

Revista LABVERDE

Março 2017 | V. VIII – Nº 1 | ISSN 2179-2275

Múltiplas Aplicações de Infraestrutura Verde



REVISTA LABVERDE

V. VIII – Nº 1

LABVERDE – Laboratório VERDE
FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Março 2017
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.1 (2010) –. São Paulo: FAUUSP, 2010 –

Semestral

v.: cm.

v.8, n. 1, mar. 2017

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.8, N° 1

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

Sites:

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

Revista LABVERDE

Março – 2017

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

Newton Becker Moura

Paulo Renato Mesquita Pellegrino

SUMÁRIO

1. EDITORIAL

007 MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO

2. ARTIGOS

013 ARTIGO 1

**TELHADOS VERDES COMO POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS PARA O
MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA – RJ**

*GREEN ROOFS AS ENVIRONMENTAL PUBLIC POLICIES FOR
VOLTA REDONDA CITY – RIO DE JANEIRO STATE*

BRUNO ROCHA SILVA SETTA

037 ARTIGO 2

**INFRAESTRUTURA VERDE EM ÁREA DE MANANCIAL:
UM ESTUDO PARA A REPRESA BILLINGS**

*GREEN INFRASTRUCTURE IN A WATER SOURCE AREA:
A STUDY FOR THE BILLINGS DAM*

RAMÓN STOCK BONZI, OLIVER DE LUCCIA, MAYRA MENOSSI ALMODOVA

065 ARTIGO 3

**CORREDOR DE INFRAESTRUTURA VERDE: ROTA CICLOVIÁRIA COMO
CONEXÃO ENTRE PARQUE DO POVO – IBIRAPUERA**

*GREEN INFRASTRUCTURE CORRIDOR: BICYCLE ROUTE AS CONNECTION
BETWEEN PARKS DO POVO AND IBIRAPUERA*

CÍNTIA MIUA MARUYAMA, LAÍS PADILHA LEITE, LÍVIA BORGES DUALIBE DE DEUS

092 ARTIGO 4

**APLICAÇÕES DO CONFORTO AMBIENTAL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO:
O CASO DO CENTRO DE PINHEIROS, JUNTO A ESTAÇÃO FARIA LIMA**

*APPLICATIONS OF ENVIRONMENTAL COMFORT IN THE BUILT
ENVIRONMENT: THE CASE OF THE HEART OF PINHEIROS DISTRICT,
SURROUNDING FARIA LIMA SUBWAY STATION*

MILENE MENDES MAMEDE

3. DEPOIMENTO

120 **SÃO PAULO NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ESTUDOS E PROPOSIÇÕES
PARA A RESILIÊNCIA URBANA**

*SÃO PAULO ON CLIMATE CHANGE: STUDIES AND PROPOSALS FOR
URBAN RESILIENCE*

**MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO, PAULO RENATO MESQUITA
PELLEGRINO, TAÍCIA HELENA NEGRIN MARQUES**

1. EDITORIAL

EDITORIAL

Prezados leitores, nesta edição não estranhem a mudança de padrão de numeração da Revista LABVERDE, passando a partir de agora a guiar-se pelos números 1 ou 2, já que é semestral, seguido do número do volume, o qual corresponde ao ano da edição¹. Portanto esta será a Revista Nº 1, volume 8.

Neste número destacamos primeiramente o Depoimento, assinado por três autores, MARQUES, PELLEGRINO e FRANCO, os quais organizaram e participaram do workshop promovido pelo Laboratório LABVERDE da FAU-USP, no início do mês de fevereiro do corrente ano, sob o tema: **“São Paulo nas Mudanças Climáticas: Estudos e Proposições para a Resiliência Urbana”**. O evento contou com a participação de pesquisadores associados, alunos de pós-graduação de várias instituições de ensino, além de pesquisadores convidados da POLI e do IAG, cumprindo, dessa forma, uma importante etapa de desenvolvimento do Projeto em andamento, aprovado pela FAPESP, intitulado **“Infraestrutura Verde para a Resiliência Urbana às Mudanças Climáticas da Cidade de São Paulo”**.

Na seção de Artigos foram selecionados quatro trabalhos: o primeiro, assinado por SETTA, trata do incentivo à proliferação de telhados verdes no município de Volta Redonda, no Rio de Janeiro, por meio de políticas públicas, com o objetivo de redução da poluição atmosférica e a conseqüente, segundo o autor, melhora da qualidade de vida da população.

BONZI, no segundo artigo, apresenta um estudo e proposição de infraestrutura verde aplicada à sub-bacia do Ribeirão Cocaia, afluente da Represa Billings, com o objetivo de conciliar a ocupação do entorno desse corpo d'água com a produção de água de qualidade para o consumo público.

¹ A Revista LABVERDE foi criada como a primeira revista eletrônica da FAUUSP em 2010, logo o corrente ano de 2017 corresponde ao 8º ano de atividade do periódico.

No terceiro artigo MARUYAMA et. al tratam da proposição de um corredor de infraestrutura verde com a inserção de um modal de transporte não motorizado, ligando trechos de ciclofaixas, sendo alguns já existentes, numa rota ciclovária com maior qualidade e segurança para os usuários, ligando o Parque do Povo ao Parque Ibirapuera.

MAMEDE no quarto e último artigo, investiga sobre a aplicação de simulações computacionais de sombreamento, nas quatro estações do ano, em áreas de intensa insolação do centro de Pinheiros, objetivando uma melhor inserção de infraestrutura verde em calçadas e praças, que propicie conforto climático ao intenso fluxo de pedestres cotidiano, principalmente entre o triângulo formado pelo terminal de ônibus e estação Pinheiros do Metrô, a estação Faria Lima e o trecho da Avenida Rebouças junto ao Shopping Eldorado.

Tenham uma boa leitura.

MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO

Editora da Revista LABVERDE

EDITORIAL

Dear readers,

Do not be surprised by the change of the standard numbering of LABVERDE Magazine in the present edition. It starts from now being guided by the numbers 1 or 2, since it is semiannual, followed by the number of the volume, which corresponds to the edition year. So, this is the Magazine No. 1, volume 8.

In this issue, we highlight primarily the testimony, signed by three authors, MARQUES, PELLEGRINO and FRANCO, who organized and participated in the workshop promoted by LABVERDE Laboratory of the FAU-USP, at the beginning of last February, under the theme: “São Paulo on Climate Change: Studies and Proposals for Urban Resilience”. The event was attended by associate researchers, graduate students from several educational institutions, as well as invited researchers from POLI and IAG, fulfilling, therefore, an important stage of development of the Project in progress, entitled “Green Infrastructure for Urban Resilience to Climate Change in the City of São Paulo”, which was approved by FAPESP.

In the Articles section, four works were selected: the first one, signed by SETTA, deals with the promotion of the proliferation of green roofs in Volta Redonda City, Rio de Janeiro State, through public policies, aiming the reduction of atmospheric pollution and consequently, according to the author, improving the population quality of life.

BONZI, in the second article, presents a study and proposal of green infrastructure applied to the sub-basin of Ribeirão Cocaia, a tributary of the Billings Dam, targeting to reconcile the occupation of the environment of this stream of water with the production of quality water for public consumption.

In the third article MARUYAMA, LEITE and DE DEUS, focus the proposition of a green infrastructure corridor with the insertion of a non-motorized transportation modal, linking stretches of cycle paths, some already existing, on a cycling route with greater quality and safety for users, connecting Parque do Povo to Ibirapuera Park.

MAMEDE, in the fourth and last article, checks the application of shading computational simulations, in the four seasons of the year, in areas of intense sunshine in the center of Pinheiros District, aiming a better insertion of green infrastructure in sidewalks and squares, that can provide climatic comfort to the Intense flow of daily pedestrians, mainly between the triangle formed by the bus terminal and Pinheiros subway station, Faria Lima subway station and the stretch of Avenida Rebouças in the surroundings of Eldorado Shopping Mall.

Enjoy the reading.

MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO

Publisher of the LABVERDE Magazine

2. ARTIGOS

ARTIGO Nº 1

**TELHADOS VERDES COMO POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS PARA O
MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA – RJ**

*GREEN ROOFS AS ENVIRONMENTAL PUBLIC POLICIES FOR
VOLTA REDONDA CITY – RIO DE JANEIRO STATE*

BRUNO ROCHA SILVA SETTA

TELHADOS VERDES COMO POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS PARA O MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA – RJ

GREEN ROOFS AS ENVIRONMENTAL PUBLIC POLICIES FOR VOLTA REDONDA CITY – RIO DE JANEIRO STATE

BRUNO ROCHA SILVA SETTA

Biólogo pela Universidade Federal Fluminense (UFF); mestrando em Engenharia Urbana e Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

E- mail: brunosetta@hotmail.com

RESUMO

As infraestruturas cinzas, a prioridade em transportes individuais em detrimento dos coletivos e não motorizados e a falta de planejamento integrado prevalecem e provocam mudanças significativas na paisagem urbana, como a construção de viadutos, canalização de rios e rodovias. Estas mudanças potencializam a ocorrência de sérios problemas ambientais, tais como: formação de ilhas de calor, inundações, aumento da poluição do ar, entre outros. Neste sentido, os telhados verdes se inserem como infraestrutura verde capaz de mitigar os efeitos desta urbanização. O Município de Volta Redonda, localizado na Região Sul do Estado do Rio de Janeiro, se enquadra na temática apresentada, por apresentar a poluição atmosférica como o principal problema ambiental, devido à intensa industrialização e ao crescente fluxo de veículos. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre temas como telhados verdes, políticas públicas, a apresentação de casos empíricos das políticas públicas acerca dos telhados verdes em nível mundial e nacional, para verificar a viabilidade deste instrumento como políticas públicas para minimizar os efeitos da poluição atmosférica neste município. Conclui-se que a implantação de telhados verdes, apesar de ser um incentivo incipiente, poderia mitigar os efeitos negativos da poluição atmosférica, melhorando, assim, a qualidade de vida da população.

Palavras-chave: Telhados verdes; políticas públicas ambientais; Volta Redonda.

ABSTRACT

The gray infrastructure, the priority for individual transport to the detriment of collective and non-motorized vehicles as well as the lack of integrated planning prevail, causing significant changes in the urban landscape, such as the construction of viaducts, channeling of rivers and highways. These changes enhance the occurrence of serious environmental problems, such as the formation of heat islands, floods and increase of air pollution, among others. In this respect, the green roofs are inserted as green infrastructure able to mitigate the urbanization effects. Volta Redonda City, located in the South Region of Rio de Janeiro State, is in line with this theme since it presents air pollution, as the main environmental problem due to the intense industrialization, and the increasing traffic of vehicles. For this purpose, a bibliographic revision was carried out on topics such as green roofs, public policies, presentation of empirical cases of public policies on green roofs at the world and national spheres, aiming to analyze the feasibility of this instrument as public policies to minimize the effects of pollution in that city. Despite being an incipient incentive, it was concluded that the implementation of green roofs could mitigate the negative effects of atmospheric pollution, improving the quality of life of the population.

Keywords: green roofs; environmental public policies; Volta Redonda

INTRODUÇÃO

A carência de áreas verdes nas cidades em diversos países é resultado do descaso com a questão ambiental ao longo do processo de urbanização. Observa-se uma generalizada perda da qualidade de vida, seja para a população humana ou para a biodiversidade, com surtos frequentes de doenças (até mesmo daquelas já estabelecidas como erradicadas), contaminação de corpos hídricos pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais, queima excessiva de combustíveis fósseis que emanam para a atmosfera gases intensificadores do efeito estufa, fragmentação de habitats naturais e desmatamentos.

O uso da vegetação como uma infraestrutura complementar é uma das alternativas para que as construções convencionais (asfalto e concreto) tornem-se menos agressivas ao meio ambiente, proporcione serviços ecossistêmicos e aumente a resiliência das cidades. Dentre os benefícios gerados pela vegetação estão: os estéticos, de lazer, social, econômico e ambiental.

Outro fator positivo do uso da vegetação está relacionado ao sentimento de biofilia, ou seja, os efeitos psicológicos proporcionados pelo contato do homem com a natureza. Segundo Ulrich (1993) e Berto (2005), este contato desperta sentimentos de relaxamento, paz, redução de estresse e sentimentos negativos, tais como a agressividade e o medo.

A infraestrutura verde serve, neste contexto, como uma ferramenta essencial para a melhoria da qualidade de vida urbana e da manutenção e funcionamento dos fluxos naturais. É uma alternativa em planejamentos sustentáveis de longo prazo, já incorporada em várias cidades de muitos países, que se consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, interconectados que reestruturam o mosaico da paisagem (HERZOG & ROSA, 2010). A arborização urbana, jardins verticais, calçadas verdes, telhados verdes e jardins filtrantes (*wetlands*) são exemplos de infraestrutura verde.

O telhado verde, foco deste estudo, é um sistema construtivo de cobertura vegetal feito com grama ou plantas e que pode ser instalado em lajes ou sobre telhados convencionais (RANGEL *et al.*, 2015). Podem ser de dois tipos de sistemas: intensivos e extensivos. Segundo Correa (2001), o primeiro tipo exige maior monitoramento, pois, geralmente, utiliza-se vegetação de maior porte e servem como espaços de lazer, enquanto o segundo exige pouca monitoração, já que sua funcionalidade é por razões estéticas e ecológicas.

A utilização de telhados verdes proporciona serviços ecossistêmicos semelhantes à arborização urbana, tais como: o conforto térmico, a retenção das águas das chuvas, o sequestro de carbono e a atração da fauna urbana. A retenção das águas das chuvas também auxilia na retenção de poluentes, como pesticidas e resíduos de petróleo, uma vez que os telhados verdes diminuem o escoamento superficial, armazenando a água durante eventos de chuvas e retornando a precipitação para a atmosfera através da evapotranspiração (METENS *et al.*, 2005).

Alguns autores ressaltam como maior benefício dos telhados verdes o seu desempenho térmico. De acordo com Araújo (2007), como o entorno dos telhados verdes tende a ficar mais diverso ao longo do tempo, o teor de umidade do ar também tende a aumentar. Estima-se que após a instalação de cobertura verde em uma laje, a temperatura da superfície reduz cerca de 15°C (SPANGENBERG, 2004 *apud* RANGEL *et al.*, 2015).

Os custos da implantação de telhados verdes é uma desvantagem em relação a materiais convencionais da construção civil, pois são mais caros. Oliveira (2009) orçou um custo de R\$ 102,59/m², para a implantação de telhados verdes na Comunidade da Vila Cascatinha, em Vargem Grande no Rio de Janeiro. Por outro lado, Neto (2014) verificou o custo de R\$ 60,00/m² para a implantação de telhados com material de cerâmica no Município de São José dos Campos, localizado no interior do Estado de São Paulo.

O principal fator que eleva o custo da implantação de telhados verdes, quando comparado com materiais convencionais, é o aumento do peso na estrutura de suporte do telhado verde (SAVI, 2012). Segundo Costa et al. (2012), cálculos de suportes de resistência (pilares, vigas e lajes) são necessários para assegurar a estabilidade da estrutura da edificação, pois muitas habitações apresentam projetos iniciais sem a previsão do peso adicional da vegetação e de seus redutores de escoamento. Deve-se também analisar as cargas sobre o telhado, quando este encontra-se seco e saturado, calculando o peso da drenagem, substrato e cobertura vegetal (SAVI, 2012). Ou seja, é fundamental que haja um planejamento técnico inicial antes da implantação do telhado verde, tanto para estruturas já existentes quanto para futuras construções.

Outra desvantagem da utilização de telhados verdes está relacionada aos problemas advindos da qualidade do substrato utilizado. Por serem úteis na retenção de águas pluviais, algumas pesquisas demonstram, no entanto, que o escoamento através dos telhados verdes inclui o aumento dos níveis de nitrogênio e fósforo, devido à lixiviação do substrato (DUNNETT & KINSBURY, 2004; MORAN *et al.*, 2005).

A adoção destes sistemas de naturezação, assim como as plantas, podem assimilar poluentes atmosféricos (ROLA, 2005 *apud* SILVA, 2011). Para tanto, a área estudo escolhida é o Município de Volta Redonda, localizado na região sul do Estado do Rio de Janeiro, que se enquadra na temática apresentada por apresentar a poluição atmosférica como o principal problema ambiental. Para demonstrar a eficácia da sua adoção, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre temas como telhados verdes, políticas públicas ambientais voltadas para telhados verdes, a apresentação de casos empíricos das políticas públicas acerca dos telhados verdes em nível internacional e nacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Criado pela Lei nº 2185 de 17 de julho de 1954, o Município de Volta Redonda está localizado no trecho médio do vale do rio Paraíba do Sul, entre as serras do Mar e da Mantiqueira, entre os paralelos 22°24'11" e 22° 38' de latitude sul e os meridianos 44°9'25" e 44° 25' de longitude oeste, segundo Greenwich (FEEMA, 1990). Possui uma área de 182,5 km², sendo composta por 52 bairros, cerca de 262.970 mil habitantes e densidade demográfica de 1.412,75 habitantes/km² (IBGE, 2015).

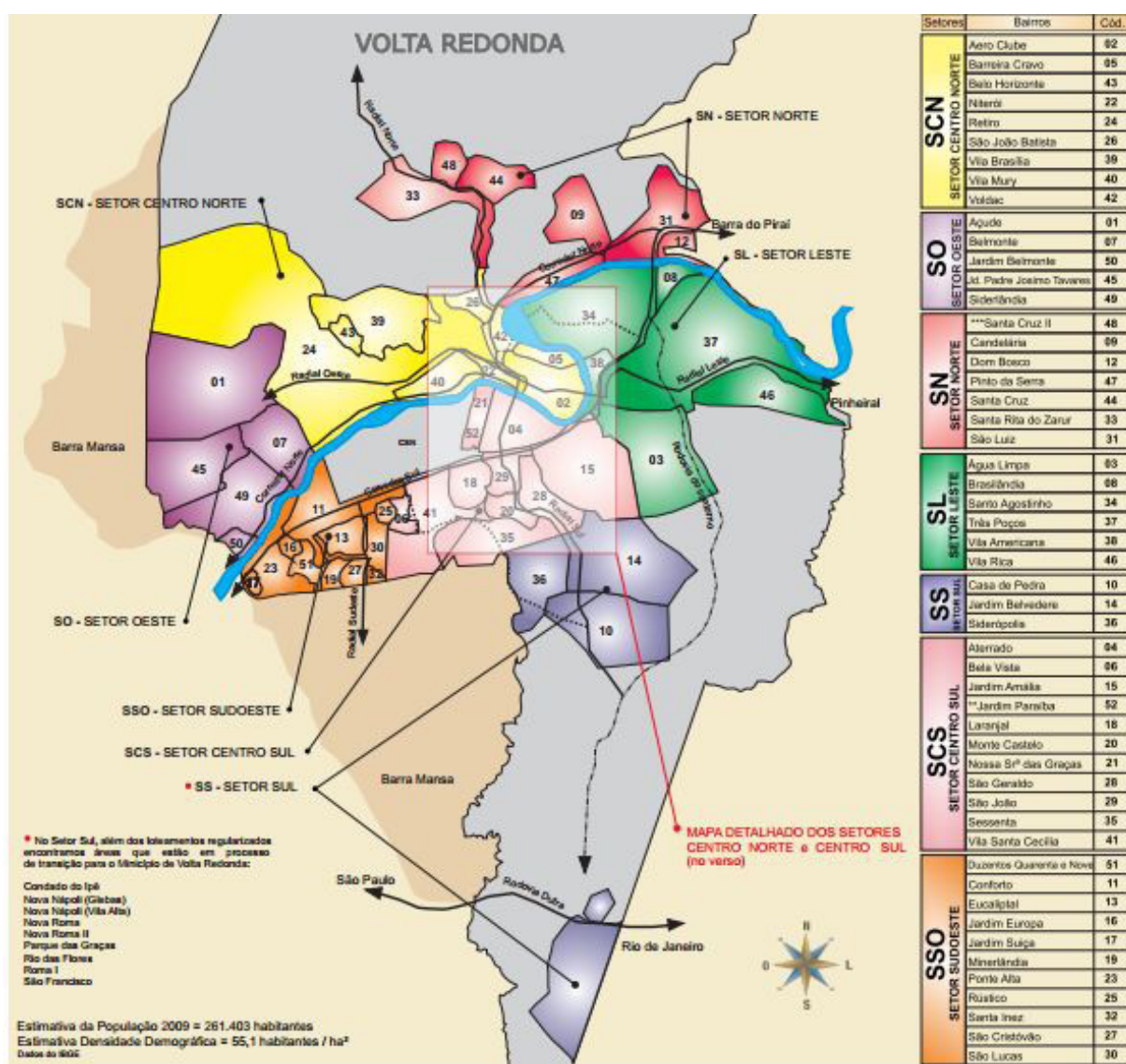


Figura 1 – Mapa da cidade e limites dos bairros.

Fonte: Portal da Prefeitura de Volta Redonda, 2017.

Por estar estrategicamente localizado no eixo das principais capitais brasileiras, São Paulo e Rio de Janeiro, o que facilitaria o deslocamento de produtos, serviços e pessoas, o Município de Volta Redonda foi designado a receber a maior siderurgia da América Latina, a CSN (Companhia Siderúrgica Nacional). Durante o Governo de Getúlio Vargas, através do Decreto-Lei nº 3.002, de 30 de janeiro de 1941, foi aprovado o plano da instalação da usina, elaborado por Atilio Correia Lima e seus associados, o qual só iria efetivamente ser executado em abril do mesmo ano, ficando, assim, conhecida como a “Cidade do Aço”.

A instalação da CSN, com seus 5,1 km de extensão, atraiu muitos residentes de municípios vizinhos e, principalmente, de outros estados, como Minas Gerais e São Paulo, migraram para Volta Redonda em busca de melhores empregos e condições de vida. Com a chegada destes novos moradores, o setor de serviço e comércio começou a apresentar sinais de crescimento logo nos primeiros anos de operação da CSN. Contudo, em 1993, após a privatização da siderúrgica, a instalação da grave crise econômica e social fez com que a cidade procurasse novos rumos, com menor dependência da CSN.

O crescimento urbano de Volta Redonda se deu a partir da CSN e das margens do rio Paraíba do Sul, o principal corpo hídrico responsável pelo abastecimento público do município e das atividades da siderúrgica. Os setores localizados próximos à CSN possuem áreas já consolidadas e urbanizadas, mas o Setor Sul, que era uma área predominantemente rural, tem correspondido a um dos principais eixos de crescimento da cidade nos últimos anos, recebendo novos loteamentos e vias de acesso (PINTO *et al.*, 2006)



Figura 2 – Mapa com características urbanas de Volta Redonda – RJ.
Fonte: Próprio autor.

De acordo com Paulo Biajoni, presidente da Câmara de Dirigentes Lojistas de Volta Redonda (CDLVR), o município tornou-se um pólo de prestação de serviços para a região, na área de saúde e na área de educação, com inúmeras universidades. Segundo dados da CDLVR, o comércio de bens e serviços emprega 40 mil pessoas na cidade (VOLTA REDONDA TEMA, 2013 *apud* MAGALHÃES & RODRIGUES, 2015).

No entanto, o crescimento urbano provocou impactos significativos ao meio ambiente, principalmente devido às consequências geradas pela industrialização, pois não incorporou a preservação e a manutenção dos recursos naturais. Hoje, a poluição atmosférica, sem dúvida, é o principal problema ambiental no município, devido à presença da siderurgia e metalurgia, que liberam gases tóxicos para a atmosfera. Por volta de 35 mil toneladas/ano de poluentes são lançados na atmosfera e a maior fonte de emissão é de compostos aromáticos, provenientes da produção do coque (GIODA, 2004; BENTES, 2008 *apud* CETEM, 2017).

É considerado o segundo município com o maior potencial poluidor do Estado do Rio de Janeiro, ficando apenas atrás da capital (SOR *et al.*, 2008). Outro problema em crescimento, que potencializa a poluição atmosférica, é o intenso tráfego de veículos que tem ocasionado em diversas internações por doenças respiratórias, grande parte pela exposição dos indivíduos ao monóxido de carbono (PAIVA, 2014).



Figura 3 – Imagem da paisagem urbana de Volta Redonda do bairro Bela Vista.
Fonte: Próprio autor.

A cobertura vegetal é baixa no Município de Volta Redonda. A ausência de áreas verdes expressivas e de poucas unidades de conservação (UCs) contribui para a baixa qualidade do ar no meio urbano. Há apenas duas UCs que estão distantes das áreas urbanas e de difícil acesso para a população, em termos de mobilidade. AARIE Floresta da Cicuta, criada pelo Decreto nº 90.792, de 09 de janeiro de 1985, após a privatização em abril de 1996 da Usina Presidente Vargas, e o Parque Natural Municipal Fazenda Santa Cecília do Ingá, criado através do Decreto Municipal nº 10.468 de 18 de novembro de 2005. De acordo com a Lei Federal nº 9.985/00 (Lei do S.N.U.C.), elas se classificam em unidades de uso sustentável e de proteção integral, respectivamente.

Aplicação metodológica

Este trabalho fundamentou-se metodologicamente em uma pesquisa qualitativa, empírica e bibliográfica, enfatizando, conjuntamente, alguns casos de efetiva instalação de telhados verdes, em âmbitos nacional e internacional, além da utilização de livros, artigos e legislação pertinente ao objeto do artigo.

Além disso, as técnicas de SIG (Sistema de Informações Geográficas) foram utilizadas para possibilitar uma melhor interpretação da área de estudo e para analisar detalhadamente as formas de uso e ocupação do solo. Concomitantemente com o levantamento bibliográfico e de fotos do município, foi possível obter informações acerca de quais áreas demandariam maior utilização de telhados verdes e como estes poderiam minimizar os problemas ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Políticas públicas ambientais voltadas para telhados verdes

Há uma busca incessante por formas de desenvolvimento, planejamento e de tecnologias que assegurem o crescimento das cidades com a garantia de qualidade de vida à população e ao meio ambiente. Tais ações começaram a instigar o surgimento de novas orientações e diretrizes de políticas públicas ambientais em diversos países.

Este tipo de política é o “conjunto de objetivos, diretrizes e instrumentos de ação que o poder público dispõe para produzir efeitos desejáveis sobre o meio ambiente” (BAR-

BIERI, 2007). Têm-se como exemplos as linhas especiais de financiamento, políticas públicas fiscais e tributárias e certificações ambientais.

De acordo com Cunha (2008),

“O Estado passa a pensar em alocação de recursos e em emprego estratégico de instrumentos econômicos destinados a promover práticas ecológicas e a inviabilizar comportamentos predatórios, incluindo o estímulo a novas formas de manejo dos recursos naturais e a promoção dos instrumentos de parceria entre poder público e a sociedade civil.”

As políticas indutoras para o estímulo da instalação de telhados verdes são ações que buscam (SHARMAN, 2014 *apud* RANGEL *et al.*, 2015):

- Incentivos diretos, tais como subsídios e subvenções;
- Incentivos financeiros indiretos, como redução de taxas e gratificações;
- Regulamentos e normas de incentivo;
- Incentivos intangíveis, como: a pesquisa, a educação, prêmios, programas específicos e orientação técnica.

As primeiras políticas públicas implantadas e voltadas para telhados verdes se iniciaram na Europa, na segunda metade do século XX. Na Alemanha, por exemplo, artistas como Hundertwasser defendiam o uso deste revestimento como uma estratégia para a construção de edifícios ecológicos (KÖHLER, 2008). Outras cidades como Copenhagen, na Dinamarca, Nashville, Chicago e Nova Iorque, nos Estados Unidos, e Toronto, no Canadá, implantaram, nas últimas décadas, políticas com incentivo ao uso de telhados verdes, como forma para aumentar áreas verdes em seus territórios (SHARP, 2008).

A Tabela 1 mostra com detalhes a descrição de algumas políticas implantadas nestes países supracitados e em outros.

Tabela 1 – Políticas públicas de telhados verdes implantadas internacionalmente.

País	Cidade	Descrição da política
Canadá	Toronto	Apresenta como necessária a cobertura verde para novas construções acima de 200 m ² . Desde quando foi aprovada na Câmara Municipal, resultou mais de 1,2 milhões de metros quadrados verdes em diferentes tipos de construções, assim como na economia de energia de mais de 1,5 milhões de kWh por ano para os proprietários dessas edificações.
Alemanha	-	Foi o primeiro país a adotar a política de telhados verdes em padrões nacionais na década de 1970. Em 2001, a área de telhados verdes na Alemanha já chegava a 13,5 milhões de metros quadrados, chegando a cobrir 14% de todos os telhados do país.
Estados Unidos	Nashville	Uma medida prevê redução de US\$ 10 nas taxas de esgoto para cada metro quadrado de telhado verde.
	Nova Iorque	A Lei Estadual concede crédito fiscal de um ano de US\$ 4,50/m ² para quem tem telhado verde em pelo menos 50% da cobertura.
	Chicago	Oferece até 50% do custo ou até US\$ 100.000 para o desenvolvimento de telhados verdes que cubram 50% ou mais do espaço na cobertura.
Holanda	Amsterdam	As leis, benefícios e/ou incentivos fiscais são reguladas pelos próprios municípios. Na média, o subsídio fica entre €25 e €50 por m ² , sendo limitado, na maioria dos casos, a metade do custo total de sua implantação. O objetivo da cidade é ter um total de 800.000 m ² de telhados verdes até o ano de 2030.
Dinamarca	Copenhague	Estabeleceu como meta para ser neutra em carbono até 2050 e vê os telhados verdes como uma ferramenta chave para atingir esta meta. Todos os novos telhados com menos de 30 graus de inclinação necessitam ter telhados verdes.

Fonte: Kist, 2015; Rangel *et al.*, 2015; Mendonça, 2015.



Figura 4 – Telhados verdes em residências na Austrália. Fonte: Wilson, 2007 *apud* Rosseti, 2009.



Figura 5 – Telhado verde na sede da Prefeitura de São Paulo. Fonte: Capelas Júnior, 2015.

No cenário nacional, as políticas públicas voltadas para a implantação de telhados verdes ocorreram décadas após os países desenvolvidos, mais precisamente no final da primeira década do século XXI. A Tabela 2 mostra algumas cidades com suas respectivas descrições.

Tabela 2 - Políticas públicas de telhados verdes implantadas no Brasil.

Cidade	Descrição da política
Santa Catarina	A Lei Estadual nº 14.243/2007 criou o Programa Estadual de Incentivo à Adoção de Telhados Verdes em espaços urbanos densamente povoados, que definiu em seu art. 2º que para fazer parte do programa, a implantação dos sistemas vegetados não poderia ser inferior a 40% da área total do imóvel, responsabilizando o Poder Executivo, no art. 3º, a criar parcerias, incentivos fiscais e financeiros aos municípios partícipes do Programa.
São Paulo (SP)	Aprovado o projeto lei nº 115/09, extensivo a todos os prédios com mais de três andares, porém, e até o presente momento, este não voltou a ser apreciado pelos parlamentares.
Rio de Janeiro	A Lei Estadual nº 6.349/2012 torna a obrigatoriedade de instalação de telhados verdes nos prédios públicos, autarquias e fundações do Estado do Rio de Janeiro, para prédios que fossem projetados a partir da promulgação da lei.
Niterói (RJ)	Aprovado o projeto de Lei nº 090/2013 que dispõe sobre a instalação de telhados verdes em projetos de edificações residenciais ou não, que tiverem mais de três andares agrupados verticalmente, e os respectivos incentivos fiscais e financeiros aos que adotarem o telhado verde.

Recife (PE)	Foi aprovada a lei nº 18.112/15, que exige aos projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitacionais com mais de 400m ² de área de coberta, a implantação de “Telhado Verde” para sua aprovação.
Paraíba	Lei Estadual, nº 10.047/13, dispõe a obrigatoriedade aos projetos de condomínios edificadas, residenciais ou não, com mais de 3 (três) unidades agrupadas verticalmente, a implantação de telhados verdes.

Fonte: Kist, 2015; Rangel *et al.*, 2015; Mendonça, 2015; Paraíba, 2013; Recife, 2015.

No Município de Volta Redonda não há qualquer legislação que obrigue ou incentive a utilização de telhados verdes em edificações ou em qualquer outro tipo de construção. Provavelmente, por se tratar de um tema recente e pouco discutido no território nacional, ainda é bastante desconhecido por pequenos e médios municípios, como é o caso do município. No entanto, observa-se maior conhecimento deste tema nos grandes centros urbanos do país

Há também políticas gerais de incentivo à implementação de infraestrutura verde, como o Fator Verde Seattle (EUA), o *Green Plot Ratio (GnPR)* de Cingapura e o Programa QUALIVERDE do município do Rio de Janeiro. Os dois programas internacionais mencionados foram criados dentro um cenário de alerta sobre o aquecimento global, divulgado em 2007 pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), o qual estimulou diversos países a repensarem nas suas formas de desenvolvimento e a criar novas políticas ambientais. Já o programa QUALIVERDE do Rio de Janeiro foi criado em 2012, mesmo ano em se realizou na cidade a Rio+20, a Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável.

O Fator Verde, criado em 2007, prevê ações para o desenvolvimento de uma floresta sustentável na cidade de Seattle (EUA), em um período de 30 anos, para atingir a meta de cobertura geral de 30%, sendo atualmente de 18% (ROTERMUND, 2012). Já o *Green Plot Ratio* foi projetado em 2009 por membros do Conselho de Parques Nacionais de Cingapura, em parceria com outras instituições internacionais, o qual permite uma quantificação tridimensional da vegetação de uma área através da utilização do *Leaf Area Index (LAI)*, atribuindo valores a plantas específicas com base na área de superfície de vegetação, fornecendo, assim, informações úteis para novos projetos urbanos sustentáveis (IRES/NUS, 2017).

O programa QUALIVERDE do Rio de Janeiro, criado pelo Decreto Estadual nº. 35.745/2012, possui um modelo próprio de certificação de empreendimentos sustentáveis e dentre suas ações qualificadoras está incluído o uso de telhados verdes. Vale ressaltar que esta qualificação é opcional e aplicável aos projetos de novas edificações e edificações existentes, de uso residencial, comercial, misto ou institucional (KIST, 2015).

Análise de estudos sobre telhados verdes e suas possíveis aplicações em Volta Redonda

Primeiramente, deve-se atentar ao tipo e tamanho da planta a ser escolhida. Dentre as principais características que a planta deve possuir estão: alta resistência à falta de água, crescimento moderado e porte pequeno para não haver necessidade de poda, diminuindo assim os custos de manutenção, e que sejam tolerantes a altas concentrações de poluentes atmosféricos. Neste sentido, as plantas mais indicadas e que apresentam estas características são as gramíneas (MELLO *et al.*, 2010). Na Figura 6 pode ser visto um exemplo de corte esquemático de telhado verde.

