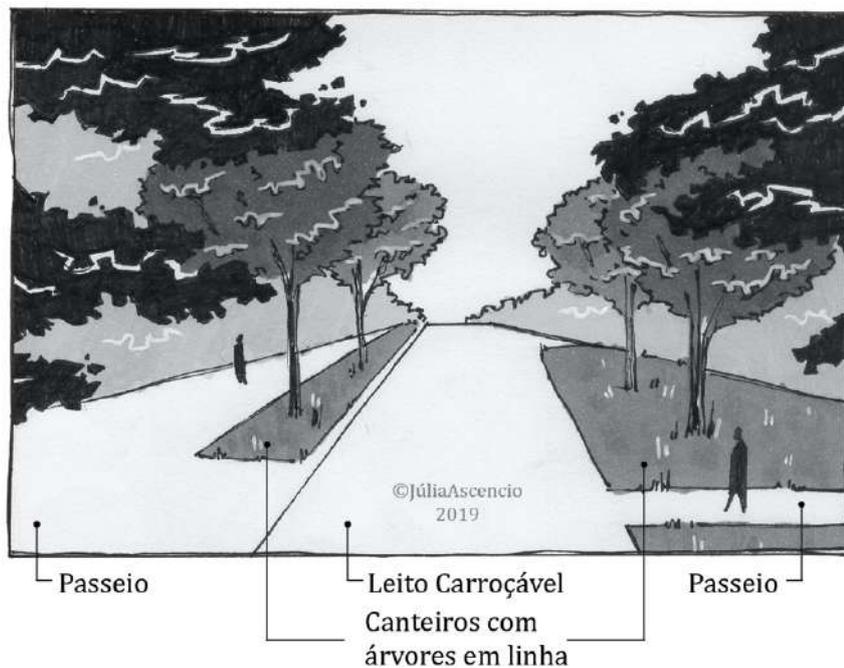
Padrões de Distribuição de Árvores em Áreas Urbanas

O primeiro padrão (Croqui 8) identificado por Forman (2014) é o de “Árvore Isolada” (*Single Trees*). As árvores isoladas são árvores abertas, isto é, que conseguiram crescer praticamente sem a concorrência de outras árvores. Também é comum não haver nenhum arbusto ou sub-bosque de árvores muito próximo a elas. Além disso, via de regra, elas possuem o tronco baixo de diâmetro considerável e com ramos baixos, muitos dos quais crescem quase na horizontal. Alguns exemplos desse padrão podem ser encontrados no meio urbano em pátios, parques, cemitérios, terrenos baldios, rotatórias, estacionamentos, pomares, entre outros.



Croqui 8: Árvore Isolada
Padrão de Distribuição de Árvores em Meio Urbano
Referência: Cidade Universitária – USP, São Paulo
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2019)

O segundo padrão (Croqui 9) é o de “Linha Arbórea” (*Tree Rows*), cujas fileiras encontradas no meio urbano são predominantemente plantadas em linhas simples ou duplas. Em áreas urbanas, as árvores em linhas simples podem ser identificadas principalmente ao longo da malha viária urbana e normalmente são plantadas visando à oferta de sombra e a consequente redução do calor dos dias quentes. As árvores em linhas duplas, por sua vez, podem ser identificadas tanto em passeios de ruas, avenidas ou alamedas, quanto em ambos os lados de caminhos pedonais de parques. Ainda, as linhas de árvores podem ser encontradas em um ou ambos os lados de passarelas.



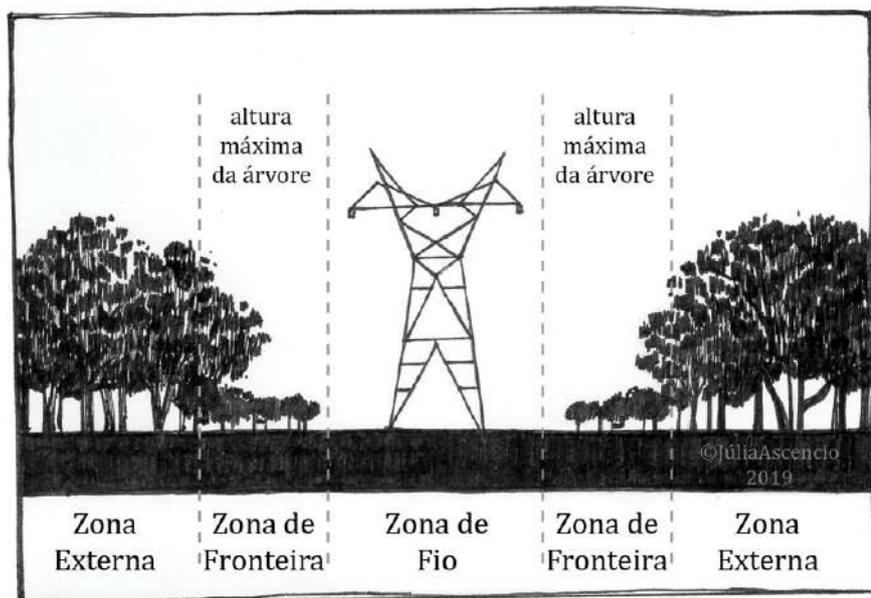
Croqui 9: Linha Arbórea
Padrão de Distribuição de Árvores em Meio Urbano
Referência: Cidade Universitária – USP, São Paulo
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2019)

O terceiro padrão (Croqui 10) é o de “Corredores Arborizados Estreitos” (*Narrow Wooded Corridors*). Esses corredores, ou faixas estreitas, como também são conhecidos, são mais facilmente encontrados no meio urbano, recobrindo os barrancos e encostas íngremes de difícil ocupação, e ao longo de córregos, canais ou vales. De modo geral, originam-se por meio de linhas de árvores que, por terem pouco ou quase nenhuma manutenção, perderam sua configuração inicial.



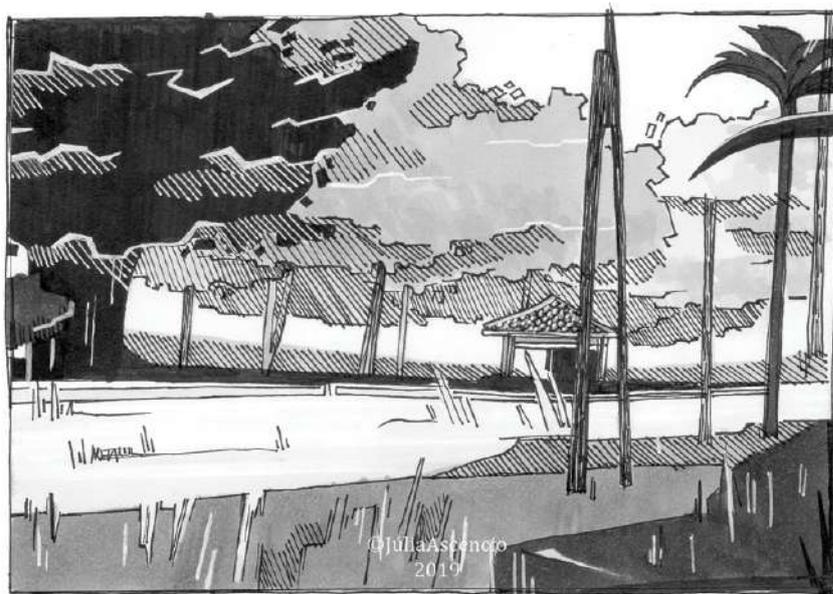
Croqui 10: Corredores Arborizados Estreitos
Padrão de Distribuição de Árvores em Meio Urbano
Referência: Córrego Rio Pequeno, São Paulo
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2019)

O quarto padrão (Croqui 11) é o de “Corredores Arborizados Amplos” (*Wide Wooded Corridor*). Corredores arborizados amplos ou “via verde”, poucos presentes em regiões urbanas, são formados por faixas de vegetação ou bosques e encontrados em rotas que chegam e partem da cidade margeando infraestruturas de tubulações, linhas elétricas de alta tensão, estradas e ferrovias.



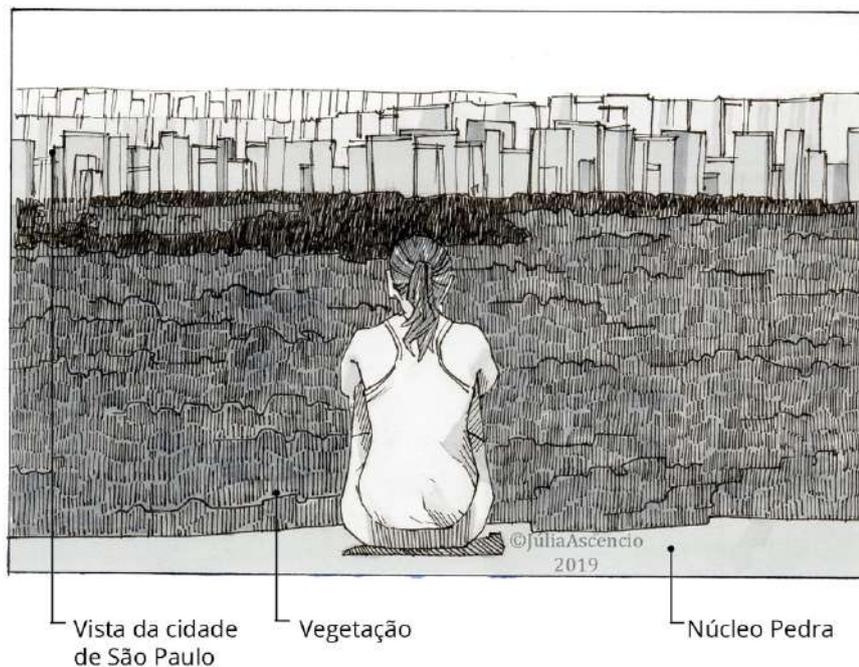
Croqui 11: Corredores Arborizados Amplos
Padrão de Distribuição de Árvores em Meio Urbano
Referência: Sacramento Municipal Utility District
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2019)

O quinto padrão (Croqui 12) é o padrão de “Pequenas Manchas Arborizadas” (*Small Wooded Patches*). As pequenas manchas arborizadas possuem tamanhos e formas variadas, podendo ser plantadas, de vegetação espontânea ou um remanescente de vegetação nativa. Nas áreas urbanas podem ser encontradas em diversos locais, tais como parques, áreas institucionais, comerciais ou residenciais, em lixões, em áreas de infraestrutura, áreas agrícolas e encostas íngremes.



Croqui 12: Pequenas Manchas Arborizadas
Padrão de Distribuição de Árvores em Meio Urbano
Referência: Praça da República, São Paulo
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2019)

Por fim, o sexto padrão (Croqui 13) é o de “Grandes Manchas Arborizadas”. Este padrão pode ser encontrado em cinturões verdes e, embora seja o menos comum no meio urbano, quando existente, é de considerável importância ecológica e social. Ecológica, pois protege a vida selvagem e abriga, sobretudo, espécies nativas, e ainda é enriquecido pela presença de diversas espécies não nativas. Social, pois proporciona diversas funções e serviços significativos para a sociedade como, por exemplo, proteção de água limpa e recreação.



Croqui 13: Grandes Manchas Arborizadas
Padrão de Distribuição de Árvores em Meio Urbano
Referência: Parque Estadual da Serra da Cantareira, São Paulo
Croqui e Adaptação: Júlia Ascencio Cansado (2019)

Além dessas composições, Forman ainda identifica um sétimo padrão de distribuição que é composto pelas áreas seminaturais de habitat e florestas urbanas, as falésias, pedreiras e minas, os campos de golfe, os cemitérios, as instituições e instalações municipais, áreas de despejos, *brownfields* ou lotes vagos e aeroportos e bases militares.

Outra interessante classificação da configuração da cobertura vegetal é a proposta por Jim (1989). A partir de um estudo feito em Hong Kong mediante a fotografias aéreas, Jim classificou a forma cobertura vegetal nas categorias I. Isolada, II. Linear e III. Conectada e subdividiu cada categoria em três (Figura 4).

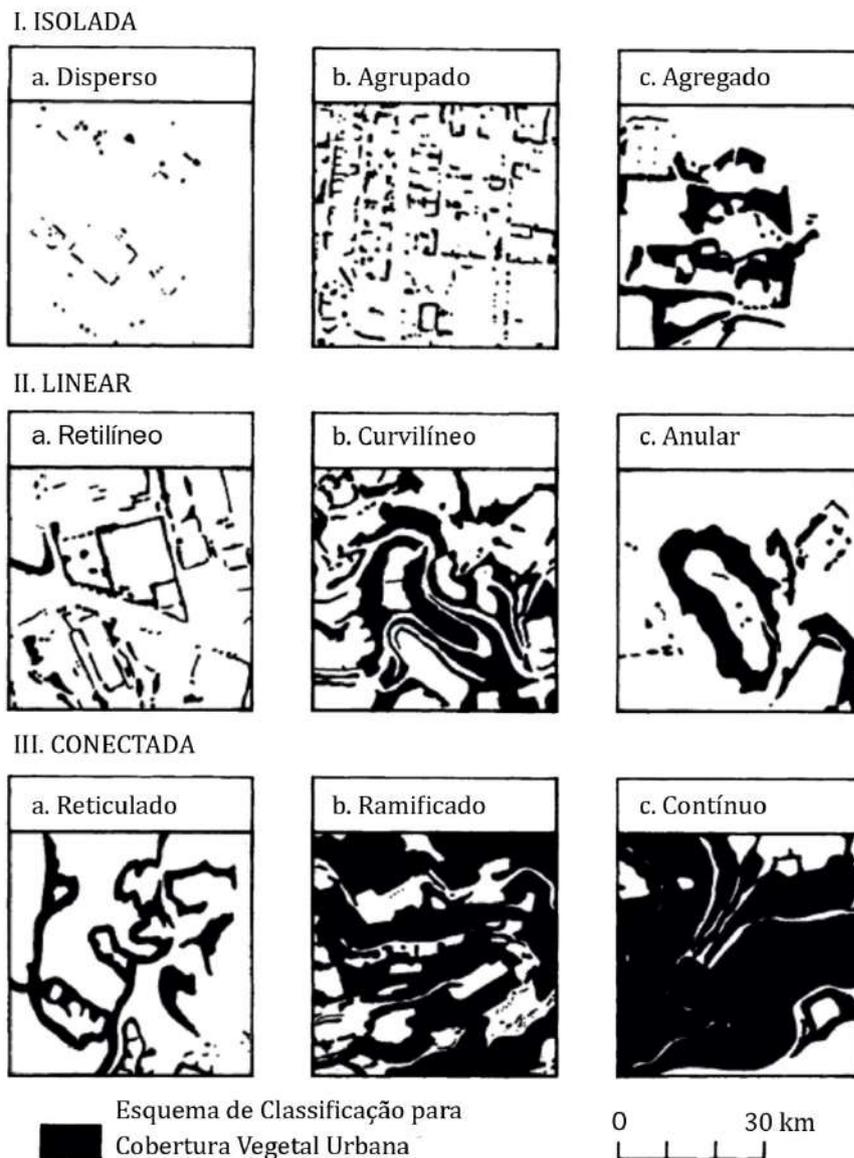


Figura 4: Esquema de classificação da configuração da cobertura vegetal urbana.
Fonte: (JIM, 1989), em (SCHUTZER, 2012)

A tipologia I. Isolada é dominante em locais densamente edificados, ruas e superfícies impermeáveis, árvores em calçadas ou em pequenos jardins. Essa tipologia apresenta as seguintes variações:

- a. Dispersa: árvores solitárias, dispersas. Amplamente encontrada nas áreas edificadas.
- b. Agrupada: árvores em pequenos grupos, geralmente intralotes.
- c. Agregada: agregação de árvores em grandes unidades nos quintais ou taludes.

A tipologia II. Linear apresenta justaposição em uma direção dominante, em função das características do traçado viário e do relevo. Essa tipologia apresenta as seguintes variações:

- a. Retilínea: as árvores são predominantemente cultivadas e alinhadas ao longo das calçadas ou periferia dos lotes, seguindo o traçado em grelha.
- b. Curvilínea: cinturões largos e meandros com vertentes naturais ou modificadas adjacentes às ruas. Segue o traçado orgânico em relevo de colinas ou morros. Ocorrem em manchas de florestas preexistentes.
- c. Anular: é caso especial da variante curvilínea, onde as árvores formam um anel contínuo ao redor de pequenos morros de topos elevados por movimentação de terra. Essa variação, via de regra, é encontrada em manchas de florestas preexistentes.

A tipologia III. Conectada apresenta ampla cobertura vegetal e o mais alto grau de conexão e contiguidade. É composta, em grande parte, pela presença de vegetação remanescente (florestas), que se estabeleceu antes da urbanização e normalmente estão localizadas em terrenos com alta declividade ou na periferia da cidade. Essa tipologia apresenta as seguintes variações:

- a. Reticulada: rede alongada com meandros atravessando estreitos interstícios de vertentes não urbanizadas, podendo conter trechos de fundo de vale.
- b. Ramificada: apresenta mais de 50% da área com cobertura vegetal; manchas densas e contínuas que envolvem lotes edificados separadamente. Características de loteamento de alto padrão.
- c. Contínua: mais de 75% da área coberta por árvores; são florestas na periferia com um mínimo de intrusão da urbanização, pontuada ocasionalmente por pequenas construções ou ruas estreitas.

Gerenciamento da Arborização Urbana

Arborizar não é simplesmente plantar árvores aleatoriamente¹⁶. A maioria dos locais onde as árvores urbanas são plantadas são locais diferentes de seu habitat natural, e por isso é necessário haver soluções técnicas, manutenção e proteção, para que elas consigam crescer e sobreviver. Ao se plantar árvores em meio urbano, uma vez que o ambiente urbano é planejado para atender às necessidades do homem, inúmeras condições especiais que impactam seu desenvolvimento devem ser consideradas além do local a ser arborizado. Devem ser levados em consideração, por exemplo: luz solar diária, luz artificial, danos ou lesões em sua estrutura (copa, tronco, raiz), urina e fezes de animais de estimação (ou ainda humanas), estresse de seca, poluição, temperatura aumentada, deficiência nutricional ou de oxigênio no solo, reflexões dos edifícios, restrições ou limitações de espaço de enraizamento, contaminação, distúrbio ou compactação do solo, entre outros fatores (ROLOFF, 2016).

Desse modo, ao selecionar uma espécie arbórea para determinada área urbana faz-se necessário levar em consideração alguns critérios. Roloff (2016) identificou seis categorias a serem consideradas: a) fatores estéticos: cor, beleza, estrutura e espessura de sua casca e folhas, aroma e tempo de sua floração; b) aspectos do desenho: forma, estrutura e porte, e os efeitos desejados tais como efeito de barreira visual, embelezamento e sombreamento; c) exigências ecológicas da própria espécie: porte adulto, tipo de enraizamento, espinhos, existência de floração ou fruto; d) tolerância da espécie: suscetibilidade tardia a geada, tolerância ao estresse hídrico e ao solo encontrado no meio urbano; e) efeitos positivos nas pessoas como, por exemplo, o resgate de uma experiência pessoal com espécies específicas durante a infância ou seu potencial na redução de ruído; f) e, por fim, os possíveis aborrecimentos, tais como rompimento de pavimentação, conflitos com fiação aérea e redes subterrâneas, acúmulo de poeira, toxicidade por folhas, frutos ou ramos, risco de ruptura de galhos ou, ainda, risco de alergia por pólen (ROLOFF, 2016).

¹⁶ Veja o caso dos Jamelões (*Syzygium cumini*) na Avenida Fued José Sebba, Jardim Goiás em Goiânia. Disponível em <https://g1.globo.com/go/goias/transito/noticia/2019/07/11/jameloes-apontados-como-causadores-de-acidentes-tem-arvores-retiradas-em-goiania.ghtml>. > Último acesso em 21 fev. 2020.

Além das categorias identificadas por Roloff (2016), outro critério fundamental a ser considerado na escolha de espécies é sua origem. No ecossistema nativo, em que não há atividade humana, populações aumentam e diminuem com o tempo, e espécies exóticas invadem e eliminam as espécies nativas. Já nos ecossistemas onde o homem faz parte, a taxa de introdução de novas espécies é maior; e, quanto maior a população, maior a probabilidade de inserções. Geralmente, a introdução de uma nova espécie no ambiente urbano deve ser evitada, uma vez que só é possível afirmar se a espécie é uma exótica invasiva ou não invasiva somente após seu plantio, impossibilitando prever se os impactos serão positivos ou negativos. Além disso, a utilização de espécies arbóreas nativas oferece diversos benefícios – dentre eles, a oferta de alimento e abrigo adequado para animais nativos e o fato de minimizarem a possibilidade de sua eliminação por pragas, uma vez que já desenvolveram sua defesa para as pragas da região. Isto posto, com base em casos de estudos de exóticas e invasoras, Forman (1995) destaca quatro diretrizes importantes. A primeira diretriz é, caso seja conhecido que a espécie é invasiva, não a introduzir ou utilizá-la. A segunda é a de usar qualquer mistura de plantas nativas não invasivas ou exóticas em áreas urbanas. A terceira é a de limitar o uso de exóticas próximas a áreas que possuem a função de proteger a biodiversidade nativa ou espécies raras. A quarta é a de limitar o uso de espécies exóticas próximas a áreas rurais, onde ecossistemas naturais podem ser invadidos.

No Brasil, país com maior diversidade de espécies arbóreas do mundo, há mais de 500 espécies das mais variadas formas, flores e frutos somente no bioma Mata Atlântica. Também há uma extensa literatura sobre a flora brasileira e exótica como, por exemplo, a coleção de livros “Árvores Brasileiras”, de Harri Lorenzi, que apresenta 1056 espécies, e a criação de muitas coleções públicas e particulares – muitas delas incentivadas por Hermes Moreira de Souza, como a do Jardim Botânico do Instituto Agrônomo de Campinas. Muitas das espécies nativas brasileiras evoluíram a partir da interação do ecossistema, e sua utilização é tão importante para a conservação de suas espécies como para prover às futuras gerações a integração harmônica entre o homem urbano e natureza (LORENZI, Harri; SOUZA, Hermes Moreira de, 2014). Com tanta variedade e beleza, o país não precisa recorrer ao plantio de espécies arbóreas exóticas.

Embora seja um desafio considerar esses e outros inúmeros fatores na escolha da espécie, vale ressaltar que eles são elencados na intenção de auxiliar na prevenção de equívocos que podem ser cometidos durante o planejamento, os quais em longo prazo normalmente resultam em grandes custos tanto ecológicos quanto econômicos.

Além dos aspectos mencionados para seleção de espécies arbóreas, outro fator essencial a ser considerado é sua manutenção. Para que as árvores se desenvolvam devidamente após o plantio, elas podem precisar de estacas ou outros suportes para permanecer em pé, bem como de proteção contra vândalos ou mesmo radiação solar; também necessitarão de suprimento de água, fertilizante ou cobertura morta. Ao monitorar as espécies durante seu desenvolvimento, inserindo ou removendo apoios e dispositivos de proteção, evitam-se danos às árvores e ao meio urbano tais como quebras em calçadas e galhos entrelaçados à fiação urbana, entre outros (ROLOFF, 2016).

Em qualquer estágio da sua vida, as árvores podem precisar de suportes físicos (por exemplo: estacas, guias, ancoragens, suporte para suas copas, entre outros) que auxiliam a reduzir riscos de falhas nos seus galhos e caules. Podem precisar de proteção contra colisões de automóveis ou de equipamentos de corte de grama, que frequentemente provocam danos em sua estrutura, caules e raízes. Possivelmente, precisarão de proteção contra a radiação solar, sendo uma delas a tinta branca flexível, desenvolvida para essa finalidade, que reduz a carga de calor no caule e se degrada gradualmente dentro de 5 a 10 anos, possibilitando que a árvore possa se adaptar à radiação crescente que atinge a casca. A radiação solar pode matar a casca de árvores de casca fina por aumentar consideravelmente a sua temperatura, fazendo com que ela fique mais exposta a fungos e insetos. Ademais, elas precisarão ao longo da vida de tratamento de feridas, manejo de água e podas, entre outras medidas de precaução (ROLOFF, 2016).

Em síntese, o planejamento de arborização urbana formado pelo plano de plantio e estruturado pela seleção de espécies arbóreas, junto ao plano de manutenção pós-plantio, pode contribuir positivamente com a biodiversidade, especialmente florística e aviária, aumentando significativamente a expectativa de vida das árvores e ainda potencializando os serviços ecossistêmicos – consequentemente, contribuindo com a melhoria do nosso bem-estar no meio urbano.

Arborização Urbana como Elemento Estruturador da Rede de Infraestrutura Verde e Azul

As árvores no meio urbano promovem diversos benefícios ecossociais como os apresentados anteriormente (Quadro 2 – p. 54). Esses benefícios podem ser expandidos quando as florestas urbanas são conectadas por meio de rede interconectada de manchas verdes.

Entre os elementos presentes na IEV, podemos citar algumas tipologias¹⁷ como os jardins de chuva, canteiros pluviais, lagoas pluviais, biovaletas, cisternas, tetos verdes, pisos drenantes, além dos elementos mais habituais como praças, parques, corredores verdes, corredores ecológicos e a arborização urbana.

De acordo com Benedict e McMahon (2006 – p. 12) os sistemas de IEV:

[...] ajudam a proteger e restaurar os ecossistemas que funcionam naturalmente, fornecendo uma estrutura para o desenvolvimento futuro que promove uma diversidade de benefícios ecológicos, sociais e econômicos. Estes incluem habitat e biodiversidade enriquecidos; manutenção de processos paisagísticos naturais; ar e água mais limpos; aumento das oportunidades recreativas; melhor saúde; e melhor conexão com a natureza e senso de lugar (BENEDICT, M.A.; MCMAHON, E.T., 2006) – p. 12.

Influenciadas pela menção anterior, Herzog e Rosa (2010) listam alguns dos benefícios da IEV no meio urbano tais como: promover a infiltração, retenção e detenção das águas pluviais, evitando o escoamento superficial; filtrar as águas de escoamento superficial, provenientes de calçadas e vias pavimentadas contaminadas por resíduos de óleo, borracha de pneu e partículas de poluição; amenizar as temperaturas internas em edificações; mitigar as ilhas de calor; promover circulação de pedestres e bicicletas em ambientes sombreados – entre outros benefícios, sendo a maioria deles proporcionada, em maior escala, sobretudo por árvores.

¹⁷ Ver Capítulo 1, item 1.2. – *Infraestrutura Verde e Azul* onde podem ser encontradas as tipologias de Infraestrutura Verde e Azul.

A Arborização Urbana, em particular, é de grande relevância na atenuação do efeito das ilhas de calor, desempenhando importante papel na manutenção e melhoria da qualidade ambiental urbana. Ao transferirem constantemente umidade ao ar e ao ofertarem sombra ao solo, as árvores amenizam a temperatura do ambiente (SCHUTZER, 2012). Mediante a dados apresentados e ilustrados por Laurie (1978) nas Figura 5, Figura 6, Figura 7 é possível observar diferenças significativas entre superfícies tanto sob o sol, quanto à sombra, reafirmando assim, a influência da arborização na temperatura de superfície e na umidade relativa do ar do ambiente urbano. Logo, sua utilização na composição da rede de IEV é substancial.

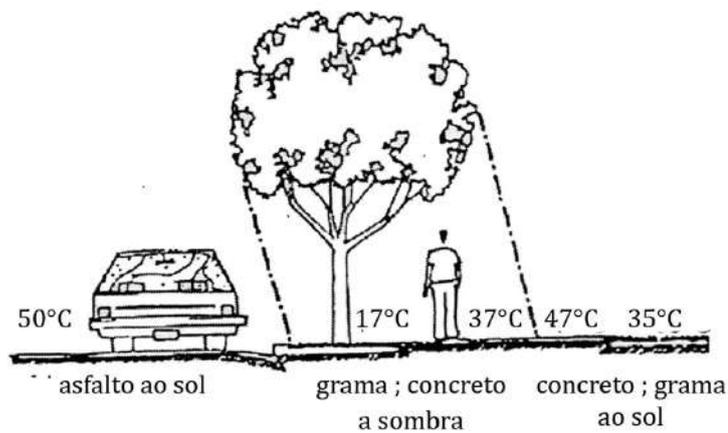


Figura 5: Temperaturas superficiais de diferentes tipos de piso do ambiente urbano.

Fonte: Laurie (1978), em (SCHUTZER, 2012)

Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

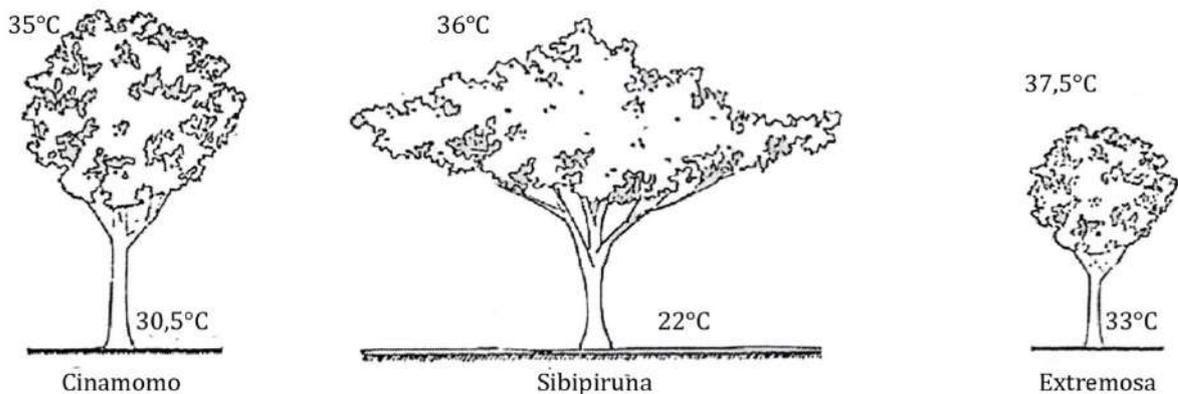


Figura 6: Diferentes temperaturas entre as árvores expostas ao sol e as áreas sombreadas por algumas árvores de Porto Alegre, no verão.

Fonte: Laurie (1978), em (SCHUTZER, 2012)

Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

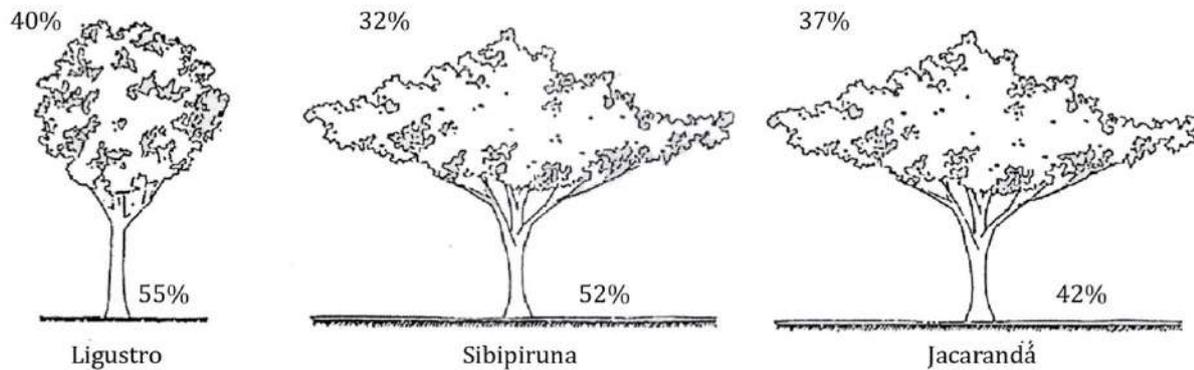


Figura 7: Diferenças de umidade relativa do ar entre árvores expostas a radiação solar e as áreas sombreadas por três tipos de árvores de Porto Alegre, no verão.

