

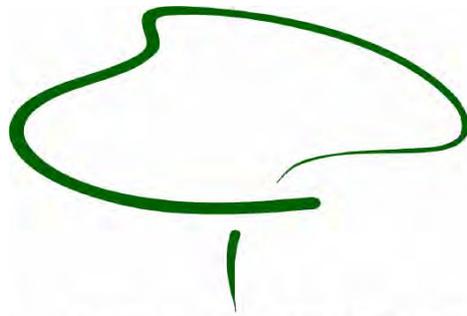


# Revista LABVERDE

Março 2018 | V. 9 – Nº 1 | ISSN 2179-2275



## Metodologias de Requalificação da Paisagem Urbana



**LABVERDE**  
F A U • U S P

# REVISTA LABVERDE

V. 9 – Nº 1

LABVERDE – Laboratório VERDE

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

Março 2018  
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.9, n. 1, mar. 2018

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.9, 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

Ilustração da Capa: FCTH – Projeto Jaguaré

Sites:

<[www.revistas.usp.br/revistalabverde](http://www.revistas.usp.br/revistalabverde)> SIBi USP

## **Revista LABVERDE**

Março – 2018

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**

André Munhoz de Argollo Ferrão (UNICAMP)

Catharina Pinheiro C. S. Lima (FAUUSP)

Cecília Polacow Herzog (FAUFRJ)

Demóstenes Ferreira da Silva Filho (ESALQ)

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)

Larissa Leite Tosetti (ESALQ)

Lucas Martins de Oliveira (FAUUSP)

Lourdes Zunino Rosa (FAUFRJ)

Marcelo de Andrade Romero (FAUUSP)

Maria Ângela Faggin Pereira Leite (FAUUSP)

Maria Cecília Loschiavo dos Santos (FAUUSP)

Maria de Assunção Ribeiro Franco (FAUUSP)

Maria de Lourdes Pereira Fonseca (UFABC)

Marly Namur (FAUUSP)

Newton Becker Moura (UFC)

Paulo Renato Mesquita Pellegrino (FAUUSP)

Pérola Felipette Brocanelli (UPM)

Silvio Soares Macedo (FAUUSP)

Vladimir Bartalini (FAUUSP)

### **Apoio Técnico**

Luciene Ribeiro dos Santos

Rizia Sales Carneiro

### **Colaboradores**

Antonio Franco

Oscar Utescher

### **Diagramação**

Rizia Sales Carneiro

### **Desenvolvimento de Web**

Edson Moura (Web FAU)

Rizia Sales Carneiro

### **Agradecimentos**

Giovanna Teixeira Damis Vital (UFU)

Lucas Martins de Oliveira (FAUUSP)

## SUMÁRIO

### 1. EDITORIAL

- 007** **METODOLOGIAS DE REQUALIFICAÇÃO DA PAISAGEM URBANA**  
*URBAN LANDSCAPE REQUALIFICATION METHODOLOGIES*  
**MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO**

### 2. ARTIGOS

- 012** ARTIGO 1

**PROJETO JAGUARÉ: METODOLOGIA PARA REQUALIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS**  
*JAGUARÉ PROJECT: REQUALIFICATION OF URBAN HYDROGRAPHIC BASINS METHODOLOGY*

**TAÍCIA HELENA NEGRIN MARQUES, DANIELA RIZZI,  
PAULO RENATO MESQUITA PELLEGRINO, NEWTON CÉLIO BECKER DE MOURA**

- 029** ARTIGO 2

**PANORAMA ATUAL DA COBERTURA ARBÓREA DA CIDADE DE SÃO PAULO**  
*CURRENT PANORAMA OF ARBOREAL COVERING AT SÃO PAULO CITY*  
**MARCELA MINATEL LOCATELLI, BRUNA LARA ARANTES,  
JEFFERSON LORDELLO POLIZEL, DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO,  
MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO**

- 050** ARTIGO 3

**ESTUDO DE INFRAESTRUTURA VERDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MONJOLINHO, SÃO CARLOS, SP**  
*GREEN INFRASTRUCTURE STUDY OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF MONJOLINHO STREAM, IN SÃO CARLOS CITY, SP*