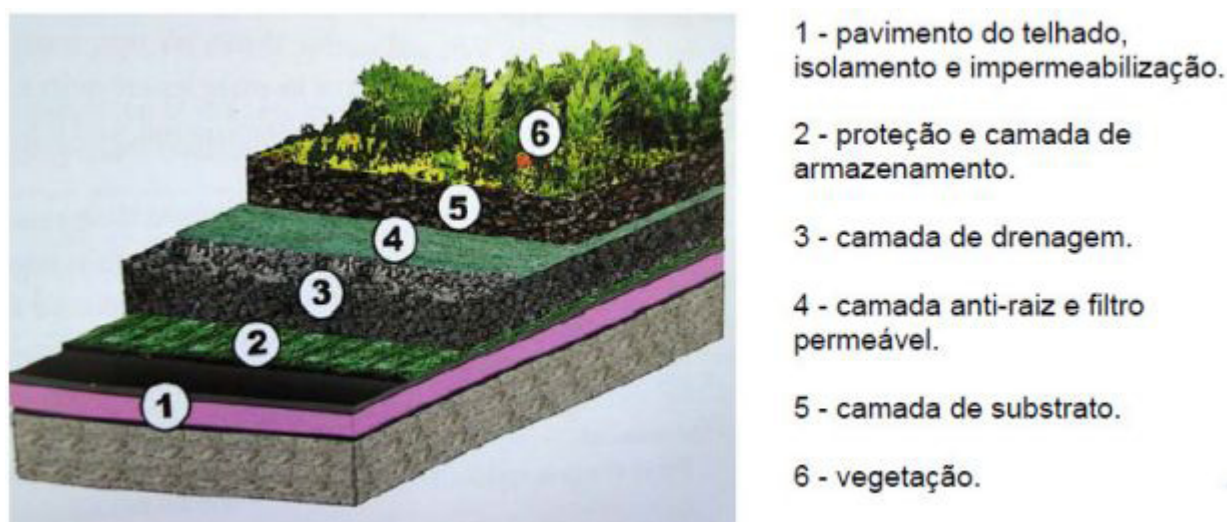


Figura 6 – Corte esquemático de um telhado verde. Fonte: Baldessar, 2012.

Para que a qualidade do substrato utilizado não sirva como fonte de poluição para águas superficiais, Oberndorfer *et al.* (2007) sugerem pesquisas sobre substratos inertes e sistemas integrados de reutilização das águas das chuvas para a mitigação deste efeito. Estes autores também recomendam a redução da adubação da vege-

tação no telhado verde, pois deve melhorar a qualidade da água de escoamento. Contudo, ressaltam que esta prática pode reduzir o crescimento das plantas ou a sobrevivência delas.

Como o Município de Volta Redonda sofre bastante com os problemas advindos da poluição atmosférica, este trabalho busca analisar experiências já realizadas com telhados verdes no enfrentamento deste problema, em nível nacional e internacional, para entendê-las e poder aplicá-las neste município. Logo, este trabalho pretende demonstrar, a partir de uma revisão bibliográfica, como a utilização de telhados verdes poderia melhorar a qualidade de vida da população, diminuindo, desta forma, os efeitos da poluição atmosférica.

Em nível nacional, não foram encontrados estudos ou trabalhos publicados em plataformas de pesquisas, como o Google Acadêmico, Scielo ou Periódicos Capes, que demonstrem a eficiência da utilização de telhados verdes no combate à poluição atmosférica. Por outro lado, verificou-se um número significativo de estudos publicados em nível internacional, contra este mesmo problema ambiental, como os trabalhos de Yang et al. (2008), Currie & Bass (2008), Getter et al. (2009), Speak et al. (2012), que serão melhor abordados a seguir.

Currie & Bass (2008) investigaram o efeito de diferentes combinações de vegetação através da manipulação de quantidades de árvores, arbustos, telhados verdes e paredes verdes sobre a poluição atmosférica em Toronto, no Canadá. Os efeitos destas manipulações foram simulados com o modelo Efeito de Floresta Urbana (UFORE – *Urban Forest Effect*), desenvolvido pela Estação Regional do Nordeste do Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, que quantifica os níveis de poluição do ar para contaminantes, tais como NO₂, SO₂, CO, MP10 e ozônio.

Estes autores constataram que a grama em telhados (telhados verdes extensos) poderia aumentar o efeito de árvores e arbustos na mitigação da poluição do ar, colocando arbustos em um telhado (telhados verdes intensivos) teria um impacto mais significativo. Estimam que um aumento de 10-20% na área de superfície de telhados verdes em prédios do centro contribuiria significativamente para a saúde social, financeira e ambiental da população.

Speak et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de quantificar a eficácia de quatro espécies de gramíneas em telhados verdes - *Agrostis stolonifera*, *Festuca*

rubra, *Plantago lanceolata* e *Sedum album* - em capturar partículas menores do que 10 μm (MP10) no centro da cidade de Manchester, no Reino Unido. As espécies foram instaladas em dois pontos do centro, um numa área com intenso tráfego de veículos e outro no entorno do centro da cidade. Eles observaram diferenças na captura de MP10 entre as espécies provenientes da micro e macromorfologia e da superfície de biomassa. A partir disto, verificaram que *Agrostis stolonifera* e *Festuca rubra* são mais eficazes do que *P. lanceolata* e *S. album* na captura de MP10, com remediação de 2,3% ($\pm 0,1\%$) de 9,18 toneladas para a área de 325 ha no cenário de quantificação calculado.

Apesar das espécies vegetais analisadas no trabalho de Speak et al. (2012) não serem encontradas no Brasil (JBUTAD, 2016), exemplares da mesma família são encontrados em diferentes regiões do Brasil (SILVA, 2001; RIBEIRO et al., 2005). Sendo assim, estudos e pesquisas poderiam ser realizados para testar a viabilidade de membros desta família no sequestro de poluentes atmosféricos nas cidades brasileiras.

Getter et al. (2009) conduziram dois estudos com o objetivo de quantificar o potencial de armazenamento de carbono em sistemas extensivos de telhados verdes nas cidades de Michigan e Maryland, nos Estados Unidos. Utilizaram espécies do gênero *Sedum* e substrato de matéria orgânica. Os autores verificaram que ao longo de dois anos, o armazenamento de carbono variou entre as espécies que se encontravam acima do solo e abaixo do solo, e que em todo o sistema foi sequestrado 375g C/m².

Yang et al. (2008) quantificaram a remoção da poluição do ar da cidade de Chicago, nos Estados Unidos, através de um modelo de disposição seca ao longo de um ano. Os resultados mostraram que um total de 1675 kg de poluentes do ar foram removidos por 19,8 ha de telhados verdes, contabilizados em 52% de O₃, 27% de NO₂, 14% de MP10 e 7% de SO₂. Além disto, estimaram que a quantidade de poluentes removidos aumentaria para 2046.89 toneladas, se todos os telhados em Chicago fossem cobertos por telhados verdes intensivos.

Analisando os resultados dos trabalhos destes autores, pode-se afirmar que a implantação de telhados verdes no Município de Volta Redonda serviria como instrumento de defesa contra a poluição atmosférica, uma vez que as cidades estudadas por estes autores apresentam fontes poluidoras semelhantes à área estudada. Dentre estas fontes podemos citar, por exemplo, a forte presença de atividades industriais e de automóveis.

A partir do estudo realizado por Peiter & Tobar (1998), que identificaram os bairros críticos em relação à poluição atmosférica de Volta Redonda, foi possível constatar que os bairros na porção noroeste, majoritariamente compostos por grupos de baixa renda, são os mais vulneráveis devido à proximidade com a CSN e à posição geográfica desfavorável em relação à dispersão dos poluentes. Por outro lado, os bairros mais sul são formados por grupos de maior renda e sofrem menos com a dispersão dos poluentes. A Figura 7 mostra os resultados encontrados pelos autores.

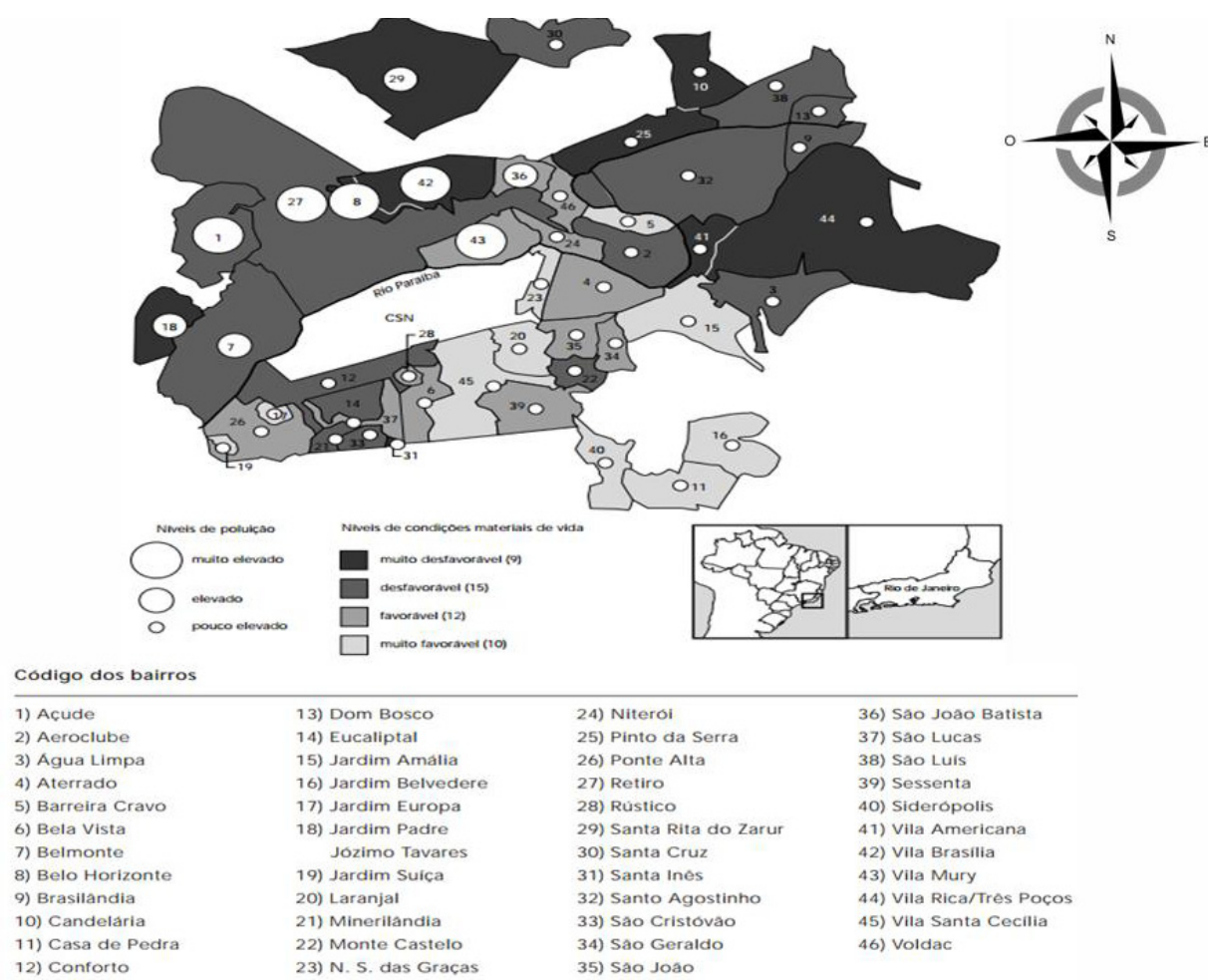


Figura 7 – Níveis de poluição em bairros de Volta Redonda. Fonte: Adaptado de Peiter & Tobar, 1998.

Em relação à Figura 7, os bairros localizados mais ao norte do município estão mais vulneráveis à poluição e dentre estes bairros podemos citar o Retiro, que é o mais populoso e que apresenta uma economia bastante representativa na área de comércio e serviços. Além disto, por se desenvolver sem planejamento adequado e de forma desordenada, não apresenta áreas verdes expressivas, conforme a Figura 8.

Diferentemente do bairro Retiro, o bairro de Vila Santa Cecília (Figura 9), encontrado mais ao sul do município, apresenta níveis de poluição pouco elevados (Figura 7). É um bairro que foi planejado para receber a classe de técnicos que atuariam na CSN, logo a urbanização não ocorreu de forma tão desordenada. Próximo às áreas comerciais deste bairro percorre o córrego Cachoeirinha, o qual apresenta arborização ao longo de suas margens que, de certa forma, contribui para a qualidade do ar no bairro e para a amenização do clima.



Figura 8 – Imagem do bairro Retiro de Volta Redonda. Fonte: Portal VR, 2016.



Figura 9 – Imagem do bairro de Vila Santa Cecília de Volta Redonda. Fonte: Próprio autor.

Além de melhorar esteticamente o município, a adoção de telhados verdes melhoraria a qualidade do ar e, conseqüentemente, diminuiria as internações de pessoas com doenças respiratórias. O sentimento de biofilia também poderia estar mais presente, melhorando, desta forma, a qualidade de vida da população. A porção noroeste do município seria bastante beneficiada, já que sofre mais com a dispersão dos poluentes.

Vale ressaltar também que, com a utilização de telhados verdes, o grave problema do ruído provocado pela frota crescente de veículos no município também poderia ser reduzido ao longo do tempo. Segundo Dunnett & Kingsbury (2004), os telhados verdes também podem reduzir a poluição sonora através da absorção de ondas sonoras no exterior de edifícios e prevenir a transmissão para dentro dos mesmos. Neste sentido, tanto a porção sul quanto a noroeste seriam beneficiadas, já que são áreas que apresentam importantes pólos geradores de tráfego, com centros de comércio e serviços.

CONCLUSÃO

A liberação de gases tóxicos provenientes tanto das atividades da siderurgia e metalurgia quanto da crescente frota de veículos em circulação e a ausência de áreas verdes representativas nas áreas urbanas potencializam os efeitos da poluição atmosférica no município estudado. Logo, novas medidas e políticas ambientais devem ser aplicadas para minimizar os efeitos adversos da poluição sobre a saúde pública e ao meio ambiente do município.

A instalação de telhados verdes, apesar de ser mais cara que de telhados convencionais, poderia ser justificada em longo prazo, se os benefícios ambientais fossem considerados. Espera-se que no Município de Volta Redonda esta prática se torne popular, para que além de melhorar a qualidade ambiental, seja sustentável, proporcione ambientes esteticamente agradáveis, melhore a qualidade do ar, principalmente nas áreas mais poluídas encontradas a noroeste, e possa reduzir as demandas dos sistemas convencionais de drenagem urbana, o que representaria uma economia nos custos de funcionamento e de possíveis inundações.

Já que o Município de Volta Redonda ainda apresenta espaços livres disponíveis, sobretudo nas regiões norte e sul, para a instalação de futuros empreendimentos, recomenda-se como política pública ambiental para o município a combinação dos conteúdos abordados nas leis ambientais do Município de Niterói (RJ) e de Nashville, nos Estados Unidos. Assim, novos empreendimentos, que tiverem mais de três andares agrupados verticalmente, seriam obrigados a instalar telhados verdes, e aqueles já existentes que queiram adotar esta prática também receberiam benefícios fiscais e financeiros, como, por exemplo, a redução em taxas de esgoto, energia elétrica ou até mesmo de IPTU (Imposto Predial Territorial Urbano).

Devido à escassez de trabalhos publicados com este tema e ao grande número de cidades brasileiras que enfrentam problemas relacionados à poluição atmosférica, sugerem-se futuras pesquisas na seleção de espécies vegetais para telhados verdes, com foco em espécies nativas da região, sobretudo com as gramíneas, pois estas estão mais adaptadas às condições ambientais originais do local. É necessário também maior investimento em programas de educação ambiental, conscientizando e informando a população sobre novas práticas, atitudes e tecnologias que agredem menos o meio ambiente, como as infraestruturas verdes, e os benefícios que elas podem proporcionar à qualidade de vida da população.

Tais práticas poderiam estimular futuros projetos urbanísticos ou empreendimentos, como condomínios residenciais, a implantar telhados verdes. Além de proporcionar benefícios fiscais aos empreendimentos e ambientais ao município, possibilitariam uma nova paisagem urbana.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. R. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. Monografia em Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, p.28, 2007.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 125, 2012.

BARBIERI, J. C. *Gestão Ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. São Paulo: **Saraiva**, 2007.

BERTO, R. Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. **Journal of Environmental Psychology**, London, v.25, n.3, p. 249-259, 2005.

CAPELAS JUNIOR, A. **Telhados Verdes funcionam mesmo**. In: Planeta Sustentável, 2014. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/sustentavel-na-pratica/telhados-verdes-funcionam-mesmo/>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL – CETEM. **Volta Redonda (RJ) convive com efeitos cumulativos de 71 anos de atividade siderúrgica**. Disponível em: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=135>. Acesso em: 03/04/2017.

COSTA, J.; COSTA, A.; POLETO, C. Telhado verde: redução e retardo do escoamento superficial. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 50-56, 2012.

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N. Política e Gestão Ambiental. In: Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. (Orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

CURRIE, B. A. & BASS, B. Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. **Urban Ecosystems**, vol. 11, Issue 4, pp. 409–422, 2008.

DUNNETT, N. P. & KINGSBURY, N. **Planting Green Roofs and Living Walls**. Portland (OR) Timber Press, 2004.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - FEEMA. **Perfil Ambiental Município de Volta Redonda**. Volta Redonda, p.98, 1990.

GETTER, K. L.; ROWE, D. B.; ROBERTSON, G. P.; CREGG, B. M.; ANDRESEN, J. A. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. **Environmental Science & Technology**, 43 (19), pp. 7564–7570, 2009.

GUILHERME, F. A.; RESSEL, K. A. I. L. A. Biologia floral e sistema de reprodução de *Merostachys riedeliana* (Poaceae: Bambusoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, 24.2 (2001): 205-211.

HERZOG, C. P. & ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista LABVERDE**, v.1, n.1, p.92-115, 2010.

INSTITUTE OF REAL ESTATE STUDIES/NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE. **To Develop Landscape Guidelines for Application of Green Plot Ratio in Singapore**. Disponível em: <http://www.ires.nus.edu.sg/newsletter2014/Issue1/issue1content.pdf>. Acesso em: 04/03/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Volta Redonda**. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/painel/fotos.php?lang=_PT&codmun=330630&search=%7Cvoltaredond. Acesso em: 28/11/2015.

JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO - JBUTAD. **Espécie**. Disponível em: <http://jb.utad.pt/especie/>. Acesso em: 25/06/2016.

KIST, T. **Direito urbanístico e políticas públicas: estímulos legais e fiscais para a adoção de técnicas sustentáveis na construção civil, quanto à implantação de telhados verdes**. Monografia apresentada ao curso de graduação em Direito, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, p.78, 2015.

KÖHLER, M. Green Façades: a view back and some visions. **Urban Ecosystems**, London, v. 11, n. 4, p. 423-436, 2008.

MAGALHÃES, C. H.; RODRIGUES, M. I. Volta Redonda pós-privatização da CIA. Siderúrgica Nacional: a crise de uma cidade monoindustrial em busca de uma nova identidade econômica. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 11, n. 2, p. 359-378, mai-ago/2015, Taubaté, SP, Brasil.

MELLO, G. B. P.; COSTA, M. D. P.; ALBERTI, M. S.; FILHO, R. D. G. F. Estudo da implantação de um telhado verde na Faculdade de Engenharia Mecânica. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, v.6, n.2, dez. 2010.

MENDONÇA, T. N. M. **Telhado verde extensivo em pré-moldado de concreto EVA (acetato etil vanila)**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p.234, 2015.

MENTENS, J.; RAES, D.; HERMY, M. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?. **Landscape and Urban Planning**, 77:21–226, 2005.

MORAN, A.; HUNT, B.; SMITH, J. **Hydrologic and water quality performance from greenroofs in Goldsboro and Raleigh, North Carolina**. Paper presented at the Third Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show; 4–6 May 2005, Washington, DC.

NETO, A. C. O. **Cobertura verde: estudo de caso no Município de São José dos Campos – SP**. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, p.93, 2014.

OLIVEIRA, E. W. N. **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.87, 2009.

OBERNDORFER, E.; LUNDHOLM, J.; BRASS, B.; COFFMAN, R. R.; DOSHI, H.; DUNNETT, N.; GAFFIN, S.; KÖHLER, M.; LIU, K. K. Y.; ROWE, B. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. **Bioscience**, v.57, n.10, p. 823-833, 2007.

PAIVA, R.F.P.S. Morbidade hospitalar por doenças associadas à poluição do ar na cidade de Volta Redonda, Rio de Janeiro: casos e custo econômico. **Caderno Saúde Coletiva**, v.22, n.2, 2014.

PARAÍBA. Lei n.º 10.047, de 09 de julho de 2013. **Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação do “Telhado Verde” nos locais que especifica, e dá outras providências**. Disponível em: <http://201.65.213.154:8080/sapl/sapl_documentos/norma_juridica/10763_texto_integral>.

PEITER, P. & TOBAR, C. Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 14(3):473-485, jul-set, 1998.

PINTO, S. T.; PEIXOTO, M. N.; MELLO, E. V.; MOURA, J. R. **Análise temporal de feições erosivas e escorregamentos no Município de Volta Redonda – RJ**. In: Anais do Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia – GO, n.6, 2006.

PORTAL VR. **Turismo: bairro Retiro**. Disponível em: http://www.portalvr.com/turismo/mod/centro_comercial/. Acesso em: 23/03/2016.

PORTAL VR. **Mapa da Cidade de Volta Redonda**. Disponível em: http://www.portalvr.com/ippu/mod/informacoes/mapa_cidade.php. Acesso em: 03/03/2017.

RANGEL, A. C. L. C.; ARANHA, K. C.; SILVA, M. C. B. C. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para sustentabilidade. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.35, p.397-409, dez.2015.

RECIFE. Lei n.º 18.112/2015. **Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do “telhado verde”, e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências**. Disponível em: <https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Lei-telhado-verde-Recife-2015.pdf>.

RIBEIRO, K. T.; et al. Ocupação por *Brachiaria* spp.(Poaceae) no Parque Nacional da Serra do Cipó e infestação decorrente da obra de pavimentação da rodovia MG-010, na APA Morro da Pedreira, Minas Gerais. **Anais...** Brasília – DF, p.1-17, 2005.

ROSSETI, K. A. C. **Estudo do desempenho de coberturas verdes como estratégia passiva de condicionamento térmico dos edifícios na cidade de Cuiabá, MT.** Dissertação de Mestrado em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, p. 130, 2009.

ROTERMUND, R. M. **Análise e planejamento da floresta urbana enquanto elemento da infraestrutura verde: estudo aplicado à bacia do córrego Judas/Maria Joaquina, São Paulo, SP.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, p.158, 2012.

SAVI, A. C. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura.** Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, p.128, 2012.

SHARP, R. J. **Introduction to Green Walls: technology, benefits & design.** Toronto: Green Roofs for Healthy Cities, 2008.

SILVA, N. C. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental.** Monografia de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG, p. 63, 2011.

SPEAK, A. F.; ROTHWELL, J. J.; LINDLEY, S. J.; SMITH, C. L. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city. **Atmospheric Environment**, vol.61, pp. 283-293, 2012.

SOR, J. L.; CLEVELÁRIO JÚNIOR, J.; GUIMARÃES, L. T.; MORENO, R. A. M. **Relatório piloto com aplicação da metodologia IPPS ao estado do Rio de Janeiro: uma estimativa do potencial de poluição industrial do ar.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008.

ULRICH, R. S. **Biophilia and Natural Landscapes.** In: Kellert, S.R.; Wilson, E. (Ed.). The Biophilia Hypothesis. Washington, DC: Island: Shearwater Books. p.73-137, 1993.

YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. **Atmospheric Environment**, v.42, 31, pp. 7266–7273, 2008.

ARTIGO Nº2

INFRAESTRUTURA VERDE EM ÁREA DE MANANCIAL: UM ESTUDO PARA A REPRESA BILLINGS

GREEN INFRASTRUCTURE IN A WATER SOURCE AREA: A STUDY FOR THE BILLINGS DAM

RAMÓN STOCK BONZI, OLIVER DE LUCCIA, MAYRA MENOSSE ALMODOVA

**INFRAESTRUTURA VERDE EM ÁREA DE MANANCIAL:
UM ESTUDO PARA A REPRESA BILLINGS**

***GREEN INFRASTRUCTURE IN A WATER SOURCE AREA:
A STUDY FOR THE BILLINGS DAM***

RAMÓN STOCK BONZI

Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela FAUUSP, na área de concentração Paisagem e Ambiente. Especialista em Meio Ambiente e Sociedade (FESPSP) e em Arquitetura da Paisagem (SENAC).
rsb@usp.br

OLIVER DE LUCCIA

Arquiteto e pesquisador do Grupo Metrópole Fluvial (FAU-USP) . Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo e mestrando na mesma instituição.
oliver.luccia@usp.br

MAYRA MENOSSI ALMODOVA

Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCT-UNESP).
mayra_almodova@yahoo.com.br

RESUMO

Embora sirva ao abastecimento de água desde a década de 1950 e seja protegida por leis desde a década de 1970, a represa Billings teve seu entorno ocupado de maneira inadequada, o que comprometeu significativamente a qualidade de suas águas. Com a “crise hídrica” de 2014-2015 tornou-se evidente a sua importância estratégica já que possui potencial para triplicar a população atendida. Para que isso se torne viável é preciso evitar que o reservatório continue sendo degradado pelo despejo de esgoto não tratado e pela carga de poluição difusa trazida pelo escoamento superficial das chuvas em áreas urbanizadas. Este trabalho investiga como a infraestrutura verde pode ajudar a conciliar a ocupação do entorno da Billings com a produção de água de boa qualidade. Apresenta um método, diretrizes e ensaio projetual para uma sub-bacia do Ribeirão Cocaia, curso d’água afluente da Billings.

Palavras-chave: represa Billings; infraestrutura verde; mananciais urbanos; ribeirão Cocaia; abastecimento de água.

ABSTRACT

Although it is used as a source of water supply since the 1950s and has been protected by legislation since the 1970s, the Billings Dam has had its surroundings inadequately occupied, which has significantly compromised the quality of its waters. With the “water crisis” during 2014-2015, its strategic importance became evident since it has the potential to triplicate the population served. For this to be feasible it is necessary to avoid that the reservoir continues being degraded by the discharge of untreated sewage and by the diffuse pollution brought by the surface runoff of the rains of urbanized areas. This article investigates how the green infrastructure can help reconcile the occupation of the Billings Dam surroundings with the production of potable water. It presents a method, guidelines and a design essay for a sub-basin of Ribeirão Cocaia, an affluent of Billings Dam.

Keywords: Billings Dam; green infrastructure; urban water sources; Cocaia Stream; water supply.

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água potável está entre os maiores desafios que se colocam para a região metropolitana de São Paulo, como bem evidenciou a chamada “crise hídrica” de 2014 e 2015. Embora o episódio tenha desencadeado amplo debate público, a ideia de que se tratava de uma crise, e portanto de evento excepcional, fora da normalidade, escamoteou o fato de que o abastecimento de água sempre foi um problema para São Paulo. Em 1870, por exemplo, esse já era o principal problema da cidade, embora ela contasse então com apenas 50 mil moradores (Iamamura, 2006, p.52).

Ainda que seja possível argumentar que o problema crônico de abastecimento de São Paulo se deve ao fato de que a região possui baixa disponibilidade hídrica natural por se localizar no alto curso do rio Tietê (Silva; Porto, 2003), a histórica dificuldade para prover o serviço sinaliza a existência de outras causas para além de determinismos geográficos e explosões demográficas.

Neste sentido destaca-se o fato de que São Paulo tem crescido sem conferir a devida importância à base natural sobre a qual se assenta. No que tange aos recursos hídricos, as operações típicas da urbanização paulistana – supressão da cobertura vegetal, impermeabilização maciça do solo e alteração radical de rios e córregos – modificaram

sobremaneira o ciclo hidrológico, desencadeando inundações, mudanças nos padrões de precipitação, ilhas de calor e piora na qualidade do ar e das águas superficiais.

Outro fator que cria uma série de dificuldades para o abastecimento público paulistano é que a cidade tem sido planejada, projetada e gerida dentro de uma lógica setorial. Desta maneira, as infraestruturas competem entre si por financiamento, recursos naturais, espaço físico e prestígio junto à sociedade e administração pública. Nessas batalhas infraestruturais, frequentemente um dos sistemas torna-se obsoleto ou perde grande parte de sua capacidade de operação.

O presente trabalho se debruça sobre uma área estratégica para o abastecimento de São Paulo e que apresenta os problemas e as dinâmicas recém elencadas: a represa Billings.

Criada originalmente como reservatório da usina hidrelétrica Henry Borden, teve seu uso alterado para o abastecimento público, reduzindo assim a geração de energia. Posteriormente, a função de abastecimento público foi limitada devido à poluição decorrente da ocupação clandestina de seu entorno e de sua integração ao sistema de macrodrenagem da cidade.

No auge da chamada “crise hídrica” o reservatório ganhou do governador do estado o status de “caixa d’água” da cidade, mas o seu nível de poluição gerou dúvidas sobre a viabilidade financeira do tratamento dessas águas para fins de abastecimento.

Tendo em vista os limites evidentes de se continuar planejando, projetando e gerindo a infraestrutura da maneira como tem sido feita, o presente estudo investiga estratégias alternativas capazes de enfrentar o grave quadro de escassez hídrica que ameaça a região metropolitana de São Paulo (RMSP).

A pesquisa adota como referencial teórico a infraestrutura verde, entendida aqui como a noção de que a paisagem é capaz de fornecer serviços ecossistêmicos fundamentais para o bom funcionamento da cidade. A metodologia do trabalho abarca três momentos diferentes. Primeiramente, a pesquisa bibliográfica reconstitui a formação da represa Billings e descreve os processos que levaram à ocupação dos mananciais e os problemas daí decorrentes.

Para a caracterização do recorte espacial selecionado, uma sub-bacia do Ribeirão Cocaia, foi feito o levantamento cartográfico da área, visitas de campo de caráter exploratório e consulta a planos existentes. A articulação destes procedimentos permitiu a produção de mapas temáticos, a descrição detalhada da área e uma primeira aproximação no que diz respeito à identificação de problemas e potencialidades locais.

O trabalho culmina com a aplicação conceitual da infraestrutura verde na área de estudo. Como etapa prévia ao ensaio projetual propriamente dito, foi realizada a compartimentação do relevo conforme metodologia proposta por Schutzer (2004, 2012) e adaptada por Bonzi (2015a, 2015b) para o contexto da infraestrutura verde. Este procedimento permitiu maior aprofundamento na identificação dos problemas, mas, sobretudo, dos potenciais encerrados na base biogeofísica local.

O aproveitamento destes potenciais até então negligenciados constituiu, em si mesmo, a base real para o projeto. Este demonstra que em grande parte é possível harmonizar a ocupação consolidada em áreas de manancial com a produção de água de boa qualidade. Trata-se, portanto, de uma alternativa à ampla remoção populacional da área de mananciais pretendida pela nova gestão municipal¹.

REPRESA BILLINGS – DA GERAÇÃO DE ENERGIA AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A Billings é o maior reservatório da região metropolitana de São Paulo. Tem 1200 hm³ de capacidade de armazenamento, espelho d'água oscilando entre 108 e 127 km² e área de drenagem de 582,8 km², o que equivale a 7,3% da RMSP.



Figura 1 – Localização da represa Billings em relação à RMSP. A linha em azul escuro delimita a sua área de drenagem. Em vermelho, a área da vizinha represa Guarapiranga. Fonte: < <http://i.imgur.com/P3xBC5O.png>>. Acesso em 02/12/2016.

¹ Ver, por exemplo: < <http://www.valor.com.br/politica/4732829/doria-diz-que-nao-vai-tolerar-invasoes-e-preve-ciclovias-privatizadas>>. Acesso em 25/11/2016.

O reservatório está localizado no sul da RMSP (ver figura anterior), em domínio de mata Atlântica, estendendo-se por seis municípios (São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo, Sto André, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra). Suas principais cabeceiras estão localizadas na Serra do Mar, onde se registram os maiores índices pluviométricos (da ordem de 3500 mm/ano). À oeste compartilha um divisor de águas com a bacia hidrográfica da represa Guarapiranga.

A Billings tem profundidade média de 25 metros e sua cota máxima é 747,5 m. Apresenta perímetro de 800 km e vazão natural de 12,5 m³.

Embora hoje seja usado para o abastecimento d'água, o reservatório foi originalmente criado para reforçar a geração de energia da usina hidrelétrica Henry Borden, em Cubatão. A usina foi inaugurada em 1926 e conceitualmente a ideia era tomar partido do desnível de 720 m da Serra do Mar. Para isso, em 1925 foi feita a transposição do rio Grande, na vertente continental da Serra do Mar, para o rio das Pedras, na vertente oceânica. A inundação da área hoje ocupada pelo reservatório teve início em 1927, com a construção da barragem de Pedreira, que barrou o fluxo do rio Grande rumo ao rio Pinheiros.

Para aumentar a capacidade de geração da hidrelétrica, o rio Pinheiros teve seu curso revertido, passando a receber as águas do rio Tietê, curso d'água do qual era um tributário. A construção das usinas elevatórias de Traição e Pedreira, no final de década de 1930, tornou possível que as águas do Tietê-Pinheiros alimentassem a Billings. A represa passou a servir para o abastecimento público no final da década de 1950, como resposta ao forte crescimento demográfico de São Paulo, notadamente a região do ABC.

DEGRADAÇÃO DO RECURSO HÍDRICO

O crescimento demográfico acompanhou o crescimento industrial de São Paulo. Devido ao fato de ter sido uma industrialização com baixos salários, um contingente enorme de trabalhadores não possuía renda suficiente para ocupar as áreas de urbanização consolidada, dotadas de habitação e sistemas de infraestrutura.

Sem acesso ao mercado mobiliário legal, restavam então, os cortiços na região central, as áreas periféricas, as encostas e as margens dos córregos, enfim, os espaços negligenciados pelo mercado formal. As áreas de manancial despontaram então como opção habitacional para quem tivesse baixa.

O poder público, além de não conseguir incrementar a oferta de serviços, habitação e infraestruturas demandada pelo crescimento demográfico de São Paulo, se mostrava incapaz de fiscalizar um território tão grande a fim de inibir a ocupação de áreas não autorizadas. Progressivamente, passou a ser corrompido pelos interesses de um mercado imobiliário ilegal que se formou para lucrar com essa dinâmica.

Um dos resultados desse fenômeno foi a rápida degradação do reservatório Billings.

Embora seja protegida pela Lei dos Mananciais desde a década de 1970, estima-se que cerca de 900 mil pessoas morem em sua área de drenagem. SILVA (2013) informa que há atividades humanas em 27% da bacia, sendo 20% podendo ser considerada como área urbana. Em 1982, para viabilizar a continuidade do uso da represa como fonte de água para abastecimento público, foi feito o isolamento físico de um dos seus braços, o do rio Grande, com a construção da barragem Anchieta.