Fonte: Laurie (1978), em (SCHUTZER, 2012)

Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

Capítulo 2. Ecossistema Urbano e Serviços Ecossistêmicos, Zoneamento e Cenários Ambientais

Este capítulo é fundamentado nos estudos de: Adler, F. R.; Tanner, C. (2015); Forman, R. T. T. (2014); Schutzer (2012); Franco (2001) | AEM (2005).

2.1. Ecossistema Urbano, Processos Naturais e Serviços Ecossistêmicos

Ecossistema é uma grande comunidade de organismos vivos (plantas, animais e micróbios) presentes em uma determinada área. Ecossistema urbano, por sua vez, é qualquer sistema ecológico identificado dentro da área de uma cidade, que embora não seja um ecossistema natural, é um dos principais exemplos de redes em que tudo é interdependente. Para a maioria das pessoas, as cidades são locais formados basicamente por edificações, ruas e seres humanos e apesar de modificarmos constantemente a paisagem, muitas vezes não percebemos a nossa interação com o meio ambiente ao nosso redor e a ocorrência dos processos naturais ou ecossistêmicos, isto é, todos os processos físicos que envolvem o funcionamento da paisagem, nas relações entre solo, subsolo, dinâmica climática, cobertura vegetal e vida biológica tais como decomposição, produção de matéria vegetal, ciclagem de nutrientes e fluxos de nutrientes e energia. A partir dos processos naturais de um ecossistema é possível obter os serviços ecossistêmicos (ADLER, F. R.; TANNES, C., 2015).

Serviços Ecosistêmicos¹⁸ são fundamentais para nossa sobrevivência uma vez que dependemos de ecossistemas saudáveis para viabilizar processos naturais que suprem nossas necessidades como, por exemplo, a purificação do ar para que possamos respirar, a ciclagem de nutrientes para que tenhamos água limpa, ou ainda a polinização das plantações agrícolas (AEM, 2005).

Utilizando-se a classificação proposta na Avaliação Ecosistêmica do Milênio (AEM ou MEA – do inglês *Millennium Ecosystem Assessment*, 2005) os serviços ecosistêmicos são divididos em quatro categorias: Serviços de Abastecimento, Serviços de Regulação, Serviços Culturais e Serviços de Suporte. Serviços de Abastecimento, também conhecidos como Serviços de Provisão, incluem os produtos essenciais para a vida obtidos por intermédio do ecossistema e oferecidos diretamente à sociedade como, por exemplo, água e alimentos. Serviços de Regulação abrangem os benefícios recebidos pela sociedade por meio do equilíbrio natural dos processos ecosistêmicos capazes de enfrentar principalmente alterações climáticas e manifestações de doenças. Esses serviços incluem qualidade do ar, regulação do clima e dos fluxos de água. Já os Serviços Culturais são os benefícios recebidos por meio dos ecossistemas que, de modo geral, não podem ser materializados, os quais atribuem o bem-estar à população, como o enriquecimento espiritual, oportunidades de lazer, recreação e experiência estética. Por fim, os Serviços de Suporte são os serviços fundamentais na viabilidade dos demais serviços ambientais, destacando-se entre eles a formação de solo, a reciclagem de nutrientes, polinização de culturas e a produção de oxigênio por meio da fotossíntese.

2.2. Zoneamento Ambiental e Cenários Ambientais

Embora a questão ambiental tenha sido mais abordada nos últimos anos, os projetos de intervenção no território ainda exibem soluções que não consideram as dinâmicas da paisagem e suas relações com o ambiente natural e construído. As cidades continuam crescendo sem planejamento urbano ambiental adequado, conseqüentemente sem estudo e compreensão das potencialidades e restrições existentes na inter-relação cidade

¹⁸Serviços Ecosistêmicos - ou as contribuições da natureza para as pessoas (do inglês *nature's contributions to people* – NCP, Plataforma Intergovernamental de Política Científica Serviços de Biodiversidade e Ecossistema – IPBES) - são os diversos benefícios que o ser humano obtém da natureza e de seus ecossistemas.

- meio ambiente favorecendo assim, soluções indevidas que desequilibram o ecossistema urbano. Para melhorar a qualidade ambiental e restabelecer o equilíbrio do ecossistema urbano, ou seja, o equilíbrio entre processos naturais, urbanos e humanos, é imprescindível reconsiderar as questões geográficas e o relevo. Afinal, é na superfície do relevo¹⁹ que se desenvolvem tanto as formas naturais quanto as urbanas (SCHUTZER, 2012).

Uma maneira de reconsiderar essas questões é aplicar a metodologia de análise de espaço proposta por Ab'Saber (1969). Essa metodologia é baseada em três categorias: a compartimentação do relevo, a estrutura superficial da paisagem e a fisiologia da paisagem.

A compartimentação topográfica de uma determinada área consiste na identificação das formas de relevo (e.g. montanhas, planaltos, planícies, depressões) predominantes e seus processos modeladores (e.g. tectonismo, abalos sísmicos e vulcanismo) (SCHUTZER, 2012).

A estrutura superficial da paisagem compreende na análise da superfície da crosta terrestre, isto é, o reconhecimento dos tipos de solo na área delimitada e suas reações frente aos processos naturais e antrópicos. Deve verificar na área estudada três principais fatores: sua capacidade como suporte, sua potencialidade como recurso e sua potencialidade como ambiente de conservação. A primeira diz respeito à qualidade da área para a implantação de infraestruturas, tais como a infraestrutura cinza, principalmente a relativa ao transporte (e.g. rodovias, ferrovias, viário, metrô), a infraestrutura hídrica (e.g. reservatórios de pequeno e médio porte para usos de água), a IEV (e.g. parques, praças públicas, arborização), entre outras. A segunda diz respeito à potencialidade da área para fornecer, mediante a disponibilidade de rochas e sedimentos, materiais para a construção civil, a potencialidade de recursos hídricos como fonte de abastecimento de água e também a qualidade do solo para uso agrícola e paisagístico. Por fim, a terceira diz respeito às suas qualidades como suporte de ambientes de purificação

¹⁹ Para saber mais sobre superfícies de relevo e zoneamento ambiental, ver o livro *"Cidade e Meio Ambiente. A apropriação do Relevo no Desenho Urbano"* de José Guilherme Schutzer.

e armazenamento de água, de ambientes florestados para a regeneração do ar, entre outros. Dessa maneira, ao identificar as características e potencialidades da estrutura superficial da paisagem, identificam-se simultaneamente as áreas que apresentam restrições à ocupação urbana (SCHUTZER, 2012).

A fisiologia da paisagem resume-se na análise dos processos, principalmente os elementos da dinâmica climática tanto os naturais como, por exemplo, as variações de temperatura, precipitação, umidade do ar e circulação do vento ao longo das estações do ano, quanto os antrópicos e os elementos da hidrodinâmica, isto é, as movimentações da água pelo sistema da paisagem, incluindo os movimentos das águas superficiais tais como os processos de escoamento, infiltração, percolação, armazenamento e evaporação.

Essa análise é de caráter local e busca compreender as conjunturas locais que dão individualidade ao território onde se insere o sítio urbano em estudo. A análise desses três fatores resulta em um mapa de zoneamento urbano ambiental em vários níveis de aproximação no qual podem ser observadas as potencialidades naturais e urbanas de cada compartimento como, por exemplo, áreas de incentivo à percolação, infiltração e filtragem, armazenamento de água, indução a evaporação e a evapotranspiração, redução de emissividade de calor, áreas com restrição ao escoamento superficial, infiltração, com possíveis indicações de diretrizes de assentamento e adensamento de acordo com as características a área estudada (SCHUTZER, 2012).

A observação dessas potencialidades naturais é de considerável importância no desenvolvimento da pesquisa, afinal, um dos objetivos em conectar as manchas verdes é estimular os processos naturais já existentes in loco.

A criação de cenários ambientais é uma metodologia proposta por Franco (2001), em que se projetam soluções futuras de um problema por vez ou de uma condição presente indesejável para o meio ambiente. Uma vez propostas as soluções, é possível sobrepô-las para que se possa analisar possíveis influências entre elas e indicar qual conjunto de soluções é mais exequível.

Pode-se chamar de cenário ambiental a projeção de uma situação futura, para o meio ambiente, tendo em vista a solução de um problema ou a melhora de uma condição presente indesejável ou insatisfatória (FRANCO, 2001) – p.132.

Capítulo 3. Espaços Verdes e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos

Este capítulo é fundamentado na AEM (2005) e nos estudos desenvolvidos por: Forman, R. T. T. (2008); Gehl (2014); Murphy (2016); Rpolishchuk, Y; Rauschmayer, F. (2012); Saldiva (2018); e também nos dados atribuídos pelo Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia e pela Organização das Nações Unidas (2019)

3.1. Espaços Verdes e sua Influência no Bem-estar Humano por meio dos Serviços Ecossistêmicos

Prover o bem-estar das pessoas nas cidades evitando a perda da biodiversidade e a degradação dos ecossistemas é um dos frequentes desafios encontrados em meios urbanos.

Diferentemente do passado, em que os projetos da paisagem eram pensados para modificá-la de maneira funcional e estética, hoje eles também devem ser pensados para serem restauradores, sustentadores da vida e regenerativos, tanto para as paisagens quanto para as pessoas (MURPHY, 2016).

Nos dias de hoje, 54% da população mundial é urbana (ONU, 2019). Até o final de 2050, espera-se que mais de 66% da população mundial viva em cidades (ONU, 2019). No Brasil, esse número é superior a 84%, sendo mais de 90% na região Sudeste (IBGE, 2019). Esses dados evidenciam o fato de as cidades terem se tornado o habitat natural do homem, que cada vez mais está habitando um ambiente construído com mais asfalto e menos natureza. Isso ocorre devido à busca do ser humano por melhores condições de vida, seja mediante a um emprego, de lazer e cultura, seja por fuga de más condições no campo, ou pelas comodidades que o meio urbano oferece (SALDIVA, 2018).

A partir da década de 50, mudou drasticamente a forma como as cidades ou paisagens urbanas são planejadas e se desenvolvem. Em sintonia com a florescente expansão urbana do período em questão, teorias e ideologias começaram a substituir a tradição como base para o desenvolvimento, processo este fortemente influenciado pelo modernismo. Neste novo contexto, deu-se baixa prioridade ao espaço público, às áreas de pedestres e ao papel do espaço urbano como local de encontro. A dimensão humana foi negligenciada, pois o espaço urbano e a vida nas cidades não faziam mais parte do programa básico dos novos planejadores (GEHL, 2014).

Em séculos passados, os adensamentos populacionais encontrados em centros urbanos, aliados ao saneamento básico precário ou inexistente, foram os principais responsáveis pela disseminação de diversas doenças, tais como peste negra, malária, febre amarela, tifo e tuberculose. Atualmente, embora tenhamos evoluído na questão do saneamento básico, as condições sanitárias encontradas em algumas periferias e subperiferias muitas vezes remetem aos séculos anteriores. Além do problema do saneamento em algumas áreas, as cidades apresentam outros temas preocupantes tais como trânsito, violência – seja ela no trânsito ou na criminalidade organizada – exclusão social, ilhas de calor e poluição. Recentemente, observou-se reaparecimento de algumas doenças infecciosas, como a dengue e a febre amarela; e estudos demonstraram que, de maneira geral, as cidades têm potencializado o surgimento ou o agravamento de doenças mentais, como a depressão, e doenças associadas à exposição prolongada aos poluentes do ar, como, por exemplo, as doenças cardiovasculares e infecções respiratórias (SALDIVA, 2018).

De acordo com Saldiva (2018), se uma pessoa leva em média duas horas por dia de deslocamento na cidade de São Paulo de sua residência para o trabalho, estima-se que ela respira uma quantidade de poluição equivalente a vinte maços de cigarros por ano, sem colocar um único cigarro na boca. Se houvesse sucesso em erradicar o tabagismo na cidade de São Paulo, estima-se o aumento cerca de um ano na expectativa de vida de seus habitantes. Em contrapartida, se a poluição fosse reduzida para os níveis recomendados pela Organização Mundial de Saúde, estima-se um aumento em cerca de três anos nessa expectativa (SALDIVA, 2018).

Ao vincularmos os serviços ecossistêmicos ao bem-estar humano, estabelecemos uma dependência desses serviços em escolhas sociais determinadas pelas necessidades e interesses de indivíduos e grupos sociais. De acordo com Polishchuk e Rauschmayer (2012 – p. 109):

[...] identificar as formas em que os serviços ecossistêmicos contribuem para o bem-estar humano depende principalmente de como definimos o bem-estar humano, em primeiro lugar. (tradução: Sarah Bezerra Suassuna)

Segundo o relatório “Ecossistemas e bem-estar humano”, emitido em 2005 pela AEM, o bem-estar humano deve ser composto pelos subsídios básicos para uma vida boa, saúde, boas relações sociais, segurança e liberdade de escolha e ação. Os subsídios básicos para uma vida boa consistem em meios de subsistência seguros e adequados, alimentação suficiente, abrigo, roupas e acesso a bens. A saúde inclui sentir-se bem e ter um ambiente físico saudável, com ar limpo e acesso a água limpa. Boas relações sociais incluem respeito mútuo e capacidade de ajudar os outros. Segurança inclui não somente segurança pessoal, mas acesso seguro a recursos naturais e proteção contra desastres naturais e desastres provocados pelo homem. Por fim, liberdade de escolha e ação inclui a oportunidade de alcançar o que um indivíduo valoriza fazer e ser.

Para a AEM, as pessoas fazem parte dos ecossistemas e de suas interações em diversas escalas, sejam elas entre pessoas ou entre partes dos ecossistemas. As constantes transformações sucedidas na paisagem, principalmente as realizadas por ação antrópica, causam mudanças nos ecossistemas e conseqüentemente no bem-estar humano, o que o torna um componente central da estrutura dos serviços ecossistêmicos. Por exemplo: alterações no número populacional, na tecnologia e no estilo de vida impactam a biodiversidade indiretamente de diversas maneiras, dentre elas o volume da pesca ou a aplicação de fertilizantes, ocasionando alterações nos ecossistemas e em seus serviços, afetando em conseqüência o bem-estar humano. Algumas dessas interações estão ilustradas na Figura 8, abaixo:

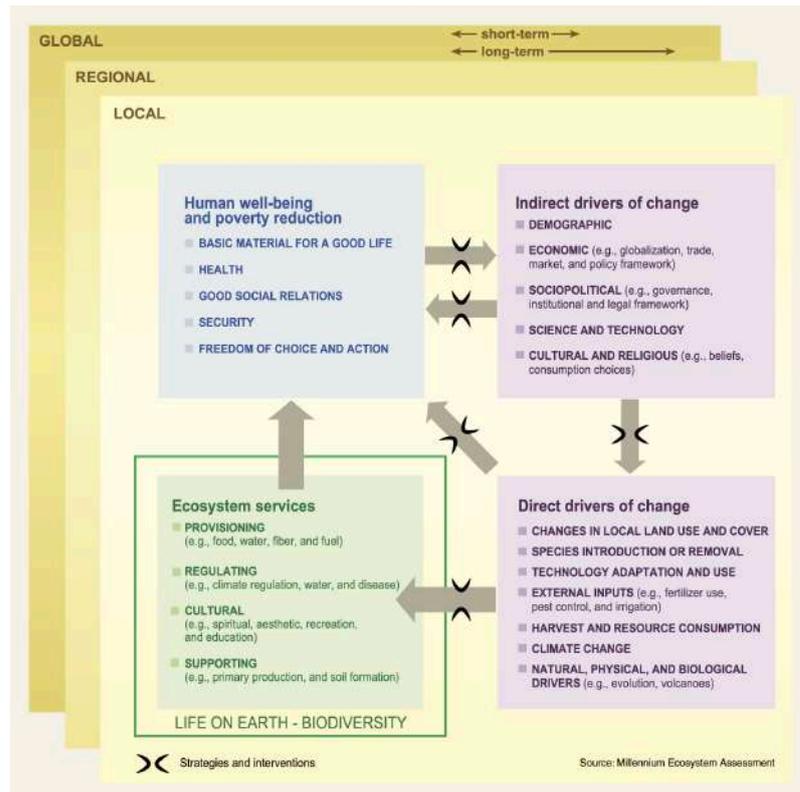


Figura 8: Avaliação Ecológica do Milênio – Estrutura conceitual das interações entre biodiversidade, serviços ecossistêmicos, bem-estar humano e fatores de mudança.

Fonte: *Ecosystems and Human Well-Being Synthesis, Millennium Ecosystem Assessment* (2005). p. vii.

O conceito de bem-estar humano, além de ser um elo fundamental entre a sociedade humana e a natureza, é também um componente central dos serviços ecossistêmicos – especialmente por considerar as relações entre as questões ambientais e os diversos fatores que influenciam o bem-estar individual e social, como, por exemplo, infraestrutura, cultura e sistema financeiro.

Dessa forma, para potencializar o aumento dos serviços ecossistêmicos nas cidades, é necessária a expansão de espaços verdes no meio urbano, tanto em área quanto em sua distribuição (FORMAN, 2008).

3.2. Aplicabilidade dos Temas na Pesquisa

Aplicando a Teoria da Hierarquia mencionada anteriormente e fazendo um paralelo entre o conceito de Mosaico Territorial e o modelo “mancha – corredor – matriz” (FORMAN, 1995) com o conceito de Infraestrutura Verde e Azul (IEV) e o sistema de áreas de “convergência, ligações e sítios” (BENEDICT, M.A.; MCMAHON, E.T., 2006), pode-se

afirmar que mancha equivale à área de convergência ou sítio, e faixas ou corredores equivalem a ligações. Vale ressaltar que a terminologia “faixas ou corredores” é referenciada ao modelo mencionado e não necessariamente ao tema “corredor verde” ou “corredor ecológico” (SUASSUNA, et al., 2019).

É importante destacar que enquanto o modelo “mancha - corredor - matriz” está para o conceito de Mosaico Territorial (FORMAN, 1995), o modelo de “Sistema de *Hubs, Links e Site*”, por sua vez, está para o conceito de IEV (BENEDICT, M.A.; MCMAHON, E.T., 2006). Sendo assim, a terminologia utilizada nesta pesquisa, seja ao referenciar os mosaicos territoriais ou a IEV, é a do modelo de Forman (1995) “mancha – corredor – matriz”.

Ainda, as manchas apontadas nesta pesquisa são as manchas florestais, também conhecidas como manchas verdes ou ainda, espaços verdes. Da mesma forma, os corredores apontados são as faixas que apresentam vegetação dispostas de forma linear, especialmente espécies arbóreas e palmas, motivo pelo qual receberam a denominação de faixas ou corredores verdes.

As faixas mencionadas são o principal elemento de conexão entre manchas verdes e por isso são essenciais na formação da rede de IEV. Elas podem ser compostas pelos diversos elementos de IEV ilustrados no decorrer desta pesquisa, sendo um deles a arborização urbana.

Mediante a fotos aéreas, pode-se observar que, a Área de Estudo, se comparada com as demais áreas da cidade de São Paulo, é relativamente arborizada. Porém, além da arborização existente não ser necessariamente adequada, ela não é suficiente para suprir a notória escassez de áreas verdes. Diante disso, alguns questionamentos foram levantados.

A princípio, tendo em vista a Área de Estudo, de que maneira seria possível criar mais áreas verdes na área delimitada? Quais melhorias devem ser feitas quanto à arborização existente? Como os elementos de IEV podem ser implantados e quais os benefícios em fazê-lo? Quais as oportunidades existentes na Área de Estudo que viabilizam a criação da rede de IEV? Por que devemos potencializar os serviços ecossistêmicos? É possível que a

Área de Estudo, além de oferecer mais verde, possa influenciar outras áreas da cidade? Por que deveria haver investimento no Planejamento Ambiental e Urbano e em sua implantação adequada?

Da mesma forma que a implantação de IEV contribui na melhoria dos serviços ecossistêmicos, a falta de infraestrutura adequada contribui para problemas relacionados aos ecossistemas naturais. Esses problemas ocorrem, geralmente, com maior frequência em habitações informais em consequência principalmente de sua infraestrutura inadequada e de sua má configuração espacial, conseqüentemente se manifestam por intermédio de ameaças à saúde e outros problemas fisiológicos. Por exemplo, saneamento inadequado e eliminação inadequada de resíduos combinados à proximidade de manchas verdes aumenta o risco para doenças infecciosas, principalmente diarreia. Também aumenta a invasão de mosquitos e outros insetos que podem ser um risco à saúde dos moradores. Além disso, embora a agricultura urbana apoie a produção de alimentos, se a sua irrigação é feita com água cinzenta de córregos poluídos há o risco de contaminação dos alimentos.

Desta maneira, vários desafios encontrados na paisagem urbana podem ser minimizados mediante a um Planejamento Ambiental Urbano Integrado adequado, que tenha por base a organização dos espaços construídos e dos espaços verdes e que tenha por objetivo contribuir com o bem-estar de seu ecossistema urbano e, conseqüentemente, com o bem-estar humano.

Buscando responder parte dos questionamentos aqui apresentados, esta pesquisa considerou trabalhos já desenvolvidos dos teóricos mencionados na Parte I - Fundamentação Teórica. Essas referências são utilizadas tanto para esclarecer as questões apresentadas quanto para estabelecer uma abordagem estruturada para as recomendações. Por exemplo, sabendo da função ecológica dos corredores e conhecendo as tipologias de arborização, serão feitas algumas recomendações para a Área de Estudo em seu cenário presente considerando suas potencialidades que se deseja maximizar frente ao cenário futuro desejado.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

PARTE II

ÁREA DE ESTUDO

Capítulo 4. Localização

A Área de Estudo desta pesquisa foi delimitada levando em consideração sobretudo a presença e o destaque de cursos d'água na paisagem da cidade de São Paulo, a presença de manchas verdes em suas margens, a potencialidade de melhoria e, por fim, influência ambiental urbana da área e seu impacto na cidade.

Em relação ao elemento cursos d'água, embora a cidade de São Paulo tenha mais de 200 rios, os mais conhecidos há séculos são o rio Tietê e o rio Pinheiros. Estes rios estão localizados nas áreas dos principais eixos de rotas da cidade desde a época colonial, e hoje são contornados pelas principais vias marginais, a Tietê e a Pinheiros. Em relação às manchas verdes, quando comparada às margens de ambos os rios por meio de fotos aéreas, nota-se maior presença nas margens do Rio Pinheiros.

Considerando a extensão do Rio Pinheiros (25 km) e o tempo para o desenvolvimento da pesquisa, optou-se por selecionar um trecho que abrangesse parte da planície do rio no qual as manchas verdes se destacassem, e delimitar esse trecho mediante a elementos de ligação entre as margens existentes nas paisagens. Para isso, foram selecionadas a Ponte do Jaguaré e a Ponte Engenheiro Roberto Rossi Zuccolo.

Tendo o Rio Pinheiros como elemento de destaque na Área de Estudo, um relato breve de sua história se faz necessário.

Breve História do Rio Pinheiros²⁰

Um dos principais cursos d'água que banha a cidade de São Paulo, o Rio Pinheiros recebe como afluentes (Figura 9) o ribeirão Jaguaré, rio Pirajuçara, córrego Poá, córrego Belini, córrego Corujas, córrego Verde, córrego Iguatemi, córrego Sapateiro, córrego Uberaba,

²⁰ Informações extraídas do livro “Rio Pinheiros e seu Território: Conhecer para Transformar”. (Associação Águas Claras do Rio Pinheiros, 2017).

urbana naquela época. Assim, o rio era utilizado somente para esporte e lazer – cenário que começou a se transformar no início do século XX com a chegada dos imigrantes e a construção de pontes que auxiliaram sua ocupação.

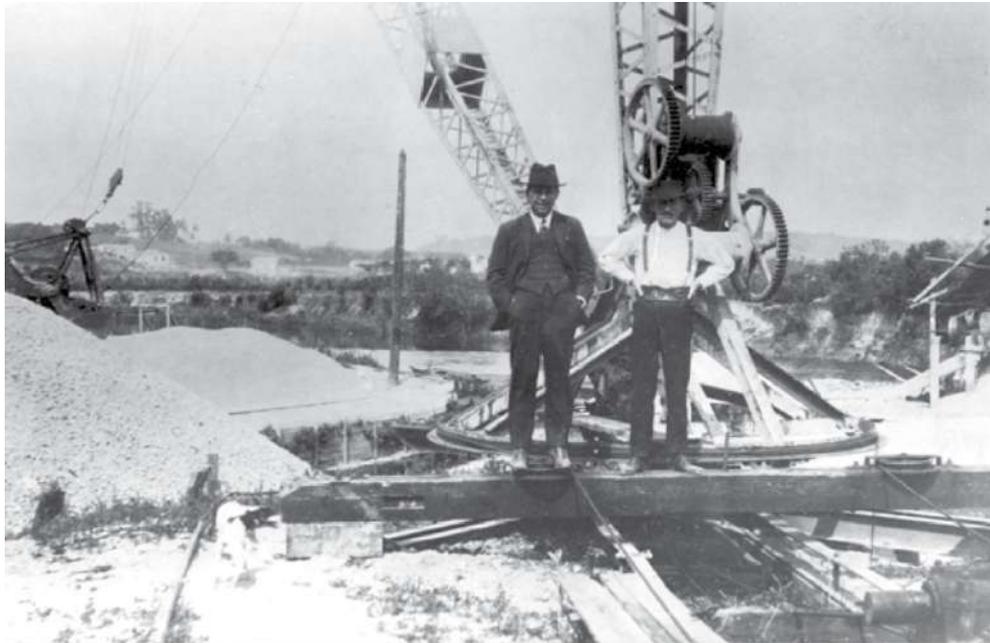


Foto 5: A extração de areia do leito do rio
Fonte: Associação Águas Claras do Rio Pinheiros (2017)

Além disso, a abertura de estações elevatórias que permitiam a geração de energia fez com que o Rio Pinheiros se tornasse mais importante na vida de São Paulo e fosse canalizado em 1940, a fim de direcionar suas águas para o reservatório Billings permitindo a instalação da Usina Henry Borden.

Embora o rio Pinheiros seja alimentado por águas de diversos córregos, hoje, a maioria desses córregos está canalizada e muitas vezes a população se esquece de que passa por eles – lançando poluentes em suas águas. A principal causa da poluição do rio Pinheiros é a carga de esgotos domésticos que é lançada diariamente sem qualquer tratamento no rio e em seus afluentes (Águas Claras do Rio Pinheiros, 2017).

O rio que durante anos teve às suas margens clubes esportivos e foi cenário de competições aquáticas (Foto 6 e Foto 7) hoje é um canal poluído contornado por um dos principais eixos viários da cidade, a via Marginal Expressa Pinheiros. Segundo Águas Claras do Rio Pinheiros:

Assim, está reduzido a uma paisagem que evidencia a incapacidade de compatibilizar o crescimento demográfico, a demanda por infraestrutura e edificações de todo tipo com cuidados ambientais, equidade social e qualidade de vida que a sociedade demanda. (Águas Claras do Rio Pinheiros – p. 17)



Foto 6: Lazer e Esporte às margens do Rio Pinheiros.
Fonte: Associação Águas Claras do Rio Pinheiros (2017)



Foto 7: Lazer e Esporte às margens do Rio Pinheiros.
Fonte: Associação Águas Claras do Rio Pinheiros (2017)

O desejo de recuperar e revitalizar o rio Pinheiros, restaurando a relação da população com ele, não é recente. Dentre algumas iniciativas governamentais tidas até o momento temos o Projeto Pomar Urbano (lançado em 1999), a Ciclovia Rio Pinheiros (inaugurada em 2010), e o Projeto de Despoluição do Rio por meio de flotação (cujo projeto foi anunciado em 2001, mas teve sua desistência anunciada em 2011). Atualmente está em projeto o Programa do Novo Rio Pinheiros.

Projeto Pomar Urbano

Lançado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente em 1999, o Projeto Pomar Urbano é um projeto de recuperação ambiental e paisagística do rio Pinheiros que visa recuperar a vegetação ciliar e reaver vida às margens do Rio Pinheiros. Este projeto ocorre em parceria com a Empresa Metropolitana de Água e Energia S.A. (EMAE), empresa proprietária da área, que cede por intermédio de convênio com a Secretaria do Meio Ambiente os locais para que sejam implantados os projetos paisagísticos de recuperação da vegetação. Para a execução do projeto, as margens do rio foram subdivididas em 28 trechos (Figura 10), os quais foram cedidos às empresas parceiras para a implantação de projeto paisagístico, revitalização e manutenção.



Figura 10: Trechos do Pomar Urbano
 Fonte: Governo do Estado de São Paulo

No período entre 1999 e 2011, já foi possível observar por meio de fotos (Foto 8; Foto 9) as transformações na paisagem alcançadas com o Pomar Urbano.