**MARIA CECILIA PEDRO BOM DE LIMA  
LUCIANA BONGIOVANNI MARTINS SCHENK**

**074** ARTIGO 4

**O PAPEL DA VEGETAÇÃO NO CONTROLE DOS  
VENTOS PARA O CONFORTO TÉRMICO**

*THE VEGETATION ROLE IN THE CONTROL OF  
WINDS TO THERMAL COMFORT*

**HELENA CRISTINA PADOVANI ZANLORENZI  
DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO**

**096** ARTIGO 5

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE TRÊS GRAMADOS  
ORNAMENTAIS EM ILHA SOLTEIRA–SP: UM ESTUDO DE CASO**

*EVALUATION OF THE NUTRITIONAL STATUS OF THREE ORNAMENTAL  
LAWNS IN ILHA SOLTEIRA–SP: A CASE STUDY*

**NATHÁLIA BATISTA DE OLIVEIRA, JOÃO FRANCISCO VERONEZE DE OLIVEIRA,  
PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS, RAÍSSA PEREIRA DINALLI GAZOLA  
REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO**

**121** ARTIGO 6

**PROJETO URBANO SUSTENTÁVEL PARA A CIDADE DE ITU**

*SUSTAINABLE URBAN PROJECT FOR ITU CITY, SP*

**DEIZE SBARAI SANCHES XIMENES**

# 1. EDITORIAL

## EDITORIAL

### **Metodologias de Requalificação da Paisagem Urbana**

Esta Edição trata de diversas metodologias de avaliação e aplicação da Infraestrutura verde na cidade de São Paulo e outras cidades do Estado, como prestadora de serviços ambientais em áreas urbanas de diversas escalas, partindo da escala metropolitana, cidades médias, bacias hidrográficas, recortes de tecido urbano ou até de sítios em microescala, tratando da qualidade nutricional de simples gramados, ou do potencial de sebes vivas no direcionamento da força dos ventos, tendo em vista o conforto térmico dos usuários e a previsão de queda de árvores.

Destaca-se aqui o artigo de MARQUES et al., relatando o experimento de uma equipe multidisciplinar, formada por engenheiros, arquitetos urbanistas e arquitetos da paisagem, ao desenvolverem uma metodologia replicável para a requalificação de bacias hidrográficas da Região Metropolitana de São Paulo, tendo como foco a bacia do córrego Jaguaré, cuja área cobre situações tanto em áreas urbanas intraurbanas quanto periurbanas. A metodologia aplicada baseia-se na interação de estratégias e

### ***Urban Landscape Requalification Methodologies***

*This edition is focused on several methodologies of evaluation and application of the Green Infrastructure in the City of São Paulo and other cities of the State of São Paulo, as provider of environmental services in urban areas of several scales, starting from the metropolitan scale, medium cities, hydrographic basins, urban fabric clippings or even microscale sites, dealing with the nutritional quality of simple lawns, or the potential of live hedges concerning the direction of winds power, in view of the thermal comfort of the users and the prediction of falling trees.*

*The article by MARQUES et al. reports the experiment of a multidisciplinary team, made up of engineers, urban and landscape architects, to develop a replicable methodology for the requalification of São Paulo Metropolitan Region hydrographic basins, having as focus the Jaguaré Stream basin, which area covers sites in both urban and peri-urban areas. The applied methodology is based on the interaction of strategies and devices of green infrastructure capable of generating redun-*

dispositivos de infraestrutura verde capazes de gerar redundância ao sistema de drenagem já instalado, lidando com o manejo dos volumes e da qualidade das águas de chuva.

O estudo de LOCATELLI et al. quantifica a cobertura arbórea numa área de faixa de transecto retangular de 25km de comprimento e 7km de largura do tecido urbano da cidade de São Paulo, no sentido aproximado norte-sul, por meio de imagens de satélite Wordview 2 e software Quantum GIS, gerando índices de vegetação por distrito, direcionados a um cenário ambiental para a área de estudo visando o aumento da porcentagem da cobertura arbórea e a conexão dos espaços vegetados existentes.