Dado que boa parte de sua ocupação se deu de forma clandestina, por meio de favelas, mas sobretudo, loteamentos irregulares, o manancial encontra-se degradado por receber lançamento de esgoto e a poluição difusa que é carregada pelo escoamento superficial durante as chuvas. Outra fonte de degradação é o recebimento das águas poluídas dos rios Pinheiros, via a reversão do curso d'água. Parcialmente proibida em 1992, ainda acontece para evitar a inundação de áreas na região mais central da capital. Isso limitou a geração de energia da usina Henry Borden a apenas 25% de sua capacidade instalada.

Tudo isso faz com que apenas uma pequena parte de suas águas seja aproveitada para abastecimento. Atualmente a Billings é responsável pelo abastecimento de 1,3 a 1,6 milhões de pessoas, mas poderia abastecer, segundo o Instituto Socioambiental (ISA), até 4,5 milhões (Capobianco;Whately, 2002). Sua água é tratada pela ETA Rio Grande, que apresenta capacidade de 5 m³/s.

Mesmo frente à tamanha urgência, o planejamento tecnocrático e setorial não consegue atuar de uma maneira clara para enfrentar a situação. Amparado em leis e políticas públicas que possuem aspectos antagônicos entre si, seus desígnios oscilam entre simplesmente retirar a população da área de mananciais, legalizá-la por meio de regularização fundiária e reurbanização ou levar a lógica da infraestrutura de esgotamento sanitário centralizada para tratar os efluentes a dezenas de quilômetros de onde são gerados.

Seja como for, apesar da poluição da represa Billings, em 2000 foi construído um

canal que permite captação do braço Taquacetuba para reforçar a vazão da represa Guarapiranga. A ilustração abaixo sintetiza a cronologia de formação e subseqüentes alterações de uso da represa.

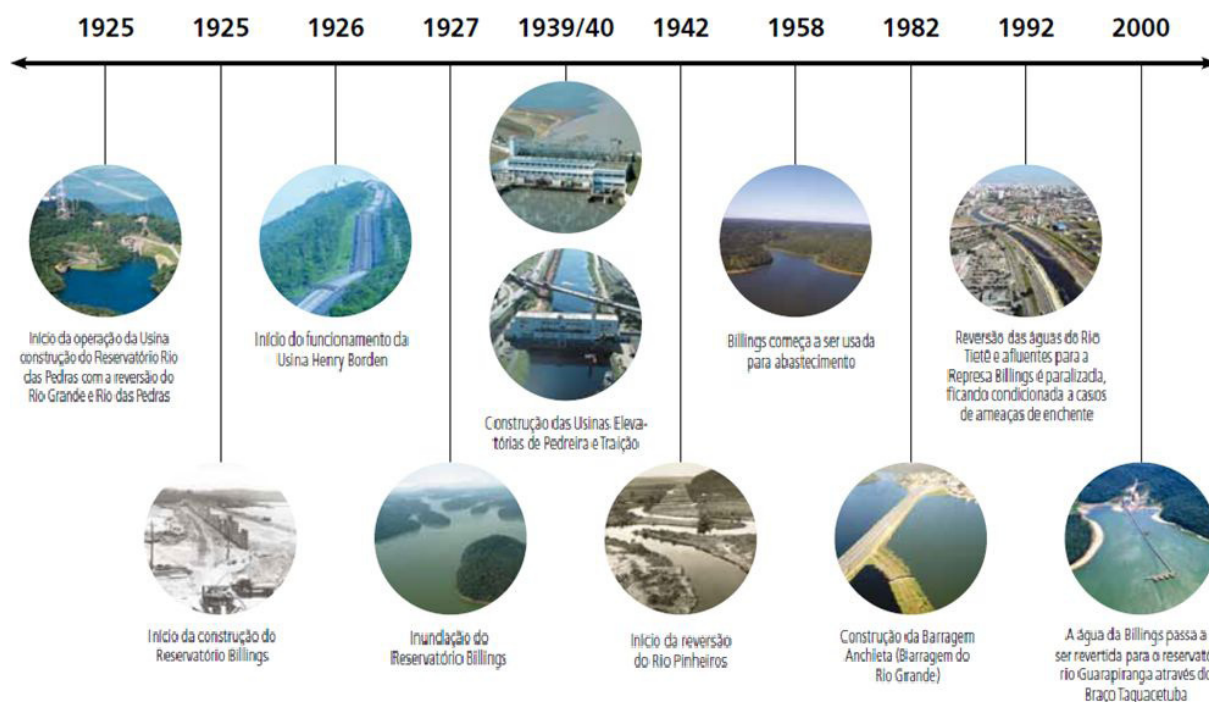


Figura 2 – Cronologia da represa Billings indicando os principais marcos na sua formação e alterações de uso. Adaptado de <<http://www.ambiente.sp.gov.br/cea/files/2015/06/Cadernos-de-Educa%C3%A7%C3%A3o-Ambiental-Edi%C3%A7%C3%A3o-Especial-Mananciais-Billings.pdf>>. Acesso em 07/12/2016.

A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO COCAIA

O ribeirão Cocaia, ou córrego Reimberg Cocaia, forma um dos braços da represa Billings. Está localizado na zona sul da cidade de São Paulo, na subprefeitura da Capela do Socorro, em área de proteção de mananciais.

Sua área de drenagem totaliza cerca de 19,3km². É possível encontrar afluentes ainda em estado natural (não canalizado), canalizados a céu aberto e ocultos (canalizados de maneira subterrânea), como diferenciados na próxima figura. De acordo com estudo comandado por Bonduki e Ferreira (2006), o comprimento total dos córregos totaliza 43,55 km, tendo 4,8 km o talvegue principal (p.97).

Do ponto de vista da qualidade das águas, a maior parte de seus córregos estão bas-

tante poluídos já que nem toda a bacia possui sistema de captação e tratamento de esgoto e a densidade habitacional é elevada. Há assentamentos precários em que os próprios moradores instalaram canos para se livrar de seus efluentes no córrego mais próximo (em alguns casos, na sarjeta mais próxima). E há setores em que o loteador instalou o sistema de coleta de esgoto, mas não providenciou a sua conexão a um sistema de tratamento, de maneira que os efluentes coletados são despejados no curso d'água mais próximo ou diretamente na represa.

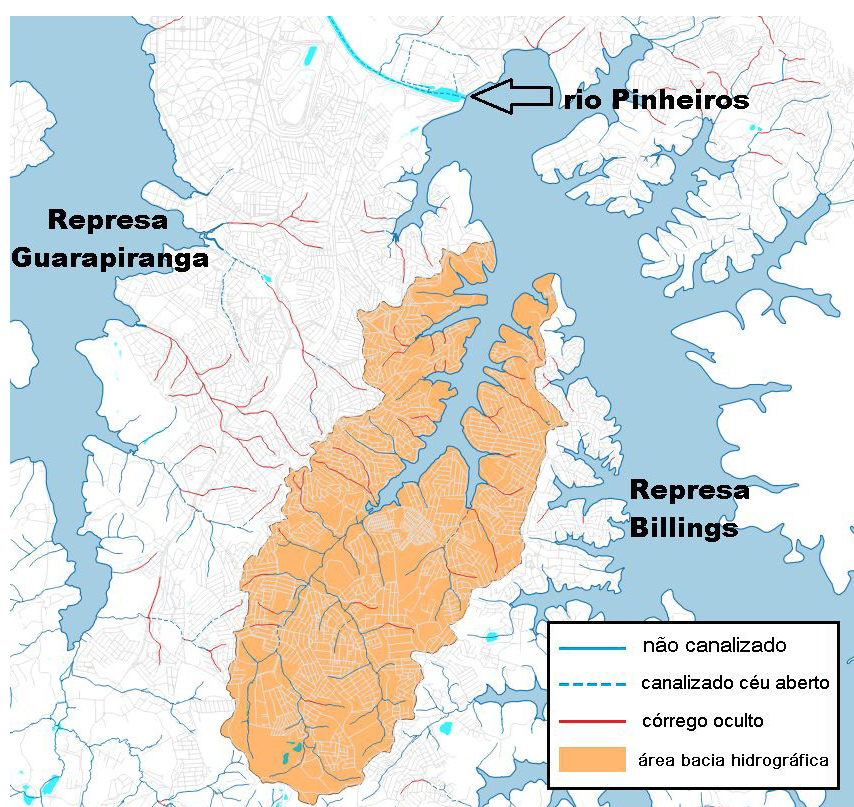


Figura 3 – Hidrografia do Ribeirão Cocaia e arredores com diferenciação tipológica dos cursos d'água. Elaborado a partir de levantamento do GeoSampa.

Outra dinâmica que colabora com a poluição das águas da represa é o escoamento superficial, que tem seu volume consideravelmente incrementado pela impermeabilização da bacia e consequente diminuição dos processos de evapotranspiração e infiltração.

Além do aumento na probabilidade de cheias e inundações, durante as chuvas o escoamento superficial lava as ruas e carrega consigo metais pesados, particulados, fragmentos de pneus e pastilhas de freio, fezes de animais e lixo não coletado ou descartado incorretamente. Esta verdadeira sopa tóxica é muitas vezes mais poluente que o próprio esgoto e alcança os canais rapidamente, sendo conduzida para o corpo da represa Billings.

Nos córregos mais alterados pelo homem, a situação é ainda mais grave porque nestes canais não há a presença da mata ciliar e da vegetação aquática que poderiam reter e filtrar esses poluentes, melhorando assim a qualidade da água antes que ela chegasse à represa. Quando canalizados de maneira subterrânea, são inviabilizados também os processos de insolação e de ventilação, que também são responsáveis pela depuração da matéria orgânica e consequente melhoria na qualidade da água.

À essa degradação ambiental preocupante, somam-se outros problemas para os habitantes humanos e não-humanos da bacia do Cocaia. Trata-se de uma região densamente ocupada sem infraestruturas em quantidade suficiente, carente de serviços públicos, empregos locais e com poucas áreas verdes públicas minimamente qualificadas para o lazer da população ou para criar refúgios para a biodiversidade.

A região é servida de transportes públicos sobre rodas e trilhos, mas a inexistência de transporte fluvial transforma o braço da represa em estorvo que impõe longos percursos para se locomover de pontos que estão muito próximos fisicamente. Sua ocupação é predominantemente residencial, apresentando áreas de mineração ao sul, junto aos divisores d'água. Há chácaras e remanescentes vegetais distribuídos ao longo da orla da represa e de maneira esparsa em todo o território.

A combinação entre autoconstrução habitacional, declividades acentuadas em sua face oeste e presença de amplos depósitos aluviais sedimentares dota a bacia hidrográfica do Ribeirão Cocaia de setores que merecem atenção do ponto de vista de prevenção de riscos, sobretudo deslizamentos.

A área possui atrativos e diferenciais cênicos, como a presença de uma linha de alta tensão (linhão), pequenos córregos e brejos, além do gigantesco espelho d'água da Billings, que inclusive está em rota de migração de pássaros e já foi muito utilizado para recreação e esportes náuticos. No entanto, a urbanização como vem acontecendo reduz as possibilidades de se contemplar ou usufruir esses cenários, já que esses espaços públicos dotados de grande potencial paisagístico e social ficam confinados nos fundos dos lotes, sem acesso público.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

A fim de privilegiar a escala do projeto, optamos por escolher uma área pequena, que pudesse comportar tanto uma proposta de planejamento quanto de ensaio arquitetônico.

Tendo em vista o consenso, tanto entre profissionais dos recursos hídricos quanto entre designers ecologicamente informados, que a unidade de planejamento ideal é a bacia hidrográfica, foi selecionada uma sub-bacia na península leste do Ribeirão Cocaia.

Trata-se de uma área de 0,56 km². Ela é composta pela somatória das áreas de drenagem de um pequeno córrego e das áreas de contribuição difusa contíguas.

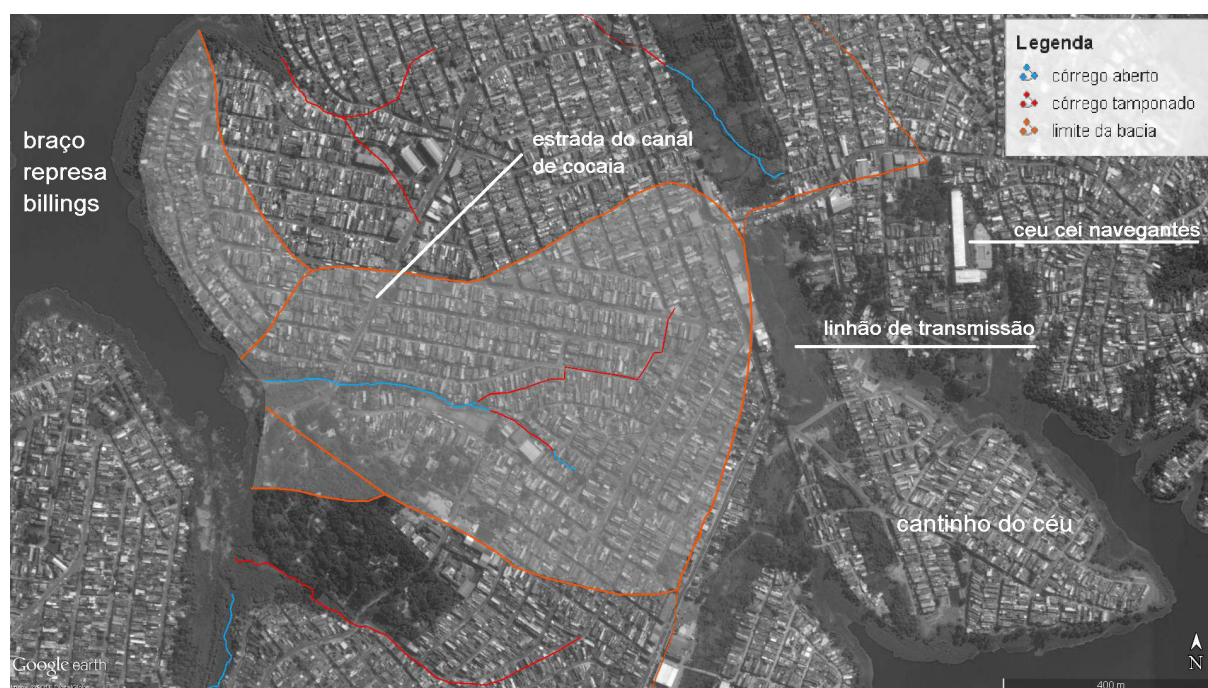


Figura 4 – Área de intervenção com indicação de cursos d'água e suas tipologias, acesso principal e referências geográficas próximas.

Uma vez que a densidade demográfica da região é de 300 habitantes/hectare (Bonduki; Ferreira, 2006, p. 105) estimamos que a população da área seja de 18 mil pessoas (o cálculo agrega uma margem de segurança de 1200 pessoas).

Segundo Bonduki e Ferreira (2006), “em função das restrições da legislação de proteção aos mananciais, a região caracteriza-se por ser um ‘bairro dormitório’, com baixa oferta de emprego e grande concentração de população jovem” (p.85).

De acordo com dados da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU)²

² Cadernos das Subprefeituras-Capela do Socorro: Material de apoio para revisão participativa dos planos regionais das subprefeituras”. Disponível em <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos-prs/>>. Acesso em 02/12/2016.

a área tem alta vulnerabilidade social (29,47% - dados relativos à toda a Capela do Socorro) e predominância de residências horizontais de baixo padrão.

O comércio se concentra ao longo da rua Demas Zito e da estrada Canal de Cocaia, o acesso principal da área.

O córrego que drena a área é um tributário da represa Billings, sem nome, e não foi canalizado. Ele possui dois pequenos afluentes que foram parcialmente canalizados de maneira subterrânea, como é possível ver na figura anterior.

A sua mata ciliar foi praticamente erradicada e o que não está tomado por edificações foi invadido por braquiária. O mesmo verifica-se na orla da represa. A ausência de vegetação ciliar reduziu a capacidade que a paisagem tem de filtrar a poluição difusa carregada pelo escoamento superficial da água da chuva (o que é tão prejudicial para a qualidade da água quanto a falta de tratamento de esgoto) e ainda colabora com o assoreamento da represa, diminuindo a sua capacidade de armazenamento.

A exemplo do que se verifica em toda a bacia do Cocaia, apesar da proximidade da reservatório e da importância da Billings para o abastecimento público de São Paulo, há vastos setores do território sem esgotamento sanitário adequado. Durante visita de campo realizada em outubro de 2016, foi possível identificar situações em que o esgotamento inadequado é feito por ligações clandestinas improvisadas pelos próprios moradores, como ilustra a figura a seguir.

No entanto a análise de bases da própria prefeitura de São Paulo³ mostra que esta não é a principal tipologia de contaminação do reservatório.



Figura 5 – Esgoto lançado no afluente do Ribeirão Cocaia por meio de ligações clandestinas.

³ Consultar “mapa 7”, na seção “arquivos do Plano Diretor”, no site < <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/arquivos/>>. Acesso em 01/12/2016.

Conforme pode-se observar no mapa a seguir, há amplos setores da sub-bacia que não possuem esgotamento sanitário adequado. Considerável parte das habitações aí localizadas estão centenas de metros distantes do corpo d'água mais próximo, o que inviabiliza o seu descarte direto, improvisado pelos próprios moradores.



Figura 6 – Rede coletora de esgoto existente, como indicação de estação elevatória. Elaborado a partir de bases de <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br>>.

Durante a visita de campo não foi encontrada a situação tão comum em assentamentos subnormais de se descartar o esgoto na própria rua. A área também é demasiadamente adensada para contar com fossas sépticas. O que significa que a tipologia de esgotamento inadequado predominante nesta sub-bacia é a da rede coletora implantada durante o loteamento irregular da área. Esta, ao invés de estar conectada a um coletor tronco existente, foi ligada diretamente à represa ou ao pequeno afluente do Cocaia, poluindo assim o manancial.

Já a rede coletora que está regularizada destina os efluentes para uma estação elevatória de esgoto, localizada na foz do afluente do Cocaia com o braço da represa Billings. Daí é feito um bombeamento para um coletor tronco que está conectado ao interceptor de esgoto da marginal Pinheiros. O destino final é a ETE Barueri, a dezenas de quilômetros, em outra cidade. Embora esteja às margens da Billings, o abastecimento de água potável é feito pelo sistema Guarapiranga.

Há carência de áreas verdes qualificadas e o espaço mais próximo capaz de oferecer opções de lazer ao ar livre é o parque linear do Cantinho do Céu, criado em 2012 com a reurbanização de comunidades subnormais do Grajaú, na outra vertente da península onde se localiza a sub-bacia escolhida para este estudo. As áreas estão separadas pela linha de transmissão de energia em alta tensão (linhão).

O novo plano diretor estratégico (PDE) da cidade de São Paulo (Lei 16.050/2014) e o novo zoneamento dele decorrente (parcelamento, uso e ocupação do solo -LPUOS) preveem algumas importantes diretrizes para a região.



Figura 7 – Novo zoneamento definido para a sub-bacia e arredores. Elaborado a partir de bases de <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br>>.

Dentro do macrozoneamento⁴ toda a península leste do Ribeirão Cocaia foi definida como macroárea de redução de vulnerabilidade urbana e recuperação ambiental.

Para isso, como pode ser visto no mapa abaixo, praticamente toda a área foi declarada como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), o que em tese permite a regularização fundiária e urbanística dos assentamentos informais e a produção de habitação de interesse social (HIS) destinada à população de baixa renda.

O acesso principal, a estrada Canal de Cocaia, foi definida como Zona Centralidade lindeira à ZEIS (ZC-ZEIS), bem como um trecho da rua Rubens de Oliveira, que acompanha o linhão. Esta zona foi concebida para promover a diversificação de usos, com

⁴ Consultar página 14 de “Cadernos das Subprefeituras-Capela do Socorro: Material de apoio para revisão participativa dos planos regionais das subprefeituras”. Disponível em <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos-prs/>>. Acesso em 02/12/2016.

edificações de altura e adensamento médios e uso não exclusivamente residencial. Pretende-se que sejam subcentros regionais.

Por fim, há uma pequena área próxima à foz do córrego, que abarca a bacia de contribuição difusa mais ao sul, que foi declarada como Zona Mista Ambiental (ZMA), o que impõe parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo mais restritivos do ponto de vista ambiental.

Anteriormente, cogitou-se a criação de um parque linear compreendendo a orla da represa Billings e as margens de seu córrego tributário⁵.

PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Como se vê, a sub-bacia escolhida é uma área de grande complexidade ambiental e social. O fato de se localizar às margens da Billings coloca a necessidade de que a proposta de intervenção seja adequada não somente para melhorar as condições de vida dos moradores locais, mas também deve colaborar com a recuperação deste manancial cuja importância estratégica é crescente para o abastecimento de água metropolitano.

Desta maneira, entender e intervir sobre a complexa e degradada hidrologia da área selecionada se impôs como a base real de projeto.

A proposta aqui desenvolvida entende que é possível harmonizar a ocupação consolidada em áreas de manancial com a produção de água de boa qualidade. Sua abordagem é sistêmica e contempla os problemas e potenciais da sub-bacia de maneira integrada. A infraestrutura verde aqui proposta é híbrida, isto é, toma partido de sistemas tecnológicos quando necessário.

O relevo como base para a regeneração das águas urbanas

O primeiro passo foi entender o “caminho das águas” da nossa sub-bacia. Para isso foi realizada a compartimentação do relevo (ver próxima figura) conforme metodologia

⁵ Um estudo foi encomendado pela Secretaria do Verde municipal (SVMA) e realizado pelo Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos (LabHab) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP). Ver BONDUKI; FERREIRA, 2006.

proposta por Schutzer (2004, 2012) e adaptada por Bonzi (2015a, 2015b) para a aplicação da infraestrutura verde em áreas densamente urbanizadas. O terreno foi dividido em quatro compartimentos principais:

Topo de morro (plano e elevado). Compartimento indutor de processos naturais. No que diz respeito ao ciclo hidrológico, nele predomina a infiltração da água da chuva, que percola pelo solo e realiza a recarga do lençol freático e abastecimento das nascentes. É um compartimento que não está sujeito a cheias e inundações.

Encosta de colina. Compartimento transmissor de processos naturais. Dada a declividade, neste setor predomina o escoamento superficial da água da chuva sobre a infiltração. As nascentes surgem em sua base, nos pontos em que ocorre a transição para uma topografia mais suave, de baixíssima declividade.

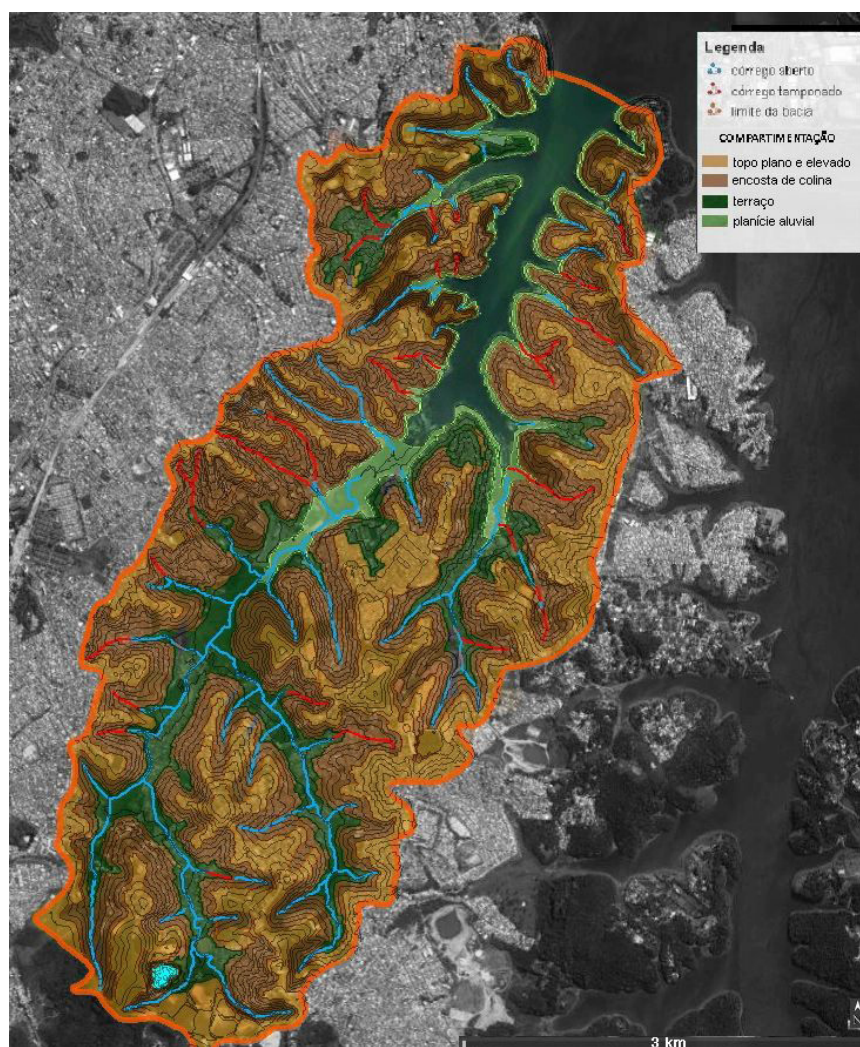


Figura 8 – Compartimentação da bacia do Ribeirão Cocaia, com curvas de nível de 5 em 5 metros.

Terraços. Sua tabularidade confere capacidade de infiltrar a água da chuva e a altimetria em relação ao nível da represa, apesar da proximidade da linha d'água, o salvaguarda de inundações. É um compartimento receptor de processos naturais, notadamente o escoamento superficial e os sedimentos gerados nas colinas.

Planície aluvial. Esta área está sujeita a inundações e cheias periódicas. Apesar de ser um terreno com pouca declividade, sua proximidade altimétrica do nível do espelho d'água da represa e o lençol freático a poucos metros da superfície diminuem radicalmente a capacidade de infiltração do compartimento. Da mesma maneira, o escoamento superficial se vê limitado ao próprio curso d'água. O processo natural predominante é o armazenamento de água, com predisposição à formação de lagos, brejos e vegetação vigorosa. É um compartimento receptor de água e sedimentos de outros compartimentos.

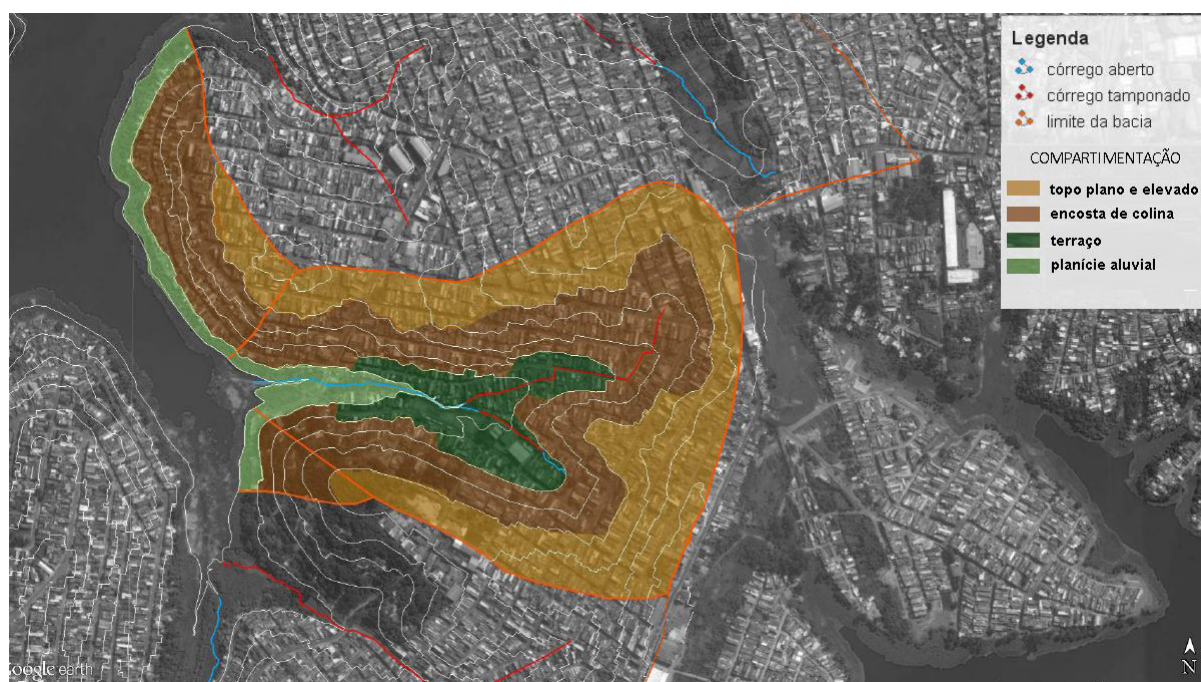


Figura 9 – Compartimentação do relevo da área de projeto, com curvas de nível de 5 em 5 metros.

Pode-se observar que comparativamente à outras bacias hidrográficas da cidade, a do Ribeirão Cocaia possui pouca área de planície aluvial e terraços. Isso se deve à criação do reservatório, que subtraiu 25 metros de amplitude altimétrica junto à foz com o rio Jurubatuba.

Diretrizes para a intervenção

Tendo em vista a pesquisa de Bonzi (2015a,2015b), que identifica que tipologias paisagísticas associadas à infraestrutura verde são mais indicadas para cada compartimento do relevo, foi possível conjecturar locais em que a aplicação de cada tipologia obteria o máximo desempenho. O quadro abaixo sintetiza as informações.

TIPOLOGIA PAISAGÍSTICA	COMPARTIMENTO DO RELEVO			
	<i>Topo de morro (plano e elevado)</i>	<i>Encosta de colina</i>	<i>Terraços</i>	<i>Planície aluvial</i>
Jardim de chuva	XX	-	XX	-
Canteiro pluvial com infiltração	XX	-	XX	-
Canteiro pluvial sem infiltração	-	X	-	XX
Biovaleta	XX	X	XX	X
Lagoa pluvial	-	X	-	XX
Alagado construído	X ^(s+)	X	X ^(s+)	XX
Cisterna	X ^(s+)	X	X ^(s+)	XX
Teto verde	X ^(s+)	X	X ^(s+)	X
Pavimento drenante	XX	X ^(+e)	X ^(+e)	X ^(+e)

Quadro 1 – aplicação das tipologias de acordo com compartimento do relevo. Legenda:

XX máximo desempenho na aplicação da tipologia, com vistas ao incentivo de processos naturais predominantes no compartimento do relevo.

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 no compartimento indicado.

- aplicação incompatível. Tipologia facilita processos naturais que não são os predominantes no compartimento indicado. Desempenho baixo ou nulo, podendo desencadear impactos indesejados.

Ao se cruzar essas informações com os problemas identificados durante a caracterização da área de estudo foi possível formular o quadro abaixo que sintetiza os principais desafios a serem enfrentados pela proposta de intervenção, bem como métodos e soluções possíveis.

DIRETRIZ	IMPORTÂNCIA (FUNÇÃO)	MÉTODO para ESPACIALIZAÇÃO	AÇÕES	ÁREAS
Aumento de infiltração do solo	Melhoria no balanço hídrico e recarga do aquífero	Compartimentação do terreno	Implantação de áreas verdes, jardins de chuva, canteiros pluviais e biovaletas	Áreas planas e terraços
Manejo do escoamento superficial	Melhoria no balanço hídrico, proteção de áreas de risco, diminuição da erosão, assoreamento e enchentes	Análise do relevo e da rede de drenagem existente	Biovaletas, remoção de moradias em áreas de risco, terraceamento, canteiros pluviais de armazenamento	Sistema viário, drenagem natural, colinas
Requalificação de córregos	Melhoria no balanço hídrico, uso das orlas para lazer, aumento da biodiversidade, identidade local	Compartimentação do terreno, uso e ocupação do solo, mapeamento de córregos ocultos	Remoção de moradias em áreas próximas aos cursos d'água, desenho da orla fluvial	Orla dos córregos
Tratamento do esgoto	Melhoria da qualidade da água	Análise do relevo e da rede de coleta existente	Micro estações de tratamento	Universalizar o atendimento
Requalificação da orla da represa	Melhoria da qualidade da água, lazer, aumento da biodiversidade, navegação	Análise do uso e ocupação do solo, ortofotos	Remoção de moradias em áreas próximas à represa, desenho da orla fluvial	Desapropriação e áreas ociosas
Incentivar mobilidade fluvial	Vencer longos trajetos impostos pelo contorno à represa. Redundância modal	Análise do tecido urbano e orla da represa	Portos e passarelas	Represa e planícies aluviais
Manutenção dos fundos de braço da represa	Melhoria da qualidade da água, aumento do armazenamento, uso das orlas para lazer e navegação	Análise dos pontos de assoreamento	Dragagem, criação de alagados para melhoria da qualidade da água	Fundo de braço assoreados
Remoção de população em área de risco	Evitar perdas humanas	Aplicação do novo PDE	Produção de habitação de interesse social	Planícies aluviais e orla do córrego
Criação de opções de lazer	Saúde, sociabilidade, cultura	Identificação de espaços ociosos e <i>retrofit</i> de áreas existentes	Criação de novas áreas e conexão a áreas existentes	Toda a área
Complementação do abastecimento de água	Segurança hídrica, conscientização, menor consumo de água tratada e economia financeira	Redundância de fontes, reúso e reciclagem	Cisternas, reúso de esgoto, tratamento de escoamento e águas cinzas por alagados, microestação de tratamento	Toda a área. Sobre tudo nas novas habitações

Quadro 2 – Principais diretrizes da proposta de intervenção.

As áreas selecionadas e as intervenções pretendidas

Para viabilizar essas diretrizes o eixo estruturador da intervenção foi a orla da represa, atualmente ocupada por residências que não contam com tratamento de esgoto adequado e que acabaram por subtrair a possibilidade do restante da população de usufruir essa paisagem, enfraquecendo assim a identidade local.

Sua requalificação se estende à orla do córrego sem nome, que também recebe esgotamento direto em seu corpo d'água embora ainda ofereça, em alguns trechos, conexão visual com o entorno. Para tanto será necessário remover as habitações lindeiras às orlas. Os afetados serão realojados em novas habitações sociais. Tendo em vista o novo zoneamento, foram escolhidas áreas nas zonas previstas (ZC-ZEIS) e próxima a elas para adensamento, junto às vias principais. Calcula-se que nesta operação serão demolidas 360 casas, atingindo 10% da população da sub-bacia⁶.

Outra ação estratégica para o ciclo hidrológico local é a qualificação do remanescente florestal localizado em um topo de morro ao sul. Dada sua tabularidade e altimetria este é um setor importante para a infiltração da água de chuva que abastece o córrego.

