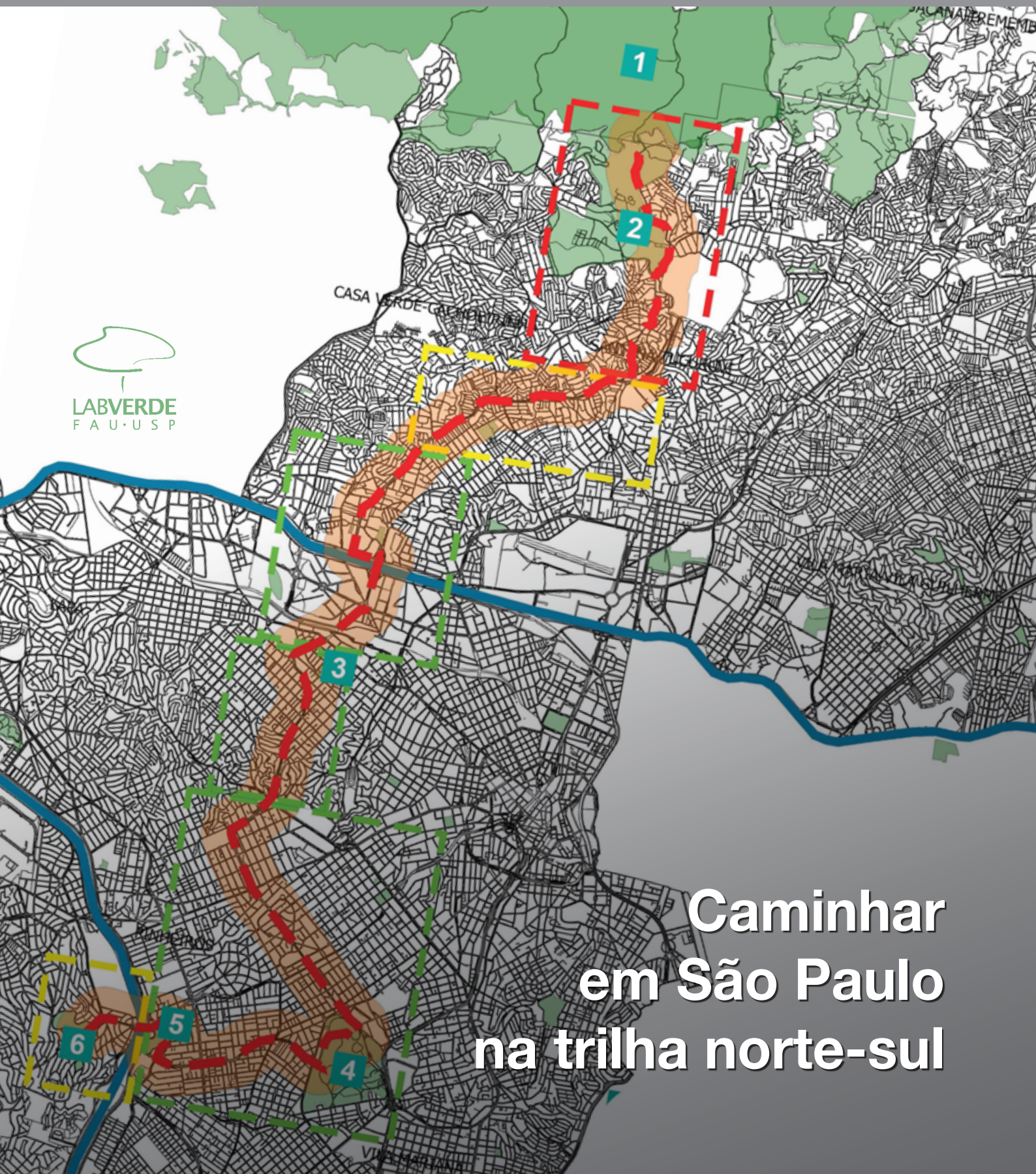


Revista LABVERDE

Agosto 2015 | Nº 10 | ISSN 2179-2275



**Caminhar
em São Paulo
na trilha norte-sul**





REVISTA LABVERDE

V. I – Nº 10

LABVERDE – Laboratório VERDE

FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Agosto 2015

ISSN: 2179-2275

Ficha Catalográfica

Serviço de Biblioteca e Informação da
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP

REVISTA LABVERDE/Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Departamento de Projeto. LABVERDE – Laboratório Verde – v.1, n.10 (2015) –. São Paulo: FAUUSP, 2015 –

Semestral

v.: cm.

v.1, n.10, ago. 2015

ISSN: 2179-2275

1. Arquitetura – Periódicos 2. Planejamento Ambiental 3. Desenho Ambiental
4. Sustentabilidade

I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.
Departamento de Projeto. LABVERDE. II. Título

CDD 712

Revista LABVERDE, V.I, N° 10

LABVERDE – Laboratório Verde

Rua do Lago, 876 – Cidade Universitária, Bairro do Butantã

CEP: 05508-900 São Paulo-SP

Tel: (11) 3091-4535

e-mail: labverde@usp.br

Capa: Rizia Sales Carneiro

Ilustração (Capa): Adriana Sandre, Flavia M. S. de Madureira, Marcelo Kussunoki

Sites:

<www.revistas.usp.br/revistalabverde> SIBi USP

<www.usp.br/fau/deprojeto/revistalabverde> FAU USP

Revista LABVERDE

Agosto – 2015

ISSN: 2179-2275

Universidade de São Paulo

Marco Antônio Zago (Reitor)

Vahan Agopyan (Vice-Reitor)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Maria Ângela Faggin Pereira Leite (Diretora)

Ricardo Marques de Azevedo (Vice-Diretor)

Editor Responsável

Maria de Assunção Ribeiro Franco (FAUUSP)

Comissão Editorial

Cecília Polacow Herzog (INVERDE)

Maria de Assunção Ribeiro Franco (FAUUSP)

Newton Becker Moura (UFC)

Paulo Renato Mesquita Pellegrino (FAUUSP)

Conselho Editorial

Catharina Pinheiro C. S. Lima (FAUUSP)

Cecília Polacow Herzog (FAUFRJ)

Denise Duarte (FAUUSP)

Demóstenes Ferreira da Silva Filho (ESALQ)

Eduardo de Jesus Rodrigues (FAUUSP)

Eugenio Fernandes Queiroga (FAUUSP)

Euler Sandeville Júnior (FAUUSP)

Fábio Mariz Gonçalves (FAUUSP)

Giovanna Teixeira Damis Vital (UFU)

Helena Aparecida Ayoub Silva (FAUUSP)

José Carlos Ferreira (UNL–Portugal)

José Guilherme Schutzer (FFLCH–USP)

João Reis Machado (UNL–Portugal)

João Sette Whitaker (FAUUSP)

Larissa Leite Tosetti (ESALQ)

Lourdes Zunino Rosa (FAUFRJ)

Marcelo de Andrade Romero (FAUUSP)

Maria Ângela Faggin Pereira Leite (FAUUSP)

Maria Cecília França Lourenço (FAUUSP)

Maria Cecília Loschiavo dos Santos (FAUUSP)

Maria de Assunção Ribeiro Franco (FAUUSP)

Maria de Lourdes Pereira Fonseca (UFABC)

Marly Namur (FAUUSP)

Miranda M. E. Martinelli Magnoli (FAUUSP)

Newton Becker Moura (UFC)

Paulo Renato Mesquita Pellegrino (FAUUSP)

Pérola Felipette Brocaneli (UPM)

Silvio Soares Macedo (FAUUSP)

Vladimir Bartalini (FAUUSP)

Apoio Técnico

Eliane Alves Katibian

Rizia Sales Carneiro

Colaboradores

Antonio Franco

José Otávio Lotufo

Oscar Utescher

Ramón Stock Bonzi

Diagramação

Rizia Sales Carneiro

Desenvolvimento de Web

Edson Moura (Web FAU)

Rizia Sales Carneiro

Agradecimentos

José Otávio Lotufo

SUMÁRIO

1. EDITORIAL

007 MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO

2. ARTIGOS

012 ARTIGO 1

ANÁLISE DOS INDICADORES DO SELO LABVERDE APLICADOS A ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS – A TRILHA NORTE-SUL

ANALYSIS OF LABVERDE SEAL INDICATORS APPLIED TO CONSOLIDATED URBAN AREAS – THE NORTH-SOUTH TRAIL

JULIANA MARIA DE SOUZA FREITAS, YASHMIN MOKARZEL

033 ARTIGO 2

A BICICLETA COMO MODAL DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL PARA A CIDADE DE SÃO PAULO: O ESTUDO DE CASO DA TRILHA NORTE-SUL

BICYCLE AS A SUSTAINABLE URBAN TRANSPORTATION MODAL IN THE CITY OF SÃO PAULO: THE STUDY CASE OF NORTH-SOUTH TRAIL

CARME MACHÍ, MARCELA ALONSO, VALÉRIA RUCHTI

061 ARTIGO 3

TRILHA URBANA, MOBILIDADE E INTEGRAÇÃO SOCIAL: UM ESTUDO APLICADO À AVENIDA SUMARÉ EM SÃO PAULO

URBAN TRAIL, MOBILITY AND SOCIAL INTEGRATION: A STUDY APPLIED TO SUMARÉ AVENUE IN THE CITY OF SÃO PAULO

ADRIANA AFONSO SANDRE, FLÁVIA MESQUITA SAMPAIO DE MADUREIRA, MARCELO KUSSUNOKI

083 ARTIGO 4

CONTAMINAÇÃO DO SOLO EM SÃO PAULO: O CASO DA OPERAÇÃO URBANA BAIRROS DO TAMANDUATEÍ

SOIL CONTAMINATION IN SÃO PAULO: THE CASE OF THE “URBAN OPERATION NEIGHBORHOODS OF THE TAMANDUATEÍ REGION”

VANIA CRISTIANE FLORES SALINAS

103 ARTIGO 5

**O ZONEAMENTO AMBIENTAL GEOMORFOLÓGICO COMO
MÉTODO PARA PLANEJAR A INFRAESTRUTURA VERDE EM
ÁREAS DENSAMENTE URBANIZADAS**

*THE GEOMORPHOLOGICAL ENVIRONMENTAL ZONING AS METHOD FOR
GREEN INFRASTRUCTURE PLANNING IN DENSELY URBANIZED AREAS*

RAMÓN STOCK BONZI

133 ARTIGO 6

**APLICAÇÃO DA FITORREMEDIÇÃO EM FUNÇÃO DE TIPOLOGIAS
DE INFRAESTRUTURA VERDE EM MICROBACIAS URBANAS
DA CIDADE DE SÃO PAULO**

*APPLICATION OF PHYTOREMEDIATION ACCORDING TO GREEN
INFRASTRUCTURE TYPOLOGIES IN URBAN WATERSHEDS
IN THE CITY OF SÃO PAULO*

MAITÉ BUENO PINHEIRO

155 ARTIGO 7

**OS LAGOS DO IBIRAPUERA COMO ESTRUTURAÇÃO
HÍDRICA DE UM PARQUE**

THE IBIRAPUERA LAKES AS HYDRIC STRUCTURE OF A PARK

RICIANE MARIA REIS POMBO

3. DEPOIMENTO

169 CAMINHAR EM SÃO PAULO NA TRILHA NORTE-SUL

WALKING THROUGH SÃO PAULO ON THE NORTH-SOUTH TRAIL

JOSÉ OTÁVIO LOTUFO

1. EDITORIAL

EDITORIAL

Desta vez a Revista LABVERDE, em sua décima edição, completa seu primeiro volume. Tendo em vista esse fato, na seção Depoimentos, tem-se o texto de LOTUFO comentando a ‘EXPO DESENHO AMBIENTAL’, abrigada na FAU Maranhão de 31 de julho a 28 de agosto do corrente ano, e organizada pelo LABVERDE da FAUUSP. A mostra trata da exibição de *posters* produzidos pelos alunos da Pós-Graduação, sob a temática **“Caminhar em São Paulo na Trilha Norte-Sul”**, como parte das atividades da disciplina AUP-5853 Desenho Ambiental, da Área de Paisagem e Ambiente, cursada no primeiro semestre de 2015 e que acabaram por inspirar a elaboração deste número.

São sete os artigos apresentados nesta edição, sendo os três primeiros dedicados à temática da ‘Trilha Norte-Sul’, uma trilha urbana hipotética percorrendo aproximadamente 25Km no sentido norte-sul do território municipal da cidade de São Paulo, unindo parques e áreas verde e diversos pontos de cultura, onde o cidadão poderá andar ou pedalar, em trechos ou na totalidade do percurso, num eixo qualificado de infraestrutura verde e resiliência urbana.

Assim, abre a edição o texto de FREITAS e MOKARZEL aplicando indicadores do ‘Selo LABVERDE’ a áreas urbanas consolidadas da ‘Trilha Norte-Sul’. O segundo artigo, elaborado por MACHÍ, ALONSO e RUCHTI, enfatiza a bicicleta como modal de transporte sustentável. No terceiro artigo SANDRE, MADUREIRA e KUSSONOKI unem a ‘mobilidade à integração social’ num trecho da Avenida Sumaré, tendo por ‘área borda’ o bairro de Perdizes.

SALINAS, no quarto artigo, trata do problema das áreas contaminadas da cidade de São Paulo, enquadrando como área foco do estudo a da Operação Urbana Bairros do Tamanduateí.

Inspirado na obra de SCHUTZER (2012) sobre a apropriação do relevo no desenho ambiental urbano, BONZI destaca, no quinto artigo, a importância do método de zoneamento ambiental geomorfológico ao se planejar a infraestrutura verde de uma cidade em áreas densamente urbanizadas.¹

¹ SCHUTZER, José Guilherme. Cidade e Meio Ambiente: apropriação do relevo no desenho ambiental urbano. EDUSP, São Paulo, 2012.

No sexto e sétimo artigos, as autoras PINHEIRO e POMBO, apresentam proposições ligadas a microbacias da cidade de São Paulo. A primeira trata de fitorremediação aplicada em função de tipologias de infraestrutura verde aplicadas a bacias hidrográficas; a segunda, da estruturação hídrica do Parque do Ibirapuera a seus icônicos lagos, providos pela bacia do córrego do Sapateiro, magistralmente modelados pelo paisagista TEIXEIRA MENDES, na década de 50 do século XX, para a celebração do IV Centenário da cidade de São Paulo.

Tenham uma boa leitura!

Maria de Assunção Ribeiro Franco

Editora da Revista LABVERDE

EDITORIAL

At this time LABVERDE magazine, in its tenth edition, finishes the first volume. In view of this fact, the Testimonials Section brings the LOTUFO's text commenting on the "ENVIRONMENTAL DESIGN EXPO", to be held at FAU Maranhão Campus from July 31st to August 28th of this year, which was organized by FAU LABVERDE. The exhibition presents posters produced by Post-Graduation Students, focusing the theme "Walking in São Paulo along the North-South Trail", as part of the activities of AUP-5853 Environmental Design discipline, of Landscape and Environment Area, during the first half of 2015, which inspired the present edition.

This edition presents seven articles, being the three first devoted to the "North-South Trail", a hypothetical urban trail covering approximately 25km from the north to the south of the City of São Paulo territory, connecting parks, green areas and different cultural points, where citizens can walk or ride a bicycle in sections or the entire route, in a qualified axis of green infrastructure and urban resilience.

Thus, FREITAS and MOKARZEL article opens this edition applying "LABVERDE Seal" indicators to consolidated urban areas of the "North-South Trail". The second article, written by MACHI, ALONSO and RUCHTI, emphasizes the bicycle as a sustainable transportation modal. In the third article SANDRE, MADUREIRA and KUSSONOKI connect the "mobility to social integration" in a segment of Sumaré Avenue, having as "border area" the Perdizes district.

SALINAS, in the fourth article, deals with the problem of contaminated areas of the City of São Paulo, framing as studied focus area the one of the Urban Operation Tamanduateí River Districts.

Inspired by SCHUTZER's work (2012) about the relief appropriation in urban environmental design, BONZI points out in the fifth article, the importance of geomorphological environmental zoning method when planning the green infrastructure of a city in densely urbanized areas²

² SCHUTZER, José Guilherme. *City and environment: relief appropriation in the urban environmental design*. EDUSP, São Paulo, 2012.

In the sixth and seventh articles, the authors PINHEIRO and POMBO present proposals linked to micro watersheds of the City of São Paulo. The first focus the phytoremediation applied according to green infrastructure typologies applied to hydrographic basins; the second focuses the water structuration of Ibirapuera Park to its iconic lakes filled by Sapateiro Stream basin, masterfully designed by the landscape architect TEIXEIRA MENDES, in the middle of the 20th Century, to celebrate the 4th Centenary of the City of São Paulo.

Enjoy the reading!

Maria de Assunção Ribeiro Franco

LABVERDE Magazine Publisher

2. ARTIGOS

ARTIGO Nº 1

ANÁLISE DOS INDICADORES DO SELO LABVERDE APLICADOS A ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS – A TRILHA NORTE-SUL

ANALYSIS OF LABVERDE SEAL INDICATORS APPLIED TO CONSOLIDATED URBAN AREAS – THE NORTH-SOUTH TRAIL

JULIANA MARIA DE SOUZA FREITAS, YASHMIN MOKARZEL

ANÁLISE DOS INDICADORES DO SELO LABVERDE APLICADOS A ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS – A TRILHA NORTE-SUL

ANALYSIS OF LABVERDE SEAL INDICATORS APPLIED TO CONSOLIDATED URBAN AREAS – THE NORTH-SOUTH TRAIL

JULIANA MARIA DE SOUZA FREITAS

Arquiteta e Urbanista graduada pela EESC/USP-2003.

Atualmente integra o quadro técnico da Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Prefeitura Municipal de Santos

E-mail: julianafreitas@santos.sp.gov.br

YASHMIN MOKARZEL

Arquiteta e Urbanista graduada pela UNITAU-2013.

Atualmente trabalha no escritório DV Arquitetura em São Paulo

E-mail: yashmin.m@hotmail.com

RESUMO

“Já não é aceitável construir edificações de alto desempenho em uma área não urbanizada, em um contexto dependente de automóveis, e certificá-la como sustentável”. Douglas Farr (2013)

Atualmente vemos o movimento pela sustentabilidade ganhar força na mídia, em movimentos sociais e coletivos, nas agendas políticas e até em nosso dia-a-dia. Os limites da nossa modernidade, principalmente no que diz respeito às consequências do modelo de desenvolvimento em curso, estão cada vez mais explícitos. Mas apesar deste movimento ser uma forte tendência, o processo de transformação é complexo e permeado de dúvidas. Quais as implicações de ser sustentável? Como exercer a sustentabilidade? Como praticá-la de forma efetiva?

O presente artigo se propõe a refletir sobre os questionamentos a respeito da sustentabilidade em áreas urbanas consolidadas e para tal analisa um dos possíveis trajetos entre o Parque Estadual da Cantareira e o Parque do Ibirapuera, na cidade de São Paulo-SP, sob a ótica dos indicadores propostos pelo Selo Labverde, Selo este concebido pelo Laboratório Verde da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

O Selo Labverde foi desenvolvido com o intuito de certificar as práticas sustentáveis adotadas por regiões e empreendimentos considerando diversas escalas, da local a regional, o que diferencia este processo de certificação dos demais sistemas atualmente existentes.

A abordagem proposta pelo Labverde permite uma análise mais aprofundada do empreendimento, uma vez que o próprio conceito de sustentabilidade, como entendido na atualidade, exige a consideração de uma perspectiva ampliada.

Palavras-chave: certificação ambiental, indicadores de sustentabilidade, localização sustentável, Selo Labverde, avaliação de sustentabilidade

ABSTRACT

It is seen currently the sustainability movement gaining strength in the media, in social and collective movements, political agendas and even in the daily routine. The limits of modernity, mainly regarding to the consequences of the current development model, are becoming more and more explicit. But despite being this move a strong trend, the transformation process is complex and riddled with doubts. Which are the implications of being sustainable? How to exercise sustainability? How to practice it effectively?

This article aims to reflect on the questions about the sustainability in consolidated urban areas and for such purpose it analyzes one of the possible. Paths between the Cantareira Park and Ibirapuera Park, in São Paulo-SP, under the perspective of the indicators proposed by the Labverde Seal, which was designed by the Laboratório Verde (Green Laboratory) at FAU-USP.

The Labverde Seal was developed in order to ensure the sustainable practices adopted by regions and projects considering different scales, from local to regional, what makes this certification process different of other currently existing systems.

The approach proposed by Labverde allows a deeper analysis of the project, since the sustainability concept, as understood today, requires consideration of a broader perspective.

Keywords: environmental certification, sustainability indicators, sustainable location, Seal Labverde, sustainability assessment

INTRODUÇÃO

“Uma nova forma de civilização, fundamentada no aproveitamento sustentável dos recursos renováveis, não apenas é possível, mas essencial”.

M. S. Swaminathan, pensador indiano (Apud SACHS, 2009)

As cidades cresceram e se proliferaram respondendo às necessidades da vida em sociedade, tanto no que se refere aos aspectos de produção quanto aos de consumo. Este processo camuflou durante muito tempo as altas demandas pelos meios naturais, demandas estas que comprometeram e comprometem os ecossistemas que dão suporte à vida no planeta. As consequências decorrentes das ações do atual modo de produção para o meio ambiente e para a vida humana estão cada vez mais explícitas denotando a necessidade de se alterar o caminho.

Esse debate e as questões que ele implica vêm se consolidando desde o início da década de 70² e tem como marco principal a publicação do *Relatório de Brundtland*¹, elaborado em 1987 pela *Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento* - CMMAD. Este relatório postula o conceito de desenvolvimento sustentável mais difundido na literatura especializada:

“O Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades.” (CMMAD apud SILVA, 2000)

Embora haja muitas críticas a esse documento, principalmente no que diz respeito à falta de contextualização social e ideológica do ser humano, previsões contraditórias a respeito do crescimento de países com diferentes graus de desenvolvimento e por tratar as responsabilidades como algo comum a todos, indiscriminadamente, o relatório conseguiu despertar a polêmica necessária à evolução do que se entende por desenvolvimento sustentável. (SILVA, 2000)

¹ A primeira *Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano* ocorreu em 1972, na cidade de Estocolmo, Suécia, com o objetivo de estudar estratégias para corrigir problemas ambientais em todo o planeta. (KEELER, BURKER, 2010)

² O Relatório de Brundtland recebeu o título de *Our Common Future*, em português *Nosso Futuro Comum*.

Cinco anos após a publicação do Relatório de Brundtland foi realizada, na cidade do Rio de Janeiro, a *Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*, a ECO-92. O evento reafirmou através da publicação do documento denominado *Agenda 21* os temas essenciais para o desenvolvimento sustentável, tais como o consumo energético e de matérias primas, a conservação da biodiversidade e a proteção aos ecossistemas frágeis. No entanto, diferentemente da abordagem observada em 1987, buscou-se sublinhar a necessidade de uma relação mais equilibrada entre os países do Norte e do Sul através da incorporação de questões relativas à equidade na distribuição das riquezas, das oportunidades e das responsabilidades.

Essa nova abordagem permitiu que fossem introduzidas no debate questões relativas ao modo como a sociedade contemporânea se estrutura, seus modos de produção, de consumo e de estilo de vida. Segundo ROMERO (apud SILVA & ROMERO, 2011), o sistema atual, tanto na perspectiva econômica quanto espacial, contraria os prognósticos futuros de escassez de recursos e energia. O desafio reside justamente na necessidade dessa conscientização, uma vez que a ciência da limitação dos recursos naturais deveria, por si só, levar à consciência da necessidade de auto-restrição. Para SILVA (2000), esses são os requisitos para que uma perspectiva de sustentabilidade possa ser implantada no longo prazo.

Esse caminho, no entanto, não é tão simples, como bem questiona SACHS (2009). Como compatibilizar desenvolvimento e sustentabilidade? Esse conflito se faz presente ao longo de toda a história do debate sobre desenvolvimento sustentável, termo inclusive apontado como contraditório em diversas obras.

“Como conservar escolhendo-se estratégias corretas de desenvolvimento em vez de simplesmente multiplicarem-se reservas supostamente invioláveis? (...) Como desenhar uma estratégia diversificada de ocupação da Terra, na qual as reservas restritas e as reservas da biosfera tenham seu lugar nas normas estabelecidas para o território a ser utilizado para seu uso produtivo?” (SACHS, 2009, p. 32)

A partir do exposto, conclui-se que a biodiversidade necessita ser protegida para garantir os direitos das futuras gerações, porém isso não quer dizer que a natureza seja inviolável e sim que é necessário um profundo conhecimento dos fluxos naturais para que se possa intervir sem agredir, ou agredir o minimamente, de forma que o próprio sistema possa se recuperar. A capacidade de renovação de recursos deve ser en-

tendida de forma muito criteriosa, devido a sua complexidade e interações entre os diferentes componentes presentes nos fluxos naturais.

Nesse contexto, a cidade é o local que melhor exemplifica essa dicotomia por ser tanto o palco dos conflitos como lugar geográfico e político das possibilidades de solução (SANTOS apud SILVA, 2000). A harmonização dos objetivos ecológicos e sociais não é apenas uma questão pragmática, mas essencial para garantir a qualidade de vida futura.

O presente trabalho se debruça na análise dessa dicotomia na tentativa de contribuir com o debate e com o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem a tomada de decisão daqueles que atuam diretamente no espaço urbano.

A TRILHA NORTE-SUL

“Neste contraste entre o que vemos e o que existe, ainda que invisível, se encontra um novo olhar para a cidade. Convidamos você a encontrá-lo.”

Coletivo Escafandro.
Projeto Rios (In)visíveis³

O objeto de estudo deste trabalho se configura como um dos possíveis caminhos que percorrem a cidade de São Paulo partindo da Pedra Grande, cruzando o Rio Tietê e chegando ao Parque Ibirapuera. Este trajeto, aqui denominado **Trilha Norte-Sul (TNS)**, foi tema de estudo da disciplina *Desenho Ambiental*, ministrada pela Profa. Dra. Maria de Assunção Ribeiro Franco no curso de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e teve como objetivo a reflexão sobre a paisagem de seu entorno, tanto nos aspectos geomorfológicos quanto ambientais.

A proposta procurou abranger sítios de diferentes características e com esse intuito foi estipulado o seguinte percurso: Parque Estadual da Cantareira (Núcleo Pedra Grande), Horto Florestal, Av. Santa Inês, Av. Voluntários da Pátria, Av. Eng. Caetano Álvares, Av. Antártica, Av. Sumaré, Av. Dr. Arnaldo, Av. Paulista, Av. Vinte e Três de Maio e Parque Ibirapuera, totalizando 28,7 km. Para a análise foi considerado 500m de borda de cada lado do trajeto (FIGURA 1).

³ Para mais informações sobre o *Projeto Rio (In)visíveis* acesse: www.riosdesaopaulo.org

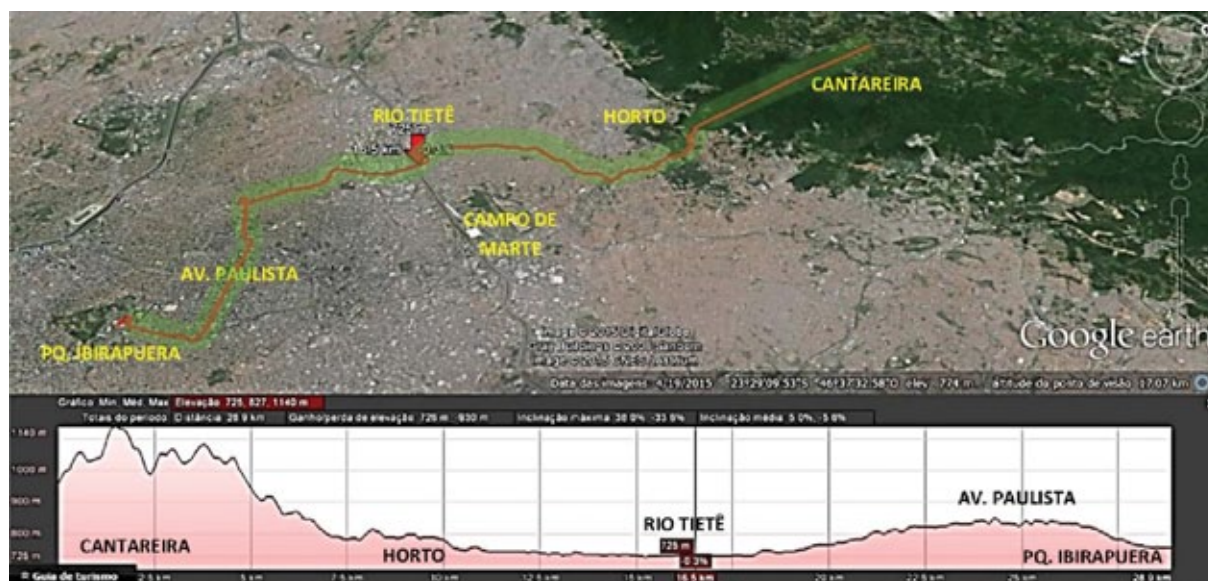


Figura 1 – Trilha Norte-Sul e corte do percurso (a seta aponta para o Rio Tietê).

Fonte: Aplicativo Google Earth, manuseado pelas autoras.

O SÍTIO DE SÃO PAULO

São Paulo é uma cidade complexa sob os mais variados aspectos e devido a sua dimensão seu território não é homogêneo, tanto nos morfologicamente quanto geomorfologicamente. Considerando os objetivos do presente trabalho, serão ressaltados apenas as características mais significativos do meio físico e sua relação com a ocupação.

São Paulo se desenvolveu sobre o planalto atlântico brasileiro (terras altas, entre 720 a 850 metros predominantemente) e sua morfologia é extremamente condicionada ao meio físico que caracteriza a região: bacia sedimentar do terciário; rebordo granito-xistognáissico pré-cambriano e coberturas aluviais e colúvios quaternários.⁴ Dessa forma, a cidade se caracteriza por uma paisagem marcada por colinas entremeadas por cursos d'água. O núcleo urbano mais consolidado se encontra assentado nos baixos terraços fluviais dos rios Tietê, Pinheiros e afluentes. (FIGURA 2). Já ao norte, a paisagem é fortemente marcada pela existência da Serra da Cantareira (corpos graníticos).

Essa configuração geomorfológica somada à proximidade do oceano Atlântico (em

⁴ Atlas Ambiental do Município de São Paulo. Disponível em: <http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br>

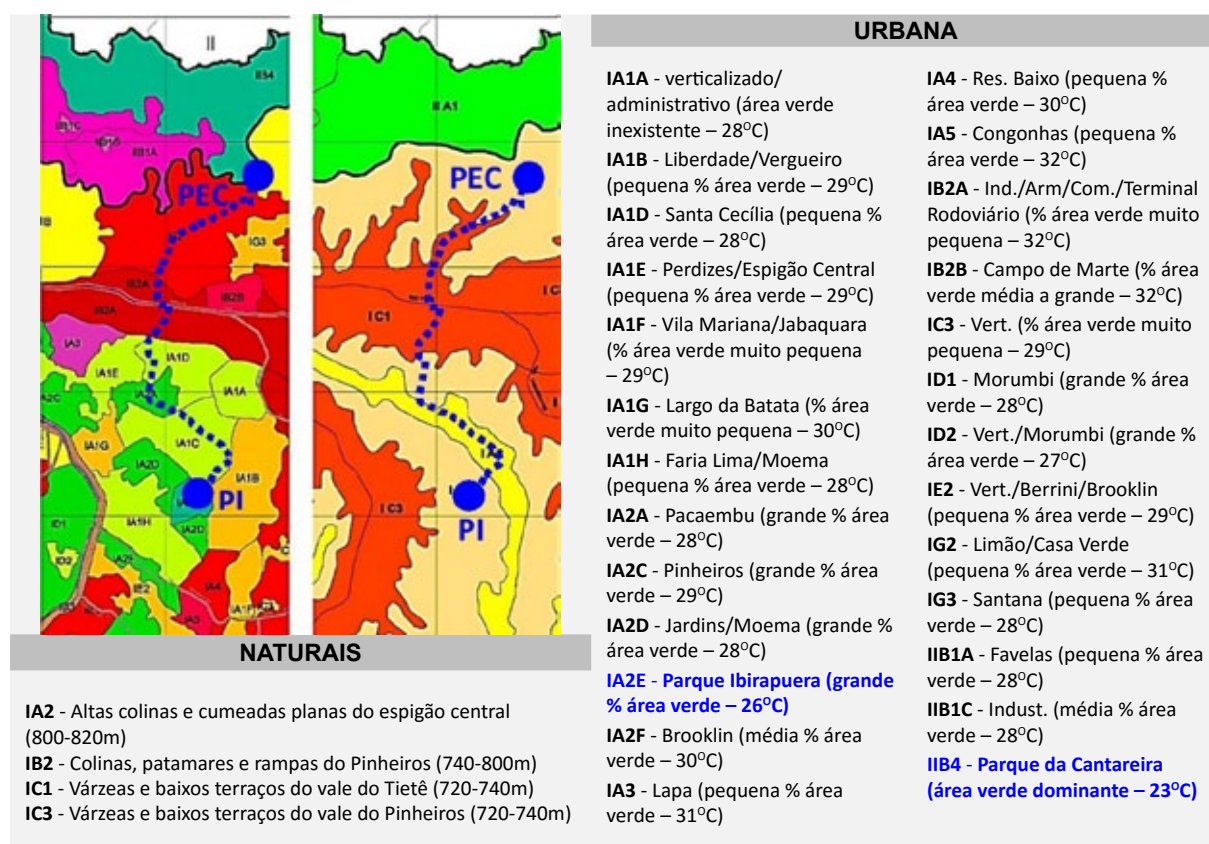


Figura 3 – Comparativo entre Unidades Climáticas Urbanas e Naturais (TNS em azul)

Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo online, marcações das autoras.

Além dos parques mencionados anteriormente, a TSN conta com outras áreas verdes significativas ao longo de suas bordas. A presença desses “respiros” em áreas altamente urbanizadas proporciona um ganho qualitativo não apenas no que se refere às questões ambientais como também sociais, uma vez que a maior parte desses equipamentos são dotados de infraestrutura para lazer e práticas de esportes.

O ponto de partida da trilha, o **Parque Estadual da Cantareira** (1), é uma das maiores áreas de mata nativa inserida em região metropolitana do mundo, possuindo 7.900 hectares. Na sequência imediata encontra-se o **Parque Alfredo Löefgren** (2), também conhecido como Horto Florestal, que abriga parte da Mata Atlântica remanescente. Atravessando o rio Tietê, em direção ao sul, a próxima grande área verde que margeia o percurso é o **Parque da Água Branca** (3) com aproximadamente 137.000 m². Sua importância se deve não apenas a sua dimensão mas principalmente por se configurar como um “oásis” em uma região com alto índice de urbanização e carente de espaços arborizados. Outras áreas verdes, apesar

de mais modestas em suas dimensões, também merecem destaque. A **Praça São Domingos Sávio** (4), na Avenida Sumaré, contempla o Reservatório da Sabesp e possui pistas de caminhada e playground, caracterizando-se como um importante ponto de lazer para a população da região. Implantado no cruzamento entre as ruas Dr. Arnaldo e Cardoso de Almeida, o **Parque Zilda Natel** (5) se configura como uma importante área verde apesar de sua pequena dimensão (apenas 2.400 m²). Sua localização privilegiada e sua estrutura esportiva fizeram deste espaço um ponto a ser destacado ao longo do trajeto de estudo.

Os parques **Prefeito Mário Covas** (6) e **Tenente Siqueira Campos / Trianon** (7), ambos na Avenida Paulista, se destacam pela vegetação composta por remanescentes da Mata Atlântica e por seu entorno altamente verticalizado. Ponto final da Trilha Norte-Sul, o **Parque Ibirapuera** é uma referência regional por sua dimensão (1,6 milhões de metros quadrados) e por possuir uma rica infraestrutura, podendo abrigar de atividades locais a exposições de abrangência nacional.

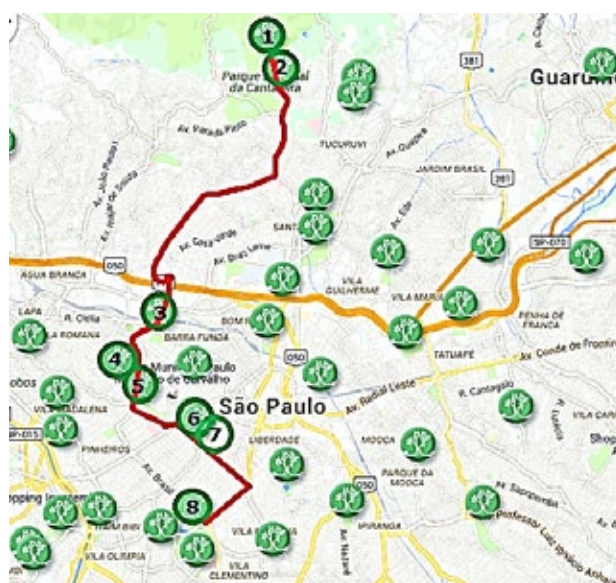


Figura 4 – Áreas Verdes significativas encontradas ao longo da TNS. Fonte: Áreas verdes das cidades, marcação das autoras.

OS DISTRITOS CORTADOS PELA TRILHA NORTE-SUL

A trilha percorre um total de 28,7 km, partindo do Parque Estadual da Cantareira e atravessando 7 subprefeituras da cidade de São Paulo: *Tremembé-Jaçanã, Santana-Tucuruvi, Casa Verde, Lapa, Sé, Pinheiros e Vila Mariana* (FIGURA 5), onde se localiza o Parque Ibirapuera, ponto final da trilha. Cada uma das subprefeituras está dividida em distritos, porém, serão abordados apenas aqueles que se encontram dentro do perímetro do objeto do presente trabalho, a Trilha Norte-Sul e suas bordas.

Para um melhor entendimento das questões urbanas das regiões em estudo será apresentado um breve histórico do surgimento e desenvolvimento das mesmas. Tal

panorama se faz necessário para que as dinâmicas urbanas atuais sejam melhor avaliadas no momento da aplicação dos indicadores do Selo Labverde.

No início do século XX, São Paulo inicia o processo de industrialização que muda a paisagem da cidade radicalmente. A agricultura existente em sítios periféricos, como o caso dos distritos da região Norte (**Casa Verde, Cachoeirinha, Limão, Mandaqui, Tremembé, Jaçanã, Santana**), passa a dar lugar a loteamentos abertos no intuito de receber a população expulsa de áreas centrais. O crescimento, porém, é lento devido à falta de infraestrutura e somente após a chegada do “Tramway da Cantareira” e da luz elétrica a região se desenvolve de forma mais acentuada. Essa urbanização tardia permitiu que muitos bairros conservassem, nos dias atuais, características de cidades menores, com pouca verticalização e comércio bem estruturado. A preservação da paisagem ambiental, observada nos distritos mais ao norte, também se deve a este desenvolvimento mais lento.

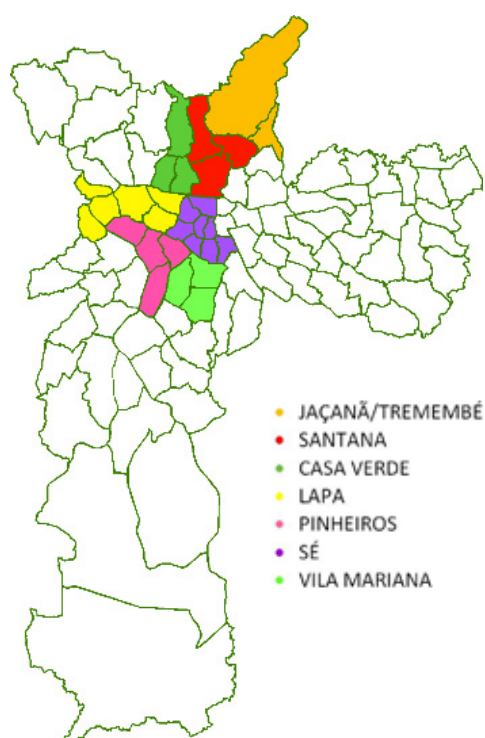


Figura 5 – Trilha Norte-Sul - Localização das Subprefeituras em análise
Fonte: Acervo próprio

Os distritos da Zona Oeste (**Barra Funda e Perdizes**) tiveram uma ocupação bastante semelhante aos da zona norte. Inicialmente dotados de chácaras, a maior parte ocupando as várzeas dos rios Pinheiros e Tietê, foram loteados impulsionados pelo desenvolvimento da cidade e pela construção de ferrovias e vias de grande porte na região.⁵ Dessa forma, esses bairros perdem seu caráter agrícola na segunda metade do século XIX e começam a apresentar elementos que passam a defini-los como bairros urbanos, dotados de infraestrutura e comércio em franca expansão.

Diferentemente dos demais distritos, a **Consolação** surgiu ao redor de uma pequena capela erguida no século XVIII em homenagem a Nossa Senhora da Consolação. A região era cortada pelo “Caminho de Pinheiros” (atual Rua da Con-

5 Construção da *São Paulo Railway* (Estrada de Ferro Santos-Jundiaí) e das marginais dos rios Pinheiros e Tietê no fim do século XIX e início do século XX.

solação) e já se configurava como região de elite na segunda metade do século XIX. Com a abertura da Avenida Paulista em 1891, a região passa por nova valorização fazendo surgir bairros nobres como Higienópolis e Pacaembu. Atualmente a região conta com diversas atrações culturais, de teatro e cinemas a bares e casas noturnas.

As características socioambientais dessas regiões, preservadas até então por um desenvolvimento tardio, começam a se dissipar devido ao processo de verticalização observado atualmente. Muitos bairros analisados têm atraído empreendimentos imobiliários, principalmente nas proximidades de seus centros comerciais, o que tem contribuído para seu adensamento e, conseqüentemente, sobrecarregado o tráfego na região (congestionamentos e superlotação dos transportes coletivos podem ser observados, principalmente nos horários de pico).

O SELO LABVERDE

O Selo Labverde é um processo experimental de Certificação Ambiental criado no início de 2008 pelo Laboratório Verde da FAUUSP. Seu objetivo é avaliar e certificar empreendimentos e projetos de acordo com os princípios da **Agenda 21** e do **Protocolo de Kyoto**. A proposta, baseada em um novo paradigma de sustentabilidade, a *Localização Sustentável*, estabelece quatro escalas de atuação (regional, urbana, setorial e local) e para cada escala são elencados oito indicadores diretamente ligados aos processos naturais, às energias renováveis e ao conhecimento do lugar.

A mudança introduzida pelo Selo Labverde se faz pertinente uma vez que o planejar em larga escala pode trazer um impacto positivo na proteção ambiental e na redução do consumo de energia não renovável. Práticas regionais e urbanas vão ao encontro do preconizado pela Agenda 21, ou seja, ao pensar globalmente, agir regionalmente e viver localmente.

A lista de critérios utilizados, conforme a escala estudada, pode ser conferida abaixo:

A Escala Regional estabelece indicadores para o planejamento e gestão ambiental avaliando a gestão de bacias baseada em Associação de Municípios; a conservação dos aquíferos e águas superficiais; a preservação e a conservação da paisagem e da biota regional; o destino, coleta e reciclagem do lixo; a geração de energias renováveis; a produção de alimentos “in loco”; o controle da expansão urbana e o envolvimento comunitário.

Na **Escala Urbana** são estabelecidos os parâmetros para o desenho ambiental quanto à requalificação de áreas degradadas; às locações preferenciais; à criação e conservação de sistemas de parques e áreas verdes; à rede de ciclovias eficiente; à habitação, escola e trabalho próximos; à proteção a áreas de encostas; ao manejo de enchentes e ao projeto do sítio para recuperação, conservação e manejo de habitat e áreas úmidas.

O desenho ambiental também é avaliado na **Escala Setorial** e nesse caso, são verificados os indicadores referentes ao desenvolvimento compacto; à diversidade de usos; à acessibilidade a diversos tipos de moradia; à existência de ruas de pedestres; à existência de rede viária eficiente com ciclovia; à redução da poluição visual; à existência de acessibilidade universal e ao envolvimento da comunidade.

A avaliação de construções verdes e tecnologias sustentáveis se insere dentro da **Escala Local** (projeto sustentável) e abrange indicadores relativos à eficiência energética dos edifícios; à existência de sistemas de captação de águas pluviais e redução do uso da água; ao reuso de edifícios e adaptação de reuso (Retrofit); à minimização de distúrbios durante a construção; à descontaminação na recuperação de solos degradados; à ações que visem a redução da 'ilha de calor'; à existência de fontes de energias renováveis 'in loco' e à existência de coleta seletiva do lixo.

Cada um destes critérios contribui com a pontuação geral através de um peso e o projeto só é certificado se alcançar a pontuação mínima de 55 pontos.

Os empreendimentos podem ser classificados de acordo com a TABELA 1 abaixo:

CLASSIFICAÇÃO	PONTUAÇÃO ⁶				
Reprovado	até 34 pontos				
Em desenvolvimento	35 - 54 pontos	LABVERDE FAU·USP	LABVERDE FAU·USP	LABVERDE FAU·USP	LABVERDE FAU·USP
Eficiência	55 - 69 pontos	DESENVOLVIMENTO	EFICIÊNCIA	QUALIDADE	EXCELÊNCIA
Qualidade	70 - 89 pontos				
Excelência	90 - 100 pontos				

Tabela 1 – Critérios de pontuação para a Certificação LABVERDE. Fonte: Site Labverde

⁶ A pontuação completa encontra-se disponível em <www.fau.usp.br/deprojeto/revistalabverde>

APLICAÇÃO DO SELO LABVERDE À TRILHA NORTE-SUL

Para avaliação do território cortado pela TNS primeiramente fez-se duas visitas de reconhecimento ao longo do percurso e de suas bordas. Nesta ocasião foram feitos os primeiros registros fotográficos e croquis esquemáticos com a finalidade de apreender as diferentes características de cada região. A partir do estudo do material coletado concluiu-se que a escala de trabalho seria a do **Desenho Ambiental**, ou seja, a escala urbana e setorial, não cabendo no escopo da proposta a escala regional e local. Essa decisão foi pautada principalmente pela característica do objeto analisado: o percurso de 28,7 km e suas bordas de 500 m.