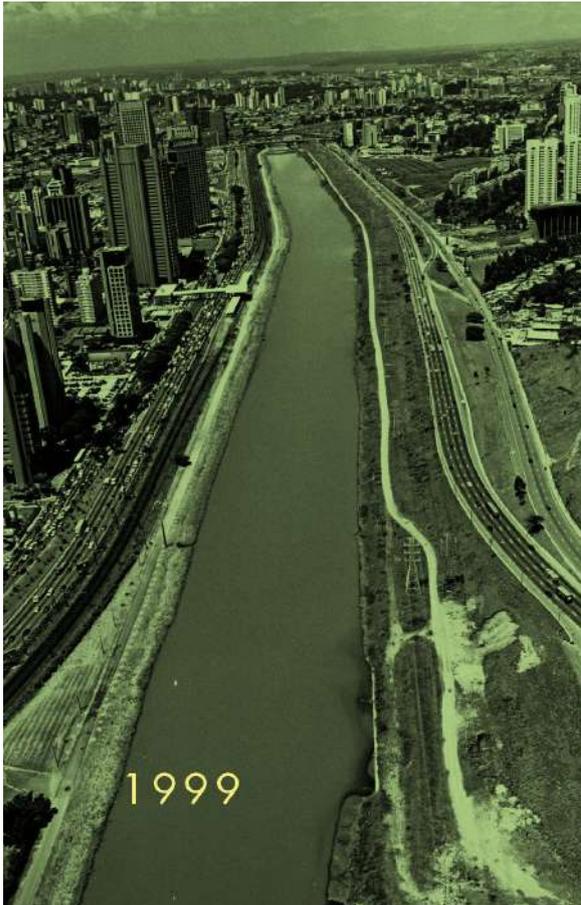


Foto 8: Rio Pinheiros em 1999
Fonte: Governo do Estado de São Paulo

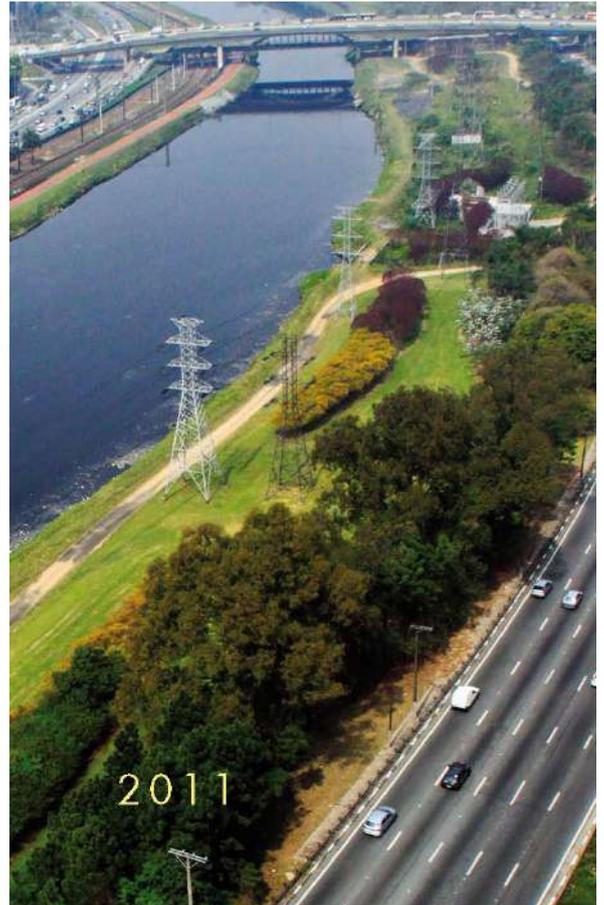


Foto 9: Rio Pinheiros em 2011
Fonte: Governo do Estado de São Paulo

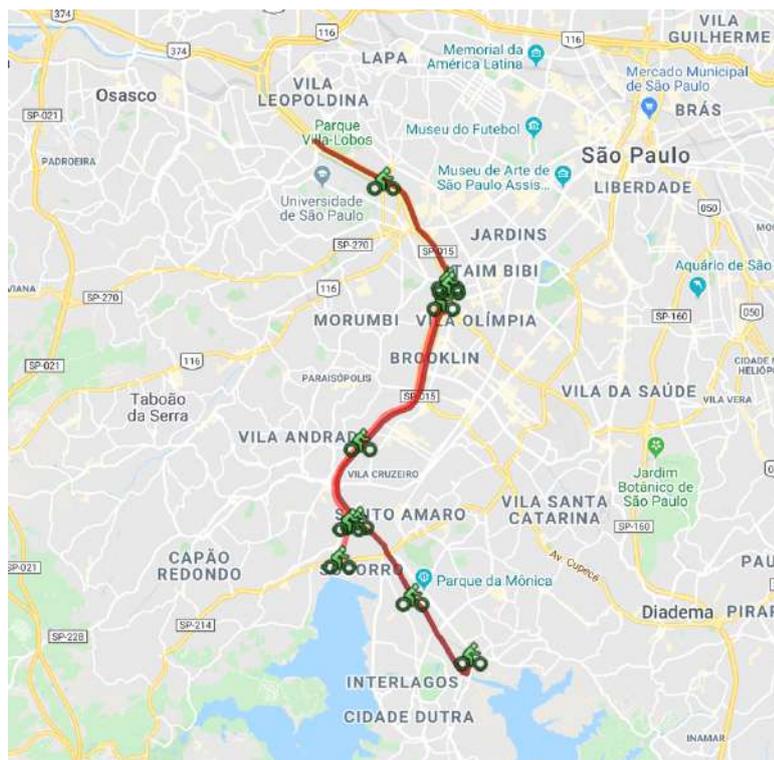
Ao longo desses 20 anos de Pomar Urbano, 22 dos 28 trechos já tiveram projeto paisagístico implantado, obtendo-se nesses casos o apoio privado somente para a manutenção. Considerando árvores, palmeiras, arbustos e forrações, foram plantadas 300.000 mudas de 250 espécies diferentes (SÃO PAULO, 2011).

Ciclovía Rio Pinheiros

Inaugurada em 2010, a Ciclovía Rio Pinheiros tinha inicialmente 14 km de extensão. Hoje, ela conta com 21,2 km, cobrindo quase toda a extensão do Rio Pinheiros (25 km), sendo a maior ciclovía da região metropolitana de São Paulo.

O fato de a ciclovía estar localizada em uma área plana, e por estar isolada do tráfego de pessoas e veículos – uma vez que de um lado há o rio e do outro está a linha de trem da CPTM e a Marginal Pinheiros – faz com que o deslocamento de bicicleta seja mais rápido que o usual e mais seguro, pois protege o ciclista dos automóveis.

No entanto, atualmente ela é mais utilizada para lazer do que para os deslocamentos diários tais como ir ao trabalho ou à escola. Isso decorre em virtude de dois principais fatores. O primeiro deles é o horário de funcionamento, uma vez que a ciclovia é aberta ao público somente durante o dia, das 5h30 às 18h00, devido à ausência de sistema de iluminação noturna. O segundo é a quantidade de acessos oferecidos que, além de poucos, são distantes uns dos outros. Hoje, a ciclovia conta ao todo com 13 acessos, sendo 4 deles na Área de Estudo delimitada (Mapa 2).



Mapa 2: Ciclovia Rio Pinheiros
Fonte: Google Maps (2019)

Programa do Novo Rio Pinheiros

Divulgado em 2019, o Programa do Novo Rio Pinheiros é um projeto do Governo do Estado de São Paulo cujo objetivo é devolver o rio Pinheiros limpo para a população até 2022. Este projeto prevê intervenções nas áreas de todas as sub-bacias dos grandes afluentes do Rio Pinheiros onde vivem cerca de 3,3 milhões de pessoas. Entre estas intervenções estão a limpeza e manutenção dos cursos d'água por meio de adequações no sistema de esgotamento sanitário para as pessoas que moram próximas a esses cursos e programas de educação ambiental. As áreas que receberão investimentos maciços são as

bacias do Pirajuçara, Jaguaré, Cachoeira, Guido Calou, Cordeiro e Água Espraiada, entre outras.

O projeto é uma ação realizada pela Sabesp e outros órgão estaduais coordenado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.

Capítulo 5. Características Físico-Ambientais

Área de Estudo

São Paulo é uma das cidades mais populosas do mundo, com cerca de 12 milhões de habitantes em sua extensão territorial de 1.521,11 km² (Emplasa, 2018). A Área de Estudo (Mapa 3) delimitada entre a Ponte do Jaguaré e a Ponte Engenheiro Roberto Rossi Zuccolo, por sua vez, corresponde a 10.404.580 m² (~ 10,4 km²), que equivale a 0,7% da área total da cidade. Embora constitua um percentual de área pequeno, se comparado ao território da cidade como um todo, essa é uma área de grande relevância ambiental e urbana.



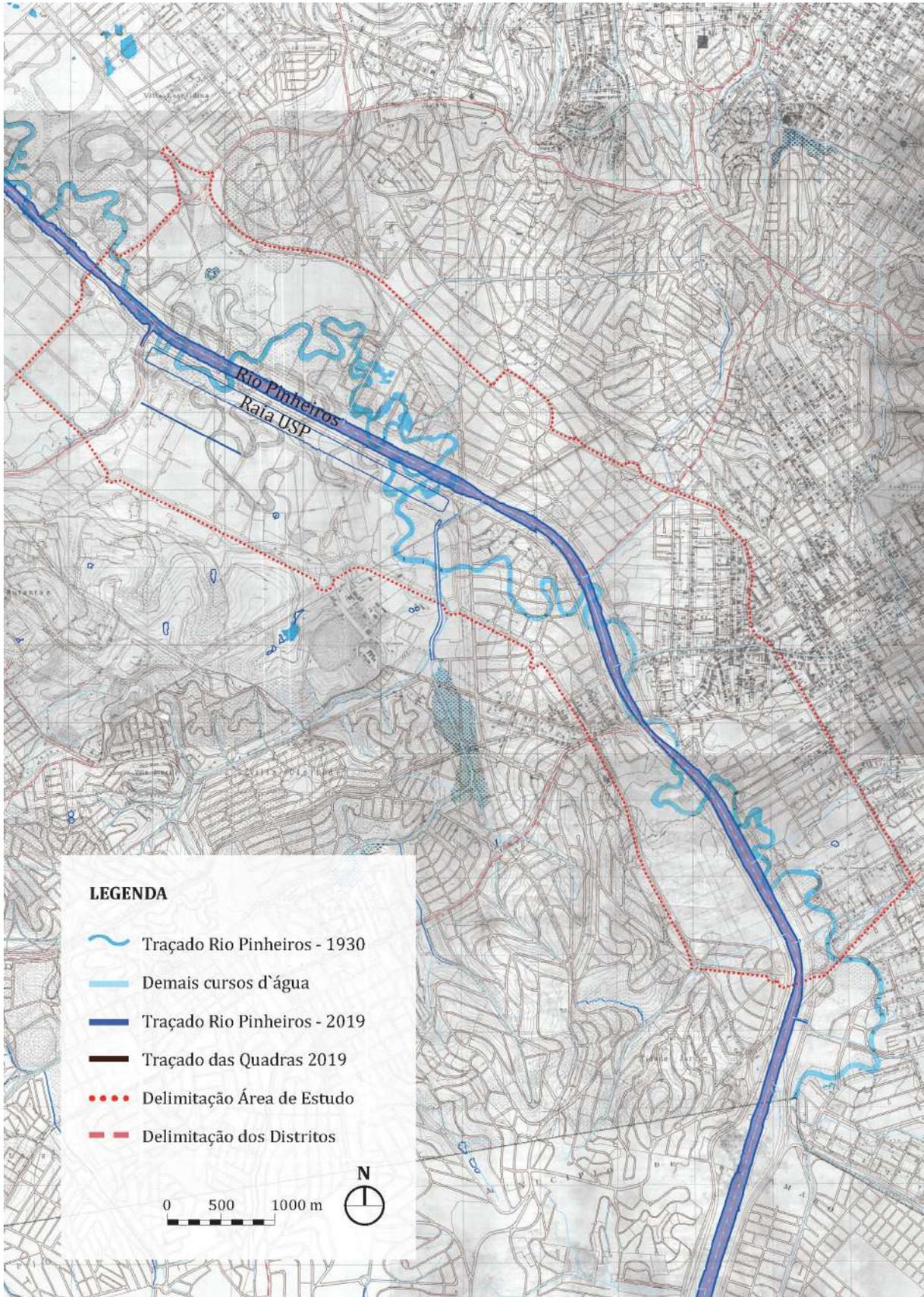
Mapa 3: Planta de Situação

Fonte: Foto Aérea - Geosampa (SMDU-PMSP); Quadra Viária - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Ao resgatarmos os mapas do Sara Brasil (1930) com o traçado do antigo leito do Rio Pinheiros e sobrepô-los sobre os mapas atuais (2019), observa-se que muitas ruas foram executadas sobre os aterros de seus meandros, havendo trechos em que o traçado original apresenta distância superior a quinhentos metros em relação ao atual canal – tornando evidente a demasiada transformação em seu traçado original (Mapa 4).

Junto com a transformação de seu traçado, verifica-se a transformação de sua função. O rio que outrora era utilizado como fonte de água potável, de lazer e de transporte fluvial, possibilitando a relação direta e saudável entre ser humano e natureza, foi isolado do convívio com a população a partir da inauguração das vias expressas em suas marginais (1957). Nas décadas seguintes, o rio Pinheiros passou a receber esgoto doméstico e resíduos industriais. Aos poucos, suas marginais foram perdendo suas matas ciliares, sua vegetação natural foi se extinguindo e o rio tornou-se cada vez mais poluído – vindo a ser um canal de esgoto a céu aberto, como conhecido hoje.

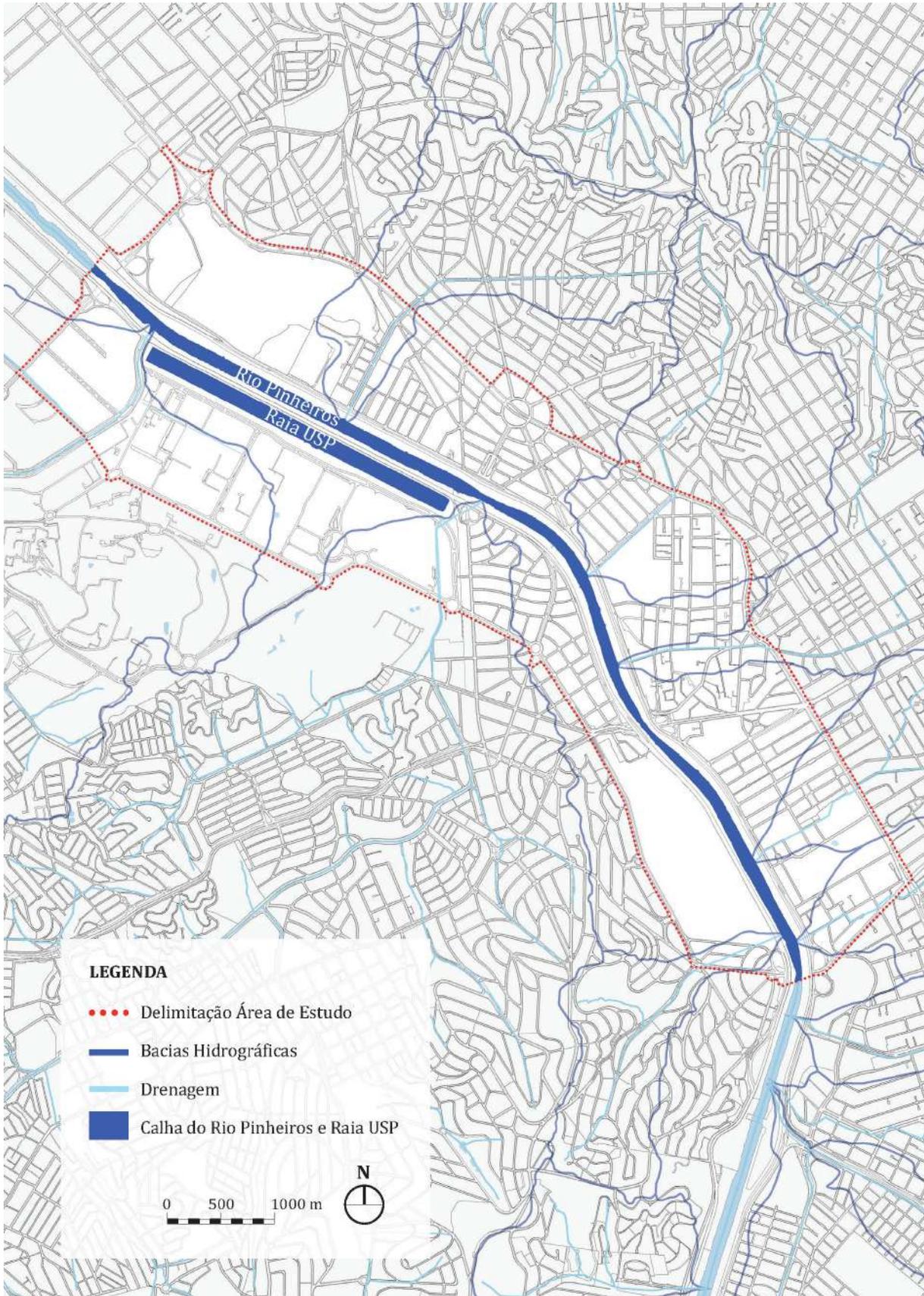


Mapa 4: Traçado do Rio Pinheiros | 1930 x 2019

Fonte: Foto Aérea - Geosampa (SMDU-PMSP); Quadra Viária - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Dentre as razões que justifiquem sua relevância ambiental vale destacar o fato de o Rio Pinheiros ser um dos principais cursos d'água (Mapa 5) que banha a cidade de São Paulo e por ser uma área que contém manchas de áreas verdes consideráveis, se comparadas com as demais áreas da cidade. No que se refere à sua relevância urbana, ressalta-se que a área de estudo está inserida em um dos principais eixos viários da cidade, a via Marginal Expressa Pinheiros.



Mapa 5: Bacias Hidrográficas
Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna
Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)

Para o reconhecimento da Área de Estudo que será apresentado na sequência, foram consideradas fotos aéreas, tanto de 1930 (Sara – Brasil) quanto de 2019 (PMSP) e dados georreferenciados, ambos encontrados em arquivos digitais disponibilizados pela Prefeitura de São Paulo na plataforma online Geosampa.

Superfícies do Relevo

As superfícies do relevo de uma determinada área possuem papel relevante na orientação do uso do solo tanto para as atividades agrícolas, quanto para as urbanas. No caso das atividades urbanas, o reconhecimento dessas superfícies é essencial principalmente para a execução de projetos relativos às obras viárias, exploração de recursos naturais, lazer e turismo. Por isso, seu entendimento insere-se no diagnóstico das condições ambientais, contribuindo para orientar a alocação, ou ainda relocação, de assentamentos relacionados às atividades humanas.

Segundo observação feita a partir de dados obtidos na Prefeitura Municipal de São Paulo, nota-se que as Superfícies do Relevo (Mapa 6) predominantes na Área de Estudo são as superfícies de Planícies Aluviais e a de Terra Mole e Solo Compressível.



Mapa 6: Superfícies do Relevo
Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Planícies Aluviais²¹, conhecidas popularmente como várzeas, são terrenos planos ou pouco inclinados junto a cursos d'água, criados a partir da deposição de sedimentos ou detritos transportados por um ou mais rios, criando um solo constituído de argila e areia. Essas áreas são naturalmente suscetíveis a inundações. Em época de cheia, o canal fluvial extravasa e inunda a região da planície. Essas inundações são ampliadas com a impermeabilização do solo, causada pelo grande número de edificações e pela pavimentação da superfície do terreno, impedindo a infiltração das águas das chuvas que alimentam os aquíferos e proporcionando um grande escoamento superficial diretamente para os canais dos rios, que por sua vez não suportam o volume excessivo de água e transbordam com mais facilidade e frequência que o normal. Embora seu índice de infiltração seja bom, ele é limitado pela pequena espessura do solo livre de água. Por possuir um solo úmido, essas áreas possibilitam a regeneração e desenvolvimento da vegetação e auxiliam na regulação da umidade relativa do ar e da temperatura (PMSP, 2011).

Solo Mole e Compressível, que faz parte da Planície Aluvial, é a típica várzea da Planície Aluvial permanentemente inundável. É um solo composto por sedimentos argilosos, ou seja, argilas moles ou areias argilosas fofas provenientes de deposição recente. Esse tipo de solo possui algumas características desfavoráveis como alta compressibilidade e baixa resistência ao cisalhamento; logo, possui recalque excessivo e ruptura da base quando carregado (PMSP, 2011).

Além das Superfícies do Relevo mencionadas acima, também estão presentes na Área de Estudo outras superfícies tais como a de Aterro, Gnaisse e Sedimento Terciário. Em termos percentuais temos (Gráfico 1): 4,5% de Água (trecho do rio Pinheiros - 512.340m²), 5,6% de Aterro (578.120 m²) situado no Parque Villa Lobos e no Parque Estadual Cândido Portinari, 0,7% de Gnaisse (76.629 m²), 84,3 % de Planície Aluvial²² e

²¹ Buscando a melhoria da clareza na definição de Planícies Aluviais, os parágrafos seguintes que abordam o tema foram parcialmente alterados em virtude das sugestões e esclarecimentos feitos tanto pelo professor José Guilherme Schutzer quanto pela professora Monica Machado Stuermer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.

²² Baseado na classificação extraída do Geosampa 38,5% (4.001.467 m²) Planície Aluvial e 45,8% de Terra Mole e Solo Compressível (4.768.504 m²).

0.3% de Sedimento Terciário (33.085 m²). Observa-se que o percentual de área de Planície Aluvial junto ao de Terra Mole corresponde a cerca de 84% da Área de Estudo.

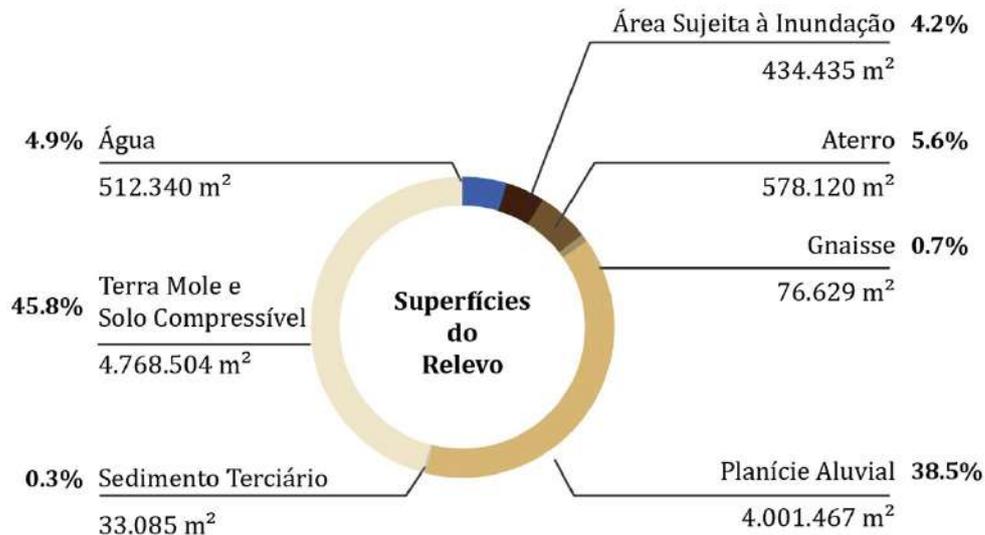


Gráfico 1: Percentual de Áreas por Tipologia das Superfícies de Relevo

Fonte: Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

*% relativo à área total em m² da Área de Estudo (10.404.580 m²)

A partir da observação da superfície de relevo junto ao Perfil de Elevação de alguns trechos da Área de Estudo²³ (Figura 11; Figura 12; Figura 13; Figura 14; Figura 15; Figura 16), observam-se características que favorecem usos que envolvam a contemplação da paisagem, educação ambiental, conservação da Fauna e Flora, entre outros.

²³ As áreas levantadas apresentadas nos gráficos são aproximadas e foram calculadas pela autora por meio de softwares específicos para análise de dados georreferenciados disponíveis no portal GeoSampa <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>.

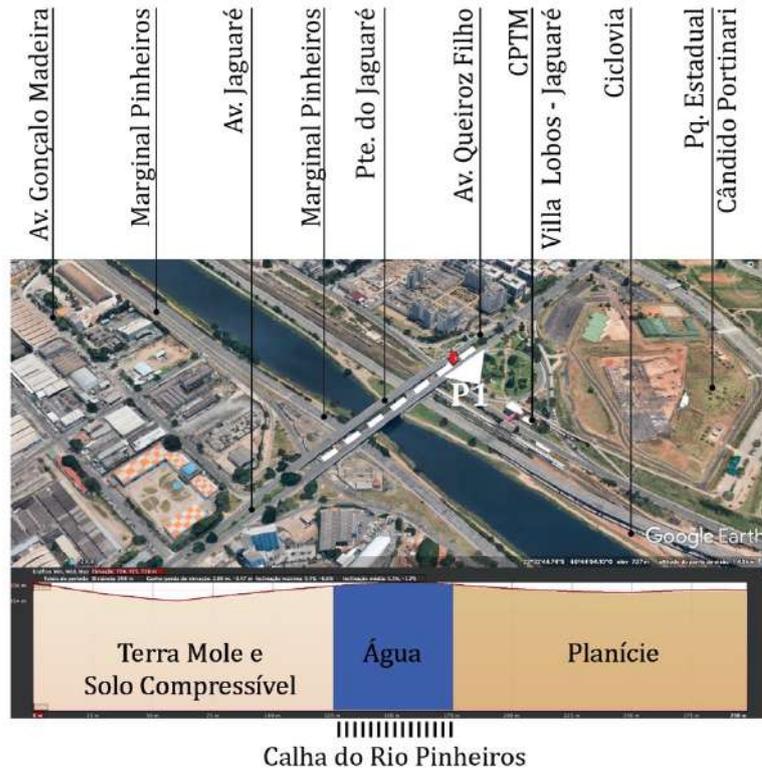


Figura 11: Perfil de Elevação 1: Ponte do Jaguaré
Referência: (SCHUTZER, 2012)

Fontes: Imagem - Google Earth; Geologia - Geosampa (SMDU-PMSP)
Elaboração e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

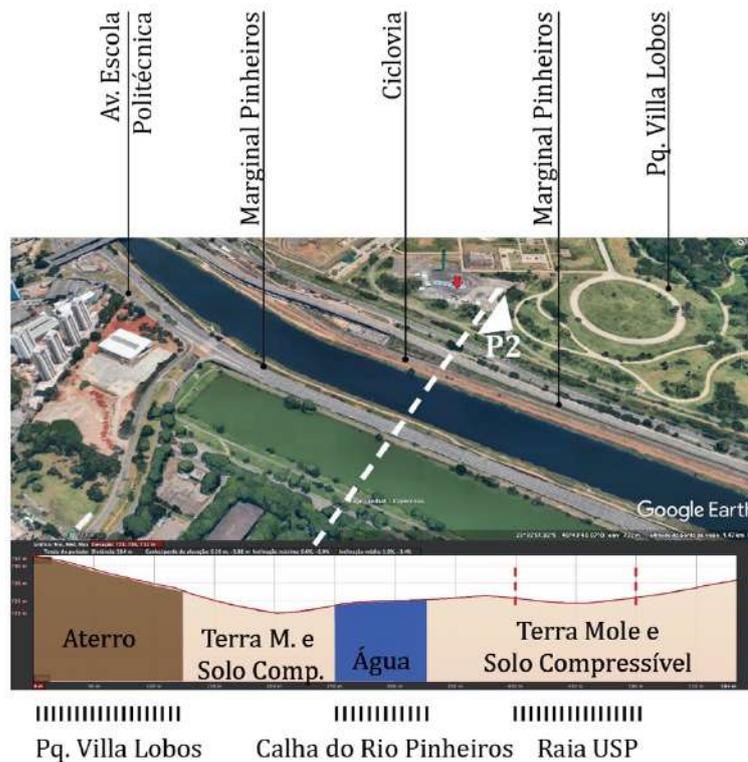


Figura 12: Perfil de Elevação 2: Raia USP – Parque Villa Lobos
Referência: (SCHUTZER, 2012)

Fontes: Imagem - Google Earth; Geologia - Geosampa (SMDU-PMSP)
Elaboração e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

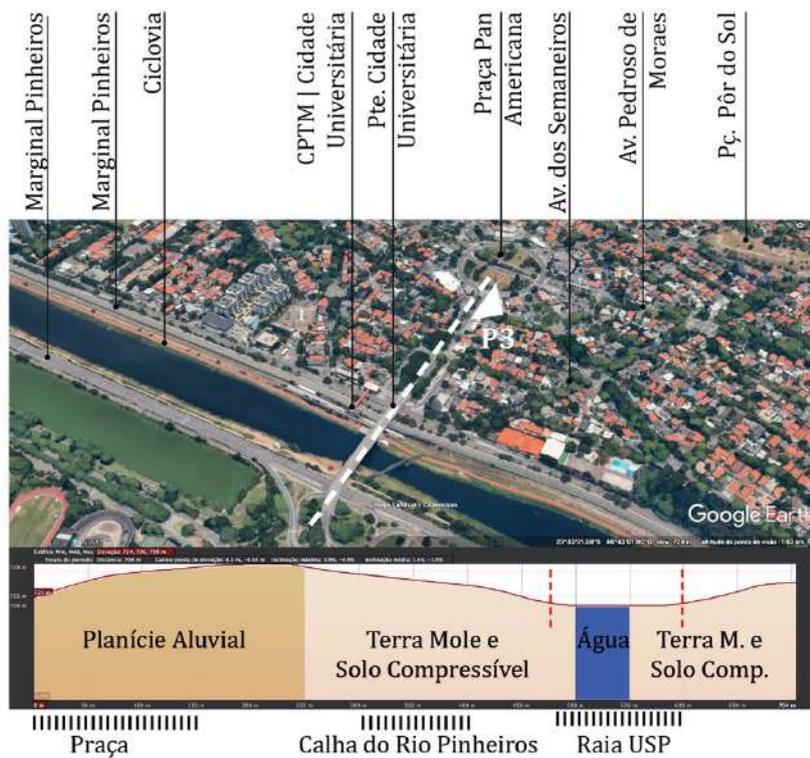


Figura 13: Perfil de Elevação 3: Ponte Cidade Universitária
 Referência: (SCHUTZER, 2012)
 Fontes: Imagem - Google Earth; Geologia - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

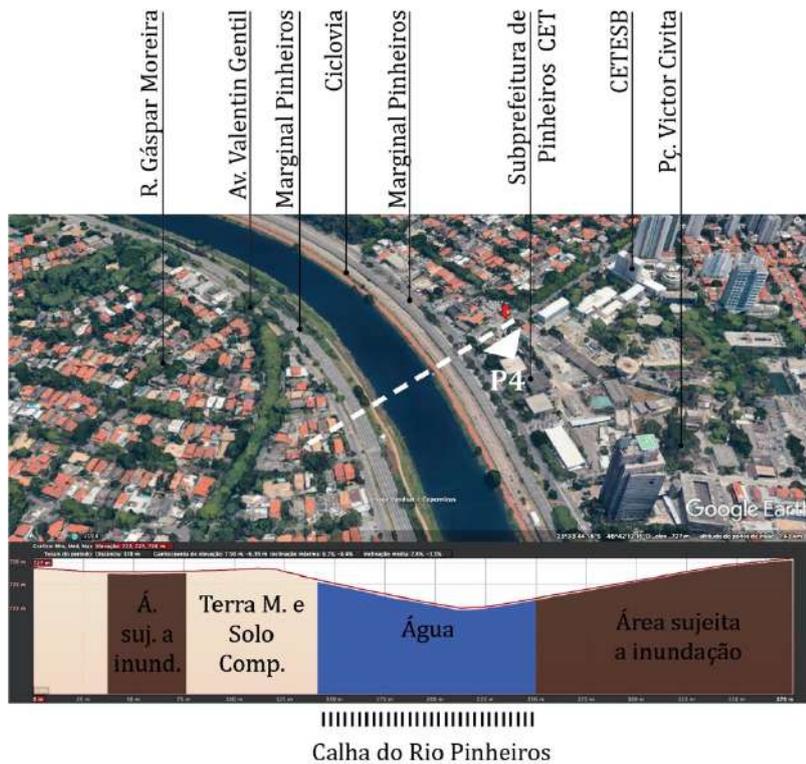


Figura 14: Perfil de Elevação 4: CET - Pinheiros
 Referência: (SCHUTZER, 2012)
 Fontes: Imagem - Google Earth; Geologia - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

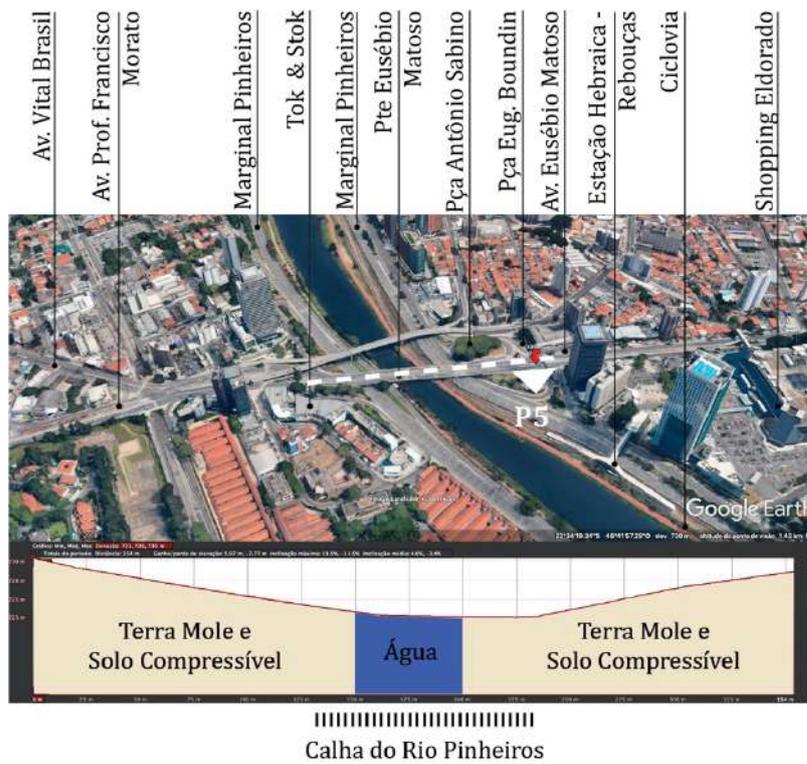


Figura 15: Perfil de Elevação 5: Ponte Eusébio Matoso.