Em relação ao tratamento de esgoto serão utilizadas estações compactas de tratamento (microestações) como alternativa ao atual sistema baseado em estações elevatórias e grandes ETEs. As microestações, capazes de atender até 20.000 pessoas, serão localizadas na orla da represa junto à foz dos córregos, que são os locais de menor altimetria da bacia. Dessa forma, o esgoto de cada sub-bacia é tratado localmente, próximo do local onde é gerado, e a água despoluída que sai das microestações pode ter novos usos.

A nova orla da represa terá em sua parte mais alta uma biovaleta, que conduzirá a água despoluída proveniente das microestações em vazão constante ao longo de todo o dia. A biovaleta também receberá a água da drenagem pluvial existente a fim de interceptar a poluição difusa e os sedimentos carregados pela chuva, servindo assim como uma margem protetora da represa. A partir dessa biovaleta as águas serão conduzidas para alagados construídos, que ocuparão boa parte da orla.

⁶ Para efeitos comparativos, na reurbanização do Cantinho do Céu foi prevista a realocação de 20 a 30% da comunidade.

Evidenciando a sinergia que pode ser obtida quando a infraestrutura verde toma partido dos sistemas tecnológicos, esta infraestrutura híbrida irá tratar a poluição difusa e fornecer uma etapa extra no tratamento de esgoto, melhorando a qualidade da água destinada à represa enquanto evita que as plantas dos alagados definham durante períodos de estiagem prolongada. Os diferentes níveis dos alagados foram projetados para trabalhar com um nível constante de água de 30 cm, podendo comportar outros 25 cm de água durante os eventos pluviométricos, conforme corte esquemático abaixo.



Figura 11 – Corte esquemático da orla requalificada.

A orla será equipada com equipamentos esportivos, mirantes, *decks* flutuantes, restaurante e Ecoporto, conforme imagem a seguir. Desta maneira, o estudo aqui apresentado se harmoniza com o Hidroanel Metropolitano de São Paulo, proposto pelo Grupo Metrópole Fluvial da FAUUSP⁷.

⁷ Conceitualmente os Ecoportos nas represas servem às travessias lacustres de passageiros e ao transporte de resíduos sólidos pré-triados. O projeto do Hidroanel Metropolitano de São Paulo estabelece um sistema de canais navegáveis composto pelos rios Tietê e Pinheiros, e pelas represas Billings e Taiaçupeba, totalizando 170 quilômetros de hidrovias. O Grupo de Pesquisa em Projeto de Arquitetura de Infraestruturas Urbanas Fluviais – Grupo Metrópole Fluvial, pertence ao Laboratório de Projeto do Departamento de Projeto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU USP, coordenado pelo Prof. Alexandre Delijaicov.



Figura 12 – Planta baixa do projeto de requalificação da orla da represa Billings.

Para manejar o escoamento superficial, foram selecionadas ruas para receber canteiros pluviais capazes de interceptar a água da chuva a fim de infiltra-la e/ou evapotranspirá-la, diminuindo assim o volume de água que alcança a represa rapidamente por meio do sistema viário e da rede de drenagem subterrânea.

Foram priorizadas as ruas paralelas às curvas de nível e, portanto, perpendiculares ao sentido do escoamento da água. Essa é a disposição espacial com maior capacidade de interceptar a água da chuva antes dela alcançar a rede de drenagem convencional.

Também haverá incentivo para a retenção da água dentro dos lotes privados, através de tetos-jardim e pequenas cisternas.

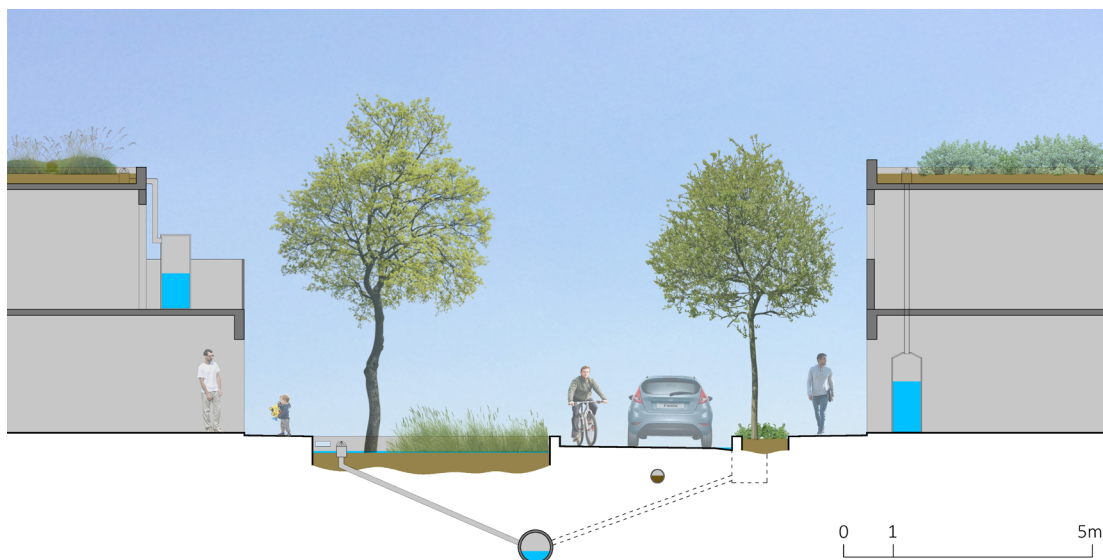


Figura 13 – Corte esquemático da proposta de equipar ruas com canteiros pluviais.

A distribuição dos canteiros será intercalada entre as calçadas, o que irá conferir sinuosidade ao viário, acalmando o tráfego de veículos e incentivando o uso por pedestres e ciclistas, bem como estimulando a permanência na rua como local de encontro e convívio. A figura a seguir aponta as ruas seleccionadas.

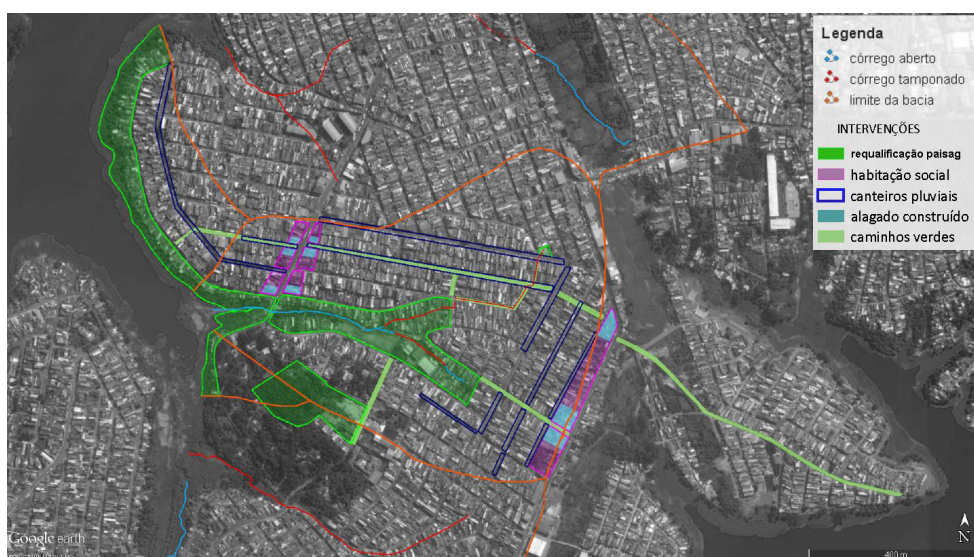


Figura 14 – Em azul a localização das ruas em que é máximo o desempenho de canteiros pluviais. Em verde claro os caminhos verdes que irão conectar os novos parques da região e fazer a conexão da orla da represa com o parque linear do Cantinho do Céu.

Uma das vias escolhidas foi a rua Vereador José Gomes de Moraes Neto. Ela terá um tratamento diferenciado, pois também deverá cumprir a função de conectar a orla requalificada ao parque linear do Cantinho do Céu, conforme mapa anterior.



Figura 15 – Planta baixa mostra o tratamento de ruas que receberão canteiros pluviais. A via mais ao sul é a rua Vereador José Gomes de Moraes Neto

A planta baixa acima revela que além do maior porte dos canteiros pluviais, parte do viário será subtraído para criar áreas de estar e estacionamentos para bicicletas. A arborização será reforçada a fim de criar a sensação de que é possível se locomover da orla da represa até o parque linear do Cantinho do Céu dentro de uma área verde contínua. Lombofaixas reforçarão a prioridade do pedestre neste caminho verde.

Nas áreas desapropriadas para fins de habitação social estão previstos alagados construídos, como evidenciado na próxima imagem. Eles desempenharão múltiplas funções⁸: tratamento das águas cinzas geradas pelas edificações, manejo do escoamento superficial gerado nos terrenos e adjacências, fornecimento de água não potável para irrigação dos jardins e limpeza de calçadas e áreas comuns dos con-

⁸ No caso das HIS propostas no eixo da rua Rubens de Oliveira (e continuando na rua Pedro Escobar), os alagados aí propostos irão colaborar com a recarga de aquíferos já que estarão localizadas em áreas planas e elevadas, com grande capacidade de infiltração.

domínios. Integrarão as áreas verdes dos condomínios, sem muros, de modo a criar espaços de uso público. No caso das habitações dispostas ao longo do ZC-ZEIS da estrada Canal de Cocaia, esses jardins com alagados criarão uma conexão espacial qualificada entre os novos parques da região, conectando também as escolas localizadas junto aos córregos.



Figura 16 – Planta baixa das novas habitações sociais, orlas requalificadas do córrego e da represa e zona de infiltração com mirante, ao sul.

Pretende-se que as orlas requalificadas sejam conectadas às penínsulas vizinhas por passarelas oferecendo assim maior mobilidade local, como pode ser visto na imagem acima.

A orla do córrego afluente da represa será modificada de modo a constituir espaços de lazer para a população enquanto resgata a capacidade que a mata ciliar suprimida tinha de reter sedimentos e carga orgânica trazida pelo escoamento superficial da água da chuva. Para isso serão realizados barramentos no leito do córrego, aumentando o espelho d'água, o que criará nichos para o estabelecimento de vegetação aquática e consequente aumento da capacidade de filtrar poluentes.

Tendo em vista que serão mantidas duas escolas localizadas na margem esquerda do córrego (EMEI João Candido e EMEF Frei Damião), foram propostos espaços bastante diferenciados entre si, que criam uma variedade de ecossistemas com grande potencial educativo: além do próprio córrego, que terá acessos à sua margem, pequenos lagos nas nascentes de ambos os braços do córrego, seguidos à jusante por reflorestamento com espécies de mata atlântica, pomar, horta, mata ciliar e o próprio ambiente de brejo que surgirá com o barramento do córrego, conforme imagem acima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas de manancial estão entre as mais complexas e difíceis de se intervir. A aplicação conceitual da infraestrutura verde no recorte espacial selecionado confirma que a noção de infraestrutura verde é capaz de conciliar a ocupação humana de área de manancial com a manutenção e a melhoria de processos naturais fundamentais para a produção de água de boa qualidade.

A leitura estratégica do relevo, com a identificação dos processos que ocorrem em cada compartimento, e a escolha coerente das tipologias paisagísticas de acordo com esses processos, confere à infraestrutura verde certa racionalidade que frequentemente falta à intervenção urbana e ao planejamento da paisagem.

Embora a noção de infraestrutura verde seja amplamente aceita nos campos da arquitetura da paisagem e do urbanismo, as suas aplicações se limitam a planos de drenagem urbana e de proteção da biodiversidade.

Neste sentido, o presente trabalho aporta com uma importante colaboração ao realizar um esforço teórico e projetual de aplicar a infraestrutura verde à temática do abastecimento de água potável.

É uma abordagem que, dada a característica fractal das bacias hidrográficas, torna possível replicar, ao menos parcialmente, as soluções encontradas ao seu entorno.

Entendemos que a proposta apresentada de requalificação da orla lacustre como uma faixa úmida que universaliza o tratamento de esgoto e filtra a poluição difusa carregada pelo escoamento superficial aumentaria consideravelmente a segurança hídrica metropolitana se fosse estendida a todo o perímetro dos reservatórios localizados em área urbana, como é o caso de partes da Billings e da Guarapiranga.

REFERÊNCIAS

BONDUKI, N; FERREIRA, J.S. Caracterização de áreas de estudo para implantação de Parques Lineares. **Projeto “Pesquisa e análise de aplicação de instrumentos em planejamento urbano ambiental no município de São Paulo”**, 2006.

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

_____. **O Zoneamento Ambiental Geomorfológico como método para planejar a Infraestrutura Verde em áreas densamente urbanizadas**. Revista LABVERDE, v. 1, n. 10, p. 104-132, 2015b.

CAPOBIANCO, João Paulo Ribeiro; WHATELY, Marussia. **Billings 2000**: ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo: relatório do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período 1989-99. Instituto Socioambiental, 2002.

IAMAMURA, R. B. R. **Higiene pessoal fora da residência: os sanitários públicos na área central da cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Urbanismo). Campinas: PUC, 2006.

SÃO PAULO (Cidade). Secretaria de Desenvolvimento Urbano. **Cadernos das Subprefeituras-Capela do Socorro**: Material de apoio para revisão participativa dos planos regionais das subprefeituras. São Paulo: 2016.

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

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

SILVA, Daniel Clemente Vieira Rêgo da. **Toxicidade da água e sedimento dos reservatórios Guarapiranga, Billings e Paiva Castro, na região metropolitana de São Paulo - SP. 2013**. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2013.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. do Amaral. **Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração**. Estudos avançados, v. 17, n. 47, p. 129-145, 2003.

ARTIGO Nº3

**CORREDOR DE INFRAESTRUTURA VERDE: ROTA CICLOVIÁRIA COMO
CONEXÃO ENTRE PARQUE DO POVO – IBIRAPUERA**

*GREEN INFRASTRUCTURE CORRIDOR: BICYCLE ROUTE AS CONNECTION
BETWEEN PARKS DO POVO AND IBIRAPUERA*

CÍNTIA MIUA MARUYAMA, LAÍS PADILHA LEITE, LÍVIA BORGES DUALIBE DE DEUS

CORREDOR DE INFRAESTRUTURA VERDE: ROTA CICLOVIÁRIA COMO CONEXÃO ENTRE PARQUE DO POVO – IBIRAPUERA

GREEN INFRASTRUCTURE CORRIDOR: BICYCLE ROUTE AS CONNECTION BETWEEN PARKS DO POVO AND IBIRAPUERA

CÍNTIA MIUA MARUYAMA

Arquiteta e urbanista pela FAU/USP, Mestre em Engenharia Urbana, docente da UFPR/CEM
e-mail: cintiamaruyama@ufpr.br

LAÍS PADILHA LEITE

Arquiteta e urbanista pela UEMA, aluna especial da Pós – Graduação da FAU USP
e-mail: laispadilhaleite@gmail.com

LÍVIA BORGES DUALIBE DE DEUS

Arquiteta e urbanista pela UEMA, aluna especial da Pós – Graduação da FAU USP
e-mail: liviabd@gmail.com

RESUMO

A Infraestrutura Verde é uma alternativa para cidades com urbanização tradicional, dentre todos os benefícios, essa abordagem de planejamento trata da inserção de transportes modais não motorizados. A hipótese da presente pesquisa baseou-se na possibilidade de implantação da Infraestrutura Verde, no município de São Paulo, em uma rota cicloviária que interligasse os Parque do Povo ao Ibirapuera com as devidas adequações. Tratou-se de um trabalho quali-quantitativo onde se identificou a infraestrutura existente e foram elaboradas propostas baseadas nos conceitos estudados. O método da pesquisa discorreu sobre parâmetros de segurança viária com contagem veicular e diferença da velocidade entre automóvel e bicicleta. Dentre os resultados, destacou-se a necessidade de melhoria da arborização, implantação de ciclovias em trechos onde há ciclofaixa operacional, introdução de canteiros pluviais e biovaletas. Concluiu-se ainda ser desejável expandir as larguras de calçadas e ciclovias existentes de várias vias.

Palavras-chave: Infraestrutura Verde; ciclovia; melhores práticas de manejo das águas da chuva; arborização; segurança viária.

ABSTRACT

The Green Infrastructure is an alternative to cities with traditional urbanization. Among all the benefits, this planning approach deals with the insertion of non-motorized transportation means. The hypothesis taken for the present analysis was based on the possibility of implementation, with the necessary adaptations, of a Green Infrastructure of a cycling route that could interconnect Parque do Povo to Parque do Ibirapuera, in São Paulo City. It was a qualitative-quantitative work where the existing infrastructure was identified and proposals based on the concepts studied were drawn up. The research method analyzed road safety parameters with vehicles counting and the speed difference between cars and bicycles. Among the results, it was highlighted the need to improve the urban afforestation, implantation of bicycle paths in stretches where exists just operational paths, the introduction of rain beds and bio-ditches. It was also concluded that would be desirable to expand the widths of existing sidewalks and bicycle paths.

Keywords: *green infrastructure; bicycle path; best practices for rainwater management; urban afforestation; road safety.*

INTRODUÇÃO

As soluções tradicionais higienistas de drenagem são adotadas em grande parte das cidades brasileiras, trazendo dentre as diversas consequências aceleração no volume de escoamento superficial, aumento da duração e da frequência de ocorrência de alagamentos e inundações (TUCCI; ORSINI, 2005). Na busca de soluções para diminuir uma parte das deficiências observadas pelos sistemas higienistas foram desenvolvidas as MPM - Melhores Práticas de Manejo (*Best Management Practices*) das águas pluviais, como as técnicas de LID - *Low Impact Development*, uma abordagem alternativa para tratar os problemas relacionados às quantidades e qualidade dos escoamentos superficiais e procurar reduzir os impactos das urbanizações (CITY OF PORTLAND, 2016).

Desponta atualmente uma nova abordagem de planejamento para as cidades, a Infraestrutura Verde (IV) urbana. A IV se alinha com os objetivos das MPM, pois possui como um dos seus serviços ecológicos os relacionados ao manejo da água da chuva,

procurando diminuir os escoamentos superficiais e o impacto das áreas urbanizadas. Cabe ressaltar que a IV se preocupa com outras questões, como favorecer os modais não motorizados, prover *habitat* para a biodiversidade, criar espaços abertos para convívio e recreação da comunidade (HERZOG, 2010).

Neste contexto, cabe considerar que o sistema viário ocupa pelo menos vinte por cento de uma área urbana, trata-se de espaço público de excelente potencial para receber elementos de drenagem que dão suporte à IV, como tipologias de melhores práticas de manejo das águas da chuva, floresta urbana e pavimentos permeáveis.

Também no contexto atual as mudanças climáticas impõem desafios às urbes, há previsões de que a região onde se enquadra o Estado de São Paulo possui a propensão ao aumento de calor e aos eventos intensos de chuva (SKANSI *et al.* 2013). O município de São Paulo é altamente urbanizado e já é constantemente atingido por enchentes e alagamentos. Deste modo este estudo visa contribuir na busca de soluções para a mitigação destes problemas.

Por outro lado o modal ciclovitário não é poluente, possui baixo custo e é acessível a uma parcela grande da população, além de ser uma opção importante para cidades mais sustentáveis. Assim a pesquisa se situou na região Oeste e Centro Sul do município de São Paulo (Figura 1), a qual apresenta importantes polos geradores de viagens tanto com objetivos de lazer, como de trabalho. O destaque ao lazer por possuir dois importantes parques, o do Povo e do Ibirapuera; o trabalho por abrigar usos comerciais e de serviços importantes como torres empresariais, *shopping center* entre outros. O estudo envolveu a conexão ciclovitária entre os dois parques, pois tal modal é desejável para uma melhor qualidade de vida nas cidades de forma geral. Existe na área de estudo uma rota ciclovitária delimitada pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo denominada: “Ciclofaixa operacional de Lazer Zona Sul e Zona Oeste - Ligação entre Parques”. Tal rota interliga os parques do Povo e do Ibirapuera e proporciona uma alternativa de lazer aos domingos e feriados e também foi objeto de análise.

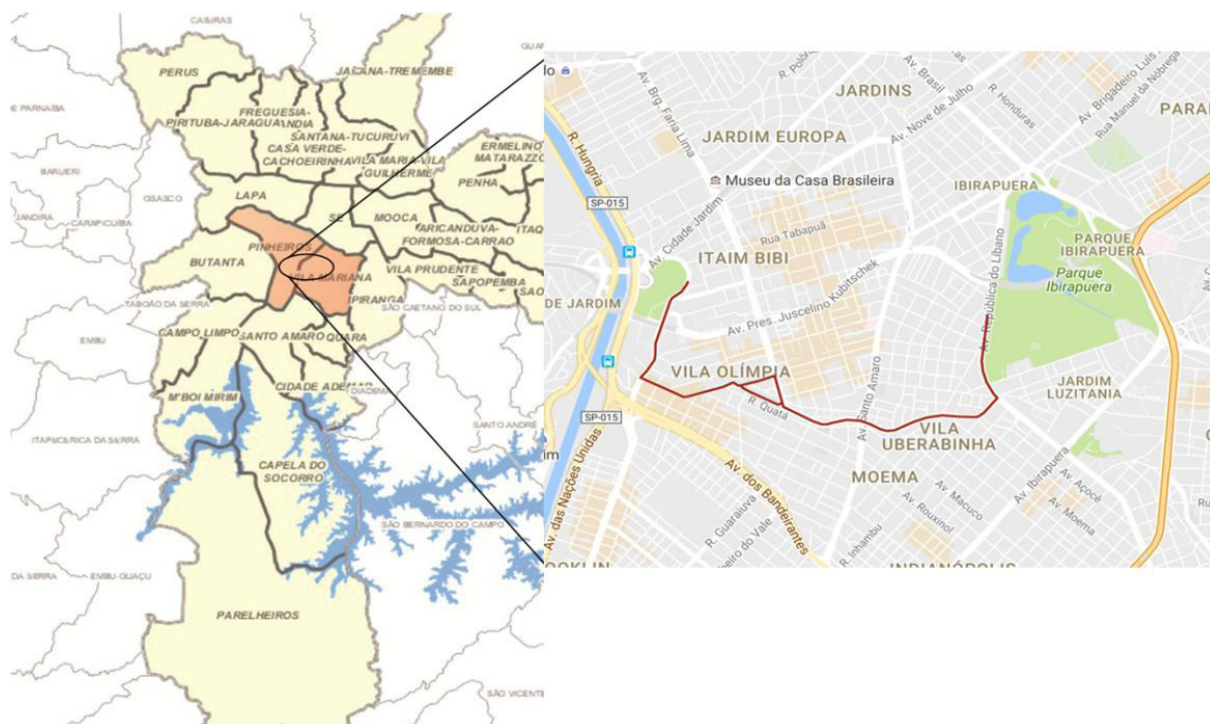


Figura 1 – Localização da área do estudo. Fonte: Geo Sampa e Google Maps, modificado pelas autoras (2016)

Assim foi elaborada uma pesquisa quali-quantitativa, cujos objetivos foram identificar e analisar a infraestrutura existente de ciclovias, calçadas, vias, arborização e segurança viária. Além disso, foi necessário analisar as bacias hidrográficas na área de estudo e por fim foram elaboradas propostas e diretrizes baseadas no conceito de Infraestrutura Verde.

1. Sobre os conceitos de Infraestrutura Verde

Para Ahern (2011), a Infraestrutura Verde é entendida como uma rede interconectada de áreas naturais protegidas, paisagens artificiais e híbridas. Esta hibridação própria da IV assegura a biodiversidade frente à ação antrópica, o que pode gerar múltiplos serviços ecológicos e funcionais ao público, tendo como princípio a sustentabilidade. O recorte da área de estudo abrangeu duas áreas verdes importantes para a capital paulista. Serão abordados a seguir os principais artifícios de IV com potenciais de reforçar a conexão física e natural entre estes dois parques, dentre esses artifícios estão: infraestrutura cicloviária, tipologias de melhores práticas de manejo e arborização urbana.

Infraestrutura Ciclovária

Para a Associação Nacional dos Transportes Públicos - ANTP (2007) os espaços cicloviários podem ser separados em três categorias: os compartilhados, os parcialmente segregados e os totalmente segregados. O espaço compartilhado caracteriza-se pela via de tráfego sem adequação para o ciclista, sendo apenas mais largo que o normal, já o parcialmente segregado possui ciclofaixa na faixa de rolamento ou na calçada. O terceiro caso é a ciclovia que caracteriza o espaço cicloviário totalmente segregado com diferença de nível da faixa de rolamento. Nesta situação a ciclovia pode existir na calçada ou no canteiro central.

Nos casos de compartilhamento de espaço, a rede pode ser de vias adaptadas ou não ao tráfego de bicicletas. Nessa alternativa, a circulação é feita em vias de baixo tráfego motorizado e com alto nível de segurança. Quando situadas no bordo da pista e no mesmo sentido dos veículos, a largura interna da ciclofaixa é de 1,20m com pintura separadora mínima de 0,40m e ideal de 0,60m. Deve haver faixa separadora da ciclofaixa com o meio fio de 0,20m. Então a largura total da ciclofaixa fica entre 1,80m a 2,00m (Figura 2).

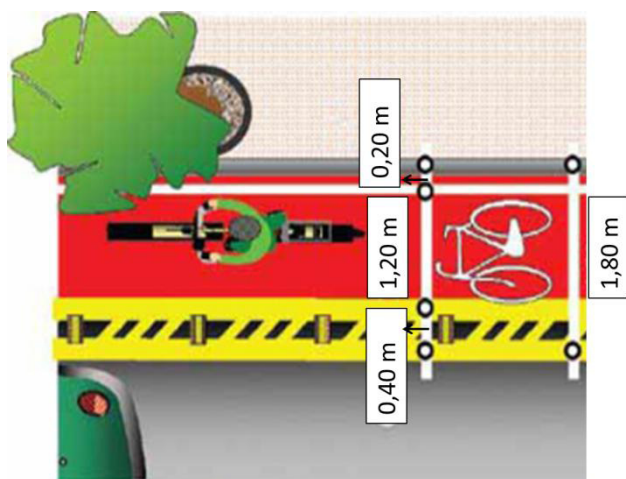


Figura 2 – Largura da ciclofaixa. Fonte: Ministério das Cidades (2007)

Ciclofaixas em calçada ou em canteiro podem ter largura total de 1,20m, com a pintura separadora feita na sua largura útil. Assim neste caso a largura livre para o ciclista é de 1m. Já a ciclovia é a infraestrutura que promove maior segurança ao ciclista por ter total segregação entre veículos e pedestres.

É um espaço com separação da faixa de veículos com desnível mínimo de 0,20m geralmente mais alto que a faixa de rolamento e pode ser uni ou bidirecionais. Ciclovia bidirecional tem largura mínima de 2,50m, mais 0,60m para calçada separadora e 0,75m se a separação abrigar vegetação. Então a largura total da ciclovia é de 3,10m a 3,25m (GEIPOT, 2001; GONDIN, 2010).

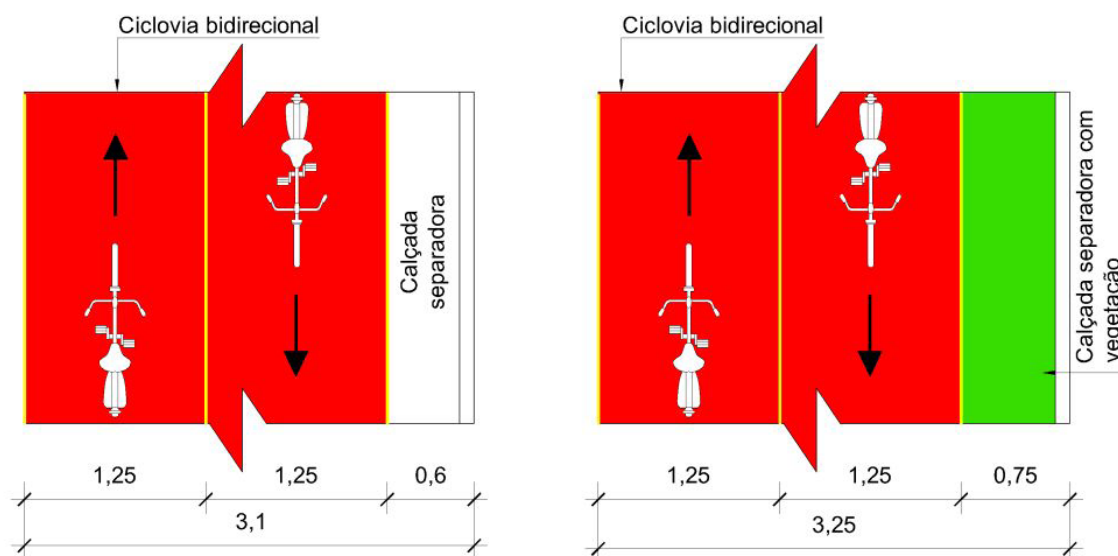


Figura 3 – Dimensões de ciclovias bidirecionais. Fonte: Gondin, 2010, adaptado pelas autoras

Tipologias de Melhores Práticas de Manejo (MPM) água de chuva

Tal como indicado na introdução, as MPM foram desenvolvidas para mitigar uma parte das problemáticas observadas na aplicação dos sistemas tradicionais de drenagem urbana. As MPM aliadas a técnicas como o *LID* enfatizam a conservação das características das paisagens naturais nas cidades (MOURA, 2013) e nesse sentido se alinham com os objetivos dos serviços ecológicos prestados pela infraestrutura Verde, principalmente os relacionados ao manejo da água da chuva.

Assim, foram desenvolvidas as tipologias de MPM de águas pluviais, tais como canteiro pluvial, biovaleta, jardim de chuva e pavimento permeável. Por outro lado temos as árvores que numa cidade formam a floresta urbana, imprescindíveis na IV, pois têm funções ecológicas altamente significantes (HERZOG, 2010).

Os jardins de chuva consistem em um método de gestão de águas pluviais que dirige as águas oriundas de telhados ou demais áreas pavimentadas a uma depressão topográfica (Figura 4). Essa depressão é formada por vegetação e solo alterado com compostos que aumentam a sua porosidade e infiltração no local, enquanto micro-organismos e plantas ajudam a remover poluentes originados do escoamento superficial (City of Portland Stormwater Management Manual, 2016). Os canteiros

pluviais (Figura 5) são jardins de chuva em dimensões compactas que podem ser projetados junto às ruas, residências ou edifícios a fim de receber água do escoamento superficial de áreas impermeáveis (Portland, 2016).



Figura 4 – Jardim de chuva em corte no meio fio. Fonte: Portland, 2016



Figura 5 – Canteiro Pluvial em Portland. Fonte: Portland, 2016

Já as biovaletas (Figura 6) são depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e elementos filtrantes com a finalidade de limpar as águas de chuva e ao mesmo tempo aumentar o seu tempo de escoamento, redirecionando-o para o jardim de chuva ou outros sistemas de retenção e detenção de águas (Portland, 2016). Em geral, essa tipologia é indicada para reter escoamentos de água das ruas e estacionamentos e podem ser instaladas dentro da via, entre o meio fio e a calçada (CORMIER; PELLEGRINO, 2008). Por outro lado, o pavimento permeável (Figura 7) é um tipo de pavimento que permite a passagem da água da chuva e derretimento de neve. São indicados para o controle da produção do escoamento superficial do próprio sistema viário (SUZUKI et. al., 2014).



Figura 6 – Biovaleta em Portland Estados Unidos. Fonte: Portland (2016)



Figura 7 – Pavimento permeável. Fonte: Portland (2016)

Arborização Urbana

A floresta urbana é um dos elementos mais importantes da Infraestrutura Verde, ela compreende o somatório de todas as árvores de uma cidade. A mesma traz diversos benefícios para o ambiente, como a elevação da umidade relativa do ar e barreira à velocidade excessiva de ventos, desconfortáveis aos usuários do espaço público em questão (MARUYAMA, 2013). A área verde arborizada de uma cidade também colabora para diminuir a temperatura do ar e assim ajudar a reduzir os efeitos das ilhas de calor. Outro benefício importante das árvores dentro de uma IV é o auxílio na infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial. Para um planejamento adequado da arborização é preciso levar em itens como consideração: o porte, vida útil, a adaptabilidade ao clima, velocidade de crescimento, características das raízes, tipo de floração e resistência às pragas e doenças.

2. Metodologia de análise adotada

No intuito de sugerir a IV na área de estudo e realizar proposições envolvendo a rota cicloviária, foram necessárias análises englobando os seguintes tópicos referentes ao espaço viário: segurança, infraestrutura e arborização.

Segurança viária

Para o item segurança viária foram analisados: diferença de velocidade entre bicicletas e veículos motores, volume de tráfego de veículos, tipo de tráfego de veículos e existência de estacionamento lateral, para verificar necessidade de implantar ciclovia, ciclofaixa ou se é possível o compartilhamento do espaço por auto/bicicleta.

Sorton e Walsh (1994) indicam em seu trabalho uma maneira de avaliar o nível de segurança viária dos ciclistas, que os autores relacionam ao nível de tolerância ao conforto no trânsito. Deve-se fazer a verificação do volume aproximado na hora de pico (VAHP) e dividi-lo pelo número de faixas veiculares. No caso de pista dupla é aceito o percentual de 50/50. Acrescentamos aos critérios estabelecidos por Sorton e Walsh à necessidade de qual infraestrutura cicloviária implantar (Tabela 01).

Volume por faixa (volume/faixa/hora)	Nível de conforto no trânsito	Infraestrutura cicloviária
<50	A	Compartilhamento bicicleta/auto
≥ 50 a ≤ 150	B	Ciclofaixa
≥ 151 a ≤ 250	C	Ciclofaixa
≥ 251 a ≤ 350	D	Ciclovia
≥ 351 a ≤ 450	E	Ciclovia
>450	F	Ciclovia

Tabela 1 – Segurança na via e infraestrutura cicloviária. Fonte: Sorton; Walsh (1994) e adaptado pelas autoras (2016)

Aos níveis de conforto no trânsito mais altos, associamos as infraestruturas cicloviárias que possuem maior interação entre ciclista e veículo. Aos níveis baixos relacionamos a ciclovia, por ela proporcionar maior grau de segurança. Para a estimativa do volume de veículo por faixa no período de uma hora foi feito contagem veicular, onde utilizamos o método da CE - Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (1982). Segundo este método, esta contagem deve ser feita em dia de semana de terça a quinta-feira, em horário de pico, em condições climáticas favoráveis para o ciclista e o dia da visita não pode ser próximo a feriado. Foram feitas contagens em períodos de 20 minutos e expandidos para 1 hora.

Infraestrutura cicloviária

A seguir apresentaremos as dimensões mínimas de calçadas e canteiros centrais para comportar ciclovias dentro de um projeto de IV. Tal proposta incluirá espaço para bicicleta e pedestre em passeio permeável, biovaleta, jardim de chuva ou canteiro pluvial e faixa para arborização viária, sempre que possível. As dimensões de calçada e canteiro consideram as recomendações da NBR 9050 (2004) para faixa de pedestre, Mascaró (2005) para plantio de árvore e as dimensões recomendadas para ciclovia e ciclofaixa por Mascaró (2005); Gondin (2010); Ministério das Cidades (2007), ANTP (2007) e GEIPOT (2001). A ciclovia pode ser implantada em canteiro central, junto à calçada ou no bordo da faixa de rolamento. A Tabela 2 indica as dimensões recomendadas para canteiro central e calçada com ciclovia bidirecional e unidirecional.