PEDRO BOM DE LIMA e SCHENK propõem a requalificação da paisagem da cidade de São Carlos, SP, por meio da aplicação de conceitos e dispositivos de infraestrutura verde na bacia do córrego Monjolinho, levando em conta seu contexto sócio-ambiental, atrelado às implicações históricas da ocupação e usos do solo na área daquela bacia hidrográfica.

O artigo de ZANLORENZI, bem como o de OLIVEIRA et al. tratam da infraestrutura verde aplicando metodologias quantitativas e qualitativas em experimentos de microescala urbana, abarcando fenômenos de temperatu-

*dancy to the already installed drainage system, dealing with the management of quantity and quality of rainwater.*

*The study developed by LOCATELLI et al. quantifies the arboreal covering in a rectangular transect strip area of 25 km length and 7km wide of the urban fabric of the City of São Paulo, approximately in the north-south direction, by using images of satellites Worldview 2 and Quantum GIS, generating indexes of vegetation per district, targeted to an environmental scenario for the analyzed area, aiming to increase the percentage of arboreal covering and its connection with existing green areas.*

*PEDRO BOM DE LIMA and SCHENK propose the requalification of the landscape of the City of São Carlos – SP, by applying the concepts and devices of green infrastructure at Monjolinho Stream basin, considering its socio-environmental context, linked to the historical implications of the occupation and land uses at that basin.*

*The article by ZANLORENZI, as well as the one by OLIVEIRA et al. deal with the green infrastructure by applying quantitative and qualitative methodologies in urban microscale experiments, embracing phenomena of temperature, air humidity, wind speed and choice of appropriate plant species, besides nutrition studies of botanical species to*

ra, umidade do ar, velocidade do vento e escolha de espécies vegetais apropriadas, além de estudos de nutrição de espécies botânicas para melhor desempenho de sua aplicabilidade a pequenos espaços e a determinados serviços ambientais programados.

Fechando a Edição, XIMENES apresenta artigo decorrente de sua pesquisa de Doutorado, visando um cenário de sustentabilidade para a cidade de Itu, SP, por meio da aplicação de três eixos estruturadores – cultural, ecológico, e hídrico – conectando o Centro Velho ao Centro Novo da cidade, testando a aplicação de conceitos e dispositivos de infraestrutura verde, mobilidade sustentável e conservação do patrimônio histórico e cultural local.

Estimo que apreciem a leitura desta edição.

São Paulo, março de 2018.

**MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO**  
Editora da Revista LABVERDE

*improve the performance of its applicability to small areas and to defined scheduled environmental services.*

*Closing this edition, XIMENES presents an article resulting from his doctoral research, aiming to a sustainability scenario for the City of Itu – SP, by the application of three structuring axes – cultural, ecological, and hydrological – connecting the Old Downtown to the New Downtown of the city, testing the application of green infrastructure concepts and devices, sustainable mobility and conservation of local historical and cultural heritage.*

*I hope you enjoy reading this edition.*

*São Paulo, March 2018.*

**MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO**  
LABVERDE Magazine Editor

## 2. ARTIGOS

## ARTIGO Nº 1

### **PROJETO JAGUARÉ: METODOLOGIA PARA REQUALIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS**

#### *JAGUARÉ PROJECT: REQUALIFICATION OF URBAN HYDROGRAPHIC BASINS METHODOLOGY*

TAÍCIA HELENA NEGRIN MARQUES, DANIELA RIZZI,  
PAULO RENATO MESQUITA PELLEGRINO, NEWTON CÉLIO BECKER DE MOURA

**PROJETO JAGUARÉ: METODOLOGIA PARA REQUALIFICAÇÃO  
DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS**

*JAGUARÉ PROJECT: REQUALIFICATION OF URBAN  
HYDROGRAPHIC BASINS METHODOLOGY*

**TAÍCIA HELENA NEGRIN MARQUES<sup>1</sup>, DANIELA RIZZI<sup>2</sup>,  
PAULO RENATO MESQUITA PELLEGRINO<sup>3</sup>, NEWTON CÉLIO BECKER DE MOURA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Arquiteta e Urbanista pela PUC - Campinas, Msc Arquitetura da Paisagem e Planejamento pela Universidade de Wageningen - Holanda, Doutoranda pela FAU – USP, Departamento Paisagem e Ambiente  
e-mail: marques.taicia@usp.br