Referência: (SCHUTZER, 2012)

Fontes: Imagem - Google Earth; Geologia - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

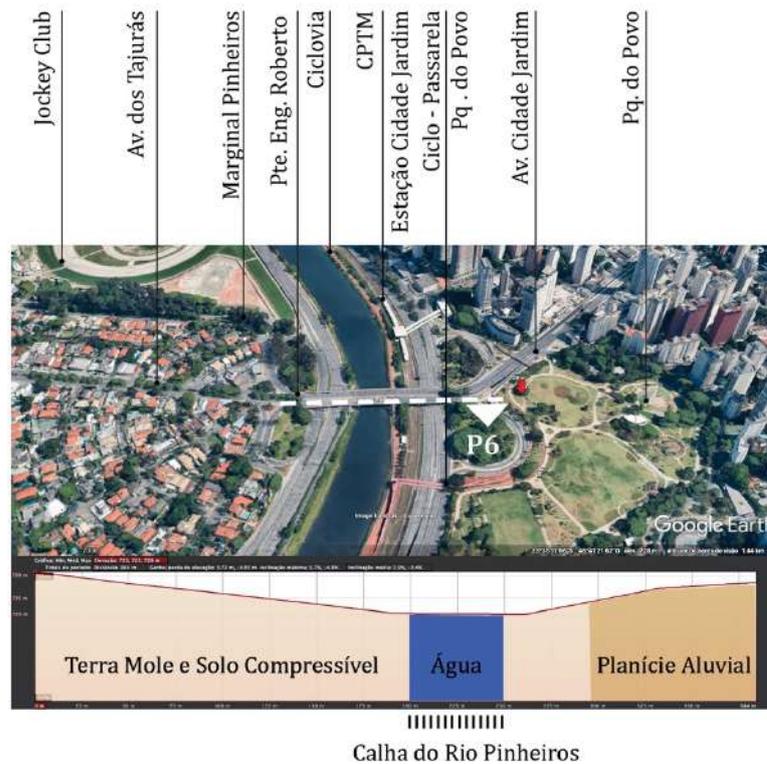


Figura 16: Perfil de Elevação 6: Ponte Engenheiro Roberto Rossi Zuccolo.

Referência: (SCHUTZER, 2012)

Fontes: Imagem - Google Earth; Geologia - Geosampa (SMDU-PMSP)

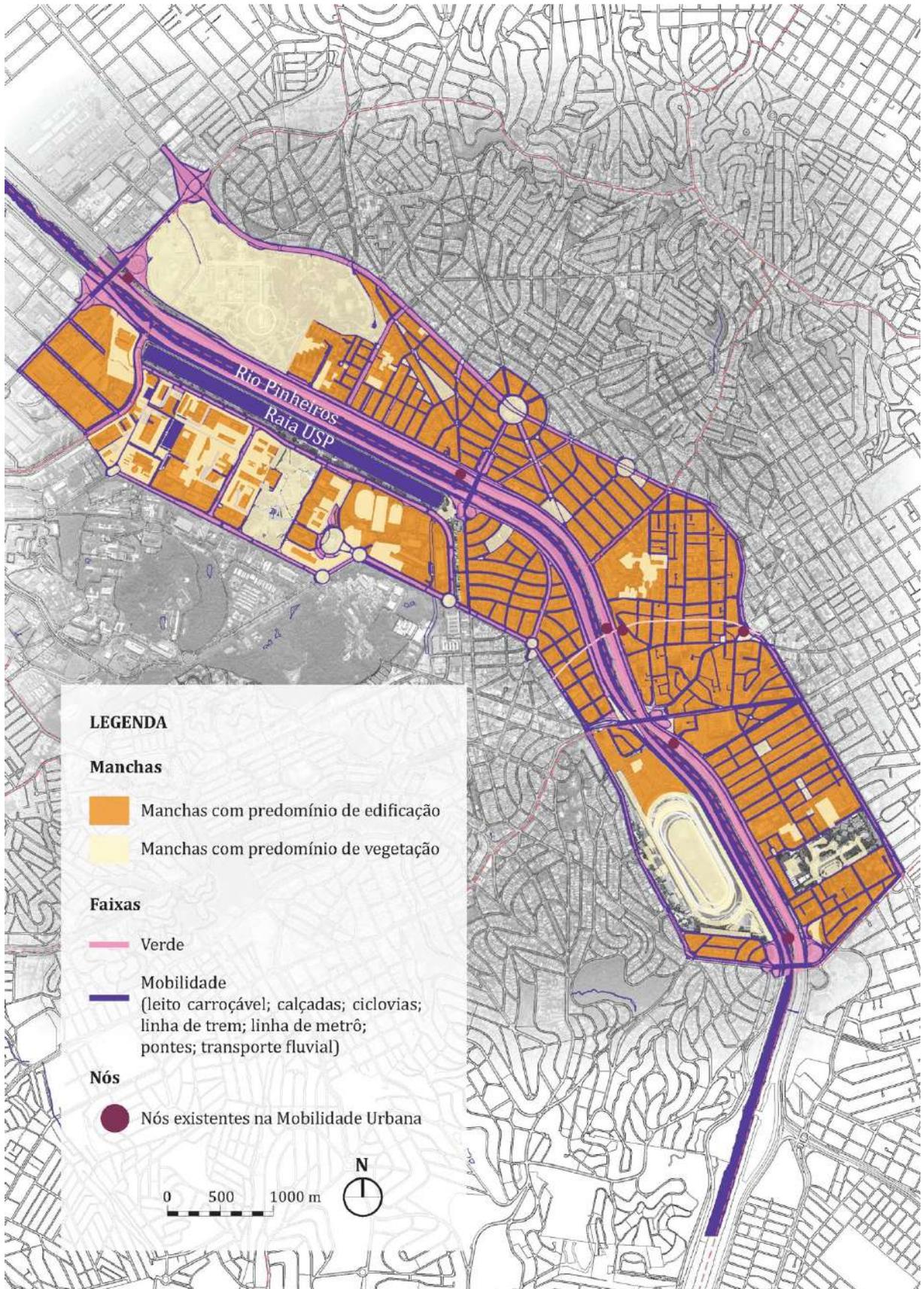
Elaboração e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

As áreas de planícies aluviais e as áreas de solo mole e compressível são áreas com características inerentes aos processos da dinâmica natural dos rios, cujos limites devem ser respeitados, devendo-se evitar ocupação nessas áreas; porém, caso haja ocupação, esta deve fundamentar-se em conhecimento técnico-científico e em um planejamento urbano ambiental adequado.

Com base nas características apresentadas da Superfície de Relevô da Área de Estudo, verifica-se que a área possui notável potencial de uso Ambiental Urbano. Ambiental, por ser uma área favorável à conservação da biodiversidade e ao crescimento e desenvolvimento da flora, principalmente espécies arbóreas. Urbana, por ser acessível para a população mediante a possibilidade da existência de um parque linear extenso, bem como de áreas recreacionais diversas para fins de contemplação no meio urbano, lazer e educação ambiental. Também apresenta potencial urbano por ser uma área favorável a implantação do transporte cicloviário e fluvial, favorecendo assim a mobilidade urbana. Logo, é uma área onde é possível estimular as quatro categorias dos serviços ecossistêmicos (Abastecimento; Regulação; Cultural; Suporte) e deve ser incorporada na infraestrutura urbana de forma a ressaltar a presença de extensas áreas verdes urbanas para uso da população.

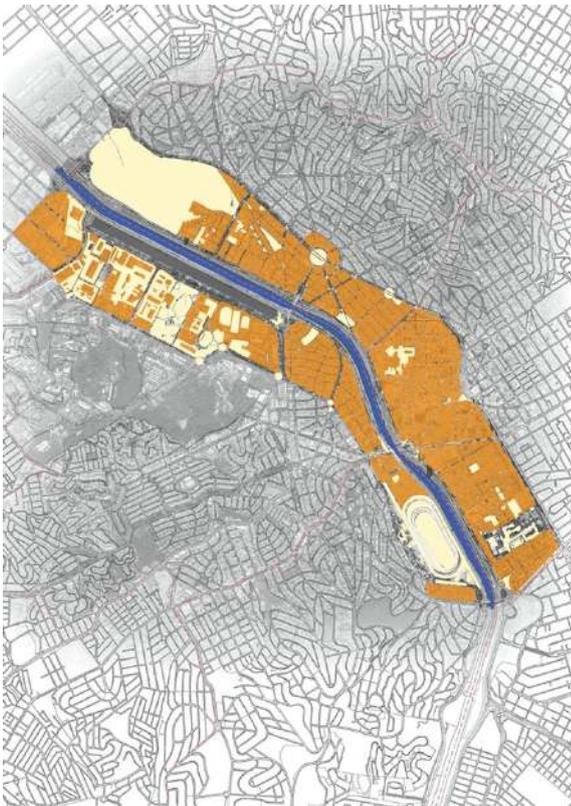
Mosaico Territorial (FORMAN, 1995)

Utilizando do conceito de Mosaico Territorial e do modelo “mancha – corredor – matriz”, ambos propostos por Forman (1995), foram observados por meio de fotos aéreas alguns tipos de manchas e corredores, ou faixas que se destacam no Mosaico Territorial da Área de Estudo (Mapa 7), ou da matriz estudada.

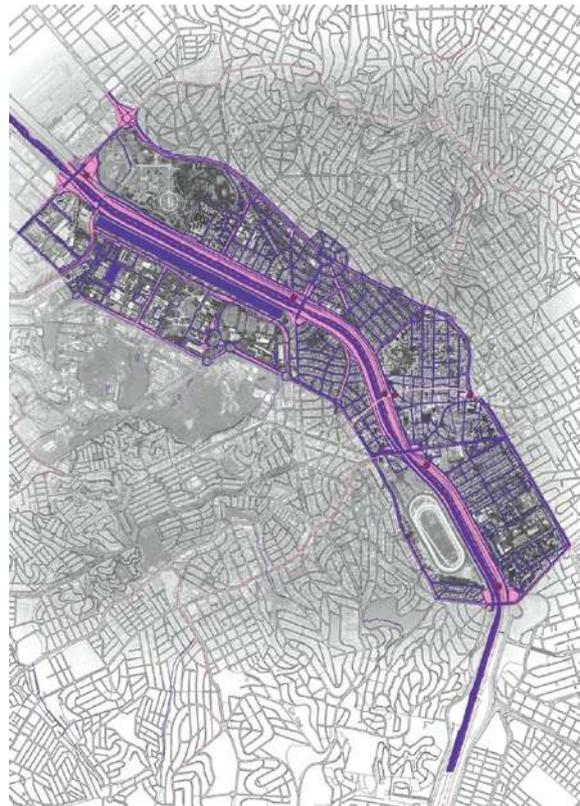


Mapa 7: Mosaico Territorial da Área de Estudo
 Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Tanto as manchas (Mapa 8) quanto as faixas (Mapa 9), em um primeiro momento, foram classificadas em dois grupos: manchas com predomínio de edificação, manchas com predomínio de vegetação, faixas verdes e faixas de mobilidade (leito carroçável, calçadas, ciclovias, linhas de trem e de metrô, pontes, transporte fluvial, entre outros). Além das manchas e faixas, foram considerados e pontuados alguns nós existentes referentes à mobilidade tais como terminais de ônibus e/ou trem e estações de metrô.



Mapa 8: Mosaico Territorial – Manchas
Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna



Mapa 9: Mosaico Territorial – Faixas
Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Por meio do Mapa 8 é possível constatar o predomínio das manchas edificadas que compreendem a 42% (4.418.350 m²) da Área de Estudo. Ainda, a despeito de seu potencial para uso Ambiental Urbano, ao somarmos esses 42% de área edificada, junto a 16% da área atribuída ao viário (1.664.290 m²), pode-se afirmar que pelo menos 58% da Área de Estudo é impermeável. Sendo assim, é indispensável a criação de mais áreas verdes na Área de Estudo. Para isso, destaca-se a implantação de elementos de IEV como parte considerável da solução.²⁴

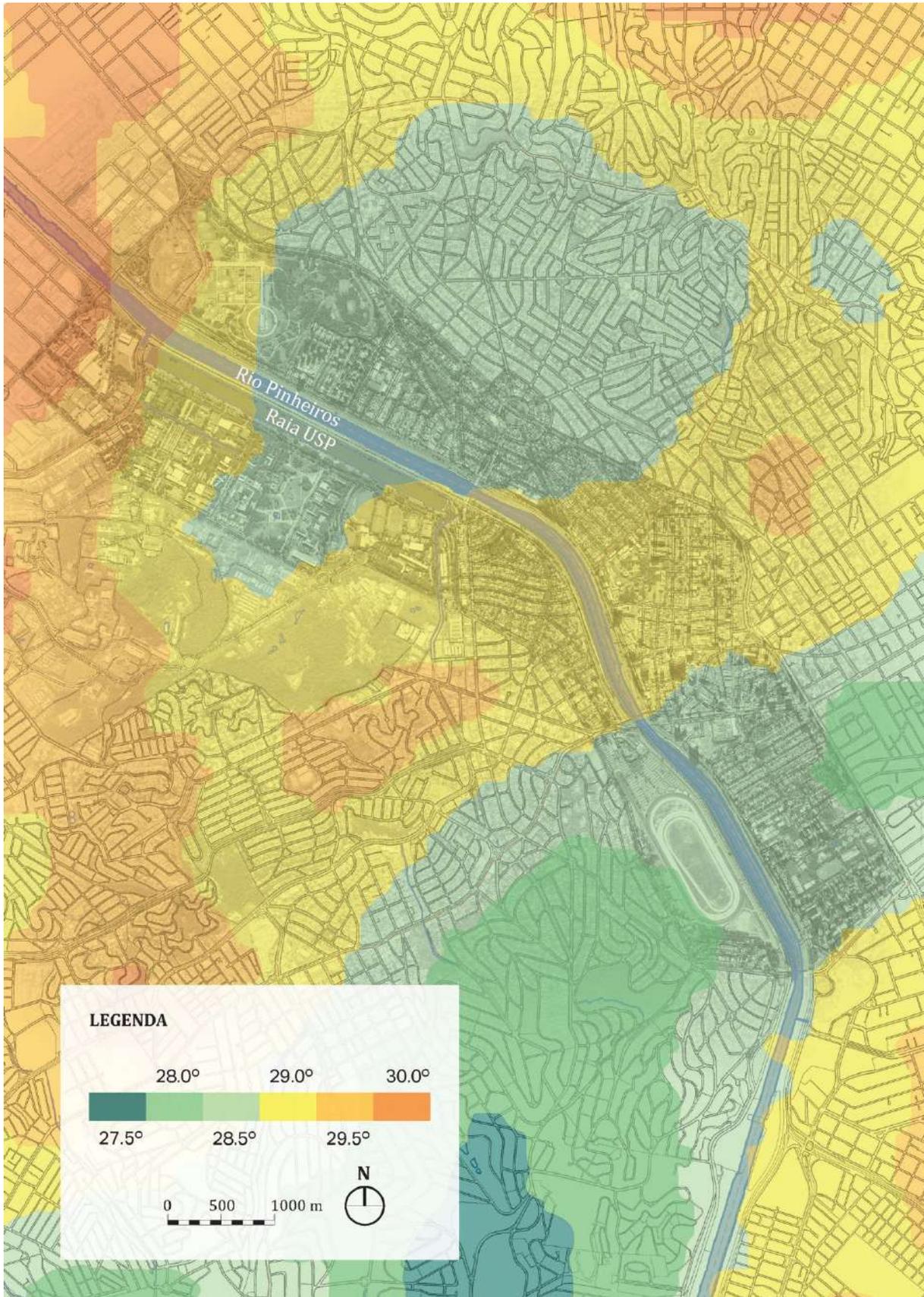
Por exemplo, dentre algumas das medidas que favorecem a criação dessas áreas vale ressaltar a determinação, mediante ao Plano Diretor da Cidade, das edificações disporem de maior área verde – tanto dentro de seus lotes, quanto em suas calçadas – em seus projetos e a fiscalização para fomentar o cumprimento da determinação, a criação de mais praças e parques, a implantação de um projeto adequado de arborização urbana adequado que favoreça a conectividade das áreas verdes e, sempre que possível, priorizar a criação e implantação de elementos que favoreçam a permeabilidade do solo tais como as tipologias de IEV²⁵ (Croqui 1; Croqui 2; Croqui 3; Croqui 4; Croqui 5; Croqui 6; Croqui 7).

Temperatura Aparente da Superfície (Atlas Ambiental, 1999)

Outro dado considerado é a temperatura aparente da superfície ilustrado no Mapa 10 abaixo:

²⁴ Este parágrafo foi parcialmente alterado em virtude das sugestões e esclarecimentos feitos pelo professor José Guilherme Schutzer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.

²⁵ Ver Capítulo 1, item 1.2. – *Infraestrutura Verde e Azul* onde podem ser encontradas as tipologias de infraestrutura verde e azul.



Mapa 10: Temperatura Aparente da Superfície

Fonte: Dados - Atlas Ambiental do Município de São Paulo (1999) – Banda Termal (TM6+) do Satélite Landsat. -7 ETM+, cena 03/09/1999 às 9:57h – Processamento: SVMA/ ATLAS

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

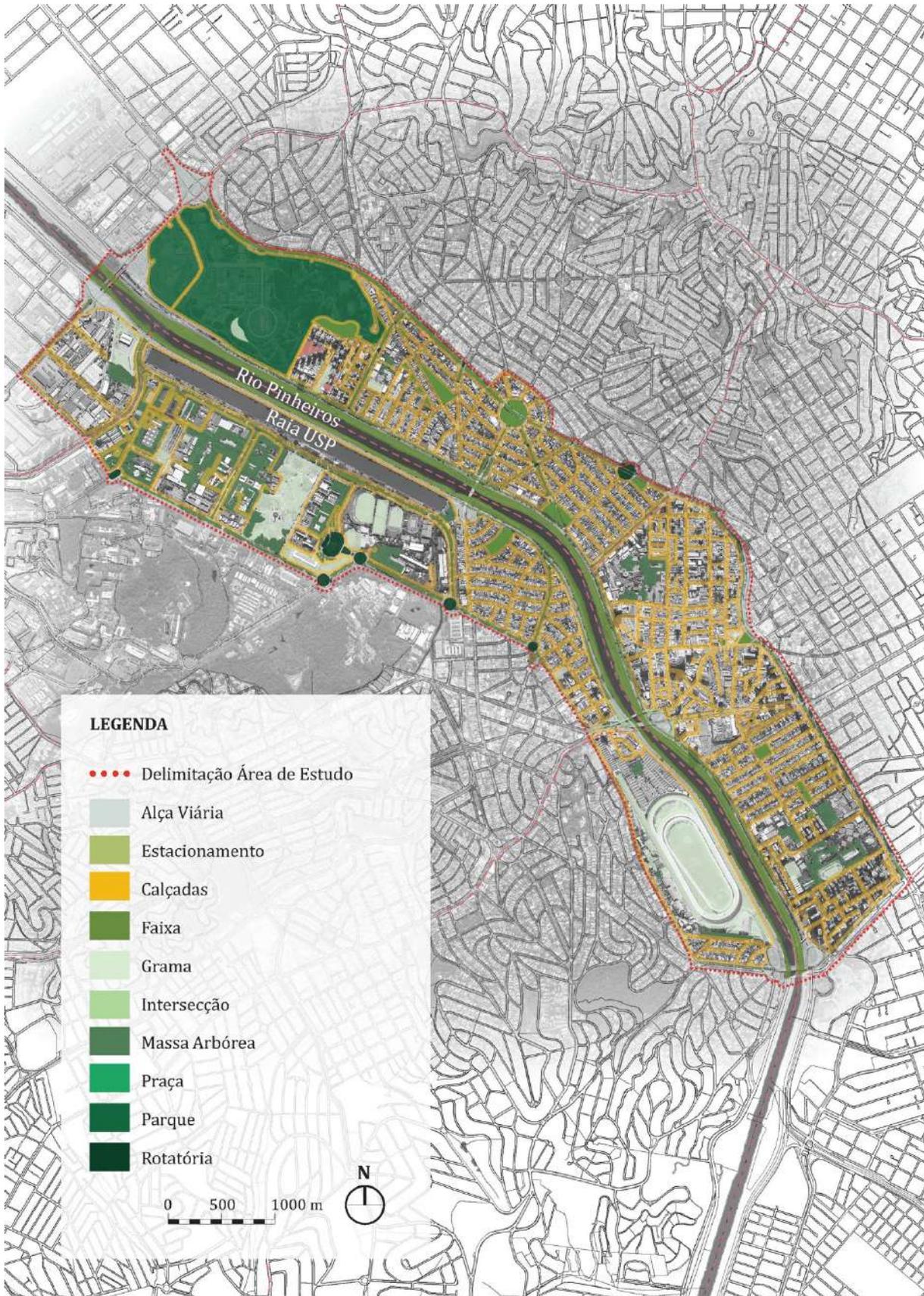
Nota-se que as temperaturas mais elevadas ocorrem nas áreas mais pavimentadas e que possuem maior concentração de edifícios. As temperaturas mais amenas, por sua vez, ocorrem em áreas que apresentam manchas verdes com cobertura vegetal considerável como, por exemplo, as áreas próximas aos Parques Villa Lobos, Parque Alfredo Volpi e da Reserva Ecológica do Morumbi. Com base nessa observação, é possível afirmar que a implantação de elementos de IEV minimiza os efeitos de ilhas de calor e contribui para a melhoria da regulação da temperatura ambiente. Ademais, essa contribuição pode ser potencializada com a implantação de uma rede conectada de IEV.

Manchas Verdes ou Superfícies de Evapotranspiração²⁶

Ao considerarmos as manchas verdes, também consideradas nesta pesquisa como superfícies de evapotranspiração, existentes em uma área, é importante classificar tais manchas para que se possa investigar as possibilidades de melhoria ambiental urbana. Dito isso, as manchas verdes existentes da Área de Estudo em questão foram classificadas de acordo com sua tipologia²⁷ encontrada na paisagem urbana (Mapa 11): Alça Viária, Bolsão de Estacionamento, Faixas, Grama, Intersecção, Massa Arbórea, Praça, Parque e Rotatória. Ainda, foram consideradas as áreas de calçadas.

²⁶ Terminologia sugerida pelo professor José Guilherme Schutzer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.

²⁷ A classificação feita das tipologias das manchas verdes foram feitas pela autora com base no presente papel funcional da mancha verde na paisagem urbana.



Mapa 11: Manchas Verdes ou Superfícies de Evapotranspiração

Fonte: [Dados](#) - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Convertendo essas áreas em percentual em relação à Área de Estudo, temos:

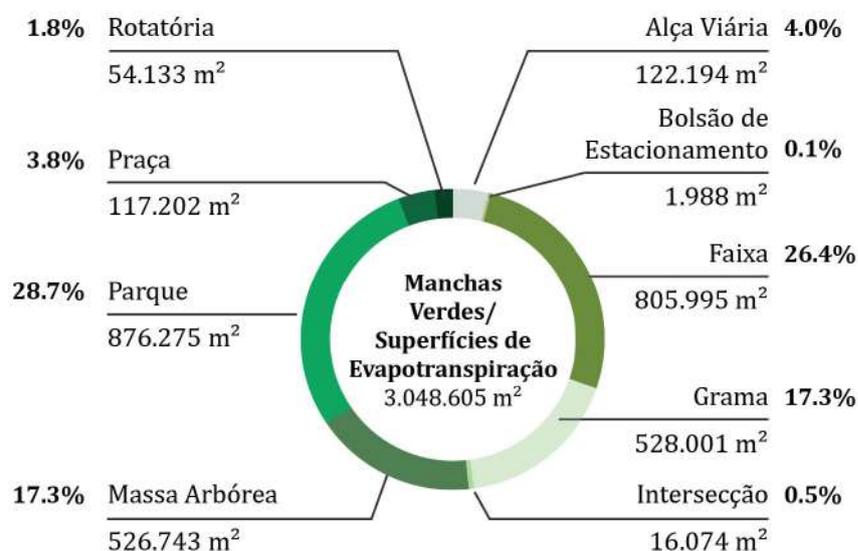


Gráfico 2: Percentual de Áreas de Manchas Verdes Existentes ou Superfícies de Evapotranspiração por Tipologia
 Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna
 *% relativo à área total em m² da Área de Estudo (10.404.580 m²)

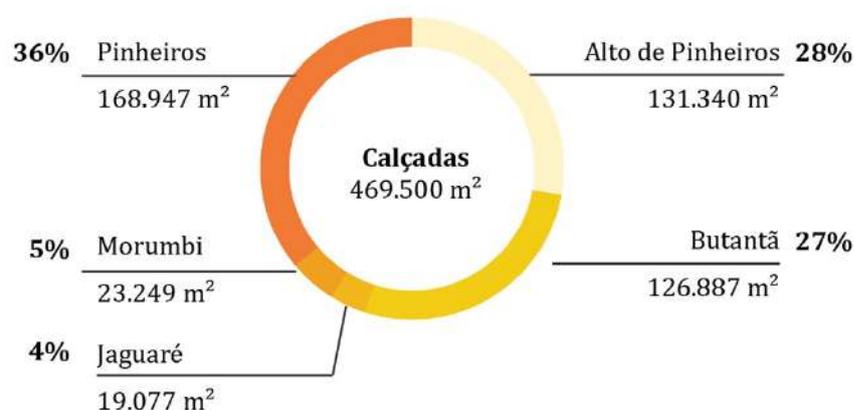


Gráfico 3: Percentual de Áreas de Calçadas por Distrito
 Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna
 *% relativo à área total em m² da Área de Estudo (10.404.580 m²)

Por meio da observação do Mapa 11 e dos gráficos Gráfico 2 e Gráfico 3, pode-se afirmar que ao considerarmos as Áreas Verdes existentes mais as calçadas, a Área de Estudo possui pelo menos cerca de 34% de área com potencial de melhoria (Gráfico 4).

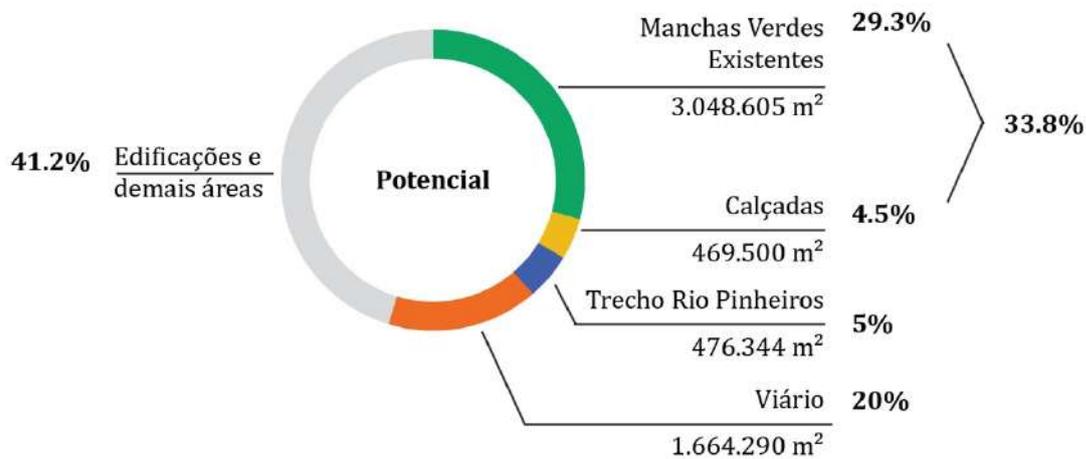
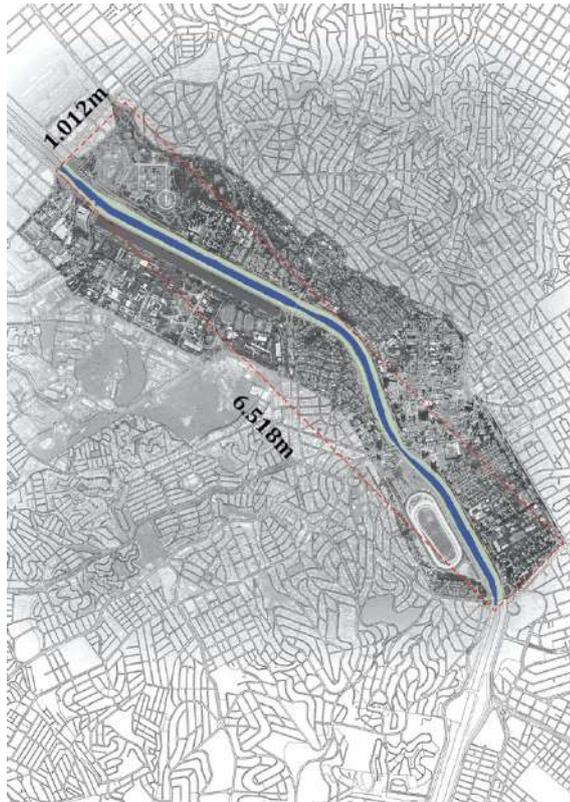


Gráfico 4: Percentual de Áreas em Potencial de Melhoria
 Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna
 *% relativo à área total em m² da Área de Estudo (10.404.580 m²)

Outra observação feita foi em relação ao potencial da Área de Estudo relacionado à questão do fluxo de espécie, principalmente a área que abrange as margens junto à calha do Rio Pinheiros. Este potencial foi avaliado a partir do estudo visual do Mapa 12 abaixo, bem como o cálculo da extensão²⁸ de sua forma.

²⁸ Ver Capítulo 1, tópico “Extensão”.