	Ciclovía Bidirecional	Ciclovía Unidirecional	Árvore + Canteiro pluvial	Faixa de pedestre	Canteiro separador (Canteiro Pluvial)	Contenções laterais de meio-fio	Largura
Calçada	2,50m	-	1,0m	1,50m	-	0,40m	5,40m
Canteiro central A	-	2,40	1,0m	-	0,75m	0,40m	4,85m
Canteiro central B	-	2,40	1,0m	-	1,50m	0,60m	5,50m
Canteiro central C	-	2,40	2,50m	-	1,50m	0,60m	7,00m

Tabela 2 – Ciclovía em canteiro e calçada. Fonte: Autoras (2016)

Podem-se notar nas figuras 8, 9 e 10 ilustrações com as seções dos canteiros centrais A, B e C, as quais explicitam as dimensões indicadas na tabela.

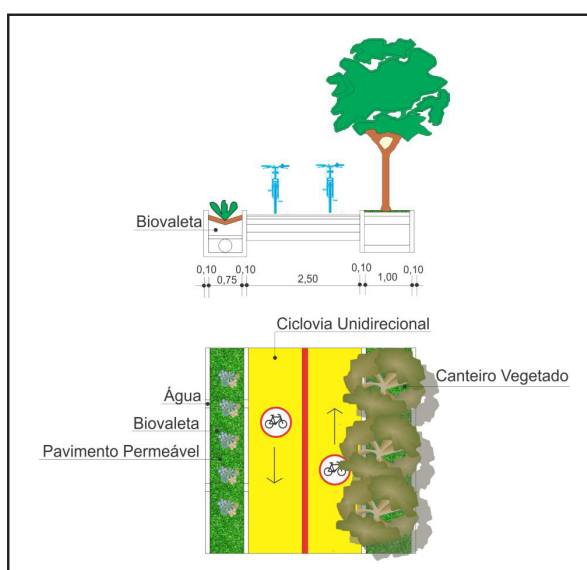


Figura 8 – Seção Mínima de Canteiro Central "A".
Fonte: Autoras (2016)

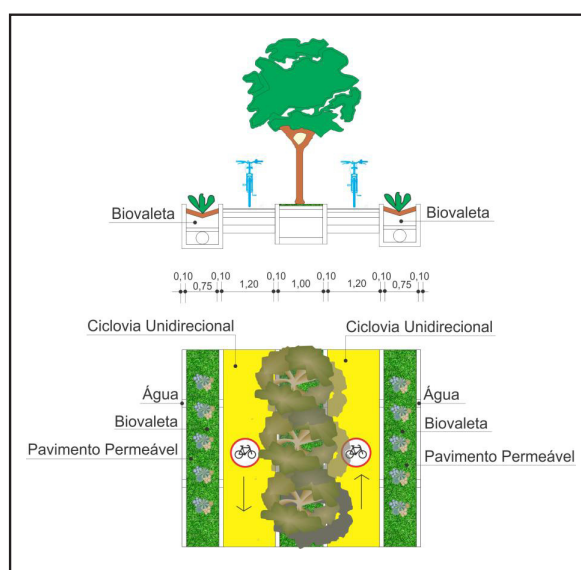


Figura 9 – Seção Mínima de Canteiro Central "B".
Fonte: Autoras (2016)

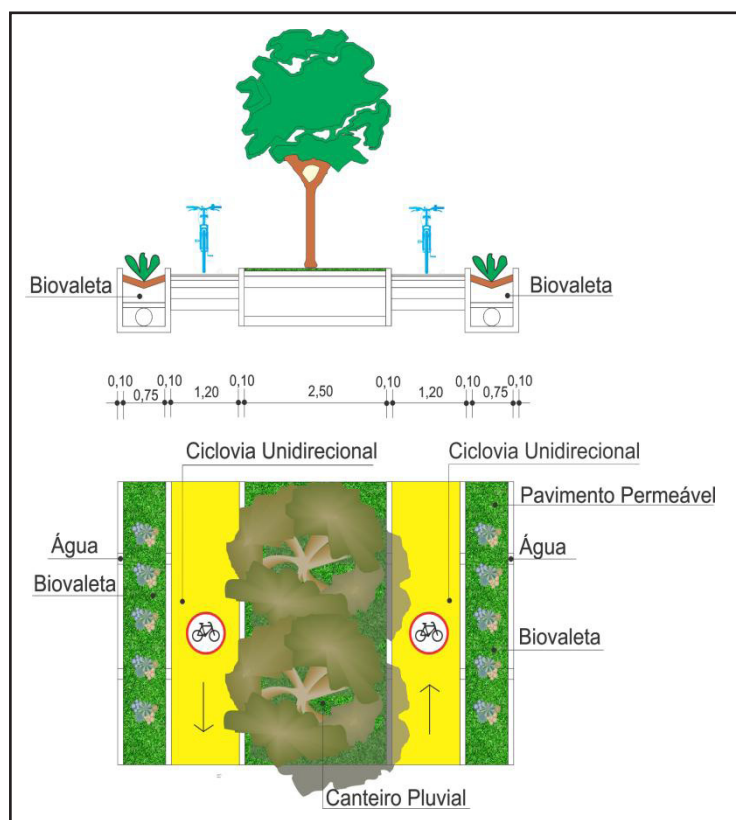


Figura 10 – Seção Mínima de Canteiro Central "C". Fonte: Autoras (2016)

A Tabela 3 indica as larguras para ciclofaixa unidirecional em canteiro e calçada. Há a opção de incluir árvore ou não, já que muitas calçadas em áreas urbanas consolidadas são estreitas.

	Ciclofaixa unidirecional	Árvore + canteiro pluvial	Faixa de pedestre	Canteiro separador – canteiro pluvial	Contenção lateral meio fio	Largura total
Calçada	1,20m	1,0m	1,50m	0,75m	0,10	4,55m
Calçada	1,20m	-	1,50m	0,75m	0,10	3,55m

Tabela 3 – Ciclofaixa unidirecional em calçada. Fonte: Autoras (2016)

Arborização viária

É pertinente mencionar que o projeto de arborização urbana precisa ocorrer de forma integrada ao desenho urbano (MARUYAMA, 2013). Algumas considerações são feitas

com relação ao plantio nas calçadas: a área permeável do canteiro deve ser de 1m², há a necessidade de um distanciamento mínimo de 0,5m entre o canteiro e o meio-fio (pode aumentar de acordo com o porte da árvore) e a árvore deve ter uma altura mínima quando for plantada de 1,8m a 2m entre o canteiro e a base da copa (Ibidem).

De maneira geral, é possível arborizar em passeios com largura mínima de 2,5 m, contudo se nesta calçada existir rede aérea a espécie deve ser de pequeno porte. Caso contrário, o porte poderá ser médio ou grande (MASCARÓ, 2005).

O trabalho utilizou como método de análise da arborização a sensação térmica e a referente e à percepção do sombreamento do usuário pesquisador ao caminhar pelos espaços. Desta forma, as ruas foram enquadradas como áridas, semiáridas ou arborizadas de acordo com a constatação do grupo.

3. Estudo de Caso

Essa região faz parte de um trecho de enquadramento denominado “Trilha Norte- Sul” de uma pesquisa desenvolvida com subsídio da FAPESP/ SP com o título “Infraestrutura verde para a resiliência urbana às mudanças climáticas na cidade de São Paulo”, cuja professora doutora Maria de Assunção Ribeiro Franco é a pesquisadora responsável. Pelo fato de interligar dois parques inseridos na “Trilha Norte-Sul”, a possibilidade de implantação de uma Infraestrutura Verde nesta região apresenta-se como pergunta motivadora do presente artigo. A Figura 11 apresenta em destaque as vias analisadas. A seguir serão apresentadas análises referentes às bacias e talvegues, potencial de implantar a IV e segurança viária.

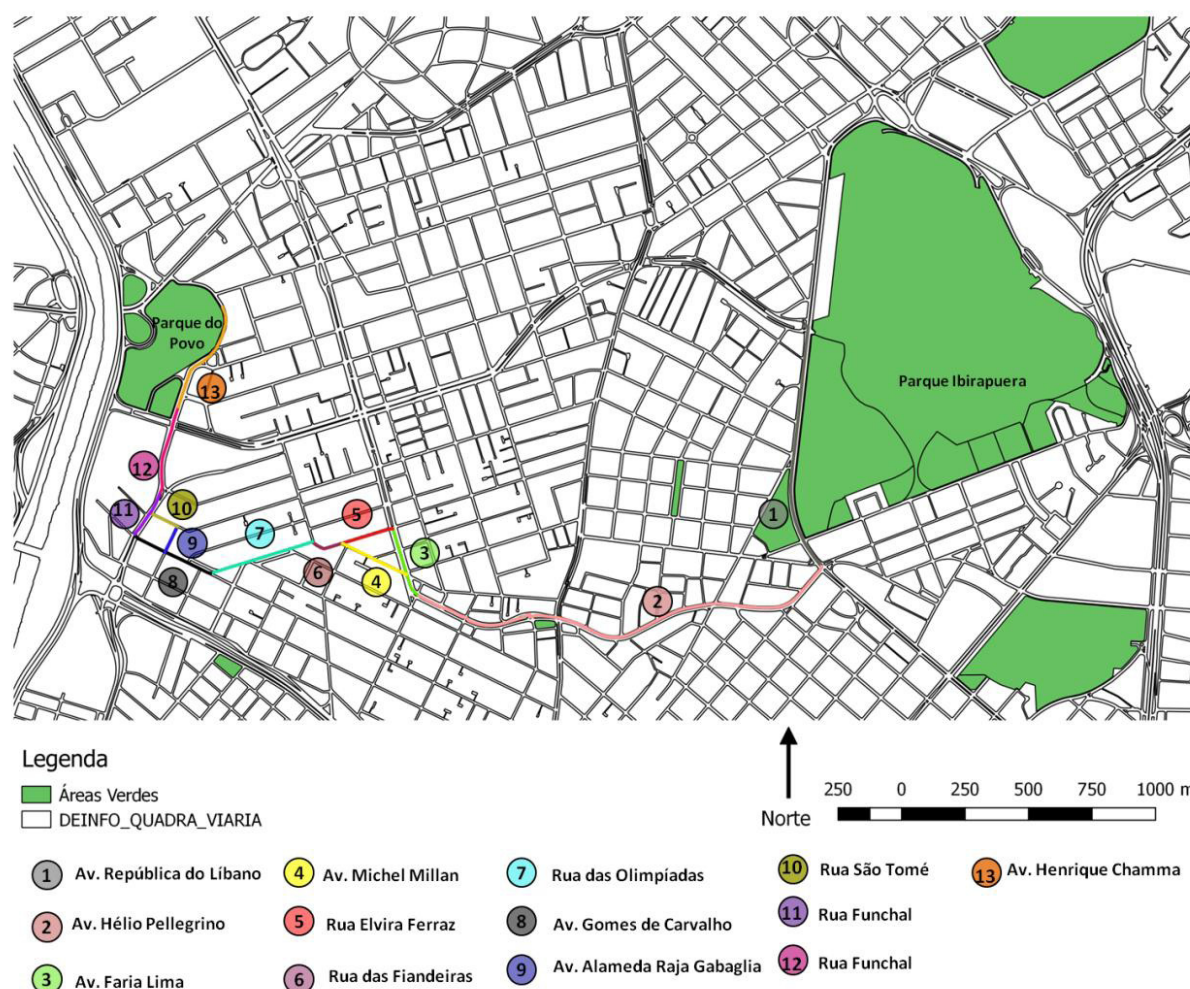


Figura 11 – Vias da área de estudo. Fonte: GEO SAMPA, modificado pelas autoras (2016).

As bacias e seus talvegues contribuintes

A rota ciclovária em estudo intercepta duas bacias, a do Córrego Sapateiro e a do Córrego Uberaba (Figura 12) e ambas deságuam no Rio Pinheiros. São pertinentes algumas ponderações no trecho em questão, com relação à drenagem urbana. Trata-se de uma região com altas taxas de impermeabilização do solo e as vias são pavimentadas com asfalto cujo coeficiente de escoamento superficial é 0,9, ou seja, dez por cento da água infiltra e o restante escoar (SUZUKI *et al.*, 2014). A ocupação do solo é alta, quase não há áreas verdes e permeáveis na região, as exceções mais consideráveis são o Parque do Povo e principalmente a grande mancha do Parque do Ibirapuera.

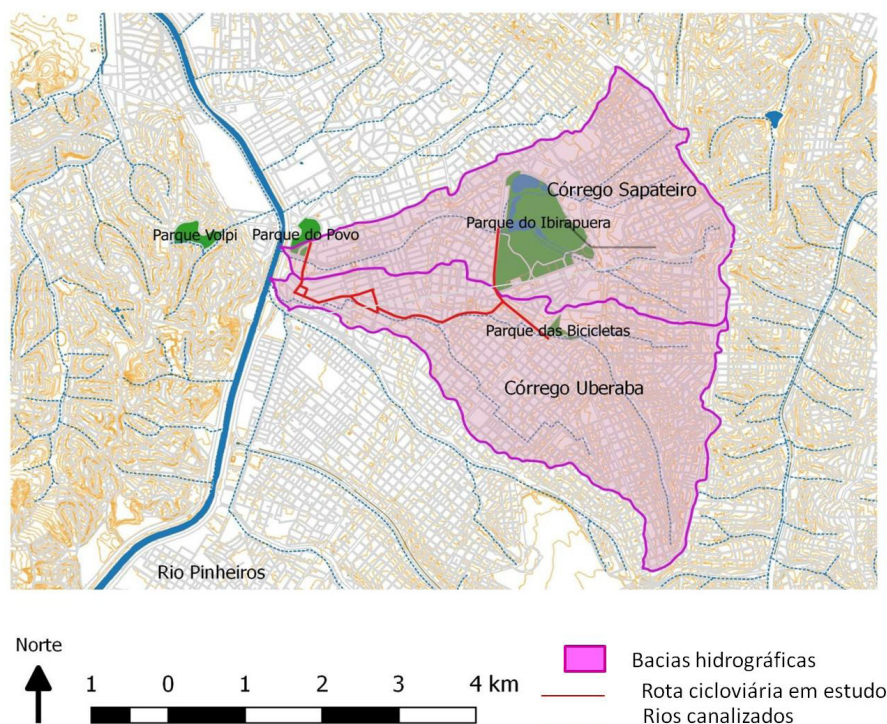


Figura 12 – Bacia hidrográfica da área de estudo. Fonte: Geo Sampa modificado pelas autoras (2016).

Outra constatação importante é a dos córregos estarem canalizados, sem possibilidade de serem abertos, pois a área apresenta urbanização consolidada e possui ocupação de alta densidade (torres). Por último, observa-se a rota cicloviária se encontrar em grande parte em fundo de vale, como se observa na Figura 14.



Figura 13 – Localização da sessão 1 da área de estudo. Fonte: Autoras (2016).

Figura 14 – Seções de terreno 1. Fonte: Geo Sampa modificado pelas autoras (2016).

Tais constatações levam à análise de que a água que escoar para o fundo de vale se dirige em sua maioria para a rede de drenagem convencional que fica sujeito à sobrecargas em ocasiões de chuvas intensas, podendo acarretar em enchentes e alagamentos. Por tais motivos consideramos o trecho onde a rota cicloviária está em fundo de vale ser prioritário para receber intervenções de MPM de água pluvial e maximizar a arborização para aumentar a drenagem natural da área e diminuir a sobrecarga dos sistemas de drenagem convencionais.

Análise de uma Infraestrutura Verde para a área de estudo

A fim de melhor conhecer a área de estudo e identificar suas potencialidades quanto à implantação da IV, foram feitas visitas de campo. Nesta observou-se características de elementos como calçadas, canteiros centrais, ciclovias, ciclofaixas e a presença de arborização. Atentou-se também para questões relevantes como uso do solo, existência de polos geradores de tráfego, velocidade veicular das ruas e número de faixas de rolamento, fatores que também devem ser analisados durante o processo de elaboração de proposições e soluções para a área. Apresenta-se a Figura 15 com o nome de cada via visitada e os itens correspondentes avaliados.

Nome da Via	Infraestrutura Cicloviária	Largura da Calçada	Largura da Ciclovia ou Ciclofaixa	Número de faixas de rolamento	Sentido único/ duplo	Arborização	Velocidade Veicular
Avenida República do Líbano	Ciclovia em canteiro	4.00 m	1.20 m cada via	3	Duplo	Boa	50km/h
Avenida Hélio Pellegrino	Ciclovia em canteiro	3.40- 2.70 m	1.20 m cada via	2	Duplo	Boa e Regular	50km/h
Avenida Faria Lima	Ciclovia em canteiro	3.90 m	1.20 m cada via	4	Duplo	Boa e Regular	50km/h
Avenida Michel Milan	Ciclofaixa em calçada	4.10- 5.79 m	1.20 m cada via	3	Único	Boa e Regular	60km/h
Rua Elvira Ferraz	Ciclofaixa Operacional	2.00 m	3.00 m	2 + 1 (estacionamento)	Único	Ruim	30 km/h
Rua das Fiandeiras	Ciclofaixa Operacional	2.00- 3.00 m	3.00 m	2 + 1 (estacionamento)	Único	Ruim	30 km/h
Rua das Olimpíadas	Ciclovia em canteiro	4.10 m	1.20 m cada via	3	Duplo	Boa e Regular	50 km/h
Avenida Gomes de Carvalho	Ciclovia em canteiro	4.00 m	1.20 m cada via	3	Duplo	Boa e Regular	50 km/h
Alameda Raja Gabaglia	Ciclofaixa Operacional	2.00 m	3.00m	2 + 1 (estacionamento)	Único	Ruim	30 km/h
Rua São Tomé	Ciclofaixa Operacional	1.84- 3.30 m	3.50 m	2	Único	Ruim	30 km/h
Rua Funchal	Ciclovia em canteiro	3.00 m	1.20m (cada via)	3	Duplo	Regular	50 km/h
Rua Chedid Jafet	Ciclovia em canteiro	3.00 m	1.20m (cada via)	3	Duplo	Regular	50 km/h
Avenida Henrique Chama	Ciclovia em canteiro	3.52 m	1.20m (cada via)	4	Duplo	Regular	50km/h

Figura 15 – Vias e itens correspondentes avaliados na visita de campo. Fonte: Autoras (2016).

A visita iniciou-se na Avenida República do Líbano (Figura 11- Ponto 1) a partir do Portão 7 do Parque Ibirapuera. A calçada não apresenta obstáculos ao longo do percurso e o canteiro central, que mede 5.97m possui ciclovia bidirecional (Figura 16). Percebeu-se grande utilização da ciclovia nessa avenida por ciclistas no horário de 10h30min em uma terça-feira e o uso do solo nessa região é marcado por serviços.

Na região do Parque das Bicicletas há apenas a ciclofaixa operacional que funciona aos domingos (Figura 16). Para haver a interligação entre a rota cicloviária e este parque a nossa proposta é implantar uma ciclovia no canteiro central, devido ao grande volume veicular desta avenida, incompatível com compartilhamento de bicicleta ou ciclofaixa. Para isso é preciso avançar sobre uma faixa de veículos. Isto ocorreria num trecho curto, de cerca de 670m de extensão, então não traria um impacto muito grande ao trânsito da região. Mas traria um grande benefício aos usuários de transporte cicloviário. Sugere-se a implantação de canteiros pluviais e biovaletas ao longo de todo canteiro central dessa região e pavimento permeável nas calçadas e ciclovias.

Contornada pelo Parque do Ibirapuera e apresentando um canteiro central formado por árvores de copas largas com pouco espaçamento entre as mesmas, a Avenida República do Líbano é considerada a mais arborizada do percurso, propiciando aos pedestres a permanência e a contemplação da mesma. Por tais motivos, esta avenida caracteriza-se como arborizada.



Figura 16 – Av. República do Líbano - Parque das Bicicletas. Fonte: Google Maps (2016).

A visita seguiu para a Avenida Hélio Pellegrino (Figura 11- Ponto 2). Essa região é marcada pelo uso residencial, comercial e serviços. Possui calçada com largura total de 3.40m sendo 1.20m reservados para tráfego de pedestres e 2.20m para equipamentos de serviço. A calçada diminui ao longo do trecho para 2.70m. O canteiro central mede 3.20m e possui

ciclovia bidirecional com a presença de canteiro arborizado lateral em alguns trechos de 0.80m. Propõe-se o estreitamento das três faixas de via de tráfego, que hoje medem 3.30 cada, para 3.00m. Tal Avenida corresponde a maior porcentagem do per-

curso em questão, observa-se que, a cobertura vegetal varia no decorrer da mesma. Há trechos com cobertura vegetal densa, ou seja, as árvores formam uma adequada proteção ao sol, tanto nas calçadas quanto no canteiro central. Há trechos no canteiro central em que o espaçamento entre as árvores é maior que vinte metros, gerando um espaço desértico e inibidor de vida, caracterizando então como semiárida. Propõe-se estreitar as faixas de via possibilitando a o aumento do canteiro central para instalação de biovaletas e mais árvores ao longo do percurso.

A análise de campo se direcionou depois para a Avenida Faria Lima (Figura 11- Ponto 3) que tem canteiro central de 3.95m e possui ciclovia bidirecional. Os usos destacados foram em sua maioria serviços e empresarial e a via é composta por quatro faixas de rolamento de 3.20m cada. Sugere-se a diminuição de três das faixas para 3.00m destinados a veículo leve, restando 3.30m para veículos pesados e os 0.55m restantes podem ser direcionados para o alargamento do canteiro central e também para a instalação de biovaletas e arborização.

A visita prosseguiu para a Avenida Michel Milan (Figura 11- Ponto 4) a qual possui espaço cicloviário compartilhado com a calçada. Em alguns trechos a calçada mede 5,10m sendo 2m reservados para ciclofaixa bidirecional, 0.60m de faixa verde e os outros 2.50m restantes para a circulação de pedestres. Sugerimos o alargamento da ciclofaixa para 2.40m bem como da faixa verde para 1.00m. O espaço restante de 1.70m seria reservado para tráfego de pedestres, com 1.20m, dividido da ciclofaixa por biovaleta de 0.50m. Percebeu-se a incidência de uso residencial na região.

Em outros trechos da mesma avenida a configuração muda, onde se tem uma calçada de 5,79m sendo 2.40m de ciclofaixa bidirecional, 0.87m de faixa verde e 2.52m reservados para o tráfego de pedestres. Propõe-se o alargamento da faixa verde para 1.00m com a instalação de arborização e redução do espaço de pedestres para 1.20, sendo os 0.50m destinados à implantação de biovaletas. A Rua Michel Millan, logo na sua intersecção com a Avenida Brigadeiro Faria Lima, é formada por uma ciclovia completamente árida, ou seja, com uma calçada sem cobertura vegetal. Entretanto, na parte medial desta mesma rua, nota-se uma adequada presença arbórea que incentiva o ciclismo nesta porção, sendo definida por semiárida.

Seguindo o percurso, visitou-se a Rua Elvira Ferraz (Figura 11- Ponto 5), composta por uma pista de três faixas de rolamento no primeiro trecho (sendo uma para estacionamento) e duas faixas no trecho seguinte em um único sentido. A rua possui ciclofai-

xa operacional que pode ser utilizada apenas nos domingos das 7h às 16h. Propõe-se a retirada de 2.40m referentes à faixa de estacionamento e aproveitamento deste espaço para ampliação da calçada com implantação de canteiros pluviais e árvores. Destacam-se os usos de serviços e empresarial nessa área.

A análise teve continuidade na Rua das Fiandeiras (Figura 11- Ponto 6), que possui calçada com 2m em alguns trechos e 3m em outros. A rua possui ciclofaixa operacional que pode ser utilizada aos domingos das 7h às 16h.



Figura 17 – Ciclovía em canteiro na Avenida República do Líbano. Fonte: Autoras (2016)



Figura 18 – Obstáculos na Rua Fiandeiras. Fonte: Autoras (2016)

Apresenta uso predominante o residencial e serviço, uma escola e um cursinho configuram-se como importantes polos geradores de tráfego na região. Como proposta, sugere-se retirar a faixa de estacionamento de 2.50m e manter as duas faixas restantes para tráfego de veículos, com medida de 3.00m cada. Os 2.70m restantes podem ser aproveitados para a instalação de uma ciclovía na calçada, melhorando assim, a segurança dos ciclistas que fica comprometido na ciclofaixa existente devido ao alto tráfego de veículos. No setor onde há ciclovía notam-se apenas quatro árvores, sendo duas de pequeno porte e apenas uma de grande porte. Além da pouca quantidade, as existentes não são adequadas para prover conforto térmico nem propiciar sensação de sombreamento, oferecendo a sensação de aridez.

O trajeto seguiu no sentido da Rua das Olimpíadas (Figura 11- Ponto 7), que apresenta calçada com largura de 4.10m, com faixa de serviço, e ciclovia no canteiro central composta por duas vias separadas por uma faixa verde. O uso predominante da avenida é serviço e comércio e destaca-se o *Shopping Vila Olímpia* como grande polo gerador de tráfego. Propõe-se a implantação de tipologias de biorretenção no canteiro central e plantio de árvores no canteiro central e nas calçadas.

Outra via analisada foi a Avenida Gomes de Carvalho (Figura 11- Ponto 8), que apresenta calçada de 4.00m com faixas de serviço. Possui ciclovia bidirecional em canteiro central com faixas separadas por área verde e o uso do solo predominante nessa área é serviço e comércio. Sugere-se o também a instalação de biovaletas no canteiro central e canteiros pluviais entre a calçada e o meio fio.

Em relação à Avenida das Olimpíadas percebem-se calçadas largas com bom sombreamento, presença de ciclovias no canteiro central dotadas de vegetação de pequeno porte, ou seja, ineficazes ao sombreamento. A Avenida Gomes de Carvalho é uma continuação à Avenida Olimpíadas, desta forma, segue a mesma tipologia de arborização, em que as calçadas são mais arborizadas e os canteiros centrais, onde as ciclovias estão implantadas, possuem menor cobertura vegetal. Devido a características intermediárias entre a aridez e a arborização em ambas as vias, elas foram entendidas como semiáridas.

O percurso teve continuidade na Alameda Raja Gabaglia (Figura 11- Ponto 9), composta por uma pista com três faixas de rolamento em sentido único, sendo uma para estacionamento, além da existência de ciclofaixa operacional. Sugere-se a retirada de uma faixa de estacionamento de 2.40m para alargamento das calçadas, bem como a implantação de tipologias de biorretenção como biovaletas e canteiros pluviais.

Analisou-se em sequência a Rua São Tomé (Figura 11- Ponto 10), que possui uma pista com duas faixas de rolamento em sentido único e ciclofaixa operacional ativada nos domingos das 7h às 16h. A proposta é o estreitamento das duas vias, que hoje medem 4.00, para 3.00m cada sobrando assim, 2.00m que podem ser utilizados para o alargamento de calçadas e instalação de canteiros pluviais ao longo do percurso. No trecho onde estão as ruas: Elvira Ferraz (Figura 11- Ponto 5), Alameda Raja Gabaglia (Figura 11- Ponto 9) e São Tomé (Figura 11- Ponto 10) podem ser mantidas a ciclofaixa operacional de domingo. A justificativa é que há a alternativa da Rua Elvira Ferraz (Figura 11- Ponto 5) a ciclovia presente na Avenida Michel Milan (Figura 11- Ponto 4) e

como alternativa para o trecho da Alameda Raja Gabablia (Figura 11- Ponto 9) e Rua São Tomé (Figura 11- Ponto 10) conta-se com a ciclovia da Rua Funchal.

Logo depois se deu continuidade à visita a campo nas ruas Funchal (Figura 11- Ponto 11) e Chedid Jafet (Figura 11- Ponto 12) que apresentam uma arborização moderada no canteiro central. A Rua Funchal, mais especificamente o trecho desta que é cortado pela ciclovia é formada por calçadas com raríssimas árvores, estima-se a presença de apenas quatro. No canteiro central deste trecho notou-se a existência de sete árvores bastante espaçadas, dentre as espécies observou-se palmeiras cujas copas são irrelevantes na tentativa de saciar a insolação, o grupo classificou esta via como árida. Essas duas vias apresentam ciclovia bidirecional no canteiro central. O uso predominante nessas ruas é o serviço e tem-se o *Shopping JK Iguatemi* na via Chedid Jafet como um polo gerador de tráfego.

Propõe-se na Rua Funchal o estreitamento das três faixas de tráfego, sendo uma faixa de 3.30 para tráfego pesado e as outras duas com 3.00m para tráfego mais leve. Com essa redução, se ganha 1.20m que pode ser aproveitado para a melhoria da ciclovia existente por meio da introdução de arborização e tipologias de biorretenção como canteiros pluviais e biovaletas. Semelhante à proposta da Rua Funchal, sugere-se para a Rua Chedid Jaffet também o estreitamento das vias de tráfego existentes, sobrando 1.00m para a implementação da ciclovia.

Por último, visitou-se a Avenida Henrique Chamma (Figura 11- Ponto 13). Esta conta com ciclovia bidirecional no canteiro central, mas ela não percorre toda a avenida e tem continuidade no interior do Parque do Povo. Como proposta sugere-se a implantação de ciclovia onde há continuação de canteiro central, a fim de proporcionar a uma rota que não desvie o ciclista da via. Percebeu-se grande uso da região por ciclistas e o uso evidente na área é o serviço. Esta Avenida apresenta canteiro central com arborização inexistente fazendo com que a ciclovia seja desprotegida da incidência solar. Sua calçada possui maior arborização, entretanto ainda necessita de melhorias, configurando-se como semiárida.

Mais adiante, na Rua Brigadeiro Haroldo Velozo (composta por três faixas de rolamento e sem canteiro central) que é continuação da Henrique Chamma, propõe-se a retirada de uma faixa de estacionamento de 2.40m e estreitamento das outras vias, uma para 3.30m destinada ao tráfego pesado e outra para 3.00m para tráfego mais leve. Dessa forma, sobram 3.95m que podem ser aproveitados para a instalação de ciclovia em calçada bem como biovaletas e canteiros pluviais para captação da água pluvial.

Essas alterações propostas visam a implantação de Infraestrutura Verde na área de estudo, de maneira a beneficiar a mobilidade dos ciclistas que utilizam a região bem como a integração da cidade com a natureza e seus processos naturais. A Figura 19 ilustra a rota ciclovitária e as propostas desta pesquisa, assim como as ciclovias desejáveis de existir para que haja interligação entre outras áreas importantes da cidade.

Existe uma travessia elevada tipo passarela com rampa que interliga a ciclovia da Marginal Rio Pinheiros com o Parque do Povo. Porém, não há conexão da Estação de trem Cidade Jardim com o parque para bicicleta, há somente por uma passarela de pedestres.

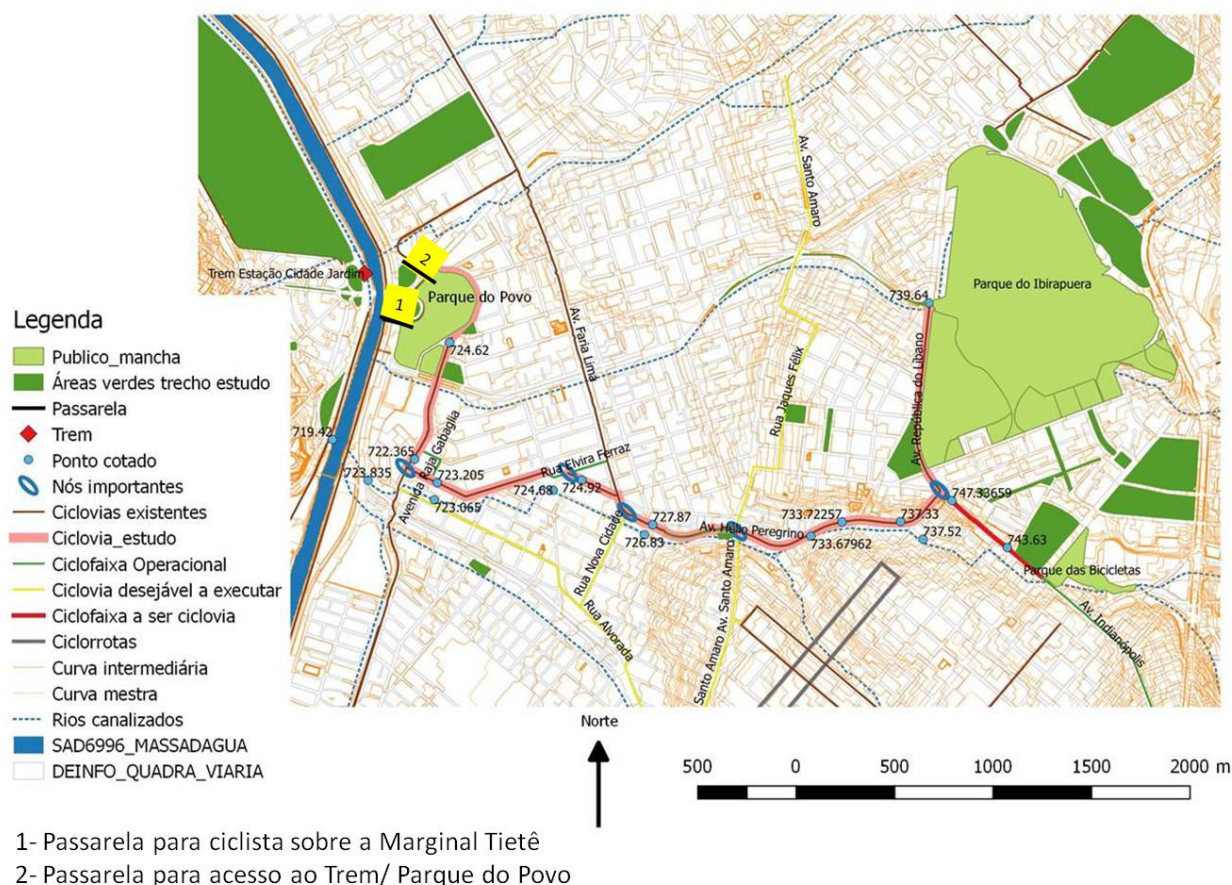


Figura 19 – Rotas ciclovitárias na área de estudo. Fonte: Geosampa, modificado pelas autoras (2016).

A nossa sugestão é adaptar a passarela com canaleta para bicicleta, para que se possa usar a ligação intermodal entre o parque e a estação de trem, a qual é dotada de bicicletário.