Definida a escala de trabalho, observou-se a necessidade de adaptação do Selo Labverde de forma que a pontuação final fosse mantida. Para que isso fosse possível estabeleceu-se uma nova escala de pontuação, de 0 a 10, onde zero representa o indicador péssimo ou inexistente e 10 o indicador excelente ou total. A nova escala foi aplicada de forma igualitária para todos os indicadores, porém ao ser multiplicada por um ‘peso’ que equivale ao décimo da pontuação original do Selo Labverde ela passa a equivaler à essa pontuação. Essa operação pode ser resumida conforme fórmula abaixo:

$$\text{Nota} \times \text{décimo do valor de referência (peso)} = \text{pontuação Labverde}$$

Sendo ‘nota’ a pontuação obtida na nova escala e ‘valor de referência’ a pontuação máxima original do Selo Labverde. Dessa forma, se o indicador ‘diversidade de usos’ da escala setorial recebesse nota 8 o cálculo seria:

$$8 \times 0,6 = 4,8 \text{ (o valor máximo para este indicador é 6)}^7$$

Essa alteração na forma de avaliar os indicadores teve dois objetivos principais, permitir a comparação desta avaliação a outros empreendimentos avaliados pelo Labverde e permitir um ajuste fino na hora de avaliar regiões heterogêneas como é o caso da Trilha Norte Sul.

⁷ Os valores de cada indicador das escalas urbana e setorial podem ser verificados na tabela 02, os demais podem ser verificados no site do Labverde, disponível em: <www.fau.usp.br/deprojeto/revistalabverde>

Para fins acadêmicos e para que se possa estratificar as informações em tabelas e gráficos de forma mais clara, acrescentou-se um ‘selo’ negro para o status **reprovado**, significando ‘não certificado’. A intenção aqui foi distinguir o empreendimento que passou pela avaliação e foi reprovado daquele que ainda não passou pelo processo de certificação.

PARÂMETROS ADOTADOS E PONTUAÇÃO OBTIDA

Para a avaliação da TNS sob a ótica da **Escala Urbana** considerou-se a **existência de TCRA** - Termo de Compromisso Ambiental para a recuperação de Áreas Degradadas - assinado pela região avaliada. A inexistência de TCRA zera a pontuação, enquanto a mesma se eleva conforme o número de assinaturas existente na subprefeitura analisada. Avaliou-se também a **localização da ocupação**, que deve considerar e respeitar os fatores ambientais necessários para desenvolvimento equilibrado da região. Para este parâmetro verificou-se a existência de cursos d’água canalizados, proximidade de áreas de preservação, se a ocupação avança sobre as mesmas e se as soluções urbanas adotadas estão atreladas aos processos naturais. Outro ponto avaliado nesta escala diz respeito à **conservação e manejo de áreas verdes**. Para esse indicador foi observado a existência de áreas verdes na região e sua relação com a ocupação do entorno, tanto nos quesitos qualitativos quanto quantitativo. Também foi avaliado se a região possui vias com canteiros e arborização urbana. Para a avaliação da **rede cicloviária** considerou-se apenas as ciclovias e ciclofaixas efetivamente implantadas. Embora haja um plano para implantação de ciclorrotas por parte da Prefeitura, o mesmo não foi considerado para efeito de pontuação por ser suscetível a alterações. Para este aspecto também se considerou as interligações entre as rotas e suas conexões com outros modais de transporte. Outro ponto a ser destacado dentro da escala urbana é a avaliação da relação entre **escola, trabalho e habitação**, já que a distância física entre esses elementos pode ser fator indutor de deslocamentos indesejáveis. Para este indicador foram considerados os tipos de usos, sua localização e a existência de eixos e núcleos comerciais e de serviços. Para a avaliação desta escala também considerou a existência de **planos de proteção de áreas de encostas e de mananciais, plano de manejo de enchentes** (existência de reservatórios de contenção de águas pluviais – piscinões) e **planos de recuperação, conservação e manejo de habitat para áreas úmidas** (existência de caminhos verdes, parques lineares, plano de conservação e manejo das áreas verdes, recuperação de cursos d’água, entre outros).

A avaliação da **Escala Setorial** considerou primeiramente o tipo de ocupação encontrada na região e sua relação com as demais dinâmicas urbanas (**desenvolvimento compacto**). Buscou-se observar a densidade do padrão existente e se a mesma otimiza o espaço utilizado e a infraestrutura necessária para a vida urbana, abrigando diferentes usos e tipos de edificação e promovendo a habitabilidade, a caminhabilidade e a eficiência dos sistemas de transporte. A existência de diferentes tipos de usos em uma região garante a sobrevivência dos setores comerciais e permite que moradores tenham acesso a estrutura de comércio e serviços sem necessitar de grandes deslocamentos. Dessa forma, a **diversidade de usos** configura por si só um indicador a ser analisado de forma mais aprofundada. Também foram verificados em itens separados os parâmetros referentes à existência de **rua de pedestres** e à **qualidade da rede viária**. No primeiro aspecto foi verificado não apenas a existência de vias exclusivas para pedestres, mas a qualidade do passeio como um todo, se suas características (largura, tipo de piso, mobiliário, entre outros) promovem a caminhabilidade e se há fachadas ativas estruturando esses espaços. O segundo aspecto foi avaliado pela existência de vias estruturais, pela possibilidade de conexão proporcionada pela malha viária e pela existência de ciclorrotas. O objetivo foi verificar se os usuários, moradores ou não, possuem formas eficientes de locomoção e se são incentivados a práticas saudáveis como caminhar e pedalar. Outro ponto a ser destacado dentro da escala setorial diz respeito a **acessibilidade a diversos tipos de moradia**, importante fator para a promoção da diversidade social. Para esse quesito foi verificado a existência de programas sociais voltados a moradia e de áreas destinadas a habitação de interesse social. O **envolvimento da comunidade** também foi avaliado e o critério utilizado foi a existência de ONGs, Associações de bairros e/ou de moradores atuantes. Por último verificou-se a questão da **poluição visual** e da **acessibilidade universal**. Para o primeiro foram verificadas as interferências visuais causadas pelos diversos elementos que compõem a paisagem urbana. Para o segundo verificou-se a existência de rotas acessíveis, ou seja, de passeio desobstruído, com piso não trepidante e existência de rampas e botoeiras nas travessias de pedestres.

A pontuação obtida por cada setor e a comparação com o valor de referência Labverde podem ser conferidas na TABELA 2 a seguir.

Análise LABVerde - TRILHA NORTE-SUL											
ESCALA URBANA - Desenho Ambiental											
Indicadores	Referência	Trem./Jaçanã	Casa Verde	Lapa	Pinheiros	Sant./Tucuruvi	Sé	V. Mariana			
	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos
1 Requalificação de áreas degradadas	2	1	1,6	1	0	0	0	0	0	0	0
2 Locações preferenciais	4	0	1,2	1,2	2	1,2	0	0	0	2	2
3 Criação e conservação de sistemas de parques e áreas verdes	3	2,1	1,2	1,2	1,2	2,1	0	0	0	1,5	1,5
4 Rede de ciclovias eficiente	2	0	1	2	1	1	2	2	1	1	1
5 Habitação, escola e trabalho próximos	3	0	1,5	1,2	1,5	1,2	0	0	0	2,1	2,1
6 Proteção a áreas de encostas	2	0	1	1	1	0	0,6	0,6	1,4	1,4	1,4
7 Manejo de enchentes	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8 Projeto do sítio para recuperação, conservação e manejo de habitat e áreas úmidas	2	0,6	0,6	1	0,6	2	1,4	1,4	1	1	1
	20	3,7	9,1	9,6	7,3	7,5	4	4	9		
ESCALA SETORIAL - Desenho Ambiental											
Indicadores	Referência	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos
1 Desenvolvimento compacto	6	1,2	2,4	4,2	4,8	3,6	4,8	4,2	4,2	4,2	4,2
2 Diversidade de usos	6	1,2	2,4	4,2	4,8	3	4,8	3,6	3,6	3,6	3,6
3 Acessibilidade a diversos tipos de moradia	3	0,6	1,2	0,6	0,6	0,6	1,8	0,6	0,6	0,6	0,6
4 Ruas de pedestres	3	0	0	0	0,9	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
5 Rede viária eficiente com ciclovia	3	0	0,6	2,1	2,7	1,8	2,1	1,8	1,8	1,8	1,8
6 Redução da poluição visual	3	1,5	1,8	2,1	2,7	2,1	1,5	2,7	2,7	2,7	2,7
7 Acessibilidade universal	3	0	0	0,6	2,1	0,6	0,6	2,1	2,1	2,1	2,1
8 Comunidade envolvida	3	2,1	1,5	1,8	1,8	2,1	3	3	3	3	3
	30	6,6	9,9	15,6	20,4	14,1	19,2	18,6	18,6	18,6	18,6
	50	10,3	19	25,2	27,7	21,6	23,2	27,6	27,6	27,6	27,6
	100	20,6	38	50,4	55,4	43,2	46,4	55,2	55,2	55,2	55,2
● Reprovado: 0-34 pontos ● Em Desenvolvimento: 35-54 pontos ● Eficiência: 55-69 pontos ● Qualidade: 70-89 pontos ● Excelência: 90-100 pontos											

Tabela 2 – Pontuação obtida pela Trilha Norte-Sul.

O resultado obtido não diverge do esperado, tendo apenas duas regiões alcançado o Selo Eficiência, Pinheiros e Vila Mariana. Tremembé/Jaçanã foi reprovado e as demais regiões foram certificadas com o Selo Em Desenvolvimento. Apesar das diferenças morfológicas e geomorfológicas observadas durante o percurso, há uma certa homogeneidade frente às questões ambientais, principalmente quando se passa para avaliações que exigem uma maior escala de trabalho. Esse fato reforça a necessidade de se pensar a cidade na grande escala para que as ações de proteção ambiental e de redução do consumo de energias não renováveis sejam de fato efetivas. O que pôde ser percebido através desta experiência é que o capital “ecológico-ambiental” ainda é pouco percebido como valor e que a atuação em escalas maiores fica comprometida pela dificuldade de se perceber o todo. A tabela 2 ilustra bem essa dificuldade de atuação. De uma forma geral, a escala setorial ficou mais próxima do valor de referência e isso se deve ao fato de haver uma maior harmonização dos objetivos ecológicos e sociais, ou seja, é uma escala que ainda é percebida pelo usuário do espaço urbano. Neste sentido o exercício foi muito produtivo, demonstrando não apenas as dificuldades que se apresentam ao se passar para uma maior escala de estudo, mas também indicando a necessidade de se trabalhar a percepção dos agentes em diferentes escalas para que haja uma real mudança de paradigma. Como preconizado pela Agenda 21, é necessário pensar globalmente, agir regionalmente e viver localmente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem proposta pelo Selo Labverde exige a consideração de uma perspectiva ampliada e apesar dos grandes desafios que impõe ela se mostra acertada uma vez que vai ao encontro do atual conceito de sustentabilidade. Esse pensamento também é compartilhado por ROMERO (apud SILVA & ROMERO, 2011) quando esta afirma que é através das diferentes escalas de abordagem que o urbanista apreende as condicionantes e determinantes que agem sobre o espaço urbano.

Apesar de correto em sua abordagem, o Selo Labverde ainda necessita de desenvolvimento quanto aos critérios de avaliação do território. Os 8 indicadores propostos para cada escala são bastante gerais e um avaliador menos criterioso pode gerar uma pontuação diferente daquela obtida outro avaliador, mais criterioso. Uma forma de minimizar essa questão seria estabelecer um rol de subindicadores que atuariam como balizadores para a avaliação do indicador em estudo. Dessa forma a avaliação teria o respaldo de um background equivalente, auxiliando inclusive a comparação entre diferentes territórios.

Outro ponto a ser mencionado diz respeito à escala de pontuação adotada para cada indicador. A pequena amplitude adotada dificulta, na maior parte dos casos, a pontuação, não permitindo que se tenha uma margem comparativa entre diferentes regiões, como no caso da avaliação da Trilha Norte-Sul. Uma opção para reverter esse problema seria adotar uma escala de grande amplitude, onde se pudesse estabelecer valores redondos para os critérios de background, sendo a grandeza definida pela profundidade desse background. Dessa forma, se o Selo possuísse uma pontuação de 0 a 80 para cada escala, esta estaria adequada para avaliar indicadores balizados por 10 subindicadores. Neste caso a pontuação máxima do Selo seria 320 pontos. Uma escala de notas definida, onde fossem estabelecidas as situações exigidas para cada ponto até o alcance do valor máximo, é importante não apenas para clarear os critérios adotados como também para acompanhar um mesmo empreendimento ao longo do tempo e dessa forma avaliar de forma precisa as soluções adotadas.

Com estas considerações espera-se contribuir para o desenvolvimento do experimento Selo Labverde.

REFERÊNCIAS

BELKO, Juliana; BISMARCHI, Luis Felipe; PERISSINOTO, Ligia. Uma proposta de avaliação de sustentabilidade: O selo Lab-Verde aplicado à estância demétrica. **Revista LABVERDE**, [S.l.], n. 3, p. 78-104, dez. 2011. ISSN 2179-2275. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61415>>. Acesso em: 22 Abr. 2015. doi:<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i3p78-104>.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental**: Linha 6 Laranja. 2015. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/licenciamento-ambiental/linha_6_laranja.aspx>. Acesso em: 17/05/2015.

FARR, Douglas. **Urbanismo Sustentável**: Desenho Urbano com a natureza. Porto Alegre: Bookman, 2013.

FRANCO, Fernando de Mello. **A Construção do Caminho**: A estruturação da metrópole pela conformação técnica das várzeas e planícies fluviais das Bacias de São Paulo. 2005. 289 f. Tese (Doutorado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universida-

de de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.metropolefluvial.fau.usp.br/downloads/projetos/GMF_pesquisa-dr_franco.pdf>. Acesso em: 24 maio 2015.

FRANCO, Maria Assunção Ribeiro. A visão ecossistêmica. In: FRANCO, Maria Assunção Ribeiro. **Desenho Ambiental: Introdução à Arquitetura da Paisagem com o Paradigma Ecológico**. São Paulo: Annablume, 1997. Cap. 4. p. 89 - 102.

KEELER, Marian; BURKER, Bill. As Conferências e os Tratados Internacionais Modernos. In: KEELER, Marian; BURKER, Bill. **Fundamentos de Projeto para Edificações Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010. Cap. 3, p. 40 - 48.

LOTUFO, José Otávio. Oikos: Reintegrando natureza e civilização. **Revista LABVERDE**, [S.l.], n. 2, p. 108-127, jun. 2011. ISSN 2179-2275. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61398>>. Acesso em: 19 Abr. 2015. doi:<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i2p108-127>.

SÃO PAULO. Prefeitura de São Paulo. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Atlas Ambiental do Município de São Paulo: Diagnósticos e Bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes do Município de São Paulo**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2002. 1 v

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SILVA, Sandra Regina Mota. **Indicadores de sustentabilidade urbana: as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável**. 2000. 260 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Urbana, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; ROMERO, Marta Adriana Bustos. O urbanismo sustentável no Brasil: A revisão de conceitos urbanos para o século XXI (parte 01). **Arquitextos**, São Paulo, ano 11, n. 128.03, Vitruvius, jan. 2011. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.128/3724>>. Acesso em 06 de maio de 2015.

SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; ROMERO, Marta Adriana Bustos. O urbanismo sustentável no Brasil. A revisão de conceitos urbanos para o século XXI (Parte 02).

Arquitextos, São Paulo, ano 11, n. 129.08, Vitruvius, fev. 2011. Disponível em: <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.129/3499>>. Acesso em 06 de maio de 2015.

SITES E PÁGINAS DA INTERNET

Áreas Verdes da Cidade. Disponível em: <www.areasverdesdascidades.com.br/p/mapa.html> Acesso em maio de 2015.

Parque Estadual Alberto Löfgren. Disponível em: <<http://hortoflorestal.sp.gov.br/>> Acesso em abril de 2015.

Sistema Ambiental Paulista. Disponível em: <www.ambiente.sp.gov.br> Acesso em maio de 2015.

LABVERDE. Laboratório Verde da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. Disponível em: <www.fau.usp.br/deprojeto/labverde/index.html> Acesso em Abril de 2015.

Atlas Ambiental do Município de São Paulo. Disponível em: <<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/index.php>> Acesso em abril de 2015.

Observatório Cidadão. Disponível em: <www.nossasaopaulo.org.br/observatorio/index.php> Acesso em abril de 2015.

ARTIGO Nº 2

**A BICICLETA COMO MODAL DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL PARA A
CIDADE DE SÃO PAULO: O ESTUDO DE CASO DA TRILHA NORTE-SUL**

*BICYCLE AS A SUSTAINABLE URBAN TRANSPORTATION MODAL IN THE
CITY OF SÃO PAULO: THE STUDY CASE OF NORTH-SOUTH TRAIL*

CARME MACHÍ, MARCELA ALONSO, VALÉRIA RUCHTI

**A BICICLETA COMO MODAL DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL PARA A
CIDADE DE SÃO PAULO: O ESTUDO DE CASO DA TRILHA NORTE-SUL**
*BICYCLE AS A SUSTAINABLE URBAN TRANSPORTATION MODAL IN THE
CITY OF SÃO PAULO: THE STUDY CASE OF NORTH-SOUTH TRAIL*

CARME MACHÍ

Arquiteta Urbanista pela UPV-Valencia, Mestre em Urbanismo e Estrategia Territorial pelas
Faculdades de UPC-Barcelona, IUAV-Venice, KU-Leuven.
e-mail: machi.carme@gmail.com

MARCELA ALONSO

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, Pós Graduada em “Diseño y Arquitectura en el
Marco de la Cooperación Internacional” pela Escola Superior de Disseny Elisava/Espanha e Cujae/Cuba e
Especialista em Sustentabilidade das Edificações pela Universidade Presbiteriana Mackenzie
e-mail: marcela0811@gmail.com

VALÉRIA RUCHTI

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela
FAUUSP. Atuação e docência na área de arquitetura e urbanismo, história e paisagismo.
e-mail: valeriaruchti@gmail.com

RESUMO

Durante o desenvolvimento urbano da cidade de São Paulo, tem se atribuído um papel dominante ao automóvel como modal prioritário no sistema de mobilidade urbana, fato que acarretou prejuízos ao meio ambiente, a desqualificação do espaço público e a marginalização do pedestre no ambiente urbano. Até pouco tempo, a cidade de São Paulo nunca tinha experimentado um incremento tão alto na representatividade da bicicleta como meio de transporte. Conforme a Pesquisa da Origem e Destino da Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, entre 1997 e 2007 as viagens utilitárias de bicicleta aumentaram cerca de 200% dentro do município. Neste contexto, o artigo avalia a alternativa de integrar o uso da bicicleta ao sistema de mobilidade urbana de São Paulo como uma das soluções possíveis para os problemas comentados anteriormente e explorará a viabilidade desses programas como forma de lidar com as problemáticas da paisagem urbana, utilizando-se da Infraestrutura Verde como conceito norteador.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana; Infraestrutura Verde; Qualidade de Vida.

ABSTRACT

During the urban development of the City of São Paulo, it has been assigned a dominant role to the car as a priority in modal urban mobility system, a fact that caused damages to the environment, disqualification of public spaces and marginalization of the pedestrian in the urban environment. Until not long ago, the city of São Paulo had never experienced such a high increase in the representation of bicycles as a transportation mean. According to the Research of Origin and Destination, carried by the Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metro between 1997 and 2007, the utility bicycle trips inside the city increased by 200%. In this context, the present work evaluates the alternative of integrating the use of bicycles to the urban mobility system of São Paulo as one of the possible solutions to the problems previously discussed and explore the feasibility of these programs as a way of dealing with the problems of the urban landscape, by using the Green Infrastructure as a guiding concept.

Keywords: Urban Mobility; Green Infrastructure; Quality of Life.

INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, tem se registrado um intenso movimento migratório da população rural aos núcleos urbanos, principalmente nos países considerados como emergentes¹. Conforme as estatísticas do Banco Mundial de Desenvolvimento Urbano, mais do 90% do crescimento populacional destes países acontece nas cidades². Isso justifica o desenfreado desenvolvimento de metrópoles que, em poucos anos, passaram a ocupar as primeiras posições nos rankings mundiais de população urbana. Este fenômeno pode ser constatado, por exemplo, na cidade de São Paulo que figura como quarta colocada na tabela das Nações Unidas (2015).

Estudos do Banco de Desenvolvimento da América Latina (2014) explicam que, junto ao fenômeno de crescimento da população urbana, aconteceu uma intensa expansão no território das cidades como consequência da adoção de um modelo de ocupação

¹ Classificação que o Fundo Monetário Internacional daria aos países em condição de desenvolvimento econômico, entre os que se inclui o Brasil

² Disponível em: <http://www.bancomundial.org/temas/cities/datos.htm> Acesso em: 4 de Julho 2015

mais dispersa e fragmentada. Além disso, nas décadas passadas, o planejamento urbano concedeu ao automóvel uma condição privilegiada no sistema viário, relegando ao transporte público e aos modais não-motorizados uma posição desfavorcida.

Na atualidade, como revelam os estudos realizados pelo Observatório da Mobilidade Urbana (OMU), centros importantes da América Latina padecem de problemas crônicos de congestionamento. Ademais, o transporte motorizado acarretou grandes impactos ambientais. Segundo dados do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, 2014, na sigla em inglês), esta é considerada uma das maiores fontes dos gases do efeito estufa na atmosfera, com índices estimados em 23% do total das emissões de CO₂ globais. Conforme explica o Painel, uma das principais ferramentas para a redução destas emissões é a substituição do transporte motorizado individual ou público, em distâncias menores que 5km, por transportes não-motorizados como a caminhada e a bicicleta. Neste sentido, infraestruturas adequadas para bicicletas e pedestres podem incrementar em até 20% este tipo de viagens (IPCC, 2014, p.624). O informe também aponta a priorização de modais alternativos ao veículo privado como solução que pode aliviar o congestionamento massivo do sistema viário e permitir uma melhor oferta de transporte aos setores da população sem acesso ao carro.

Frente a todos estes dados, o presente artigo examina a implantação de uma ciclovia entre dois pontos verdes de importância significativa para a cidade, como forma de oferecer uma mobilidade urbana mais sustentável na cidade de São Paulo. Seu objetivo é discutir o uso da bicicleta como estratégia para o aumento da representatividade de modais não-motorizados, vislumbrando seu potencial para atingir ganhos socioeconômicos e ambientais.

Caberá, também, apontar carências e vulnerabilidades que dificultam a inserção da bicicleta, levando em conta a disposição atual do ambiente urbano, muitas vezes inóspita para pedestres e ciclistas. Nesse ponto de vista, serão ressaltadas questões socioambientais ligadas aos benefícios do transporte não poluente, como por exemplo: a melhora da paisagem, a preservação dos recursos naturais e a qualidade do ar, utilizando os princípios da Infraestrutura Verde como articuladora para um sistema integrado ao Planejamento Ambiental da cidade.

Assim, delineamos o potencial para uma “Trilha Norte-Sul” que cruza a mancha urbana e conecta o Horto Florestal ao Parque do Ibirapuera, avaliando sua viabilidade por meio de pesquisa de amostragem e de um levantamento sobre como a ciclovia pode integrar-se às bacias hidrográficas urbanizadas.

O PROBLEMA DA MOBILIDADE NA CIDADE DE SÃO PAULO E A QUEDA DA QUALIDADE DE VIDA NO AMBIENTE URBANO

A prioridade do veículo privado e os congestionamentos crônicos no trânsito

Na maioria das grandes cidades latino-americanas, como São Paulo, Bogotá e Cidade do México, a ocorrência de um intenso fluxo migratório resultou no aumento acelerado da sua população, ocupando cada vez mais a periferia, de forma dispersa e segmentada, e desocupando progressivamente o centro (ULIAN, 2013). Ainda de acordo com Ulian (2013), entre os assuntos relacionados ao padrão demográfico que caracterizou essas cidades nas últimas décadas, podemos apontar, especificamente, os problemas de planejamento do transporte urbano que também derivam da precariedade das infraestruturas de mobilidade. Um agravante ainda maior é o uso preponderante do automóvel (VACARI, 2011).

Na cidade de São Paulo, registrou-se um aumento da frota incentivado pelos subsídios diretos, concedidos pelos governos federal e local, e pela melhoria salarial da população. Segundo o Relatório Síntese da Pesquisa de Mobilidade de 2012³ do Metrô, a frota de automóveis particulares cresceu 18% contra 8% do transporte não-motorizado no período 2007-2012, resultando em uma taxa de motorização de 212 veículos por mil habitantes e no aumento expressivo das viagens de automóvel entre faixas intermediárias de renda mensal familiar. Com isso, a cidade sofreu um acréscimo significativo no volume de tráfego, enquanto o sistema viário tornou-se incapaz de atendê-lo. Em resposta, a prática tradicional de enfrentamento do congestionamento considera a ampliação da capacidade do sistema viário para o automóvel, acarretando fortes investimentos públicos para a construção de mais vias ou a expansão das existentes (VACARI, 2011).

No entanto, as experiências das últimas décadas demonstram que, com o tempo, tal direcionamento de capital na expansão da infraestrutura viária acaba, invariavelmente, sendo insuficiente e sujeito a uma demanda incessantemente maior. Essa estratégia, em vez de solucionar o problema, acaba por agravá-lo, como demonstra o aforismo do professor Badami, da Escola de Planejamento Urbano de Montreal: “Tentar curar o congestionamento adicionando mais capacidade de tráfego, é como tentar curar a obesida-

³ Disponível em : < <http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/mobilidade-2012/relatorio-sintese-pesquisa-mobilidade-2012.pdf> > Acesso em: 5 de julho de 2015.

de, soltando seu cinto.” (DUANI, 2000). De fato, vários estudos realizados nesse campo revelam que, a médio e longo prazo, este parâmetro de atuação pode ser contraproducente (DUANI, 2000) e que o fenômeno do tráfego induzido e a chamada “demanda latente” indicam a necessidade de reformular o combate ao problema do trânsito.

Junto à ineficiência de tais ações na solução do congestionamento se somam os problemas ambientais, considerados de extrema relevância no contexto atual que privilegia alternativas mais sustentáveis, como as contidas no programa “As Cidades Somos Nós”(3), organizado pelo Institute for Transportation & Development Policy (ITDP). A questão ambiental torna-se ainda mais relevante quando consideramos os dados do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, 2014, na sigla em inglês), que aponta o transporte como responsável por 23% das emissões de CO₂ globais. O ITDP, em parceria com metrópoles como Cidade do México e São Paulo, destina parte dos seus esforços a incentivar estratégias para mitigar a utilização do automóvel particular, abrindo campo para modais alternativos. Desse modo, os novos modais tornam-se uma questão central para a superação dos problemas de tráfego e trazem benefícios ambientais para as cidades (VACARI, 2011). De acordo com Taiyab (2008), o redirecionamento do paradigma do transporte urbano parte de uma mudança nas metas e não da insistência em soluções que, historicamente, sempre buscaram atender a demanda do veículo privado (DUANI, 2000).



Figura 1 – Foto ilustrativa da capacidade dos modais em comparação com o espaço requerido para transportar 75 pessoas em 60 automóveis, 1 ônibus ou 75 bicicletas.

Fonte: Série de Cadernos Técnicos, ‘Crise da mobilidade urbana na cidade de São Paulo’ – São Paulo, 2013.⁴

⁴ Disponível em: <<http://www.ascidadessomosnos.org/>>. Acesso em: 2 Junho 2015.

A bicicleta e sua infraestrutura ocupam um espaço físico muito menor que o veículo particular. A implantação de ciclovias nas margens de córregos e rios pode gradualmente substituir faixas viárias impermeáveis por parques lineares ao longo do seu percurso, visando uma melhora na qualidade paisagística e ambiental.

A Infraestrutura Verde é uma ferramenta importante para o planejamento das ciclovias como indutora do equilíbrio entre a ocupação da cidade e os processos naturais.

O histórico da bicicleta na cidade de São Paulo

Frente à problematização exposta em relação ao contexto dessas cidades, vamos focar mais especificamente em São Paulo e na representatividade que teve o modal da bicicleta no seu histórico. Quanto a isso, é possível dizer que, culturalmente, o registro histórico da bicicleta como modal de transporte diário não foi significativo devido a topografia acidentada, clima instável, falta de infraestrutura cicloviária e tráfego agressivo, desmotivando o uso deste modal pelo paulistano (MALATESTA, 2014). Cabe comentar, segundo afirma Alcorta (2014), que a bicicleta teve maior representatividade como opção de transporte para os setores de baixa renda.

Na década de 1980, iniciaram-se os primeiros planos e programas para implantação da bicicleta como meio de locomoção, justificados pela crise do petróleo, pelas bem sucedidas experiências europeias e, de forma secundária, pela melhoria do meio ambiente. A diretriz destes primeiros planos foi definida pelo Ministério dos Transportes e desenvolvida pelo GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes. Para divulgar este trabalho em vários municípios, foi publicada uma coletânea de manuais com instruções de projeto e planejamento cicloviários. Neste contexto, em dezembro de 1980 foi feito um estudo para ligar 7,7 Km entre a Cidade Universitária e o Parque do Ibirapuera, utilizando para o trajeto os canteiros centrais e calçadas das avenidas Juscelino Kubitschek e Waldemar Ferreira, mas não chegou a ser implantado. O primeiro plano de ciclovias para a Cidade de São Paulo foi elaborado em fevereiro de 1981 e denominado “Sistemas Cicloviários Setoriais”. Na ocasião o plano não foi posto em prática, mas suas intenções foram consideradas posteriormente, como por exemplo, na ciclovia do canteiro central da avenida Sumaré, implantada em 1996.

A Lei Municipal nº 10.907 de 18 de dezembro de 1990 e o seu decreto regulamentador

nº 34.854 de 3 de fevereiro de 1995, instituíram a obrigatoriedade de incluir ciclovias nas novas avenidas. Segundo Malatesta (2014), foi instituído, em 1994, pela Prefeitura do Município de São Paulo, o Projeto Ciclista. Este foi o primeiro programa com o “objetivo de estabelecer as ações necessárias à implementação de infraestrutura urbana e educativa para o conforto, segurança e economia do cidadão ciclista”. A coordenação e a orientação das diretrizes orçamentárias para implementação do Projeto Ciclista foram atribuídas à Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente – SVMA. No mesmo ano, foi desenvolvido um Plano de Ciclovias para o município de São Paulo para ser incorporado a este projeto. O plano previa um estudo de percursos mais utilizados nos finais de semana para lazer, em especial os que acessavam os parques da cidade já consagrados pelo uso da bicicleta, como ação inicial para estimular o uso cotidiano e sensibilizar os motoristas e pedestres sobre o convívio com este modal. Outro dado que pode ser ressaltado no avanço da inclusão do modal é a observância das normas de trânsito por parte dos usuários da bicicleta a partir de 1997, com a criação do Código de Trânsito Brasileiro (CTB). O Projeto Ciclista considerava 110 Km de ciclovias e ciclofaixas, mas apenas 32 Km foram criados efetivamente, correspondendo a 6 ciclovias dentro de quatro parques municipais. Estas foram implantadas através de ações isoladas, sem uma coordenação geral vinculada a um programa específico (MALATESTA, 2014).

Porém, mesmo que a bicicleta tenha sido considerada nos programas, leis e normativas desde a década de 1980, somente a partir de 2005, de acordo com Malatesta (2007), foi consolidada como um modal de transporte único ou complementar, como consequência, em parte, da crescente preocupação com as condições ambientais e de mobilidade no município. Essa preocupação foi resultado do crescimento da frota veicular motorizada e dos congestionamentos, além da degradação do meio ambiente pela poluição do ar. Neste mesmo ano de 2005, a Prefeitura do Município de São Paulo criou o GT Bicicleta, coordenado conjuntamente pela SVMA – Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente e pela SMT – Secretaria Municipal de Transportes, com participação do Governo do Estado e da sociedade civil organizada, com o objetivo de desenvolver um plano de intervenções cicloviárias. Esse grupo desenvolveu vários estudos para responder à Iniciativa do Ar Limpo para a América Latina do *Global Environment Facility* (GEF), administrado pelo Banco Mundial. A Iniciativa do Ar Limpo para a América Latina teve como premissa minimizar as emissões de gases de efeito estufa especificamente no setor de transportes, resultando no “Relatório de Grupo de Trabalho Interinstitucional para Estudar o Fomento do Uso da Bicicleta como Meio de Transporte Não-Motorizado e Instrumento de Melhoria Ambiental com Indicação de

Áreas para Intervenção Piloto”. Os estudos realizados pelo GT Bicicleta foram apresentados para as subprefeituras com o intuito de fomentar o uso da bicicleta como meio de transporte não-motorizado e instrumento de melhoria ambiental.

A inserção da bicicleta foi também favorecida pela implantação de bicicletários instalados em estações de Metrô e da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). O primeiro estacionamento integrado funcionou entre 1984 e 1988 na estação Jandira, aberto a automóveis, motos e bicicletas. Nessa mesma época, também foram instalados estacionamentos para bicicletas nas estações Itapevi, Pinheiros e Jurubatuba. A CPTM retomou a iniciativa na década de 1990 com parceria dos municípios e presidiu a instalação de todos os bicicletários hoje existentes ao longo da malha da ferroviária. Além disso, foi disponibilizado o Bilhete Único, válido para os diversos tipos de modais, bem como os pontos de aluguel para bicicletas públicas favorecendo a intermodalidade.

Uma pesquisa de opinião realizada pela CET – Companhia de Engenharia de Tráfego – em março de 1992 junto aos usuários, aponta que 40% deles usavam bicicleta. Destes, a maioria utilizava para lazer (40,4%) e 14,4% para transporte regular (MALATESTA, 2014). Na Pesquisa de Origem e Destino do Metrô entre 2007 e 2012, constata-se uma participação muito pequena da bicicleta como modo principal, sem conexão com os modais motorizados, mas já com tendência de crescimento.

A partir da análise de todas estas informações, é possível constatar que, ao longo do tempo, as políticas para implementação de ciclovias na cidade de São Paulo foram fragmentadas e interrompidas por diversas vezes, não favorecendo a utilização do modal na cidade pela falta de infraestrutura e segurança. Contudo, pelo aumento espontâneo deste modal em meio aos carros, como alternativa para fugir dos congestionamentos e/ou por conscientização ambiental, a sociedade civil passou a reivindicar melhores condições de segurança para os ciclistas e essa pauta se tornou alvo importante nas discussões sobre o planejamento da cidade.

Vulnerabilidades, enfrentamentos, vantagens e desvantagens da bicicleta

Como já vimos, um dos maiores problemas na inserção da bicicleta é a cultura do automóvel (MALATESTA, 2014). Nessa perspectiva, é notável o despreparo na formação do motorista e do ciclista. Segundo o Relatório de Acidentes Fatais da CET

em 2014, 48,2% das fatalidades foram registradas entre pedestres (38,8%) e ciclistas (3,8%). A desigualdade na disputa pelo espaço viário deflagra os riscos com relação aos acidentes de trânsito.



Figura 2 – Ciclista pedalando no trânsito de São Paulo

Fonte: Agência Estado⁵

Em vista das necessidades de mudança nesse paradigma cultural, podemos citar o exemplo surpreendente da Holanda, onde a consolidação da rede ciclística teve que passar por grandes mudanças sociais. A economia holandesa apresentou crescimento significativo após a Segunda Guerra Mundial, o que possibilitou a aquisição de mais veículos privados. Em decorrência da perda de vidas por acidentes de trânsito estimada em 3.300 apenas no ano de 1971, das quais 400 eram crianças, ocorreram muitos protestos reivindicando vias mais seguras para pedestres e ciclistas, pois as ciclovias existentes eram estreitas, perigosas e desconectadas. O governo reconheceu a mudança de paradigma juntamente com a primeira crise do petróleo em 1973. Considerado atualmente o país mais seguro do mundo para pedalar e que possui o maior número de ciclistas, a Holanda obteve gradativamente uma cadeia de ciclovias de alta qualidade associando a mudança na consciência à forma de planejar a sua infraestrutura.

No mundo, foram extremamente interessantes os movimentos de cicloativistas para a defesa deste modal nas grandes cidades, que passaram a acontecer também no Rio de Janeiro e em São Paulo, ainda na década de 80. Entre esses grupos, podemos

⁵ Disponível em : <<http://noticias.r7.com/sao-paulo/noticias/diario-oficial-diz-que-ciclistas-nao-devem-pedalar-em-sp-20120711.html>>. (Foto Evelson de Freitas 22 09 2010). 11 07 2012. Acesso em: 15 maio 2015.

citar os de passeios noturnos (*Night Biker's Club*) e os denominados *World Naked Bike Ride*, originados nos Estados Unidos. Tal movimento chegou a São Paulo na manifestação de ciclistas nus ocorrida em junho de 2008, na Avenida Paulista, representando uma metáfora da vulnerabilidade em meio a hostilidade do trânsito. O poder de mobilização de tais movimentos atrai a atenção da mídia e da sociedade, sendo um mecanismo fundamental para debater a criação de políticas públicas que priorizem a bicicleta e contemplem suas reivindicações por segurança (MALATESTA, 2014).

Na cidade de São Paulo, apontando os problemas e barreiras a serem enfrentados, é importante citar a carência de um planejamento que estruture e envolva todos os modais. Sejam eles por meio do transporte coletivo (ônibus, metrô), automóveis, motocicletas, bicicletas e caminhadas, é preciso contemplar todos em uma única grande malha viária em que o cidadão seja sempre o protagonista. Para Raquel Rolnik (2015), arquiteta e urbanista, professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, ainda falta muito para São Paulo se reinventar.

Como principal limitação no traçado das redes cicloviárias, é necessário considerar as barreiras que supõem a presença de infraestruturas de grande porte, como viadutos, vias rápidas, ferrovias e rios canalizados. Essas grandes estruturas criam cicatrizes na malha urbana, de maneira que a ligação entre as partes precisa ser atendida através de transposições. Não obstante, muitas destas ligações são projetadas isoladamente para o uso de veículos motorizados, sem considerar ao usuário a pé ou em bicicleta. A cidade de São Paulo é cortada por dois rios principais, o Pinheiros e o Tietê, que constituem uma barreira natural na ligação Norte-Sul. Suas transposições foram pensadas para a circulação dos veículos, criando descontinuidades nos fluxos e maiores deslocamentos dos usuários mais vulneráveis. A meta para acessibilidade universal dentro da cidade precisa considerar essa premissa fundamental para a inserção real da rede cicloviária em São Paulo.



Figura 3 – Vista da pista segregada no viaduto Antártica para circulação de pedestres ou bicicleta.

Fonte: Foto Panoramio, Google Maps.

A BICICLETA COMO MAIS UM MODAL DE TRANSPORTE NO COTIDIANO PAULISTANO

Experiências bem sucedidas e projetos possíveis para o uso da bicicleta na Cidade de São Paulo

Ao tratar de diversos assuntos relacionados à busca por um melhor modelo de sustentabilidade urbana, o Plano de Ação *Greenest City 2020* para Vancouver definiu metas com relação à mobilidade urbana, como a diminuição das emissões de gases e do consumo de água e a geração de empregos em atividades com fins ecológicos. Além disso, contempla o aumento na representatividade da bicicleta, investindo no desenvolvimento da rede de ciclovias para chegar a 265km no total, em uma cidade com pouco mais de 600 mil habitantes. A meta é que o uso da bicicleta atinja 50% sobre o total dos deslocamentos previstos até 2020. Hoje, este modal representa 42% do total de deslocamentos na cidade. Evidencia-se, em relação à esta última previsão e em uma rápida comparação com São Paulo, a condição desigual no equipamento da cidade para uso deste modal, sendo que a população residente na área municipal, no caso de São Paulo, é de quase 12 milhões de habitantes, com apenas 289,6Km de ciclovias.



Figura 4 – Duas vistas na cidade de Vancouver, à esquerda mostrando a integração da bicicleta na transposição da ponte como transporte segregado dos veículos e à direita a conexão com sistemas verdes e espaços naturais.

Fonte: Programa '*Greenest City ActionPlan*', Vancouver, 2014

Além disso, o Plano de Ação trata da implantação da rede cicloviária com uma visão conjunta, integrada à discussão da estruturação dos seus espaços verdes, acessibi-

lidade aos equipamentos públicos e alternativas para lazer, esporte, ócio e cultura. Para tanto, entre as suas metas, este programa pretende melhorar a acessibilidade dos cidadãos a estas áreas identificando como medidas necessárias a implantação de *Greenways* ou vias verdes, que tornariam a cidade mais humanizada e adequada para caminhar. Esta medida trabalharia em conjunto com a expansão dos parques, zonas vegetadas e sistemas para pedestres e bicicletas, priorizando o acesso aos equipamentos públicos necessários.

Outra referência internacional que propõe estratégias verdes junto à reestruturação do sistema de mobilidade em bicicleta e a pé é o Plano para Nova York de 1993. Este plano desenvolveu o total de 563 Km de vias ajardinadas e ofertou múltiplas oportunidades de ócio e lazer, junto com a melhora na mobilidade para os ciclistas e pedestres. Com isso, a rede se agrega a um sistema mais abrangente que responde tanto às necessidades de ganhos paisagístico-ambientais como às de segurança no espaço público.



Figura 5 – Mapa da área de Manhattan, Brooklyn e Queens para projeto inicial de “bike-share” na cidade de Nova York.

Fonte: The Wall Street Journal/NY⁶

Um bom exemplo de sucesso da implantação de ciclovias em terreno acidentado acontece na cidade de São Francisco, nos Estados Unidos. Nas pontes da cidade foram implantadas ciclovias para diminuir o uso do transporte motorizado. Devido ao seu relevo acidentado, como o de São Paulo, as ruas mais planas e rotas mais diretas foram privilegiadas no plano do sistema ciclístico da cidade. Nas ladeiras mais íngre-

⁶ Disponível em: <<http://blogs.wsj.com/metropolis/2012/05/11/bike-share-map-shows-first-wave-of-stations/>>. Acesso em: 15 maio 2015.

mes, as ciclovias são mais largas para ajudar quem precisar empurrar a bicicleta. Alguns pontos terão elevadores para facilitar o transporte das bicicletas ladeiras acima.

Outra cidade que sofre com seu relevo acidentado é Trondheim, na Noruega. Isso, no entanto, não impede que 18% da população utilize a bicicleta como meio de transporte. Nas ladeiras, os ciclistas inserem o cartão de acesso na máquina que controla o “elevador” e colocam um dos pés no suporte metálico. Automaticamente, um sistema guiado por trilhos empurra a pessoa junto com sua bicicleta ladeira acima, a uma velocidade que varia entre 4 km/h e 5 km/h.

O plano diretor da Prefeitura de São Paulo prevê no ponto VI do Art. 25, subseção II, do Projeto Lei nº 16.050, 31 de Julho de 2014 “articular, através de caminhos de pedestres e ciclovias, preferencialmente nos fundos de vale, as áreas verdes significativas, os espaços livres e os parques urbanos e lineares”. O mesmo plano cita a implantação do sistema cicloviário integrado ao de transporte público coletivo de alta e média capacidade. Com isso, as ciclovias devem ser conectadas a outros transportes coletivos que facilitem o acesso do usuário quando houver barreiras geográficas.

Na cidade de São Paulo, uma das soluções de baixo custo é dar preferência para implantação de ciclovias seguindo o fluxo de rios e córregos, as chamadas “trilhas verdes”, já que suas bacias hidrográficas são repleta de nascentes e cursos d’água. Essa opção é uma das respostas possíveis a outro questionamento do paulistano sobre as ciclovias: o clima. Com as trilhas verdes é possível amenizar o calor, não somente com as sombras das árvores, mas também com a vaporização da água nos trechos onde as ciclovias passem por rios ou córregos a céu aberto e recuperados. Isto beneficiaria não só o ciclista, mas também a cidade como um todo, melhorando a qualidade do ar, aumentando a área verde, diminuindo da emissão de CO₂ na atmosfera, com significativa melhora da paisagem urbana, entre outros benefícios.

As “trilhas verdes” já foram antes contempladas no “Concurso Nacional de Ideias para a Estruturação Urbana e Paisagísticas das Marginais dos Rios Pinheiros e Tietê”, promovido pela PMSP e o IAB de São Paulo em 1998, através do trabalho elaborado por uma equipe multidisciplinar, liderada pela arquiteta paisagista Maria de Assunção Ribeiro Franco. Esta proposta prevê o afastamento das marginais expressas do leito dos rios, deixando uma via local e criando uma “via parque” onde circulariam apenas pedestres e bicicletas. Isto possibilitaria o surgimento de filtros verdes de purificação das águas superficiais (chuvas) e a promoção de atividades ligadas ao lazer, esporte

e turismo. Desta forma, a bicicleta está ligada à promoção da mobilidade sustentável e à valorização do meio ambiente (Figura 06).



Figura 6 – APA Urbana – Tietê-Pinheiros: Trecho II – proposta perspectiva.
Fonte: Franco (2000, p. 276).

Outra referência de proposta mais recente, que contempla “trilhas verdes” e pontes com acesso à bicicleta e pedestres pelo rio Tietê, é um dos trabalhos apresentados na primeira fase do chamamento público para os Estudos de Pré-viabilidade do Arco Tietê promovido pela Prefeitura de São Paulo em 2013, do Consórcio Axal (Figura 07).