Mapa 12: Cálculo Extensão
sendo comprimento = 6.518 m x largura = 1.012 m
Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP); (SUASSUNA, et al., 2019)
Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

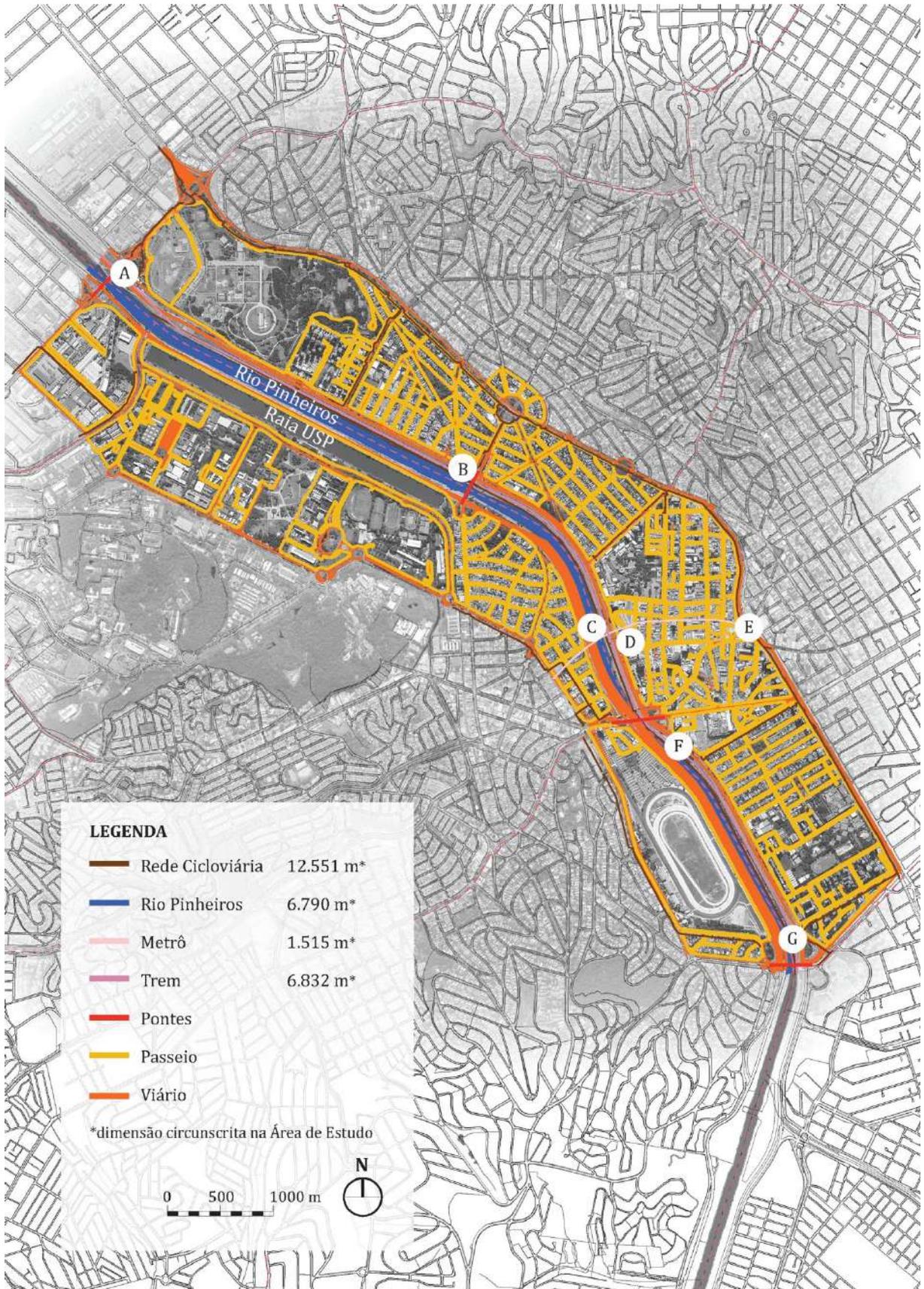
Com base no estudo visual, verifica-se que sua forma é mais linear e menos circular. Já com base no resultado obtido do cálculo de sua extensão ($E = \frac{w}{l} = 0.16$, sendo $w = 1.012\text{m}$ e $l = 6.518\text{ m}$), constatou-se que o potencial da área é mais propício para fluxo de espécies e para abrigar mais espécies de borda.

Isto posto, estas áreas de faixas verdes deveriam ser faixas significantes na paisagem, as quais deveriam favorecer o conforto climático, o aumento da capacidade de infiltração das águas pluviais, o fluxo de espécies, sobretudo polinizadoras, e o bem-estar de seus frequentadores, contribuindo diretamente na questão socioambiental urbana e qualificando os espaços públicos para serem mais bem usufruído por seus frequentadores. Para isso, recomenda-se que as calçadas sejam requalificadas e que um Parque Linear às margens do Rio Pinheiros seja criado.

Mobilidade Urbana

Diante de um cenário ambiental cada vez mais preocupante, a mobilidade urbana é um tema que tem ganhado destaque mundialmente. São consideradas infraestruturas de mobilidade urbana as vias e logradouros, além de ciclovias, hidrovias, metroviárias, estacionamentos e locais para embarque e desembarque. No Brasil, a infraestrutura das de nossas cidades perante o transporte urbano ainda necessita de melhorias e grandes investimentos.

As faixas de mobilidade, como denominadas nesta pesquisa, assim como as manchas verdes, foram classificadas em Rede Cicloviária, Rio Pinheiros, Metrô, Pontes, Passeio, Viário, conforme ilustrado no Mapa 13 abaixo:



Mapa 13: Mobilidade Urbana
 Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Sendo:

- A. Estação Villa-Lobos – Jaguaré
- B. Estação Cidade universitária
- C. Estação Pinheiros
- D. Estação Terminal Pinheiros
- E. Estação Hebraica – Rebouças
- F. Estação Faria Lima
- G. Estação Cidade Jardim

Transpondo essas áreas em percentual em relação à Área de Estudo, temos:

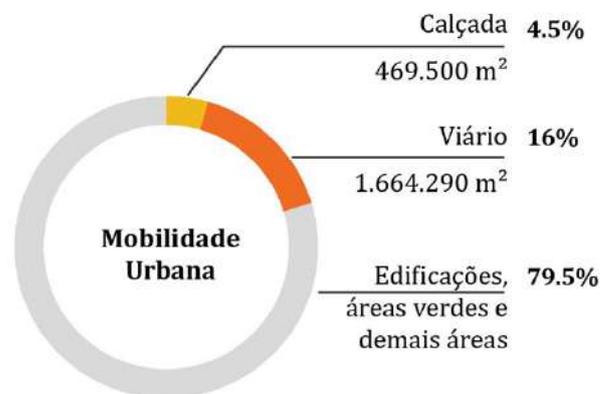


Gráfico 5: Percentual de Áreas de Mobilidade Urbana por Tipologia

Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

*% relativo à área total em m² da Área de Estudo (10.404.580 m²)

Ao somarmos o percentual existente de área de passeio junto ao percentual do viário, temos 20.5 % da Área de Estudo com potencial de valorização do espaço verde. Mediante ao aumento da área permeável nas calçadas é possível alcançar alguns benefícios que são usufruídos diretamente pela população, tais como paisagens mais agradáveis, harmonia comunitária e cultural, educação ambiental e redução da amplitude térmica em dias mais quentes – pois, ao aumentarem as taxas de infiltração de água no solo, diminui-se a absorção de calor do solo e, conseqüentemente, amenizam-se as ilhas de calor. É recomendável que essa área permeável seja recoberta por alguma vegetação como, de modo geral, grama, arbustos e árvores. No caso das árvores, vale referir os padrões de Distribuição de Árvores em Meio Urbano apresentados em Croqui 8, Croqui 9, Croqui 10,

Croqui 11, Croqui 12, Croqui 13 e Figura 4 e suas funções ecológicas, ou papéis funcionais apresentadas no Quadro 2.

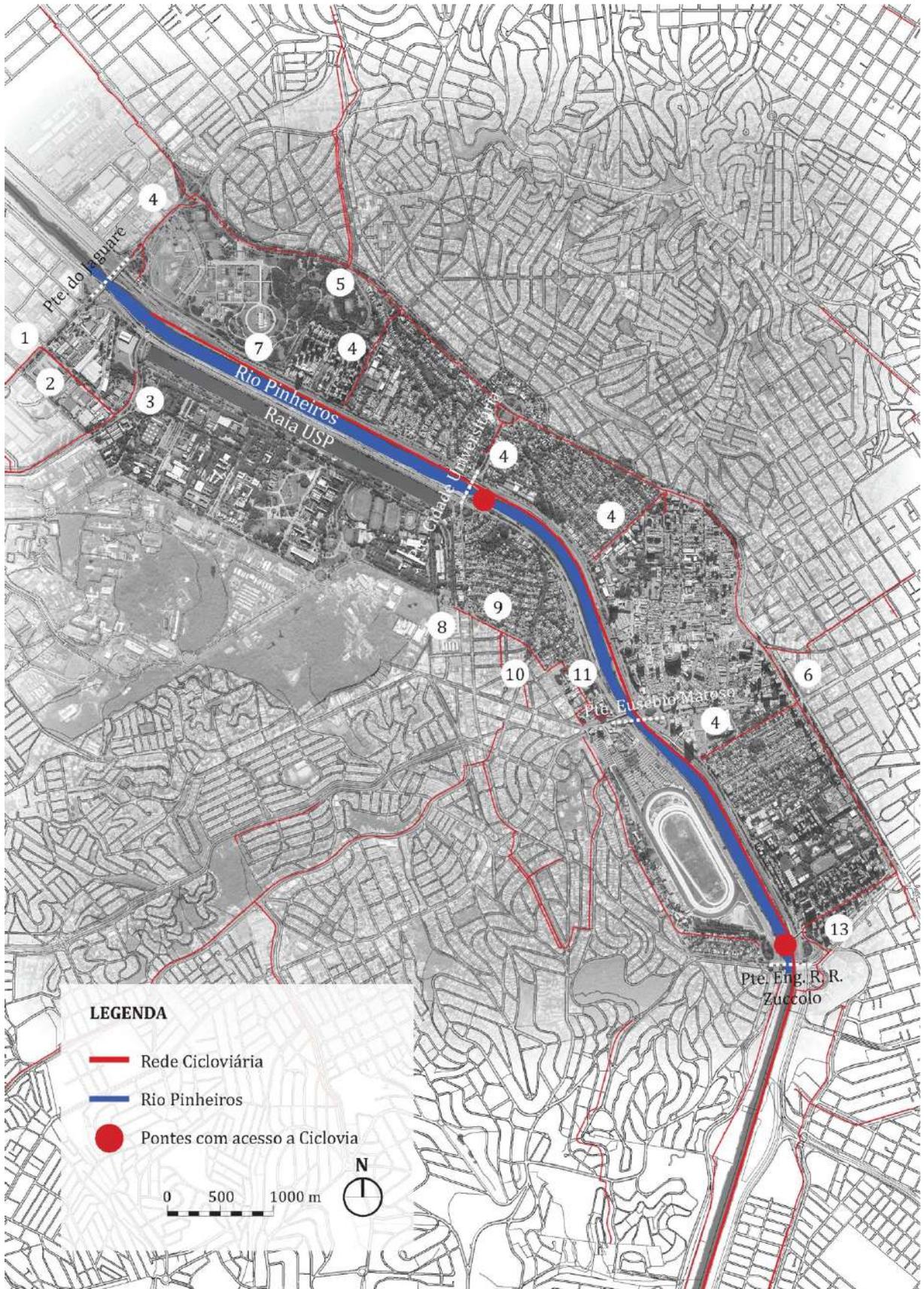
Além da população, o meio ambiente também se beneficia do aumento da área permeável nas calçadas e do plantio de vegetação, pois se estimulam as funções ecológicas habitat, condutor, filtro, fonte e sumidouro²⁹. Como mencionado anteriormente, as funções sofrem alterações a partir da largura e da conectividade da faixa, sendo esta última a responsável por elevar todas as demais funções. Sendo assim, a faixa verde do Rio Pinheiros e sua possibilidade de ser um grande parque linear tem grande potencial em conectar em um primeiro momento as manchas verdes localizadas na Área de Estudo como, por exemplo, a Cidade Universitária, o Parque Villa Lobos e o Parque do Povo e, em um segundo momento outras manchas verdes como, por exemplo, o Parque do Alfredo Volpi, o Parque Ibirapuera e a Reserva Ecológica do Morumbi que, embora não façam parte da Área de Estudo, sua conexão é imprescindível quando se considera a rede de IEV em sua totalidade. Como Parque Linear, a área oferecerá uma alternativa de rota dispersa para as espécies isoladas, sendo sua conectividade ecológica maior que as faixas das calçadas. Ainda que as funções ecológicas oferecidas pelas faixas verdes das calçadas sejam pequenas, elas são significativas principalmente para espécies de insetos polinizadores e espécies aviárias, e ao serem conectadas a faixas maiores, tornam-se elemento essencial para o fluxo de espécies.

Adicionalmente, a Área de Estudo tem grande potencial em viabilizar considerável melhoria na mobilidade urbana da cidade de São Paulo, consequentemente na questão ambiental urbana, por meio da Rede Ciclovária devido à suas características físicas especialmente as relacionadas à sua superfície de relevo. Além de contar com um trecho significativo da Ciclovía Rio Pinheiros, cerca de 32 % (6,78 km) de sua extensão, a Área de Estudo, conforme ilustrado no Mapa 14, abrange mais 12 ciclovias, sendo:

²⁹ Ver Capítulo 1, tópico “Corredores Verdes” onde há a descrição das funções ecológicas habitat, condutor, filtro, fonte e sumidouro.

1. Ciclovía Jaguaré (17 m)
2. Ciclovía Torres de Oliveira (629 m)
3. Ciclovía Escola Politécnica – Trecho 1 (679 m)
4. Ciclovía Faria Lima – Conexões (52 m)
5. Ciclovía Faria Lima – Trecho 2 (1000 m)
6. Ciclovía Faria Lima (2056 m)
7. Ciclovía Rio Pinheiros (6369 m)
8. Ciclovía Portão 1 da USP (74 m)
9. Ciclovía Butantã (303 m)
10. Ciclovía Valdemar Ferreira – Trecho 2 (142 m)
11. Ciclovía Valdemar Ferreira (430 m)
12. Ciclofaixa Lineu de Paula Machado (662 m)
13. Ciclofaixa de Ligação da Ciclo-Passarela (141 m)

Juntas, essas ciclovias totalizam 12,55 km de extensão.



Mapa 14: Rede Cicloviária – Área de Estudo
 Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Superfícies de Evaporação

Sabe-se que evaporação da água exerce grande influência sobre o ciclo hidrológico, pois ela está diretamente relacionada com a formação das chuvas. A água que evapora dos rios, lagos, oceanos e demais superfícies de evaporação, ajuda na formação da chuva. Ainda, o aumento das taxas de umidade provocado pela evaporação da água e a consequente redução da temperatura do ar, auxiliam na redução das amplitudes térmicas urbanas, sendo assim um aspecto importante da Área de Estudo a ser considerado.

Por meio da observação de fotos aéreas (2019), foram verificadas 750 Superfícies de Evaporação³⁰ (Mapa 15). Estão inclusas entre elas: o trecho delimitado na Planície da Calha do Rio Pinheiros, a Raia da USP, piscinas e espelhos d'água, cujos percentuais por tipologia estão ilustrados no Gráfico 6 abaixo:

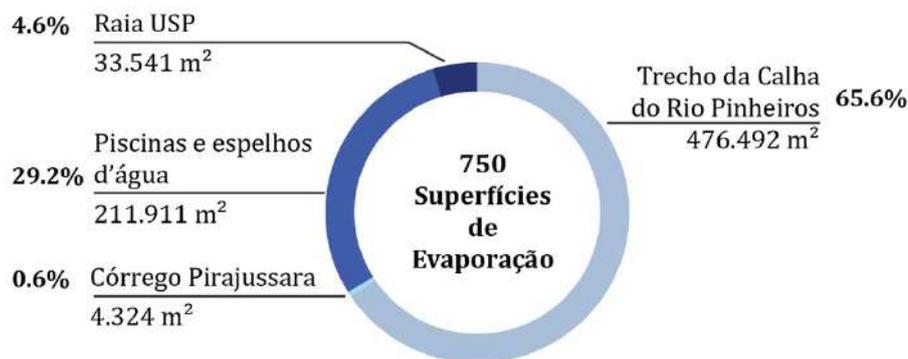


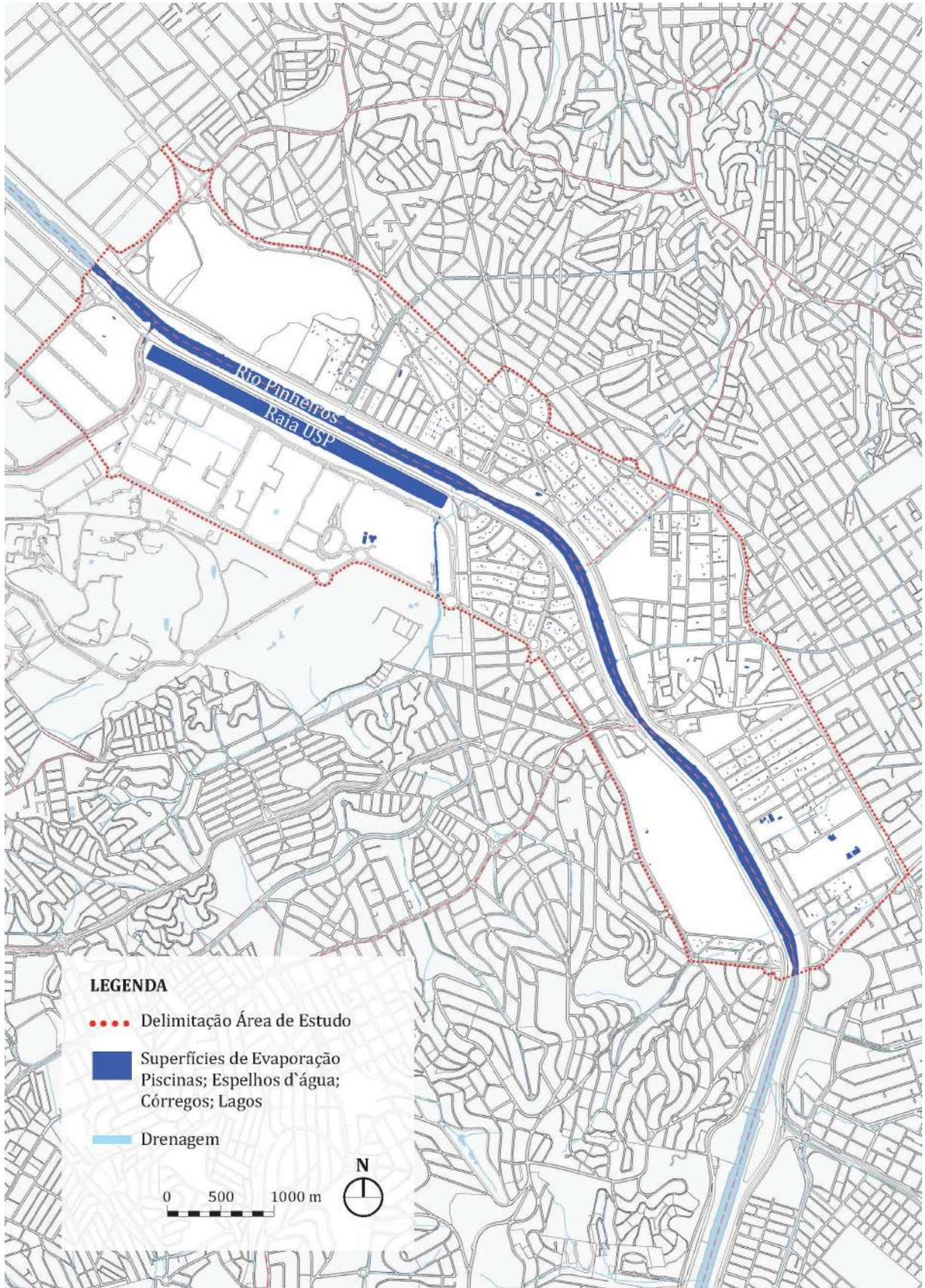
Gráfico 6: Percentual de Áreas de Superfícies de Evaporação por Tipologia

Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

*% relativo à área total em m² da Área de Estudo (10.404.580 m²)

³⁰ O número e a área de Superfícies de Evaporação são aproximados e foram levantados pela autora por meio de softwares específicos para análise de dados georreferenciados disponíveis no portal GeoSampa <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>.



Mapa 15: Superfícies de Evaporação
Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Quando comparado à Área Total das Superfícies de Evaporação à Área do Trecho Estudado, verifica-se que as Superfícies de Evaporação equivalem a apenas 7% da Área de Estudo (Gráfico 7).

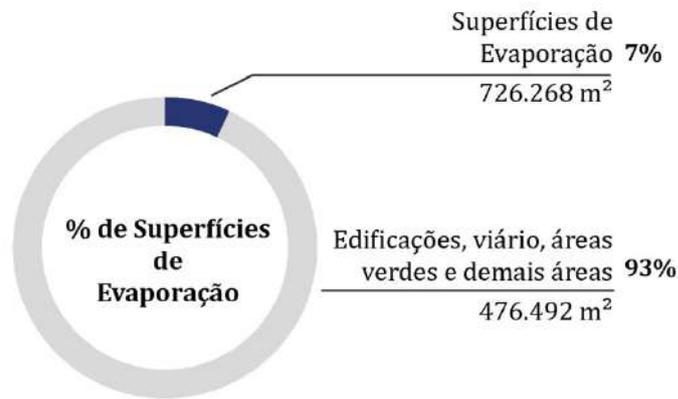


Gráfico 7: Percentual de Áreas de Superfícies de Evaporação na Área de Estudo

Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

*% relativo à área total em m² da Área de Estudo (10.404.580 m²)

Ainda, ao somarmos o percentual de área existente de 7 % relativo as Superfícies de Evaporação (Mapa 15) ao percentual de 29,3 % relativo as Superfícies de Evapotranspiração (Mapa 11) tem-se 36,3 % de superfícies que levam a umidade relativa para o ar na região estudada.³¹

Em razão disso, identifica-se que a inserção de umidade mediante a mais Superfícies de Evaporação deve ser considerada como parte da solução para a melhoria das condições do ambiente térmico urbano – sobretudo nas grandes cidades que tiveram seu solo impermeabilizado em demasia.

Arborização Urbana

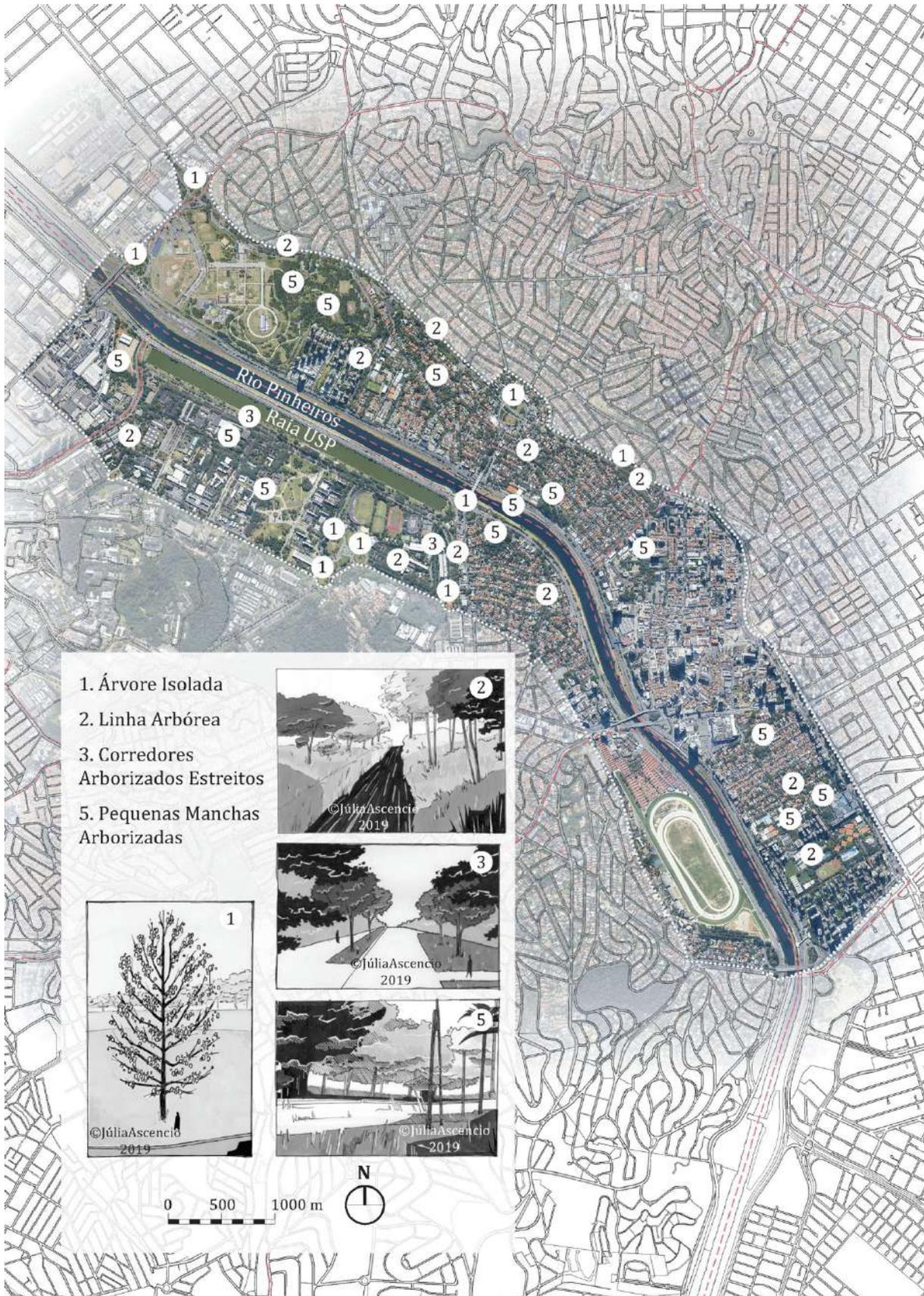
Aplicando-se o padrão³² de classificação de Arborização Urbana proposto por Forman (2014), observa-se no Mapa 16 que os padrões encontrados são: Árvore Isolada (1º Padrão – Croqui 8), Linha Arbórea (2º Padrão – Croqui 9), Corredores Arborizados

³¹ Observação feita pelo professor José Guilherme Schutzer durante a banca de defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.

³² Ver Capítulo 1, tópico *Padrão de Distribuição de Árvores em Áreas Urbanas* onde há a descrição desses padrões.

Estreitos (3º Padrão – Croqui 10) e Pequenas Manchas Arborizadas (5º Padrão - Croqui 12).

Já aplicando o padrão proposto por Jim (1989), observa-se no Mapa 17 que os padrões encontrados são: Isolado Disperso, Isolado Agregado e Linear Retilíneo (Figura 4).

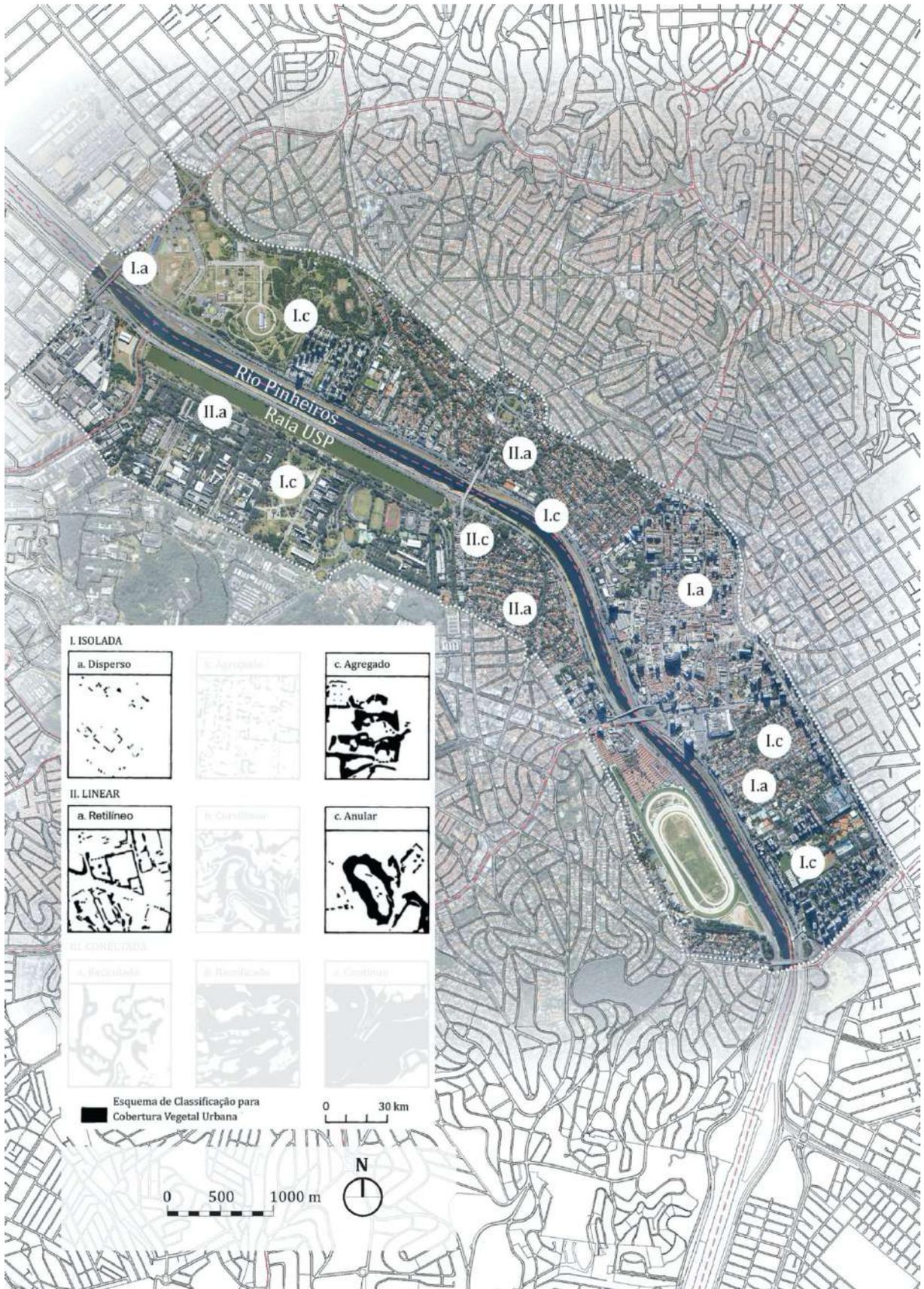


Mapa 16: Arborização Urbana - Classificação (FORMAN, 2014)

Referência: (FORMAN, 2014)

Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)

Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna



Mapa 17: Arborização Urbana – Classificação (JIM, 1989)
 Referência: (JIM, 1989)
 Fonte: Dados - Geosampa (SMDU-PMSP)
 Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Ambos os padrões de classificação aplicados demonstram o predomínio de tipologias típicas de áreas densamente edificadas com ruas e superfícies impermeáveis. No entanto, deve-se mencionar que, embora haja arborização, na maioria dos casos ela não é adequada – além de não ser conectada.