Segurança Viária

No trecho em análise existem áreas em que a rota cicloviária indicada pela CET/SP delimita espaço de bicicleta por ciclofaixa operacional que funciona apenas aos domingos. A nossa intenção na área é potencializar o uso da bicicleta em deslocamentos diários, não apenas aos finais de semana. O objetivo desta rota será: para lazer, com a interligação entre parques, e para trabalho e estudo, para acessar polos geradores de viagem da área. Para que esta rota possa ser usada diariamente é preciso primeiramente analisar a segurança viária para o ciclista.

Verificamos também que há dois trechos em que o espaço destinado à bicicleta é ciclofaixa operacional apenas para os domingos. Compreende as Rua Fiandeiras e Avenida Henrique Chamma. Nestes locais foi feita contagem veicular para verificar a necessidade de implantação de ciclovia ou ciclofaixa. Tal contagem se deu numa terça-feira, em outubro/16, no período do pico da manhã. Este período de pico na região estudada compreendeu o período de 7h00 as 10h00, que foi observado após visitas ao local. Em ambos locais a contagem foi feita por períodos de 20 minutos e depois expandida para 1h00, para termos o volume VAHP. Foram envolvidos três pesquisadores. Na Rua Fiandeiras a contagem foi no período de 7h30 às 7h50. Na Av. Henrique Chamma foi das 8h47 às 9h07, cumpre observar que nesta via o volume foi relativamente baixo porque o trânsito estava muito congestionado, quase parado. A Tabela 4 indica os dados coletados na contagem. Em relação à arborização as ruas foram percebidas como áridas, semiáridas e arborizadas.

Local	Veículo Leve (Total)	Veículo pesado (Total)	Total de veículos	Número de faixas	VAHP Volume por faixa (volume/ faixa/hora)
Av. Henrique Chamma – sentido bairro	800	15	815	3	272
Av. Henrique Chamma – sentido centro	474	33	507	3	169
Rua Fiandeiras	822	04	826	2	413

Tabela 4 – Contagem veicular e VAHP. Fonte: autoras (2016)

CONCLUSÕES

A área em estudo interliga dois parques da cidade de São Paulo, portanto trata-se de um corredor com potencial de conectar duas áreas verdes significativas. A região se revelou com potenciais para a introdução da Infraestrutura Verde, embora esta seja altamente limitada pela exiguidade de espaço disponível.

A rota cicloviária como conexão entre os parques Ibirapuera e Parque do povo mostrou-se uma alternativa viável transporte, que se torna mais adequada quando associada a outros fatores da IV como arborização e melhores práticas de manejo das águas pluviais. Tais fatores colaboram para a melhoria das condições ambientais e, por consequência, na qualidade de vida da população. Os artifícios da IV ocasionam benefícios como a redução de temperaturas e da velocidade de escoamento da água bem como sombreamento e conforto térmico para usuários que caminham a pé ou utilizam a bicicleta.

Para sugerir modificações na rota cicloviária existente analisou-se a segurança viária. Após as verificações, destacou-se a Rua Fiandeiras a qual possui ciclofaixa operacional e onde foram identificados 413 veículos por faixa no período de uma hora. De acordo com a Tabela 3, para volume veicular maior ou igual a 251 veículos por faixa em uma hora é necessário instalar ciclovias, por isso propõe-se a instalação da mesma nesta via.



Figura 20 – Trecho cicloviário proposto nas Avenidas Henrique Chamma e Haroldo Velozo.

Fonte: GEOSAMPA, modificado pelas autoras (2016)

Na Avenida Henrique Chamma foram contabilizados 272 veículos no sentido centro e 169 veículos no sentido bairro. Consideramos esta ser a situação mais crítica, por envolver maior risco ao ciclista. Verificou-se que a ciclovia é interrompida em certo trecho da via com continuidade no Parque do Povo. Vê-se então a necessidade de continuação da ciclovia por toda a extensão da Henrique Chamma, assim como pela Rua Brigadeiro Haroldo Velozo, criando assim uma rota alternativa àquela que permeia o Parque (Figura 20).

Ressalta-se que esta ciclovía deveria ser utilizada em dias de final de semana e dias úteis. Tal fato seria possível por meio da adaptação com canaleta para bicicletas na passarela que liga a Estação Cidade Jardim ao Parque do Povo, com a intenção de gerar uma ligação intermodal. Além disso, buscou-se ainda ampliar a permeabilidade da rota ciclovária existente por meio de algumas modificações viáveis, tais como a redução das faixas de rolamento para o tamanho mínimo bem como a retirada de estacionamento. Tais modificações possibilitam o alargamento de calçadas para instalação de canteiros pluviais, aumento do canteiro central para implementação do sistema ciclovário bem como melhoria da arborização.

De forma geral optou-se pela implantação de piso permeável em todas as calçadas e ciclovias do percurso. A Figura 21 ilustra uma proposta para uma via, a Av. Hélio Pellegrino, com a adoção da infraestrutura verde em questão. É necessário destacar que as intervenções propostas dependem de estudos mais avançados para serem de fato colocadas em prática. As vias da área de estudo apresentam mudanças de largura, rede elétrica e arborização existente. Portanto sugere-se para trabalhos futuros o estudo que envolva as seções mínimas, médias e máximas e particularidades de cada via.

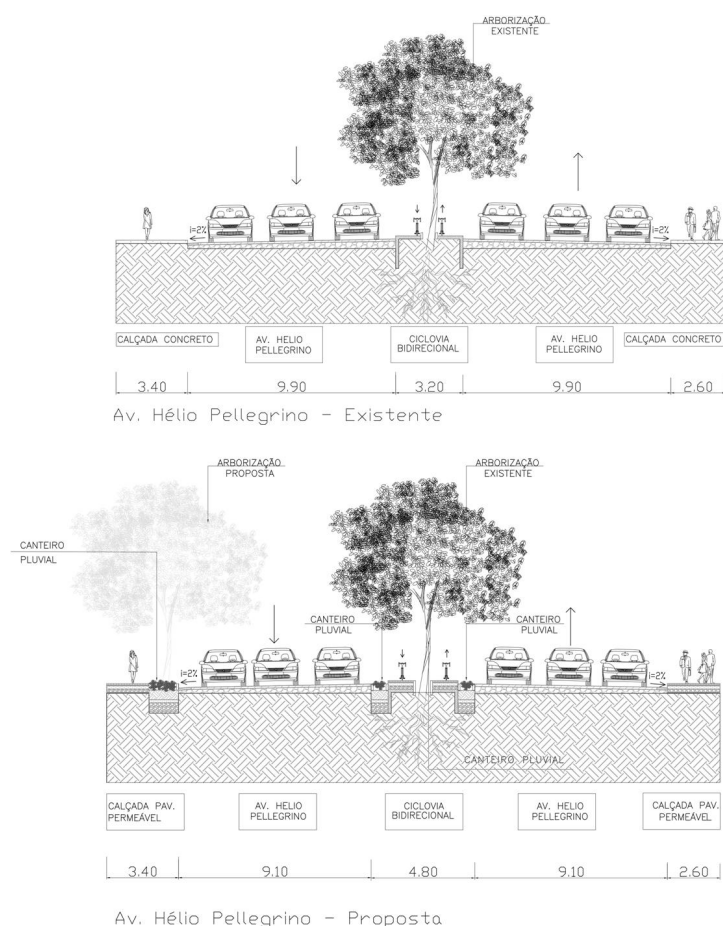


Figura 21 – Comparação entre seção existente e a proposta na Av. Hélio Pellegrino. Fonte: Autoras (2016)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHERN, J.; PELLEGRINO, P.; BECKER, N. **Infraestrutura verde desempenho, estética, custos e método**. In: Lucia Maria Sá Antunes Costa; Denise Barcellos Piniheiro Machado (org.). **Conectividade e resiliência: estratégias de projeto para a metrópole**. Rio de Janeiro. Rio Books: PROURB, 2012.

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Transporte Cicloviário. Volume 7 – Série Cadernos Técnicos. 2007

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

CITY OF PORTLAND. **Stormwater Management Manual**. August, 2016. Disponível em: < <https://www.portlandoregon.gov/bes/64040> >. Acesso em: 07/03/17

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET. Boletim Técnico nº 31. **Pesquisa e Levantamentos de Tráfego**. São Paulo, 184p., 1982.

CORMIER, Nathaniel S; PELLEGRINO, Renato M. **Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana**. Paisagem e Ambiente: ensaios, São Paulo, v. 25, p. 127-142, 2008.

GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Manual de Planejamento Cicloviário**. Brasília, 2001.

GONDIM, Monica Fiuza. Ciclovias. Caderno de desenho, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.solucoesparacidades.com.br/wpcontent/uploads/2010/01/24%20%20BRASIL_Caderno%20de%20Desenho_Ciclovias.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2016.

HERZOG, C. P. **Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. Revista Labverde nº 1, pp. 92 – 115, 2010.

_____. **Seção IV: Ambiente construído. Infra-estrutura verde para cidades mais sustentáveis**. Secretaria do Ambiente. 2010.

MARUYAMA, C. M. **Análise de eixos viários na perspectiva do uso da bicicleta: o caso de Chapecó – SC.** 2013. 172 f. Dissertação (Mestrado em engenharia urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Santa Catarina, 2013.

MARUYAMA, C.M.; SIMÕES, F. A. **Arborização urbana e transporte ciclovitário: o caso de Chapecó, SC.** Revista dos Transportes Públicos - ANTP, ano 36, 2º quadrimestre, 2014.

MASCARÓ, J. L. **Loteamentos Urbanos.** 2º ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Coleção bicicleta Brasil: Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta.** Ministério das Cidades: Brasília, 2007.

MOURA, N. C. B. **Biorretenção tecnologia ambiental urbana para o manejo das águas da chuva.** [s.l.] Tese (doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2013.

PORTLAND, city. **Stormwater Management Manual. 502p. 2016.** Disponível em <<https://www.portlandoregon.gov/bes/64040>>

SKANSI, M.M. et al. Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. **Global and Planetary Change**, v. 100, p. 295- 307, 2013.

SORTON, A.; WASH, T. **Bicycle stress level as a tool to evaluate urban and sub-urban bicycle compatibility.** Transportation Research Record, 1438, p. 17-24, 1994.

SUZUKI, Carlos Yukio; AZEVEDO, Angela Martins; KABBACH, Felipe Issa Kabbach Júnior. **Drenagem subsuperficial de pavimentos. Conceitos e dimensionamento.** Oficina de Textos. São Paulo, 2014. 1º edição.

TUCCI, C.E.M; ORSINI, L. F. **Águas urbanas no Brasil: cenário atual e desenvolvimento sustentável.** In: Brasil. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Gestão do território e manejo integrado das águas urbanas. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

ARTIGO Nº4

**APLICAÇÕES DO CONFORTO AMBIENTAL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO:
O CASO DO CENTRO DE PINHEIROS, JUNTO A ESTAÇÃO FARIA LIMA**

*APPLICATIONS OF ENVIRONMENTAL COMFORT IN THE BUILT ENVIRONMENT:
THE CASE OF THE HEART OF PINHEIROS DISTRICT,
SURROUNDING FARIA LIMA SUBWAY STATION*

MILENE MENDES MAMEDE

**APLICAÇÕES DO CONFORTO AMBIENTAL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO:
O CASO DO CENTRO DE PINHEIROS, JUNTO A ESTAÇÃO FARIA LIMA**

*APPLICATIONS OF ENVIRONMENTAL COMFORT IN THE BUILT ENVIRONMENT:
THE CASE OF THE HEART OF PINHEIROS DISTRICT,
SURROUNDING FARIA LIMA SUBWAY STATION*

MILENE MENDES MAMEDE

Aluna especial na disciplina Projeto Sustentável na Faculdade de São Paulo – FAU-USP, graduada em Arquitetura e Urbanismo na Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

e-mail: milene@mamede.com.br

RESUMO

A falta de planejamento urbanístico nos grandes centros, ocasionou em um crescimento desordenado como a falta de áreas verdes deixando de proporcionar um conforto climático nas calçadas, espaço onde milhares de pedestre frequentam constantemente e não possuem qualquer conforto. Essa pesquisa tem como objetivo mostrar como é a qualidade do conforto climático ao pedestre em um percurso na região central de Pinheiros. O método de trabalho consistiu nas aplicações de simulações feitas por softwares e por fotos registradas também nesse percurso, para verificar o sombreamento e as áreas de intensa insolação existentes nas diversas estações do ano. Com essa aplicação foi possível verificar a necessidade do conforto ambiental, e da inserção de infraestrutura verde nas calçadas e praças. E com essas aplicações relatar o quão é importante atingir o conforto ambiental no ambiente construído para a qualidade de vida.

Palavras-chave: Conforto climático; infraestrutura verde; insolação; desenho ambiental.

ABSTRACT

The lack of urban planning in the major centers has led to an uncontrolled growth such as the lack of green areas, not providing climatic comfort on the sidewalks, space where thousands of pedestrians constantly attend, having no comfort. This research aims to show how the quality of the climatic comfort to the pedestrian in the central region of Pinheiros District is. The working method consisted of applying simulations made by software and photos therein recorded, aiming to check the shading and the areas of intense insolation existing in the different seasons. With such method, it was possible to verify the need for environmental comfort and the insertion of green infrastructure in sidewalks and squares. It was also possible to report how important is to achieve environmental comfort in the environment built for the quality of life.

Keywords: *Environmental comfort; green infrastructure; climatic comfort; insulation; environmental design.*

INTRODUÇÃO

Define-se o conforto ambiental quando há um adequado desenho urbano, alinhado ao desenho ambiental e as estratégias de infraestrutura verde criando áreas sombreadas, com conforto climático, temperaturas adequadas, tornando a permanência do pedestre em seu trajeto e no ambiente confortáveis proporcionando melhor qualidade de vida.

Essa pesquisa visa mostrar como é a qualidade do conforto climático ao pedestre em um percurso escolhido de uma centralidade inserida no bairro de Pinheiros.

Delimita-se a área de estudo dentro de três trechos conforme mostrado na figura abaixo. O primeiro trecho inicia-se no Terminal Pinheiros até o Metro Faria Lima, passando pela Rua Capri, e Rua Pais Leme. O Segundo trecho no Metro Faria Lima até Av. Rebouças, passando pela Av. Brigadeiro Faria Lima. O terceiro trecho da Av. Brigadeiro Faria Lima a estação ferroviária Hebraica-Rebouças passando pela Av. Eusébio Matoso.



Figura 1 – Delimitação das áreas de estudo

1. Terminal Pinheiros
2. Metrô Faria Lima
3. Av. Rebouças à estação de trem Hebraica Rebouças

O local de estudo foi escolhido por ser uma imponente centralidade de São Paulo, com problemas quanto a qualidade do espaço, em uma área de intenso fluxo de pedestre que transitam entre estações com transporte público.

Uma região com muitos pontos de trabalho, comércio, serviço, ou seja, uma região bem relevante quanto ao intenso tráfego de pessoas que transitam sem conforto climático, sobre o sol em alguns lugares ou sobre as sombras cinzas em outro, sem sombras de qualidade fornecidas pelas áreas verdes.

Esse trabalho foi dividido em: analisar o contexto histórico da região de Pinheiros, introduzir conceitos para ressaltar a importância da infraestrutura verde na qualificação

da vida das pessoas e apresentar simulações que comprove o quanto essa região está exposta a intensa insolação nas diferentes estações do ano. Esse sol poderia ser muito favorável se houvesse uma boa arborização, uma vez que ele seria convertido num ambiente agradável iluminado e com bom conforto térmico.

As imagens postas nesse trabalho relatam a realidade atual desse ambiente, que demonstram mais uma vez a necessidade de um bom planejamento para essa região.

O BAIRRO DE PINHEIROS

São Paulo é uma cidade em constante transformação, e a Marginal Pinheiros sofre isso desde 1970, segundo **Alexandre (2010)** a descentralização vem transformando a paisagem urbana da cidade, e nesse caso as antigas áreas de várzea do rio tornaram-se espaços de intensa valorização imobiliária. Desta forma a Marginal Pinheiros tornou-se um dos novos centros de negócios da cidade, porém o processo de urbanização recebeu pouco investimento público e falta de infraestrutura nessas áreas é visível.

Até a década de 1970, o vale de Pinheiros ainda não era ocupado e suas áreas de várzea do rio se mantinham naturais e preservadas, entremeadas por bairros residenciais de médio e baixo padrão, apenas em alguns poucos trechos nas proximidades das pontes Cidade Universitária, Cidade Jardim, Eusébio Matoso e Morumbi havia bairros residenciais de elite, urbanizados pela companhia City¹ no padrão dos bairros-jardim. Nas extremidades norte e sul do rio, próximos ao Rio Tietê e às represas, concentravam-se áreas com grandes glebas de uso industrial e galpões.

Entre as décadas de 1940 e 1970 a empresa Companhia Light, responsável pela gestão dos recursos hídricos de São Paulo, realizou seguidas obras de retificação do Rio Pinheiros, drenando as áreas inundáveis existentes em ambas as margens. Ao final deste período, a Cia. Light, que detinha o monopólio sobre vasta porção da cidade, realizou o parcelamento e venda destas terras, dando início a um novo mercado de terras urbanizáveis ao longo do rio.

¹ Cia. City: Empresa fundada em 1912 que participou ativamente do processo urbanístico da cidade de São Paulo.



Figura 2 – Em 1970, foi inaugurada a Marginal Pinheiros. Fonte: <http://acervo.estadao.com.br/noticias/lugares,rio-pinheiros,8338,0.htm>

No mesmo período, a prefeitura de São Paulo havia executado uma série de obras ampliando a infraestrutura viária dessa região, incluindo a Av. Brigadeiro Faria Lima, inaugurada em 1968; a Av. Luís Carlos Berrini, aberta no início dos anos 1970; e a Marginal Pinheiros cuja construção deu-se ao longo desta década. Atraídos pela oferta de terrenos amplos e baratos, com acesso facilitado pelas novas avenidas, e com anuência da recém-aprovada Lei de Zoneamento de 1972. Nesta zona, presente nas áreas adjacentes aos rios Pinheiros os usos residenciais e os de comércio e serviço são permitidos. Desta forma alguns empreendedores imobiliários começam a investir massivamente na região, transformando completamente a paisagem desta parte da cidade ao longo dos últimos 40 anos.

No início do século XXI, a Marginal Pinheiros é referência de um “novo centro de São Paulo”, a área passou a ter um significativo valor expresso em seus arranha-céus, nos numerosos shopping centers e, mais recentemente, em importantes marcos urbanos como a nova ponte Estaiada do Complexo Viário Octávio Frias de Oliveira.

Mas é importante ressaltar que o processo de consolidação da Marginal Pinheiros foi dividido em quatro fases,: A primeira se inicia em 1977 e vai até 1985, considerada o período pioneiro e estrutural.

A segunda fase, vai de 1986 até 1993, os fundos de pensão, expressivo poder de investimento. Neste período ocorre uma entrada de grandes volumes concentrados de investimento, os quais permitiram a construção de uma leva de “mega-empreendimentos” na Marginal Pinheiros durante a década de 1990.

Entre 1994 e 2000, a terceira fase foi um período caracterizado por novos empreendimentos de grande porte, motivados pelo contexto da globalização e da abertura econômica promovida após o Plano Real. Neste momento, verifica-se o ingresso no mercado imobiliário brasileiro de empresas estrangeiras, o que provocou certa “internacionalização da cultura imobiliária” em São Paulo.

De 2000 em diante foi um momento de estancamento do mercado imobiliário, retirada de boa parte da capacidade de investimento representada pelos fundos de pensão, cujo interesse no mercado imobiliário passa a reduzir-se significativamente neste período. Neste contexto, as taxas de vacância dos escritórios elevam-se significativamente e diversas empresas do mercado imobiliário entram em declínio.

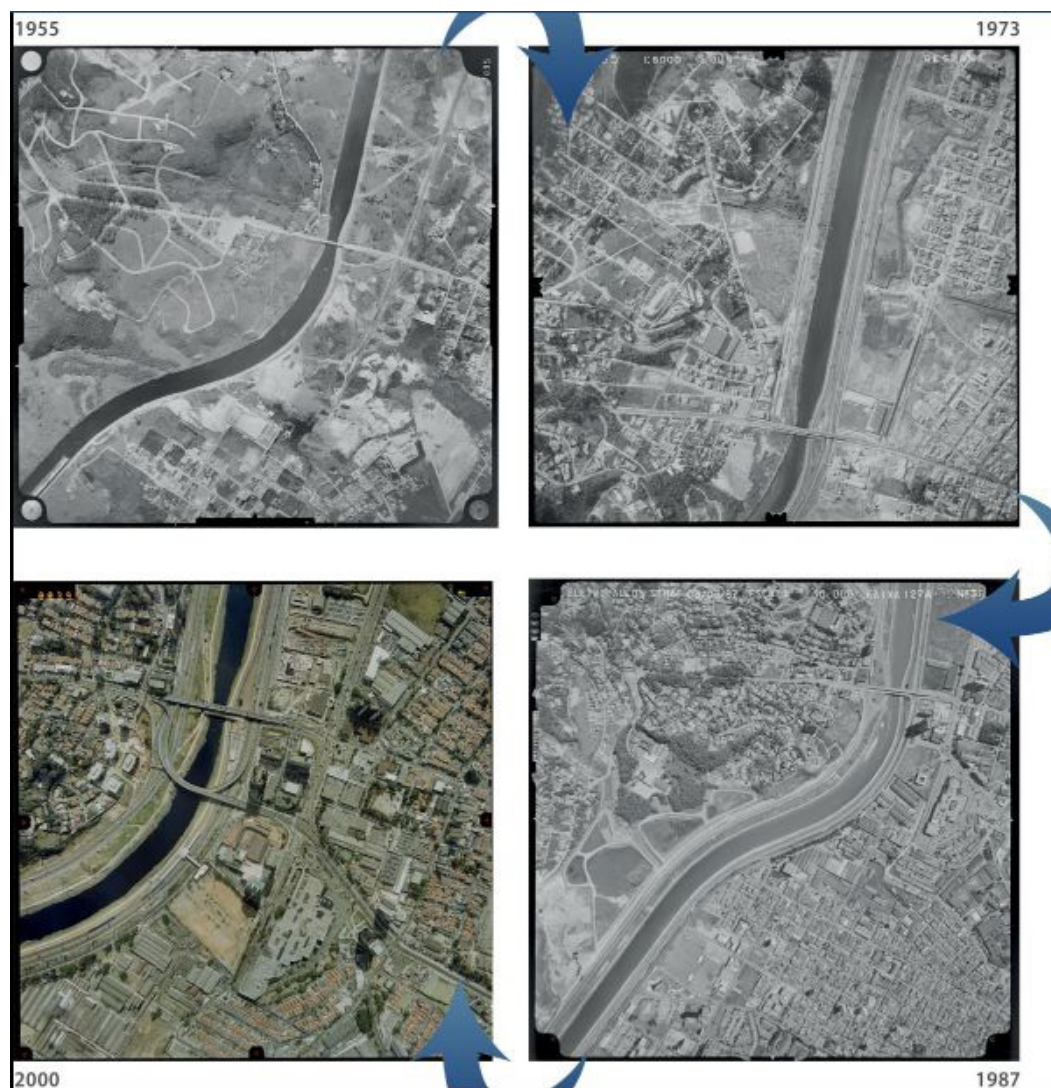


Figura 3 – Imagens do Rio Pinheiros nos anos 1955, 1973, 1987 e 2000.

Fonte: <http://mundogeo.com/blog/2010/05/14/rio-pinheiros-em-sao-paulo/>

LARGO DA BATATA

O largo da Batata é um bom exemplo de como a mudança de centros comerciais ocorreram na cidade, pois em diferentes momentos na formação do bairro onde está localizado, o Largo sofreu interferências e hoje é uma referência local.

O processo de reprodução do espaço aliado ao capital está gerando novas centralidades que concentram populações de maior poder aquisitivo, e expulsa as populações mais pobres para as periferias da cidade de São Paulo. O projeto de reconversão do Largo da Batata, no centro do bairro de Pinheiros, expulsou uma população ali instalada em função do comércio tradicional da região, como o de lojas populares e camelôs. A revalorização da área se dá justamente para expulsar essa população local, que, segundo as autoridades, degrada seu entorno.

O centro geográfico do bairro de Pinheiros historicamente se concretizou em torno do Largo de Pinheiros e do Largo da Batata. A fundação do bairro de Pinheiros data de 1560, segundo Luisa (2014) era rota para o sul e utilizado como aldeia para os índios, Aldeia Nossa senhora dos Pinheiros da Conceição durante quase três séculos foi núcleo isolado em relação ao aglomerado paulistano. O aldeamento já demonstra um caráter de centralidade dentro da cidade de São Paulo.

A partir de 1910, surge um novo momento na produção do espaço de Pinheiros, pessoas de áreas periféricas vão vender seus produtos em São Paulo, quando foi inaugurado o “Mercado Caipira”. O bairro começa a constituir um caráter mais importante, tornando um ponto de convergência de produtos, pessoas, fluxos e caminhos. Assim, o Mercado dos Caipiras origina um símbolo da centralidade, e Pinheiros passa a ser visto como um ponto comercial importante dentro da cidade de São Paulo.

O Distrito de Pinheiros entre 1915 e 1929 sofreu uma forte urbanização. E foi a partir de 1910 que recebeu atenção do poder público e assim se integrou materialmente ao restante da cidade. Ocorrem assim grandes obras de aterro, ligando o bairro ao centro da cidade; em 1915 chegou à iluminação elétrica nas ruas. Em 1921 foi transferida para lá a Sociedade Hípica Paulista. E quando retirada iniciou o loteamento no local, surgindo novas ruas.



Figura 4 – Mercado onde concentrava os vendedores de batatas próximo a Cooperativa Agrícola de Cotia, década de 1920. Fonte: <http://www.saopaulo.com.br/largo-da-batata/>

Em 27 de novembro de 1927, através da lei estadual nº2249, foi autorizada a canalizar, alargar, retificar e aprofundar os leitos dos rios Pinheiros e seus afluentes, Grande e Guarapiranga; drenando, beneficiando e saneando assim os terrenos situados nas respectivas zonas inundadas. Isso incorporou 25 milhões de quilômetros quadrados de terreno, que começaram a ser aproveitados em 1943, quando terminariam os trabalhos de canalização do rio.

As terras das várzeas só começaram a comportar usos urbanos quando o país passou por fase de modernização, derivado da implementação do Plano de Metas, ao final dos anos 1930.

A partir dos anos 1950, vários melhoramentos foram feitos em Pinheiros, o que já podemos chamar de um primeiro processo de revalorização do bairro, que se realizou através de calçamento de ruas, canalização de córregos e alargamento do largo, etc. Em 1959, a Prefeitura de São Paulo reconhece Pinheiros como um sub-centro, localizado em zona mista.

Na década de 1960, o bairro passa a ser servido como centro de um grande fluxo de transportes. E no Largo da Batata foi construído o Terminal Pinheiros. A partir dessa época, a região passa a concentrar um comércio popular, ligado ao trânsito de passageiros do Terminal. Ele que concentrará pessoas de renda inferior à do restante do bairro, tornando o Largo degradado segundo o poder público. O Largo da Batata foi ganhando caráter popular, através do comércio para atender não somente os moradores do bairro, mas principalmente aos transeuntes.

No ano de 1968, ocorre a desapropriação de imóveis para a abertura da Avenida Faria Lima, o que mudaria a paisagem.

A Lei de Zoneamento do Município de São Paulo, lei nº 7.805, de primeiro de Novembro de 1972, que dispõe do parcelamento, uso e ocupação do solo, delimita cinco zonas no distrito de Pinheiros, que mostra como constitui o padrão fundiário e o perfil do bairro. O zoneamento tinha como função proteger as áreas residenciais de alto padrão.

Na década de 1990, o bairro de Pinheiros era conhecido como centralidade de lazer, com bares e restaurantes, movimentando a vida noturna na Av. Henrique Schaumann, por exemplo. Enquanto isso o Largo era tomado como degradado.



Figura 5 – Largo da Batata, em 1991. Fonte primária: Folha de S. Paulo, 2012. Fonte secundária: MASCARENHAS, P. Luisa. **Reconversão Urbana do Largo da Batata: Revalorização e novos conteúdos da Centralidade de Pinheiros.** USP, São Paulo 2014.

Em 1995, foi instituída a Operação Urbana Consorciada Faria Lima, através da Lei Ordinária n 11732, de 14 de março de 1995, que trazia como seus objetivos: realizar melhoramentos viários, obras, equipamentos e áreas públicas no perímetro da Ope-

ração Urbana; melhorar a qualidade de vida, a paisagem urbana e a infraestrutura; incentivar o melhor aproveitamento dos imóveis e estimular o adensamento da região.

A operação previa para este setor o alargamento e prolongamento da Rua Sumidouro e da Avenida Faria Lima; a implementação de um novo Terminal de Ônibus na Rua Capri para remanejar o existente no Largo da Batata; além da execução de intervenção de requalificação urbana no Largo da Batata.

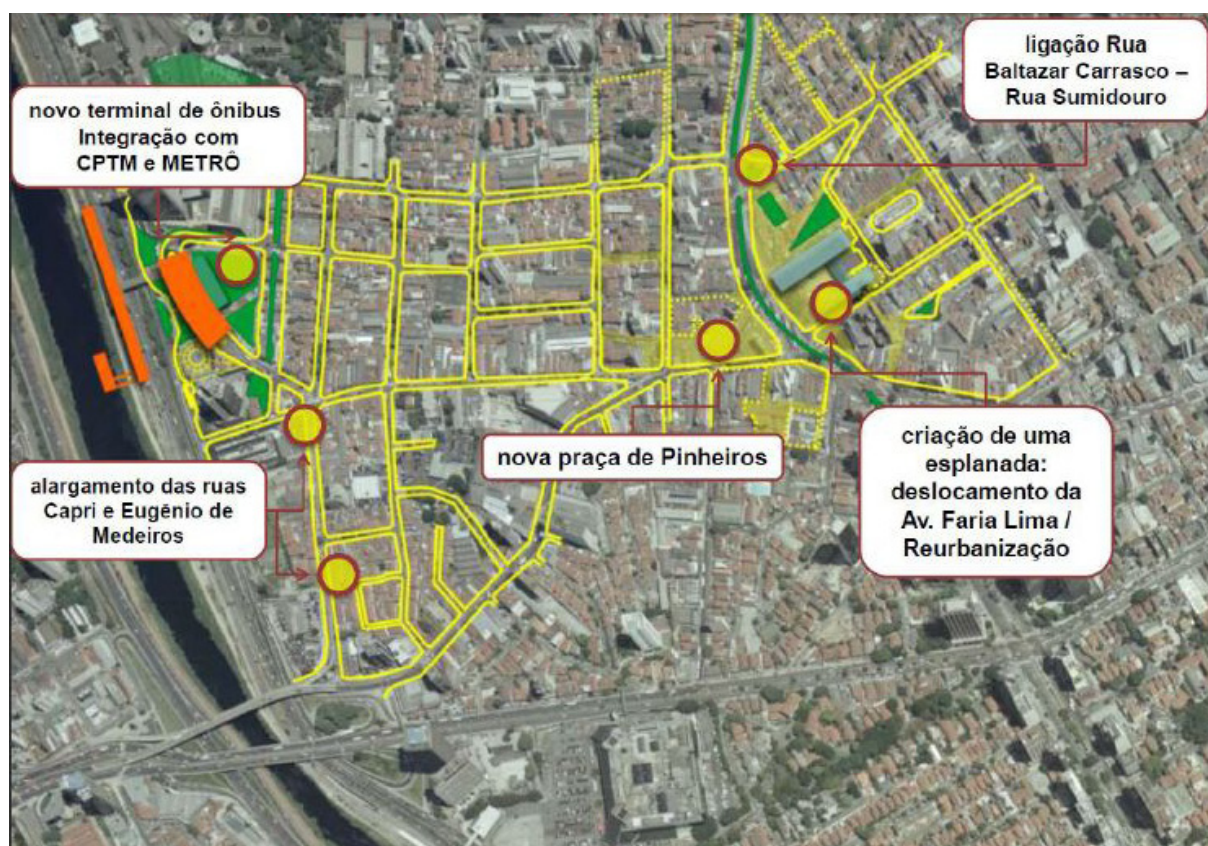


Figura 6 – Programa de investimentos previsto pela 6ª reunião do Grupo de Gestão. Dezembro/2009. Fonte: PMSP, 2012 (MASCARENHAS, 2014).

O Largo da Batata é alvo do projeto da municipalidade denominado Reconversão Urbana, esse projeto está ligado à segunda etapa da Operação Urbana Consorciada Faria Lima, iniciada na década de 1990, que se traduz, de maneira geral em revalorização espacial. Realizou-se um Concurso Público Nacional de Arquitetura e Urbanismo em 2002, promovido pelo Município de São Paulo e pelo Instituto dos Arquitetos de São Paulo (IAB/SP), no qual o projeto vencedor foi o do arquiteto Tito Lívio Frascino. A chamada revitalização da área se dava no âmbito municipal, ao passo que o

governo estadual planejava a construção da Estação de metrô Faria Lima, da Linha 4 – Amarela. Esta estação requalificou a área, conseguindo assim justificar as desapropriações da área.

As obras de Reconversão foram iniciaram em 2007 e concluídas em 2013. Porém grande parte das intervenções propostas não foi realizado.

O caráter excludente dos processos que se deram na área através da aliança entre poder público, imobiliário e financeiro. As valorizações do lugar e do preço do solo não pouparam somente os vendedores ambulantes, mas proprietários de imóveis. Assim a vida desse lugar foi sendo subtraída e transformada em algo artificial.

O índice FIPE ZAP de Preços de Imóveis Anunciados é o indicador de preços de imóveis produzido em parceria entre FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas) e o ZAP Imóveis. Segundo esse índice, a variação do preço do metro quadrado para venda de apartamento, casas, comercio e indústria em Pinheiros de janeiro de 2008 a julho de 2013, subiu muito. Mas começa um declínio em comercio e indústria em janeiro de 2013.



Figura 7 – Largo da Batata, em 2014. Fonte: <http://www.saopaulo.com.br/largo-da-batata/>

O PAPEL DA INFRAESTRUTURA VERDE NA QUALIDADE DO BAIRRO

Segundo Gonçalves et. al (2013), a supressão das áreas verdes afeta qualidade de vida da população e potencializa a ocorrência de inundações, poluentes no ar, a alteração do microclima urbano, diminuição da biodiversidade urbana.

A quantidade e à distribuição das áreas verdes fazem parte da relação de indicadores e parâmetros de avaliação da qualidade de vida das cidades.

A concepção dos espaços vegetados como parte da infraestrutura verde urbana é uma estratégia de estruturação dos espaços naturais, recuperados no processo de planejamento da cidade, já aplicados na Europa e EUA.

A infraestrutura verde é uma contribuição nas funções de base estrutural da cidade.