Figura 7 – Proposta do Consórcio Axal – Arco Tietê
Fonte: página do Ciclo Vivo - plantando notícias⁷

⁷ Disponível em: <<http://ciclovivo.com.br/noticia/sp-pode-ter-marginal-subterranea-e-parque-linear-no-rio-tiete>>. Acesso em: 13 maio 2015.

Amostragem sobre a implantação de ciclovias na cidade de São Paulo e a percepção do uso da Trilha Norte-Sul'

A pesquisa feita para o presente estudo foi realizada em maio de 2015, presencialmente na Avenida Sumaré e via Internet. Foram selecionadas 30 pessoas, algumas das quais ciclistas, de ambos os sexos, com idades entre 19 e 76 anos. A escolaridade dos entrevistados vai desde o ensino fundamental à pós graduação e alguns residem na Grande São Paulo, mas todos trabalham na cidade. O objetivo foi, por meio de uma pequena amostragem, trazer uma aproximação com o cotidiano do paulistano para obter uma visão do cidadão sobre a implantação de ciclovias na cidade de São Paulo e a viabilidade da Trilha Norte-Sul.

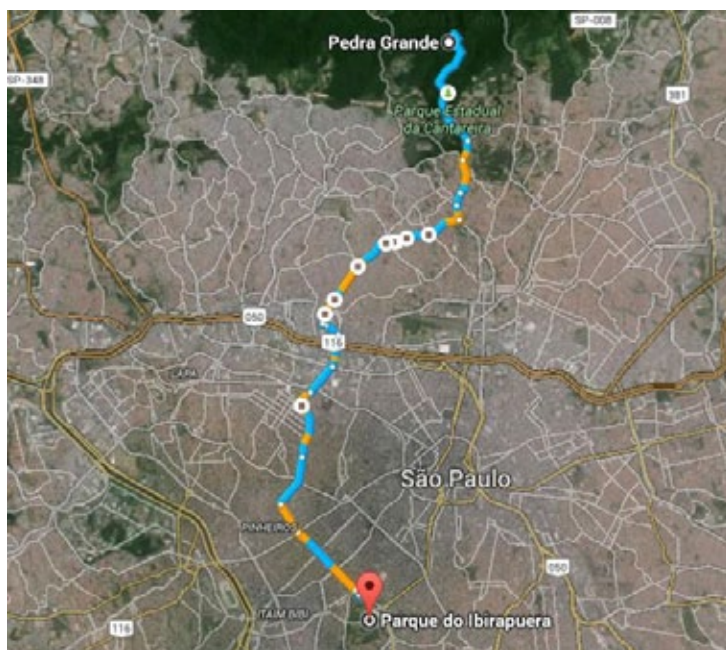


Figura 8 – Foto de satélite da Trilha Horto Florestal - Parque Ibirapuera
Fonte: Elaboração dos autores em base no Google Earth, map data. Google, Digital Globe. Acesso em: maio, 2015.

Pela amostragem, podemos constatar que muitos já usam a bicicleta - 30% para lazer e 17% como transporte regular. O pior impedimento verificado para o uso da bicicleta é o medo de acidentes. A maioria (96%) é a favor da implantação das ciclovias e acha interessante uma conexão entre o Horto Florestal e o Parque do Ibirapuera. Quanto ao trecho mais complicado para o uso da bicicleta, 45% dos entrevistados elegeu o Tremembé-Mandaqui, ou seja, o trecho com relevo mais acidentado.

Tendo em vista a potencialidade do uso da Trilha Norte-Sul como elo de ligação entre duas áreas verdes significativas para a cidade e sua importância na recuperação am-

biental, foi realizada, para este artigo, uma interpretação do percurso propondo uma alternativa viável à sua implantação e abrangendo uma faixa de 500 metros de entorno.

Estudo de caso: Trilha Horto Florestal – Parque do Ibirapuera

O caso da Trilha Norte-Sul estuda como a inserção da bicicleta no espaço urbano traz benefícios para a qualidade de vida e socioambiental da cidade a partir da sua integração ao Planejamento Ambiental. Seria desejável, na construção da cidade e do próprio território, incluir essa visão mais integradora. Desta forma, a incorporação de sistemas de mobilidade urbana não poluente pode ser estudada em conjunto com outras medidas de Infraestrutura Verde para incentivar programas e ações que visem a melhoria do ambiente urbano como um todo.

É fundamental respeitar as singularidades topográficas e geomorfológicas desta cidade e a influência de suas bacias hidrográficas no raciocínio para o planejamento das novas infraestruturas cicloviárias.

A Trilha permeia a malha urbana da cidade e interliga os sistemas verdes com soluções que atendem as demandas do transporte urbano, seguindo, sempre que possível, o traçado dos córregos para aproveitar a topografia favorável.

O ponto de partida da “Trilha Horto Florestal – Parque do Ibirapuera” encontra-se na cota mais alta e afastada da malha urbana da cidade, mais precisamente na Pedra Grande, dentro do Horto Florestal. A trilha segue pela Avenida Santa Inês, atravessando a bacia do Tremembé e cruzando o córrego do Horto. Posteriormente continua pela Avenida Voluntários da Pátria até o encontro da Avenida Caetano Álvares e percorre o curso do córrego Mandaqui em direção ao rio Tietê. No primeiro trecho da Avenida Caetano Álvares, o córrego está canalizado e fechado e já existe um tratamento paisagístico com ciclovia. No segundo trecho, o córrego está a céu aberto e a ciclovia existente é estreita, limitada por uma mureta de contenção e continua com tráfego intenso até encontrar a várzea do Tietê.



Figura 9 – Vistas da Rua Santa Inês. Fonte: Fotos Panoramio, Google Maps.



Figura 10 – Vista perspectivada do primeiro trecho da Trilha Norte-Sul. Fonte: Base do Google Earth e trabalho gráfico dos autores



Figura 11 – Vistas da Avenida Caetano Álvares, Ponte do Limão e Viaduto Antártica. Fonte: Fotos Panoramio, Google Maps.

A rota segue pela Avenida Ordem e Progresso, passando pela Ponte do Limão e, em seguida, encontrando o córrego Sumaré. No bairro industrial da Barra Funda, segue pela Avenida Antártica, cruza a Avenida Marquês de São Vicente, depois as infraestruturas da ferrovia pelo viaduto Antártica e se encontra com a Avenida Sumaré. O trajeto de bicicleta ao longo desta Avenida usa a ciclovia já instalada no canteiro central, que é amplamente utilizada pela população ao longo do bairro das Perdizes. O córrego Sumaré está oculto em todo seu trajeto.



Figura 12 – Vista perspectivada do trecho intermediário
Fonte: Base do Google Earth e trabalho gráfico dos autores

A trilha segue por baixo do metrô Sumaré, cruzando o espigão da Paulista, hoje inexistente. Este espigão servia de antigo divisor das águas entre Tietê e Pinheiros e era onde estavam localizadas as nascentes de vários córregos, inclusive do Sumaré. Continua em direção da Avenida Paulo VI, obedecendo de maneira aproximada o trajeto original do Córrego Verde. Passa perto do Cemitério São Paulo e encontra a Rua Henrique Schaumann. E, no seu trecho final, se prolonga pela Avenida Brasil e desemboca finalmente no Parque do Ibirapuera.



Figura 13 – Av. Sumaré (antigo espigão), Av. Brasil e Parque do Ibirapuera. Fonte: Fotos Panoramio Google Maps.

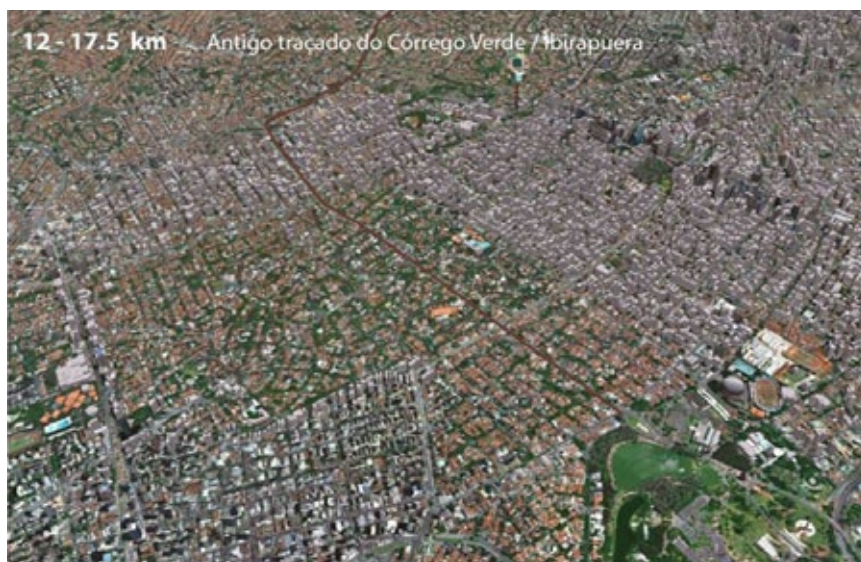


Figura 14 – Vista perspectivada do trecho final. Fonte: Base do Google Earth e trabalho gráfico dos autores

Através deste estudo é possível constatar que há heterogeneidades no percurso. Se analisarmos o perfil topográfico da trilha, podemos identificar a existência de compartimentos do relevo. Estes se relacionam com processos naturais, em específico o das águas, que podem ser afetados se não houver um tipo de ocupação adequada. Junto ao Tietê, principalmente na várzea da Barra Funda, predomina um antigo tecido indus-

trial em transformação para novas funções e adensamento. Em contrapartida, existe a necessidade de preservar índices de permeabilidade, onde as ciclovias podem ser integradas às áreas de preservação de superfície verde.

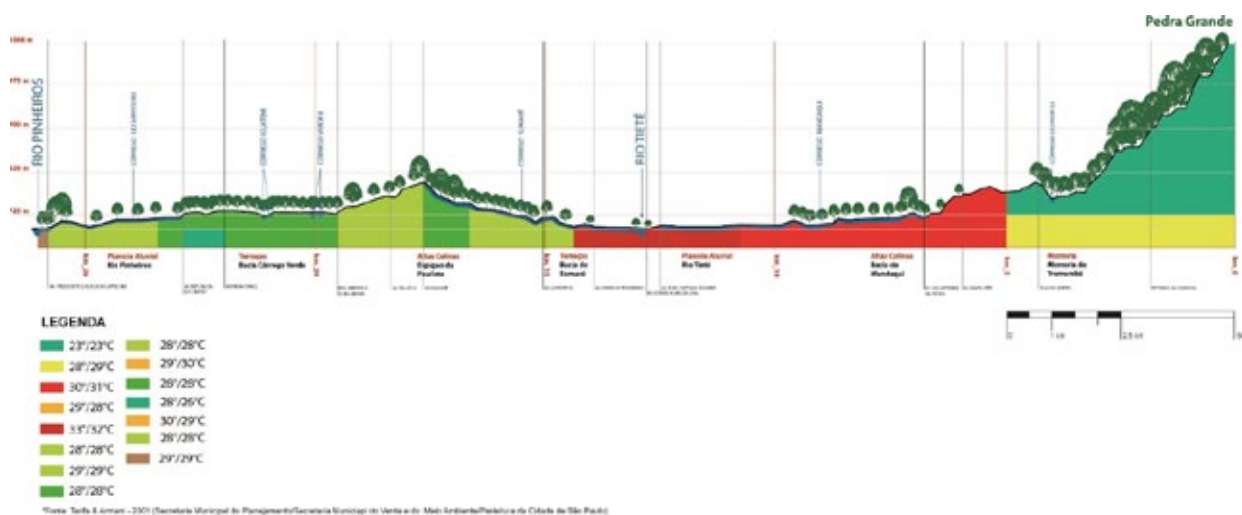


Figura 15 – Vista perspectivada do trecho intermediário

Fonte: Base do Google Earth e trabalho gráfico dos autores

Nos bairros de maior caráter residencial e pouca presença de indústria, existe um grande fluxo de pessoas circulando nos modais a pé e de bicicleta. Além disso, existe também a presença de alguma arborização. Por outro lado, os córregos das bacias do Sumaré e do Mandaqui estão canalizados e em sua maioria ocultos, e isso significa uma absoluta abstração da paisagem natural.

No último trecho, que atravessa as Avenida Henrique Schaumann e Brasil, enfrenta-se uma tipologia de viário alienada ao pedestre e do ciclista. As ruas não foram projetadas para o compartilhamento junto com outros modais não motorizados.

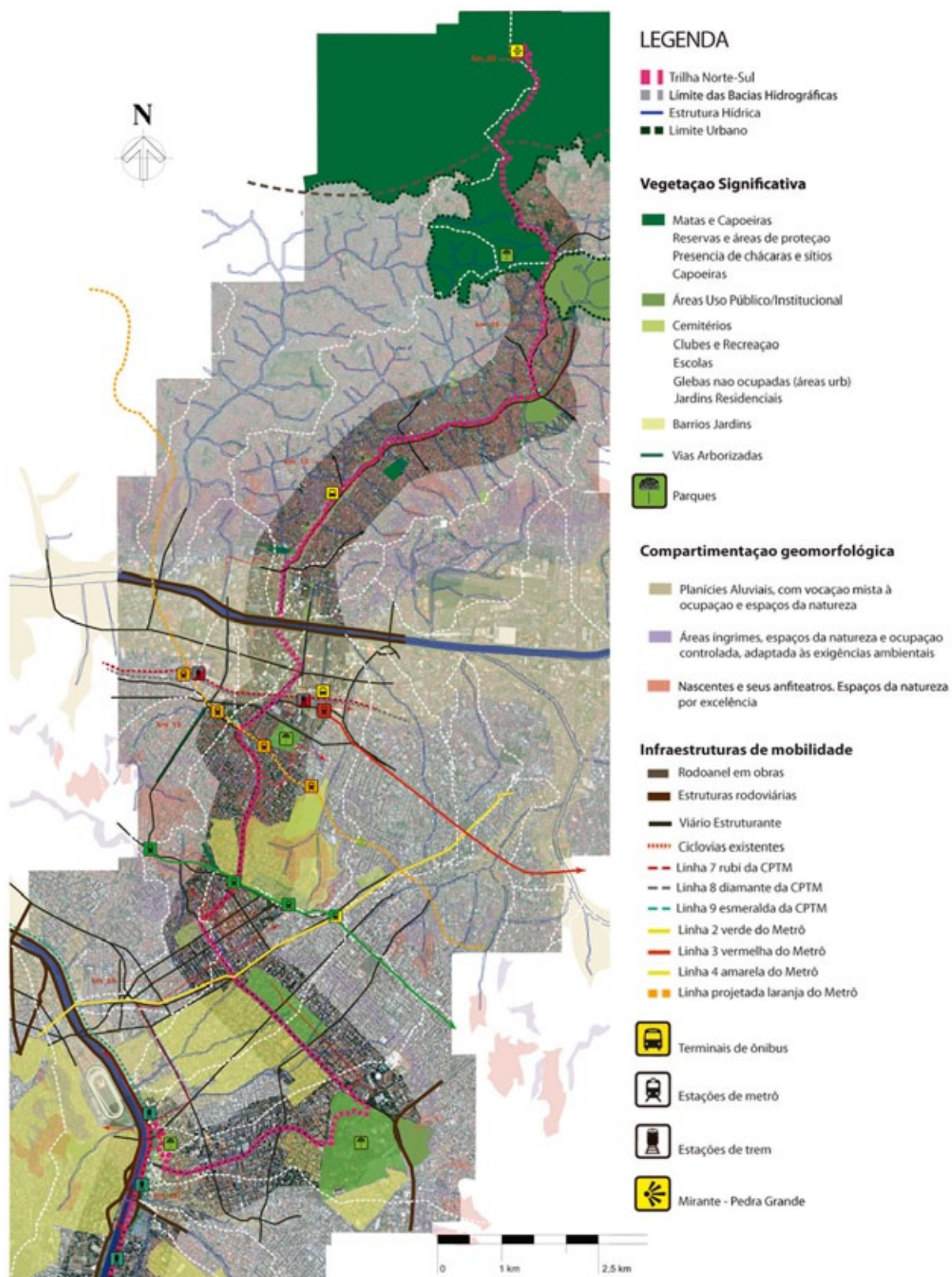


Figura 16 – Mapa da Trilha Norte-Sul com delimitação das bacias hidrográficas, estrutura hídrica, viária, transporte e vegetação significativa conforme a catalogação das tipologias verdes no livro “Vegetação Significativa do Município de São Paulo”, elaborado pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo. Fonte: Elaboração gráfica dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de um panorama global da mobilidade urbana, vivenciado pelas grandes metrópoles do mundo, confrontamos grandes problemas relacionados aos deslocamentos viários causados pelo excesso de veículos motorizados particulares e pela falta de transporte público eficiente.

O reconhecimento das mudanças climáticas globais foi ganhando força a partir da década de 1970 e trouxe diversas propostas de ecologistas preocupados com o meio ambiente. As condições degenerativas da paisagem natural agravam-se principalmente nos países em desenvolvimento, ainda mais em grandes adensamentos urbanos, como São Paulo.

Parte desses gases poluentes provém dos veículos motorizados, portanto é pertinente destacar o que algumas cidades do mundo têm feito para buscar alternativas tanto para a questão atmosférica em alerta, como para a condição precária da mobilidade urbana nas grandes cidades, que vem trazendo consequências inevitáveis à qualidade de vida dos seus cidadãos. A bicicleta é, de fato, uma alternativa relevante e plausível como meio de transporte e amplamente utilizada em muitas cidades do planeta, pois vislumbra um tipo de locomoção que não é motorizada e, por isso, não causa mais prejuízos à atmosfera. No caso de Vancouver, por exemplo, ao menos 50% dos deslocamentos devem ser feitos em veículos não motorizados até 2020.

Cidades como São Paulo, em que a topografia, o clima e as distâncias podem, a princípio, ser empecilhos, apresentam diversas maneiras de viabilizar seus trajetos. As alternativas vão desde o exemplo já citado de São Francisco, onde as ciclovias foram alargadas, facilitando a passagem do ciclista desmontado em trechos excessivamente íngremes, ao caso de Trondheim na Noruega, onde foi instalado um pedal para tracionar o ciclista montado ladeira acima.

Enfrentamos um momento em que o planejamento urbano deve, por força, contemplar a gestão sustentável dos recursos naturais existentes no território para que o desenvolvimento das cidades seja possível a médio e longo prazo, sob o risco de colapso iminente caso essa variante não seja considerada.

O paradigma de desenvolvimento econômico vigente até o século XX passava pela exploração dos recursos naturais disponíveis sem limite. Para continuarmos crescen-

do economicamente no contexto urbano existente, é necessário redefinir o uso da infraestrutura das cidades para que esta possa se aliar ao manejo sustentável dos recursos naturais, sua recuperação e manutenção (BELANGER, 2011). E as infraestruturas das ciclovias podem ser pensadas desta forma.

Incorporar a natureza à vida nas cidades significa que não podemos responder mais da forma como estávamos respondendo até agora com planejamentos rígidos que se sobrepõem ao meio natural. A utilização de conceitos da Infraestrutura Verde como forma de restauração do meio urbano atenderá tanto as demandas ambientais quanto as de transporte.

Estes benefícios podem ser explorados na Trilha Norte-Sul, se for associado à implantação da rede o projeto de melhoria ambiental da bacia hidrográfica urbanizada. Para isso, é necessário entender os compartimentos do relevo da bacia e alinhar com as ações para a recuperação das funções necessárias de cada setor. Desta forma, tanto nos fundos de vale ao longo do trajeto pela Avenida Sumaré e Avenida Engenheiro Casetano Álvares, quanto na área da antiga várzea do rio Tietê no bairro da Barra Funda, é importante pensar no projeto da ciclovia associada a Infraestrutura Verde como uma ferramenta para atender as exigências ambientais, entre as quais podemos destacar a restituição de verde, a possibilidade de implantação de parques, o desenho de estratégias para retenção e infiltração das águas e a arborização intensa das avenidas.

BIBLIOGRAFIA

ALCORTA, Arturo. **A história da bicicleta no Brasil**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.escoladebicicleta.com.br/historiabicicletaBrasilA.html>>. Acesso em: 24 Abril 2015.

BÉLANGER, Pierre. **‘Redefining Infrastructure’**. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth. ‘Ecological Urbanism’. Graduate School of Design, Harvard University, p.332-349. 2011.

CET (Companhia de Engenharia de Tráfego). **Bicicleta: Infraestrutura da cidade**. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/consultas/bicicleta/infraestrutura-da-cidade.aspx>> Acesso em: 07 maio 2015.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Próclima - gases de efeito estufa**. Disponível em: 10 07 2014.

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancas-climaticas/proclima/Efeito%20Estufa/9-Gases%20do%20Efeito%20Estufa>>. Acesso em: 13 maio 2013.

CICLO VIVO. **SP pode ter marginal subterrânea e parque linear no rio Tietê**. 10 set. 2013. Disponível em: <<http://ciclovivo.com.br/noticia/sp-pode-ter-marginal-subterranea-e-parque-linear-no-rio-tiete>> Acesso em: 13 maio 2013.

DUANY, Andres; PLATER-ZYBERK, Elizabeth, JEFF, Speck. **SuburbanNation: The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream**. North Point Press, 2010, p. 88-94.

EL PAÍS. Brasil. **Justiça acata pedido e paralisa construção de ciclovias em São Paulo**. 19 Março 2015. Disponível em: <http://brasil.elpais.com/brasil/2015/03/19/politica/1426796542_323361.html>. Acesso em 12 Maio 2015.

EXAME.com. **Ciclovias de 70 mil quilômetros ligam 43 países europeus**. 07 set 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/mundo/noticias/ciclovias-de-70-mil-quilometros-ligam-43-paises-europeus>>. Acesso em 13 Maio 2015.

FLATOUT- CONTESINI, Leonardo. **Para incentivar vendas de carros, governo estuda mudanças no Código Civil**. Disponível em: <<http://www.flatout.com.br/para-incentivar-vendas-de-carros-governo-estuda-mudancas-no-codigo-civil/>>. Acesso em: 13 Maio 2015.

FOLHA DE SÃO PAULO. RODRIGUES, Artur. **Ministério Público entra com ação na Justiça para barrar ciclovias em SP**. Cotidiano. 18 Março 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/03/1604710-promotoria-entra-com-acao-para-barrar-ciclovias-em-sp.shtml>>. Acesso em: 11 Maio 2015.

FOLHA DE SÃO PAULO. ROLNIK, Raquel. **Cidades, bicicletas e protestos**. São Paulo, 15 Abril 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/raquelrolnik/2015/04/1612747-cidades-bicicletas-e-protestos.shtml>>. Acesso em 22 abril 2015.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000.

HART, Stanley; SPIVAK, Alvin. **The Elephant in the Bedroom: Automobile Dependence and Denial**. Pasadena, California, 1993, p. 122. New Paradigm Books.

JOVEM PAN ONLINE. VICARI, Bruno. **Passeatas de ciclistas pelados na Av. Paulista** - Jovem Pan. 16 06 2008. Disponível em: <<https://www.google.com.br/#q=%E2%80%98Passeatas+de+cicl%C3%ADstas+pelados+na+Av.+Paulista%E2%80%99>>. Acesso em: 15 maio 2015.

LANGRENEY, Brigitte; RIOLI, Regina Q.B. **Recuperação de Córregos Urbanos da Barra Funda como Contribuição para a Mobilidade Sustentável**. In: Revista LabVerde. nº 6, v.5, p. 118-140, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61510>> Acesso em: 15 de Abril 2015.

MAGALHÃES, Aurélio. **Ciclovias na Coréia do Sul**. Disponível em: <<https://atmagalhaes.wordpress.com/2015/02/09/ciclovias-na-coreia-do-sul/>> Acesso em: 08 maio 2015.

MALATESTA, Maria Emelina B. **A História dos estudos de bicicleta na CET**. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego. 2012, p. 58 – (Boletim Técnico da CET, 50).

MALATESTA, Maria Ermelina B. **A bicicleta nas viagens cotidianas do Município de São Paulo**. São Paulo, 2014, pp. 15-30, 67, 230. Tese (Doutorado na área de Planejamento Urbano e Regional). FAU-USP.

MALATESTA, M. E. B. **A bicicleta nas viagens cotidianas do Município de São Paulo**. São Paulo, 2014, p. 25-6, Tese (Doutorado na área de Planejamento Urbano e Regional). FAU-USP.

MONTANER, Josep Maria. **Depois do movimento moderno**. Barcelona, Gustavo Gili, 2001.

NEW YORK (Cidade). **The Greenway Plan for New York City**. New York, 1998.

NL CYCLING. **How the Dutch got their cycle paths**. 09 Outubro 2011. In THISBIG CITY.

NOBRE, Eduardo. A. C. **A atuação do Poder Público na construção da cidade de São Paulo: a influência do rodoviarismo no urbanismo paulistano**. In: SEMINÁ-

RIO de História da Cidade e do Urbanismo, 11, 2010, Vitória. Anais do XI Seminário de História da Cidade e do Urbanismo. Vitória: UFES, 2010.

O ESTADO DE SÃO PAULO. RIBEIRO, Bruno. **Prefeitura quer 16 mil vagas para bikes até 2016**. Caderno Metrópole. 19 Março 2015.

O ESTADO DE SÃO PAULO. RIBEIRO, Bruno. **Deixar a bike na rua exige uso corrente e de tranca em U**. Caderno Metrópole. 19 Março 2015.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Uso diário da bicicleta como meio de transporte cresce 50% em 2014**. São Paulo, 19, set. 2014. Disponível em: <<http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/3728>> Acesso em: 07 maio 2015.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Plano de Mobilidade de São Paulo: Modo bicicleta**. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/planmobsp-rev002_1428005731.pdf> Acesso em: 07 maio 2015.

PROTOCOLO DE KYOTO. Campanha Energia. Green Peace. **O Protocolo de Kyoto**. Disponível em: <http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/protocolo_kyoto.pdf> Acesso em: 14 maio 2015.

PUGLIESE, Philip. **Complete Streets provide all the elements of multimodal Transportation**. In: 19th NATIONAL TRAILS SYMPOSIUM. Chattanooga, Nov. 2008., p. 4. Disponível em: <<http://www.americantrails.org/resources/trans/completestreets08.html>>. Acesso em: 26 Abril 2015.

RODRIGUES, Igor. **São Paulo e a guerra das ciclovias**. 19 Setembro 2014. Disponível em: <<http://thisbigcity.net/pt-br/sao-paulo-e-a-guerra-das-ciclovias/>>. Acesso em 11 Maio 2015.

SÃO PAULO ABERTA. **Contador de Ciclistas em Teste**. Disponível em: <<http://saopauloaberta.prefeitura.sp.gov.br/index.php/iniciativa/contador-de-ciclistas/>>. Acesso em: 14 maio 2015.

TAIYAB, Nadaa. **Transportation in Mega-Cities: A local issue, a global question**. In: The Frederick S. Pardee Center for the Study of the Longer-Range Future, p.8, nov 2008. Boston University.

TEISEN, Thaís. **Bikes e ônibus ganham prioridade em Plano de Mobilidade Urbana de SP.** Redação Ciclo Vivo. Disponível em: <<http://ciclovivo.com.br/mobile/noticia/bikes-e-onibus-ganham-prioridade-em-plano-de-mobilidade-urbana-de-sp-10490>>. Acesso em: 20 de abril 2015.

THE GREENEST POST. MIWA, Jessica. **Coréia do Sul produz energia solar.** Disponível em: <<http://www.thegreenestpost.com/na-coreia-do-sul-ciclovvia-produz-energia-solar/>> Acesso em: 08 maio 2015.

THISBIG CITY. RODRIGUES, Igor. **São Paulo e a guerra das ciclovias.** 19 Setembro 2014. Disponível em: <<http://thisbigcity.net/pt-br/sao-paulo-e-a-guerra-das-ciclovias/>>. Acesso em 11 Maio 2015

VACCARI, Lorreine Santos; FANINI, Valter. **‘Mobilidade Urbana’.** Série de Cadernos Técnicos, Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná (CREA-PR), Paraná, 2011. 44p.

VANCOUVER (Cidade). **Greenest City ActionPlan.** Vancouver, 2014. 53p.

ARTIGO Nº 3

TRILHA URBANA, MOBILIDADE E INTEGRAÇÃO SOCIAL: UM ESTUDO APLICADO À AVENIDA SUMARÉ EM SÃO PAULO

*URBAN TRAIL, MOBILITY AND SOCIAL INTEGRATION: A STUDY APPLIED TO
SUMARÉ AVENUE IN THE CITY OF SÃO PAULO*

ADRIANA AFONSO SANDRE, FLÁVIA MESQUITA SAMPAIO DE MADUREIRA,
MARCELO KUSSUNOKI

**TRILHA URBANA, MOBILIDADE E INTEGRAÇÃO SOCIAL: UM ESTUDO
APLICADO À AVENIDA SUMARÉ EM SÃO PAULO**

*URBAN TRAIL, MOBILITY AND SOCIAL INTEGRATION: A STUDY APPLIED TO
SUMARÉ AVENUE IN THE CITY OF SÃO PAULO*

ADRIANA AFONSO SANDRE

Bióloga graduada pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, mestranda em Paisagem e Ambiente pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

E-mail: adriana.sandre@gmail.com

FLÁVIA MESQUITA SAMPAIO DE MADUREIRA

Arquiteta graduada pela Fundação Armando Álvares Penteado. Especializou-se em Desenho Ambiental e Arquitetura da Paisagem em 2002 pela Universidade Presbiteriana Mackenzie e atua como diretora da MEA – Madureira Engenharia e Arquitetura Ltda.

E-mail: flamad@gmail.com

MARCELO KUSSUNOKI

Arquiteto graduado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Arquiteto no escritório Raul Pereira Arquitetos Associados de 2002 a 2004.

Arquiteto-paisagista autônomo desde 2004.

E-mail: mkussunoki@gmail.com

RESUMO

Este artigo trabalha a hipótese de serem as trilhas urbanas um importante mecanismo de integração social nas cidades. Considerando a desvalorização do espaço público na cidade de São Paulo, para além da sua caracterização como monofuncional, justifica-se a necessidade de pensar tais espaços e promover o estímulo a outros usos, objetivando retomar sua multifuncionalidade. Nesse sentido, a rua deve ser compreendida não só como espaço de circulação, mas também como espaço de permanência. A citada desvalorização se deve, sobretudo, a políticas públicas que priorizaram o transporte sobre rodas, que é indiretamente responsável pela sensação de insegurança dos habitantes. Dentro deste contexto, as trilhas urbanas podem ser um importante instrumento que propicia a integração por meio do lazer. Trata-se de uma política urbana agregadora, não segregacionista que promove o contato e a convivência entre as pessoas.

A trilha urbana Água Branca aqui conceituada e proposta visa auxiliar a reversão desse processo de abandono das vias ao promover um grande circuito para modais

de transporte não motorizados. Assim, se prioriza o contato com o entorno, a rua, a vizinhança e a comunidade pelo estímulo à circulação e à permanência nos espaços públicos, como atributo intrínseco a uma sociedade urbana.

Palavras-chave: Mobilidade; trilha urbana; pedestre; espaço livre público; bicicleta.

ABSTRACT

This article deals with the hypothesis of being urban trails an important mechanism for social integration in cities. Considering the degradation of public spaces in the City of São Paulo, beyond its characterization as monofunctional, it is justified the need to think about such spaces and promote the encouragement for other uses, aiming to rescue its multifunctionality. In this way, the streets must be understood not only as circulation space, but also as a living space. Mentioned degradation happened mainly due to public policies that prioritized wheeled transportation, which is indirectly responsible for the unsafe feeling of the people. Within this context, urban trails can be an important instrument to provide integration by using the leisure. It is an urban aggregating policy, non-segregationist that promotes contact and coexistence of people. The Agua Branca Urban Trail, here conceptualized and proposed, aims to help the reversal of such abandonment process of the modal transport by promoting a great circuit for non-motorized transportation means. Thus, it is prioritized the contact with the surroundings, the street, the neighbourhood and the community by encouraging the movement and stay in such public spaces, as an inherent attribute to an urban society.

Keywords: Mobility; Urban Trails; Pedestrian; Free Public Space; Bicycle.

INTRODUÇÃO

A desvalorização do espaço público na cidade de São Paulo se deu a partir de um contexto amplo de variáveis. Uma possível perspectiva analítica é verificar a diminuição do uso do espaço, dentro de uma realidade de segregação do munícipe – em especial pedestres e ciclistas. A partir desta análise, contribuíram para essa situação: o aumento do contingente populacional em São Paulo, as formas de configuração e apropriação do espaço e a política de transporte rodoviária. Na década de 40, verificou-se a priorização do modelo pautado no transporte individual sobre pneus, com a

construção, ampliação e melhoramento de rodovias, em uma estratégia político-econômica para incentivar a instalação de indústrias automobilísticas no país. Segundo Nobre (2006), Prestes Maia estimulou este modelo com o “Plano de Avenidas para São Paulo”, em uma proposta radial-concêntrica de mobilidade urbana.

Foi a partir deste modelo que São Paulo expandiu-se em direção à sua periferia por meio do transporte baseado no ônibus e não apenas nos bondes, que eram caros demais para terem suas linhas estendidas para regiões afastadas do que hoje se constitui o centro do município. Estas linhas de ônibus pertenciam a empresas privadas cujos proprietários possuíam glebas distantes do centro e estrategicamente as estendiam ao seu local de interesse. Assim, os loteamentos eram abertos sem o planejamento do poder público, em locais afastados com grandes espaços vazios entre eles, que futuramente se valorizariam depois de consolidados os bairros mais distantes. A falta de planejamento urbano e o pouco investimento em transporte público adequado transformou a cidade de São Paulo em um espaço destinado apenas ao transporte sobre rodas, em especial aos veículos individuais, com avenidas sendo abertas para todas as regiões da cidade e municípios vizinhos.

Aliado a essa situação, no final do século XX, a proliferação de condomínios fechados provocou uma mudança na maneira de morar das classes média e alta. A necessidade de grandes terrenos para poder implantar edifícios residenciais com áreas verdes e de lazer de uso coletivo, fez com que esses empreendimentos fossem implantados fora dos bairros centrais tradicionais, onde antes predominavam as classes mais pobres. Tal realidade agravou a desvalorização do espaço público como local de interação entre os moradores da cidade.

Importante verificar como alguns autores articulam essa situação, como Caldeira (2011), que cunhou o termo “enclaves fortificados” para este instrumento de segregação social, configurado desde os anos 1980. Para a antropóloga, as transformações recentes estão gerando espaços nos quais os diferentes grupos sociais, ainda que residindo muitas vezes próximos, estão separados por muros e tecnologias de segurança, e tendem a não circular ou interagir em áreas comuns. Essa falta de interação é uma das causas da falta de interesse do poder público em encontrar soluções para os problemas urbanos que atingem a população residente do entorno dos tais “enclaves fortificados”, resultando no descaso com as áreas públicas ao redor desses empreendimentos.

A urbanista Raquel Rolnik (2000) também contribui à discussão, colocando que o urba-

nismo moderno atribuiu à cidade as funções de lazer, de morar, de trabalho e de circulação. Destas quatro funções, três ficaram confinadas e localizadas em espaços privados, cada vez mais circunscritos e homogêneos, cabendo à dimensão pública apenas a função de circulação. Permanece na rua apenas aquele grupo ao qual só resta o espaço público como moradia, como trabalho e como refúgio de sobrevivência. Para a autora, à medida que se aumenta o processo de fragmentação e isolamento, as áreas que ficam abertas são ocupadas por sujeitos socialmente excluídos. Perde-se aí a dimensão do espaço público como lugar de lazer e de encontro, enfim de integração social.

Este cenário demanda aos arquitetos urbanistas e paisagistas, ao pensar a questão, planejar e projetar a paisagem, que considerem de que forma convidar a população ao uso e apropriação dos espaços livres públicos¹ – com sua qualidade considerada um direito do cidadão –, tornando-os atrativos, acessíveis e com livre circulação aos modais de transporte não motorizados. Para atingir tais objetivos estes profissionais devem ter em mente a complexidade da produção do espaço público, que envolve questões sociais, econômicas e legais de uso e ocupação do solo.

Desta forma, é essencial pensarmos em espaços livres públicos destinados a modais não motorizados que considerem fatores de atratividade, tal como o estímulo a instrumentos que viabilizem as fachadas ativas², diminuam a insegurança³ do local, promovam o uso misto e também a melhoria do espaço da cidade. Assim pretende-se retomar sua multifuncionalidade, tendo a rua não só como espaço de circulação, mas, também, como espaço de permanência e convivência.

¹ O espaço livre de edificações e de urbanização constitui-se em um contínuo cuja distribuição deve ser tal, que propicie o enriquecimento das atividades do homem urbano, na medida em que, visto em sua globalidade, a difícil e abstrata polêmica da quantificação passa a ser um falso problema, pois a quantidade é constante em seu todo; o que varia é a distribuição e a configuração dessa distribuição nas diversas escalas da urbanização (Magnoli, 2006, p.203).

² A fachada ativa, segundo o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014), corresponde à exigência de ocupação da extensão horizontal da fachada por uso não residencial com acesso direto e abertura para o logradouro, a fim de evitar a formação de planos fechados na interface entre as construções e os logradouros, promovendo a dinamização dos passeios públicos. Estas fachadas são instrumento dos Eixos de Estruturação Metropolitana. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento_urbano/>. Acesso em 25 mai. 2015.

³ Pautado na contribuição de Jane Jacobs com seu livro seminal: “A morte e vida das Grandes cidades”, que trata do aumento do tráfego de automóveis em detrimento à vida da cidade, esvaziadas de pessoas.

Segundo Gehl (2013) é o caso de entender a importância das fachadas ativas, com bares e lojas de diferentes tamanhos, estímulos importantes ao pedestre para que ele permaneça no espaço e o utilize plenamente. Estes estímulos são requisitos indispensáveis quando se pensa em apropriação do espaço público, por meio de boas oportunidades para caminhar, parar e permanecer. Nesse sentido, o autor relaciona critérios para tornar o caminhar mais interessante, a saber: escala e ritmo, transparência das construções, apelação aos sentidos, textura, detalhes nas fachadas e diversidade de funções do comércio.

Dentro deste cenário, este artigo propõe-se a discutir as trilhas urbanas promotoras não só de conexão entre os trajetos, mas também de convivência entre os munícipes. Para tanto, pretende-se estudar a região do Sumaré como espaço para a proposição de uma trilha urbana local.

Este artigo está dividido em cinco seções: a primeira é esta introdução que buscou trazer o contexto urbano do uso e apropriação do espaço público, a segunda apresenta a relação entre espaço público e a promoção da cidadania, a terceira uma conceituação de trilha urbana, buscando demonstrar como a sua proposição pode contribuir à melhoria da infraestrutura urbana da cidade. Não se pretende esgotar todo o conceito, mas sim, contribuir a proposição de um novo trajeto, mostrado na quarta seção sobre o Estudo aplicado à Trilha Urbana Água Branca, que pretende destacar qual área apresenta potencial e características para uma trilha urbana.

Ao final, são apresentadas algumas conclusões.

ESPAÇO PÚBLICO E CIDADANIA

É importante trazer à discussão, ainda que brevemente, alguns dos fundamentos teóricos que indicam a importância dos espaços públicos, enquanto direito e meios da população para exercer as atividades da cidadania. Um dos casos emblemáticos é o estudo de Benjamin Constant, que já indicava a relevância desta questão, no texto fundamental “Sobre a liberdade dos antigos comparada à dos modernos”, em 1819. Afinal, dizia o político francês, resgatando exemplos da liberdade dos antigos, que o exercício do poder social acontecia de maneira coletiva em praças públicas, muito embora a questão da liberdade individual ainda não estava assegurada – ocorrendo apenas posteriormente com a inauguração do Estado.

A ideia defendida por Constant não era uma simples retomada da liberdade dos antigos, pois indica que essa questão se relaciona com as condições históricas de cada época e não desconsidera os avanços conquistados pelo Estado moderno (proteção das liberdades individuais, sob a égide da lei), mas enfatiza a necessidade de combinar a liberdade dos modernos com a liberdade dos antigos. Vale dizer, sustenta a importância da participação ativa dos cidadãos para proteger os interesses individuais.

Fato é que sem espaços apropriados para as deliberações coletivas, é impossível exercer os direitos políticos e assegurar a proteção e a representação dos mais diferentes interesses de uma sociedade plural. Basta resgatar o exemplo das ágoras em Atenas antiga para verificar a relação: tratava-se de uma grande praça acessível a todos os cidadãos atenienses, que podiam discutir e decidir os rumos da Cidade-estado – onde acontecia uma intensa interação social por meio do espaço público. Certamente, no século XXI, em um regime democrático, é importante defender a criação de espaços públicos onde todos possam se manifestar e defender seus interesses. Isto porque a democracia pode ser compreendida como um regime político suscetível às tematizações públicas (debates), marcada pela luta por reconhecimento de direitos e deveres dos diversos segmentos de uma sociedade plural.

Ainda, a criação e a valorização de espaços públicos também possibilitam a distinção em relação aos espaços privados e, por isso, a tematização dos interesses políticos tende a ser maior (e não confundida com os interesses particulares). Esta é a essência do conceito de república. Em outras palavras, sem espaços públicos, sempre haverá confusão em relação aos espaços privados e entre as tematizações públicas e privadas. Por vezes, é comum verificar que em sociedades sem a valorização de espaços públicos acontece a transferência da discussão política a uma lógica particular e não deliberativa própria dos espaços privados. Em muitos casos, essa foi a solução política proposta para a cidade de São Paulo, caracterizada por meio de uma desvalorização do espaço público.

CONCEITUAÇÃO DE TRILHA URBANA

Dentro deste contexto, as trilhas urbanas podem ser vistas não só como um caminho a ser percorrido, mas também, como um importante instrumento que possibilita a integração, em uma configuração não segregacionista de forma a facilitar o contato e a convivência entre as pessoas dentro do espaço público.

Segundo Torres (2011) o termo “trilha”, pode ser entendido como pista, um caminho, mas, também, pode-se dizer que trilhas são estruturas para ampliar a percepção, curiosidade e criatividade, com vivências práticas que permitem descobrir significados e características do local. A exemplo da área de turismo, em que as trilhas são consideradas atrativos turísticos que ensinam sobre o patrimônio ambiental, cultural e histórico do lugar.

Com esse sentido, é cunhado o conceito de “trilha ecológica”, como um percurso destinado ao contato com o “meio não urbano”, o que permite a promoção de atividades reflexivas, muitas vezes relativas à educação ambiental ou mesmo a fruição da paisagem – em um convívio com a fauna e a flora locais.

Ao tratar de trilhas, a maior parte dos estudos acadêmicos volta-se à questão ecológica, selecionando para análise e proposição percursos em áreas rurais (muitas vezes em fragmentos florestais). No presente caso, no entanto, posta a questão urbana acima levantada, acredita-se haver a necessidade de mais estudos acadêmicos sobre trilhas urbanas, com ênfase na abordagem dos aspectos sociais e econômicos.

O termo trilha carrega uma simbologia histórica de caminho e conexão, um percurso a ser feito com um objetivo de ponto de chegada específico, podendo, portanto, ser aplicado à ligação entre os espaços urbanos. No entanto, é possível também, interpretar a trilha como uma alegoria de processo de descobrimento do viajante, em uma autorreflexão com relação ao espaço físico que percorre.

Esse caminho pode ser considerado como um momento de aprendizagem, que pode ser tanto autorreflexivo, quanto promovido por uma educação (formal ou não), em uma busca de valer-se dos atributos da paisagem urbana enquanto instrumentos de aprendizagem.

Desta forma, as trilhas urbanas destinadas aos modais de transporte não motorizados, pedestres e ciclistas, podem possibilitar o incremento da percepção do espaço livre público e a consequente apropriação por parte do pedestre. Esses caminhos são atraentes por conectarem no trajeto, áreas de interesse, como parques, praças, espaços culturais e algum tipo de serviço – educacional ou comercial. Esses pontos

são vitais para a criação do estímulo ao uso da trilha, ao possibilitar o “algo a observar”, em uma fruição da paisagem⁴, significada a partir de sua questão simbólica. Em uma sucessão de paisagens e acontecimentos que, de alguma forma, sensibilizariam o pedestre e o fazem partir para a trilha.

Importante destacar que, além de propulsoras do lazer, as trilhas podem ser utilizadas para a realização de exercícios físicos e passeios, dado que privilegiam um trajeto amigável ao pedestre ao respeitar a topografia do terreno; possuem calçadas⁵ com a faixa de serviço arborizada e faixa livre acessível ampla (com largura mínima de 1,20m) e contínua, livre de obstáculos físicos, temporários ou permanentes. As práticas esportivas como corrida, caminhada ou bicicleta, vão depender do espaço disponível na trilha; desta forma, pode-se classificar as trilhas em tipos principais com relação à mobilidade: as que permitem somente caminhar; as que permitem caminhar e correr; e as que permitem caminhar, correr e andar de bicicleta.

A depender da estrutura destinada à trilha, esta pode ser componente da infraestrutura verde da cidade, dado que pode ser atrelada às tecnologias de drenagem e arborização urbana. Segundo Romero (2011), a vegetação contribui de forma significativa ao estabelecimento dos microclimas. O próprio processo de fotossíntese auxilia na umidificação do ar através do vapor d’água que libera. Em geral, a vegetação tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, reduzindo os extremos ambientais.