Como pode ser visto nas fotos abaixo (Foto 10; Foto 11; Foto 12; Foto 13; Foto 14), as árvores, quando existentes, não possuem canteiro adequado que permita seu desenvolvimento. Além disso, seus galhos se embaralham na fiação existente.



Foto 10: Parque Estadual Cândido Portinari.
Disposição de Árvores na Calçada – Entre a Av. das Nações Unidas e a Av. Queiroz Filho
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna



Foto 11: Shopping Villa Lobos
Disposição de Árvores na Calçada – Av. das Nações Unidas, n.º 4777.
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna



Foto 12: Edifício Eldorado Business Tower
Disposição de Árvores na Calçada – Av. das Nações Unidas, n.º 8501.
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna



Foto 13: Rua Gilberto Sabino
Disposição de Árvores na Calçada – Entre a Rua Gilberto Sabino e a Rua Sumidouro
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna



Foto 14: Rua Iraci
Disposição de Árvores na Calçada – próxima ao n.º 500
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna

Em vista dessas evidências, é sobremaneira necessário que seja feita a melhoria da arborização existente, bem como a sua conexão.

PARTE III

RECOMENDAÇÕES

Capítulo 6. Conjunto de Recomendações

A análise da Área de Estudo denota o estado atual da região. Frente a esses dados, foram elaborados cenários futuros desejáveis e uma série de recomendações para atingi-los.

Além disso, para que os cenários pretendidos sejam exequíveis, essas recomendações dependem de outros fatores relevantes, a seguir elencados:

- Os objetivos ambientais e as soluções de planejamento para a natureza são importantes, porém deve-se levar em consideração que são os sistemas naturais (sistema solar, biosfera e ecossistema) fundamentais para a existência dos seres vivos. Por isso, é importante não somente ressaltar os valores naturais da região, mas apontar o uso que os seres humanos possam fazer da área, tendo em vista a proteção e conservação de sua biodiversidade, do acesso à água doce e limpa no subsolo, rios e córregos, bem como a existência de ecossistemas saudáveis. Consequentemente, isso contribuirá significativamente na melhoria do cenário atual;
- Como caráter geral, deve-se favorecer as soluções que dependem dos processos naturais em lugar dos processos de engenharia elaborados, ou as que combinam os processos naturais com uma engenharia simples, uma vez que tendem a ajudar a reforçar a biodiversidade, os movimentos da vida selvagem e até a própria natureza. Em geral, são de construção mais econômica, têm custos de manutenção mais baixos e requerem menos reparos, além de oferecer uma maior riqueza de possibilidades recreativas e estéticas;
- O uso do solo é o principal mecanismo para alcançar objetivos na escala regional em longo prazo. A proteção, aquisição e uso do solo, unidos ao reconhecimento e apoio público, tendem a mudar lentamente com o tempo, frequentemente ao longo de décadas ou períodos ainda mais longos. No entanto, certos objetivos podem ser alcançados combinando o uso da terra com medidas de curto prazo, tais como regulamentos, incentivos, projetos específicos e projetos-piloto, entre outros;

- As mudanças climáticas³³ devem causar grandes transformações em todo o mundo. Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2019), o planeta está agora um grau mais quente do que estava antes do processo de industrialização e os 20 anos mais quentes foram registrados nos últimos 22 anos, sendo que 2015 a 2018 ocupam os quatro primeiros lugares no ranking. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019), o verão de 2019 na cidade de São Paulo foi o 5º mais quente do estado de São Paulo. As temperaturas mínimas ficaram em torno de 20° C em 2019, sendo a média esperada de 19° C. Nas temperaturas máximas, o aumento também foi identificado: a média de 2019 é de 30° C e a histórica, 28,2° C. Os efeitos das mudanças climáticas são significativos e incluem: o aumento do risco de escassez de água, o aumento do risco de inundações (associado a fenômenos de fortes chuvas), a ameaça crescente para as áreas úmidas e suas espécies; degradação das propriedades do solo (devido ao calor e à seca);
- O potencial da Área de Estudo em riqueza de recursos proporciona estabilidade para cenários futuros. Portanto, é necessário aproveitar esse potencial da área;
- A tendência é que a população humana da região continue a aumentar significativamente. Também parece razoável, o aumento da necessidade de transporte, das águas residuais, da demanda por espaços de lazer, entre outros. Sem dúvida, as tendências atuais de urbanização parecem sugerir um grande aumento no consumo de terra afetando conseqüentemente recursos naturais da área.
- A conectividade da paisagem por intermédio de manchas verdes tanto auxilia tanto na locomoção da fauna, quanto influencia o bem-estar humano por meio dos serviços ecossistêmicos.

Como cenário futuro, espera-se que a Área de Estudo seja revitalizada com vistas a se tornar parte de uma rede de IEV extensa e conectada, ressaltando a presença das áreas

³³ Em “São Paulo nas Mudanças Climáticas. Cenários Ambientais para a Resiliência Urbana”. de Maria de Assunção Ribeiro Franco (org.) há 12 estudos relacionados a criação de um eixo de infraestrutura verde e mobilidade urbana de norte a sul na Cidade de São Paulo.

verdes urbanas para uso da população. Revitalizar essa área é colaborar com a melhoria socioambiental urbana. Social, pois oferecerá novamente aos cidadãos diversos serviços ecossistêmicos de abastecimento, regulação, cultural e de suporte, possibilitando convívio não somente com o Rio Pinheiros, mas também o convívio harmônico entre a natureza e o urbano – mediante revitalização da ciclovia, da criação de pista de corrida, de quiosques, bares e restaurantes às margens dos rios, do cuidado com os pomares e jardins, da educação ambiental, da oferta de balsas de transporte de passageiros, de eventos culturais, entre outros. Ambiental, pois favorecerá, além da proteção dos cursos hídricos favorecerá o fluxo de espécies, contribuindo com a conservação da biodiversidade. É uma maneira de contribuir para o equilíbrio do ecossistema urbano e ainda, de respeitar a história e as futuras gerações.

Diante do desafio de revitalização proposto, foram estabelecidos como tópicos principais a ciclovia do Rio Pinheiros e as calçadas. As recomendações propostas correspondem sobretudo a cada um dos tópicos e podem ser implantadas no curto e médio prazo. Vale ressaltar que embora as recomendações feitas sejam para a Área de Estudo, espera-se que, em longo prazo, elas possam fazer parte da construção de cidades em harmonia com a natureza, mais resilientes e igualitárias – ou seja, que possam ser generalizadas para outras intervenções em outras regiões da cidade de São Paulo ou mesmo em qualquer cidade em que se deseja reestabelecer o cenário futuro condizente ao aqui descrito.

Ciclovia do Rio Pinheiros

Entende-se por ciclofaixa a faixa pintada da rua/ avenida reservada aos ciclistas. Por ciclorrota a área em que o ciclista e o automóvel trafegam juntos, mas a sinalização aponta prioridade para ciclistas. Por ciclovia a via voltada exclusivamente para os ciclistas com separação física (Figura 17).

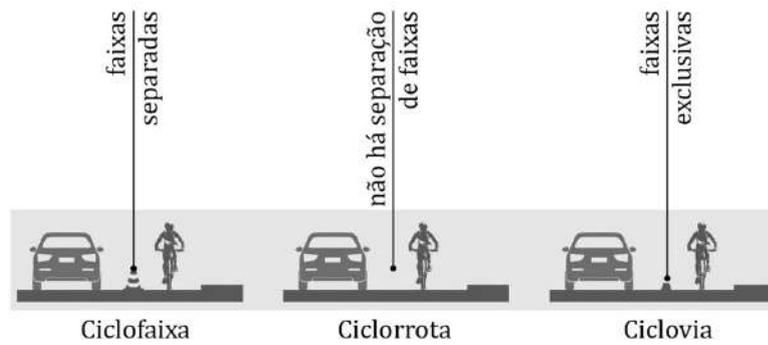


Figura 17: Ciclofaixa, Ciclorrota, Ciclovía

Fonte: Athor Bikes (2018)

Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna

A ciclovía do Rio Pinheiros, além de ser utilizada para lazer pela população, possui grande potencial de ser utilizada como alternativa de mobilidade urbana e de ter seu Serviço Ecosistêmico Cultural estimulado, tal como lazer e contemplação da paisagem. Embora ela seja muitas vezes utilizada como exemplo e citada pela mídia como um dos “melhores trechos em funcionamento”, há melhorias essenciais a serem feitas em alguns pontos tais como acesso, iluminação, conectividade e conforto.

Com relação aos acessos, além de poucos, eles são feitos principalmente por meio de escadas ou rampas estreitas e íngremes (Foto 15; Foto 16). Usualmente, os ciclistas chegam à Marginal por uma avenida que cruza o rio por intervenção de uma ponte; com isso, além desses acessos integrarem a ciclovía ao viário, seria possível captar e distribuir os ciclistas ao longo da extensão ciclovária.



Foto 15: Mulher tendo que carregar bicicleta de ~15kgs.
Crédito Fotográfico: leozaneti (2015)



Foto 16: Acesso da ciclovia para a outra margem do rio.
Crédito Fotográfico: leozaneti (2015)

Ainda, diferente da ciclopassarela do Parque Povo (Foto 17), na maioria das ciclopassarelas há um aviso (Foto 18) que expressa a proibição de utilizar a ciclo passarela pedalandando: deve-se descer da bicicleta e empurrá-la.



Foto 17: Ciclopasseira – Parque do Povo
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna (2018)



Foto 18: Comunicado em Ciclopasseiras
Crédito Fotográfico: leozaneti (2015)

Na questão da iluminação, sua inserção é fundamental para que o uso noturno da ciclovia seja viável. Por fim, no quesito conectividade, é necessário que a Ciclovia Rio Pinheiros seja conectada a outras manchas verdes além do Parque do Povo e também a outras ciclovias.

Calçadas

Consolidado no dia 24 de janeiro de 2019, o decreto nº 58611/2019 indica um novo padrão arquitetônico para as calçadas de São Paulo. As calçadas, resumidamente, deverão ser divididas em faixas de acesso, faixa livre e faixa de serviço (Figura 18), diferenciadas por textura e/ou cor, de acordo com sua largura. Calçadas com até 2 metros de largura devem dispor da faixa livre e a da faixa de serviço. Já as calçadas com mais de 2 metros de largura, podem apresentar as três faixas.

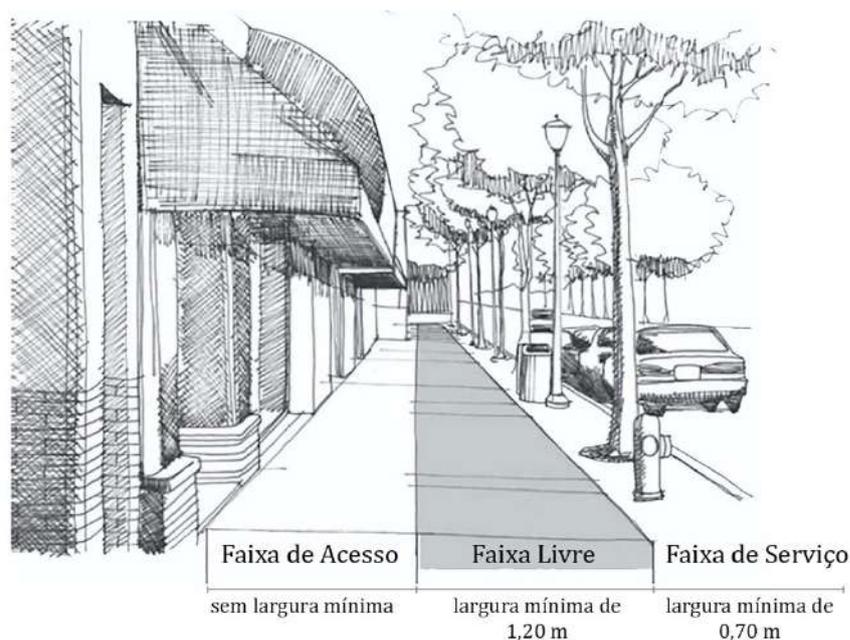
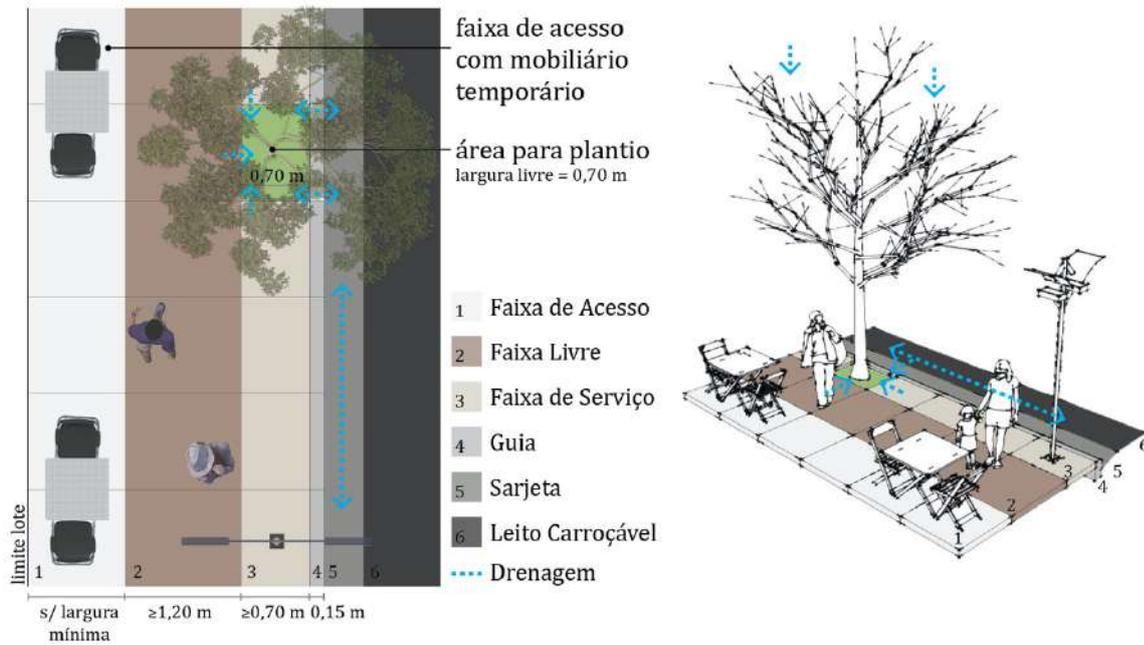
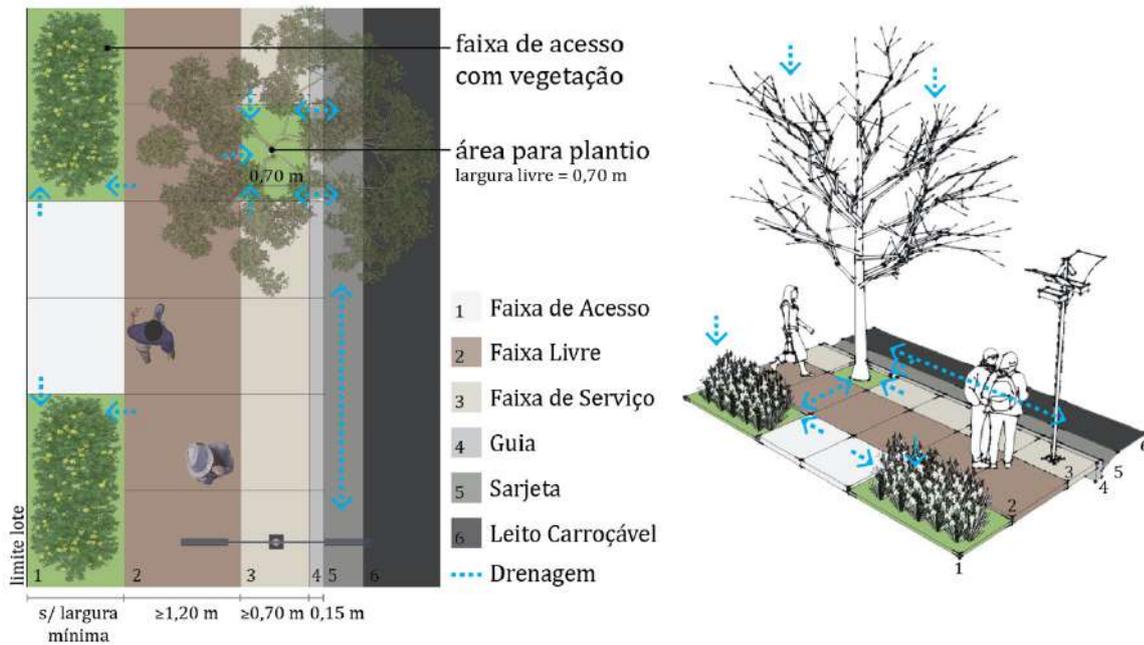


Figura 18: Nova Divisão das Calçadas – São Paulo
 Fonte: Divulgação Prefeitura do Município de São Paulo (2018)

A faixa de acesso (Figura 18; Croqui 14; Croqui 15; Croqui 16; Croqui 18; Croqui 19) não possui largura mínima, e é existente somente em calçadas com largura maior que 2 metros. Esta faixa é localizada em frente ao imóvel e pode conter mesas de bar, vegetação, toldos e outros elementos, desde que não impeçam o acesso ao imóvel.



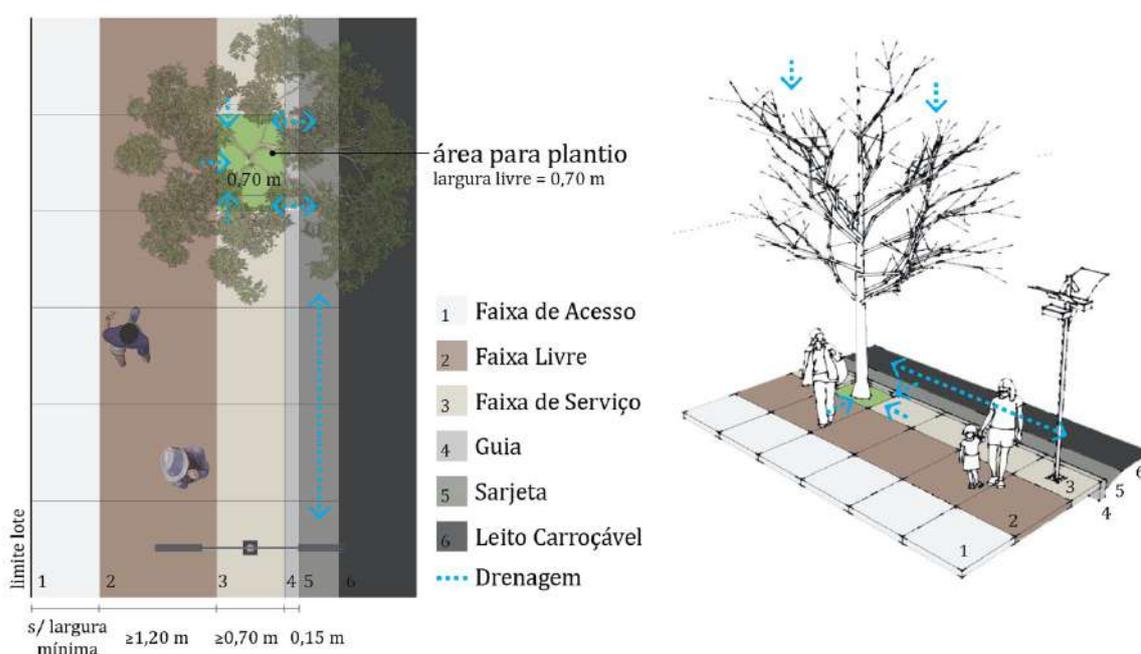
Croqui 14: Faixa de Acesso com Mobiliário Provisório
Organização das Calçadas
Referência: Decreto nº 58611/2019 - Prefeitura do Município de São Paulo (2018)
Croqui e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna (2020)



Croqui 15: Faixa de Acesso com Vegetação
Organização das Calçadas
Referência: nº 58611/2019 - Prefeitura do Município de São Paulo (2018)
Croqui e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna (2020)

A faixa livre (Figura 18; Croqui 16; Croqui 17; Croqui 18; Croqui 19), cuja largura mínima é de 1,20 m, é designada exclusivamente à circulação de pedestres e, portanto, deve estar livre de quaisquer desníveis e obstáculos.

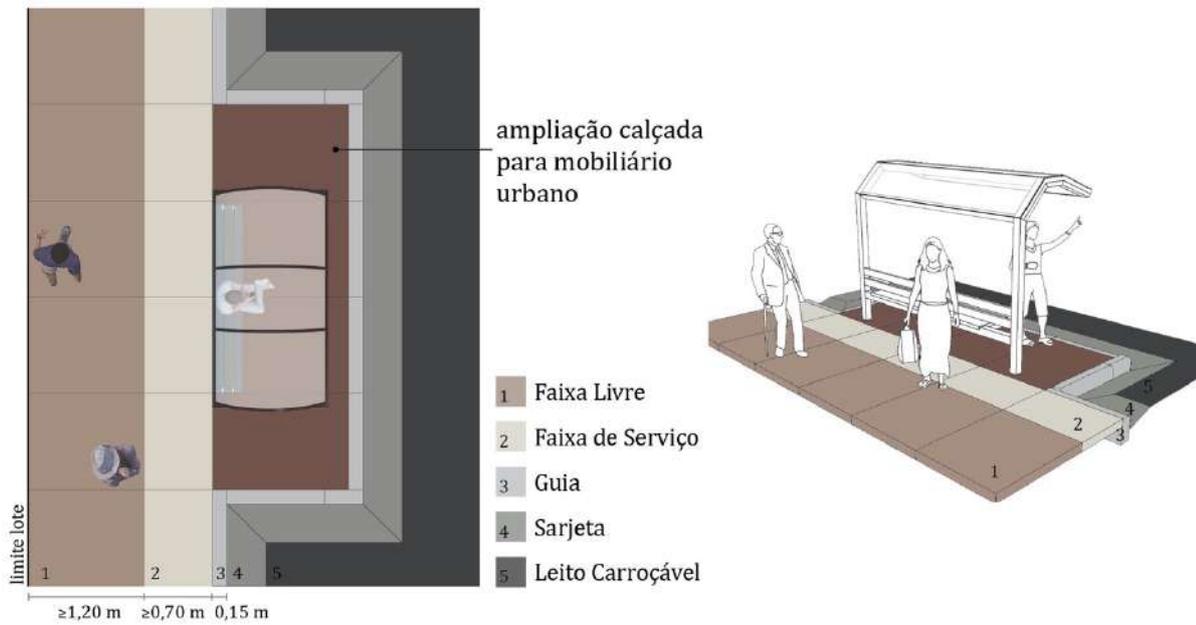
A faixa de serviço, cuja largura mínima recomendável de 0,70 m, é a faixa mais próxima da rua destinada à colocação de árvores, rampas de acesso para veículos ou portadores de deficiência, postes de iluminação, sinalização de trânsito, bancos, floreiras e lixeiras (Figura 18; Croqui 14; Croqui 15; Croqui 16; Croqui 17).



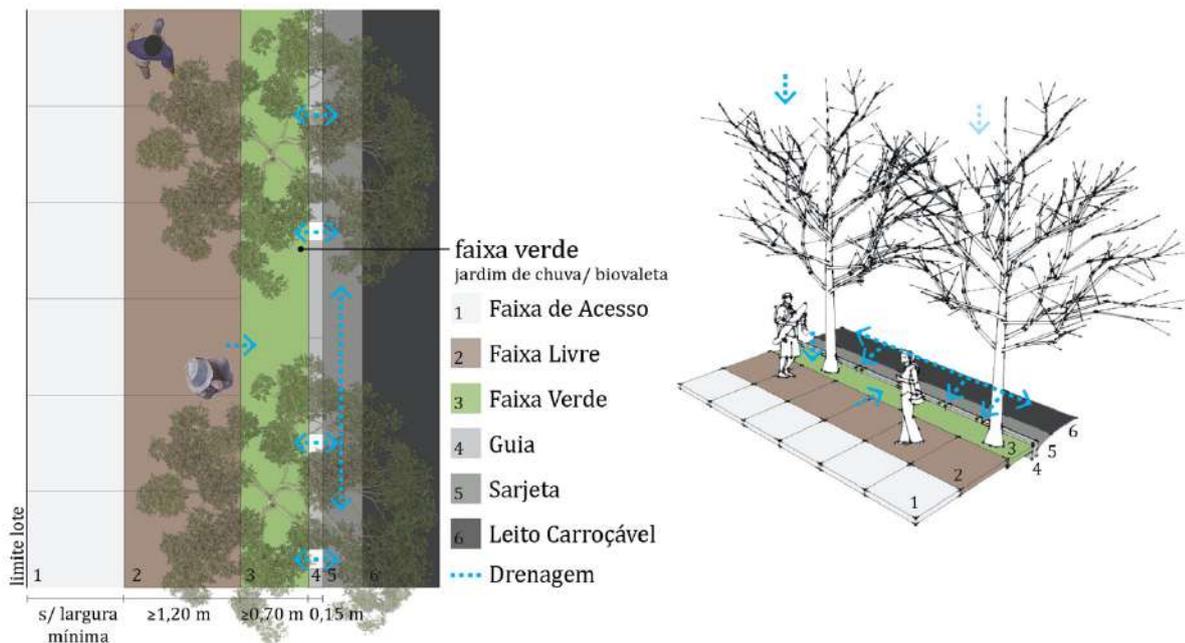
Croqui 16: Faixa de Serviço
Organização das Calçadas

Referência: Decreto nº 58611/2019 - Prefeitura do Município de São Paulo (2018)
Croqui e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna (2020)

Além de dividir a calçadas em faixas, o decreto propõe alguns modelos interessantes como a ampliação da calçada sobre o leito carroçável em razão da dificuldade de acomodação dos pedestres (Croqui 17) e o de calçadas verdes (Croqui 18).



Croqui 17: Ampliação Calçada – Mobiliário
 Organização das Calçadas
 Referência: Decreto nº 58611/2019 - Prefeitura do Município de São Paulo (2018)
 Croqui e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna (2020)



Croqui 18: Calçadas Verdes
 Organização das Calçadas
 Referência: Decreto nº 58611/2019 - Prefeitura do Município de São Paulo (2018)
 Croqui e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna (2020)

Ainda, constam no decreto outros desenhos que consideram a composição das esquinas, situações atípicas e outras interferências que não são abordadas nesta pesquisa.

No entanto, um ano após a publicação desse decreto, não foram constatadas alterações em grande parte da Área de Estudo e quando observadas, alguns descuidos são destacados tais como os exemplificados a partir da calçada da Subprefeitura Pinheiros (Foto 19; Foto 20).

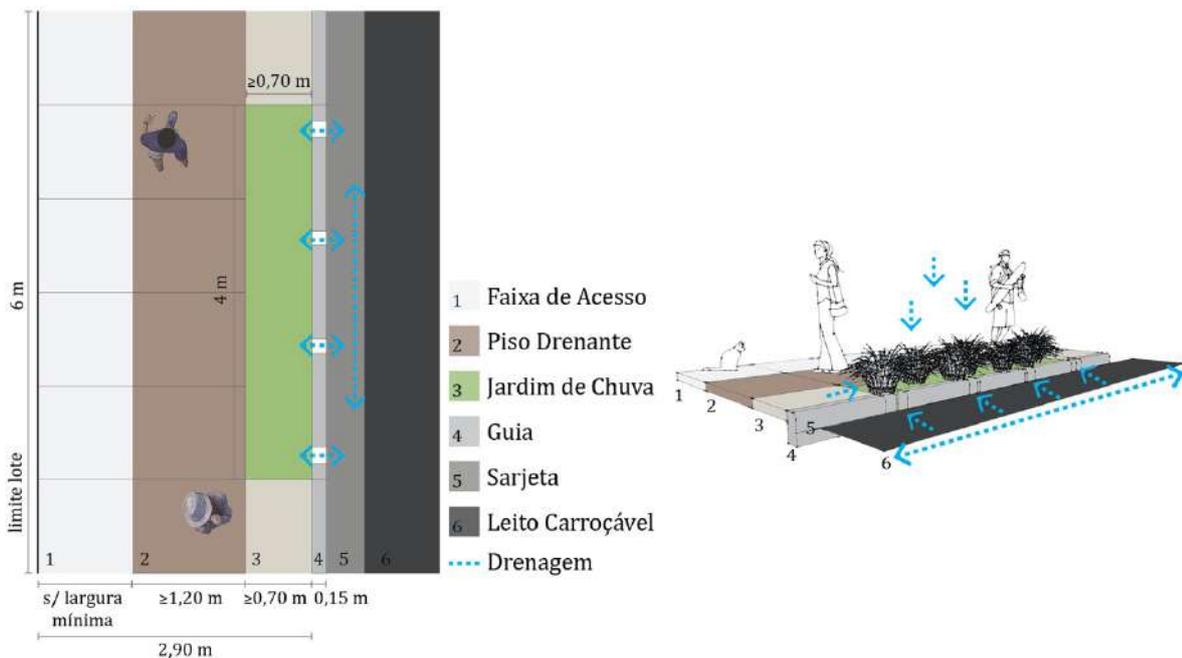


Foto 19: Calçada na Av. Dr.^a Ruth Cardoso
Subprefeitura Pinheiros
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna (2020)



Foto 20: Calçada na Av. Prof.^o Frederico Hermann Junior
Subprefeitura Pinheiros
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna (2020)

Em ambas as fotos, as três faixas exigidas pela Prefeitura são observadas. Porém, os canteiros das árvores não possuem tamanho adequado para seu porte: é necessário que o canteiro tenha largura livre de 70 cm somente para plantio (Croqui 14; Croqui 15; Croqui 16), ou seja, caso haja utilização de miniguias para delimitar o canteiro, estas devem ser construídas além desses 70 cm. Além disso, no caso da Foto 20 é possível e recomendável que se faça uso da ampliação da calçada (Croqui 17) para melhor acomodação do ponto de ônibus, e que seja incorporado na faixa de serviço outros elementos de IEV, sobretudo jardins de chuva e biovaletas, aumentando a permeabilidade do solo e favorecendo a drenagem das águas pluviais. (Croqui 1; Croqui 2; Croqui 19).



Croqui 19: Jardim de Chuva
Organização das Calçadas

Referência: Decreto nº 58611/2019 - Prefeitura do Município de São Paulo (2018)
Croqui e Adaptação: Sarah Bezerra Suassuna (2020)

De forma a exemplificar esse aumento em percentual de área permeável, considerou-se a área do trecho de calçada ($17,4 \text{ m}^2$) e a área do jardim de chuva ($2,8 \text{ m}^2$) representados no Croqui 19, com seus respectivos percentuais. No exemplo proposto, observou-se que a inclusão do jardim de chuva viabilizou uma área permeável equivalente a 16% da área total do trecho. Ou seja, considerando a área total de calçada (469.500 m^2) da Área de Estudo e estimando que 25%, 50%, 75% ou 100% dessa área fosse alterada, conforme o Croqui 19, o ganho de área permeável corresponderia respectivamente a (Quadro 3):

% da Área de calçada alterada	Área com calçadas alteradas	Área permeável com jardim de chuva proposto (16%)	Potencial de aumento de área permeável na Área de Estudo
100%	469.500 m ²	75.120 m ²	+ 0,72 %
75%	352.125 m ²	56.340 m ²	+ 0,54 %
50%	234.750 m ²	37.560 m ²	+ 0,36 %
25%	117.375 m ²	18.780 m ²	+ 0,18 %

Quadro 3: Aumento de Área Permeável com a criação do Jardim de Chuva proposto
Organização das Calçadas
Elaboração: Sarah Bezerra Suassuna

Vale ressaltar que o cálculo acima é apenas um breve exemplo. Para que essas informações sejam precisas é necessário que haja o levantamento correto da área existente das calçadas e da área proposta no projeto de alteração, bem como e das áreas dos elementos de IEV indicados em projeto.