Dessa mesma forma, a infraestrutura verde pode atuar conjuntamente com outros sistemas, no atendimento ao quadro de funções:

- da mobilidade e acessibilidade, ao direcionar e estruturar eixos de circulação, e ao propiciar rotas específicas ou alternativas para pedestres e ciclistas;
- da drenagem das águas pluviais, regulando o ciclo hídrico, atenuando os picos de cheia e conduzindo as águas com segurança;
- do lazer, da recreação e do convívio social, além de serem espaços de contemplação e percepção estética;
- da manutenção dos processos ecológicos, da biodiversidade e da sustentabilidade dos ecossistemas, colaborando com o aumento da conectividade dos fragmentos naturais.

Cormier (2008) complementa o quadro de funções, com o sistema metabólico da cidade (fluxos infra urbanos de energia e matéria):

A agricultura urbana na utilização das áreas verdes para o atendimento das necessidades básicas de saúde do ser humano.

A infraestrutura verde na criação de conforto térmico nos espaços abertos. Efeito da sombra.

Os elementos que compõem a infraestrutura verde são: os espaços abertos e vegetados, como parques, praças, corredores ecológicos, remanescentes florestais, jardins, tetos verdes, etc., aliados em alguns casos a tecnologias ambientais: tratamento

com fitorremediação², materiais e pavimentos filtrantes, sistemas de irrigação mais eficiente, placas fotovoltaicas promovendo melhoria na qualidade ambiental e ganhos sociais e econômicos.

Nessa pesquisa define-se o conforto ambiental quando há um adequado desenho urbano, alinhado ao desenho ambiental e as estratégias de infraestrutura verde criando áreas sombreadas, com conforto climático, temperaturas adequadas, tornando a permanência do pedestre em seu trajeto e no ambiente confortáveis proporcionando melhor qualidade de vida.

ESTUDO DE CASO NO CENTRO DE PINHEIROS, ANÁLISE DO CONFORTO AMBIENTAL

As diferentes estações do ano ocasionam em mudanças significativas no estudo de sombreamento, sendo assim a análise foi realizada nas quatro estações, primavera, verão, outono e inverno. Para otimizar o tempo de estudo, a metodologia escolhida foi com o auxílio do software Sketchup, no qual através de uma base de dados com os gabaritos de altura dos edifícios presentes nos trechos estipulados, esses são modelados. Assim, são geradas imagens de simulação do sombreamento causados pelos edifícios.

As imagens foram geradas em quatro horários diferentes no decorrer do dia (08h00, 12h00, 15h00, 17h00), a fim de obter amostras de todas as situações de sombreamento que podemos encontrar no dia a dia.

Análise da insolação em Pinheiros e do conforto do pedestre nos pontos:

1. Terminal Pinheiros
2. Metrô Faria Lima
3. Av. Rebouças à estação de trem Hebraica Rebouças

Data do ano	Hemisfério Sul	Hemisfério Norte
20 e 21 de março	Equinócio de Outono	Equinócio de Primavera
22 e 23 de junho	Solstício de Inverno	Solstício de Verão
22 e 23 de setembro	Equinócio de Primavera	Equinócio de Outono
22 e 23 de dezembro	Solstício de Verão	Solstício de Inverno

² Fitorremediação é uma tecnologia onde se usa plantas para minimizar poluentes do meio ambiente.



Figura 8 – Trechos analisados

Com os resultados gerados, foi possível fazer o estudo de volumetria da região e ver o sombreamento gerado pelos edifícios no solo, constatando as regiões extremas e precárias de intensa insolação que precisam ser melhoradas e requalificadas para atingir ao conforto ambiental no ambiente construído. Uma solução para recuperar essas áreas precárias seria através do plantio de árvores, criação de áreas verdes, ou seja construir uma infraestrutura verde.

Foram estabelecidas classificações de 0 a 5 para análise da varredura de sombra, nas calçadas e ruas. Considerando zero como o trajeto como nenhum sombreamento e 5 como as áreas bem sombreadas nas diferentes estações do ano.

Como estamos falando de um trajeto que não possui uma aplicação de infraestrutura verde, mesmo com um melhor sombreamento proporcionado pelos edifícios mesmo assim o ambiente não atingirá um bom conforto ambiental e consequentemente um

melhor conforto climático, isso só seria possível em áreas arborizadas. Ou seja, o nível 5 não foi atingido em nenhuma das situações apresentadas.

Nas figuras 9 e 12, solstício de inverno 21 de junho de 2015, a varredura de sombra proporcionada por simulações mostram o sombreamento gerado pelo ambiente construído às 08h00 e às 17h00, sendo classificadas como sombreamento de nível 4 perante as outras estações.



Figura 9 – Solstício de inverno 21 de junho às 8h. Classificação 4.



Figura 12 – Solstício de inverno 21 de junho às 17h. Classificação 4.

Na figura 10 as 12h00 notam-se o quanto essa área está exposta ao sol, com pouco sombreamento, e a falta de arborização com qualidade nesse trajeto deixa o pedestre ainda mais exposto, sendo classificada como nível 2.



Figura 10 – Solstício de inverno 21 de junho às 12h. Classificação 2.

A Figura 11 que também compreende ao solstício de inverno as 15h00 é caracterizada por um sombreamento classificado como 3, ou seja há trechos da calçada sombreados e outros expostos ao sol. O que torna o percurso mais atraente, pois o pedestre é nutrido pelo sol e também tem a diferença térmica proporcionada pela sombra, porém como já mencionado sem o conforto climático proporcionado pela infraestrutura verde, o ambiente e o pedestre não são favorecidos por um bom microclima, e não se atinge o conforto ambiental.



Figura 11 – Solstício de inverno 21 de junho às 15h. Classificação 3.

Nas figuras 13, 14 e 15, solstícios de verão 21 de dezembro mostram a área pouco sombreada. Sendo que a figura 14 a classificação é 0 de sombreadamento, ou seja, o sol está a cima dos edifícios que não possibilitam algum sombreadamento, nisso vimos mais uma vez o quanto o ambiente seria qualificado nesse período se houvesse uma boa arborização.

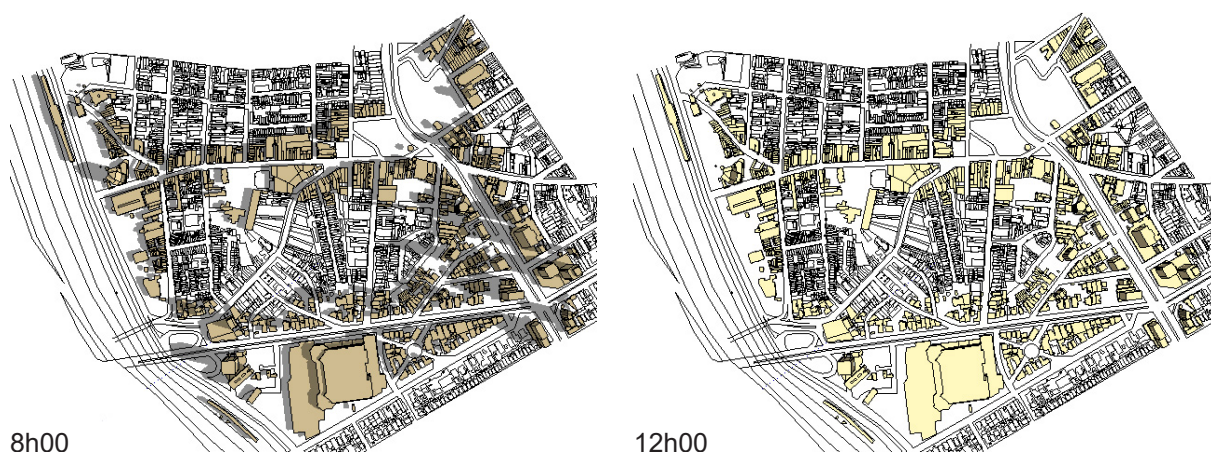


Figura 13 e 14 – Solstício de verão 21 de dezembro. Classificação 2 e 0.

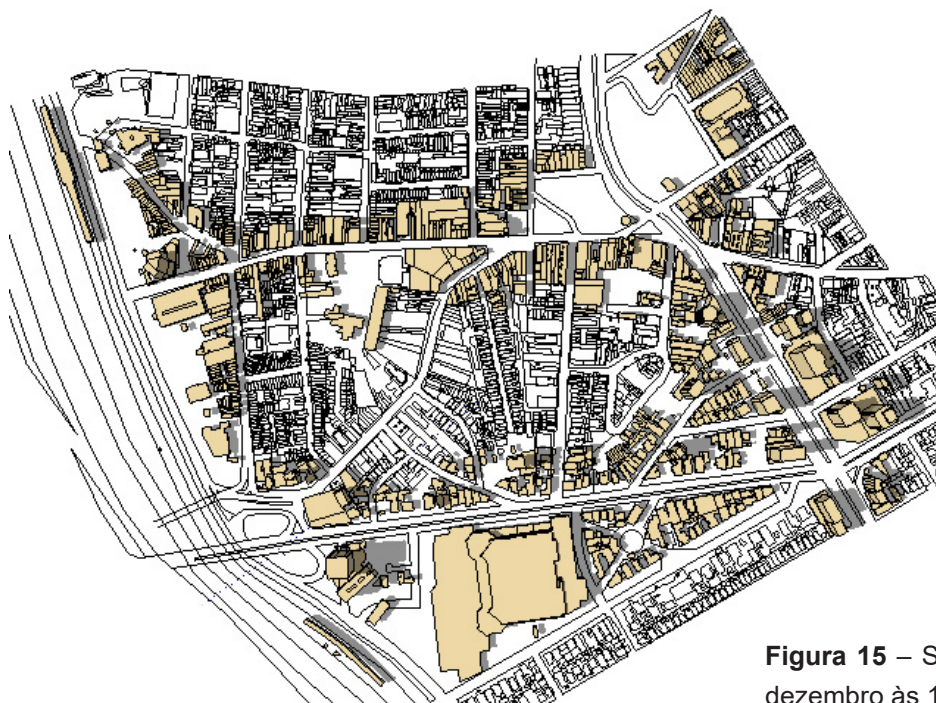


Figura 15 – Solstício de verão 21 de dezembro às 15h. Classificação 1.

Na figura 16 as 17h00 demonstra um sombreadamento alternado em trechos expostos diretamente ao sol, outros com sombra, classificado como nível 3.

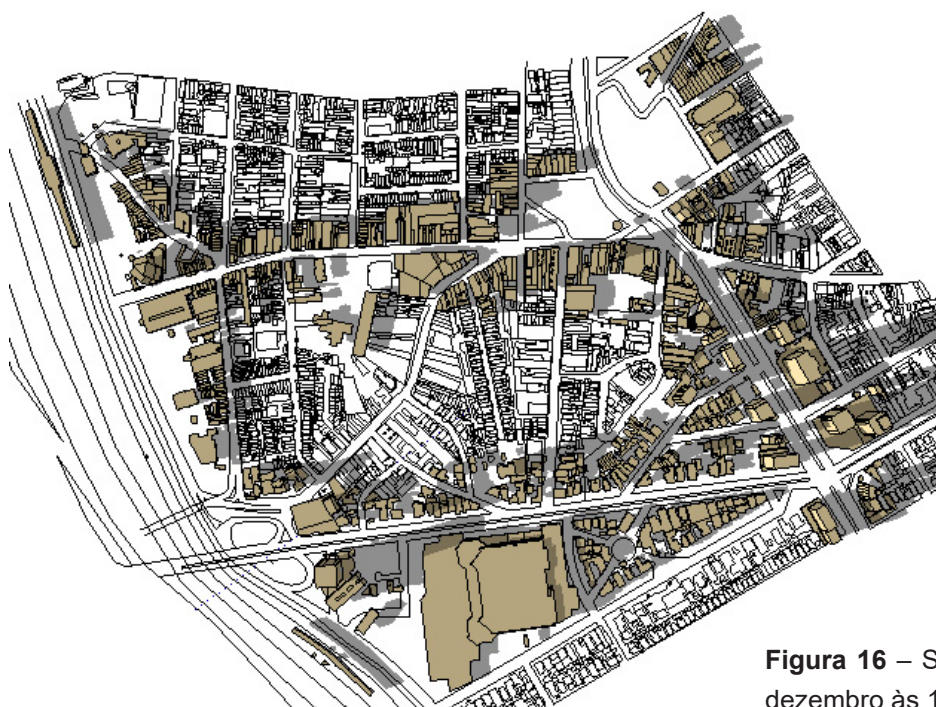


Figura 16 – Solstício de verão 21 de dezembro às 17h. Classificação 3.

Nas figuras 17, 18, 19 e 20 equinócio de outono 21 de março, a uma similaridade com o solstício de verão, aumentando em 1 nível cada período do dia, tendo assim um pequeno aumento do sombreamento nessa área.



Figura 17 – Equinócio de outono 21 de março às 8h. Classificação 3.



Figura 18 – Equinócio de outono 21 de março às 12h. Classificação 1.



Figura 19 – Equinócio de outono 21 de março às 15h. Classificação 2.



Figura 20 – Equinócio de outono 21 de março às 17h. Classificação 4.

Nas figuras 21, 22, 23 e 24, equinócio de primavera 21 de setembro, apresentam as mesmas classificações do equinócio de outono, equivalendo às mesmas problemáticas de conforto.



Figura 21 – Equinócio de primavera 21 de setembro às 12h. Classificação 1.



Figura 22 – Equinócio de primavera 21 de setembro às 8h. Classificação 3.



Figura 23 – Equinócio de primavera 21 de setembro às 15h. Classificação 2.



Figura 24 – Equinócio de primavera 21 de setembro às 17h. Classificação 4.

Há um melhor sombreamento proporcionado pelo ambiente construído na estação do solstício de inverno atingindo a classificação de 13 pontos, somados os níveis estabelecidos pelos períodos do dia 8h, 12h e 15h e 17h. No verão a somatória foi de 6 pontos sendo em geral a estação do ano com menor sombreamento. No outono e primavera a pontuação se manteve em 10 pontos. A Avenida Brigadeiro Faria Lima, na maioria das estações do ano possui sombreamento nas calçadas, devido aos altos edifícios e a pouca arborização do canteiro central.

Nota-se também na Rua Pais Leme, o comercio e edificações em geral existentes são em sua maioria ladeados a calçada e há poucas árvores, isso proporciona algum sombreamento. Já na Avenida Eusébio Matoso o recuo das edificações para acesso de carros e a pouca arborização não proporcionam muito sombreamento, o sombreamento visto é gerado pelos altos edifícios também ali existentes.

Na Avenida Brigadeiro Faria Lima a uma constância maior de sombreamento devido à predominância dos aos altos edifícios, e os trechos arborizados no canteiro central, favorecendo a circulação do pedestre e do ciclista. A existência de ciclovias nesse trajeto aponta um elemento de sustentabilidade na região.

Essa região enquadra uma área de grande uso do pedestre, em destaque na locomoção ao trabalho, aos edifícios comerciais, as áreas de transporte público trem, ônibus, metro.

O gráfico abaixo resume as avaliações atribuídas de sombreamento nos locais analisados.

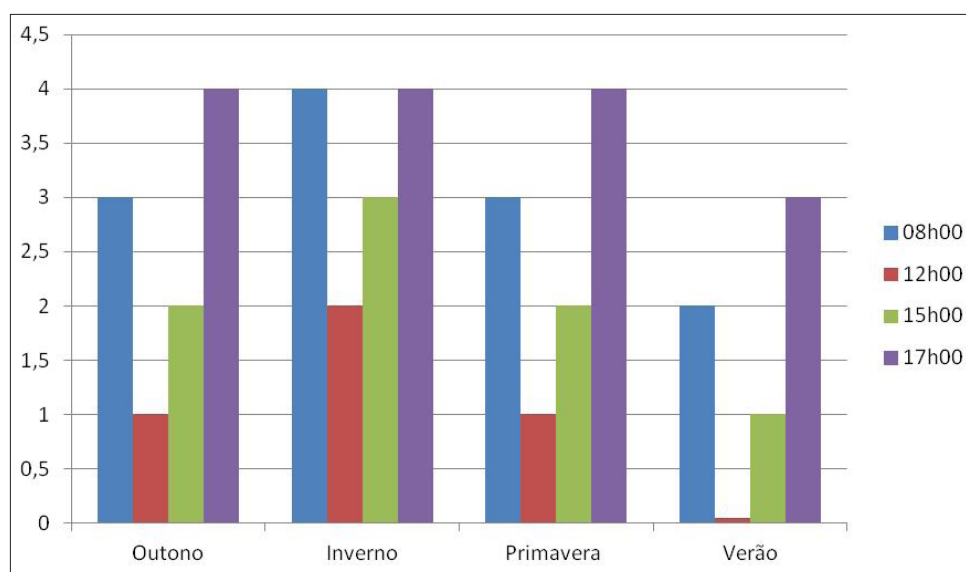
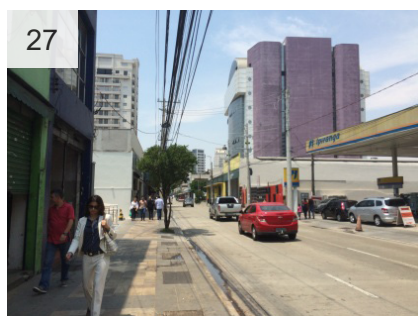
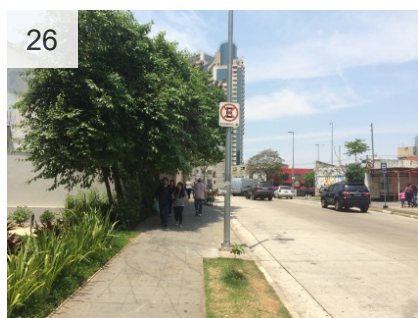


Gráfico 1 – Avaliação do sombreamento

As imagens abaixo são para constatar os trechos sem ou com pouca insolação nos trechos analisados.

Percurso do terminal Pinheiros ao metro Faria Lima

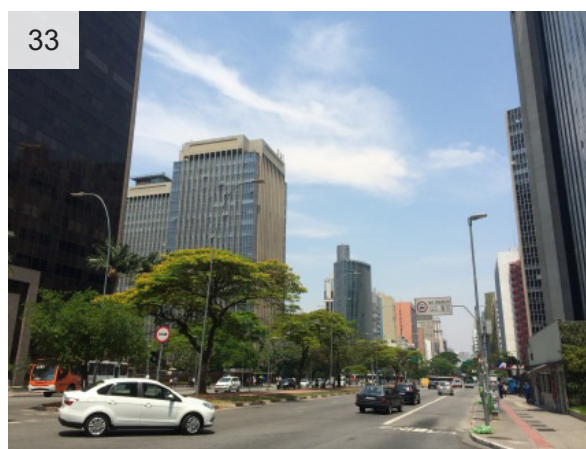
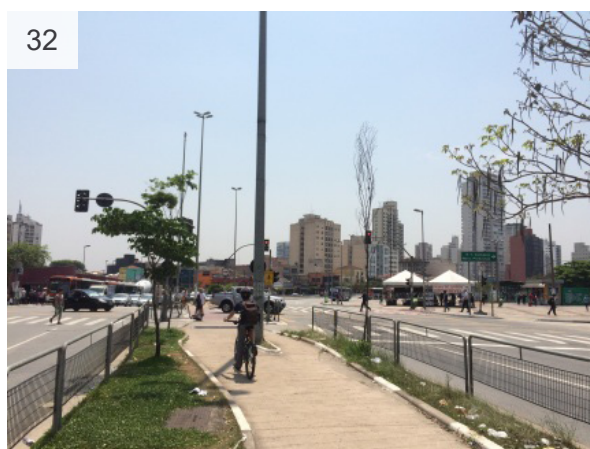


Figuras –

- 25. Rua Capri, saída do terminal Pinheiros;
 - 26. Rua Capri;
 - 27 e 28. Rua Pais Leme;
 - 29. Largo da Batata;
 - 30. Av. Brigadeiro Faria Lima.
- Fonte: Fotos da autora

Na imagem 25 a calçada encontra-se descoberta sem qualquer arborização, na imagem 26 há alguns trechos da calçada com arborização e na imagem 27 há um sombreamento proporcionado pelos edifícios comerciais ladeados a calçada.

Imagem 28 e 29 são quadras e o largo aberto com pouca arborização. A imagem 30 mostra o canteiro central, calçada, de acesso ao metro sem sombreamento.

Percurso do metro Faria Lima à Av. Rebouças

Figuras 31, 32 e 33 – Canteiro central, Av. Brigadeiro Faria Lima. Fonte: fotos da autora

Na Av. Brigadeiro Faria Lima já há um canteiro central com arborização, e ciclovia, que se traduz em elementos de sustentabilidade, mas nota-se que essa arborização não é suficiente, pois ela não é constante a trechos com pouca arborização. Parte do sombreamento dado nessas calçadas vem dos altos edifícios na avenida, porém ele não é proporcionado em todas as estações do ano e nem em todos os períodos do dia, como visto nas simulações acima. Para um melhor conforto ambiental seria necessário uma área melhor arborizada.

Percurso da Av. Brigadeiro Faria Lima à estação ferroviária Hebraica-Rebouças



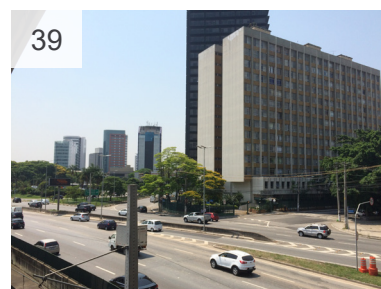
Figuras 34 e 35 – Av. Eusébio Matoso

Figura 36 – Vista superior da Av. Eusébio Matoso

Fonte: Fotos da autora

Na Av. Eusébio Matoso nota-se o grande fluxo de carros e a pouca arborização inclusive nas calçadas, o gera um ambiente quente e desagradável em dias de sol. Na foto 28, é possível ver o contraste dos altos edifícios e da cidade pouco arborizada do lado direito, e do lado esquerdo na Av. Rebouças a constância de casas e uma boa arborização proporcionando um ambiente muito mais confortável.

Estação Ferroviária Hebraica-Rebouças, Av. das Nações Unidas



Figuras 37, 38 e 39 – Av. das Nações Unidas, Rio Pinheiros. Fonte: Fotos da autora

Av. Marginal do rio Pinheiros, Av. das Nações Unidas, ciclovia beirando o rio Pinheiros e a estação de trem Hebraica Rebouças. A ciclovia em grande parte não tem sombreamento, e o acesso se dá por passarelas, as calçadas na av. das Nações Unidas também tem pouca arborização, não tendo o conforto necessário para a circulação do pedestre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da aplicação prática do estudo de insolação e sombreamento mostrados acima, nota-se a importância do conforto ambiental para o pedestre e como isso interfere na sua qualidade de vida no seu dia a dia. Sendo essa uma região de intenso fluxo de pedestre, de uso da calçada, de circulação dele ao seu trabalho, circulação desse

pedestre para se alimentar durante o decorrer do dia, a grande área de comércio, as áreas de transporte público, estação de trem, metrô e ônibus demonstram o quanto é importante à qualificação dessas áreas.

A análise da insolação nas diversas estações do ano feita nessa pesquisa no trajeto sugerido por uma centralidade de Pinheiros, que compreende o terminal Pinheiros, o metro Faria Lima à Avenida Rebouças e a estação de trem Hebraica Rebouças, mostram áreas desprotegidas, calçadas em poucos trechos com arborização.

Concentra-se o trecho com maior problema de intensa insolação no Largo da Batata, onde está a estação de metrô Faria Lima, essa praça que poderia ser um ambiente com qualidade ambiental, um ambiente agradável com conforto térmico, um lugar de respiro onde as pessoas gostariam de estar dentre tantas construções, não é caracterizado por essas atribuições, ele é um pátio aberto, sem sombreamento, um lugar de passagem onde todos querem passar bem rápido por conta do calor, ou chuva, não tem proteção climática gerada pelas árvores, é um ambiente vazio e desconfortável ao pedestre. Com as fotos expostas nesse trabalho e as simulações do sombreamento nas diversas estações do ano, comprovam tal desconforto.

E evidenciam a importância das estratégias de infraestrutura verde a serem aplicadas nos espaços de circulação.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Antonio Barreto do. O bairro de Pinheiros. História dos bairros de São Paulo. São Paulo: Prefeitura Municipal – Secretaria de Educação e Cultura – Departamento de Cultura. 1969.

BRASIL. Edital do Concurso Público Nacional – Reconversão Urbana do Largo da Batata.

CESAD FAU-USP, DWG Gabarito de altura dos edifícios da cidade de São Paulo. Visita ao Laboratório de Geoprocessamento CESAD em outubro 2015.

COURMIER, N. Green Infrastructure: high performance landscapes for healthy cities. In: Discussão sobre inserção verde e drenagem urbana sustentável. SABESP, São Paulo, 2008.

FIX, Mariana. Parceiros da Exclusão – duas histórias da construção de uma “nova cidade” em São Paulo: Faria Lima e Águas Espraiadas. São Paulo: Boitempo, 2001.

GONÇALVES S. C. J.; SHIZATO P.; SANCHES M. P.; FERREIRA S. L. Diretrizes de infraestrutura verde para o desenho urbano: Um exercício de planejamento paisagístico na área da Luz, São Paulo. Revista LABVERDE nº6, 2013.

HEPNER, Alexandre. Desenho Urbano, Capital e Ideologia em São Paulo. Centralidades e forma Urbana na Marginal do Rio Pinheiros. USP, São Paulo 2010.

LEFEBVRE, Henri. O direito à cidade. São Paulo: Centauro editora, 2008, p.21 e 131.

MASCARENHAS, P. Luisa. Reconversão Urbana do Largo da Batata: Revalorização e novos conteúdos da Centralidade de Pinheiros. USP, São Paulo 2014.

SÃO PAULO. Concurso Público Nacional de Reconversão Urbana do Largo da Batata. 2002.

Sites

Prefeitura Municipal de São Paulo

http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/MDC.zip Base de 2005/2006.

<http://www.prefeitura.sp.gov.br>

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/pinheiros/>

3. DEPOIMENTO

DEPOIMENTO | TESTIMONY

SÃO PAULO NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ESTUDOS E PROPOSIÇÕES PARA A RESILIÊNCIA URBANA

SÃO PAULO ON CLIMATE CHANGE: STUDIES AND PROPOSALS FOR URBAN RESILIENCE

MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO

Professora Titular do Depto. De Projeto/FAUUSP

Titular Professor at Project Department - FAUUSP

mariafranco@usp.br

PAULO RENATO MESQUITA PELLEGRINO

Professor Associado do Depto de Projeto/FAUUSP

Professor at Project Department - FAUUSP

e-mail: prmpelle@gmail.com

TAÍCIA HELENA NEGRIN MARQUES

Doutoranda/FAUUSP

Doctoral Candidate - FAUUSP

marques.taicia@gmail.com

O Workshop Labverde: “São Paulo nas Mudanças Climáticas: Estudos e Proposições para a Resiliência Urbana” foi proposto como parte das atividades relacionadas ao desenvolvimento do projeto aprovado pela Fapesp, “Infraestrutura Verde para a Resiliência Urbana às Mudanças Climáticas da Cidade de São Paulo”¹. O workshop ocorreu no dia 06 de fevereiro de 2017 nas dependências da FAU-USP e contou com a participação de pesquisadores associados ao projeto e alunos de pós graduação, provindos de distintos institutos, e que desenvolvem suas pesquisas em temas afins.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Resiliência Urbana; Infraestrutura Verde

The Labverde Workshop “São Paulo on Climate Change: Studies and Proposals for Urban Resilience” was proposed as part of the activities related to the development of the project approved by FAPESP, “Green Infrastructure for Urban Resilience to Climate Change in the City of São Paulo”. The workshop was held on February 6th, 2017 at FAU-USP premises and was attended by researchers associated with the project and graduate students from various institutes that develop their research on related topics.

Keywords: Climate Changes; Urban Resilience; Green Infrastructure

¹ O Projeto de Pesquisa intitulado “Infraestrutura Verde para a Resiliência Urbana às Mudanças Climáticas da Cidade de São Paulo” foi aprovado pela FAPESP em 2015 e segue em andamento no LABVERDE da FAU-USP. Tem como pesquisadora responsável a Profa. Dra. Maria de Assunção Ribeiro Franco e conta com a participação de pesquisadores do LABAUT da FAU-USP e do Laboratório de Métodos Quantitativos, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ-USP, coordenado pelo Prof. Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho.

The Research Project entitled “Green Infrastructure for Urban Resilience to Climate Change in the City of São Paulo” was approved by FAPESP in 2015 and is still underway at LABVERDE – FAU-USP. It has as responsible researcher Prof. Dr. Maria de Assunção Ribeiro Franco and the participation of researchers from the LABAUT – FAU-USP as well as the Laboratory of Quantitative Methods, from the Forestry Department of ESALQ-USP, coordinated by Prof. Dr. Demosthenes Ferreira da Silva Filho.

Focado em verificar em que medida os parques urbanos e suas bordas, interligados a outras áreas verdes e/ ou abertas, podem se tornar fatores de resiliência quanto à adaptação da cidade de São Paulo às mudanças climáticas, o projeto se apoia no conceito de Infraestrutura Verde e de Ecossistema Urbano como estratégias de Planejamento Ambiental. O recorte de estudo proposto delimita um transecto de 22km x 7km que parte da Serra da Cantareira, passando pelo vale do rio Tietê, cumeeira da av. Paulista e chegando até o vale do rio Pinheiros. Nesse percurso, enfatiza o estudo em 04 parques urbanos: Cantareira, Água Branca, Trianon e Ibirapuera (Figura 01), tratados como 'núcleos' e 'sítios' e deixando-se o conceito de 'ligações', terceiro elemento da Infraestrutura verde (BENEDICT e MCMAHON, 2006), para as proposições de cenários ambientais.

O objetivo é desenvolver métricas de avaliação da influência da vegetação e da água na mitigação climática e indicar diretrizes para um projeto estratégico da paisagem como uma Infraestrutura Verde, que potencialize os serviços ecossistêmicos quanto à regulação térmica e hídrica buscando contribuir para a 'cidade resiliente'. Como resultado, pretende-se desenvolver métodos e procedimentos de planejamento ambiental e projeto sustentável.

Focused on verifying to which extent the urban parks and their edges, interconnected with other green and/ or open areas, can become resilience factors for the adaptation of the City of São Paulo to climate changes, the project is based on the concept of Green Infrastructure and Urban Ecosystem as Environmental Planning Strategies. The proposed study delimits a transect of 22km x 7km that starts at Serra da Cantareira, passing through the valley of Tietê River, the ridge of Paulista Ave. and arriving at the valley of Pinheiros River. In this route, the study emphasizes four urban parks: Cantareira, Água Branca, Trianon and Ibirapuera (Figure 01), treated as "cores" and "sites", leaving the concept of "connections", third element of the green infrastructure (BENEDICT and MCMAHON, 2006), for the propositions of environmental scenarios.

The objective is to develop metrics to evaluate the influence of vegetation and water on climate mitigation and to indicate guidelines for a strategic landscape project as a Green Infrastructure, which can enhance ecosystem services in terms of thermal and water regulation, aiming to contribute to the "resilient city". As a result, it is intended to develop methods and procedures for environmental planning and sustainable design.

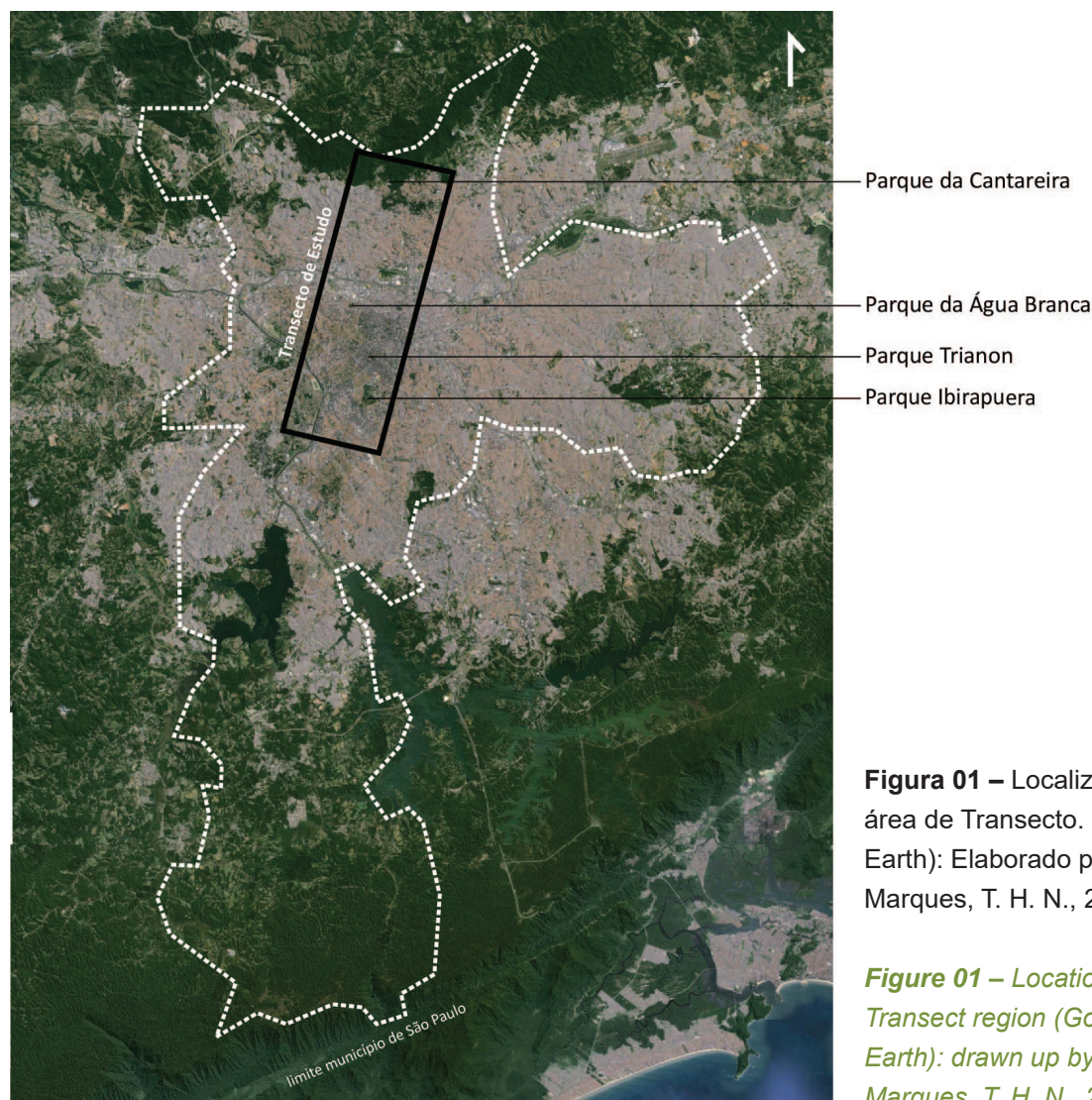


Figura 01 – Localização da área de Transecto. (google Earth): Elaborado por Marques, T. H. N., 2017.