⁴ Importante trazer a contribuição de Holzer, ao estudar Meinig, que procurou diferenciar os termos relacionados “paisagem”, de “natureza”, de “cenário”, de “ambiente”, de “região” ou de “área” e de “lugar”: A paisagem se diferencia da natureza pelo seu caráter de unidade que imprime a nosso sentidos, afastando-se da lógica científica do binário homem-natureza; do cenário porque não temos com ela uma relação apenas estética; se diferenciaria de ambiente porque não trata de nossas sustentabilidade enquanto criaturas, mas sim de nossas manifestações enquanto culturas; se diferenciaria de região ou área porque seu sentido é simbólico, de acúmulo das expressões e ações sociais; e finalmente, se diferenciaria dos lugares, por seu caráter mais externo e objetivo, menos pessoas e individual, sendo que os lugares são usualmente nomeados, enquanto que as paisagens se caracterizam por ser uma superfície contínua, mais do que um foco ou uma área definida (1998, p.57).

⁵ Segundo a Lei 15.733/2013 Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/calçadas/index.php?p=3744>> Acesso em 6 mai. 2015. Ainda que não seja objetivo deste artigo versar sobre as calçadas, é importante destacar que o poder público delega ao dono do imóvel a sua conservação, acessibilidade, mobilidade e segurança em oposição ao leito viário que é sua responsabilidade. Vê-se que o espaço destinado ao pedestre, portanto, não é prioridade dos investimentos.

Pellegrino et al (2006) acrescentam a ideia de uma infraestrutura verde, que agregue corredores verdes urbanos, alagados construídos, reflorestamentos de encostas e ruas verdes, entre outras intervenções de baixo impacto e incorpore melhores práticas de manejo das águas, o que poderá fornecer importantes contribuições para um desenho ecologicamente mais eficiente da cidade, reforçando o papel crucial dos espaços livres vegetados para uma maior sustentabilidade urbana.

A partir destas considerações, admite-se que as trilhas urbanas são um percurso – tanto de circulação como de aprendizagem e autorreflexão – a ser realizado por pedestres ou ciclistas, ligando pontos de interesse – sociais e/ou ambientais –, no trajeto. Importante destacar que as trilhas devem respeitar a declividade máxima de 20%, além de estarem integradas a diferentes modais de transporte, possibilitando a ligação entre espaços urbanos.

Cabe advertir que a criação de condições físicas, por um projeto de trilhas urbanas, não é uma premissa suficiente para o estímulo do uso do espaço público. É necessário que haja, por parte do poder público, um investimento e seja feita a sensibilização da população; e, também, uma atuação conjunta, por parte dos moradores do entorno da trilha, do comércio local e de seus frequentadores, na busca da construção democrática do espaço, visto como um local para participação ativa e realização das demandas sociais.

A TRILHA URBANA ÁGUA BRANCA

Metodologia

De forma a contribuir a conceituação de trilha urbana foi selecionada como área de estudo a região do entorno da Avenida Sumaré (cidade de São Paulo), de forma a propor um trajeto que tenha como atributos as características da trilha urbana, destacadas nas seções acima. A região foi escolhida também por ser um trecho com urbanização consolidada, apresentando todos os obstáculos de implantação de uma trilha – largura de vias e calçadas existentes nem sempre compatíveis com o uso proposto, infraestrutura urbana já construída, problemas de drenagem, entre outros. Assim, a partir da superação desses desafios projetuais do traçado, podem surgir soluções para outros trechos urbanos mais periféricos, onde com relação ao desafio de haver uma urbanização consolidada, podem existir melhores condições de implantação das trilhas urbanas por ainda haver menos intervenções no espaço público, não desconsiderando a questão social a que estas áreas estão impostas.

A escolha do traçado da trilha urbana Água Branca foi realizada a partir dos pontos de interesse ao pedestre (mapeados na figura 3) e prioridade a ruas com declividade plana a suave onduladas (figura 2). A paisagem ao longo do percurso também foi levada em consideração, já que a percepção do espaço urbano muda conforme a velocidade de passagem do observador – a experiência de se passar por um trajeto de automóvel é bem diferente da realizada a pé ou de bicicleta.

A base cartográfica para elaboração dos mapas das figuras 3 e 4 foi disponibilizada pela Seção Técnica de Geoinformação e Produção de Bases Digitais (CESAD) da Universidade de São Paulo. O software “Geographic Information System⁶” (QGIS) foi utilizado para elaboração do mapa de declividade.



Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo para localização da região estratégica para implantação de uma trilha urbana e a área abrangida pela trilha urbana proposta. Fonte: Desenho de Marcelo Kussunoki sobre base do QGIS

⁶ Disponível em: <<http://www.qgis.org/en/site/>>. Acesso em 01 jul. 2015.

Resultados – O trajeto

Dentro do questionamento de quais áreas podem apresentar o potencial e características para a implantação de trilhas urbanas, optou-se por, de forma a contribuir à questão da definição do termo, selecionar a região do Sumaré enquanto estudo aplicado para destacar quais os pontos são essenciais e devem estar presentes em uma trilha urbana.

A região do Sumaré foi escolhida dentro do escopo do trabalho desenvolvido pela disciplina de Desenho Ambiental⁷. Mas sustenta-se, a possibilidade e potencial da promoção de trilhas urbanas nas demais partes da cidade de São Paulo, que devem ser expandidas para as áreas periféricas da cidade.

O percurso⁸ da Avenida Sumaré, que vai do alto da Avenida Paulo VI ao cruzamento com a Rua Turiassu, é muito utilizado, pela população dos bairros adjacentes, para corridas e caminhadas e como pista de bicicleta, mesmo durante a semana quando os índices de emissão de poluição sonora e do ar estão mais altos. O intenso tráfego de automóveis também não inibe o uso deste espaço ilhado entre duas vias de faixa tripla (Figura 2). A partir desse cenário, questiona-se se, mesmo isolada no meio dos automóveis oferece uma (falsa) sensação de segurança aos usuários, dado seu grande uso? Será que o trajeto plano, na cota mais baixa (fundo de vale por onde passa canalizado e tamponado o córrego do Sumaré ou Água Branca), torna a atividade mais leve ou prazerosa? Possivelmente todas estas questões tem respostas afirmativas e, portanto, acredita-se que os usuários estejam habituados a esta situação da Avenida Sumaré.

⁷ Disciplina ministrada no primeiro semestre de 2015 pela docente Prof.^a Dr.^a Maria de Assunção Ribeiro Franco na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

⁸ Optou-se por chamar de percurso ou trajeto e não exclusivamente de Ciclovia, porque se trata de um espaço com uso não só de ciclistas, mas também de pedestres.

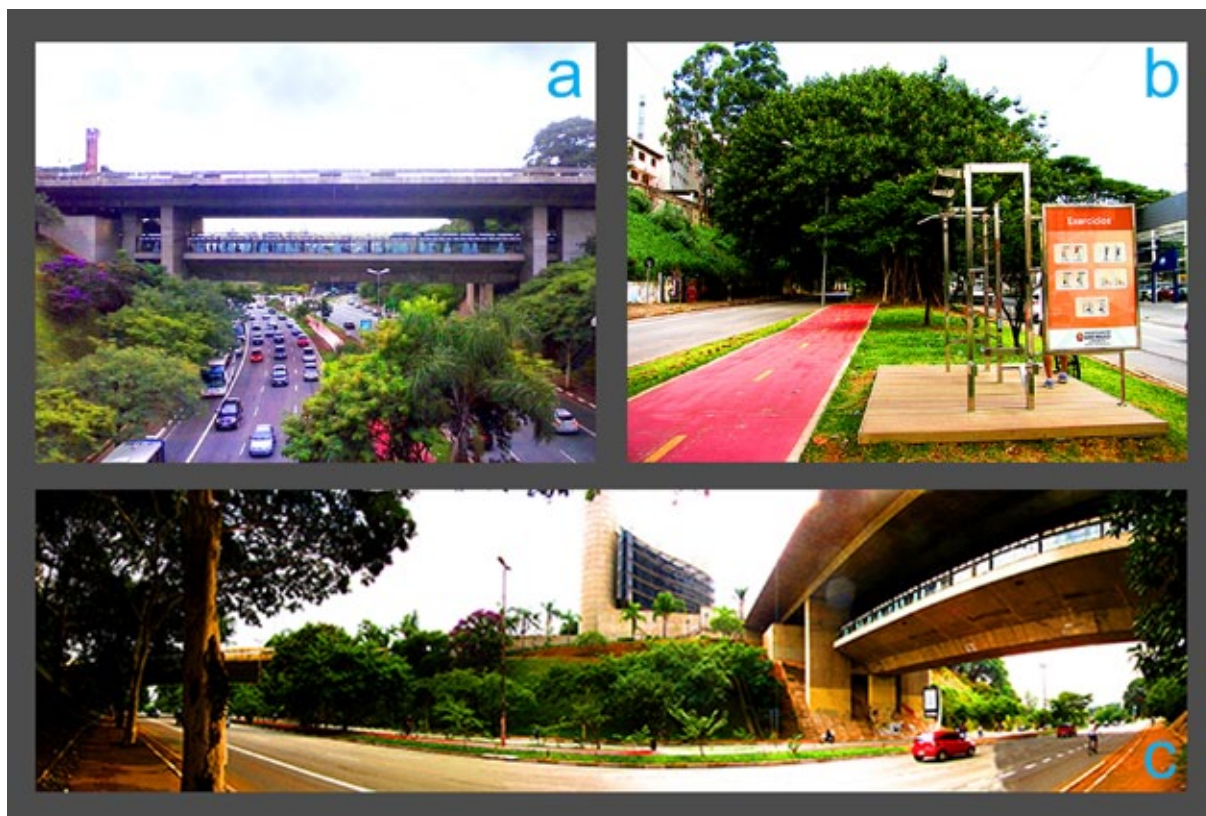


Figura 2 – Fotos da Região da Avenida Sumaré. (a) e (c) Verifica-se o Metro e a ciclovia implantada no canteiro central; (b) Detalhes dos aparelhos de exercícios físicos inseridos na ciclovia do canteiro central. Fotos: Marcelo Kussunoki

Em contraponto a esse trajeto, com o intuito de futuramente descortinar e recompor a paisagem da Avenida Sumaré com seu córrego e nascentes, propõe-se uma trilha urbana como alternativa, denominada de Água Branca, em alusão ao córrego tampornado que corre sob a Avenida Sumaré.

A nova trilha urbana partiria e chegaria à estação Sumaré do Metrô, linha verde, oferecendo uma rota, um caminho mais saudável e proveitoso, mais interessante do ponto de vista de percepção e apropriação do espaço da cidade, que o percurso margeado pela Avenida Sumaré (Figura 4).

A proposta deste trajeto para aqueles que fazem caminhadas, correm e andam de bicicleta no meio da Avenida, trará a oportunidade de olhar e conhecer a cidade por novos ângulos e por trajetos diferentes daqueles habitualmente utilizados pela maioria que utiliza o automóvel.

A trilha urbana Água Branca é extensa e funcional, porque oferece desde um passeio por ruas calmas, arborizadas (aproveitando o traçado de Barry Parker com bairros jardins: Pacaembu e Sumarezinho) e residenciais, A partir da Rua Petrópolis, Rua Pom-bal e Rua Poconé, passa por outras mais movimentadas que oferecem transporte público, como Avenida Afonso Bovero, continuando pela Rua Diana até o novo Estádio do Clube Palmeiras, este próximo ao Sesc Pompéia, e depois até o parque da Água Branca, retornando, por ruas calmas e de declividade mais amena possível (Figura 3 e 5): via Rua Homem de Mello, Rua Atibaia e Rua Ilhéus, retornando até novamente o alto da Avenida onde termina a Sumaré. A escolha das ruas prima por tornar o trajeto agradável; convidando o pedestre a parar em um café, descansar, fazer uma compra ou simplesmente continuar a caminhada até o alto do distrito.

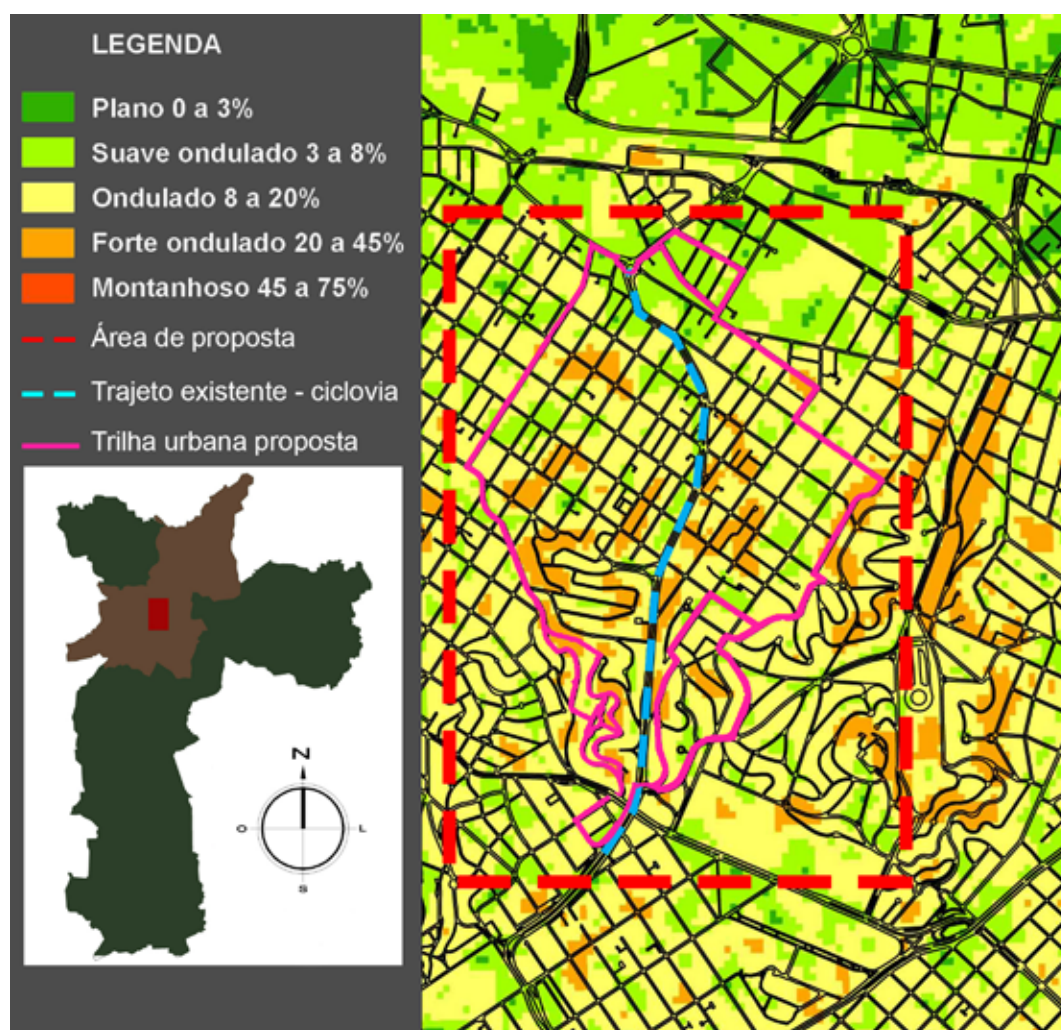


Figura 3 – Análise da declividade do terreno, o trajeto da trilha urbana Água Branca priorizou predominantemente ruas com declividade plana, suave onduladas e onduladas. Nas ruas com maior declividade, pelo trajeto, trata-se de descidas da trilha. Fonte: Mapa elaborado pelos autores a partir de dados do QGIS.

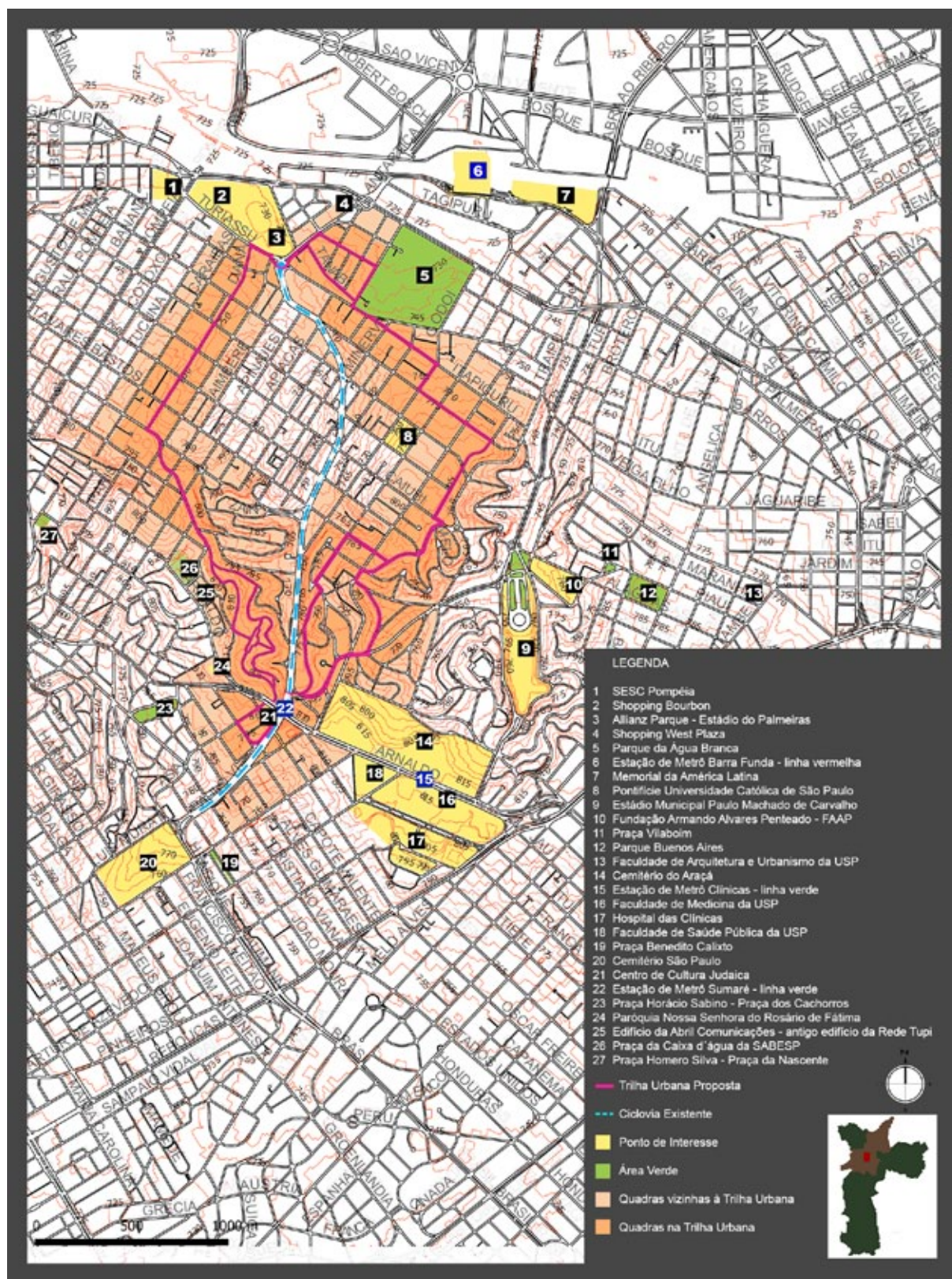


Figura 4 – Mapa da localização da trilha urbana Água Branca, destacando os pontos de interesse adjacentes ao trajeto. Fonte: Mapa elaborado pelos autores



Figura 5 – Rua Caiubi, transversal à Avenida Sumaré e perpendicular ao trajeto selecionado. O traçado evitou estas ruas ao priorizar àquelas com declividade plana a ondulada, confortáveis para o pedestre e o ciclista. Foto: Marcelo Kussunoki

Apesar de haver uma preocupação com o traçado viário (criado por Barry Parker) que acompanha as curvas de nível do terreno, o bairro foi um loteamento proposto para a classe média e alta, que se locomove basicamente por automóvel. Portanto, a prioridade para o transporte individual é visível no espaço público constituído pelas ruas, com calçadas subdimensionadas e poucos atrativos no percurso. Com o intuito de iniciar uma reversão deste quadro, na trilha, nos trechos onde houver possibilidade propõe-se aumentar a largura das calçadas, para os usuários terem condições ideais de trânsito, sem obstáculos, com piso uniformizado com materiais adequados para o fluxo proposto. Nos trechos, onde o alargamento das calçadas não é possível, o enterramento da fiação elétrica, telefonia e outros serviços que utilizem cabos aéreos, poderia ser realizado, liberando espaço da calçada. Além de aplicar princípios de bioclimática para tornar o percurso mais agradável, (através de arborização ou aumento de áreas permeáveis vegetadas) o que pode estimular a utilização da trilha proposta (Figura 6 e 7).

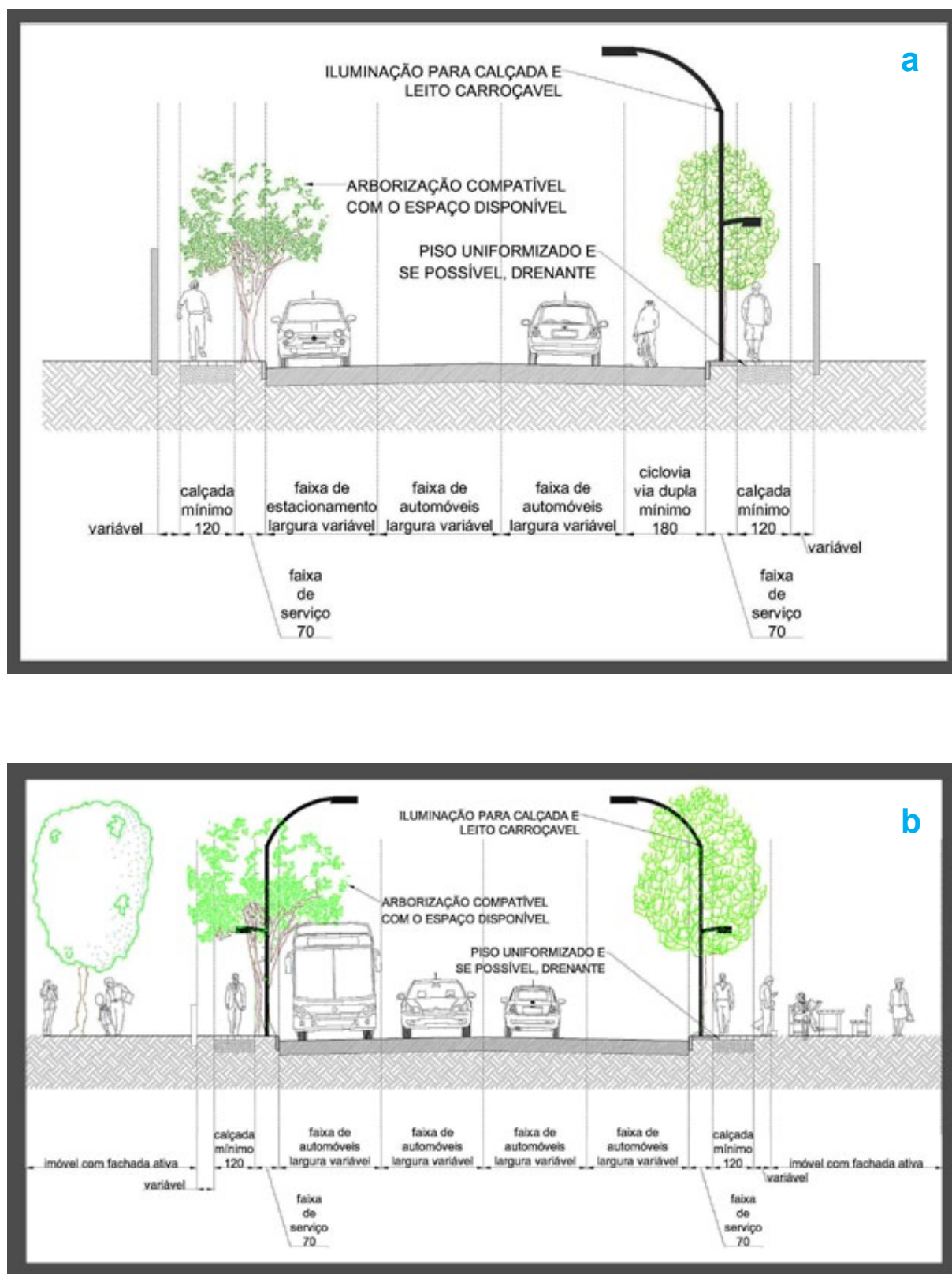


Figura 6 – Corte ilustrativo da área residencial (a) e da comercial (b).

Fonte: Desenhos por Marcelo Kussunoki.



Figura 7 – Perspectiva ilustrativa da trilha urbana Água Branca, trecho relativo à área residencial. Destacam-se a iluminação viária para o pedestre, as calçadas com piso uniformizado e regular (propício a caminhadas) e as placas (visando à construção de uma trilha interpretativa). Fonte: simulação de Marcelo Kussunoki sobre foto de Flavia Madureira.

Nesses bairros do Pacaembu e Sumaré, o “enclave fortificado” não é o modelo clássico descrito por Caldeira (2000), onde várias unidades residenciais são muradas com uma área de lazer em comum. É, no entanto, um “enclave fortificado” de um conjunto de residências, cada qual com seu próprio aparato físico e/ou tecnológico de segurança, mas que funciona da mesma forma, intimidando todos aqueles que não utilizam a rua apenas como passagem para seu automóvel.

O fato de ser extensa permite que se faça apenas parte do percurso da trilha, ao usá-la para conexão aos diversos pontos de transporte coletivo como ônibus e o Metrô da Barra Funda, Linha Vermelha, ou centros de aluguel de bicicletas a fim de continuar a trilha não mais a pé, mas utilizando outro modal. A proposta é desestimular o uso do automóvel nessa região, convidando o morador do bairro a caminhar por ele, fazer suas atividades a pé observando e aos poucos se apropriando novamente do espaço público.

É importante destacar que o projeto, por si só, não garante que haja a promoção do uso do espaço público, em uma quebra dos muros físicos e simbólicos, de forma a aumentar a sociabilidade entre os diferentes munícipes, considerando a diversidade de origens e classes sociais.

Uma tentativa de promover um espaço igualitário aberto à participação e ao uso democrático ocorreria por meio da educação e políticas públicas inclusivas (não se coloca exclusiva responsabilidade do poder público – como responsável pela segurança). Desta forma, trata-se de uma hipótese (no plano normativo, que não foi constatada empiricamente) que o projeto de trilhas urbanas é parte da contribuição a este objetivo, que não pode ser considerado sem a perspectiva social e política.

Uma forma de educação relacionada à trilha é a alocação, ao longo do trajeto, de informações históricas e ecológicas sobre o entorno, que podem ser utilizadas, por exemplo, pelas escolas para um estudo do meio urbano. É possível fazer um paralelo com Vasconcellos (2006), que trata de trilhas ecológicas em unidades de conservação, e suas trilhas interpretativas que consistem no percurso de caminhos repletos de significados geográficos, históricos, culturais e ecológicos. A trilha urbana Água Branca, contemplando os aspectos acima levantados tem caráter educativo e é significada por meio da interpretação ambiental e social.

CONCLUSÃO

Segundo Campos (2004) o fantasma da violência afeta principalmente a convivência urbana e impessoal, produzindo o enclausuramento das classes médias e altas em seus condomínios fechados e shoppings centers, abandonando progressivamente o espaço das ruas ou privatizando-as por meio de vigilância ostensiva.

Ao perder sua importância como local de convívio, o espaço público se torna apenas local de passagem (circulação), não contemplando outras funções propostas pelo Urbanismo Moderno.

De acordo com Rolnik (2004) essa realidade é acirrada ainda mais pela opção da cidade pelo transporte individual, posta em prática, com poucas interrupções, a partir da primeira metade do século XX. Para a urbanista, o automóvel particular contribui

também para o individualismo e para a perda do uso diversificado da rua, além de ser utilizado como forma de aumentar a sensação de segurança pessoal.

A atual apropriação de espaços públicos nem sempre adequados para a função de lazer e esporte pode ser consequência de uma demanda reprimida por espaços para estes fins, ou seu acesso restrito. A utilização de canteiros centrais de avenidas construídas em fundos de vale, sobre cursos d'água canalizados, como áreas de lazer e esporte é relativamente comum em São Paulo. Avenidas como a Sumaré (sobre o córrego Água Branca ou Sumaré), Engenheiro Caetano Álvares (sobre o córrego do Mandaqui) ou Eliseu de Almeida (sobre o córrego Pirajussara) tem seus canteiros centrais com intensa utilização pela população dos arredores.

A trilha urbana Água Branca proposta não é uma solução definitiva para essa questão, mas pode contribuir ao estímulo do uso dos espaços públicos livres pelos modais não motorizados, em uma cidade onde se prioriza o transporte sobre rodas. Não destacada da questão social, enquanto promotora de um espaço igualitário e democrático.

Apesar de existirem leis e diretrizes urbanísticas para garantir a acessibilidade nas calçadas de São Paulo, a realidade é bem diferente do ideal proposto legalmente. Em um estudo mais detalhado, seria possível diagnosticar os problemas e propor soluções em cada trecho da trilha Água Branca aqui proposta. Essa readequação dos espaços públicos existentes e subutilizados é uma forma de se resgatar a cidade para as pessoas, como Gehl (2013) propõe.

A possibilidade de a longo prazo, uma descanalização do córrego Água Branca (ou Sumaré) com a criação de um espaço livre de lazer possibilitaria a integração da trilha urbana Água Branca a Avenida Sumaré.

Finalmente, destaca-se a possibilidade e potencialidade da criação de trilhas urbanas nas demais partes da cidade de São Paulo. Sustenta-se que devem ser expandidas para as áreas periféricas da cidade, que sofrem com problemas de circulação de pedestres, falta de espaços de lazer e, sobretudo, foram vítimas de políticas de expansão rodoviaristas.

BIBLIOGRAFIA

BARTALINI, V. Os córregos ocultos e a rede de espaços públicos urbanos. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, [S.l.], n. 16, p. 82-96, dez. 2004.

CALDEIRA, T.P.R. São Paulo: três padrões de segregação espacial. In _____. Frank de (trad.). Monteiro, Henrique (trad.). **Cidade de muros crime, segregação e cidadania em São Paulo**. 3. ed. São Paulo: EDUSP, Editora 34, 2011. p.211-55.

CAMPOS, C.M.; GAMA, L.H.; SACCHETTA, V. **São Paulo, Metrópole em trânsito, percursos urbanos e culturais**. São Paulo: Ed. Senac, 2004.

CONSTANT, B. Sobre a liberdade dos antigos comparada à dos modernos. In GAUCHET, Marcel (Org.) **De la Liberté cliez les Modernes**. Tradução de Loura Silveira. Paris: Le livre de Poche, 1980.

GOROVITZ, M. **Brasília, uma questão de escala**. 1ed. São Paulo: Projeto editores Associados LTDA, 1985. 72p.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**, São Paulo: Ed. Perspectiva, 2013, p.262.

HOLZER, W. **Um estudo fenomenológico da paisagem e do lugar: A crônica dos viajantes do no Brasil do século XVI**. 1998. 214 f. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

JACOBS, J. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. Martins Fontes, São Paulo, 2000.

MAGNOLI, M. O parque no desenho urbano. **Paisagem Ambiente: ensaios**, São Paulo, n.21, p. 199-214, 2006.

NOBRE, E.A.C. O ideário urbanístico na cidade de São Paulo: do código de Posturas ao Estatuto da Cidade. In: **Seminário de História da cidade e do urbanismo**, 9., 2006, São Paulo. Anais. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. p.1-16

PELLEGRINO, P.R.; GUEDES, P.P.; PIRILLO, F.C.; FERNANDES, S.A. Paisagem da borda: uma estratégia para a condução das águas, da biodiversidade e das pessoas.

In: COSTA, Lucia M. S. A.. (Org.). **Rios e paisagem urbana em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley, PROURB, 2006, p. 57-76.

ROLNIK, R. O lazer humaniza o espaço urbano. In: SESC SP. (Org.). **Lazer numa sociedade globalizada**. São Paulo: SESC São Paulo/World Leisure, 2000.

ROLNIK, R. São Paulo, novo século: uma nova geografia? In: CAMPOS, C.M.; GAMA, L.H.; SACCHETTA, V. **São Paulo, Metrópole em trânsito, percursos urbanos e culturais**. São Paulo: Ed. Senac, 2004.

ROMERO, M.A.B. **Princípios bioclimáticos para o Desenho Urbano**. 2ed. São Paulo: Proeditores, 2001, 128p.

TORRES, E.C.; BERTOLINO, M.I.; VILLA, N.M. Trilha urbana no córrego da mata em Londrina (PR). Paraná: **Revista Geografia**, v. 20, n.2, 2011, p. 201-214

VASCONCELLOS, J.M.O. **Educação e Interpretação Ambiental em Unidades de Conservação**. Fundação o Boticário de Proteção a Natureza. Cadernos de Conservação, ano. 3, n. 4, 2006.

Sites

Prefeitura de São Paulo. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/calçadas/index.php?p=37447>>. Acesso em 21 mai. 2015

Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014). Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento_urbano/>. Acesso em 25 mai. 2015.

Vá de bicicleta. Disponível em: <<https://vadebici.wordpress.com/2012/04/14/sobre-largura-minima-para-ciclofaixas-e-ciclovias/>>. Acesso em 21 mai. 2015.

ARTIGO Nº 4

CONTAMINAÇÃO DO SOLO EM SÃO PAULO: O CASO DA OPERAÇÃO URBANA BAIRROS DO TAMANDUATEÍ

*SOIL CONTAMINATION IN SÃO PAULO: THE CASE OF THE
“URBAN OPERATION NEIGHBORHOODS OF THE TAMANDUATEÍ REGION”*

VANIA CRISTIANE FLORES SALINAS

CONTAMINAÇÃO DO SOLO EM SÃO PAULO: O CASO DA OPERAÇÃO URBANA BAIRROS DO TAMANDUATEÍ

*SOIL CONTAMINATION IN SÃO PAULO: THE CASE OF THE
“URBAN OPERATION NEIGHBORHOODS OF THE TAMANDUATEÍ REGION”*

VANIA CRISTIANE FLORES SALINAS

Mestranda em Paisagem e Ambiente na Faculdade de São Paulo – FAU/USP, especialista em habitação social e gestão ambiental, graduada em Arquitetura e Urbanismo no Uni centro Belas Artes de SP. Funcionária efetiva da Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB.
e-mail: flores.salinasvaniac@gmail.com

RESUMO

Durante décadas a cidade de São Paulo vêm sofrendo com as cicatrizes deixadas pelo rápido crescimento industrial. Vista como a cidade do progresso, e a esperança de um aumento na demanda de trabalho, a cidade vira um destino de alto atrativo para trabalhadores rurais e imigrantes, o que gera uma demanda constante de moradia, serviços e infraestrutura para a qual a cidade não está preparada para receber. Diante da necessidade de expansão do território e para poder abrigar o número de trabalhadores que a cidade demanda surge a necessidade de melhorar o planejamento da mesma, sem ampliar a mancha urbana para locais virgens e muitas vezes restritos por áreas de proteção ou áreas de risco. É necessário, portanto, potencializar as áreas subutilizadas em locais onde já existe infraestrutura. Portanto, torna-se de extrema importância o estudo de áreas contaminadas, uma vez que estas estão em locais muitas vezes já estruturados, e bem localizados, mas que carecem de segurança para a população. Vários estudiosos e profissionais da área têm se debruçado para entender os problemas, dificuldades e a possibilidade de reutilização de áreas contaminadas, surgindo assim um assunto objeto do Plano Diretor de 2004 propondo a Operação Urbana Diagonal Sul que evoluiu para a Operação Urbana Mooca Vila Carioca e hoje é conhecida como Operação Urbana Consorciada Bairros do Tamanduateí.

Palavras-chave: Vila Carioca; Diagonal Sul; Bairros do Tamanduateí; Solo contaminado; Contaminação por metais; Remediação.

ABSTRACT

The City of São Paulo has been suffering with the scars caused by the fast industrial growth since decades. Considered as the city of progress and hope for a growing increase in labour demand, the city became an attractive destination for rural workers and immigrants, creating a steadily demand for housing, services and infrastructure. Confronted with the need to expand the territory and to be able to house the quantity of workers that the city demands, it arises the need to improve its planning, without extending the urban area to virgin locations, which are very often bordered by protected areas or areas of risk. So, it is necessary to enhance the underutilized areas where infrastructure already exists. Therefore, it becomes extremely important the analysis of contaminated areas, since these sites are often located in already structured and well-located places, but lacking safeness for the population. Several academics and professionals have tried to understand the problems, difficulties and the possibility to reuse contaminated areas, resulting, as a consequence, an issue focused by the 2004 Master Plan, which proposed the “Operação Urbana Diagonal Sul” (Southern Diagonal Urban Operation), which progressed to the “Operação Urbana Moóca-Vila Carioca” (Moóca-Vila Carioca Urban Operation), currently known as “Operação Urbana Consorciada Bairros do Tamanduateí” (Co-associated Urban Operation Neighbourhoods of Tamanduateí River).

Keywords: *Vila Carioca; Southern Diagonal; Neighborhoods of Tamanduateí River; Ground Contamination; Contamination by Metals; Remediation.*

INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

A cidade de São Paulo abriga uma população estimada para 2013 de 11.253.503 habitantes (segundo dados do IBGE, 2010), 16,66 % a mais do que em 1991, com isto, as demandas por moradia, emprego e serviços crescem exponencialmente, mas o território hoje ocupado pela cidade encontra seus limites em áreas de mananciais ou áreas de proteção permanente (APP). Isso impede que a cidade consiga acompanhar o crescimento e a demanda por este tipo de serviços, uma vez que empreendimentos imobiliários crescem verticalmente em áreas já bastante adensadas em quanto outras continuam desproporcionalmente horizontais, deixando a cidade com níveis desiguais de adensamento dentro da mesma cidade.

Diante desta problemática, torna-se impensável considerar uma expansão urbana descontrolada que sobre passe os limites da cidade, o que nos obriga a repensar os conceitos pré-estabelecidos para alguns territórios no momento de planejar, um destes conceitos é o conceito de contaminação.

A grande divulgação dos problemas ambientais no contexto atual, derivados das práticas humanas têm criado uma forte pressão nas indústrias e os governos locais para boas práticas ambientais, uma vez que os próprios usuários de produtos derivados destas empresas exigem que estes se adequem a um bom comportamento em prol do meio ambiente. Os municípios também cobram dos seus governantes uma posição para que a sustentabilidade se torne uma política pública. Esta divulgação e interesse comum nas consequências danosas que a falta de cuidado com o meio pode causar têm auxiliado para que alguns países adotassem algumas medidas mais sérias no que diz respeito a regulamentação das próprias indústrias, entre elas as formas de gestão, manutenção, planos e programas e inclusive o tratamento que estas devem dar aos seus resíduos. Infelizmente este cuidado é muito recente, e vários terrenos dentro da cidade já estavam contaminados antes mesmo da legislação e da população obter conhecimento a esse respeito.

Outro ponto importante na questão da contaminação do solo é a disposição dos resíduos sólidos em aterros, uma vez que o uso de substâncias perigosas no uso diário seja em indústrias, escritórios, comércios ou mesmo em casa têm aumentado nos últimos anos (GÜNTHER, 2006). O descuido na disposição destes e o uso exagerado dos mesmos acaba criando uma problemática cada vez maior. É por estes motivos que existe hoje um interesse mundial na recuperação de áreas contaminadas.

Seguindo a mesma linha de raciocínio a Cidade de São Paulo, por meio de diretrizes do antigo Plano Diretor, estuda hoje uma nova Operação Urbana Consorciada denominada Bairros do Tamanduateí. A ideia da cidade compacta através de operações urbanas procura promover uma ocupação do espaço de forma mais sustentável e impedir o esparcimento da cidade para regiões mais periférica com o intuito de recuperar a função social destas áreas por mudança de uso ou implantação e melhoramento das indústrias que ainda estão no local.

A Operação Urbana em questão têm como intuito atuar em quatro eixos distintos sendo estes: mobilidade, drenagem, áreas verdes e espaços públicos e uso e ocupação do solo e ambiente urbano.

Relevância na recuperação das áreas na OUC Bairros do Tamanduateí

A proposta da Operação Urbana para o setor surge como uma demanda do Plano Diretor de 2012 e pela Lei 13.885/04 que institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras, os quais apontam a necessidade de uma Operação Urbana Consorciada para requalificar o território próximo a ferrovia e ao longo da Av. do Estado. Esta proposta aparece no PRE como Operação Urbana Diagonal-Sul, a qual foi denominada OUC Mooca – Vila Carioca (nome dado devido a sua abrangência que vai desde a Subprefeitura da Mooca até o bairro conhecido como Vila Carioca) e hoje, quase uma década depois da sua proposta inicial, passa a ser chamada Bairros do Tamanduateí, uma vez que a mesma não abriga somente alguns setores como o a Mooca e a Vila Carioca, mas abrange também parte das subprefeituras Sé, Mooca, Ipiranga e Vila Prudente.

O território delimitado pela Operação Urbana Bairros do Tamanduateí abriga o mesmo perímetro que a anterior OUC Mooca Vila Carioca abrangia (1.695 ha). Esta região que anos atrás fora parte importante da história, hoje apresenta uma situação de degradação e riscos à saúde humana. A Operação Urbana, abrange também, uma das regiões classificadas pela CETESB¹ (que é a Companhia que vêm desde a década de 80 acompanhando o monitoramento das áreas contaminadas) como risco crítico devido ao seu forte histórico industrial, principalmente nos setores próximos da via férrea.

A o território abrangido pela OUC já citada foi um dos principais caminhos que ligavam o porto de Santos à Vila de São Paulo e por isto sofreu várias transformações. Ela acompanhou a evolução do transporte de tração animal para o ferroviário e o rodoviário. Esta proximidade com uma das principais rotas de transporte incentivou a instalação de indústrias e bairros operários chegando no seu apogeu na década de 1950, mas, vinte anos depois a história seria revertida e o declínio do dinamismo industrial juntamente com a chegada do transporte automobilístico, que auxiliaria na expansão da área industrial e descentralização da mesma, levaram à uma migração das indústrias para outros territórios, abrindo espaços para a expansão de novas atividades que a cidade assumia, mas ninguém imaginava o ônus que tal tipo de ocupação geraria para a cidade. (Mooca-Vila Carioca, Termo de Referência s/d)

¹ A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. A sigla vêm do seu antigo nome Centro Tecnológico de Saneamento Básico que após 2009 passa a abrigar novas atribuições e departamentos para centralizar os pedidos de licenciamento ambiental.

Em 1993 a CETESB com a cooperação técnica do Ministério de Ciência e Tecnologia da Alemanha (GTZ) iniciam a identificação e a avaliação de áreas contaminadas. (CUNHA, 1997)

A **Figura 01** a seguir ilustra a área de objeto da Operação Urbana Consorciada Bairros do Tamanduateí.

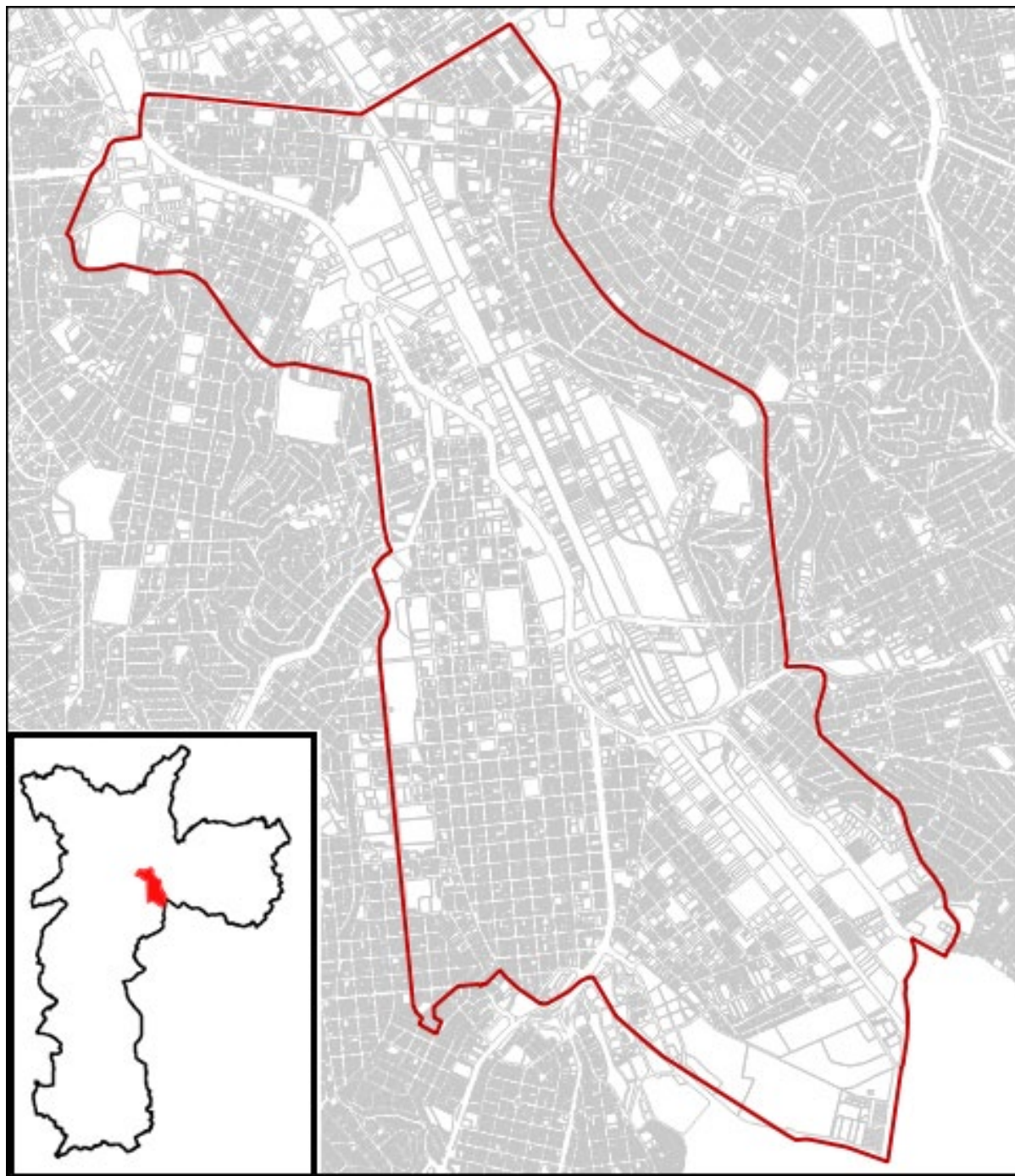


Figura 1 – Operação Urbana Bairros do Tamanduateí. Fonte: Arquivo Pessoal², 2015

² Arquivo elaborado com bases nos shapes disponibilizados no site “Gestão Urbana” da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU, disponível em <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos-da-lei/>>

Segundo o levantamento feito pelo Consórcio Mooca Vila Carioca (Empresa licitada para a elaboração do EIA no momento em que a OUC ainda era denominada como Mooca Vila Carioca), dentro do perímetro de intervenção existem 89 áreas contaminadas, 193 áreas potencialmente contaminadas e 16 favelas, numa região que possui uma densidade demográfica aproximada de 84 habitantes por hectare. É importante ressaltar que o local de estudo encontra-se situado em 11 sub-bacias hidrográficas, conforme pode ser identificado na Figura 02. Vale ressaltar a tendência da declividade do local, a qual pode ser lida na figura 03 em que se identifica com cor marrom escura as partes mais altas do território (751m. a 804 m.) e em bege claro as mais baixas (de 731m. a 745m de altura.). O território conflui para o córrego ainda existente e para a Av. do Estado. Esta informação é de alto interesse uma vez que a contaminação do solo tende a seguir a sua declividade e encontrar os afluentes mais próximos.