Em geral, no que se refere a sua vegetação, especialmente sobre a arborização, nota-se que embora a área seja relativamente arborizada, seu manejo é inadequado. A despeito das soluções técnicas³⁴ apresentadas anteriormente, verificou-se, na maioria das calçadas, que as árvores existentes no local, além de terem suas copas entrelaçadas na fiação (Foto 21), apresentam irregularidades na dimensão de seus canteiros: quando existentes, não são compatíveis o tamanho da vegetação (Foto 22). Isto dificulta ou até mesmo impossibilita o desempenho de diversos dos papéis funcionais dessas árvores – já apresentados no Quadro 2 –, prejudicando conseqüentemente sua oferta de serviços ecossistêmicos.

³⁴ Ver Capítulo 1, item 1.2. *Gerenciamento da Arborização Urbana.*



Foto 21: Arborização x Fiação
Rua Iraci – próxima ao n.º 500
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna (2020)



Foto 22: Dimensão de Canteiros
Entre a Av. das Nações Unidas e a Av. Queiroz Filho
Crédito Fotográfico: Sarah Bezerra Suassuna (2020)

Desta maneira, faz-se necessária a melhoria tanto na gestão da arborização urbana quanto no acompanhamento e fiscalização das alterações propostas no decreto. Ainda que os desenhos para as calçadas verdes estejam de acordo com as ideias aqui apresentadas, recomenda-se que elas não sejam separadas das demais calçadas – de modo que toda

calçada que possua faixa de serviço deva apresentar vegetação, tornando o verde parte da infraestrutura da calçada, da mesma forma que o é a iluminação. Também se devem incluir outros elementos de IEV, além da arborização, principalmente jardins de chuva, biovaletas e pisos drenantes (Croqui 1; Croqui 2; Croqui 7; Croqui 19). Além disso, é necessário aterrar a fiação elétrica das ruas, uma vez que, além de atrapalharem o desenvolvimento natural das árvores, ela é um dos principais responsáveis pela poluição visual, aliando-se ao fato de suas redes e cabos se mostram mais vulneráveis a chuvas e ventos intensos.

Vale ressaltar que os desenhos de calçadas não se limitam aos apresentados no Decreto nº 58611/2019, ou aos aqui apresentados. Deveras, as calçadas devem ser analisadas caso a caso, de acordo com o uso e ocupação do solo de sua quadra e seu entorno, só então apresentando e executando o melhor projeto que atenda às necessidades locais. Além disso, ainda que na presente pesquisa a questão da acessibilidade das calçadas não tenha sido aprofundada, é imprescindível que elas sejam acessíveis para toda a população, sejam crianças, jovens, adultos, idosos, pessoas com deficiência e quaisquer pessoas com mobilidade reduzida.

Isto posto, espera-se que a revitalização das calçadas junto à adequação do viário, cujas áreas somadas representam 20,5% da Área de Estudo, proporcionem o aumento das áreas permeáveis, contribuindo na drenagem das águas pluviais, na regulação da umidade relativa do ar e da temperatura e valoração da paisagem. Espera-se também que essa revitalização traga estímulo aos serviços ecossistêmicos de regulação, tais como: regulação do clima, dos fluxos de água e qualidade do ar; aos serviços ecossistêmicos culturais, tais como: o conforto e a valoração da paisagem; e, por fim, aos serviços ecossistêmicos de suporte, tais como: a polinização de culturas e a produção de oxigênio por meio da fotossíntese.

Em longo prazo, espera-se que a requalificação da Área de Estudo, junto à realização das alterações propostas para as calçadas, bem como o avanço do Pomar Urbano e a concretização do Programa Novo Rio Pinheiros, constituam uma parte da rede de IEV que permeará a cidade de São Paulo na mesma relevância que rede viária o faz hoje.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na cidade de São Paulo, assim como na maioria dos grandes centros urbanos, os espaços verdes existentes estão dispersos e não há conexão entre eles. Um espaço verde na paisagem urbana pode promover e inspirar um melhor relacionamento entre homem e meio ambiente, ao mesmo tempo em que potencializa outros serviços ecossistêmicos importantes. Porém, embora os espaços verdes isolados ofereçam benefícios socioambientais, é a conexão desses espaços que cria a estrutura da paisagem mais adequada para estimular os serviços ecossistêmicos. Além do mais, uma abordagem ecossistêmica que reconhece as pessoas como componente central oferece a melhor maneira de avaliar as interações entre as manchas verdes urbanas e o bem-estar humano.

A partir das leituras realizadas e das análises feitas na Área de Estudo apresentada durante o desenvolvimento desta pesquisa, conclui-se que a criação da rede conectada de IEV no trecho na Planície da calha do Rio Pinheiros é factível e necessária. Essa criação resultaria no aumento considerável da área permeável, auxiliando no controle das frequentes inundações que, embora sejam naturalmente suscetíveis devido à sua superfície de relevo, foram ampliadas com a impermeabilização excessiva do solo. Com a criação do Parque Linear às margens do Rio Pinheiros, que integraria os usos favorecidos pelas características das planícies aluviais – tais como a contemplação da paisagem, a educação ambiental e a conservação da fauna e flora –, seriam ainda estimuladas as quatro categorias de serviços ecossistêmicos (Abastecimento; Regulação; Cultural; Suporte). O aumento considerável da cobertura vegetal da Área de Estudo por intervenção das áreas permeáveis das calçadas recobertas por alguma vegetação (como grama, arbustos e árvores e da vegetação do Parque Linear), conseqüentemente amenizaria o efeito das ilhas de calor, tornando as temperaturas ambientes mais amenas.

Além disso, a Área de Estudo revitalizada por meio da rede de IEV tem o potencial de se tornar uma referência como parte da solução para a construção de cidades em harmonia com a natureza, melhorando o bem-estar humano por meio dos serviços ecossistêmicos.

A abordagem realizada nesta pesquisa não se trata de um projeto específico. Ela se restringe à discussão de algumas recomendações ambientais urbanas baseadas na

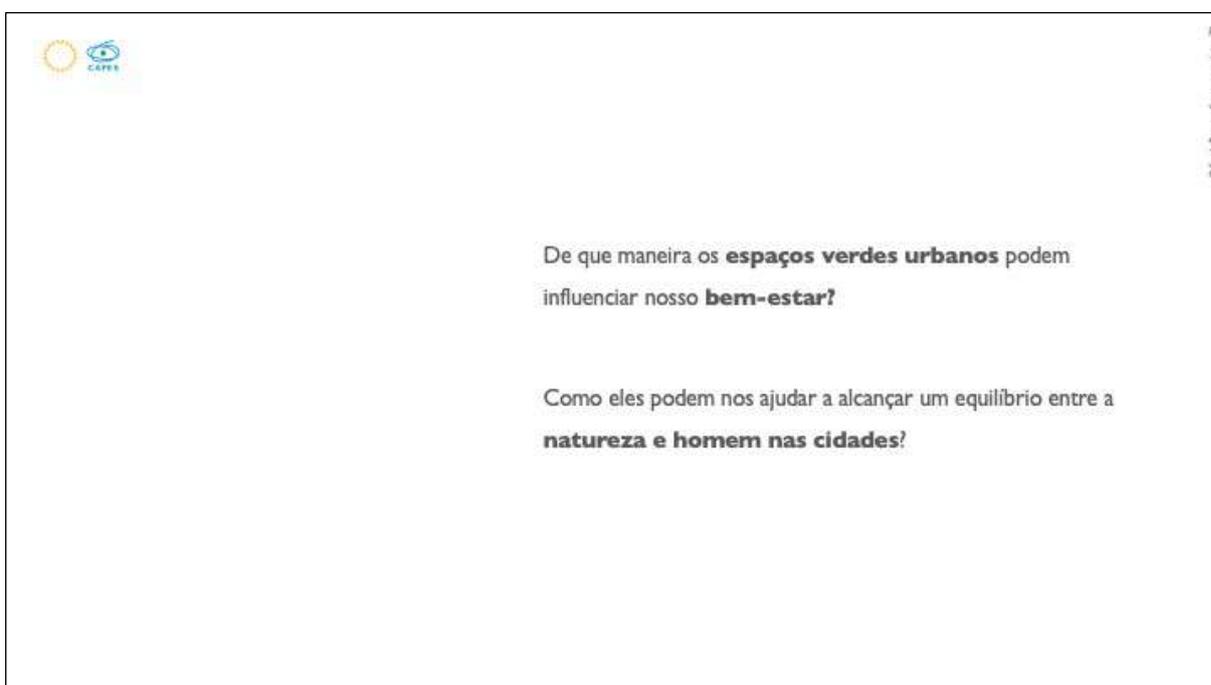
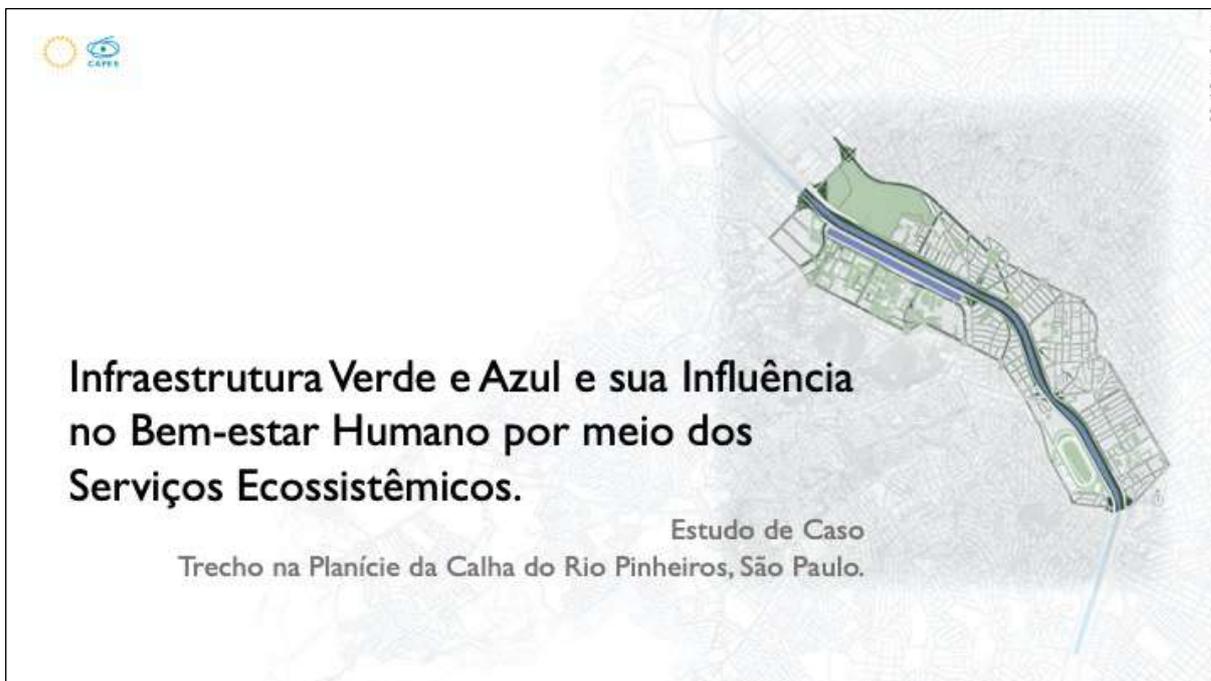
configuração da rede de IEV e inserção de seus elementos, que possam estimular os serviços ecossistêmicos de forma a contribuir para a melhoria do bem-estar humano. As recomendações de benfeitoria para a melhoria da área de estudo não devem ser restringidas às apresentadas nesta pesquisa; e, ainda que elas possam ser reaplicáveis em outras áreas, projetos para sua viabilização devem ser elaborados por equipes multidisciplinares integradas formadas por arquitetos urbanistas, geógrafos, biólogos, ecologistas e demais profissionais que possam contribuir com informações advindas das diversas áreas do conhecimento.

O impacto da requalificação do trecho na Planície da Calha do Rio Pinheiros vai além da delimitação da Área de Estudo. Entende-se que áreas devem ser requalificadas concomitantemente, por isso outras recomendações poderão surgir e ajustes específicos deverão ser feitos ao considerar caso a caso. Logo, o que foi exposto representa um estudo inicial para discussões sobre espaços verdes, e sua relação com a cidade e o bem-estar humano.

Por fim, organizar os espaços construídos por intervenção de uma rede de IEV, embora seja um desafio, é também uma maneira de contribuir para o equilíbrio do ecossistema urbano e, portanto, com o bem-estar das pessoas na cidade.

APÊNDICE

Apresentação exibida durante a defesa de mestrado realizada em 26 de maio de 2020.





Agenda

1. Introdução e Fundamentação Teórica
2. Área de Estudo e Caracterização
3. Recomendações para Melhorias
4. Considerações Finais



Agenda

1. Introdução e Fundamentação Teórica
2. Área de Estudo e Caracterização
3. Recomendações para Melhorias
4. Considerações Finais

INTRODUÇÃO

Alteramos a Paisagem
(Murphy, 2016)

em busca de

- Conforto
- Comodidade

Traçado do Rio Pinheiros
Sara Brasil (1930) + Fotos Aéreas (2019)

Fonte: Fotos Aéreas e Cartas de Vistorias - Mapa Digital - Geosampa (PMSP)

Projetos da Paisagem
(Murphy, 2016)

Antes	Hoje
▪ Funcional	▪ Restauradoras
▪ Estética	▪ Regenerativas
	▪ Sustentadoras da vida

LEGENDA

- Traçado Rio Pinheiros - 1930
- Demais cursos d'água
- Traçado Rio Pinheiros - 2019
- Traçado das Quadras 2019
- Delimitação Área de Estudo
- Delimitação das Distritos

0 500 1000 m

© Sara Brasil Soares - página 32

© Governo do Estado de São Paulo

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Mosaico Territorial
mancha – corredor – matriz
(Richard T.T. Forman)

© Sara Brasil Soares - página 43

Infraestrutura Verde
área de convergência – ligação – sítio
(Benedict & McMahon); (Paulo Pellegrino)

© Sara Brasil Soares - página 44



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Desenho Ambiental Cenários Ambientais (Maria de Assunção Ribeiro Franco)	Zoneamento Ambiental Superfícies de Relevô (José Guilherme Schutzer)
Eossistema Urbano Serviços Eossistêmicos (Adler & Tanner); (Relatório Avaliação do Milênio)	Bem-estar (Relatório Avaliação do Milênio)



Agenda

1. Introdução e Fundamentação Teórica
- 2. Área de Estudo e Caracterização**
3. Recomendações para Melhorias
4. Considerações Finais

 **ÁREA DE ESTUDO | Planta de Situação**
Fonte: Fotos Aéreas + Consultas Veterinárias - Mapa Digital - Geosampa (PHSP)

Localização

Área de Estudo

Trecho entre Pontes:
 Ponte do Jaguaré e Ponte Eng. Roberto Rossi Zuccolo
 ~ 10,4 km² – 0,4% do território da cidade (~ 1.521,00 km²)



 **ÁREA DE ESTUDO | Planta de Situação**
Fonte: Fotos Aéreas + Consultas Veterinárias - Mapa Digital - Geosampa (PHSP)

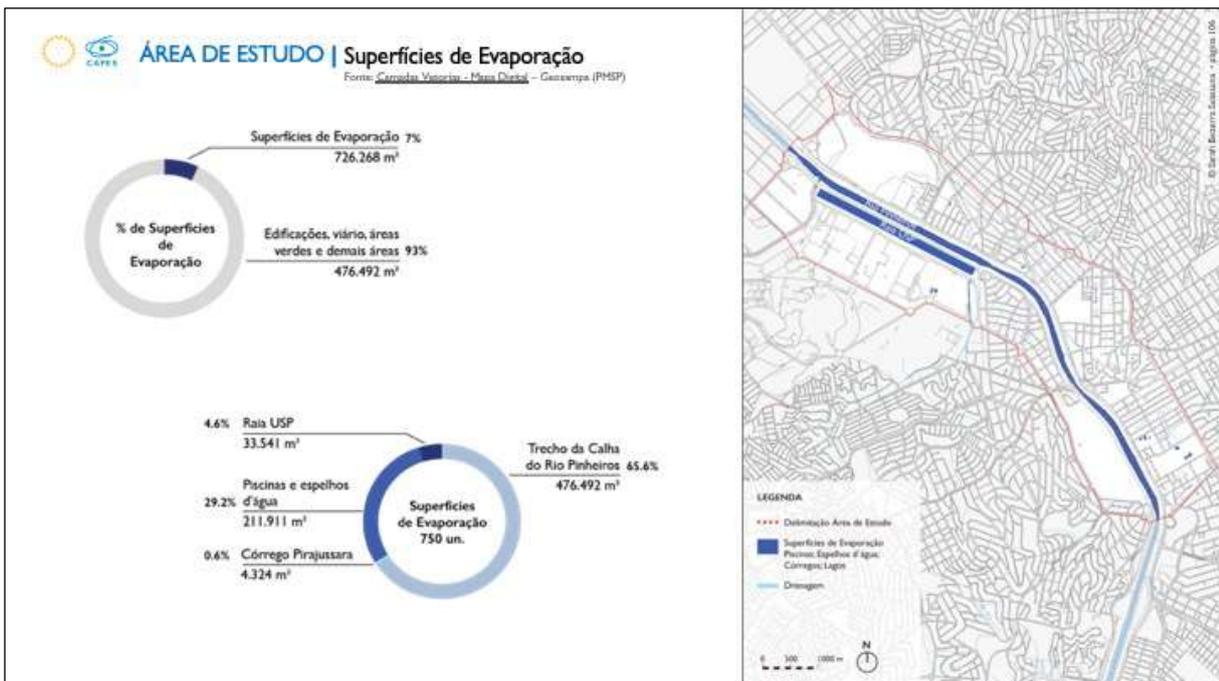
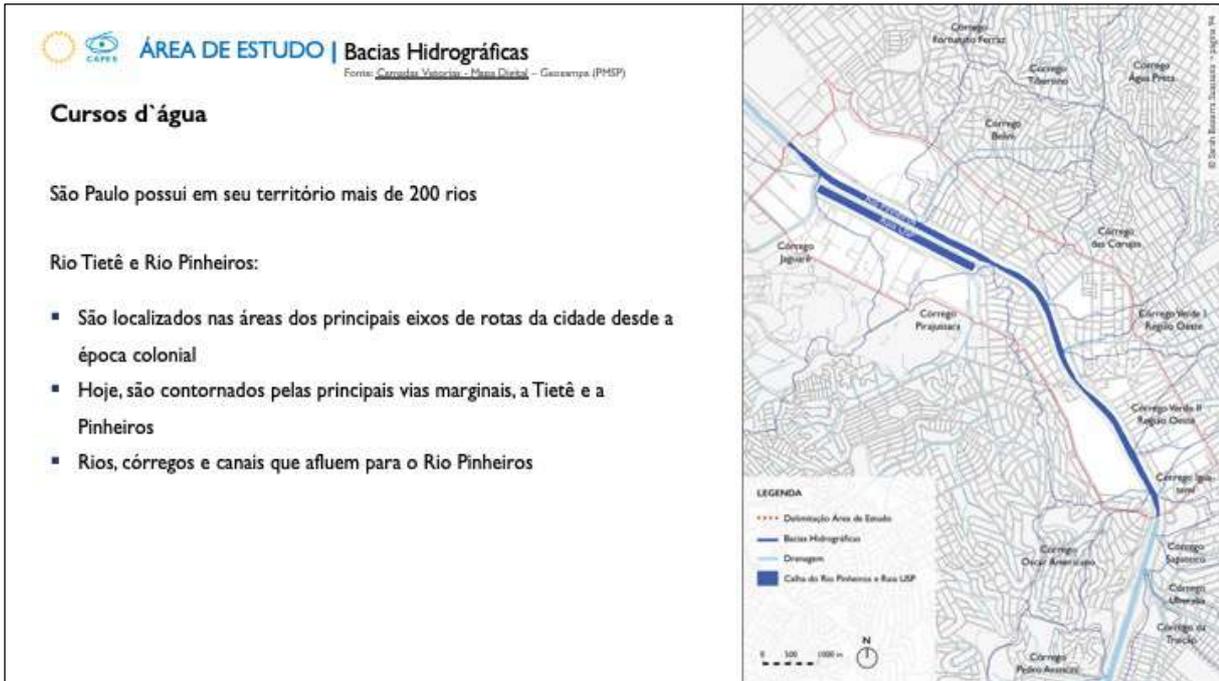
Escolha da Área de Estudo

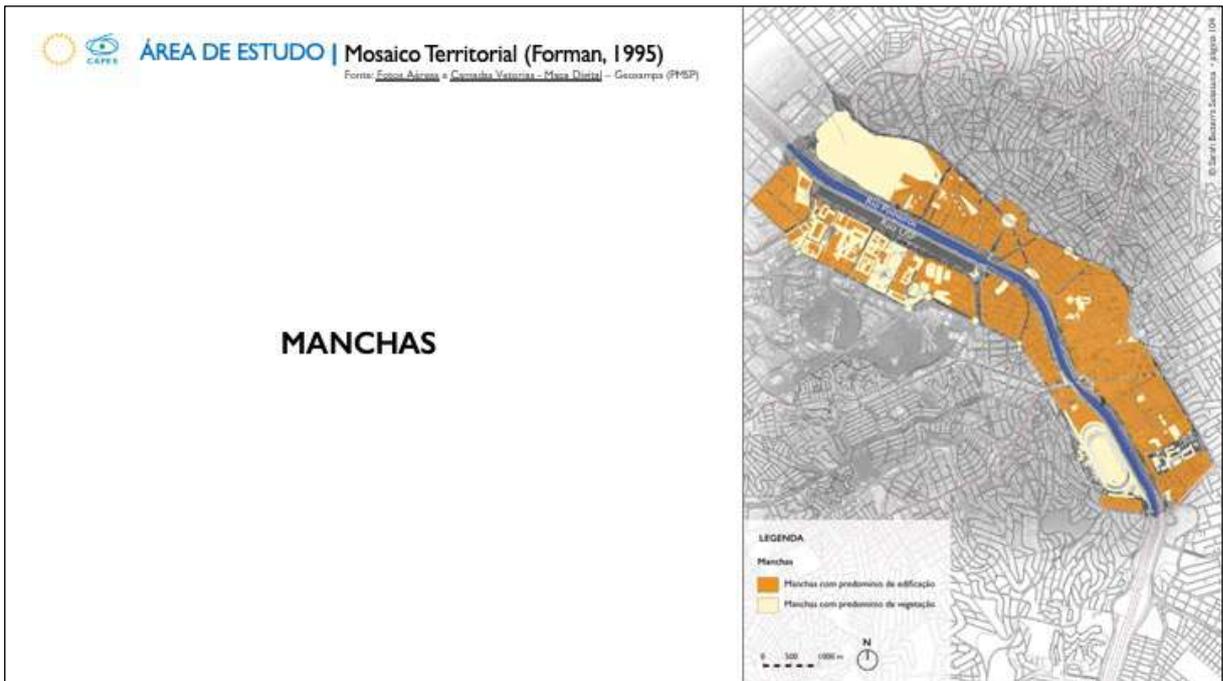
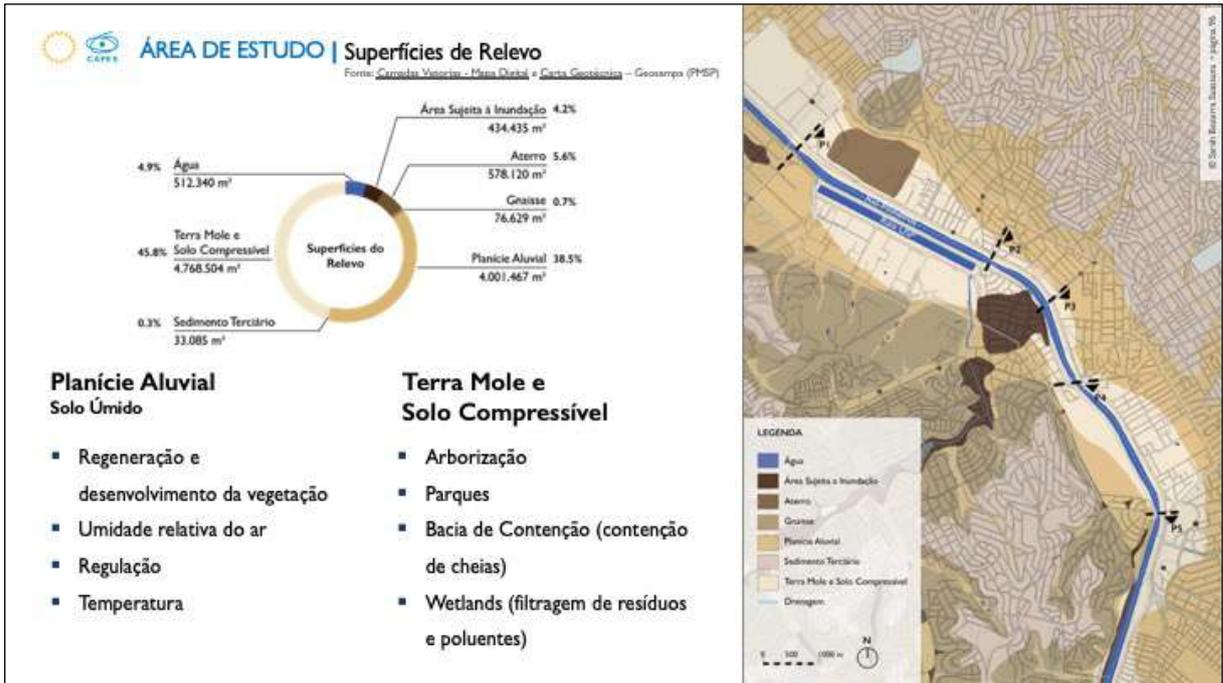
- Potencial de melhoria
- Influência ambiental da área e seu impacto na cidade

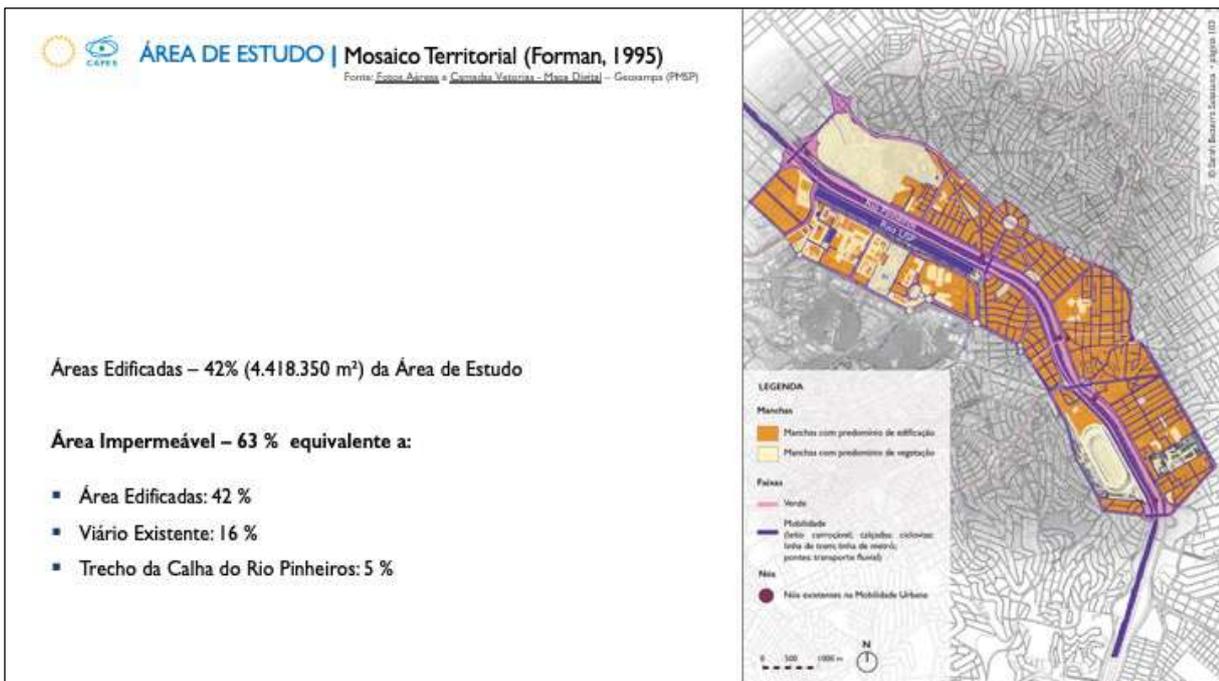
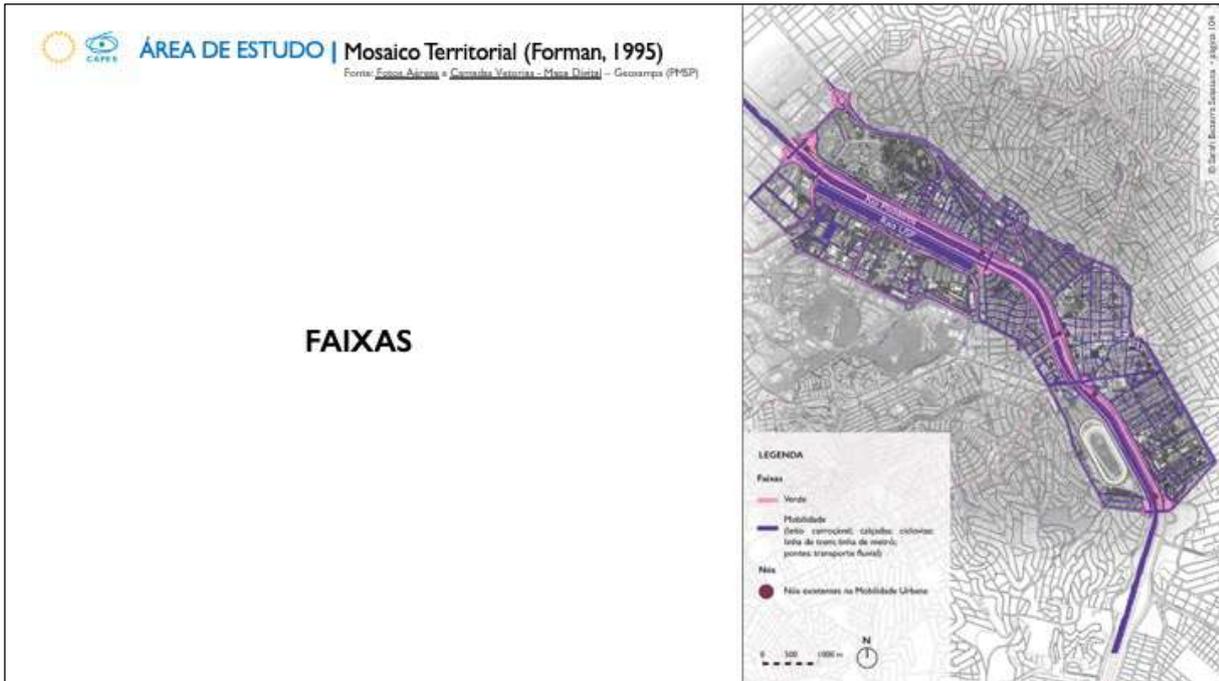
Elementos Considerados