Figure 01 – Location of the Transect region (Google Earth): drawn up by Marques, T. H. N., 2017.

Este Workshop foi a efetivação de uma das etapas do Projeto de Pesquisa em Desenvolvimento para a FAPESP, caracterizando-se como um momento de balanço dos trabalhos realizados até o momento pelos diversos pesquisadores envolvidos, e das potencialidades de parcerias que podem ser estabelecidas com novos pesquisadores em temas complementares.

The Workshop was the accomplishment of one of the stage of the Research Project under Development for FAPESP, characterizing itself as a moment of evaluation of the work accomplished up to now by the several researchers involved, and of the potential of partnerships that can be established with new researchers on complementary themes.

A proposta do workshop Labverde surge portanto como uma etapa de discussão e proposição de estratégias e abordagens para atingir os objetivos do projeto. O evento se desdobrou a partir da apresentação, pela pesquisadora responsável, dos objetivos do Workshop, seguido pelas apresentações do estado atual dos trabalhos específicos desenvolvidos pelos pesquisadores da equipe do Projeto, além de uma série de apresentações por convidados externos de trabalhos e pesquisas acadêmicas focadas nos temas: Infraestrutura Verde-Azul, Microclima, Densidade Urbana e Fisiologia da Paisagem.

Os professores convidados Humberto Ribeiro da Rocha (IAG) e Rodolfo Scarati Martins (POLI), realizaram intervenções e comentários em suas respectivas especialidades, avaliando o estágio atual dos trabalhos e dos possíveis desdobramentos de seus procedimentos e métodos, indicando valiosas perspectivas de otimização dos resultados esperados.

Com este levantamento feito do estado da arte no Projeto, foi dado o andamento na fase em si de produção do workshop, com a utilização de metodologia de análise rápida e proposição de ideias dividida em 03 passos:

The proposal of the Labverde workshop appears, therefore, as a stage of discussion and proposal of strategies and approaches to achieve the targets of the project. The event started with the presentation of the objectives by the responsible researcher of the Workshop, followed by presentations of the current state of the specific works developed by the researchers of the Project team, besides a series of presentations of academic papers and researches developed by invited authors with focus on the themes Green-Blue Infrastructure, Microclimate, Urban Density and Landscape Physiology.

The invited professors Humberto Ribeiro da Rocha (IAG-USP Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences) and Rodolfo Scarati Martins (Escola Politécnica-USP), made interventions and comments on their respective specialties, evaluating the current stage of the work and the possible consequences of its procedures and methods, indicating valuable perspectives of optimization of expected results.

With the survey of the state of the art of the Project, it was made the sequence of the production stage of the workshop, using the methodology of rapid analysis and a proposal of ideas, divided into three steps:

1. PARA QUE

Caracterização dos Temas Estratégicos estruturantes da pesquisa:

- Infraestrutura Verde Azul
- Microclima Urbano
- Fisiologia da Paisagem Urbana

2. O QUE

Identificação dos elementos de aplicação e sua análise quanto a suas:

- Fortalezas
- Fraquezas
- Oportunidades
- Ameaças

3. ONDE

Definição de locais passíveis de receber intervenções na paisagem ao longo do transecto estabelecido.

Os participantes foram divididos em equipes, em cada um dos três Temas Estratégicos propostos, de acordo com seus respectivos *expertises*. Os grupos, assim formados, liderados por um pesquisador associado do Projeto, receberam um conjunto de mapas base e material para desenho, realizando um rol de anotações de idéias sobre “O que” poderia ser feito na área de estudo em relação ao atendimento dos objetivos gerais do projeto de aumento da resiliência urbana da cidade, a partir dos respectivos temas estratégicos de enfrentamento da problemática.

1. FOR WHAT

Characterization of the Strategic Themes structuring the research:

- *The Green-Blue Infrastructure*
- *The Urban Microclimate*
- *The Physiology of Urban Landscape*

2. WHAT

Identification of application elements and corresponding analysis concerning their:

- *Strengths*
- *Weaknesses*
- *Opportunities*
- *Threats*

3. WHERE

Definition of sites with possibilities to receive landscape interventions along the established transect.

Participants were divided into teams, for each of the three proposed Strategic Themes, according to respective expertise. The groups, led by an associate researcher of the Project, received a set of basic maps and drawing material, making a list of notes of ideas about “What” could be done in the study area relating the achievement of the general objectives of the project to increase the urban resilience of the city, based on the respective strategic themes of coping with the problems.

Esse passo apoiou-se na utilização da ferramenta de análise SWOT² (FOFA em português) através da identificação e avaliação das Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças que áreas específicas apresentariam para exploração de suas características através de projetos específicos ao longo do transecto em estudo. Com o registro das idéias, um primeiro resultado das análises, em mãos, os participantes puderam elaborar um rol de proposições de cunho geral, identificadas por diferentes cores que indicavam suas respectivas análises a partir do Método SWOT. O passo seguinte foi buscar “Onde” essas proposições poderiam ser mais eficazes e, assim, torná-las mais específicas.

This step was based on the use of the SWOT² analysis method through the identification and evaluation of the Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats that specific areas would present for exploration of their characteristics, through specific projects along the focused transect. Having the recording of ideas, the first result of the analysis, the participants could elaborate a list of propositions of a general character, identified by distinct colors indicating the respective analysis of the SWOT Method. The next step was to search “Where” these propositions could be more effective and, thus, make them more specific.

² A sigla SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) surge nos anos 1960's como uma estratégia de análise para ajudar as empresas a elaborarem um melhor planejamento estratégico, frente à crescente competição mercadológica. O termo foi desenvolvido por diversos centros de pesquisa, sendo os dois mais conhecidos o *Stanford Research Institute* e *Harvard Business Policy*.

SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) came up in the 1960s as a strategy of analysis to help companies to better devise strategic planning, to face the increasing market competitiveness. The term was developed by several research centers, being the two best known Stanford Research Institute and Harvard Business Policy

PASSO 1: TEMAS ESTRATÉGICOS**Infraestrutura Verde-Azul:**

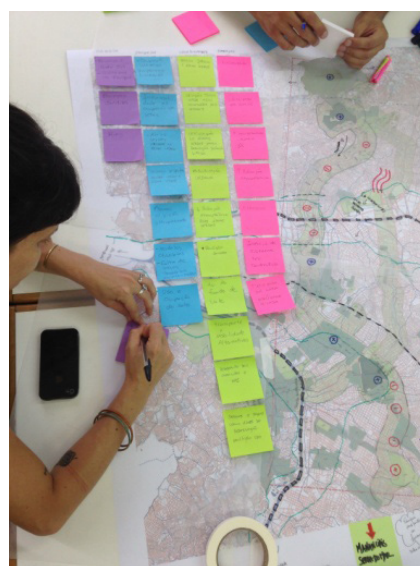
coordenação da equipe – Prof. Dr.
Paulo R. M. Pellegrino

Participantes: Camila Gomes Sant’
Anna, Maitê Bueno Pinheiro, Ramón
Stock Bonzi, Ricardo Saleimen Nader,
Taícia Helena Negrin Marques, Tiago
Brito da Silva. Convidado: Prof. Dr.
José Rodolfo Scarati Martins

STEP 1: STRATEGIC THEMES**Infrastructure Green-Blue:**

team coordination – Prof. Dr. Paulo R.
M. Pellegrino

Participants: Camila Gomes
Sant’Anna, Maitê Bueno Pinheiro,
Ramón Stock Bonzi, Ricardo
Saleimen Nader, Taícia Helena Negrin
Marques, Tiago Brito da Silva. Guest:
Prof. Dr. José Rodolfo Scarati Martins



Figuras 02 e 03 – Equipe Infraestrutura Verde- Azul. Fonte: Marques, T. H. N., 2017.

O Tema Estratégico Infraestrutura Verde- Azul une profissionais de Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura da Paisagem e Engenharia Hidráulica. Foca nos benefícios que a implementação de elementos verdes na paisagem pode trazer para a regulação hídrica. As estratégias foram direcionadas às questões de manejo local das águas pluviais quanto à remoção de cargas poluentes difusas, presente nas primeiras chuvas, por processos de biorretenção e na contribuição desses sistemas para as infraestruturas rígidas existentes de drenagem, quanto ao manejo da quantidade de água a ser retida, detida ou infiltrada.

Figures 02 and 03 – Team Green-Blue Infrastructure. Source: Marques, T. H. N., 2017.

The Strategic Theme Green-Blue Infrastructure join forces of professionals of Architecture and Urbanism, Landscape Architecture and Hydraulic Engineering. It focuses on the benefits that the implementation of green elements in the landscape can bring to the water regulation. The strategies were directed to the questions of local management of rainwater concerned to the removal of diffuse pollutant loads, present in the first rains, using processes of bioretention and the contribution of these systems to the existing rigid infrastructures of drainage, as to the management of the amount of water to be retained, detained or infiltrated.

Microclima Urbano: coordenação da equipe – Profa. Dra. Alessandra R. Prata Shimomura

Participantes: Anderson Targino da Silva Ferreira, Prof. Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho, Gustavo Torquatro Oliva, Helena Cristina Padovani Zanlorenzi, Luciana Schwandner Ferreira, Profa. Dra. Paula Shinzato, Rafael Gonçalves Santos. Convidado: Prof. Dr. Humberto Ribeiro da Rocha.

Urban microclimate: team coordination - Prof. Dr. Alessandra R. Prata Shimomura

Participants: Anderson Targino da Silva Ferreira, Prof. Dr. Demosthenes Ferreira da Silva Filho, Gustavo Torquatro Oliva, Helena Cristina Padovani Zanlorenzi, Luciana Schwandner Ferreira, Profa. Dr. Paula Shinzato, Rafael Gonçalves Santos. Guest: Prof. Dr. Humberto Ribeiro da Rocha.



Figuras 04 e 05 – Equipe Microclima. Fonte: Marques, T. H. N., 2017.

Os estudos microclimáticos unem *expertises* provindos das disciplinas de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Florestal e Hidroclimatologia. Focam na utilização de estratégias de Infraestrutura Verde para a regulação térmica urbana. Abrangem a pesquisa para identificação de áreas problemáticas ao longo do transecto de estudo a partir de distintas ferramentas e metodologias e propõe a quantificação arbórea necessária para influenciar positivamente os microclimas estudados.

Figures 04 and 05 – Microclimate Team. Source: Marques, T. H. N., 2017.

The microclimatic studies unite *expertises* from the disciplines of Architecture and Urbanism, Forest Engineering and Hydroclimatology. It is focused the use of Green Infrastructure strategies for the urban thermal regulation. It includes the research to identify problematic areas along the transect analyzed, taking different tools and methodologies, proposing the tree quantification necessary to positively influence the microclimates studied.

Fisiologia da Paisagem Urbana:

coordenação da equipe – Prof. Dr. José Guilherme Schutzer

Participantes: Eduardo Spinazzola, Gabriel Santos da Mota, Marcela Minatel Locatelli, Prof. Dr. José Otávio Lotufo, Patricia Mara Sanches.

Physiology of the Urban Landscape:

team coordination – Prof. Dr. José Guilherme Schutzer

Participants: Eduardo Spinazzola, Gabriel Santos da Mota, Marcela Minatel Locatelli, Prof. Dr. José Otávio Lotufo, Patricia Mara Sanches.



Figuras 06 e 07 – Equipe Fisiologia Urbana. Fonte: Marques, T. H. N., 2017.

A equipe temática de Fisiologia da Paisagem Urbana teve aporte das disciplinas de Geografia e Desenho Ambiental Urbano para a análise da morfologia e compartimentação do relevo e paisagem. Foca no estudo das áreas passíveis de ocupação antrópica ou não e agrega a esta perspectiva o estudo urbano de questões de uso e ocupação do solo, tais como densidade habitacional relacionada com taxa de ocupação, volumetria e proporção de áreas verdes. Busca assim direcionar o desenho urbano associado ao de Infraestruturas Verdes, buscado portanto o melhor equilíbrio para uma cidade sustentável.

Figures 06 and 07 – Urban Physiology Team. Source: Marques, T. H. N., 2017.

The team of Urban Landscape Physiology had the contribution of the subjects Geography and Urban Environmental Design for the analysis of the morphology and compartmentalization of the relief and landscape. It focuses on the study of areas susceptible, or not, to anthropic occupation and adds to this perspective the urban study of land use and occupation issues, such as housing density related to occupation rate, volumetry and proportion of green areas. It seeks to direct the urban design associated with the Green Infrastructures, thus seeking the best balance for a sustainable city.

PASSO 2: O QUE

Apesar dos enfoques específicos de cada equipe, foi possível observar sobreposição de itens a partir da análise SWOT (Figura 08). Por exemplo, as ‘Forças’ encontradas reforçaram a presença de grandes massas de áreas verdes ao norte e bairros jardins ao sul do Transecto (tabela 01). As ‘Fraquezas’ apontaram para problemas chave encontrados na área, tais como, a falta de áreas verdes intrínseca ao tecido urbano e ao longo dos cursos d’água, a impermeabilização do solo e ocupação de várzeas (tabela 02).

Quanto às ‘Oportunidades’, as equipes Infraestrutura Verde- Azul e Fisiologia Urbana se destacaram ao apontar a utilização da Infraestrutura Verde relacionada ao manejo das águas e reversão do quadro atual de tamponamento de rios e córregos (tabela 03). Finalmente, as ‘Ameaças’ também receberam mais atenção das duas equipes apontadas anteriormente, no que tange as propostas dos novos planos urbanísticos da cidade quanto à ocupação adensada das várzeas e ampliação das áreas impermeabilizadas (tabela 04).

STEP 2: WHAT

Despite the specific approaches of each team, it was possible to observe overlapping of items from the SWOT analysis (Figure 08). For instance, the “Strengths” found reinforced the presence of large masses of green areas in the north and neighborhoods, as well as in the south of Transect (table 01). The “Weaknesses” pointed to key problems found in the region, such as the lack of green areas inherent to the urban fabric and along watercourses, soil impermeabilization and floodplains occupation (table 02).

As for the “Opportunities”, the Green-Blue Infrastructure and Urban Physiology teams stood out in pointing out the use of the Green Infrastructure related to water management and reversion of the current buffering of rivers and streams (table 03). Finally, the “Threats” received more attention from the mentioned two teams, regarding the proposals of the new urban plans of the city concerning the extensive occupation of the floodplains and enlargement of the impermeabilized areas (table 04).

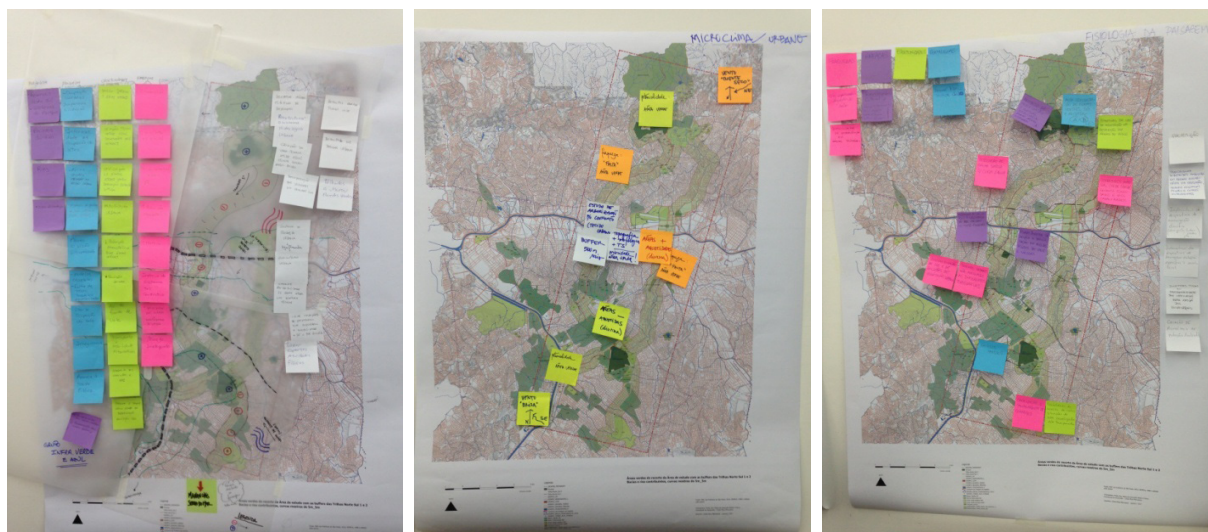


Figura 08 – Mapas de análise e Proposições das três equipes. Fonte: Marques, T. H. N., 2017

Figure 08 – Analysis maps and Propositions of the three teams. Source: Marques, T. H. N., 2017

Tabela 01. Forças identificadas pelas equipes temáticas

Table 01. Forces identified by thematic teams

	Infraestrutura Verde-Azul <i>Green-Blue Infrastructure</i>	Microclima Urbano <i>Urban Microclimate</i>	Fisiologia da Paisagem Urbana <i>Urban Landscape Physiology</i>
Forças <i>Strengths</i>	Reserva Norte- Cantareira <i>North Reserve - Cantareira</i>	Áreas verdes ao norte <i>Northern green areas</i>	Bom regime hídrico – Tropical úmido <i>Good hydric regime – Wet tropical</i>
	Bairros Jardins <i>Jardins Districts</i>	Áreas mais aquecidas durante o dia são também as mais verdes <i>Areas receiving more heat during the day are the greener</i>	Bairros Jardins <i>Jardins Districts</i>
	Parques Urbanos <i>Urban Parks</i>	Áreas verdes ao sul do Transecto <i>Green areas at the south of the Transect</i>	Alta concentração de áreas verdes públicas e privadas <i>Intense concentration of public and private green lands</i>
	Rios <i>Rivers</i>	Vento fresco e úmido direção sudeste - noroeste <i>Humid and cool winds coming from south-east-northwest</i>	

Tabela 02. Fraquezas identificadas pelas equipes temáticas**Chart 02.** Weaknesses identified by thematic teams

	Infraestrutura Verde-Azul <i>Green-Blue Infrastructure</i>	Microclima Urbano <i>Urban Microclimate</i>	Fisiologia Urbana <i>Urban Physiology</i>
Fraquezas <i>Weaknesses</i>	Ocupação das várzeas <i>Wetlands occupation</i>	Vento quente e seco vindo da direção nordeste-sudoeste-aquece área ao norte do espigão da Paulista <i>Northeast-southwest hot and dry wind heats the northern area of the Ave. Paulista spike</i>	Dificuldade de Intervenção em áreas privadas <i>Intervention difficulties in private lands</i>
	Impermeabilização do solo <i>Soil impermeabilization</i>	Falta de áreas verdes intrínsecas no tecido urbano ao norte <i>Lack of green areas inherent to the urban fabric</i>	Impermeabilização do solo <i>Soil impermeabilization</i>
	Informalidade na ocupação dos lotes <i>Land occupation informality</i>	Áreas ao longo do rio Tietê mais aquecidas durante o dia <i>Areas of more heating during the day alongside Tiete River</i>	Processo de perifização <i>Profile definition process</i>
	Áreas verdes escassas no tecido urbano <i>Lack of green areas in the urban fabric</i>	Falta de áreas verdes ao longo da várzea do rio Tietê <i>Lack of green areas alongside Tietê River wetlands</i>	Pressão Imobiliária sobre áreas naturais <i>Real state pressure on natural areas</i>
	Competição áreas verdes x mobilidade <i>Competition green areas x mobility</i>		Canalização e tamponamento dos córregos <i>Channeling and buffering of streams</i>
	Planos Urbanísticos com visão ultrapassada <i>Outdated view urbanistic plans</i>		Homogeneização de uso de soluções de vegetação urbana <i>Homogenization of the use of urban vegetation solutions</i>
	Modelos obsoletos de Infraestrutura <i>Obsolete infrastructure models</i>		Traçado urbano não adequado às diferentes topografias <i>Urban layout not suitable for different topographies</i>
	Uso e Ocupação do Solo previstos na legislação atual <i>Land use and occupation according to the current laws</i>		Associação da malha viária ao curso d'água <i>Combination of the road network and the waterway</i>
	Insegurança quanto aos alagamentos <i>Unsafety as to floodings</i>		Corredor norte sul (rede hídrica) bastante consolidados e rios canalizados <i>Corridor north-south (hydric network) very consolidated and channeled rivers</i>

Tabela 03. Oportunidades identificadas pelas equipes temáticas**Chart 03.** *Opportunities identified by thematic teams*

	Infraestrutura Verde-Azul <i>Green-Blue Infrastructure</i>	Microclima Urbano <i>Urban Microclimate</i>	Fisiologia Urbana <i>Urban Physiology</i>
Oportunidades <i>Opportunities</i>	Bairros Jardins <i>Jardins Districts</i>	Arborização Urbana para melhora microclimática <i>Urban arborization as microclimate improvement</i>	Potencial uso da vegetação na reversão de áreas de risco <i>Potential use of vegetation in reversing risk areas</i>
	Criação de Trama Verde Azul conectada por vetores <i>Creation of Green-Blue Grid connected by vectors</i>		Possibilidade de reversão de algumas situações de rios tamponados e/ou canalizados <i>Possibility of reversion of some situations of buffered and / or channeled rivers</i>
	Utilização de áreas verdes para manejo das águas de chuva e remoção de poluição difusa <i>Use of green areas for rainwater management and removal of diffuse pollution</i>		
	Aumento da Arborização urbana <i>Increase of urban arborization</i>		
	Redução da poluição atmosférica pelas áreas verdes <i>Reduction of air pollution by using green areas</i>		
	Potencial redução Sonora <i>Possible sound reduction</i>		
	Readequar avenidas em fundo de vale <i>Adjustment of avenues in valley tracks</i>		
	Potencializar meios de transporte alternativos <i>Enhance alternative means of transport</i>		
	Redesenho dos Caminhos e Vias <i>Redrawn of Routes and Paths</i>		
	Parques e Praças como áreas de preservação múltiplo uso <i>Parks and Squares as multiple use preservation areas</i>		

Tabela 04. Ameaças identificadas pelas equipes temáticas**Chart 04.** *Threats identified by thematic teams*

	Infraestrutura Verde-Azul <i>Green-Blue Infrastructure</i>	Microclima Urbano <i>Urban Microclimate</i>	Fisiologia Urbana <i>Urban Physiology</i>
Ameaças <i>Threats</i>	Alagamento <i>Flooding</i>		Resistência Cultural e comportamental (rio = esgoto; Folha= sujeira) <i>Cultural and behavioral resistance (river = sewage; leaf = dirt)</i>
	Baixa qualidade das águas <i>Low quality water</i>		Mudança do uso do solo e verticalização das várzeas do Tietê e Pinheiros <i>Land use change and verticalization of Rivers Tietê and Pinheiros floodplains</i>
	Aumento da Temperatura Urbana <i>Increasing of urban temperature</i>		PDE SP propõe densificação de alguns fundos de vale e várzeas <i>Propose of densification of some valley bottoms and floodplain</i>
	Aumento da Poluição atmosférica <i>Increasing of atmospheric pollution</i>		
	Altura do lençol freático <i>Height of the water table</i>		
	Inércia do sistema técnico construtivo <i>Inertia of the technical construction system</i>		
	Aumento da densidade viária <i>Increasing of the road system density</i>		
	Aumento da mobilidade por veículo privado <i>Increasing of the mobility by private vehicles</i>		
	Manejo inadequado das águas de chuva <i>Inadequate management of rainwater</i>		
	Ameaças para a saúde pública <i>Threats to public health</i>		

A sobreposição das análises confirma o pressuposto do projeto, quanto à necessidade de trabalhar-se de forma multidisciplinar, explorando-se estratégias de Infraestrutura Verde capazes de promover diversos serviços ecológicos de forma sinérgica. Essa relação foi demonstrada também durante a proposição de ideias. As equipes focaram na necessidade de implementar uma trama verde azul capaz de fornecer serviços ecossistêmicos de regulação hídrica e térmica, além de melhorar a qualidade urbana. Tal estratégia deveria apoiar-se em regulamentações que garantissem tanto a reserva de áreas com potencial para desempenhar esses serviços quanto em incentivos fiscais para a instalação de estratégias também em áreas privadas (Figura 09 e Tabela 05).

The overlap of the analyzes confirms the premises of the project, as to the need to work in a multidisciplinary way, exploring Green Infrastructure strategies capable of promoting various ecological services in a synergistic way. This relationship was also demonstrated during the proposition of ideas. The teams focused on the need to implement a blue-green grid capable of providing ecosystem services for water and thermal regulation, as well as improving urban quality. Such a strategy should be based on regulations that guarantee both the reserve of areas with potential to perform these services and fiscal incentives for the installation of strategies also in private owned lands (Figure 09 and Table 05).

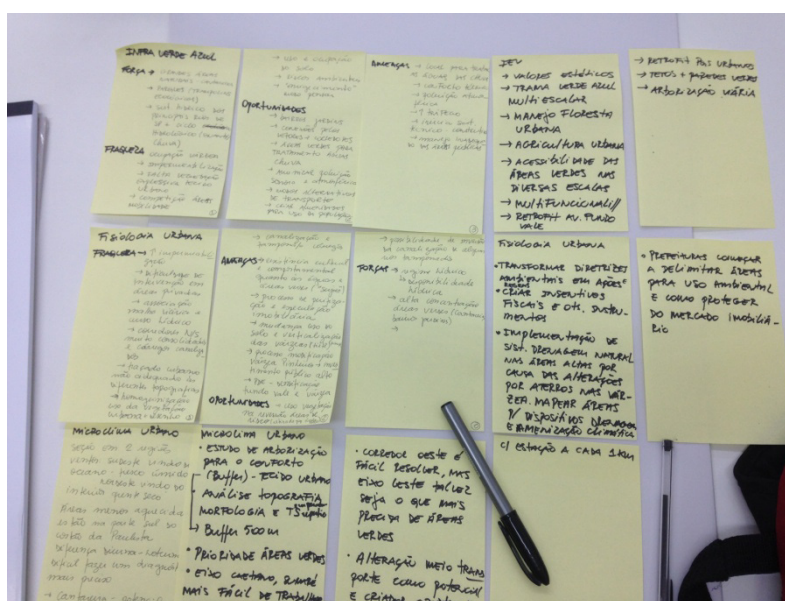


Figura 09 – Comparativo das Proposições das três equipes.
Fonte: Marques, T. H. N., 2017.

Figures 09 – Comparative of the propositions of the three teams.
Source: Marques, T. H. N., 2017.

Tabela 05. Propostas elaboradas pelas equipes temáticas*Chart 05. Proposals prepared by thematic teams*

	Infraestrutura Verde-Azul <i>Green-Blue Infrastructure</i>	Microclima Urbano <i>Urban Microclimate</i>	Fisiologia Urbana <i>Urban Physiology</i>
Propostas <i>Proposals</i>	Recuperar valores estéticos da Paisagem <i>Recover landscape aesthetic values</i>	Elaborar Estudo de Arborização para o conforto (tecido urbano) <i>Elaborate arborization study for comfort (urban fabric)</i>	Transformar diretrizes ambientais em regras auto-replicáveis via legislação <i>Turning environmental guidelines into self-replicable rules via legislation</i>
	Reestruturar o sistema hidrológico urbano <i>Restructure the urban hydrological system</i>	Estabelecer buffers de 500m para estudo de Arborização <i>Establish buffers of 500m for afforestation study</i>	Criar macroáreas de proteção ambiental- reservar áreas ambientais <i>Create macro-areas of environmental protection - reserve environmental areas</i>
	Criar uma Trama Verde-Azul multiescalar (macro-meso-micro) <i>Create a Green- Blue multiscale grid (macro-meso-micro)</i>	Considerar topografia, morfologia e temperatura de superfície para estudo em área de prioridade de áreas verdes (Tietê direção norte) <i>Consider topography, morphology and surface temperature for study in priority area of green zones (Tietê River north direction)</i>	Implementar dispositivos de amenização climática (arborização, tetos verdes, etc) <i>Implement climate mitigation devices (afforestation, green roofs, etc.)</i>
	Recuperar as várzeas dos grandes rios <i>Recover the floodplains of the major rivers</i>		Implementar dispositivos de drenagem ecológica específicos para a escala local <i>Implement specific ecological drainage devices for the local scale</i>
	Retrofitar as avenidas de Fundo de Vale <i>Retrofitting the avenues of valley bottoms</i>		Criar incentivos fiscais ou obrigatoriedade por legislação para adoção de dispositivos <i>Create tax incentives or mandatory legislation for adoption of device</i>
	Retrofitar os Parques Urbanos <i>Retrofitting the urban parks</i>		
	Estimular a instalação de muros e tetos verdes <i>Stimulate the installation of green walls and ceilings</i>		

Propostas <i>Proposals</i>	Cultivar Floresta Urbana- Agrofloresta <i>Planting urban forest- Agro-forestry</i>		
	Promover Agricultura Urbana <i>Promote urban agriculture</i>		
	Garantir acessibilidade às áreas verdes nas diversas escalas <i>Ensure accessibility to green areas at various scales</i>		
	Criar condições de paisagem que suportem a mobilidade a pé e de bicicleta <i>Creating landscape conditions to support mobility on foot and by bicycle</i>		
	Criar condições de paisagem que acomodem diversas atividades ligadas ao lazer, esporte e cultura <i>Create landscape conditions that accommodate various activities related to leisure, sports and culture</i>		

PASSO 03: ONDE

De forma geral as equipes decidiram por focar na área ao norte do espigão da avenida Paulista, onde se concentram as ‘Fraquezas’ e ‘Ameaças’, mas também a ‘Força’ representada pelo Parque da Cantareira. Esse conjunto foi convertido em uma área de grande ‘Oportunidade’ para receber ações de Infraestrutura Verde focadas em resolver os problemas encontrados quanto ao microclima, qualidade e quantidade das águas pluviais e tratamento de rios e córregos por infraestruturas rígidas e confinadas pelo próprio sistema de transporte apoiado no automóvel.

STEP 03: WHERE

In general, the teams decided to focus on the area north of the Paulista Avenue, where the “Weaknesses” and “Threats” are concentrated, and also the “Strengths” represented by Cantareira Park. This set was converted into an area of great “Opportunity” to receive actions of Green Infrastructure focused on solving the problems found, as to the microclimate, quality and quantity of rainwater and treatment of rivers and water streams by rigid infrastructures, and confined by the own transport system based on the automobile.



Figuras 10 – Grupo de pesquisadores participantes do Workshop. Fonte: Shimomura, A. R. P. 2017.

Figure 10 – Group of researchers participating in the Workshop. Source: Shimomura, A. R. P. 2017.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Desse modo, o Workshop contribuiu decisivamente para o desenvolvimento dessa etapa da Pesquisa, abrindo um amplo leque de possibilidades de enfrentamento da questão central que essa coloca, ao dar um primeiro vislumbre dos potenciais inter, multi e transdisciplinares da equipe, na definição dos cenários que o projeto tratará agora de aprofundar.

Os desafios se tornaram mais claros, tanto quanto às ferramentas e os modos de empregá-las para enfrentá-los, ajudando a definir os próximos passos para a consecução dos objetivos do Projeto.

GENERAL CONSIDERATIONS

Therefore, the Workshop contributed decisively to the development of this stage of the Research, opening a wide range of possibilities to face the core issue, by giving a first glimpse of the inter, multi and transdisciplinary potentials of the team, in defining the scenarios that the project will now seek to deepen.

The challenges have become clearer, as far as the tools and ways of using them to face the challenges are concerned, helping to define the next steps toward achieving the goals of the Project.

BIBLIOGRAFIA | BIBLIOGRAPHY

BENEDICT, Mark A., **MCMAHON**, Edward T. **Green infrastructure: Linking landscapes and communities**. Washington, DC: ISLAND PRESS, 2006.

CORMIER, Nathaniel S ; **PELLEGRINO**, P. R. M. . **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana**. Paisagem e Ambiente, p. 127-142, 2008.

DOBBERT, L. Y., **TOSETTI**, L. L., **VIANA**, S. M. **Redutos Rurais: Estratégia de Resiliência e Infraestrutura Verde Urbana. Estudo de Caso em Valinhos, SP – Brasil**. Revista LABVERDE. , v.02, p.30 - 44, 2011.

DOBBERT, L. Y., **VIANA**, S. M., **SILVAFILHO**, D. F., **SILVA**, I. M., **POLIZEL**, J. L. Arborização e conforto térmico urbano In: Congresso Latino Americano de Ecologia Urbana, 2012, General Sarmiento. Congresso Latino Americano de Ecologia Urbana. , 2012.

FARR, Douglas. **Sustainable Urbanism: Urban Design with Nature**. New Jersey, John Wiley & Sons, 2008.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável**. São Paulo, Annablume/EDIFURB, 2ªEd., 2001.

_____.- **Desenho Ambiental - Introdução à Arquitetura da Paisagem com o Paradigma Ecológico**. 2ª. Edição, São Paulo, Annablume: Fapesp, 2008.

_____.- **Infraestrutura Verde em São Paulo: O caso do Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos**, in Revista Labverde N° 1, p. 135-155; São Paulo, FAU-USP, 2010.

GEHL, Jan. **Cidade para Pessoas**. São Paulo, Perspectiva, 2013.

HOUGH, Michael. **City Form and Natural Process**. New York, Routledge, 1989.

LOMBARDO, M.A. Ilhas de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo. Editora Hucitec, 1985.

McHARG, Ian L. **Design with Nature**. New York, Natural History Press, 1969.

MENDES, F.H.; POLIZEL, J.L.; HAMAMURA, C.; BATISTA, M. D.; SILVA FILHO, D. F. - Potencialidades no uso de Imagens Termiais, aéreas de alta resolução da superfície urbana como ferramenta para mapear o campo térmico. Universidade Federal de Sergipe, Brasil, Scientia Plena V.11 N°09/ 2015.

NEWMAN, Peter; BEATLEY, Timothy; BOYER, Heather. Resilient Cities: Responding to Peak Oil and Climate Changes. Washington, Island Press, 2009.

OKE, T. R. Boundary Layer Climates. New York, Routledge, 1987.

SÃO PAULO (Município), Secretaria Municipal de Planejamento Urbano /Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente. **Atlas Ambiental do Município de São Paulo.** São Paulo, 2002.

SÃO PAULO (Município), Secretaria do Verde e de Meio Ambiente/Departamento de Parques e Áreas Verdes. **Guia dos Parques Municipais de São Paulo**, São Paulo, 4ª edição, 2014.

SCHUTZER, José Guilherme. Cidade e Meio Ambiente: a Apropriação do Relevo no Desenho Ambiental Urbano. São Paulo, EDUSP, 2012.

TUMLIN, Jefrey. Sustainable Transportation Planning: Tools for Creating Vibrant, Healthy, and Resilient Communities. New Jersey, Wiley, 2012.