O Estudo de impacto relata a inda que, assim como grande parte da cidade de São Paulo, o crescimento urbano da região deu-se em locais inadequados para o assentamento urbano devido as suas características físicas.



Figura 2 – Sub-bacias Hidrográficas dentro da Operação Urbana Bairros do Tamanduateí
Fonte: Arquivo Pessoal³, 2015

³ Arquivo elaborado com bases nos shapes disponibilizados no site “Gestão Urbana” da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU, disponível em <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos-da-lei/>>

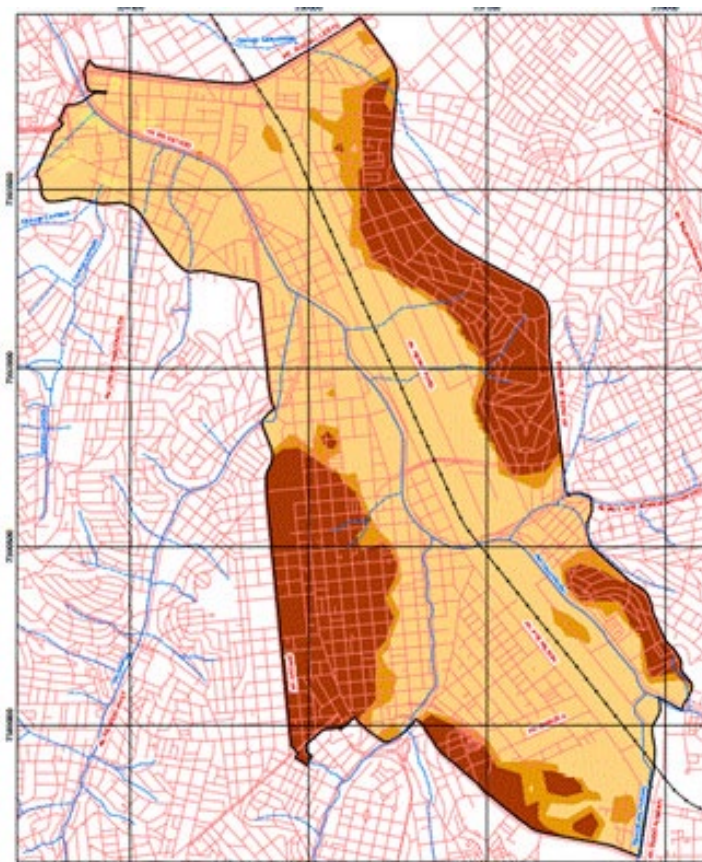


Figura 3 – Mapa de Morfometria da região.
Fonte: EIA Operação Urbana Mooca Vila Carioca – CMVC

No que diz respeito às diretrizes de áreas contaminadas, a proposta da OUC feita pelo consorcio CMVC – Estudos Ambientais é a seguinte:

“Promover a instalação de novos usos compatíveis nas áreas potencialmente contaminadas, possibilitando sua reinserção funcional no ambiente urbano de forma sustentável, segura e interligada aos demais objetivos elencados.”

Interessante ressaltar que mesmo promovendo a reutilização destas áreas o próprio EIA faz pouco ênfase no como se pretende levar tal diretriz a diante, uma vez que dentro de outros capítulos ele cita como critérios para seleção de ZEIS 3, entre outras coisas;

“(iii) Situação fundiária atual – grandes terrenos otimizam a quantidade de unidades habitacionais.

(iv) Identificação do Potencial renovável/ uso e ocupação do solo atual – são priorizados terrenos vazios, edifícios abandonados e usos não residenciais pouco consolidados [...]”

Atualmente a Política Nacional do Meio Ambiente, criada em 81 pela Lei 6.938 obriga o proprietário do terreno a pagar pelos danos causados (princípio do poluidor pagador). Para que isto ocorra podem ser feitas autodenúncias ou denúncias anônimas. No primeiro caso, geralmente o problema é amenizado devido ao interesse e comprometimento do proprietário do imóvel com os danos que sua atividade causa. Já no caso da denúncia anônima elas geralmente resultam ações judiciais. Na grande maioria das vezes são demoradas, uma vez que a pluma de contaminação nem sempre limita-se ao lote e ela pode sair do território da fonte poluidora e juntar-se com outras plumas de contaminação. Isto acaba gerando outras ações judiciais que podem demorar anos ou décadas, visto que os proprietários nem sempre querem arcar com o prejuízo tentando transferir o ônus a terceiros. A questão da remediação é algo que não pode esperar, e as áreas degradadas e a população do entorno precisam de uma resposta rápida e eficiente, capaz de minimizar ao máximo os danos ao meio ambiente (solo e toda sua biodiversidade e ações bióticas, lençol freático e consequentemente águas subterrâneas) à saúde e à segurança pública. A tabela 01 a seguir apresenta os custos médios estudados no EIA CMVC para a remediação e posterior monitoramento das áreas potencialmente contaminadas no perímetro da Operação Urbana. Os valores definitivos variam dependendo do território e do tipo de contaminação. A Figura 03 apresenta a problemática socioambiental que estamos vivendo e uma visão geral da situação das áreas contaminadas dentro da Operação Urbana Bairros do Tamanduateí.

Tabela 1 – Custos Médios para a Remediação de Áreas Contaminadas

FASE DE ESTUDOS	CUSTOS MÉDIOS
Avaliação Ambiental Preliminar	R\$ 20.000,00
Investigação Ambiental confirmatória	R\$ 50.000,00
Investigação Ambiental detalhada	R\$ 200.000,00
Avaliação de risco	R\$ 20.000,00
Investigação de Remediação	R\$ 200.000,00
Projeto de Remediação	R\$ 30.000,00
Remediação	R\$ 500.000,00
Monitoramento	R\$ 20.000,00
Média dos custos	R\$ 1.040.000,00

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental, CMVC

Na figura abaixo apresentada fica clara a concentração de áreas com potencial de contaminação e áreas já confirmadas com contaminação ao longo da ferrovia onde prevalece claramente o uso industrial.

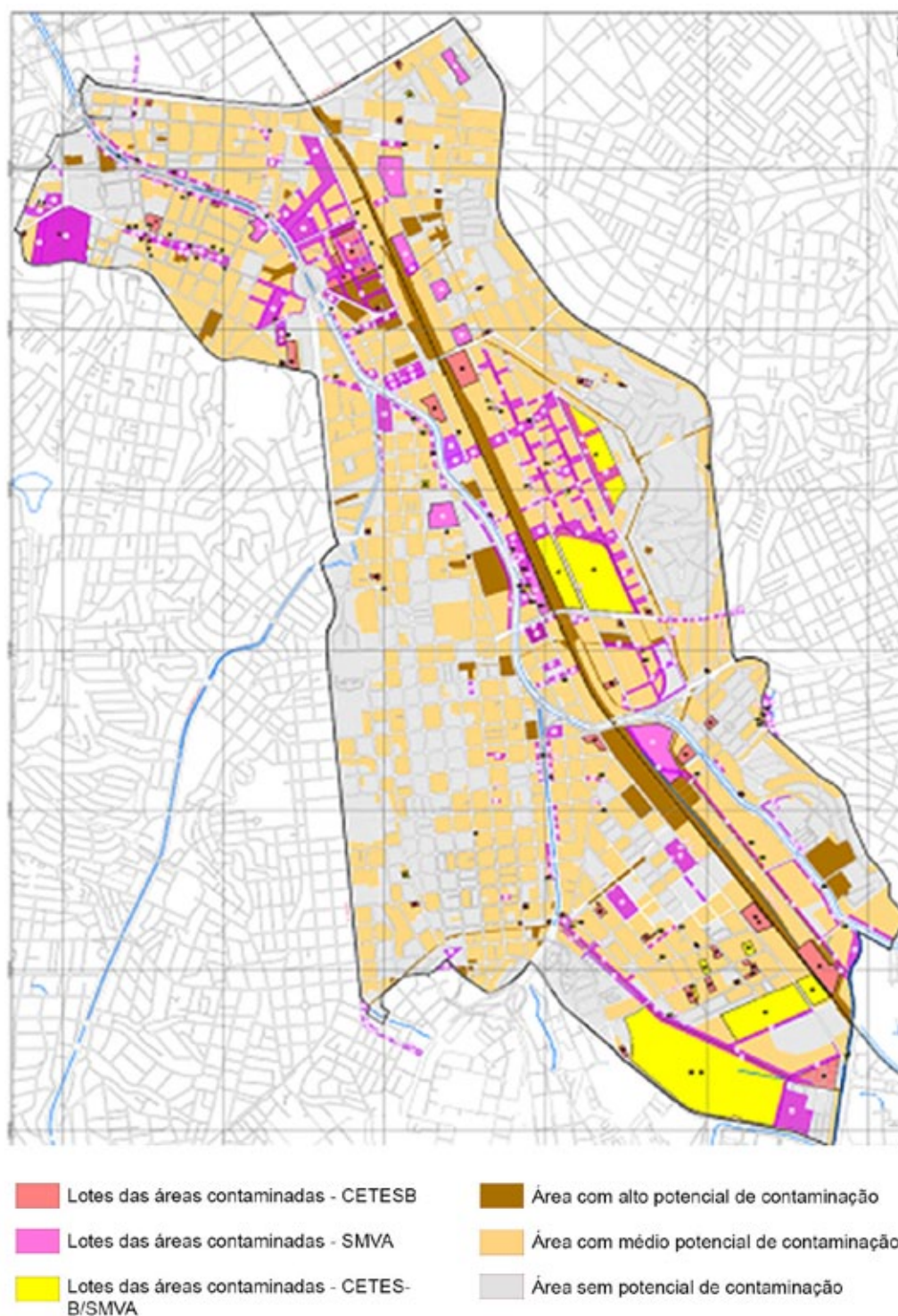


Figura 4 – Áreas contaminadas e com suspeitas de contaminação pela SMVA e CETESB
Fonte: Adaptado do EIA OUC Mooca Vila Carioca, CMVC.

Programa *Integration* como um estudo piloto ainda a ser desenvolvido

Ao longo dos anos várias iniciativas internacionais para conter problemas derivados de solos contaminados têm sido criadas, uma delas foi a iniciativa da cidade de Stuttgart, Alemanha, onde com ajuda e o financiamento da EuropeiaAid criam através do programa URBAL o *Integration* que junto com a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente da Municipalidade de São Paulo e vários outros países de América Latina e da Europa procuraram cooperação para resolver problemas de interesse público social e regional. Neste contexto foram apresentados vários trabalhos a nível internacional na reinserção de áreas degradadas, na sua grande maioria áreas contaminadas.

O trabalho piloto escolhido e desenvolvido em 2012 para o programa é justamente um perímetro dentro da própria Operação Urbana naquele momento conhecida como Mooca Vila Carioca. Para desenvolvê-lo foi escolhido um perímetro de aprox. 650 ha ao longo da via férrea. O próprio Estudo de Impacto Ambiental (EIA) cita o estudo elaborado no programa *Integration*. Interessante ressaltar que o próprio perímetro delimitado pela Secretaria do Verde e do Meio Ambiente é similar ao escolhido pelo EIA como o Perímetro de Transformação, o que nos leva a acreditar que existe um consenso na proposta para a área tal como pode ser verificado nas figuras 04 e 05 a seguir.

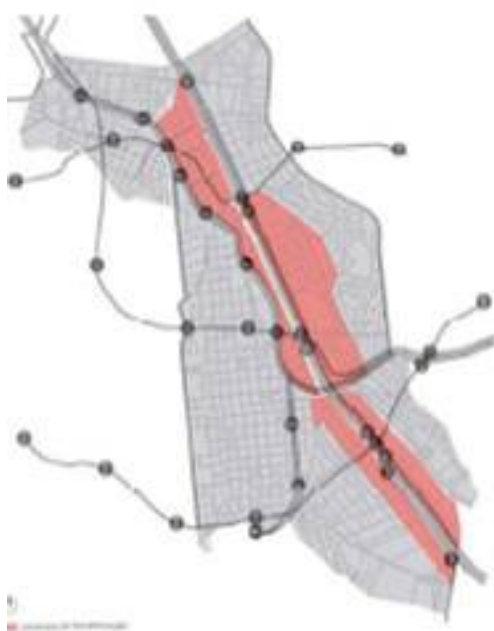


Figura 5 – Perímetro de transformação proposto pelo EIA.

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental – CMVC/SMVA



Figura 6 – Perímetro de estudo *Integration*.

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente – SMVA/PMSP

O projeto em questão inicia estudos aprofundados sobre os terrenos mais degradados, sendo estes os que beiram a ferrovia. Já no levantamento elaborado pelo programa *Integration*, o histórico do uso do solo destes lotes (Figura 07) demonstrou uma grande necessidade em continuar os estudos referente a contaminação destas áreas, uma vez que existe uma grande predominância de terrenos industriais e atividades potencialmente poluidoras, inclusive áreas de descarte.



Figura 7 – Tipo de usos dos terrenos em estudo.

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente – SMVA/ PMSP

É importante relembrar que até a década de 70 era normal que as borras e o lixo produzido pelas indústrias fossem enterrados, uma vez que a cidade carecia de uma legislação específica para descartes e até então era desconhecido o passivo ambiental que tal ação poderia vir a causar, é por este motivo que grande parte das antigas áreas industriais encontram-se no foco dos estudos de contaminação.

Bairros do Tamanduateí, na esperança de uma transformação Urbana

O local em questão caracteriza-se ainda hoje por ser uma região bastante degradada e de uso basicamente industrial. As fotos que seguem (Figura 08, 09, 10, 11, 12) foram feitas em um dia de domingo ao longo da Av. Presidente Wilson e da Av. Carioca. Ne-las podemos identificar não só a precariedade do local, mas também a falta de atrativos para os transeuntes e para a população em geral, a região é praticamente vazia, mesmo existindo moradias próximas a algumas empresas. Tal descuido do território interfere nos sentidos de quem por lá circula, trazendo uma sensação de insegurança que inibe as pessoas a utilizarem estes caminhos, ignorando sua existência e deixando o local cada vez mais marginalizado.



Figura 8 – Identificação de área subutilizada nas margens da Av. do Estado.

Fonte: Próprio Autor, 2015



Figura 9 – Caracterização da Av. Carioca.

Fonte: Próprio Autor, 2015



Figura 10 – Caracterização da Av. Presidente Wilson próximo à estação Tamanduateí

Fonte: Próprio Autor, 2015



Figura 11 – Galpão degradado na Av. Presidente Wilson próximo a altura 6.000
Fonte: Próprio Autor, 2015



Figura 12 – Av. Presidente Wilson próximo à estação Tamanduateí
Fonte: Próprio Autor, 2015

Os estudos até hoje desenvolvidos na região têm auxiliado numa melhor compreensão dos problemas derivados da contaminação, mas nem sempre se consegue apontar uma conexão entre as causas da contaminação e os efeitos sobre os homens e meio ambiente. Devido aos muitos dos problemas de saúde que os contaminantes do solo podem causar, as complicações e a interferência de agentes químicos quase nunca são apresentados imediatamente, podendo se manifestarem somente muitos anos depois, assim como alguns agentes podem simplesmente ser excretados ou biotransformados dentro do próprio organismo, o que torna impossível detectar as substâncias que podem estar agindo no mesmo.

Hoje a Secretaria Estadual de Saúde através do Centro de Vigilância Epidemiológico – CVE mantém o programa denominado como Vigisolo, por meio do qual são estudados os problemas que a exposição aos contaminantes podem causar. Já a nível municipal, a Secretaria de Municipal da Saúde Pública – SMS se utilizando do mesmo programa, mantém um acompanhamento da população da região para tentar detectar as alterações que tais contaminantes podem desenvolver de forma a reforçar o nexo de causalidade. Ela também procura identificar uma rota de contaminação, sem a qual não há como comprovar a interferência de um agente químico contaminante no organismo, uma vez que não é a simples presença do contaminante que pode colocar em risco a saúde humana. É necessário existir uma rota que leve o contaminante até o organismo a ser contaminado, seja esta rota via aérea, dérmica ou por ingestão.

Remediação do solo urbano

Existe hoje uma preocupação a nível mundial sobre os *brownfields*, aonde governos municipais e federais desenvolvem diversos programas capazes de tratar e remediar o seu território. Uma das cidades pioneiras deste tipo de programa foi Stuttgart na Alemanha, aonde um dos primeiros trabalhos desenvolvidos referente a contaminação foi o desenvolvimento de um master plan da antiga “Feira de Exposições Killesberg”, local que recebeu durante as décadas de 30 e 50 contaminantes que aterraram o território. L. E. SANCHES (2001), discorre justamente as possibilidades levantadas em diversos países para prevenir, monitorar e remediar os problemas causados no solo por diversos contaminantes. Ele afirma que países como Estados Unidos e outros da Europa possuem programas que já preveem um custo para remediação dos solos na forma de um ônus cobrado das empresas que estão sendo instaladas, o qual corresponde à recuperação do território. Uma vez que a empresa seja desativada, se esta cumprir com todos os requisitos de descontaminação após seu fechamento, parte do dinheiro entregue para o governo é devolvido.

Outro caso interessante é o caso de *Toronto Waterfront*, no Canadá, aonde a antiga orla do Lago Ontário que abrigava um porto e várias indústrias no seu entorno torna-se foco de estudo para revitalização, abrindo não somente áreas verdes, mas também escritórios, comércio, áreas de lazer e locais de uso misto. Existem ao redor do mundo, vários casos de revitalização de áreas contaminadas, trabalhos como o de P. M. SANCHES (2011) e C. M. MORINAGA (2007) discorrem sobre alguns destes e exemplificam como os mesmos foram tratados. Já trabalhos desenvolvidos como o de L.E. SANCHES (2001) no seu livro *Desengenharia*, e a Tese de doutorado de R. C. A. CUNHA (1998), comentam não só as consequências das áreas contaminadas mas também as possibilidades político administrativas desenvolvidas por diversos países capazes de alterar todo um território com melhorias urbanas como os dois casos acima citados, tais trabalhos são importantes para identificarmos as potencialidades e dificuldades que são enfrentadas no momento da reutilização de uma área contaminada, mas também que existem chances de devolver a estes terrenos a sua função social.

A tabela 02 apresenta os principais instrumentos de gestão apontados por L. E. SANCHES (2001) no seu livro *Desengenharia*. Atualmente o estado de São Paulo aplica quase todos estes instrumentos, faltando somente um instrumento que defina a cobrança de taxas para a descontaminação dos territórios, contando somente com a lei do poluidor pagador como financiamento das remediações.

Tabela 02 – Principais Instrumentos de Gestão Empregados nas Políticas Corretivas de Solos Contaminados

Instrumento de Gestão	Exemplos aplicados
• Inventário de locais possivelmente contaminados	Holanda, Alemanha, Estados Unidos, Toronto (Canadá)
• Cadastro de imóveis contaminados	Dinamarca, Estados Unidos, França, Queensland (Austrália), Flandres (Bélgica), Austria.
• Responsabilização jurídica dos agentes causadores da contaminação	Estados Unidos (Superfund), Ontário
• Auditoria e avaliação de sítios	Victória (Austrália), Estados Unidos, Canadá
• Padrões de qualidade do solo (ou valores de referência)	Holanda Alemanha, Quebec (Canadá), Austrália, Flanders (Bélgica)
• Regulação e controlo do uso do solo	Queensland (Austrália), Quebec, Ontário, Toronto (Canadá), Estados Unidos
• Cobrança de taxas especiais para financiar o inventário e a limpeza de locais contaminados	Alemanha, Estados Unidos (Superfund), vários estados americanos, França, Flanders (Bélgica), Áustria
• Incentivos e subsídios para trabalhos de remediação e reutilização de terrenos	Estados Unidos (Brownfields Initiative), Reino Unido (Derelict Land Grant, City Grant), vários estados alemães, Quebec (Canadá)
• Apoio ao desenvolvimento de tecnologias de limpeza	Alemanha, Canadá, Estados Unidos
• Auxílio à participação do público	Estados Unidos
• Avaliação de Impacto Ambiental	Ontário, Canadá (Governo Federal), Hong Kong
• Avaliação de Risco	Estados Unidos, Ontário (Canadá), Reino Unido, Flanders (Bélgica)

Fonte: L. E. SANCHES, Desengenharia, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este apresenta a tese de que áreas contaminadas podem ser reinseridas no tecido urbano contribuindo para um melhor planejamento urbano sem marginalização da população e com melhor utilização de áreas abandonadas.

Não é função da Lei que cria a OUC especificar como serão tratadas as áreas contaminadas, mas o seu estudo poderia prever, por exemplo, a possibilidade de criar incentivos aonde parte do dinheiro da compra de potencial construtivo seja revertido para um fundo o qual possa prever a descontaminação de terrenos públicos. O custo da remediação é alto, e se os danos forem pagos pelo poder público todos pagariam pelos danos causados por um particular, mas, de todas formas devemos sopesar os custos da espera de uma resposta por parte do particular na remediação do território.

O planejamento e a subutilização de territórios mal ocupados causa mais do que problemas de saúde, ele traz problemas de segregação e inutilização de terrenos que possuem um grande potencial para um melhor desenvolvimento da cidade. Tal é a dificuldade de tratar com estes terrenos que a partir de incentivos internacionais como o Projeto *Integration* o Poder Público inicia um estudo mais aprimorado destas áreas.

Existem áreas contaminadas que são capazes de abrigar outros usos, sempre e quando se cumpram procedimentos básicos para sua remediação. Existem no mundo vários destes exemplos, podemos citar não somente os dois colocados acima, *Toronto Waterfront* e a cidade de Stuttgart, mas também programas como o *Regenerating de Enviroment Invests in the Economy* - REVIVE e o *Reclamation and Management of Derilectic land* – REMADE (P. M. SANCHES, 2011) criados na Inglaterra, o maior problema é o custo das remediações, uma vez que ele é bastante elevado, mas não é possível continuar a negligenciar o problema uma vez que estes territórios podem ser aproveitados.

Está em desenvolvimento um estudo para melhoria da área objeto da OUC Bairros do Tamanduateí como parte de dissertação de mestrado da presente autora que será finalizado até 2016.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ATSDR, **Evaluacion de Riesgos en Salud por la Exposicion a Resíduos Peligrosos**, Departamento de Salud Humana y Servicios de los E.E.U.U. Servicio de Saludo Pública, Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, Atlanta Georgia, 1992

Brasil. Secretaria de Estado da Saúde São Paulo. Centro de Vigilância Epidemiológica. **Manual de Vigilância em Saúde Ambiental para Ações em Vigilância em Saúde relacionada à População Exposta a Solo Contaminado** - Secretaria de Estado da Saúde, Centro de Vigilância Epidemiologica, São Paulo, 2010

BRAVO, A. D. **La Responsabilidad Civil en el Derecho Ambiental Internacional y su Aseguramiento**. Gerencia de riesgos, 1997.

CUNHA, R. C. A. **Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas por fontes Industriais Desativadas- Estudo de Caso**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1997.

GÜNTHER, W. M. R. **São Paulo em Perspectiva**, Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana, v.20, n.2, p. 105-117, abr./jun. 2006.

L'APICCIRELLA, Emanuel S. P. **Contaminação e Áreas de Restrição de Uso de Água Subterrânea no Entorno do Canal Jurubatuba em São Paulo – SP**. 2009. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2009.

MARTINE, George (Org.). **População Meio Ambiente e Desenvolvimento: Verdades e Contradições**. Campinas, SP, Editora Unicamp, 1993.

MEADOWS, Donella H. **Limites do Crescimento: A Atualização de 30 anos** / Donella Meadows, Jorgen Rangers, Dennis Meadows. – Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

RAMIRES, Jane Zilda; VITOR, Joana Darc dos Santos; MOTTA, Milton Tadeu. **A atuação do município de São Paulo na identificação e controle do uso de áreas contaminadas**. In: *Áreas Contaminadas – Remediação e Revitalização: estudos de caso nacionais e internacionais*. V.4. Instituto Ekos Brasil, São Paulo, 2007.

SANCHES, Luiz Enrique. **Desengenharia**: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. Ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2001.

Secretaria do Verde e do Meio Ambiente – SMVA. **Planejamento Urbano Integrado e Participação Social na Recuperação e Reintegração de áreas degradadas**: Lições aprendidas no Projeto Piloto INTEGRATION na região Mooca-Vila Carioca. 1ª ed. São Paulo, 2012.

Secretaria do Verde e do Meio Ambiente – SMVA. **Manual**: Promovendo a comunicação e a participação social e institucional no planejamento urbano. 1ª ed. São Paulo, 2012.

SEPE, Patricia Marra. Silva, Francisco Adrião Neves da. **Revitalização de áreas contaminadas no município de São Paulo**. Signus Editora e Instituto Ekos Brasil. São Paulo, 2004.

Sites

MORINAGA, Carlos Minoru. **Recuperação de áreas contaminadas**: um novo desafio para projetos paisagísticos. 2007. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-19092007-113720/>>. Acesso em: 2014-04-14.

SANCHES, Patrícia Mara. **De áreas degradadas a espaços vegetados**: potencialidades de áreas vazias, abandonadas e subutilizadas como parte da infraestrutura verde urbana. 2011. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-05122011-100405/>>. Acesso em: 2014-04-17.

GÜNTHER, W. M. R. **Contaminação ambiental por disposição inadequada de resíduos industriais contendo metais pesados: estudo de caso**: estudo de caso. 1998. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-29092014-111117/>>. Acesso em: 2015-07-05.

CUNHA, Rodrigo César de Araújo. **Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas por Fontes Industriais Desativadas - Estudo de Caso**. 1997. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-02042014-150225/>>. Acesso em: 2015-07-05.

URBAL, <<http://www.urbal-integration.eu/index.php?id=home&L=2>>

RIMA, <http://issuu.com/svmasp/docs/rima_operacaoconsorciada_mooca-vila>

Ministério do Meio Ambiente - MMA, < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis> >. Acesso em: 2015-04-19

CETESB, **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/manual-de-gerenciamento-de-ACs/7->>. Acesso em: 2014-03-11

CETESB, **Guia para Avaliação do Potencial de Contaminação em Imóveis**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/tecnologia-ambiental/guia_aval_pot_con_imoveis.pdf>. Acesso em: 2014-03-11

ARTIGO Nº 5

O ZONEAMENTO AMBIENTAL GEOMORFOLÓGICO COMO MÉTODO PARA PLANEJAR A INFRAESTRUTURA VERDE EM ÁREAS DENSAMENTE URBANIZADAS

*THE GEOMORPHOLOGICAL ENVIRONMENTAL ZONING AS METHOD FOR
GREEN INFRASTRUCTURE PLANNING IN DENSELY URBANIZED AREAS*

RAMÓN STOCK BONZI

**O ZONEAMENTO AMBIENTAL GEOMORFOLÓGICO COMO MÉTODO
PARA PLANEJAR A INFRAESTRUTURA VERDE EM ÁREAS
DENSAMENTE URBANIZADAS**

*THE GEOMORPHOLOGICAL ENVIRONMENTAL ZONING AS METHOD FOR
GREEN INFRASTRUCTURE PLANNING IN DENSELY URBANIZED AREAS*

RAMÓN STOCK BONZI

Mestre pela FAUUSP, especialista em Arquitetura da Paisagem pelo Senac Santa Cecília e em
Meio Ambiente e Sociedade pela FESPSP. E-mail: rsb@usp.br

RESUMO

A noção de Infraestrutura Verde vem sendo amplamente aceita nos campos da arquitetura da paisagem e do urbanismo. No entanto, a sua aplicação em áreas densamente urbanizadas carece de métodos adequados, uma vez que o conceito surgiu em um contexto muito diferente, o espraiamento norte-americano. Este trabalho investiga como a proposta de zoneamento ambiental baseado nos processos naturais e na análise geomorfológica pode embasar cientificamente a aplicação da Infraestrutura Verde. Para isso identificamos os processos naturais predominantes em cada zona ambiental e também os processos mimetizados ou incentivados por cada tipologia paisagística. Conclui-se que a análise das formas do relevo permite identificar que tipologias são indicadas para cada compartimento do relevo, o que colabora para a harmonização entre as dinâmicas da base biofísica e a ocupação humana.

Palavras-chave: Infraestrutura Verde; Zoneamento Ambiental; Processos naturais; Análise geomorfológica; Tipologias Paisagísticas.

ABSTRACT

The concept of Green Infrastructure has been widely accepted in the fields of landscape architecture and urbanism. However, its application in densely urbanized areas lacks adequate methods, once the concept arose in a very different context, the urban sprawl in the United States. This work investigates how the proposal for environmental

zoning based on natural processes and geomorphological analysis can scientifically support the implementation of the Green Infrastructure. Thus, to do so, it was identified natural processes prevailing in each environmental area and also mimicked processes or encouraged by each landscape typology. It was concluded that the analysis of the forms of relief identifies which typologies are suitable for each relief compartment, which contributes to the harmonization between the dynamics of the biophysical base and the human occupation.

Keywords: *Green Infrastructure; Environmental Zoning; Natural Processes; Geomorphological Analysis; Landscape Typologies.*

INTRODUÇÃO

Ainda que seja crescente a percepção de que os projetos de paisagem e de urbanismo devem estar atentos aos processos naturais e aos problemas ambientais urbanos, observa-se que na prática muitas das intervenções tidas como “ecológicas” carecem de embasamento teórico e, principalmente, de conhecimento e experiência técnica, desde o projeto até a sua implantação.

Mesmo sendo considerada a vanguarda do planejamento da paisagem e da intervenção urbana ecologicamente informada, percebe-se que a Infraestrutura Verde¹ também não foge à regra. Contrastando com a clareza de seu objetivo principal (conciliar desenvolvimento com a conservação da natureza por meio de espaços abertos que fornecem serviços ambientais para a cidade ao mesmo tempo em que protegem a

¹ O termo Infraestrutura Verde surgiu em 1994, em relatório da Comissão de Greenways da Flórida, em que se defendia que os sistemas naturais são componentes de nossa infraestrutura tão ou mais importantes do que a infraestrutura tradicional – a chamada “infraestrutura cinza”, relativa a serviços como energia, transporte, abastecimento e coleta de esgoto, que em última análise possibilitam o funcionamento dos assentamentos humanos tais como os conhecemos (FIREHOCK, 2010). Segundo Benedict e McMahon, a Infraestrutura Verde é tanto um conceito de configuração espacial (rede de áreas verdes interconectadas) quanto a designação de um processo (planejamento sistemático e estratégico para conciliar conservação da natureza e uso do solo). Para Cormier e Pellegrino, a Infraestrutura Verde é “uma maneira de reconhecer e aproveitar os serviços que a natureza pode realizar no ambiente urbano” (2008, p.128).

biodiversidade) não há até o momento uma metodologia própria para guiar o seu planejamento, o que vem gerando distorções em sua aplicação². Essa lacuna se agrava quando a intervenção se dá em área densamente urbanizada, visto que a noção de Infraestrutura Verde surgiu em contexto muitíssimo diferente: o espraiamento norte-americano pós-segunda guerra mundial.

Este artigo revisita a dissertação, “Andar sobre Água Preta: a aplicação da Infraestrutura Verde em áreas densamente urbanizadas”, para apresentar o Zoneamento Ambiental baseado nos processos naturais como arcabouço teórico capaz de embasar cientificamente a aplicação da Infraestrutura Verde em áreas consolidadas. O método consiste na exposição do Zoneamento Ambiental por meio da análise geomorfológica, seguida da revisão das tipologias paisagísticas. Finalizada essas etapas metodológicas, cruza-se a proposta de Zoneamento Ambiental com os atributos de cada tipologia, o que permite apontar critérios claros para sua espacialização, contribuindo assim para que a sociedade mantenha certa estabilidade de sua base biofísica e para que a Infraestrutura Verde apresente seu máximo desempenho. É apresentado um estudo de caso para demonstrar a proposta teórica.

UM CONCEITO DE GEOMORFOLOGIA A SERVIÇO DA INFRAESTRUTURA VERDE

Schutzer (2004, 2012a, 2012b) aponta para uma nova abordagem no planejamento ecológico da paisagem: o zoneamento ambiental com vistas à preservação da qualidade dos processos naturais dentro do ambiente urbano. O zoneamento ambiental parte

² A aplicação da Infraestrutura Verde quase sempre recorre à Ecologia da Paisagem. No entanto, em áreas densamente urbanizadas, a aplicação da ecologia da paisagem fica muito limitada já que a rigor sequer existem os elementos necessários (matriz, mancha e corredor) para a configuração de um mosaico da paisagem, padrão estrutural do qual partem as análises da disciplina. Para Forman, uma das maiores autoridades da *landscape ecology*, a ecologia da paisagem deve perseguir quatro padrões indispensáveis: grandes manchas de vegetação natural, amplos corredores vegetados ao longo de cursos d'água, conectividade para o fluxo de espécies-chave entre as pequenas e as grandes manchas de vegetação e pequenos pedaços heterogêneos de natureza permeando áreas urbanizadas (1995. P.140). Evidentemente, um cenário muito diferente daquele encontrado em áreas densamente urbanizadas.

dos três níveis de análise geomorfológica³ propostos por Aziz Ab'Sáber (1969) - compartimentação do relevo, estrutura superficial da paisagem e fisiologia da paisagem - e gera um mapeamento que sugere a configuração espacial e funcional adequada para a convivência entre ocupação humana e processos naturais, como explica Schutzer:

Através do reconhecimento dos processos de funcionamento da paisagem natural poder-se-ia estabelecer premissas de atuação segundo as potencialidades natural e urbana de cada compartimento delineado e, assim, obter como resultado uma primeira aproximação a que estamos chamando de zoneamento ambiental com base nos processos naturais. Esses processos são basicamente os que se referem às dinâmicas do clima (evaporação, evapotranspiração, emissividade de calor, precipitação, movimentação do ar) e da água (escoamento superficial, infiltração, percolação, filtragem e armazenamento) (2012a, p.16).

Esse método de análise é capaz de subsidiar o desenho urbano com a leitura estratégica do relevo para a tomada de decisão sobre os espaços a ocupar ou a preservar. Como evolução do conceito de compartimentação do relevo⁴, a compartimentação ambiental foi desenvolvida especificamente para ser aplicada em áreas de ocupação humana mais densa (Schutzer, 2012c, p. 23). Ela introduz a ideia de valores de uso e de ocupação do relevo para a sociedade, apontando a aptidão ou a fragilidade de cada compartimento em responder a funções urbanas.

O conceito de estrutura superficial da paisagem⁵ verifica as características físicas dos solos e depósitos superficiais que revestem os compartimentos de relevo e como se

³ Ab'Sáber define a Geomorfologia como “um campo científico que cuida do entendimento da compartimentação da topografia regional, assim como da caracterização e descrição, tão exatas quanto possíveis, das formas de relevo de cada um dos compartimentos estudados” (1969).

⁴ A compartimentação do relevo é uma técnica de abordagem do relevo que consiste em diferenciar conjuntos do relevo com base em critérios como forma, processos modeladores ou domínio altimétrico. As classificações podem variar de acordo com os critérios adotados (morfoescultura, morfoestrutura e morfologia), o táxon e a escala de análise.

⁵ Segundo Ab'Sáber (1969) a estrutura superficial da paisagem é a “epiderme da paisagem”, o resultado cumulativo dos eventos quaternários, isto é, do período geológico que abrange os últimos 1.6-1.8 milhões de anos. Foi neste intervalo cronológico que aconteceram os eventos climáticos que deram forma à camada mais superficial da Terra, notadamente aos regimes fluviais, solos e depósitos superficiais.

comportam frente aos processos naturais e humanos. Permite a avaliação de solos e depósitos enquanto suporte para a ocupação (qualidade como fundação, aptidão para implantação de loteamentos e infraestruturas, drenabilidade), como fonte de recurso natural (material de construção, fornecimento de água, esgotamento sanitário, agricultura), como local para o desenvolvimento e conservação da fauna, flora e para a ocorrência de serviços ambientais (purificação da água, regeneração do ar, manutenção de microclima, por exemplo). Sua análise informa sobre a qualidade dos processos naturais. Apoiada na fisiologia da paisagem⁶, isto é, no funcionamento das dinâmicas naturais e de suas imbricações com as atividades humanas, é possível identificar áreas para a ocupação, áreas com restrição e áreas inadequadas - seja por riscos de deslizamento, inundação ou contaminação do solo.

Há compartimentos que colaboram mais efetivamente com a preservação de valores geoecológicos tais como recursos (flora, fauna, água e solos) e processos naturais (infiltração, percolação, evapotranspiração e escoamento superficial) (2012b, p. 239), (2012c, p. 23). Esses espaços estratégicos são definidos como compartimentos ambientais estruturantes da paisagem e podem ser indutores, receptores ou transmissores de processos naturais⁷. A compartimentação ambiental da paisagem e o zoneamento ambiental fornecem subsídios para que a sociedade mantenha certa estabilidade de sua base biofísica. Ao contrário de outras propostas de cunho ambiental, é propositiva e trabalha com conceitos e categorias de pensamento que não são de todo estranhas para aqueles que planejam, projetam e intervêm na paisagem.

ZONEAMENTO AMBIENTAL NO SÍTIO URBANO DE SÃO PAULO

Do cruzamento das três categorias de análise geomorfológica é possível realizar a divisão em zonas de acordo com a potencialidade para a manutenção e o desenvol-

⁶ A fisiologia da paisagem estuda a estrutura superficial da paisagem em seu momento presente, observando a sua funcionalidade atual e global no que tange às dinâmicas hidrológicas e climáticas, aos processos biogênicos e à influência antrópica predatória (AB'SÁBER, 1969).

⁷ Divisores de água de bacias hidrográficas, por exemplo, são indutores de processos naturais já que definem a intensidade e a direção do escoamento superficial. Fundos de vale são receptores, uma vez que são os espaços para os quais converge a água precipitada pela chuva em toda a bacia hidrográfica, seja por infiltração, percolação ou escoamento superficial. As vertentes são receptoras, mas também transmissoras de processos, pois interligam compartimentos ambientais estruturantes.

vimento dos processos naturais⁸.

Partindo da individualização dos elementos topográficos realizada por Ab'Sáber (figura 1) e tendo em vista as potencialidades ambientais e urbanas frente os processos naturais e suas qualidades para a ocupação, Schutzer (2012a, p.197) identifica quatro compartimentos de relevo no setor entre os rios Tietê e Pinheiros, ao longo do Espigão Central (fig. 2). Cada compartimento possui características físicas principais e processos naturais predominantes (dinâmicas hidrológica e do clima, sobretudo) e qualidades para a ocupação.

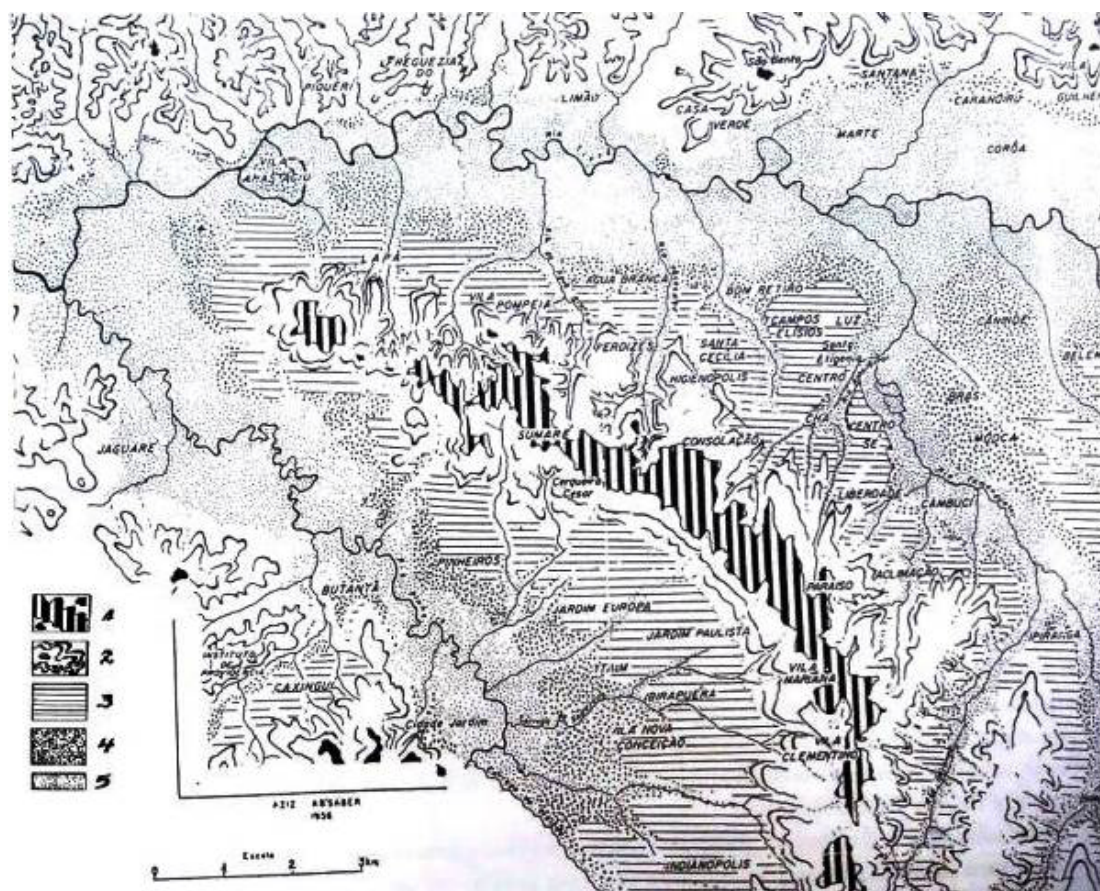


Figura 1 – Mapa Geomorfológico esquemático do sítio urbano de São Paulo. Fonte: Ab'Sáber, 1957. Legenda: 1-Espigão Central (800-820m); 2-Altas colinas e espigões secundários (750-795m); 3-Terraços fluviais do nível intermediário (745-750m); 4-Baixos terraços fluviais dos vales do Pinheiros, Tietê e seus afluentes principais (725-730m); 5-Planícies dos aluviais do Tietê-Pinheiros e seus afluentes (720-722m).

⁸ Devido ao fato de muitos desses processos desencadearem benefícios diretos ou indiretos para os seres humanos surgiu a noção de serviços ambientais ou ecossistêmicos. A manutenção dos processos naturais e dos serviços associados, mesmo em ambiente urbano, é entendida como fundamental para que a sociedade mantenha certa estabilidade de sua base biofísica, evitando assim (ou ao menos minimizando) problemas de fundo ambiental.

A análise do autor aponta ações para manter tais processos e quando for o caso, manejar sua ocorrência com vistas a evitar a exacerbação de dinâmicas naturais que são incompatíveis com a ocupação humana consolidada, como deslizamentos, por exemplo. Os quatro compartimentos de relevo são:

Áreas tabulares e relativamente planas favoráveis à ocupação urbana

Supercompartimento ambiental estruturante da paisagem formado pelos baixos terraços dos rios Tietê, Pinheiros e afluentes principais, Espigão Central, altas colinas e patamares e rampas dos espigões secundários. Enorme área livre de inundações, favorável à ocupação e onde os processos de infiltração predominam sobre o escoamento superficial.