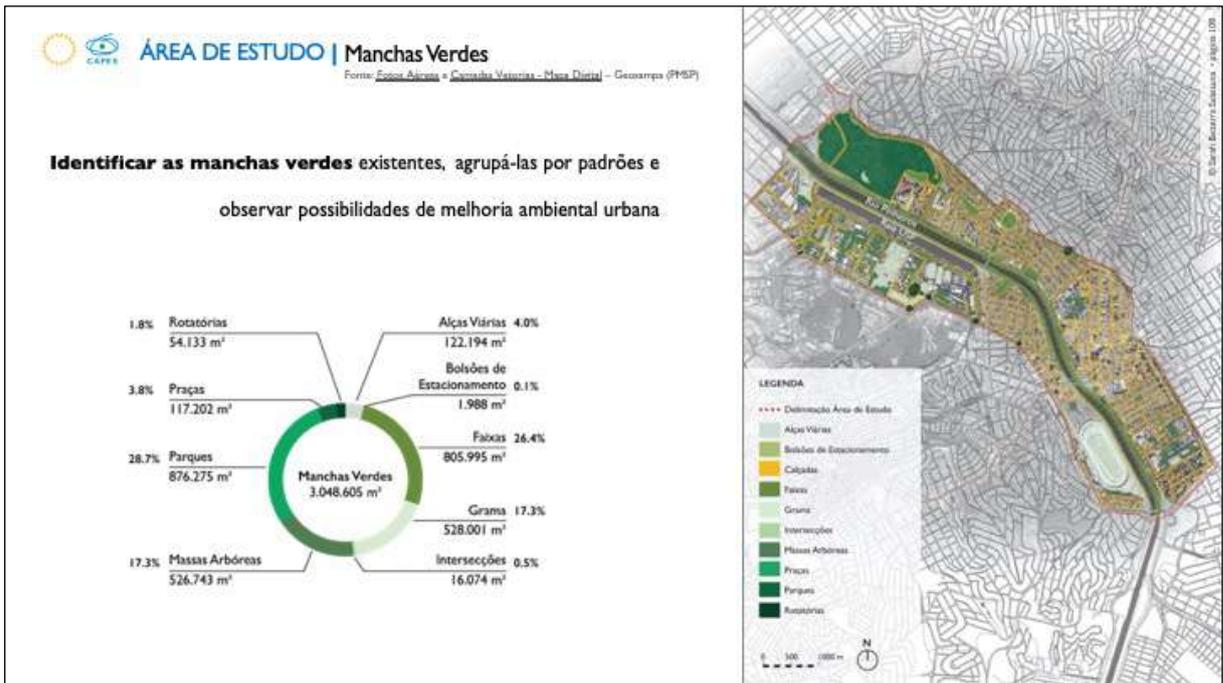
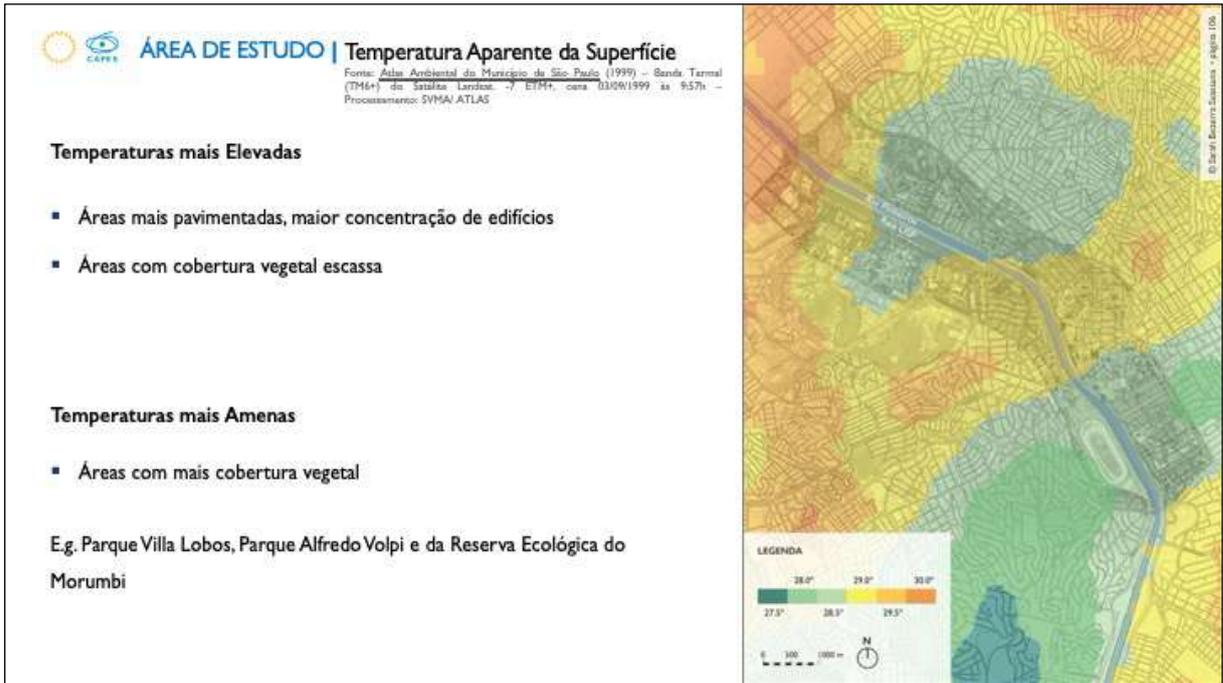
- Cursos d'água
- Superfícies de Evaporação
- Superfícies de Relevo
- Mosaico Territorial
- Temperatura Aparente da Superfície
- Manchas Verdes Existentes
- Mobilidade Urbana
- Arborização Urbana Existente

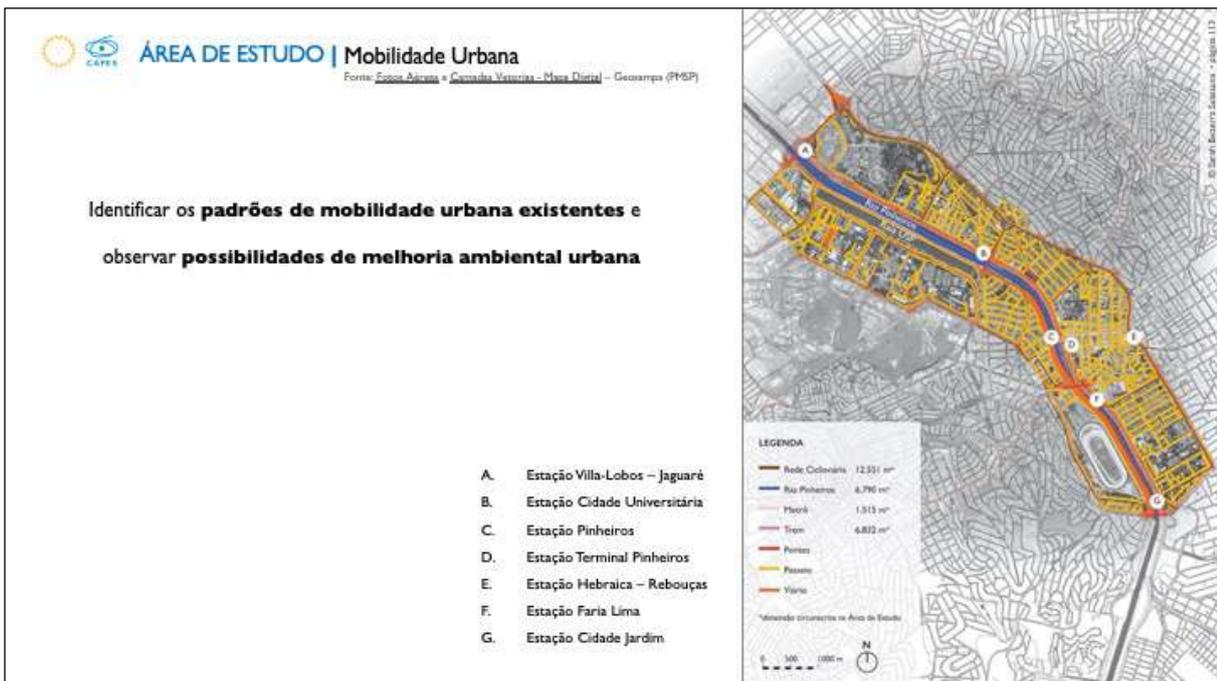
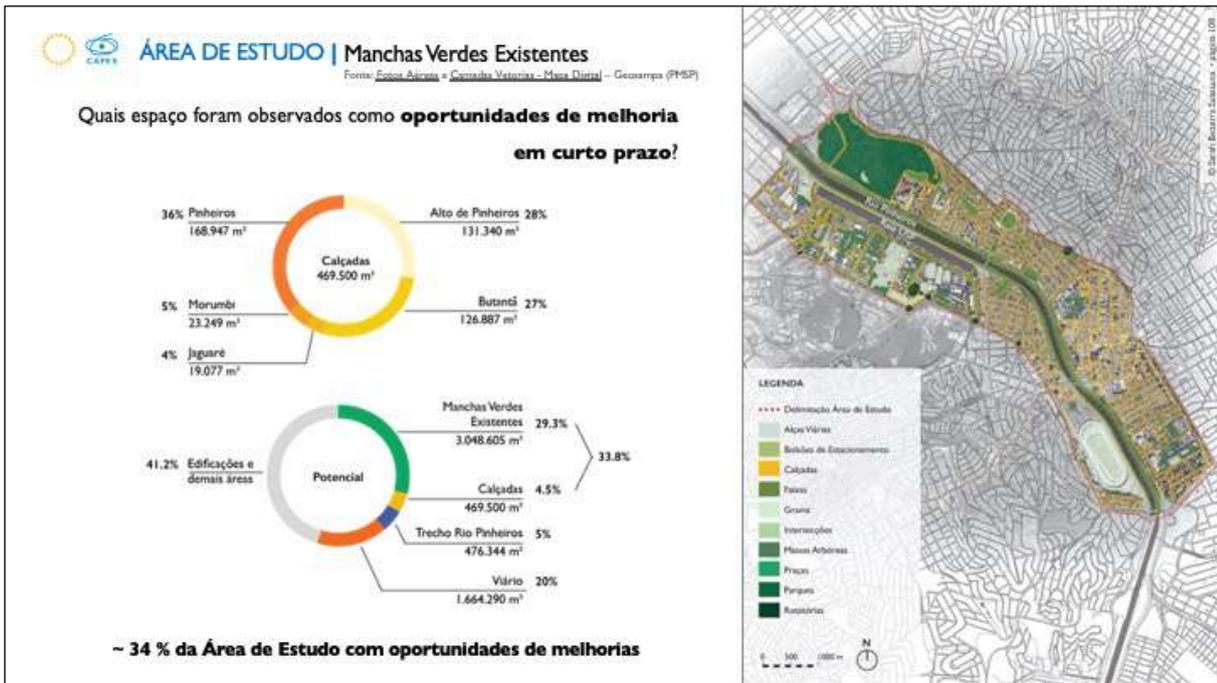


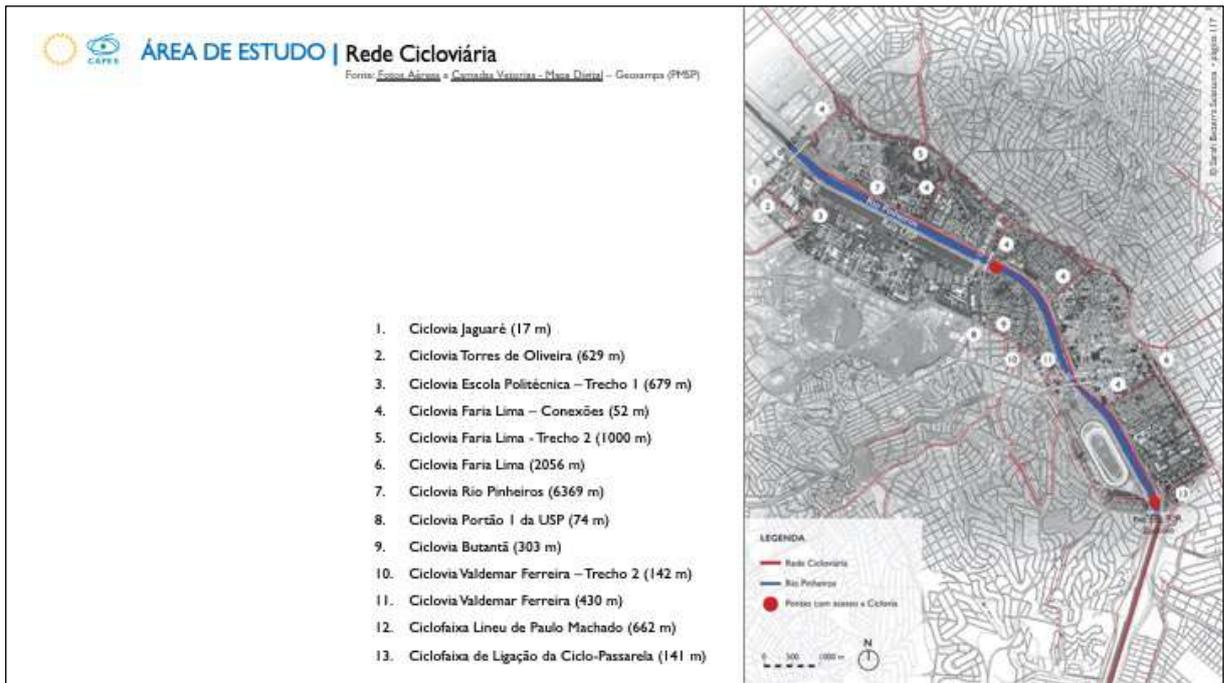














ÁREA DE ESTUDO Resumo das Características e Potencialidades		
	Características	Potencialidades
Cursos d'Água e Superfícies de Evaporação	Rio Pinheiros presente em um dos principais eixos de mobilidade da cidade e pouca superfície de evaporação na área de estudo (7%)	
Superfícies do Relevo	Planície Aluvial e Solo Mole Compressível propício para vegetação	
Mosaico Territorial	Predominância de Áreas Edificadas – 42% da Área de Estudo Predominância de Áreas Impermeáveis – 63% da área de estudo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contemplação da Paisagem ▪ Lazer
Temperatura Aparente da Superfície	Temperaturas Elevadas em áreas edificadas e com escassez de vegetação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Educação Ambiental
Manchas Verdes Existentes	~ 34 % da Área de Estudo com oportunidades de melhorias (calçadas e manchas verdes existentes)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mobilidade Urbana (eg. ciclovias, transporte fluvial)
Mobilidade Urbana e Rede Cicloviária	Eixo fundamental de Mobilidade Urbana da cidade, passível de ser mais explorado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservação da Fauna e Flora
Arborização Urbana Existente	Cobertura Vegetal típica de áreas urbanas resultantes do processo de urbanização acelerado, e desordenado e que busca atender o automóvel, de forma a pensar as infraestruturas (rede de drenagem, abastecimento, esgoto, viário e habitação) por meio de sistemas centralizados, rígidos e impermeáveis	

 **ÁREA DE ESTUDO |** Resumo das Características e Potencialidades

Que conseqüentemente

- Regulação da Umidade Relativa do Ar
- Regulação da Temperatura
- Drenagem das Águas Pluviais

BEM-ESTAR

- Serviços Ecosistêmicos
- Relação Homem x Natureza
- Equilíbrio do Ecossistema Urbano

 **RECOMENDAÇÕES**



Por que estimular os **Serviços Ecosistêmicos?**

De que maneira os **Serviços Ecosistêmicos podem ser estimulados com pequenas melhorias?**

Fonte: Ética Ambiental (<https://etica-ambiental.com.br/fo-que-sao-servicos-ecosistemicos/>)



Agenda

1. Introdução e Fundamentação Teórica
2. Área de Estudo e Caracterização
3. Recomendações para Melhorias
4. Considerações Finais



RECOMENDAÇÕES

Para as recomendações, foram considerados

1. Melhorias passíveis de implementação no curto prazo
2. Oportunidades observadas na caracterização da Área de Estudo
3. Foco no estímulo de serviços ecossistêmicos

CICLOVIAS

CALÇADAS

Nota: As recomendações e análises são mais amplas e devem considerar outros exemplos. Esses elementos foram utilizados para demonstrar como pequenas melhorias já podem estimular os serviços ecossistêmicos de forma relevante.



RECOMENDAÇÕES | Oportunidades de Melhorias: Desenho das Calçadas

RUA IRACI (h. n.º 500) EXISTENTE

Fiação Aérea

- Gera Poluição Visual
- Dificulta/ Impossibilita o desenvolvimento arbóreo

Canteiro Inadequado

- Dificulta/ Impossibilita o desenvolvimento arbóreo
- Impermeabiliza o solo

Mobiliário Urbano Improvisado

Calçadas estreitas e com degraus

- Dificultam/ Impossibilitam a acessibilidade dos frequentadores

Calçada Existente 1,60 m Leito Carroçável 5,30 m Calçada Existente 1,30 m

RECOMENDAÇÕES | Oportunidades de Melhorias: Desenho das Calçadas

RUA IRACI (h. n.º 500) ESTUDO PRELIMINAR*

* Croqui elaborado após a entrega da dissertação

Arborização

- Favorece a polinização, a construção de ninhos, o abrigo para espécies aviárias, o néctar para borboletas e beija-flores
- Filtra o Ar
- Embeleza a paisagem

Fiação Subterrânea

- Promove o enaltecimento da paisagem
- Favorece o desenvolvimento arbóreo

Canteiro Adequado e Jardins de Chuva

- Favorece o desenvolvimento arbóreo e a permeabilidade do solo
- Auxilia na drenagem das águas pluviais

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ESTIMULADOS

- Abastecimento
- Regulação
- Cultural
- Suporte

Avaliar necessidade de bolardos

Sinalização Acessível

E.g.: Piso Tátil

Fluxo de Água

Faixa Livre 1,20 m Faixa de Serviço 0,70 m Leito Carroçável 5,10 m Faixa Livre 1,20 m

RECOMENDAÇÕES | Oportunidades de Melhorias: Desenho das Calçadas

Exemplos

- 1. Rua Iraci
h. n° 500
- 2. Av. das Nações Unidas
h. n° 8501 – Eldorado Business Tower

RECOMENDAÇÕES | Oportunidades de Melhorias: Desenho das Calçadas

2. AV. DAS NAÇÕES UNIDAS (h. n° 8501 – Eldorado Business Tower) **EXISTENTE**

Fiação Aérea

- Gera Poluição Visual
- Dificulta/ Impossibilita o desenvolvimento arbóreo

Canteiro Inadequado

- Dificulta/ Impossibilita o desenvolvimento arbóreo
- Impermeabiliza o solo;

Área Verde

Leito Carroçável
~ 11,70 m

Trecho com 3 faixas de rolamento, sendo:
~ 3,20 m / faixa + faixa de desaceleração;

Calçada Existente
3,80 m

Ladrilho hidráulico
20 x 20 cm

RECOMENDAÇÕES | Oportunidades de Melhorias: Desenho das Calçadas

2 AV. DAS NAÇÕES UNIDAS (h.n.º 8501 – Eldorado Business Tower) ESTUDO PRELIMINAR*
* Croqui elaborado após a entrega da dissertação

Arborização

- Favorece a polinização, a construção de ninhos, o abrigo para espécies aviárias, o néctar para borboletas e beija-flores
- Filtra o Ar
- Embeleza a paisagem

Fiação Subterrânea

- Promove o enaltecimento da paisagem
- Favorece o desenvolvimento arbóreo

Canteiro Adequado e Jardins de Chuva

- Favorece o desenvolvimento arbóreo e a permeabilidade do solo
- Auxilia na drenagem das águas pluviais

Ciclovia¹ Faixa de Serviço 1,0 m Faixa Livre 2,80 m Faixa Livre 1,20 m

1. Aproveitar caminho já utilizado pelos ciclistas 2. Caso o jardim seja sobre solo natural

Fluxo de Água

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ESTIMULADOS

- Abastecimento
- Regulação
- Cultural
- Suporte

Área Verde Particular

- Favorece a permeabilidade do solo²
- Auxilia na drenagem das águas pluviais

Sinalização Acessível

E.g.: Piso Tátil

RECOMENDAÇÕES | Oportunidades de Melhorias: Desenho das Calçadas

Faixa de Acesso
Piso Drenante
Jardim de Chuva
Guia
Sarjeta
Leito Carroçável
Drenagem

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ESTIMULADOS

- Regulação
- Cultural

% da Área de calçada alterada	Área com calçadas alteradas	Área permeável com área de jardim de chuva proposta (16%)	Potencial de aumento de área permeável na Área de Estudo
100%	469.500 m ²	75.120 m ²	+ 0,72 %
75%	352.125 m ²	56.340 m ²	+ 0,54 %
50%	234.750 m ²	37.560 m ²	+ 0,36 %
25%	117.375 m ²	18.780 m ²	+ 0,18 %

 **RECOMENDAÇÕES** | Contexto: Pandemia de COVID - 19
Uso do Viário durante o período do Distanciamento Social



 **RECOMENDAÇÕES** | Contexto: Pandemia de COVID - 19
Uso do Viário durante o período do Distanciamento Social



Ruas
foram pensadas para os automóveis.

Deu-se baixa prioridade ao espaço público, às áreas de pedestres e ao papel do espaço urbano como local de encontro, de conexão. (Gehl, 2014; Suassuna, 2020, p. 75)

Calçadas
não são muito utilizadas por conta do seu desenho.

Cobertura Vegetal
é geralmente considerada um ornamento.



Agenda

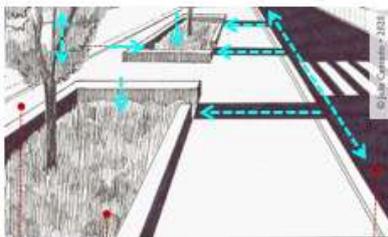
1. Introdução e Fundamentação Teórica
2. Área de Estudo e Caracterização
3. Recomendações para Melhorias
4. Considerações Finais



CONSIDERAÇÕES FINAIS

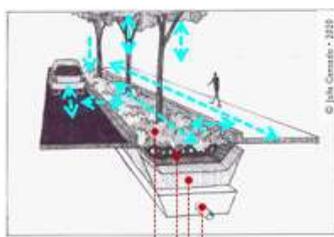
Utilização de Elementos de Infraestrutura Verde e Azul como:

Jardins de Chuva



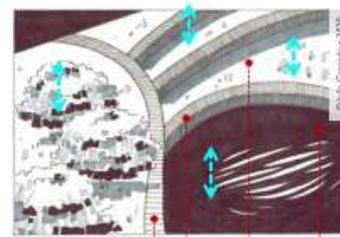
Faixa Livre Jardim de Chuva Leito Carroçável

Biovaletas



Canal Raso com lados levemente inclinados
Terra para Plantio
Solo de Bio Retenção
Tubulação

Lagoas Pluviais

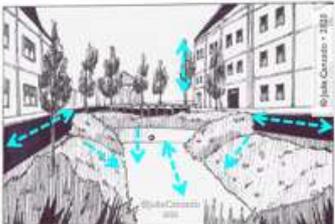


Caminho Pedonal Mureta
Área Inundável
Água
Área de retenção

Fluxo de Água

 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Bacias de Retenção



Que se conectem por meio de uma **Rede de Infraestrutura Verde Estruturada**

Embelezar a paisagem + Equilíbrio do Ecossistema Urbano

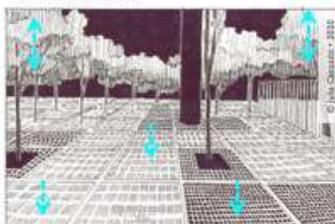
A criação da rede conectada de IEV no trecho estudado é factível e seu início pode ser no **Desenho das Calçadas**

- Pequenas Áreas Verdes
- Biodiversidade

Serviços Ecosistêmicos → **BEM-ESTAR**

- E.g. Construção de Jardins de Chuva em São Paulo

Pisos Drenantes



Fluxo de Água

 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Um espaço verde na paisagem urbana pode **promover e inspirar um melhor relacionamento entre homem e meio ambiente**, ao mesmo tempo em que **potencializa serviços ecossistêmicos**.

Porém, embora os espaços verdes isolados ofereçam benefícios socioambientais, é a **conexão desses espaços** que cria a estrutura da paisagem mais adequada para estimular os serviços ecossistêmicos.

Além do mais, uma **abordagem ecossistêmica que reconhece as pessoas como componente central** oferece a melhor maneira de avaliar as **interações entre as manchas verdes urbanas e o bem-estar humano**. (Suassuna, 2020, p. 143)



Obrigada!

Ao querido Alfredo Reinaldo Tilli (in memoriam)

A todos os professores que conseguem inspirar seus alunos para que se tornem pessoas melhores. Meu carinho àqueles que nos ensinam mais que teoria, que nos preparam também para a vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quatemário**. São Paulo : IGEOG/ USP, 1969.

ADLER, F. R.; TANNES, C. **Ecosistemas Urbanos: Princípios Ecológicos para o Ambiente Construído**. São Paulo : Oficina de Texto, 2015.

AEM, Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-Being: synthesis**. Washington : Island Press, 2005. p. 137.

BENEDICT, M.A.; MCMAHON, E.T. **Green infrastructure: linking landscapes and communities**. Washington : Island Press, 2006.

BRANKOVIC, Milena Dinic. **Bioswales as elements of green infrastructure - foreign practice and possibilities of use in the district of the City of Nis, Serbia**. Researchgate. [Online] Agosto de 2019. [Citado em: 14 de 02 de 2020.] https://www.researchgate.net/publication/335219312_Bioswales_as_elements_of_green_infrastructure_-_foreign_practice_and_possibilities_of_use_in_the_district_of_the_City_of_Nis_Serbia.

CORMIER, N. e PELLEGRINO, P.R.M. **Infraestrutura Verde: uma estratégia paisagística para água urbana**. Paisagem e Ambiente. 2008, Vol. 25, pp. 127-142.

FORMAN, R. T. T. **Urban Regions: Ecology: science of cities**. Nova Iorque : Cambridge University Press, 2008.

FORMAN, Richard T. T. **Land Mosaic: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge : Cambridge University, 1995.

— **Urban Ecology: science of cities**. Nova Iorque : Cambridge University Press, 2014.

FRANCO, M. A. R. 1997. **Desenho Ambiental. Introdução Arquitetura da Paisagem com o Paradigma Ecológico**. São Paulo : Annablume, 1997.

— **Infraestrutura Verde em São Paulo: o caso do Corredor Verde Ibirapuera - Villa Lobos**. LABVERDE. 2010, Vol. 01, pp. 135-154.

—. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável.** São Paulo : Annablume, 2001.

GEHL, Jan. **Cidade para as pessoas.** São Paulo : Editora Perspectiva, 2014.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. **Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e Resiliência para a Paisagem Urbana.** LABVERDE. 2010, Vol. 1, pp. 91-115.

JIM, C. Y. **Tree-canopy characteristics and urban development in Hong Kong.** The Geographical Review. Abril de 1989, Vol. 79, p. 210-225.

LORENZI, Harri; SOUZA, Hermes Moreira de. **Plantas Ornamentais no Brasil.** Nova Odessa : Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

MURPHY, M. D. **Landscape Architecture Theory. An Ecological Approach.** Washington : Island Press, 2016.

PELLEGRINO, P.; MOURA, N. (org.). **Estratégias para uma Infraestrutura Verde.** São Paulo : Manole, 2017. p. 317.

Pinheiros, Águas Claras do Rio. **Rio Pinheiros e seu Território: Conhecer para transformar.** São Paulo : s.n., 2017. Vol. 1 Edição.

POLISHCHUK, Y.; RAUSCHMAYER, F. **Beyond "benefits"? Looking at ecosystem services through the capability approach.** Ecological Economics. 2012, Vol. 81, pp. 103-111.

ROLOFF, Andreas. **Urban Tree Management for the Sustainable Development of Green Cities.** West Sussex : Wiley Blackwell, 2016.

SÃO PAULO, Prefeitura. **Conheça as regras para arrumar a sua calçada.** São Paulo : Prefeitura de São Paulo, 2012.

SÃO PAULO, Prefeitura. **Mapa dos Maciços de Solos e Rocha do Município de São Paulo, Prefeitura de São Paulo,** Departamento de Estatística e Produção de Informação - DIPRO, Município em Mapas, 2008.

. EIA-RIMA LINHA 6 – LARANJA, METRO de São Paulo, 2011. Plano da Bacia do Alto Tietê – relatório Final. FUSP., 2009

SÃO PAULO, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São. **Pomar Urbano: uma história de sucesso.** s.l. : Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2011.

SALDIVA, Paulo. **Vida Urbana e Saúde: Os Desafios dos Habitantes das Metrôpoles.** São Paulo : Contexto, 2018.

SCHUTZER, José Guilherme. **Cidade e Meio Ambiente.** São Paulo : EDUSP, 2012. 1.^a. Edição.

SUASSUNA, S. B. e FRANCO, M. de A. R. **Conexão de Manchas Verdes Urbanas em São Paulo [SP].** Estudo de caso: Parque Alfredo Volpi e Parque do Povo. Revista Labor & Engenho. 19 de 03 de 2019, Vol. 13.

ENDEREÇOS ELETRÔNICOS

Department of Natural Resources of Maryland. Land Acquisition and Planning. Maryland's Green Infrastructure Assessment Introduction.

Disponível em: <<http://dnr.maryland.gov/land/Pages/Green-Infrastructure.aspx>>.

Último acesso em 21 de fevereiro de 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>

Último acesso em 21 de fevereiro de 2020.

Instituto Nacional de Meteorologia

Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal>>

Último acesso em 21 de fevereiro de 2020.

Organização Meteorológica Mundial

Disponível em: <<https://public.wmo.int/en>>

Último acesso em 21 de fevereiro de 2020.

Organização das Nações Unidas

Disponível em < <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>>

Último acesso em 21 de fevereiro de 2020.

BASES SHAPEFILES PARA ELABORAÇÃO DOS MAPEAMENTOS

SIRGAS_geotecnica_poligono

SIRGAS_baciahidrografica

SIRGAS_SHP_distrito_polygon

SIRGAS_drenagem

SIRGAS_SHP_estacaometro_point

SIRGAS_SHP_linhametro_line

SIRGAS_SHP_estacaotrem_point

SIRGAS_SHP_linhatrem_line

SIRGAS_massadagua

SIRGAS_SHP_parquemunicipal

SIRGAS_SHP_prefeitura_regional_polygon

SIRGAS_SHP_quadraMDSF

SIRGAS_SHP_quadraviariaed_polygon

SIRGAS_SHP_redecicloviaria

Capa e projeto gráfico: **Sarah Bezerra Suassuna**

Revisão gramatical: **Luciene Ribeiro dos Santos**

Impressão: **VLencadernadora**

São Paulo, 2020.