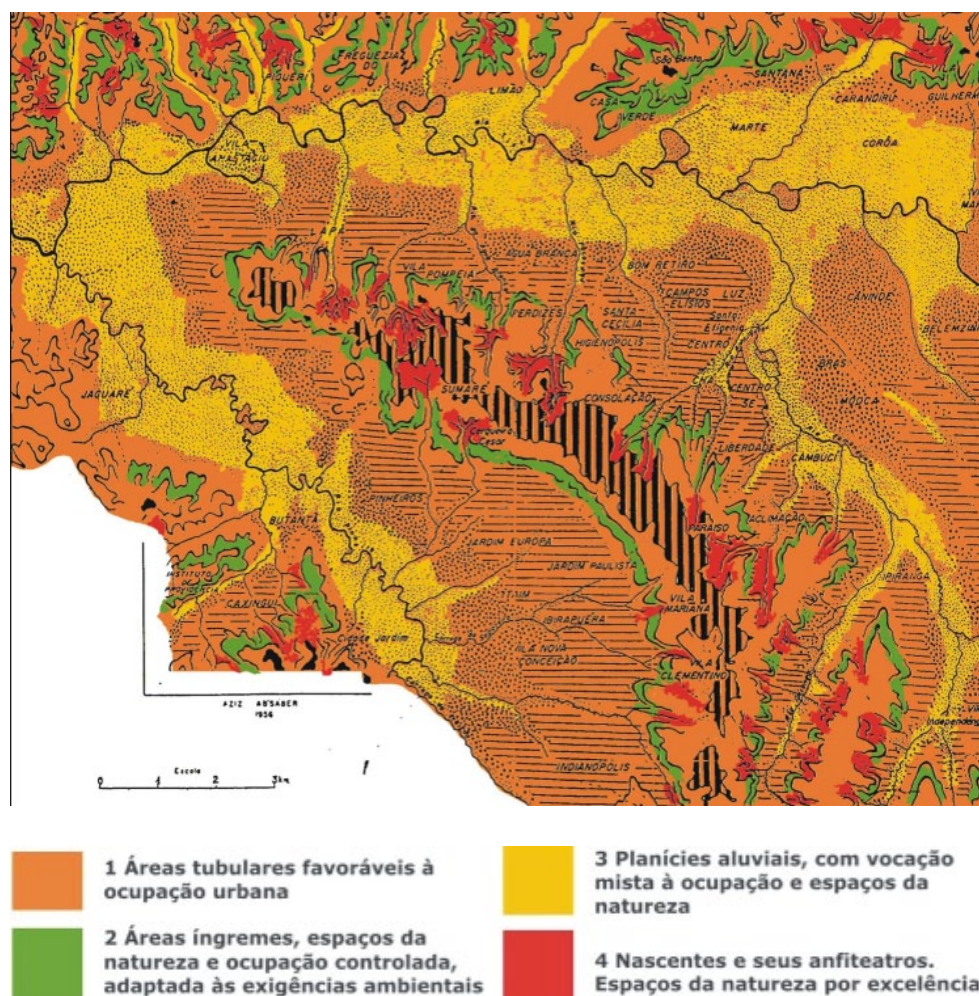


Figura 2 Esboço de compartimentação do relevo do sítio urbano de São Paulo.

Fonte: Massafumi; Parma; Schutzer, 2005 apud Schutzer, 2012a.

Schutzer (2004, 2012a) recomenda o fomento da permeabilidade para que se garanta a qualidade dos processos naturais de infiltração, percolação e filtragem das águas pluviais. Esses processos são responsáveis pelo reabastecimento do lençol freático e das nascentes, retardando ainda a chegada da água da chuva aos canais de drenagem.

Outra medida importante é o controle do escoamento superficial, processo que como se sabe é incentivado pela impermeabilização do solo. Além da manutenção da permeabilidade, recomenda a instalação de reservatórios de retenção de águas pluviais⁹. O autor sugere o sombreamento do solo e o cuidado com a escolha dos materiais construtivos como forma de controlar a emissividade de calor. Quanto ao clima, predominam temperaturas mais amenas nas imediações do Espigão Central, enquanto que próximo à várzea do rio Tietê, verifica-se a tendência a um aquecimento diurno mais pronunciado, conforme explicam Tarifa e Armani (2001, p. 40).

Áreas íngremes de vertentes das altas colinas

Dada a declividade acentuada, neste compartimento predomina o processo de escoamento superficial sobre a infiltração. A combinação da declividade com índices pluviométricos significativos potencializa os deslizamentos.

Idealmente deveria ser mantida em estado natural ou densamente arborizada. Esse compartimento pode abrigar praças e parques, desde que feito terraceamento para controlar o escoamento superficial e tornar a topografia acessível às pessoas. Quando ocupadas, Schutzer recomenda o combate ao parcelamento do solo. A impermeabilização intensa associada a técnicas de contenção do escoamento superficial como a construção de reservatórios de retenção temporária¹⁰ também é uma medida útil (2004, p. 108). A topografia elevada garante boa ventilação e microclima mais ameno.

⁹ Reservatórios de retenção, popularmente conhecidos como “piscinões”, embora possam funcionar em termos hidrológicos apresentam problemas relacionados à poluição das águas, ao aspecto visual e rejeição da população. O artigo apresentará adiante uma série de tipologias paisagísticas que sinalizam com alternativas mais naturalizadas, podendo essas sim, compor uma Infraestrutura Verde, substituindo com vantagens os reservatórios convencionais.

¹⁰ A diferença entre reservatório de retenção e de contenção é que o primeiro pressupõe a liberação da água acumulada e por isso também é chamado de retenção temporária.

Nascentes

As nascentes surgem em amplitude altimétrica de 750 a 795 metros, relativa, portanto, ao compartimento topográfico “altas colinas”. Devido à redução de altitude, a temperatura sofre um ligeiro aumento.

Segundo Schutzer (2004, p.108-109), anfiteatros de drenagem são espaços da natureza por excelência e não deveriam ser ocupados, podendo, no entanto, ser aproveitados como parques e áreas de lazer. Se ocupados, deve ser dada atenção ao controle do escoamento superficial, processo natural predominante neste compartimento e que desencadeia erosão, deslizamento e assoreamento dos canais de drenagem. Neste sentido, recomenda-se o uso de reservatórios de retenção de águas pluviais.

A manutenção de sua umidade intrínseca está diretamente ligada à permeabilidade dos espigões e altas colinas. Deve ter densa arborização para estimular a infiltração, a percolação, a evaporação e evapotranspiração.

Planícies aluviais ou várzeas

São áreas baixas e planas, com solos permanentemente úmidos e que recebem água e sedimentos dos demais compartimentos. Nesta zona predomina o armazenamento de água sobre os processos de infiltração (muito limitada devido à proximidade do lençol freático) e de escoamento superficial (praticamente limitado ao escoamento concentrado nos corpos d’água).

O excesso de água tende a se acumular na superfície. Schutzer (2004) define as várzeas como espaços da natureza por excelência (p.109). Podem abrigar parques com vegetação densa, lagos e espaços institucionais de múltiplo uso.

A ocupação é possível em trechos amplos, contanto que nos compartimentos à montante exista boa permeabilidade do solo. É um compartimento ambiental receptor de processos naturais, e por isso seu manejo está vinculado à capacidade dos compartimentos indutores lidarem com o escoamento superficial. Presta-se ao represamento artificial, de detenção e de retenção.

A seguir, faremos uma investigação das tipologias paisagísticas usualmente asso-

ciadas à Infraestrutura Verde, no sentido de detectar quais os processos naturais presentes e predominantes em cada uma delas. Este procedimento permitirá saber quais tipologias paisagísticas são mais indicadas para cada zona ambiental. Do ponto de vista da Infraestrutura Verde o método orienta a sua aplicação e do ponto de vista do zoneamento ambiental é uma extensão teórica, uma espécie de “*plugin*”, em que novas possibilidades de intervenção na paisagem, já devidamente esmiuçadas em esquemas construtivos facilmente replicáveis, são colocadas à sua disposição.

REVISANDO AS TIPOLOGIAS PAISAGÍSTICAS

Um aspecto da Infraestrutura Verde que parece explicar a sua crescente popularidade entre os interventores da paisagem, seja no âmbito do projeto ou no do planejamento, diz respeito ao papel importante desempenhado por suas tipologias. Estes esquemas construtivos simples e muito didáticos são facilmente entendidos por arquitetos, engenheiros e até por leigos.

Essas tipologias também ganharam notoriedade porque algumas delas são cada vez mais requisitadas para compor planos de manejo de águas pluviais, muito embora entendemos que deveriam ser apreciadas em um contexto mais abrangente, abarcando todas as águas urbanas e não somente a água da chuva. As tipologias podem colaborar com objetivos outros que a drenagem urbana, integrando intervenções para o tratamento de efluentes, a proteção à biodiversidade e o conforto ambiental, por exemplo.

A introdução de tipologias em áreas urbanizadas colabora com a “criação de paisagens urbanas que mimetizam funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes naturais” (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p. 127), promovendo serviços ambientais relacionados à drenagem, mobilidade, conforto ambiental, limpeza da água e do ar, biodiversidade, lazer e imagem local, entre outros. São intervenções mais vegetadas do que construídas e que enriquecem a comunidade e a paisagem local, cujo desempenho aumenta com o tempo.

A seguir, pretende-se descobrir que tipologias são mais indicadas para serem aplicadas em cada compartimento de relevo. Como vimos anteriormente, planícies fluviais, colinas, terraços e espigões também apresentam processos naturais predominantes, que se diferenciam entre si. O aproveitamento e o manejo desses processos permitem que se mantenha certa estabilidade da base biofísica da cidade, o que traz bene-

fícios para a sociedade (água limpa, ar puro, clima agradável e a própria paisagem, por exemplo) e a poupa de uma série de problemas, como inundações, ilhas de calor, poluição atmosférica, baixa umidade do ar e deslizamentos de terra.

Jardim de chuva

Trata-se de um jardim rebaixado que recebe as águas do escoamento superficial das áreas próximas a fim de infiltrá-las. Por serem vegetados, colaboram com a limpeza da poluição difusa que é carregada pela água da chuva e também com o aumento da umidade do ar através da evapotranspiração associada ao metabolismo vegetal. Idealmente, devem possuir mecanismos de extravasamento para lidar com precipitações mais intensas ou prolongadas.

Quando associadas ao sistema viário, conferem sinuosidade ao leito carroçável, obrigando os veículos a diminuir sua velocidade. Neste sentido, jardins de chuva podem ser estruturas híbridas de *traffic calming* e microdrenagem que revertem a supremacia do automóvel, ajudando a resgatar a importância e a funcionalidade de ruas e calçadas.

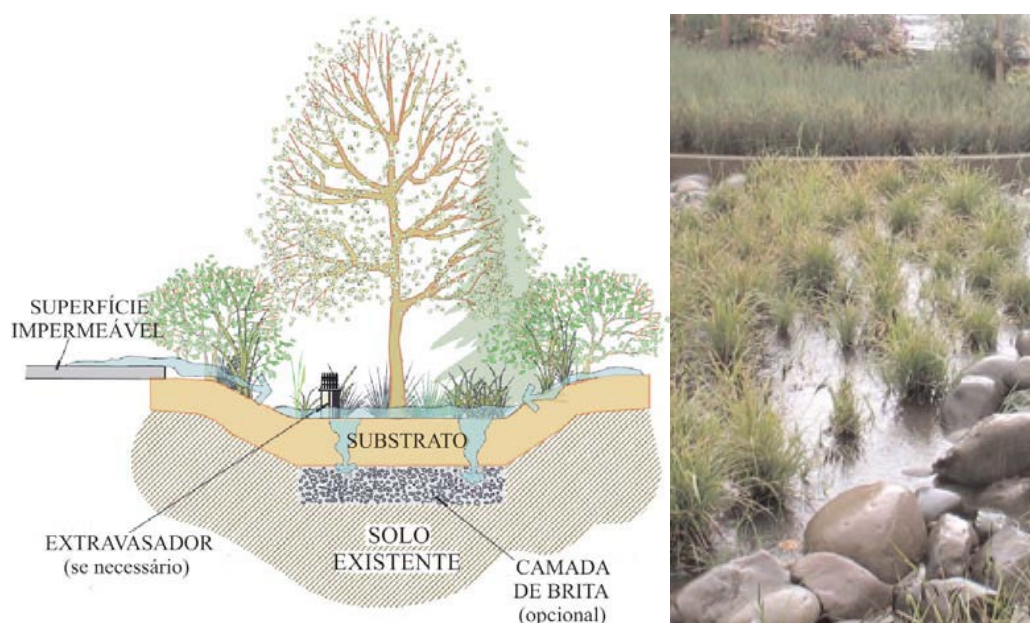


Figura 3 – Diagrama esquemático de jardim de chuva.

Adaptado de <<http://www.portlandoregon.gov/bes/article/127474>>. Acesso em 27/04/2015.

Locais de implantação: Nos compartimentos ambientais em que predominam os processos de infiltração: as “áreas tabulares”.

Canteiro pluvial

Basicamente jardins de chuva de menor tamanho (Idem, p. 130), os canteiros pluviais podem dispensar a infiltração, executando apenas a evaporação e a evapotranspiração do escoamento superficial armazenado. Tipologia adaptável para cumprir funções de *traffic calming*.

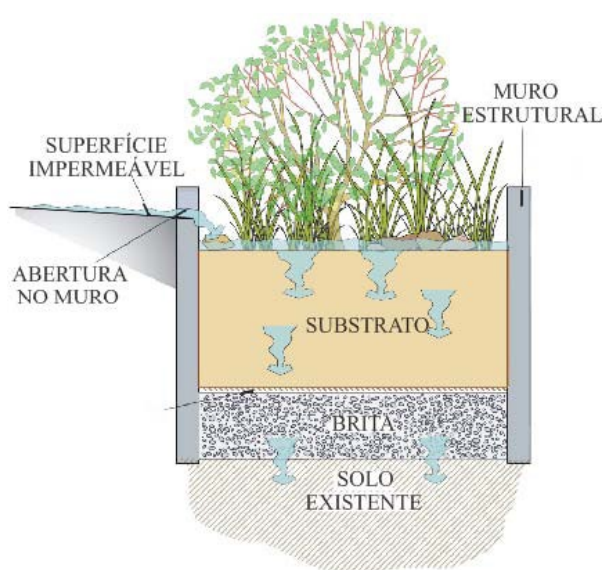


Figura 4 – Diagrama esquemático de canteiro pluvial de infiltração.

Adaptado de <<http://www.portlandoregon.gov/bes/article/127476>> e

<<http://theintertwine.org/adventures/storming-downtown-portland>>. Acesso em 02/07/2015.

Locais de implantação: Canteiros pluviais de infiltração se prestam à alocação nas “áreas tabulares”. Em sua versão sem infiltração, a tipologia pode ser aplicada nas “planícies aluviais”, compartimento em que o armazenamento é o processo natural predominante. E também em “nascentes” e nas “áreas íngremes das vertentes das altas colinas”, setores em que o escoamento superficial deve ser manejado com vistas a evitar processos erosivos, deslizamentos e assoreamento das galerias pluviais.

Biovaleta

São faixas lineares rebaixadas e dotadas de vegetação que realizam o escoamento da água da chuva, podendo conectar diferentes tipologias paisagísticas, espaços públicos e sistemas convencionais de drenagem.

Apresentam alguma capacidade de infiltrar a água do solo, realizando também a lim-

peza da poluição difusa carregada pelo escoamento superficial, desacelerando o escoamento das superfícies impermeabilizadas adjacentes.

Outros benefícios da tipologia dizem respeito à captura e sedimentação de material que de outra maneira iria parar nos canais fluviais, comprometendo a qualidade da água, ou, no caso de ambientes densamente urbanizados, diminuindo a capacidade hidráulica das galerias de águas pluviais.

Potencialmente, as biovaletas colaboram com o aumento da umidade do ar por meio da evapotranspiração promovida por sua vegetação.

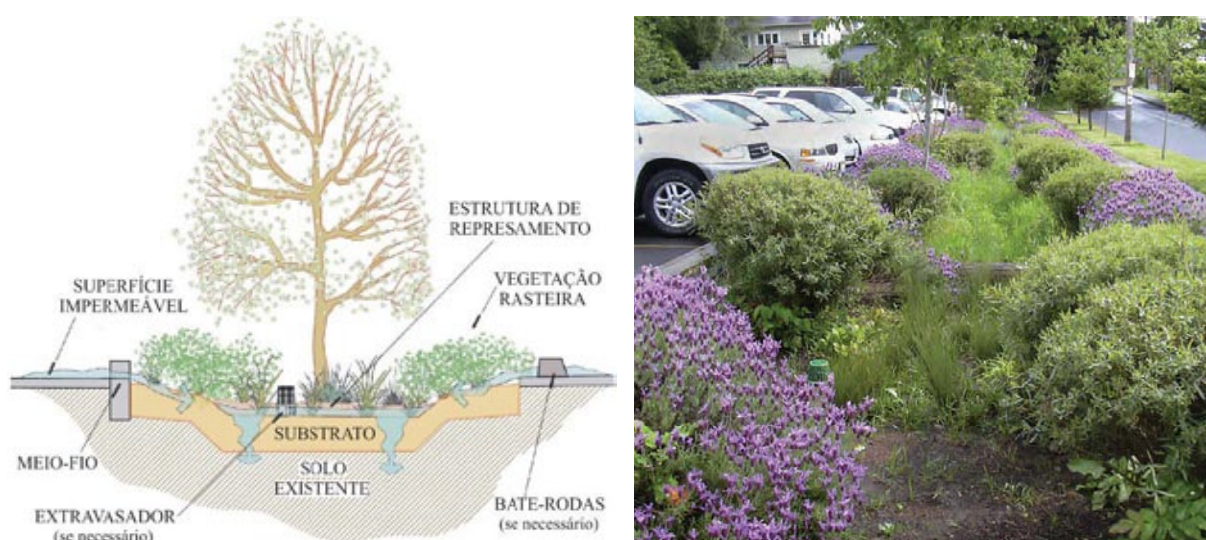


Figura 5 – Diagrama esquemático de biovaleta.

Adaptado de < <http://www.portlandoregon.gov/bes/article/127473>>. Acesso em 27/04/2015.

Locais de implantação: A sua aplicação pode acontecer em toda a bacia hidrográfica, embora seja nas “áreas tabulares” que a tipologia vá apresentar seu maior desempenho, dada a facilidade de infiltração desse compartimento ambiental.

Lagoa pluvial

No contexto da Infraestrutura Verde, lagoas são tipologias que desempenham funções importantes, relacionadas ao armazenamento do excesso da água da chuva e ao extravasamento dos canais fluviais; ao aumento da umidade do ar por meio da evaporação de sua lâmina d’água; e da limpeza da poluição difusa carregada pelo escoamento superficial, sobretudo pela ação do sol.

Essa tipologia cria importantíssimos habitats para a fauna e invariavelmente transforma suas imediações nas principais áreas de lazer e de recreação pública. Cormier e Pellegrino (2008) destacam que a tipologia, devido às dimensões e à capacidade de armazenar grandes volumes de água.

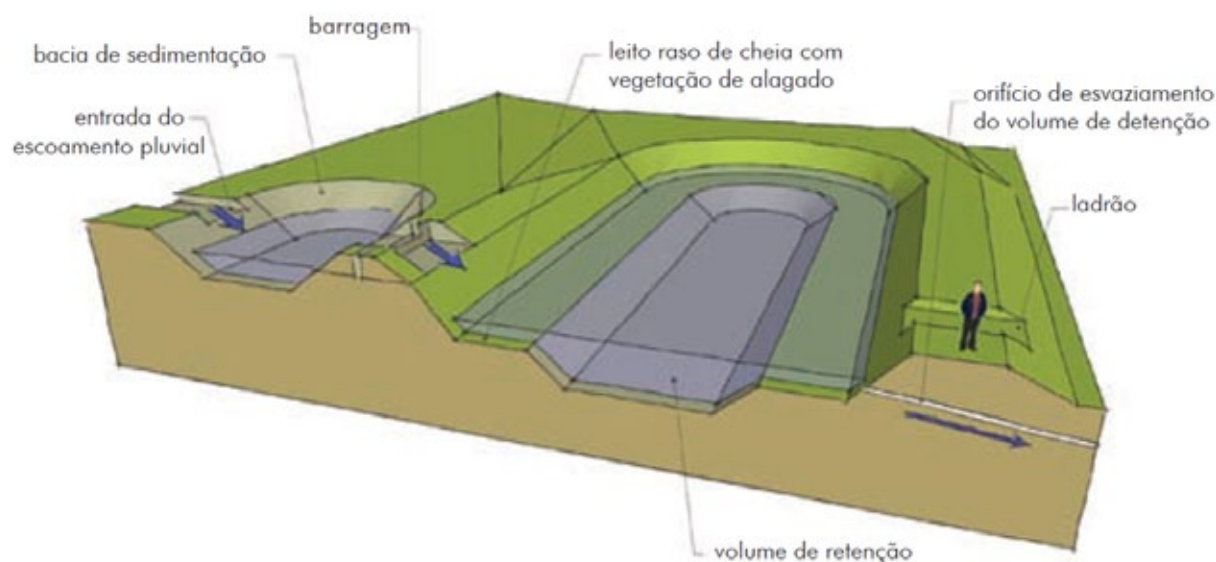


Figura 6 – Esquema de uma lagoa pluvial. Fonte: CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p 134.

Locais de implantação: As lagoas pluviais são indicadas para as “várzeas”, compartimento ambiental em que o processo de armazenamento de água é o predominante. Também podem trazer benefícios para setores em que o escoamento superficial deve ser controlado: “nascentes” e “áreas íngremes das vertentes das altas colinas”, neste caso desde de que cuidadosamente impermeabilizada.

Alagado construído

Diferencia-se da lagoa pluvial por ter vegetação mais expressiva e variada. É mais associado à recepção e tratamento de efluentes do que propriamente à capacidade de armazenar o excedente da água da chuva e o extravasamento dos canais fluviais. Seu solo dá suporte para vegetação e funciona como “camada filtrante que possibilita ações de sorção e a atividade microbiológica que mineraliza a matéria orgânica ainda contida no efluente, disponibilizando os minerais e nutrientes para a vegetação” (ZANELLA, 2008, p. 24)

A variação no nível da água contribui para a ciclagem de nutrientes. Determinadas combinações entre solo, planta, água e o sentido de seu fluxo estabelecem funções

específicas, como por exemplo, decomposição de matéria orgânica, erradicação de patógenos e oxidação de metais pesados. Alagados construídos aumentam a umidade do ar e criam importantes habitats, possuindo grande potencial paisagístico. Podem ser projetados para mimetizar áreas de várzeas, armazenando o escoamento superficial e limpando a poluição difusa que este carrega em áreas densamente urbanizadas. Segundo France, alagados

funcionam como esponjas gigantes que diminuem a velocidade e absorvem o excesso de escoamento de águas pluviais, liberando gradualmente a água armazenada durante um período prolongado. Isso reduz a vazão de pico à jusante, diminuindo a probabilidade de inundações (2003, p. 18. Tradução nossa).

Locais de implantação: Recomendada para as “várzeas”, onde predomina o armazenamento de água. Também é indicada para setores em que o escoamento superficial deve ser controlado (“nascentes” e “áreas íngremes das vertentes das altas colinas”) e pontualmente em qualquer parte que necessite realizar o tratamento de águas residuais, embora nestes casos possa requerer consideráveis obras civis.

Cisterna

Estrutura ancestral para captar e armazenar a água da chuva. No contexto da Infraestrutura Verde, essa tipologia colabora com a redução do escoamento superficial. A água coletada pode ser utilizada para irrigar jardins e hortas comunitárias e em qualquer atividade que não exija que a água seja potável. Na literatura consultada, aparecem adaptações chamadas de *rain barrel*. As cisternas sinalizam como estratégia descentralizada e complementar de abastecimento de água.

Locais de implantação: Do ponto de vista da preservação de certa integridade dos processos naturais, sua aplicação é indicada para os compartimentos ambientais em que se faz necessário controlar o escoamento superficial: “nascentes” e “áreas íngremes das vertentes das altas colinas”. No entanto, tendo em vista o abastecimento de água e as altas taxas de impermeabilização das bacia hidrográficas densamente urbanizadas, é útil em todos os compartimentos ambientais.

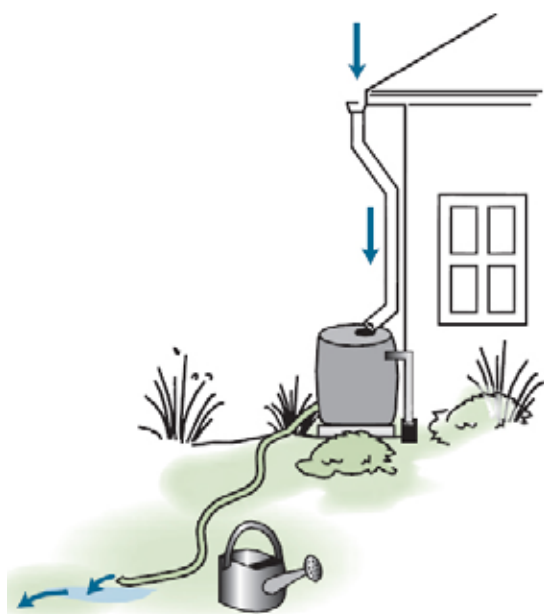


Figura 7 – Diagrama esquemático de cisterna.

Fonte: < <http://www.portlandoregon.gov/bes/article/378190>>. Acesso em 27/04/2015.

Teto verde

O uso de vegetação encima de lajes e telhados apresenta muitas formas, indo desde plantas suculentas assentadas sobre fina camada de substrato acondicionado em estruturas modulares até verdadeiros jardins suspensos com hortas e árvores frutíferas. Por isso tetos verdes são classificados em extensivos (leves, com seção de substrato entre 5 e 15cm) e intensivos (entre 20 e 60cm). Como relatam Cormier e Pellegrino (2008, p. 135), a tipologia absorve água da chuva, reduz o efeito da ilha de calor, contribui para a eficiência energética das edificações, cria habitats para a fauna e até estendem a vida útil da impermeabilização de suas lajes. Tetos verdes intensivos possuem capacidade de infiltrar água da chuva em seu substrato, aumentando a umidade do ar por meio da evapotranspiração de sua cobertura vegetal. A variante extensiva é mais modesta em relação a essas funções, mas retarda o escoamento superficial.

Locais de implantação: Tendo em vista que seus benefícios sociais extrapolam a manutenção da estabilidade dos processos naturais da bacia hidrográfica, recomenda-se aplicação de tetos verdes em todos os compartimentos ambientais.

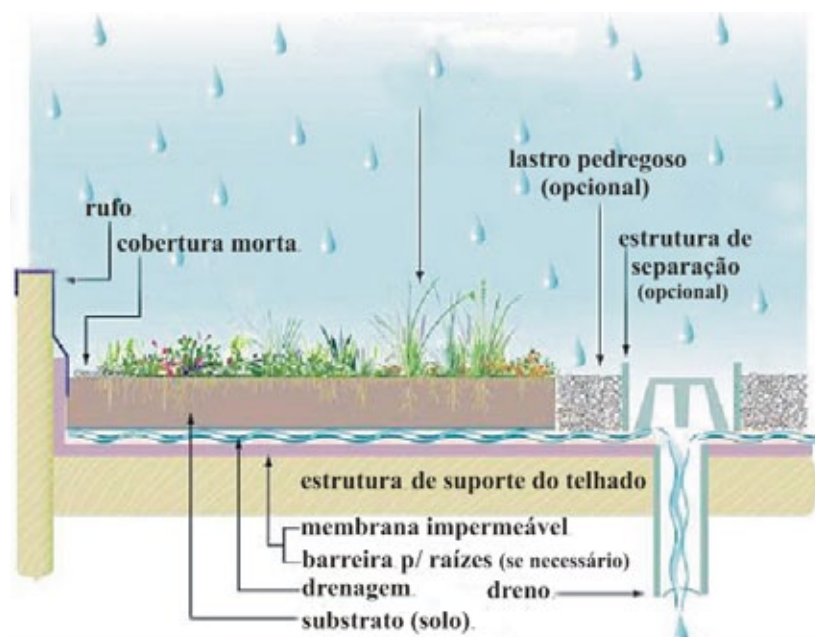


Figura 8 – Diagrama esquemático de teto verde.

Adaptado de <www.portlandonline.com/shared/cfm/image.cfm?id=78405>. Acesso em 27/04/2015.

Pavimento drenante (ou permeável)

Corresponde ao conjunto de superfícies construídas que permitem a infiltração da água no solo, seja por sua porosidade (asfalto ou concreto poroso), seja por meio dos interstícios entre suas unidades constituintes (blocos intertravados, paralelepípedos, blocos vazados, brita e pedriscos). Observa-se que a aplicação de pisos drenantes não tem levado em conta as características locais de drenagem. Tem sido aplicado em áreas em que naturalmente o solo possui pouquíssima capacidade de infiltração (várzeas, por exemplo).

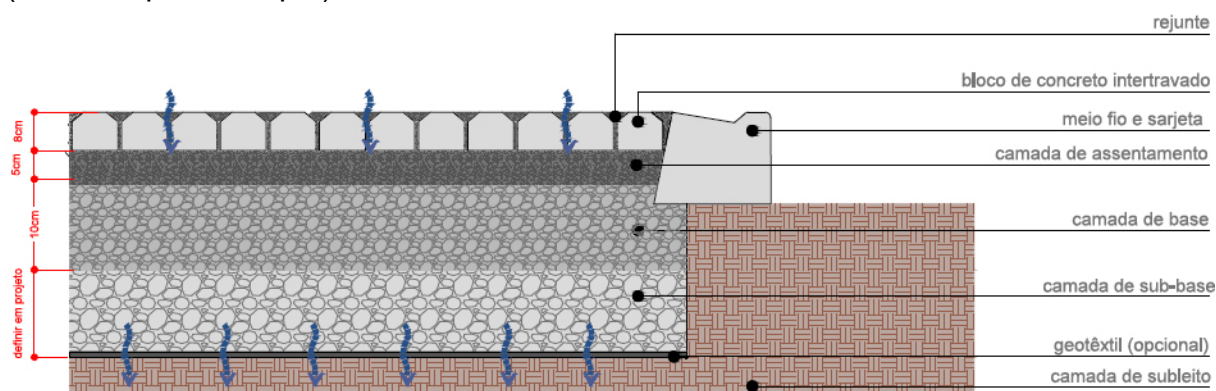


Figura 9 – Esquema de pavimento intertravado.

Fonte: <<http://solucoesparacidades.com.br/saneamento/pavimento-permeavel/>>. Acesso em 06/06/2014.

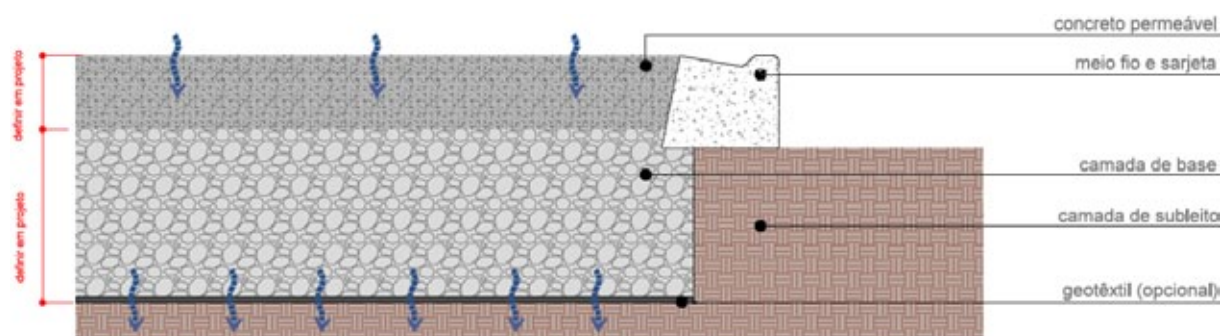


Figura 10 – Esquema de pavimento permeável.

Fonte: <<http://solucoesparacidades.com.br/saneamento/pavimento-permeavel/>>. Acesso em 27/04/2015.

Locais de implantação: Os compartimentos ambientais em que faz mais sentido aplicar pisos drenantes são aqueles em que os processos naturais de infiltração são os predominantes, isto é, as “áreas tabulares”.

Córrego renaturalizado (ou reabilitado)

Pinkham afirma que a expressão mais radical da Infraestrutura Verde é a reabilitação de córregos enterrados em galerias (1999, p. 12). O chamado “*daylighting*” traz muitos benefícios: a qualidade da água melhora devido à exposição ao ar, sol e vegetação; inundações minimizam com o aumento da capacidade hidráulica do canal; surgem habitats para fauna e áreas de interesse para a população (1999, 2000). Pinkham observa é comum que o destamponamento implique na construção de canais, o que coloca a oportunidade de projetar o novo leito de maneira sinuosa e com revestimento rugoso. São diretrizes que desaceleram a velocidade das águas, minimizando a incidência de inundações. Outra estratégia é o escalonamento do leito, em que a queda entre patamares dissipa a energia hidráulica e a velocidade das águas. Por fim, ao invés da antiga galeria ser demolida, pode funcionar sistema de apoio que recebe o extravasamento do novo canal durante precipitações extremas. Acompanhada da criação de um parque linear, o “*daylighting*” reabilita alguns dos processos naturais e funções ecossistêmicas de sua planície de inundação natural (várzea). O córrego “desocultado” também contribui com a recarga de aquíferos e com a manutenção de uma vigorosa vegetação lindeira beneficiada com a significativa umidade do solo.

TIPOLOGIA PAISAGÍSTICA	PROCESSO NATURAL INCENTIVADO OU MIMETIZADO	PRINCIPAIS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DESEMPENHADOS
JARDIM DE CHUVA	-infiltração -recarga dos aquíferos -evapotranspiração -filtragem da água -filtragem do ar	-manejo do escoamento superficial -aumento da umidade do ar -criação de habitats -limpeza da poluição difusa -melhora na qualidade do ar -aumento da umidade do solo adjacente
CANTEIRO PLUVIAL	-infiltração ou armazenamento -evapotranspiração -filtragem da água -filtragem do ar -evaporação (somente para versão de armazenamento) -recarga dos aquíferos (na versão com infiltração)	-manejo do escoamento superficial -aumento da umidade do ar -criação de habitats -limpeza da poluição difusa -melhora na qualidade do ar -aumento da umidade do solo adjacente
BIOVALETA	-escoamento das águas -infiltração -filtragem das águas -captura e sedimentação de material carreado pelo escoamento superficial -evapotranspiração	-manejo do escoamento superficial -limpeza da poluição difusa -conservação das infraestruturas de drenagem -aumento da umidade do ar -conexão de áreas verdes -aumento da umidade do solo adjacente -criação de habitats
LAGOA PLUVIAL	-armazenamento de água -evaporação -depuração da água captada -recarga dos aquíferos	-manejo do escoamento superficial -aumento da umidade do ar -criação de habitats -limpeza da poluição difusa
ALAGADO CONSTRUÍDO	-armazenamento de água -evaporação -evapotranspiração -filtragem da água -ciclagem de nutrientes -filtragem do ar -recarga dos aquíferos (às vezes)	-manejo do escoamento superficial -aumento da umidade do ar -limpeza da poluição difusa -tratamento de efluentes (depende) -melhora na qualidade do ar -criação de habitats -fornecimento de água de reuso (depende)
CISTERNA	-armazenamento de água	-manejo do escoamento superficial -fornecimento de água semi-potável

TETO VERDE	-infiltração -evapotranspiração -filtragem do ar	-manejo do escoamento superficial -aumento da umidade do ar -melhora na qualidade do ar -aumento eficiência energética dos edifícios -aumento da vida útil da impermeabilização -criação de habitats
PAVIMENTO DRENANTE	-infiltração -recarga dos aquíferos (na versão infiltração)	-manejo do escoamento superficial -aumento da umidade do solo adjacente
CÓRREGO RENATURALIZADO	-recepção do escoamento superficial de águas pluviais -escoamento das águas fluviais -comunicação com aquífero -limpeza das águas -evaporação -evapotranspiração	-manejo do escoamento superficial -aumento da condutividade hidráulica do canal -melhora na qualidade da água do córrego -aumento da umidade do ar -aumento da umidade do solo adjacente -criação de habitats -conexão de áreas verdes
PARQUE LINEAR	-armazenamento -evaporação -evapotranspiração -filtragem da água -filtragem do ar -recarga dos aquíferos	-manejo do escoamento superficial e do extravasamento do canal fluvial -aumento da umidade do ar -limpeza da poluição difusa -melhora na qualidade do ar -criação de habitats
COBERTURA ARBÓREA	-evapotranspiração -filtragem do ar -infiltração -amortecimento da chuva -aeração do solo -ciclagem de nutrientes	-aumento da umidade do ar -melhora da qualidade do ar -manejo do escoamento superficial -retenção de taludes -controle de erosão -conforto ambiental -amenização de ruídos -proteção do solo -criação de habitats -criação de solo -sequestro de carbono

Tabela 01 – Síntese dos principais processos naturais e serviços ecossistêmicos de cada tipologia.
Elaborado pelo autor.

Parque linear

Parques lineares criam áreas seguras para receber o eventual extravasamento de córregos e cotidianamente oferecem ampla gama de serviços e possibilidades para a população: lazer, esporte, convívio, identidade local e contato com a natureza. Também aumentam a umidade do ar, combatendo as ilhas de calor.

Schjetnan;Calvillo;Peniche (1997, p. 55) apontam que espaços abertos lineares têm várias qualidades, entre elas: capacidade de organizar sistemas de locomoção de pedestres e bicicletas;estabelecimento de corredores de ventilação e microclimas com maior umidade do ar e oxigenação;proteção de elementos naturais de valor ecológico ou visual.

O programa “100 parques para São Paulo” reconhece o saneamento, o combate às inundações, a reurbanização e o lazer como funções dos parques lineares.

Cobertura Arbórea

Embora possa ser obtida com a aplicação das demais tipologias paisagísticas, vale registrar que sua presença é indicada para todos os compartimentos ambientais. No entanto, nas áreas de várzea e de nascentes sua aplicação possui maior desempenho devido à presença de umidade no solo, o que garante vigor e potencia para os processos naturais intrínsecos.

SOBRE A APLICAÇÃO DAS TIPOLOGIAS PAISAGÍSTICAS EM ÁREAS DENSAMENTE URBANIZADAS

A identificação dos processos naturais associados a cada tipologia paisagística e o exercício subsequente de indicar qual tipologia é indicada para cada compartimento ambiental revelaram que a aplicação da Infraestrutura Verde tem dois vieses. Por um lado, sua aplicação incentiva processos naturais cuja manutenção é fundamental para que ocupação humana não antagonize com a conservação da natureza. O outro enfoque tem a ver com processos incompatíveis com a ocupação consolidada de áreas que não deveriam ter sido ocupadas, como várzeas. Dentre esses processos, o

escoamento superficial desponta absoluto.

A Infraestrutura Verde passa a lidar, então, com processos naturais que são potencialmente prejudiciais para as cidades e para as pessoas, ganhando um caráter muito mais de manejo e de restauração ecológica do que de conservação ou preservação dos processos naturais e da biodiversidade existente. Os objetivos passam a ser a produção ou o incremento de serviços ambientais para combater mazelas da urbanização: poluição do ar e da água, inundações, perda de habitats, ilhas de calor e baixa umidade do ar, entre outros.

Identificamos que há tipologias paisagísticas cuja aplicação em determinada zona ambiental não se justifica muito fortemente quanto ao objetivo coletivo de manter certa estabilidade da base biofísica da cidade, mas que podem ser muito úteis para alcançar outros objetivos, que dizem respeito mais à esfera privada. Alagados construídos nas áreas tabulares, por exemplo, não fazem sentido do ponto de vista da compatibilização entre os processos naturais predominantes nesta zona ambiental (infiltração) e os desempenhados pela tipologia (armazenamento). No entanto, podem trazer benefícios no que diz respeito ao tratamento de efluentes do lote. Note-se que a aplicação neste caso demanda mais intervenções do que se fosse aplicada nos fundos de vale, cuja capacidade inerente de armazenamento dispensa obras de impermeabilização. Outras tipologias paisagísticas, no entanto, não deveriam ser aplicadas em determinadas zonas ambientais, seja porque facilitam processos que não são os predominantes na área ou porque sua aplicação facilita processos indesejados e até mesmo perigosos em áreas densamente urbanizadas (um jardim de chuva aplicado em áreas íngremes pode induzir deslizamentos de terra, por exemplo).

E por fim, tendo em vista as nossas conclusões sobre a aplicação de pavimentos drenantes, que contradizem fortemente a verificada aplicação universal dessa tipologia (mesmo em áreas que naturalmente são pouco permeáveis), registramos aqui a necessidade de novos estudos sobre a tipologia. A mais popular e aplicada das tipologias apresenta desempenho satisfatório em qualquer situação? Sua aplicação não deveria prever diferenciação das espessuras de camadas porosas do leito e do subleito, de acordo com as características de drenagem da área a ser aplicada?

A tabela a seguir, sintetiza essas informações.

TIPOLOGIA	ZONA AMBIENTAL			
	Áreas tabulares	Áreas íngremes	Nascentes	Várzea
<i>Jardim de chuva</i>	XX	-	-	-
<i>Canteiro pluvial com infiltração</i>	XX	-	-	-
<i>Canteiro pluvial sem infiltração</i>	-	X	X	XX
<i>Biovaleta</i>	XX	X	X	X
<i>Lagoa pluvial</i>	-	X	X	XX
<i>Alagado construído</i>	X ^(s+)	X	X	XX
<i>Cisterna</i>	X ^(s+)	X	X	XX
<i>Teto verde</i>	X ^(s+)	X	X	X
<i>Pavimento drenante</i>	XX	X ^(+e)	X ^(+e)	X ^(+e)
<i>Córrego reabilitado</i>	-	-	XX	XX
<i>Parque linear</i>	-	-	XX	XX
<i>Arborização urbana</i>	X	X	XX	XX

Tabela 02 – Quadro síntese para aplicação das tipologias paisagísticas de acordo com zoneamento ambiental. Legenda:

XX máximo desempenho na aplicação da tipologia, com vistas ao incentivo de processos naturais predominantes na zona ambiental.

X aplicação compatível, mas com menor desempenho. Tipicamente, a tipologia maneja processos naturais predominantes que se mostram incompatíveis com a ocupação consolidada.

X^(s+) aplicação socialmente positiva, mas que não diz respeito ao objetivo coletivo de manter certa estabilidade da base biofísica da cidade. Aplicação indicada para obtenção de serviços ambientais cuja apropriação é majoritariamente privada.

X^(+e) aplicação que demanda mais estudos para verificação de desempenho na zona ambiental indicada.

- aplicação incompatível. Tipologia facilita processos naturais que não são os predominantes na zona ambiental indicada. Desempenho baixo ou nulo, podendo desencadear impactos indesejados.

ESTUDO DE CASO

A microbacia escolhida para estudo de caso é a do córrego Água Preta, um dos muitos córregos ocultos¹¹ de São Paulo. Localizado na zona oeste da cidade, drena uma área de 4,12km² tendo sua foz junto ao Rio Tietê. É uma área com baixa vulnerabilidade social, alto índice de desenvolvimento humano e densamente urbanizada. A exemplo do que aconteceu com as cerca de outras duas dezenas de bacias hidrográficas que nascem no Caaguaçu e que abrigam as áreas mais densamente urbanizadas da capital paulista, a impermeabilização maciça, a supressão radical da cobertura vegetal e a substituição das linhas naturais de drenagem por galerias subterrâneas alterou sobremaneira a hidrologia. Segundo estudo de Menegasse-Velásquez (1996), a antropização da bacia reduziu em 75% a infiltração (p. 112) e aumentou o escoamento superficial em 121% (p.91).

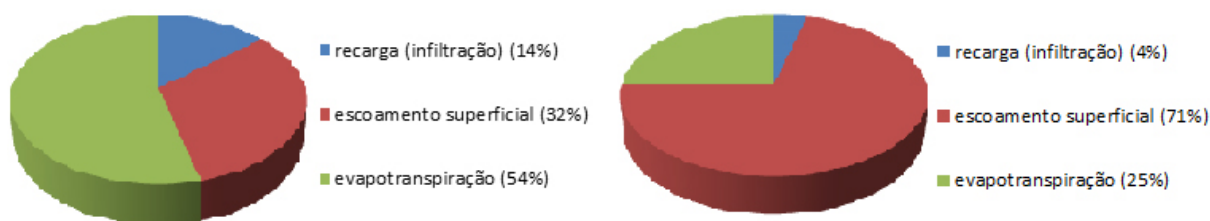


Figura 11 – Balanços hídricos pré-ocupação da bacia (esquerda) e urbanizada (direita). (Valores em relação à precipitação anual). Adaptado de Menegasse-Velásquez (1996).

Também diminuiu sensivelmente a capacidade que a paisagem tem de evaporar, evapotranspirar e interceptar as precipitações pluviométricas. O resultado é que a rápida concentração da água da chuva sob forma de escoamento superficial faz a bacia hidrográfica apresentar picos de vazão maiores e mais rápidos do que em condições naturais, recessão brusca das vazões e tendência à ocorrência de enchentes secundárias (TUCCI, 2006, p. 402). A erradicação da água na paisagem do Água Preta também explica a aridez climática que torna a região em que está inserida (Lapa), uma das áreas mais quentes da cidade (TARIFA; ARMANI, 2001, p. 56). Um clima socialmente construído que é mais quente que o seu entorno e que é incapaz de compensar a cada vez mais frequente baixa umidade do ar metropolitana e a poluição atmosférica trazida pelos eixos viários, prejudicando a qualidade de vida e a saúde da população.

¹¹ Segundo Bartalini (2006, p. 91), os córregos ocultos são os cursos d'água capilares, muitas vezes anônimos, que canalizados desapareceram sob o chão das cidades.

Para enfrentar esses e outros problemas, propusemos um plano de Infraestrutura Verde que, observando os comportamentos natural e atual da bacia hidrográfica e valendo-se do zoneamento ambiental baseado nos processos naturais e nas formas do relevo, espacializou as tipologias paisagísticas de modo a recuperar a funções ecossistêmicas que a bacia do córrego Água Preta perdeu com o adensamento da urbanização, notadamente sua capacidade de infiltração, evaporação, evapotranspiração, interceptação e armazenamento (retenção) da chuva.

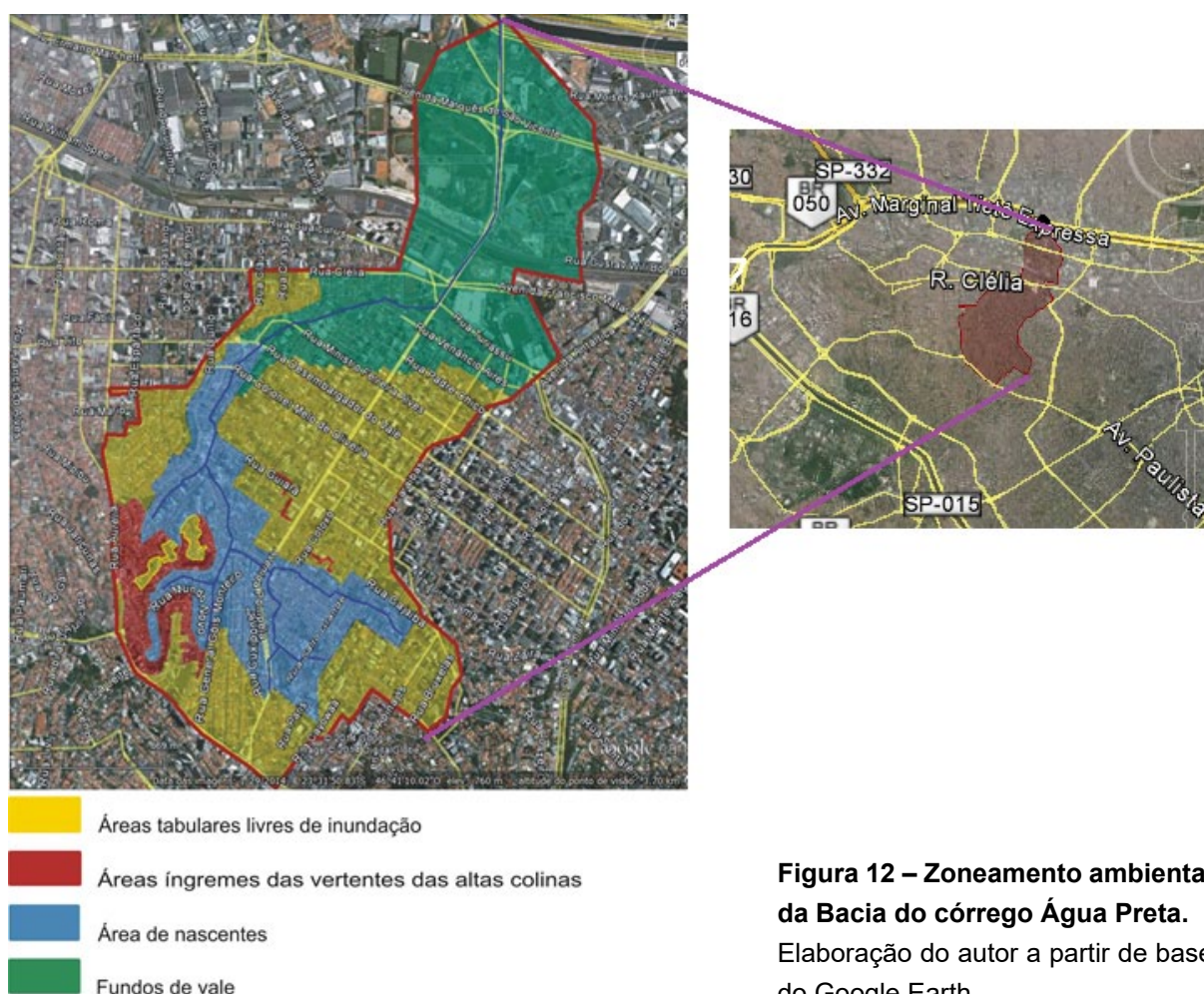


Figura 12 – Zoneamento ambiental da Bacia do córrego Água Preta.
Elaboração do autor a partir de base do Google Earth.

Entende-se que a aplicação estratégica das tipologias propiciará o rearranjo temporal das vazões, retardando o escoamento superficial. A chegada da água da chuva aos canais de drenagem acontecerá em um período maior de tempo. Adicionalmente, a captura do escoamento superficial para infiltrá-lo e/ou transformá-lo em umidade do ar e biomassa, diminuirá o volume total do escoamento superficial.

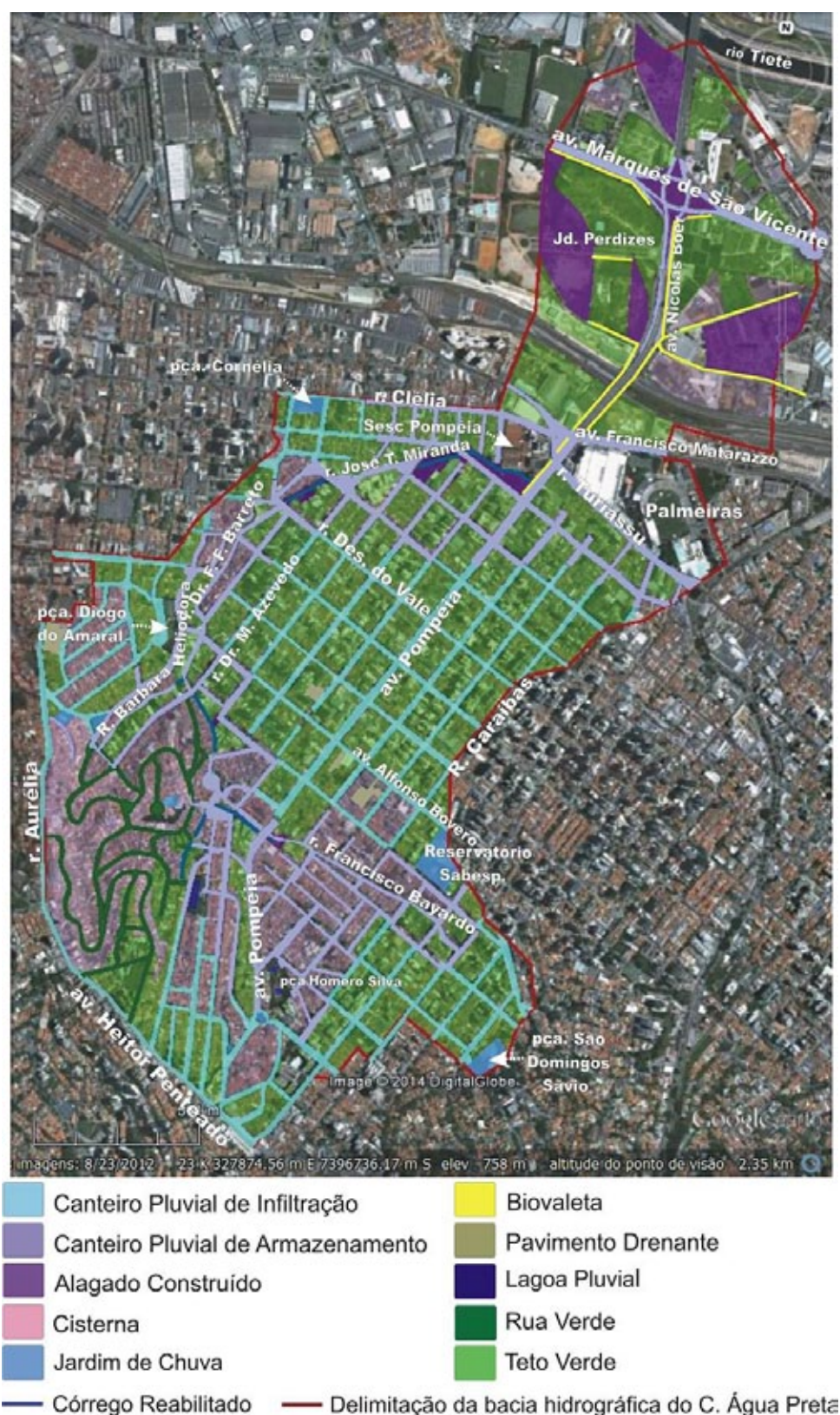


Figura 13 – A diretriz 10 espacializa as tipologias de acordo com os processos naturais predominantes em cada zona ambiental da bacia hidrográfica do córrego Água Preta. Elaborado pelo autor, sobre imagem do Google Earth.

Além de reduzir a probabilidade de inundações, essa abordagem alternativa de drenagem urbana providenciará ganhos na qualidade das águas, permitindo à população, em curto prazo, uma reaproximação do córrego Água Preta, e em longo prazo, do próprio rio Tietê, já que a Infraestrutura Verde aqui proposta em 10 diretrizes¹² fará com que o Água Preta lhe entregue águas limpas, ao invés do atual mistura tóxica carregada pela chuva. O retorno da água à paisagem também minimizará os efeitos das ilhas de calor, criando ainda habitats para a fauna, condições para o desenvolvimento de uma flora vigorosa, contribuindo para o fortalecimento de uma identidade local e a qualificação dos espaços públicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Infraestrutura Verde fomenta (e também é resulta de) uma mudança profunda nas relações entre natureza e sociedade. Esse novo modelo de intervenção na paisagem entende que natureza e cidade não são entidades antagônicas. Ao contrário: a noção de serviços ambientais tão cara à Infraestrutura Verde evidencia que paisagens naturais/naturalizadas são importantes para a qualidade de vida no ambiente urbano.

Acreditamos que o método aqui proposto é uma contribuição teórica original ao tomar como referência a análise geomorfológica do saudoso professor brasileiro Aziz Ab'Saber e o Zoneamento Ambiental baseado no processos naturais, de Schutzer, como ponto de partida para a aplicação da Infraestrutura Verde.

Neste sentido, o relevo desponta como a variável importantíssima para o planejamento da Infraestrutura Verde e sua espacialização em áreas densamente urbanizadas.

¹² As 10 diretrizes são: #1-Incentivo à infiltração nas cabeceiras, Vila Pompéia e demais áreas planas; #2-Rigorous controle do escoamento superficial nas encostas; #3-Armazenamento descentralizado e estratégico da água da chuva; #4-Revisão das taxas de permeabilidade do zoneamento do plano estratégico da subprefeitura da Lapa; #5- Criação do Parque Fluvial Córrego Água Preta; #6-Recuperação do remanescente florestal do Morro do Cruzeiro; #7-Arborização maciça na Vila Anglo Brasileira; #8-Conexão entre baixo e médio curso, atualmente interrompida pela orla ferroviária; #9-Criação de bairro-parque no baixo curso; #10-Cultivar a grade verde. Para conhecer o plano em sua totalidade, consultar Bonzi, 2015.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. O sítio urbano de São Paulo. In: Azevedo, Aroldo de. **A cidade de São Paulo: estudos de geografia urbana**. Vol I. São Paulo: Nacional, 1958.

_____. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1969.

BARTALINI, Vladimir. A trama capilar das águas na visão cotidiana da paisagem. **Revista USP** n. 70. São Paulo: USP, 2006.

BENEDICT, Mark A.; MCMAHON, Edward T. **Green Infrastructure: linking landscapes and communities**. Washington: Island Press, 2006.

BONZI, Ramón S. **Andar sobre Água Preta: a aplicação da Infraestrutura Verde em áreas densamente urbanizadas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo: FAUUSP, 2015.

CORMIER, N; PELLEGRINO, P. Infra-Estrutura Verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente** n. 25. São Paulo: FAUUSP, 2008.

FIREHOCK, Karen. **Short history of the term Green Infrastructure and selected literature**. Disponível em: <http://www.gicinc.org/PDFs/GI_History.pdf>. Acesso em: 22/02/2013.

FORMAN, R. T.; GODRON, M. **Some general principles of landscape and regional ecology**. In: *Landscape ecology*, v. 10, n. 3, p. 133-142, 1995.

FRANCE, Robert L. **Wetland Design – Principles and Practices for Landscape Architects and Land-Use Planners**. New York: W.N. Norton, 2003.

MENEGASSE-VELÁSQUEZ, L. N. **Efeitos da Urbanização Sobre o Sistema Hidrológico: Aspectos da Recarga no Aquífero Freático eo Escoamento Superficial**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais e Hidrogeologia). Instituto de Geociências-USP, 1996.

PELLEGRINO, Paulo. Pode-se planejar a Paisagem? In: **Paisagem e Ambiente** n.13, p.159-180. São Paulo: FAUUSP, 2000.

PINKHAM, R. **21st century water systems: scenarios, visions, and drivers**. Snowmass: Rocky Mountain Institute, 1999.

_____. **Daylighting: New Life for Buried Streams**. Snowmass: Rocky Mountain Institute, 2000.

SCHJETNAN, M; CALVILLO, J; PENICHE, M. **Principios de diseño urbano/ambiental**. Cidade do México: Árbol Editorial, 1997.

SCHUTZER, José Guilherme. **Cidade e meio ambiente**: a apropriação do relevo no desenho ambiental urbano. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo: FAUUSP, 2004.

_____. **Cidade e meio ambiente**: a apropriação do relevo no desenho ambiental urbano. São Paulo: Edusp, 2012a.

_____. **Dispersão urbana e apropriação do relevo na macrometrópole de São Paulo**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de São Paulo: FFLCH, 2012b.

_____. **Análise estratégica do relevo e planejamento territorial urbano: compartimentos ambientais estruturantes na macrometrópole de São Paulo**. Revista LABVERDE, n. 5, p. 12-36, 2012c.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas urbanos. In: TARIFA, J.R.; AZEVEDO, T.R. (org.). **Os climas na cidade de São Paulo** – teoria e prática. São Paulo: GEOUSP, 2001.

TUCCI, C. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, BRAGA, TUNDISI. **Águas doces no Brasil** – Capital Ecológico, usos e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. pp. 399-431.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários**: wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte. 2008. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil, Saneamento e Ambiente). Universidade Estadual de Campinas.

ARTIGO Nº 6

APLICAÇÃO DA FITORREMEDIAÇÃO EM FUNÇÃO DE TIPOLOGIAS DE INFRAESTRUTURA VERDE EM MICROBACIAS URBANAS DA CIDADE DE SÃO PAULO

*APPLICATION OF PHYTOREMEDIATION ACCORDING TO
GREEN INFRASTRUCTURE TYPOLOGIES IN URBAN WATERSHEDS
IN THE CITY OF SÃO PAULO*

MAITÊ BUENO PINHEIRO

**APLICAÇÃO DA FITORREMEDIAÇÃO EM FUNÇÃO DE TIPOLOGIAS
DE INFRAESTRUTURA VERDE EM MICROBACIAS URBANAS
DA CIDADE DE SÃO PAULO**

*APPLICATION OF PHYTOREMEDIATION ACCORDING TO
GREEN INFRASTRUCTURE TYPOLOGIES IN URBAN WATERSHEDS
IN THE CITY OF SÃO PAULO*

MAITÉ BUENO PINHEIRO

Bacharel em Ciências Biológicas, especialista em Química Ambiental, mestranda do curso de Arquitetura e Urbanismo, linha de pesquisa Paisagem e Ambiente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP).

Email: maite.biologia@gmail.com

RESUMO

Este artigo investiga a aplicação da fitorremediação em função de tipologias de Infraestrutura Verde (IV) em microbacias urbanas da cidade de São Paulo. Para esta investigação utilizou-se o reconhecimento das tipologias de Infraestrutura Verde para sua aplicação em uma microbacia densamente urbanizada da cidade, realizado no recente trabalho de Bonzi (2015). Este estudo é parte integrante de pesquisa mestrado em andamento que, em seus resultados preliminares, apresenta a tipologia biovaleta como sendo bastante indicada à tecnologia de fitorremediação. A fitorremediação é uma tecnologia emergente que utiliza os mecanismos naturais das plantas e suas interações com a microbiota associada para a degradação, contenção, imobilização e extração de poluentes orgânicos e inorgânicos, e pode ser aplicada para o tratamento da poluição das águas urbanas em função das tipologias paisagísticas de Infraestrutura Verde. A Infraestrutura Verde é uma rede de áreas paisagisticamente interconectadas que pode ser compreendida como uma ferramenta para o reconhecimento e aproveitamento de serviços ecossistêmicos no ambiente urbano. A IV tem sido considerada na literatura especializada como uma ferramenta capaz de atender às demandas das questões ambientais das cidades, especialmente no que diz respeito ao manejo quantitativo e qualitativo das águas.

Palavras-chave: Fitorremediação; Infraestrutura Verde; águas urbanas; microbacias urbanas; São Paulo.

ABSTRACT

This article investigates the use of phytoremediation in function of Green Infrastructure (GI) typologies in urban micro watersheds of São Paulo. For such investigation it was used the recognition of Green Infrastructure typologies for its application in a densely urbanized micro watershed of the city, performed in the recent work of Bonzi (2015). That study is part of a master degree research in progress that in its preliminary results introduces the bio-ditch typology as being well suited to the phytoremediation technology. Phytoremediation is an emerging technology that uses the natural mechanisms of plants and their interactions with the microbiota associated with the degradation, containment, immobilization and extraction of organic and inorganic pollutants. It can be applied to the treatment of urban water pollution according to the Green Infrastructure landscape typologies. The Green Infrastructure is a network of interconnected landscaped areas which can be understood as a tool for the recognition and use of ecosystem services in the urban environment. Specialized literature has been considering GI the as a tool able to meet demands of cities' environmental issues, especially with regard to the quantitative and qualitative management of water.

Keywords: *Phytoremediation; Green infrastructure; Urban Water; Urban Watersheds; City of São Paulo.*

INTRODUÇÃO

Este artigo tem como propósito investigar a aplicação da fitorremediação na despoluição das águas urbanas utilizando-se tipologias da Infraestrutura Verde (IV) e realizar um estudo preliminar das possibilidades de sua aplicação nas águas da cidade de São Paulo. Tal investigação se insere na pesquisa de mestrado em andamento, intitulada “Infraestrutura Verde de manejo *in situ* das águas urbanas: Fitorremediação como mecanismo de seleção das espécies vegetais”¹.

A fitorremediação é o nome dado à tecnologia que utiliza as plantas e as suas in-

¹ Orientador Prof. Dr. Paulo Renato Mesquita Pellegrino. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU-USP. Conta com bolsa de estudos, processo: n. 2014/14998-6, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

terações com a microbiota associada na remediação de ambientes contaminados (EPA, 2000; SALT; SMITH e RASKIN, 1998; SALT *et al*, 1995; RASKIN *et al*, 1994 *apud* PILLON-SMITS, 2005; PILLON-SMITS, 2005). Esta tecnologia compreende um conjunto de mecanismos que dizem respeito aos processos naturais das plantas e às suas interações com os microorganismos da rizosfera² para degradar, extrair, conter ou imobilizar contaminantes orgânicos e inorgânicos presentes nos solos, sedimentos, águas superficiais e águas subterrâneas (RUBY e APPLETON, 2010; PIRES *et al*, 2003 *apud* COUTINHO, 2007; EPA, 2000; SALT; SMITH e RASKIN, 1998; SALT *et al*, 1995; RASKIN *et al*, 1994 *apud* PILLON-SMITS, 2005).

O termo fitorremediação (*phyto* = planta; remediar = corrigir o mal), é relativamente recente, passou a ser empregado no ano de 1991 (EPA, 2000), na mesma década em que se tornou popular para as agências governamentais e para o setor industrial dos Estados Unidos e da Europa (PILLON-SMITS, 2005). Nos Estados Unidos, os conhecimentos sobre os mecanismos envolvidos na fitorremediação foram adquiridos através das experiências com os problemas ambientais relativos às atividades de agricultura, silvicultura e horticultura (EPA, 2000).

A fitorremediação é eficiente para uma gama de poluentes orgânicos e inorgânicos como metais, metalóides, hidrocarbonetos do petróleo, compostos orgânicos voláteis (VOCs), pesticidas, herbicidas, nutrientes, radionuclídeos, organoclorados, solventes clorados, explosivos, fenóis e nutrientes inorgânicos (MORENO *et al*, 1998; MORENO e SÍGOLO, 2007; PILLON-SMITS, 2005; EPA, 2000; DUSHENKOV, *et al*, 1995).

Atualmente, a fitorremediação tem sido identificada como o método mais rentável, não invasivo e publicamente aceito no tratamento de ambientes contaminados (RUBY; APPLETON, 2010). Seus mecanismos naturais de remediação são movidos pela energia solar, constituindo uma tecnologia atraente do ponto de vista econômico, se comparada a tecnologias convencionais de remediação (GERHARDT *et al*, 2009). Confere caráter estético positivo à paisagem e tem potencial de devolver ao solo materiais orgânicos, nutrientes e oxigênio através das plantas e dos processos metabólicos microbianos (PILLON-SMITS, 2005; ALORKA; GARBISU, 2001). Além disso, a

² A rizosfera compreende a área de aproximadamente 1 mm ao redor da raiz e encontra-se sobre influência da planta, que libera pelas raízes uma variedade de compostos orgânicos derivados da fotossíntese, chamados fotossintatos. Estes fotossintatos servem de recursos para fungos heterotróficos e bactérias e são o fator substancial para a área de degradação ao redor das raízes (PILLON-SMITS, 2005).

introdução da cobertura vegetal promove: estabilização do solo atenuando processos erosivos (GERHARDT *et al*, 2009), recarga dos aquíferos e lençóis freáticos, proteção das nascentes, cursos d'água e proteção para biodiversidade (SMA, 2009).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*U. S. Environmental Protection Agency* - EPA) inclui a fitorremediação no grupo de melhores práticas de gestão das águas da chuva (*Best Management Practices* - BMPs). As BMPs incorporam o conceito de desenvolvimento de baixo impacto (*Low Impact Development* - LID), uma abordagem ecológica de gestão das águas pluviais, favorecida pelo uso de “engenharias suaves” (*soft engineering*) e de uma rede de vegetação que, atua tanto no controle das vazões como da poluição difusa. O objetivo do LID é reduzir os impactos da urbanização sobre os recursos hídricos, buscando devolver as condições pré-urbanas da bacia hidrográfica, através da rede de paisagens naturalizadas, planejadas desde o lote residencial para toda a bacia (UACDC, 2010). Tais estratégias, BMPs e LID, são empregadas com a utilização de um sistema de Infraestrutura Verde (IV).

Infraestrutura Verde (IV)

A Infraestrutura Verde (IV) é uma rede interconectada de áreas naturais e outros espaços abertos, paisagisticamente tratados, capazes de desempenhar as funções ecológicas e hidrológicas dos ecossistemas no meio urbano. Do ponto de vista do planejamento regional, a IV incorpora as áreas de conservação públicas e privadas, áreas trabalhadas com valores de conservação e outros espaços abertos protegidos que atuam na conservação dos valores dos ecossistemas naturais e suas funções como mananciais (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

No campo do urbanismo e da arquitetura da paisagem, uma série de outros conceitos vêm sendo explorados para atender às questões urbanas – Estrutura Ecológica, Novo Urbanismo (*New Urbanism*), Urbanismo Paisagístico (*Landscape Urbanism*), Planejamento Ambiental, Urbanismo Biomimético e Urbanismo Biofílico. Com Bonzi, (2015 p. 42) a IV “*emerge como ponto em comum a todas essas escolas, sobretudo no que diz respeito a suas tipologias e enquanto proposta de configuração espacial – rede de áreas interconectadas.*”

A IV compreende uma diversidade de tipologias paisagísticas, como jardins de chuva, biovaletas, tetos verdes, *wetlands* construídos e canteiros pluviais que atuam no

manejo das água, quantitativamente e qualitativamente, em diversas escalas. Essas tipologias incorporam funções infraestruturais aos espaços abertos do tecido urbano, por combinarem tecnologias de alto desempenho (CORMIER; PELLEGRINO, 2008), que promovem serviços relacionados à drenagem, ao mesmo tempo em que conferem respostas aos problemas de mobilidade, acesso, conforto ambiental, despoluição das águas e do ar, fomento à biodiversidade, lazer e imagem local (BONZI, 2015).

A IV incorpora a visão de que a conservação da natureza não precisa se opor ao desenvolvimento, ela fornece uma organização espacial que proporciona, simultaneamente, lugares para o desenvolvimento das atividades sociais e para o fornecimento dos benefícios da natureza (BENEDICT; McMAHON, 2006).

De acordo com Cormier e Pellegrino (2008), a IV pode ser compreendida como uma ferramenta para o reconhecimento e aproveitamento de serviços ecossistêmicos no ambiente urbano. Os serviços ecossistêmicos³ são serviços prestados pelos ecossistemas que conferem benefícios à qualidade de vida humana. São divididos em quatro categorias: **a. Serviços de suporte**, como formação do solo, ciclagem de nutrientes, fotossíntese (SANTOS, 2014); **b. Serviços de regulação**, como regulação do clima, purificação da água e do ar, regulação de enfermidades, entre outros; **c. Serviços de provisão**, de alimentos, matéria prima, combustíveis etc.; **d. Serviços culturais**, recreativos, estéticos, espirituais e religiosos, turísticos, entre outros (AEM, 2005 *apud* ROSA, 2014).

Na IV a água é o elemento de conectividade, facilitador da biodiversidade e provedor do suporte aos diversos processos e serviços ecossistêmicos. A hidrologia tem papel principal entre os processos envolvidos, é indicadora das condições urbanas e fator de influência sobre aspectos culturais e biofísicos (MOURA, 2013).

A IV é uma estratégia de interesse para aplicação da fitorremediação no tratamento da poluição das águas urbanas. E de acordo com Bonzi (2015) os atributos da IV privilegiam sua aplicação em bacias hidrográficas localizadas em áreas densamente urbanizadas, como na cidade de São Paulo.

³ O conceito de serviço ecossistêmico se consolidou em 2005 com a Avaliação Ecológica do Milênio (AEM), e suas bases teóricas se encontram na busca pelo entendimento das relações entre os ecossistemas e a qualidade da vida humana. O conceito engloba os termos serviços da natureza, capital natural e serviços ambientais. Os conflitos existentes em sua classificação são discutidos nos trabalhos de Rosa (2014) e Santos (2014).

Nesse sentido, o presente estudo se justifica ao visar contribuir com a ampliação dos conhecimentos sobre a fitorremediação como meio para a recuperação da qualidade das águas urbanas e sua aplicação em função das tipologias da Infraestrutura Verde em microbacias da cidade de São Paulo.

A poluição das águas urbanas

Na natureza, a vegetação e a água são indissociáveis. A vegetação promove a manutenção do ciclo hidrológico e está diretamente relacionada à permeabilidade dos solos, sendo um fator determinante para a regularidade da vazão dos rios. Especialmente a vegetação que ladeia os cursos d'água, denominada mata ciliar, estabiliza as margens, diminui o risco de erosão e assoreamento dos cursos hídricos, minimiza as contaminações químicas e biológicas e são mitigadoras de perdas de água por evaporação (SMA, 2009).

No ambiente urbano, as paisagens naturais foram alteradas ao longo do tempo pelo processo de urbanização, que gerou uma série de impactos ambientais negativos e perda da provisão dos serviços ecossistêmicos.

Segundo Bonzi (2015), parte dos problemas urbanos são consequências de um processo que se deu indiferente à base biofísica da paisagem, fundamental para o desenvolvimento da cidade.

Na cidade de São Paulo, a poluição das águas urbanas, é resultado de um conjunto de efeitos, bastante conhecidos, provocados pelo processo de urbanização caracterizado por crescimento acelerado e irregular, poluição da atmosfera, intensa impermeabilização dos solos, processos erosivos, alterações no microclima, ocupação das áreas de várzeas por avenidas de fundo de vale e ocupações irregulares (LEITE, 2008), além de um mosaico de áreas contaminadas (MORINAGA, 2013).

A atual contaminação das águas urbanas não somente está associada ao processo histórico, acima mencionado, mas também a fatores como:

- a. Deficiências atuais no sistema de tratamento, coleta e transporte de esgoto e ligações clandestinas de esgoto às tubulações da infraestrutura de drenagem de águas pluviais;

- b. Contaminação dos solos, que posteriormente leva à contaminação das águas subterrâneas e superficiais, sendo comum em áreas urbanas a contaminação por atividade de postos de combustível (PINHEIRO, 2012);
- c. A chuva ácida, ocasionada pela poluição atmosférica;
- d. Supressão de vegetação e ocupação das planícies aluviais e várzeas;
- e. Aumento de áreas impermeáveis, o que incrementa a carga de poluição difusa⁴ carregada pelo escoamento das águas pluviais, sendo esta a principal fonte de poluição das bacias urbanas atualmente⁵;
- f. Fertilizantes de áreas agrícolas e ajardinadas que contribuem com a introdução de nitratos e fostatos nos sistemas locais de drenagem, provocando eutrofização dos corpos hídricos à jusante (DANIELS, 2003 *apud* PLATT, 2006).

Mecanismos da fitorremediação e aplicações

A fitorremediação é classificada de acordo com o destino dos contaminantes –degradação, extração, contenção ou imobilização e volatilização – e com base nos mecanismos vegetais envolvidos, quais sejam: extração de contaminantes do solo ou água subterrânea; concentração de contaminantes no tecido da planta; degradação dos contaminantes a partir de processos bióticos ou abióticos; volatilização ou transpiração de compostos voláteis das plantas para atmosfera; imobilização dos contaminantes na rizosfera; controle fitohidráulico dos contaminantes na água subterrânea (controle da pluma de contaminação); controle do escoamento; erosão; e infiltração pela cobertura vegetal (EPA, 2000).

³ Poluição proveniente de atividades que depositam poluentes de forma esparsa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica. Ela é formada por resíduos de origem bastante diversificada, como os provocados pelo desgaste do asfalto pelos veículos, o lixo acumulado nas ruas e calçadas, as decomposições orgânicas, as sobras de materiais das atividades de construção, os restos de combustível, óleos e graxas deixados por veículos, poluentes do ar, etc. (AESABESP, 2008).

⁴ O escoamento pluviual carrega expressivas cargas de poluição difusa, principalmente no primeiro fluxo de escoamento (*first flush*), onde a contaminação é muitas vezes maior do que a normalmente encontrada nos esgotos (MOURA, 2013).

Os mecanismos da fitorremediação são divididos em dois tipos, mecanismos de ação direta e ação indireta. Fitoextração, rizofiltração, fitodegradação, fitovolatilização e controle fitohidráulico são mecanismos de ação direta. Já fitoestabilização, rizodegradação, sistemas de cobertura vegetal e corredores ripários, são mecanismos de ação indireta (EPA, 2000). Estes mecanismos podem agir em conjunto ou isoladamente nos diferentes substratos – solos, sedimentos, lamas, águas superficiais e subterrâneas – atingindo uma variedade de poluentes orgânicos e inorgânicos e envolvem grande diversidade de espécies de plantas macrófitas (plantas aquáticas) e terrestres.

A seguir, apresenta-se um desenho esquemático e breve descrição de alguns dos mecanismos da fitorremediação.

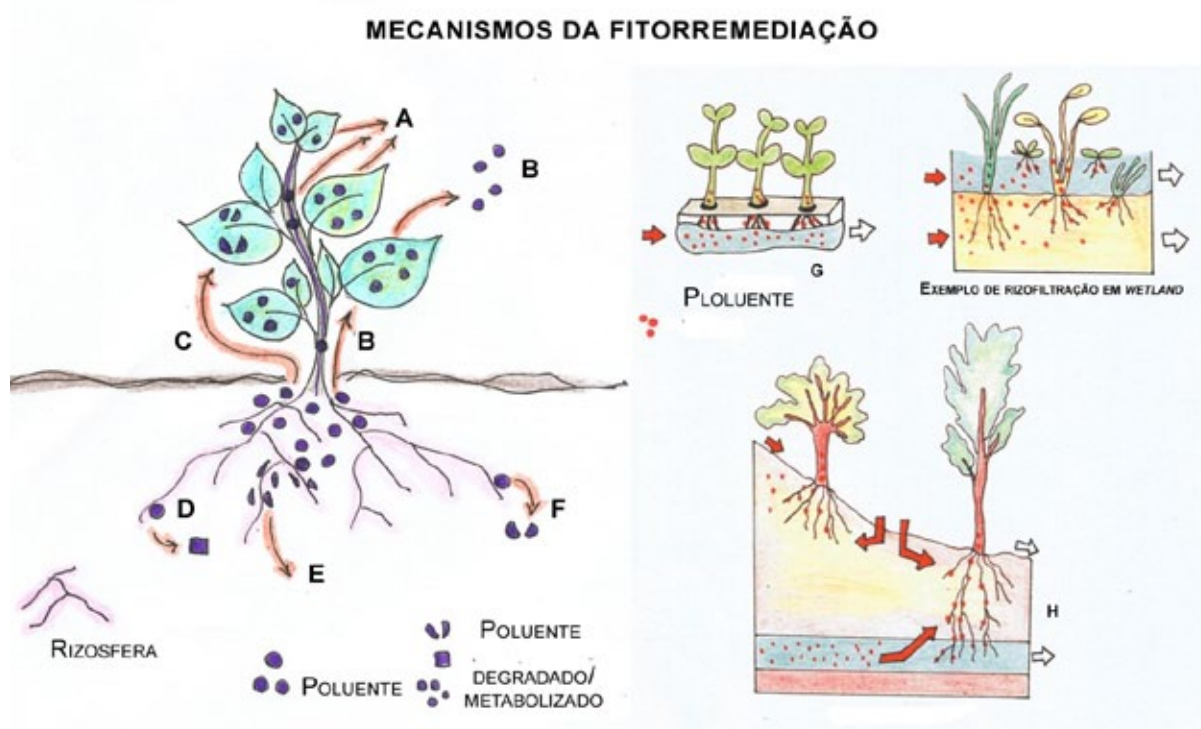


Figura 1 – Desenho esquemático dos mecanismos da fitorremediação.

Fonte: Adaptação de Pilon-Smits (2005).

Mecanismos de ação direta:

A - Fitoextração: Absorção direta de metais, metalóides e alguns radionuclídeos pelas raízes e translocação para os tecidos aéreos da planta, a partir de espécies de plantas denominadas hiperacumuladoras (MORENO; SÍGOLO, 2007; EPA, 1999). A remoção dos metais retidos nos tecidos das plantas é feita através de ciclos de colheita. Os vegetais depois de colhidos podem ser incinerados ou reciclados. Ciclos de plantio e colheita podem ser feitos sucessivamente de

acordo com o grau da contaminação. No caso de incineração dos vegetais, as cinzas geradas devem ser descartas em um aterro específico para resíduos perigosos (EPA, 1999). Inicialmente, a fitoextração foi utilizada para o tratamento de solos e sedimentos contaminados por metais e metalóides, mas pode ser aplicada para o tratamento de águas com níveis baixos de contaminação (EPA, 2000).

B - Fitovolatilização: Absorção do contaminante pelas raízes e sua posterior liberação pelas folhas ou raízes na forma volátil para a atmosfera, podendo ou não sofrer modificações nas suas propriedades químicas (MORENO; SÍGOLO, 2007). Quando os contaminantes absorvidos são convertidos em formas menos tóxicas, uma vez na atmosfera podem sofrer processos naturais como a fotodegradação. A fitovolatilização oferece a possibilidade de remoção completa do contaminante, mas é necessário considerar os níveis e as propriedades tóxicas dos gases/vapores liberados, pois podem conferir risco ao ambiente e às pessoas. (PILON-SMITS, 2005). Este mecanismo pode ser aplicado no tratamento de águas subterrâneas, solos, sedimentos e lamas, porém os solos devem oferecer as condições adequadas em relação à quantidade de água para que os contaminantes possam ser absorvidos (EPA, 2000).

C - Fitodegradação: Degradação e/ou transformação de compostos no interior da planta. Este mecanismo ocorre após a absorção do contaminante através de processos metabólicos, ou na rizosfera por meio da ação de complexos enzimáticos liberados pelas raízes. Neste mecanismo não é considerada a ação dos microorganismos presentes na rizosfera, as transformações no interior da planta são a principal via de ação (EPA, 2000). As transformações ocorridas dependem das propriedades dos compostos envolvidos e da absorção do contaminante pela planta, influenciada pelas propriedades hidrofóbicas de solubilidade e polaridade dos contaminantes (KAMATH *et al.* 2005). A fitodegradação pode ser aplicada no tratamento de solos, sedimentos, lamas, águas subterrâneas e águas superficiais (EPA, 2000).

F - Rizofiltração *in situ* e *ex situ*: Absorção ou precipitação do contaminante presente na água, ou em solução na rizosfera, pelas raízes das plantas através de processos bióticos e abióticos. A absorção, concentração ou transporte dos contaminantes pelas plantas dependerá do contaminante envolvido. Os metais, por exemplo, podem ser precipitados através da ação de exudatos no interior da planta e removidos na colheita (EPA, 2000). Pode ser aplicada *in situ* no tratamento de corpos hídricos, através de *wetlands* construídos, plataformas flutuantes (*floating rafts*), ilhas e arquipélogos flutuantes. Estas formas de aplicação também podem ser usadas no tratamento das águas das chuvas com a construção de *wetlands* e lagoas pluviais e também para o tratamento de efluentes domésticos e industriais. A aplicação da rizofiltração pode ser feita *ex situ*, conduzindo o fluxo para um local de tratamento.

G – Controle fitohidráulico: Age na contenção de plumas de contaminação por meio dos mecanismos de infiltração e bombeamento (*sponge pump*). A configuração de um sistema raiz-planta permite a realização das funções de evapotranspiração e de retenção de água de modo equilibrado. A vegetação bombeia a água do solo e a libera para a atmosfera através da transpiração (MORENO; SÍGOLO, 2007). As raízes das árvores também agem formando uma barreira eficaz impedindo a migração horizontal da pluma de contaminantes pelas águas subterrâneas (PILON-SMITS, 2005).

Mecanismos de ação indireta

D – Fitoestabilização: Imobilização dos contaminantes no solo ou na rizosfera, que pode ser auxiliada pela adição de inertizantes. A precipitação do contaminante na rizosfera altera sua biodisponibilidade no meio. A ação das raízes também contribui para evitar a migração dos contaminantes para a água subterrânea ou sua dispersão pelo solo, evita processos erosivos e promove mudanças nas propriedades químicas do solo, devido à liberação de exudatos pelas raízes. A liberação dessas substâncias pode ocasionar a alteração do pH e produção de gás carbônico proporcionando o aumento da comunidade microbiana, fixação de nitrogênio atmosférico e a mineralização de compostos orgânicos no solo (MORENO; SÍGOLO, 2007).

E – Rizodegradação: Degradação de contaminantes na rizosfera a partir da interação entre as plantas e os microrganismos associados, os quais utilizam o elemento carbono dos contaminantes orgânicos como fonte de energia. As plantas liberam uma diversidade de exudatos, substâncias como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, ácidos graxos, esteróis, enzimas e outros compostos que enriquecem e estimulam a atividade microbiana na rizosfera e proporcionam o aumento da taxa de degradação de compostos orgânicos. A presença das raízes no solo também pode afetar as condições do meio, como aeração e umidade, criando condições favoráveis para que microrganismos nativos ajam na biodegradação dos compostos orgânicos, mesmo na ausência da liberação de exudatos. A rizodegradação é um mecanismo que requer um maior tempo de ação e uma extensa área de ocupação pelas raízes das plantas, além de aplicação de técnicas agronômicas, envolvendo o uso de fertilizantes, devido à competição por nutrientes entre plantas e microrganismos. Os mecanismos de fitodegradação e fitovolatilização podem acontecer junto com a rizodegradação e devem ser observados. A rizodegradação é aplicada para contaminantes presentes nos solos (PILON-SMITS, 2005).

Além dos mecanismos demonstrados na figura anterior, a fitorremediação também possui o mecanismo denominado sistema de cobertura vegetal. O sistema de cobertura vegetal é de longo prazo auto-sustentável, aplicado em áreas contaminadas, incluindo áreas que oferecem riscos à saúde pública. A cobertura vegetal pode reduzir os riscos para um nível aceitável e, geralmente, com manutenção mínima. Existem dois tipos de cobertura vegetal, coberturas de evapotranspiração e coberturas de fitorremediação. Ambas atuam isolando o risco e impedindo a infiltração da água no solo contaminado, ao mesmo tempo em que degradam os poluentes. Os sistemas de coberturas de fitorremediação incorporam aspectos de controle fitohidráulico, fitodegradação, rizorremediação, fitovolatilização e, provavelmente, fitoextração (EPA, 2000).

Fitorremediação na despoluição das águas urbanas a partir das tipologias da Infraestrutura Verde: Estudo preliminar das possibilidades de aplicação para a cidade de São Paulo

Para obter aplicação da fitorremediação no tratamento das águas urbanas é necessário identificar os problemas que afetam a qualidade das águas no âmbito da bacia hidrográfica e determinar os mecanismos da fitorremediação mais adequados para a realidade local, para então incorporá-los às tipologias da IV.

A presente investigação utilizou-se do estudo para a aplicação de tipologias de IV em uma microbacia hidrográfica densamente urbanizada, a microbacia do Água Preta⁶, realizada por Bonzi (2015).

O autor apresenta um plano com diretrizes desenvolvidas a partir do conceito de compartimentação ambiental de Schutzer (2012), que associa à compartimentação topográfica a ideia de valores de uso e de ocupação do território para a sociedade urbana e identifica no compartimento de relevo sua propensão ou fragilidade em atender às funções urbanas. A compartimentação ambiental é feita por meio da investigação detalhada dos compartimentos topográficos, não tem escala definida, depende da situação estudada e tem finalidade do uso urbano do território, portanto, particularmente ligada a áreas densamente urbanizadas.

Ao identificar os compartimentos ambientais da microbacia e os processos naturais predominantes, Bonzi (2015) destacou o aproveitamento e o manejo desses processos a partir da aplicação de tipologias de IV.

RESULTADOS

Dentre as tipologias paisagísticas de IV reconhecidas por Bonzi (2015) para a microbacia do Água Preta, possuem interesse para aplicação da fitorremediação: jardim de chuva, canteiro pluvial, biovaleta, lagoa pluvial, alagado construído (*wetland*), teto

⁶ Área localizada na zona Oeste da cidade de São Paulo, drenada por muitos córregos ocultos da cidade e que apresenta problemas típicos de áreas expressivamente adensadas: alta taxa de impermeabilização, ilhas de calor, erradicação da cobertura vegetal original, radical alteração hidrológica, enchentes, carência de áreas verdes e precariedade de mobilidade e de serviços públicos (BONZI, 2015).

verde, córrego reabilitado e parque linear, sendo esta última tipologia, uma das mais importantes para o tratamento das águas urbanas. O parque linear pode ter função de proteger os cursos d'água e englobar todas as outras tipologias de IV, promovendo a gestão integrada, e fornecer uma série de serviços ecossistêmicos de suporte, regulação, provisão e serviços culturais.

Neste estudo preliminar, procuramos demonstrar como a fitorremediação pode ser utilizada na biovaleta para o tratamento das águas da cidade de São Paulo. A biovaleta, também conhecida como vala de biorretenção vegetada, é a tipologia que consiste em depressões lineares compostas de vegetação, solo e outros elementos filtrantes, que participam da limpeza da água pluvial, ao mesmo tempo em que promovem outras funções que serão detalhadas no tópico a seguir (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

A escolha desta tipologia se baseou no fato de que a biovaleta pode compor todos os compartimentos ambientais indentificados na microbacia do Água Preta e por apresentar possibilidades de conexões com outras tipologias de IV, como jardins de chuvas e *wetlands*.

Os resultados obtidos organizam informações sobre a biovaleta, os compartimentos ambientais indicados para sua aplicação na microbacia do Água Preta, os mecanismos naturais envolvidos nesses compartimentos, a composição da tipologia na paisagem, os serviços ecossistêmicos providos, os mecanismos da fitorremediação com potencial de serem associados à biovaleta, os poluentes que podem ser remediados a partir destes mecanismos e algumas espécies de plantas investigadas na fitorremediação.

Biovaletas ou valetas de biorretenção vegetadas

As biovaletas são faixas lineares rebaixadas compostas por vegetação, solo e outros elementos filtrantes que realizam a despoluição da água da chuva e retardam a velocidade do escoamento superficial (BONZI, 2015; CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

As biovaletas são semelhantes aos jardins de chuva, depressões topográficas que recebem o escoamento pluvial das áreas limítrofes; no entanto, atuam com maior força na infiltração da água, além de desempenharem funções de limpeza e evapotranspiração. No sistema de IV, as biovaletas conduzem o escoamento pluvial aos jardins de chuva, contribuindo para a despoluição da água no decorrer do trajeto, ao filtrar os

poluentes a partir de seu substrato e vegetação (CORMIER; PELLEGRINO, 2008). A figura a seguir apresenta o desenho esquemático de uma biovaleta.

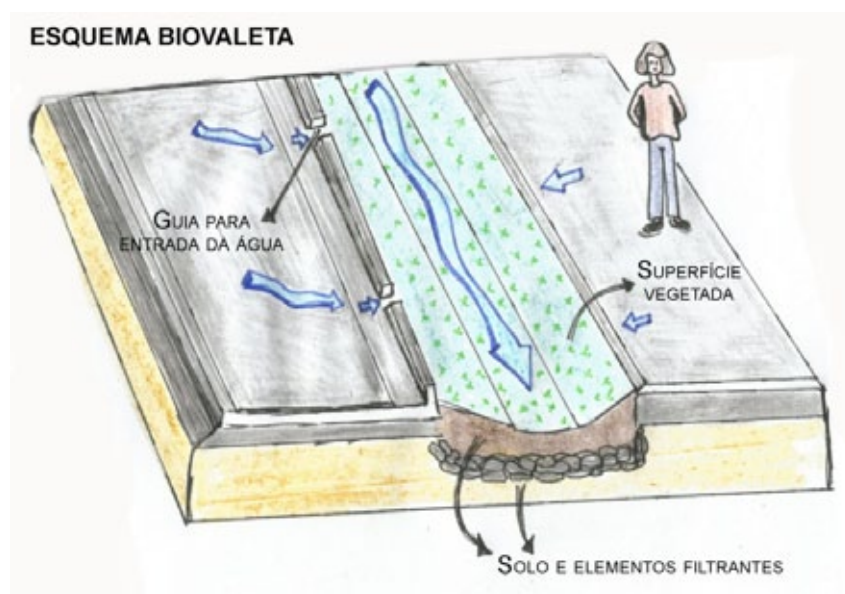


Figura 2 – Desenho esquemático da tipologia biovaleta. Fonte: Adaptado de Cormier e Pellegrino (2008).

Os processos naturais que ocorrem, passiva ou ativamente, na tipologia biovaleta são escoamento das águas, infiltração, evapotranspiração, filtragem da água e retenção da sedimentação e de materiais carreados. Os compartimentos de relevo identificados na microbacia do Água Preta que favorecem a implantação de biovaletas são as áreas tubulares livres de inundação⁷ (a biovaleta apresenta alto desempenho dada a facilidade de infiltração), áreas de nascentes⁸ e fundos de vale⁹ (BONZI, 2015).

⁷ Áreas tubulares livres de inundação refere-se ao supercompartimento ambiental estruturante, formado pelos compartimentos de relevo Altas Colinas e patamares e rampas dos espigões secundários vinculados ao Espigão Central e Baixos Terraços do rio Tietê. Vasta área livre de inundações, favorável à ocupação, onde os processos de infiltração predominam sobre o escoamento superficial (BONZI, 2015).

⁸ Áreas de nascentes correspondem às nascentes presentes em amplitude altimétrica de 750 a 795 metros (MENEGASSE-VELÁSQUEZ, 1996; SCHUTZER 2004, 2012a *apud* BONZI, 2015).

⁹ Fundos de vale são o supercompartimento onde há predomínio do armazenamento de água sobre os processos de infiltração (muito limitados, devido à proximidade do lençol freático) e de escoamento superficial (praticamente limitado ao escoamento concentrado nos corpos d'água). Área com tendência a excesso de acumulação de água, aptas a abrigar parques com vegetação densa, lagos e espaços públicos institucionais de múltiplo uso (BONZI, 2015).

As biovaletas desempenham os serviços ecossistêmicos de manejo do escoamento superficial, conservação da infraestrutura de drenagem existente, aumento da umidade do ar, remediação da poluição difusa, conectam áreas verdes e contribuem com aumento da umidade do solo adjacente (BONZI, 2015) e com a regulação do ciclo hidrológico (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

Esta tipologia pode ser implantada em terrenos íngremes, na forma de escadas hidráulicas, a partir de uma divisão das biovaletas em células escalonadas entre as cotas altimétricas do terreno. Nesta configuração, a água extravasa, suscetivamente, de uma célula para outra, a pressão da coluna d'água potencializa a infiltração da água no solo e a queda entre uma célula e outra dissipa a energia das águas, diminuindo a intensidade do escoamento superficial. Esta tipologia pode substituir as vias convencionais de escoamentos, compostas por pavimentos impermeabilizados. Com a implantação das biovaletas, o sistema de drenagem existente passa a atuar como um *backup*, recebendo o excedente do escoamento superficial nos eventos de chuvas mais intensas e/ou prolongadas e reduzindo os alagamentos nas áreas à jusante (BONZI, 2015).

Ainda no que concerne à composição paisagística, as biovaletas podem ou acompanhar o traçado das ruas, ou serem implantadas em espaços estreitos da paisagem urbana, como por exemplo, colocadas entre fileiras de estacionamentos (MOURA, 2013; CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

Mecanismos de fitorremediação associados, espécies de plantas empregadas e poluentes alcançados

A partir do levantamento realizado, reconheceu-se três mecanismos de fitorremediação que podem ser utilizados nas biovaletas.

A **fitoextração** é o mecanismo que realiza a remediação da contaminação dos solos por metais e radionuclídeos. Seu emprego em biovaletas previne a contaminação das águas subterrâneas, reduz a carga de poluição que atingirá as áreas à jusante e melhora a qualidade dos solos, contribuindo com o desempenho do sistema de IV. A fitoextração age na remoção de metais como Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se e Zn (MORENO e SÍGOLO, 2007; PILON-SMTS, 2005; EPA, 2000) e radionuclídeos ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu , ^{238}U , ^{234}U (EPA, 2000). As espécies de plantas que desempenham este mecanismo são conhecidas como plantas hiperacumuladoras e

mais de 400 delas são reconhecidas atualmente (SZCYGLOWSKA *et al*, 2011; MORENO *et al*, 2005). As espécies da família Brassicaceae, gênero *Brassica* e *Thlaspi*, são bastante estudadas a respeito do potencial de fitoextração, especialmente a espécie *Brassica juncea*, popularmente conhecida como mostarda marrom (SZCYGLOWSKA *et al*, 2011; KUMAR *et al*, 1995 apud EPA, 2000; MORENO *et al*, 2005; EPA, 2000), entre outros gêneros e famílias.

Na Lista de Espécies da Flora do Brasil do Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ, 2013) a *Brassica juncea* (L.) Czern, é considerada uma espécie naturalizada brasileira, não endêmica. É uma erva de substrato terrícola, de ocorrência nas regiões Centro-Oeste (Distrito Federal e Mato Grosso), Sudeste (São Paulo) e Sul (Paraná), no domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, reconhecida como vegetação de Área Antrópica.

O mecanismo de **fitodegradação** em biovaletas age sobre a poluição difusa carregada pelo escoamento pluvial, assim como sobre os poluentes presentes no solo, prevenindo a contaminação dos lençóis freáticos e das áreas à jusante. As plantas que desempenham este mecanismo atuam na degradação de compostos orgânicos, solventes clorados, herbicidas, inseticidas, explosivos (como trinitotolueno - TNT), fenóis e nutrientes orgânicos (EPA, 2000). A literatura consultada inclui a espécie de macrófita *Myriophyllum aquaticum* (EPA, 2000), algumas espécies arbóreas de choupos híbridos (BURKEN; SCHNOOR, 1997 apud EPA, 2000), as espécies *Salix nigra* e as do gênero *Betula* (CONGER; PORTIER, 1997 apud EPA, 2000).

Buscou-se na Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2013) a ocorrência das espécies acima citadas, e o único gênero de ocorrência na flora brasileira é o *Salix* L., pertencente à família Salicaceae, espécie arbórea de origem nativa, não endêmica do Brasil. Distribui-se geograficamente nas regiões Norte (Acre, Amazonas e Pará), Sudeste (Minas Gerais e São Paulo) e Sul (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina), nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Mata Atlântica e Pampa.

A **rizodegradação** aplicada às biovaletas participa da remoção dos poluentes orgânicos retidos pelas plantas durante o escoamento da água da chuva, realizando, posteriormente, a degradação desses compostos no solo. Este mecanismo tem potencial de tratar compostos orgânicos hidrofóbicos (compostos não absorvidos pelas plantas), como as bifelinas policloradas (PCBs), os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e outros hidrocarbonetos do petróleo (PILON-SMITS, 2005), sendo estes, poluentes co-

muns em áreas urbanas devido ao trânsito de veículos. As plantas com sistema de raízes denso e que apresentam maior tolerância aos contaminantes (PILON-SMITS, 2005) são as mais adequadas. As espécies encontradas na literatura incluem gramíneas e ervas da Família Poaceae como: *Agropyron smithii*, *Andropogon gerardi*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis*, *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon* L., *Panicum virgatum*, *Schizachyrium scoparius*, *Sorghastrum nutans*, *Elymus canadensis*, *Lolium perenne* L., *Medicago sativa* L., *Festuca arundinacea*; e também a espécie da Família Apiaceae, *Daucus carota*, nome popular cenoura (FRICK *et al.* 1999).

Ambas as famílias Poaceae e Apiaceae são nativas do Brasil, e entre as espécies citadas constam na Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2013):

- *Panicum virgatum* L., erva terrícola, cultivada originalmente no Brasil, com distribuição geográfica nas regiões Norte (Pará), Nordeste (Bahia) e Sudeste (São Paulo). Domínios fitogeográficos da Amazônia, Cerrado e Caatinga, vegetação de Área Antrópica;
- *Lolium perenne* L., erva terrícola, naturalizada brasileira, encontrada na região Sul (Rio Grande do Sul e Santa Catarina). Domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, vegetação de Área Antrópica;
- *Festuca arundinacea*, erva terrícola, nativa do Brasil, endêmica, encontrada na região Sul (Rio Grande do Sul e Santa Catarina). Domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, vegetação de Área Antrópica;
- *Schizachyrium scoparius*, *Sorghastrum nutans*, são espécies de gêneros nativos do Brasil, porém não são encontradas na flora brasileira;
- *Daucus carota* L., erva terrícola, origem no Brasil por cultivo, não endêmica, encontrada nas regiões Sudeste (São Paulo) e Sul (Rio Grande do Sul e Santa Catarina). Domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, vegetação de Área Antrópica.

As informações coletas e organizadas neste estudo permitem avaliar a biovaleta como uma tipologia de IV de relevante interesse para a fitorremediação. A fitorremediação pode atuar, pelo menos, a partir dos três mecanismos abordados, promovendo o tratamento da poluição difusa, característica das águas das chuvas de microbacias densamente urbanizadas da cidade de São Paulo – como no estudo de caso da microbacia

do Água Preta – ao mesmo tempo em que provê uma gama de serviços ecossistêmicos de interesse para a população local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para agir sobre o problema da poluição das águas da cidade São Paulo é fundamental uma visão integrada das questões do âmbito do uso e ocupação do solo e das infraestruturas urbanas, preconizada pelo estudo da bacia hidrográfica.

A Infraestrutura Verde tem sido demonstrada como uma ferramenta capaz de atender às demandas ambientais urbanas e de fornecer benefícios dos serviços ecossistêmicos às populações. Especialmente no que diz respeito ao manejo quantitativo e qualitativo das águas, suas tipologias paisagísticas apresentam características que permitem associá-las às tecnologias de alto desempenho, como a fitorremediação.

A fitorremediação é uma tecnologia emergente com potencial de tratar a poluição das águas urbanas. Sua aplicação em função das tipologias de IV permite que o tratamento da poluição aconteça de forma integrada, acolhendo toda a bacia hidrográfica. Além disso, seu uso contribui para melhoria da qualidade dos solos.

Diversos estudos sobre sistemas de IV estão sendo publicados e, visando sua aplicação na cidade de São Paulo, destaca-se a contribuição do trabalho de Bonzi (2015), que apresentou um plano com diretrizes para aplicação em uma microbacia densamente urbanizada na zona Oeste da cidade, a microbacia do Água Preta.

Este autor trouxe à luz a importância da identificação dos compartimentos ambientais da bacia hidrográfica para a seleção adequada das tipologias paisagísticas de IV em áreas densamente urbanizadas.

Assim, favoreceu o reconhecimento dos mecanismos de fitorremediação a partir do entendimento dos processos naturais envolvidos nos compartimentos e, portanto, o levantamento de espécies de plantas que podem realizar o tratamento da poluição das águas urbanas.

As espécies de plantas apresentadas neste artigo foram encontradas em bibliografias internacionais e estão sendo melhor investigadas para a aplicação na realidade da cidade de São Paulo.

Os resultados ora apresentados indicam a importância do aprofundamento dos estudos sobre a associação da fitorremediação às tipologias de IV para o tratamento da poluição das águas, especialmente a poluição de caráter difuso, e do reconhecimento das espécies de plantas que desempenham mecanismos de fitorremediação e melhor possam se adequar à cidade de São Paulo.

BIBLIOGRAFIA

AESABESP – ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS DA SABESP. Poluição por carga difusa: o impacto da poluição difusa nos centros urbanos. **Revista Saneas**. Ano IX, jul/ago/set, 2008, n. 30, p. 14-25. Disponível em: <<http://www.aesabesp.org.br/arquivos/saneas/saneas30.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2014.

ALKORTA, I; GARBISU, C. Phytoremediation of organic contaminants in soils. **Biore-source Technology**, v. 79, p. 273-276, 2001.

ANTUNES, R. P. **Análise do potencial de uso das macrófitas aquáticas do sistema de áreas alagadas construídas da ETE da Comunidade de Serviços Emaús (Ubatuba, SP) como adubo orgânico**. São Carlos, 2009.

BIOMATRIX WATER. **River Restoration**. 2012. Disponível em: <<http://www.biomatrixwater.com/river-restoration/>>. Acesso em: 28 de maio de 2014.

BONZI, R. S. **Andar sobre Água Preta: a aplicação da Infraestrutura verde em áreas densamente urbanizadas**. São Paulo, 2015. 159 p.

CORMIER, N. S; PELLEGRINO, P. R. M. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Revista Paisagem e Ambiente**. São Paulo: FAUUSP, 2008. n 25.

COUTINHO, H. D; BARBOSA, A. R. Fitorremediação: Considerações Gerais e Características de Utilização. **Silva Lusitana**, Lisboa, 2007. V. 15, n. 1, p. 103- 117.

DEPARTMENT WATER AFFAIRS - DWA. **Wetland and Shoreline Rehabilitation**. Republic of South Africa, 2014. Disponível em: <<http://www.harties.org.za/wetshore.aspx>>. Acesso em: 01 de junho de 2014.

EPA - U. S, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Introduction to Phytoremediation**. National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio, fev. 2000.

_____. **Considerations in the Design of Treatment Best Management Practices (BMPs) to Improve Water Quality**. National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development, set. 2002.

_____. **Case Studies Analyzing the Economic Benefits of Low Impact Development and Green Infrastructure Programs**. U.S. Environmental Protection Agency Office of Wetlands, Oceans and Watersheds Nonpoint Source Control Branch. Washington, DC, ago. 2013.

FRICK, C. M; FARRELL, R. EK GERMIDA, J. J. **Assessment of Phytoremediation as an In-Situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated Sites**. Department of Soil Science University of Saskatchewan Saskatoon. Saskatchewan, 1999.

GERHARDT, K. E; BETHAN, R. H. Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: Potential and challenges. **Plant Science**. 2009. V. 176, p. 20-30.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do?jsessionid=357BF3EFB7181AEF84B1B9638B60D041>>. Acesso em: 20 de maio de 2015.

KAMATH, R.; RENTZ, J. A.; SCHNOOR, J. L.; ALVAREZ, P. J. J. Fitorremediação de solos contaminados por hidrocarbonetos: princípios e aplicações. *In*: MOERI, E; RODRIGUES, D; NIETERS, A. (Editores). **Áreas contaminadas: remediação e revitalização**. São Paulo: Signus Editora, 2005. p. 27-57.

LEITE, J. R. **A ecologia da paisagem no planejamento ecológico de bacias hidrográficas urbanas**. São Paulo, 2008.

MERKL, N; SHULTZE-KRAFT, R; INFANTE, C. Phytoremediation in the tropics – influence of heavy crude oil root morphological characteristics of graminoids. **Environmental Pollution**. Fev. 2005. V. 138, p. 86-91.

MORENO, F. N. **Avaliação experimental do potencial do chorão (*Salix babylonica* – Linnaeus) na fitorremediação de aquíferos contaminados por nitratos, etanos e benzeno.** Florianópolis, 1998.

MORENO, F. N; ANDERSON, C.W.N; STEWART, R. B; ROBINSON, B. H. Mercury volatilisation and phytoextraction from base-metal mine tailings. **Environmental Pollution**, 2005, V. 136 p. 341-352.

MORENO, F. N; SÍGOLO, J. B. Fitoestabilização controlada: proposta de processo de revitalização para passivos de areias de fundição. *In*: MOERI, E; RODRIGUES, D; NIETERS, A. (Editores). **Áreas contaminadas: remediação e revitalização.** São Paulo: Signus Editora, 2007. V. 3, p. 81-99.

MORINAGA, C. M. **Recuperação de áreas contaminadas: Um novo desafio para projetos paisagísticos.** São Paulo, 2007.

MOURA, N. C. B. de. **Biorretenção: tecnologia ambiental urbana para manejo das águas da chuva.** São Paulo, 2013.

PILON-SMITS, E. Phytoremediation. **Annual Review of Plant Biology.** Jan. 2005. V. 56, p. 15-59.

PINHEIRO, M. B. **Fitorremediação de solos contaminados por hidrocarbonetos do petróleo.** São Paulo, 2012. 50 p.

PLATT, R. H. Urban Watershed management sustainability, onde stream at a time. **Environment.** Heldref Publications. May, 2006 v. 48, n. 4, p. 26-42.

ROSA, J. C. S. **Avaliação de impactos ambientais de um projeto de mineração: Um teste metodológico baseado em serviços ecossistêmicos.** São Paulo, 2014.

RUBY, M; APPLETON, B. Using landscape plants for phytoremediation. **Low Impact Development 2010: Redefining Water in the City.** ASCE, 2010.

SALATI, E. **Controle de qualidade de água através de *wetlands* construídos.** Rio de Janeiro, s/d.

SALT, D. M; BLAYLOCK, M; KUMAR, P. B. A. N; DUSCHENKOV, V; ENSLEY, B.D; CHET, I. RASKIN, I. Phytoremediation: A Novel Strategy for the Removal of Toxic Metals from the Environment Using Plants. **Nature Biotechnology**, 1995. V. 13, p. 468-474.

SANTOS, R. F. **O contexto histórico da definição conceitual de Serviços Ecossistêmicos**. Fapesp, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.fapesp.br/eventos/2014/02/biota/Rozely_Ferreira.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2015.

SMA. **Cadernos da Mata Ciliar**. Secretaria do Estado do Meio Ambiente, Coordenação da Biodiversidade e Recursos Naturais, N 1 (2009) – São Paulo : SMA, 2009.

SZCYGLOWSKA, M; PIEKARSKA, A; KONIECZKA, P; NAMIESNIK, J. Use of Brassica Plants in the Phytoremediation and Biofumigation Processes. **International Journal of Molecular Sciences**, 2011. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1422-0067/12/11/7760>> . Acesso em: 20 de maio de 2015.

ARTIGO Nº 7

**OS LAGOS DO IBIRAPUERA COMO ESTRUTURAÇÃO
HÍDRICA DE UM PARQUE**

THE IBIRAPUERA LAKES AS HYDRIC STRUCTURE OF A PARK

RICIANE MARIA REIS POMBO

**OS LAGOS DO IBIRAPUERA COMO ESTRUTURAÇÃO
HÍDRICA DE UM PARQUE**
THE IBIRAPUERA LAKES AS HYDRIC STRUCTURE OF A PARK

RICIANE MARIA REIS POMBO

Arquiteta Urbanista graduada pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo

Membro do Conselho Gestor do Parque Ibirapuera, gestão 2015-2017

E-mail: pomboarquitetura@gmail.com

RESUMO

O artigo a seguir visa uma análise diferenciada do parque urbano mais frequentado da cidade de São Paulo, tendo a água como referência. Analisando diversos textos, de diferentes autores, foi observado que há muitos relatos sobre a história do parque, desde sua idealização, passando por sua implantação, até a situação atual. Também foram encontradas análises críticas abordando várias questões, como política, arquitetura, paisagismo, utilização dos espaços pelos usuários, etc. Mas pouco encontramos sobre os lagos e sobre sua relação com o projeto elaborado para o parque, além de arquivos históricos com registros dos diversos projetos elaborados para a despoluição de suas águas. Este texto tem a intenção de esclarecer como a implantação e a utilização da área destinada ao Ibirapuera ocorreu e ainda ocorre segundo as necessidades da sociedade, e como é a relação desta sociedade com a paisagem local. Como foi a transformação de uma grande área ecológica em um parque urbano, construído para simbolizar o progresso? Qual o papel dos lagos na estrutura do parque? Quais os processos envolvidos na transformação da área? Como os lagos são vistos pelos usuários e como é a relação das pessoas com os lagos? Estas e outras questões serão respondidas a partir de consulta a materiais bibliográficos, arquivos oficiais e também através de análises e visitas ao local, bem como por entrevistas a pesquisadores e funcionários do parque.

Palavras-chave: Arquitetura; Lago; Parque Ibirapuera; Estrutura hídrica; Paisagismo.

ABSTRACT

This article aims to achieve a different analysis of the most visited urban park in the city of São Paulo, having its water as reference. By analyzing texts from different authors, it was noted that there are many reports of the history of that park, from its conception, through its implementation until the current situation. It was also found critical analyzes approaching several issues such as politics, architecture, landscaping, use of spaces by users etc. However, a little was found about the lakes and its relationship with the conception design of the park, but just historical files with records of various projects to clean up pollution its waters. This work intends to clarify how the implementation and use of the Ibirapuera area has occurred – and still occurs – according to the needs of the society. It also intends to explain how the relationship of the society with the local landscape is. How has occurred the transformation of a large ecological area in an urban park, built to symbolize progress? Which is the role of those lakes in the structure of the park? Which are the processes involved in the transformation of that area? How are the lakes considered by its users and how the relationship between people and the lakes is? These and other questions will be answered by the results of bibliographic search, official files and also through analysis and visits to that site, as well as interviews with researchers and park staff.

Keywords: Architecture; Lake; Ibirapuera Park; Water Structure; Landscaping.

INTRODUÇÃO

Na cidade de São Paulo temos diversos problemas relacionados à questão da drenagem urbana e poluição das águas, solos e ar. Grande parte desses problemas se justificam pela má qualidade da estrutura do próprio sistema de drenagem, que não atende ao fluxo e vazão das águas pluviais e esgoto, bem como ao sistema viário e ao histórico de ocupação urbana.

“O ciclo hidrológico sofre fortes alterações nas áreas urbanas devido, principalmente, à alteração da superfície e à canalização do escoamento, aumento de poluição devido à contaminação do ar, das superfícies urbanas e do material sólido disposto pela população.” (Tucci)

Todo o sistema de drenagem da cidade foi pensado de forma a afastar os rios e córregos da área urbanizada, pois os mesmos com o tempo se transformaram em meio de transporte de esgoto. Todos os planos urbanísticos propostos para a metrópole beneficiaram a circulação rodoviária, e progressivamente os rios e córregos foram sendo canalizados, retificados, e assoreados dando lugar a ruas e avenidas, de modo a ampliar circulação viária e esconder os rios mal cheirosos. Assim, aos poucos a população foi perdendo o contato com os cursos d'água e hoje, os poucos remanescentes visíveis se encontram poluídos. A sociedade não se identifica com seus rios e córregos, pois houve um processo gradativo e contínuo de degradação e esquecimento de todo o ecossistema natural da cidade.

Na região da bacia do Córrego do Sapateiro não foi diferente. A área toda sofreu com as intervenções urbanísticas desde o início do crescimento da industrialização da cidade. A abordagem deste assunto visa resgatar a história de uma das regiões mais valorizadas de São Paulo e mostrar como a implantação do Parque do Ibirapuera foi executada a partir da necessidade de se resolver a questão da drenagem pluvial da região. Além de contar esta história a partir de uma análise ambiental, a intenção aqui é também contar um pouco como foi a transformação dos cursos d'água da cidade ao longo dos tempos e tentar entender a formação da cidade a partir deste viés.

RESUMO HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DO PARQUE

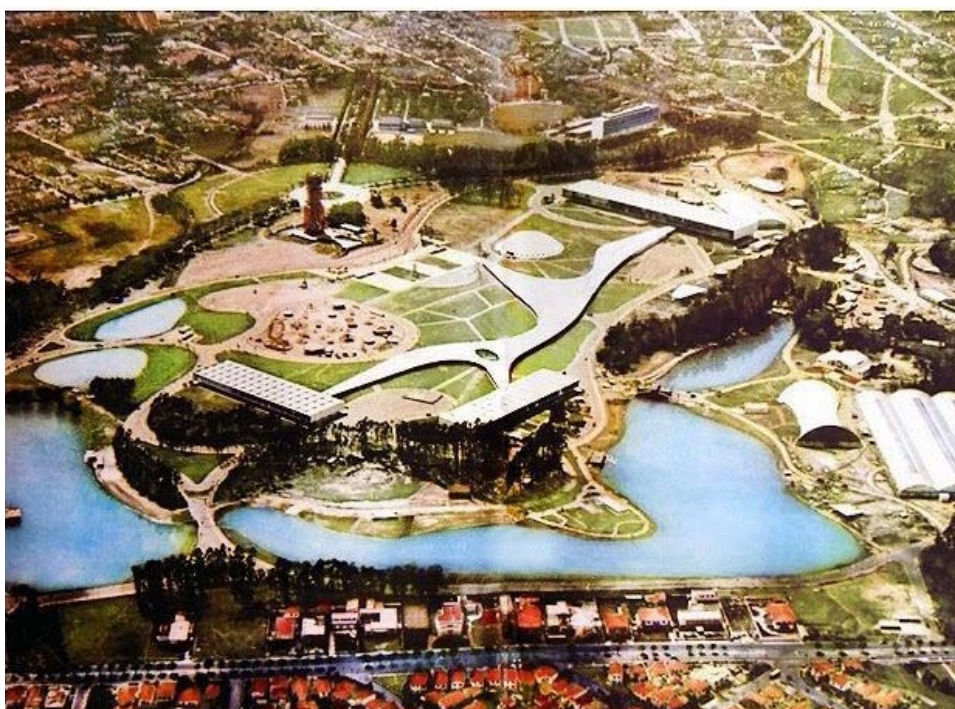


Figura 1 – Parque Ibirapuera.
Fonte: Arquivo Histórico Municipal.

Inicialmente idealizado pelo prefeito Pires do Rio como uma área de lazer e preservação da área verde restante na cidade, o Parque do Ibirapuera (figura 1) se concretizou como um marco da vitória do modernismo e da metropolização de São Paulo. Um parque construído sob os moldes de cidades americanas e europeias, tidas como referência de urbanização e modernização na época de sua implantação, representa o crescimento e a industrialização da maior e mais imponente cidade do país.

A cidade vivia um período de crescimento industrial muito acelerado, e aspirava estar entre as cidades mais importantes do mundo. Portanto, deveria possuir todas as características de beleza, higiene e lazer dignas de uma cidade de grande porte.

Muitos interessados na região, que valorizava-se cada vez mais rápido, alegavam propriedade de glebas e isso também dificultou e atrasou a implantação do parque. Estado e município se dividiam também no interesse por essa área, reivindicando a implantação de equipamentos estruturais como aeroporto, avenidas e sedes de órgãos públicos.

A área que antes chegou a abrigar chácaras e pastagens tornou-se alvo de grande especulação imobiliária. Mas a prefeitura, desde o momento em que recebeu as terras devolutas, já intentava manter ali um grande parque para preservação de área verde, a fim de melhorar as condições de salubridade, higiene e lazer dos moradores da cidade que crescia em ritmo acelerado. O que impactou e transformou o rumo do parque foram as dificuldades e intervenções surgidas com o decorrer do tempo e, claro, da contínua mudança de poder que houve durante o desenrolar de tantos processos.

A época era de evolução no urbanismo, as avenidas e as grandes obras de infraestrutura eram símbolo do progresso da maior cidade do país. A industrialização representava a mãe do progresso, juntamente com o poder político da época, que foi o pai provedor e a autoridade máxima nas decisões. A eufórica sociedade, com a ideia do marco que o parque viria a ser para a cidade, não conseguiu impedir que tantas construções ocupassem o lugar dos córregos e das áreas verdes preexistentes. O pensamento higienista da sociedade e da política da época fez com que os córregos e rios que por ali passam, assim como todos da cidade, fossem escondidos, remanejados, para dar passagem a avenidas e viadutos.

Houve até mesmo bastante movimento em prol de um parque mais verde, por parte de alguns setores organizados da sociedade e da mídia jornalística, representada

principalmente pelo jornal *O Estado de São Paulo*. Até mesmo dentro do poder público havia discordâncias.

Para a implantação dos equipamentos que contemplariam o programa do parque, muito teve que ser modificado na paisagem natural. Não teria sido possível implantar edificações num terreno tomado pelas águas e pela vegetação nativa. Foram plantados eucaliptos australianos para secar a terra e “remediar” o problema da umidade excessiva da região. No viveiro ali presente, eram reproduzidas diversas espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas que foram introduzidas no terreno. Os córregos foram canalizados e escondidos embaixo das ruas e avenidas, pois só serviam como transporte de esgoto. Com o tempo, os lagos deixaram de ser utilizados para o lazer, pois passaram a receber grande quantidade de detritos e suas águas ficaram impróprias desde então, e assim continuam. Novas tecnologias e materiais foram trazidos, o concreto representava o máximo da modernidade na construção civil. O desenho de Niemeyer para as edificações trazia o que havia de mais audacioso na arquitetura. A inovação era importante para uma cidade pioneira. Grande parte da área do parque foi destinada a essas construções e às avenidas. Prevaleceu o concreto sobre a natureza.

Foi acirrada a disputa para a escolha dos representantes e participantes dessa grande obra, desde decisões políticas sobre o programa do parque, até a escolha das empresas e dos profissionais responsáveis pelos projetos e pela execução de cada serviço. Todos queriam seu nome nesse marcante projeto.

A população não conseguiu impactar nas decisões como gostaria, mas muito barulho foi feito. A grande maioria pedia por um parque mais verde. Parcerias políticas e amizades influenciaram a determinação da Comissão para o IV Centenário, criada para direcionar todas as decisões. A mesma tinha a presidência de um grande industrial, Ciccilio Matarazzo. Não foi à toa que inicialmente se concebeu o palácio das indústrias, para abrigar uma grande feira de tecnologia. Nem tampouco foi à toa que outras edificações foram concebidas para abrigarem órgãos públicos.

O programa de atividades para as festividades também se voltava à indústria e ao comércio, bem como às exposições de artes e cultura, tudo de modo a celebrar uma grande metrópole. Ademais, boa parte da área, que pertencia ao poder público, foi também destinada à urbanização e à criação de bairros e comercializada ao setor privado.

A QUESTÃO DOS LAGOS

A área do atual parque era destino da drenagem dos bairros de Vila Mariana, Paraíso e Vila Clementino. Portanto, uma região alagadiça, de brejo e charco, pois se situa em bacia de fundo de vale. Além disso, acomoda as várzeas de inundação dos córregos do Sapateiro, Caaguaçu e Uberaba.

O Parque do Ibirapuera ilustrou uma chance oportuna de preservar do parcelamento e ocupação um sítio de fragilidade ambiental, em bacia de fundo de vales e em vertente condutora de drenagens. Se a reserva da área foi importante, a proposta de Teixeira Mendes não seria menos.¹

O Parque do Ibirapuera, palco dos festejos, tinha a responsabilidade de expressar a vanguarda e a modernidade que a cidade almejava possuir. Paradoxalmente, na indireta proporção em que o parque passou a ser reconhecido como referencial na metrópole paulistana, sua autoria (Otávio Augusto Teixeira Mendes) no paisagismo e coparticipação no projeto foi sendo eclipsada.²

O projeto de Teixeira Mendes, desenvolvido em 1953, priorizava a composição do parque como um todo, e não focava no entorno imediato das edificações, como foi o caso de outros projetos. O regionalismo também era uma característica marcante de seus projetos, valorizando não somente a cultura, como também a paisagem nacional. Por ter vivido uma experiência no exterior, suas influências incluíam o paisagista Frederick Law Olmsted e, assim, a importância dos cursos d'água no desenvolvimento do projeto paisagístico foi fundamental. Aliás, a água era uma questão não somente importante, mas limitadora para a implantação do parque naquela área. Uma das exigências da companhia de saneamento da época, RAE, era a de que se pensasse numa forma de reter e canalizar as águas dos córregos e das chuvas abundantes, prevendo assim, a possibilidade de alagamentos futuros.

Então o projeto de Teixeira Mendes surge da criação de vias de circulação que favorecessem a visão da paisagem em diversas composições, serpenteando os edifícios e os lagos. A paisagem como arte para ser vivida era o aspecto norteador de seus projetos, e ali era isso o que importava. A água foi um dos elementos determinantes para a composição estética do projeto, arrematando os lagos aos edifícios e aos cór-

¹ MARIANO, Cassia. *Preservação e Paisagismo em São Paulo*. p. 104.

² Ibidem. p. 111.

regos existentes, de maneira a criar uma drenagem natural dos mesmos e direcionar os excedentes pluviais.

Os lagos são cheios de curvas e sinuosidades, criando assim diversos horizontes e paisagens, ao mesmo tempo em que dão destaque às construções, como foi solicitado. Além do clima de sossego e da bela reflexibilidade de suas águas, os lagos também cumpriram com êxito, até então, a função de armazenar as águas dos córregos e das chuvas.

A construção do lago envolveu sua formação, desassoreamento dos materiais na cabeceira do córrego Itororó e a faixa de regularização do modelado na distância mínima de trinta metros a partir do perímetro. As especificações definiam que o terreno ao final do movimento deveria apresentar superfície uniforme e limpa de materiais não terrosos.

As escavações mantiveram a profundidade do lago mínima definida em 1,20 metros, estivando o terreno pouco consistente com peças de eucaliptos. O memorial especificava a cota mínima de 745,00 para a execução dos aterros regularizados, estabelecendo transição entre a saia do talude e o terreno natural com compactações calcadas com cilindros de pé de carneiro de 12 toneladas em camadas de meio metro. Finalizou-se o recobrimento da camada superficial com o solo da própria área, como providência para otimizar o crescimento da vegetação. A inclinação dos taludes, na exata razão de 1:3, confere estabilidade e transição branda para as margens no limite entre terra e água. A espacialidade obtida por essa diretriz caracteriza o espraiamento e é responsável pela percepção de placidez atribuída aos lagos do parque.

Os trabalhos deveriam computar o espalhamento da terra no local do bota-fora, de forma que a passagem das máquinas pudesse contribuir com alguma compactação do terreno. Os dois córregos foram ligados e nesse trabalho feito à escavadeira era fundamental não prejudicar a tubulação de esgotos existente numa cota pouco inferior a do nível da escavação.³

INTERVENÇÕES NOS LAGOS DO IBIRAPUERA

O que antes eram lagos limpos e usados como forma de lazer e práticas de esportes, hoje só podem ser contemplados como parte da paisagem. Os lagos do parque Ibirapuera há muito passam por problemas de poluição em suas águas, devido a diversos

³ Ibidem. p. 117-8.

fatores: esgotos clandestinos, lixo trazido pelas águas pluviais, lodo... A profundidade que antes era de 2,50 metros, hoje não passa de 0,50 cm em vários pontos.

Apesar de haver registros antigos de diversos projetos e iniciativas para a melhoria das águas, o problema é reincidente, pois os córregos que alimentam os lagos são fontes de constante poluição. Muito já foi gasto com ações de desassoreamento, diques de contenção e até uma estação de tratamento por flotação foi implantada no córrego do Sapateiro. Mas como a mesma tem dimensão reduzida, facilmente as águas pluviais extravasam sua capacidade e todo o trabalho acaba por ser perdido.

Outra intervenção com a intenção de melhorar a aeração da água foi a implantação das fontes do lago 1 que, além da beleza proporcionada pelos shows das “águas dançantes”, também movimentam a água aumentando o nível de oxigênio.

Segundo a administração do parque, atualmente é feita a limpeza manual diária nos lagos por funcionários a bordo de um barco com ajuda de um rastelo. Eles retiram cerca de 100 quilos de lixo por dia, sendo que em dias de chuva esta quantidade chega a 300 quilos. Ou seja, é uma manutenção constante, exaustiva e pouco eficiente.

ALGUMAS INTERVENÇÕES NOS LAGOS:

A cabine secreta



Figura 2 – A cabine secreta. Ao lado do barco, há uma cabine subterrânea de onde se controla as fontes do lago.
Foto: Wanezza Soares.

Os jatos dançantes da fonte do lago são controlados em uma cabine subterrânea de 70 metros quadrados (o espaço escondido está ao lado da canoa na imagem acima). Equipado com computador, projetores e motores, o quartel-general camuflado é o cérebro do balé que envolve os 420 bicos de água.

Desfile de sereias



Figura 3 – Desfile de sereias. Para a festa de inauguração, uma das atrações foi o desfile a bordo de barcos das chamadas “sereias” em trajes de banho. Foto: Estadão Conteúdo.

Balé no lago

Entre as várias atrações do dia da inauguração, um grupo de 55 nadadores saudou o público com uma apresentação artística nas águas do lago. Logo depois do balé, houve o desfile das chamadas “sereias” em maiôs e biquínis.

Salão do automóvel



Figura 4 – Salão do Automóvel. Um fusca adaptado singrou pelas águas do lago durante a primeira edição do Salão do Automóvel, em 1960. (Foto: Divulgação/Volkswagen).

A primeira edição do evento aconteceu em novembro de 1960. Um Fusca adaptado para se tornar “anfíbio”, com o objetivo de impressionar o público, disputou espaço com os barquinhos no lago⁴.

CONCLUSÃO

Afinal, podemos considerar os lagos do Ibirapuera como uma estruturação hídrica do parque?

Como um dos maiores obstáculos à implantação do parque foi a questão do terreno, que originalmente era uma várzea, fica evidente que a criação dos lagos para captar e direcionar as águas que irrigam a área foi uma solução eficiente e ao mesmo tempo

⁴ Revista Veja SP online. Disponível em: <<http://vejasp.abril.com.br/materia/parque-ibirapuera-historias-inusitadas-60-anos-lago/>>.

criou uma paisagem que transformou o parque em um local especial e único na cidade, que atrai os usuários e turistas para suas margens. O resultado que esta solução trouxe foi a transformação de uma grande área de várzea em um grande e importante parque urbano, que funciona como um oásis na paisagem da cidade.

A questão da drenagem urbana, muitas vezes pensada como forma de esconder e afastar o esgoto das regiões mais valorizadas da cidade, gerou diversos problemas como alagamentos e dificuldades de manutenção e monitoramento dos cursos d'água. Também criou um afastamento e esquecimento desses rios e córregos da vivência e cultura da sociedade, pois hoje grande maioria se encontra canalizado e subterrâneo, ou seja, não fazem parte da paisagem urbana e nem da vida da população. Suas margens foram invadidas por asfalto e concreto, e a vegetação e fauna foram totalmente extintas.

Já no caso do parque Ibirapuera, notamos que a água centralizou e direcionou não somente o desenho do parque, mas também o uso e a apropriação do espaço público pela sociedade, garantindo a preservação de uma área verde importante para a cidade.

Hoje o parque é tido como um dos dez melhores parques urbanos do mundo, segundo pesquisas públicas internacionais. O melhor da América do Sul. Continua sendo um marco e é um orgulho para os paulistanos e para todo o país. Com certeza a experiência promovida pela presença dos lagos é fator determinante para essa aprovação pública, mas também é certo que a maioria dos usuários gostaria de poder usufruir mais amplamente desse bem precioso.

Em pleno século XXI, está evidente a importância do planejamento do meio físico urbano; no entanto, a preocupação de quem planeja ainda está centrada nas características sócio-econômicas, relegando a dependência dos elementos naturais. No decorrer do processo de expansão dos ambientes construídos pela sociedade, não se tem dado a devida atenção à qualidade, sendo as questões ambientais e sociais relegadas ao esquecimento.⁵

⁵ LOBODA, Carlos Roberto; ANGELIS, Bruno Luiz Domingos De. *Áreas Verdes Públicas Urbanas*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Manuella Marianna Carvalho Rodrigues de. *O Processo Histórico de Formação do Parque do Ibirapuera*. São Paulo: Departamento do Patrimônio Histórico – Divisão do Arquivo Histórico Municipal “Washington Luís”.

BARONE, Ana Claudia Castilho. *Ibirapuera: parque metropolitano (1926-1954)*. São Paulo: FAUUSP, 2007. (Tese de doutorado).

BARTALINI, Vladimir. *Parques públicos municipais de São Paulo: a ação da municipalidade no provimento de áreas verdes de recreação*. São Paulo: FAUUSP, 1999. (Tese de doutorado).

LOBODA, Carlos Roberto; ANGELIS, Bruno Luiz Domingos de. *Áreas Verdes Públicas Urbanas: Conceitos, Usos e Funções*.

LOFEGO, Silvio Luiz. *IV Centenário da Cidade de São Paulo: uma cidade entre o passado e o futuro*. São Paulo: Annablume, 2004.

LOVELOCK, James. *As Eras de Gaia, uma biografia do nosso planeta vivo*. Portugal: Publicações Europa América Ltda., 1989.

MARIANO, Cassia. *Preservação e Paisagismo em São Paulo: Otávio Augusto Teixeira Mendes*. São Paulo: Annablume, Fapesp, Fundação Maria Luisa e Oscar Americano, 2005.

MOSES, Robert. Programa de melhoramentos públicos para a cidade de São Paulo. *Revista do Instituto de Engenharia*, São Paulo, n. 103, v. 5, mar. 1951, p. 321-7.

ODUM, Eugene P. *Fundamentos de Ecologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1976.

OLIVEIRA, Fabiano Lemes de. O Parque do Ibirapuera: projetos, modernidades e modernismos. *DOCOMOMO_5*, São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, Fabiano Lemes. *Projetos para o Parque do Ibirapuera: de Manequinho Lopes a Niemeyer (1926-1954)*. São Paulo, 2003. (Dissertação de Mestrado).

SEGAWA, Hugo. *Ao amor do público: jardins no Brasil*. São Paulo: Studio Nobel; FAPESP, 1996. (Cidade aberta).

3. DEPOIMENTO

DEPOIMENTO | TESTIMONY

A EXPO DESENHO AMBIENTAL 2015

CAMINHAR EM SÃO PAULO NA TRILHA NORTE-SUL

WALKING THROUGH SÃO PAULO ON THE NORTH-SOUTH TRAIL



JOSÉ OTÁVIO LOTUFO

Arquiteto e urbanista pela Faculdade de Belas Artes de São Paulo (1996); Mestre na área de Projeto Arquitetônico pela FAU-USP (2011); Doutorando na área de Projeto Arquitetônico pela FAU-USP (desde 2012)

A EXPO DESENHO AMBIENTAL 2015, com o tema Caminhar em São Paulo na Trilha Norte-Sul, expôs, na FAU-Maranhão, os trabalhos desenvolvidos da disciplina AUP5853 – Desenho Ambiental.

O estudo definiu um percurso que corta São Paulo desde o Parque Estadual da Serra da Cantareira até o parque Alfredo Volpi, no Morumbi, passando por importantes áreas verdes de São Paulo, como o Horto Florestal, e os parques Água Branca, Ibirapuera, Mario Pimenta Camargo (Parque do Povo), e por importantes bacias hidrográficas, como a dos córregos do Bispo, Sapateiro, Água branca e Mandaqui.

Através de trabalhos de campo, embasados sobre os conceitos apresentados na disciplina, como o Zoneamento Ambiental, o selo de qualificação Lab Verde, o sistema de Infraestrutura Verde, entre outros, foi possível verificar uma diversidade de problemas que compõe a complexidade ambiental da cidade de São Paulo.

De forma geral o conjunto dos trabalhos expostos ofereceu um leque amplo de informações, possibilitando importantes reflexões sobre aspectos geomorfológicos, ambientais, sociais e culturais da paisagem paulistana, assim como um embasamento teórico e empírico, para proposições de desenhos ambientalmente orientados.

Verificou-se a carência de infraestruturas adequadas de mobilidade, transporte público e acessibilidade, revelando a ausência de uma visão sistêmica, fundamental à qualificação ambiental da cidade, principalmente no que tange as opções ao transporte automotivo, as conexões intermodais e a má qualidade ambiental das ruas e calçadas que as tornam hostis ao uso do pedestre e como espaço para o encontro e convívio. Os córregos quase totalmente canalizados ou tamponados, além poluídos e com problemas de transbordamento, estão invariavelmente em conflito com o sistema viário. Soma-se a isso a intensa formação de ilhas de calor pela pouca arborização e carência geral de áreas verdes, além dos problemas de acessibilidade, poucas opções ao lazer, entre muitos outros.

O conjunto dos trabalhos, no entanto, pôde investigar o grande potencial de transformação da cidade de São Paulo. A conexão das principais áreas verdes envolvidas, através de uma rede complexa de infraestruturas ecológicas de alto desempenho, corredores e caminhos verdes, associada a uma transformação no sistema de mobilidade, se apresentou como um fator capaz de agregar as diferenças em torno de um objetivo comum: uma cidade mais verde, resiliente e socialmente justa.

Os estudos propuseram em escalas variadas, ideias preliminares, desde um parque na foz de um rio, com infraestrutura para amortecimento de enchentes; um conjunto de cortes esquemáticos de importantes avenidas, com proposições de melhor distribuição de modais de transporte, soluções de drenagem e priorização de pedestres e ciclistas; trilhas verdes na escalas dos bairros, introdução de VLT, BRT e outras modalidades de transporte público com a conexão de sistemas viários através de pontos de intermodalidade; aplicação de tipologias de infraestrutura verde como jardins de chuva e biovaletas, a criação de hortas e pomares, renaturalização de cursos d'água, e a criação de um conjunto bem articulado de novas centralidades ao longo do eixo Norte-Sul.

De modo geral, o conjunto dos trabalhos apresentou a ideia de que uma vez integrada a um sistema eficiente de mobilidade urbana, que conectasse a cidade para muito além do já saturado sistema rodoviário, a trilha Norte-Sul, como um dos grandes eixos

estruturadores de um sistema municipal de infraestrutura verde, poderia cumprir importantes serviços ecossistêmicos relacionados ao gerenciamento de águas, controle da temperatura, diminuição da poluição, sequestro de carbono, biodiversidade, saúde pública entre outros. Um conjunto de trilhas e caminhos agradáveis, para pedestres e ciclistas, ambientalmente qualificados, adentrando os bairros, configuraria as artérias menores deste grande eixo. Revelar-se-ia assim à população uma natureza há muito tempo oculta por uma urbanização equivocada. Elementos do relevo, hidrografia, flora e fauna, arquitetura, arte e patrimônio histórico, comporiam uma paisagem renovada, trazendo vida e beleza ao cotidiano, conscientizando, informando, e criando laços afetivos entre população e a cidade de São Paulo.

José Otávio Lotufo