<sup>2</sup>Arquiteta e urbanista formada pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo com doutorado pela Universidade Técnica de Munique, Alemanha. Atualmente é Coordenadora de Infraestrutura Verde no Secretariado europeu do ICLEI. É responsável pela implementação de projetos e serviços de consultoria na área de NbS por toda a Europa.  
e-mail: danielarizzi80@googlemail.com

<sup>3</sup>Professor Associado do Depto de Projeto/FAUUSP  
e-mail: prmpelle@gmail.com

<sup>4</sup>Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Ceará e Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela FAU-USP. Sócio-proprietário da Bezerra & Becker Arquitetura Paisagística Ltda e professor do Mestrado Profissional da Universidade de Fortaleza e dos Cursos de Especialização na Universidade 7 de Setembro. Pesquisador colaborador do LabVerde-FAUUSP e revisor da Revista LABVERDE  
e-mail: arqnewton@yahoo.com

## **RESUMO**

O Projeto Jaguaré reuniu uma equipe multidisciplinar formada por engenheiros, arquitetos urbanistas e de paisagem a fim de desenvolver uma metodologia replicável para a requalificação das bacias hidrográficas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Como estudo de caso piloto foi abordada a bacia do córrego Jaguaré, devido à existência de diversos tipos de uso e ocupação do solo, representativos das outras bacias hidrográficas da RMSP. Uma metodologia sistêmica foi desenvolvida, baseada na integração de estratégias e dispositivos de Infraestrutura Verde nas diversas escalas da paisagem urbana e periurbana, capazes de gerar redundância ao sistema de drenagem instalado e contribuir para o metabolismo urbano

principalmente ao lidar com os problemas relacionados ao manejo dos volumes e da qualidade das águas de chuva. O presente artigo apresenta um panorama dos resultados atingidos pelo Projeto Jaguaré.

**Palavras-chave:** Infraestrutura Verde; Drenagem Sustentável; Requalificação de Bacias Hidrográficas

### **ABSTRACT**

*The Jaguaré Project was developed by a multidisciplinary team of engineers, urban planners and landscape architects to work out a replicable methodology for the re-qualification of the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP) hydrographic basins. It was focused the Jaguaré Stream basin as a pilot case study, due to the existence of different types of land use and occupation, representative of other basins of the RMSP. It was developed a systemic methodology, based on the integration of Green Infrastructure strategies and devices in several scales of the urban and peri-urban landscape, capable of generating redundancy to the installed drainage system and contribute to urban metabolism, mainly when dealing with problems related to the management of quantities and quality of rainwater. This article presents an overview of the results achieved by the Jaguaré Project.*

**Keywords:** Green Infrastructure; Sustainable Drainage; Requalification of Hydrographic Basins

### **INTRODUÇÃO**

“Projeto Jaguaré” é a simplificação do título “REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS: A BACIA DO CÓRREGO JAGUARÉ. Desenvolvimento de metodologia e projeto piloto de revitalização de bacia urbana, replicável para as demais bacias da região metropolitana” (EMPREENHIMENTO 2014 AT-653), projeto que foi realizado no período de dezembro/2015 a julho/2017, articulado pela “Associação Águas Claras do Rio Pinheiros”, sob a coordenação técnica da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), com a participação do Labverde (FAU-USP) e financiamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO). Com a intenção de revitalizar a Bacia do Córrego Jaguaré, foram estudados e amadurecidos neste projeto conceitos de Infra-

estrutura Verde e objetivos relacionados à provisão de uma paisagem multifuncional. Em resposta aos problemas ambientais encontrados na área e buscando a quebra de paradigmas relacionados às infraestruturas de drenagem urbanas instaladas, soluções de manejo sustentável de águas pluviais foram propostas nos distintos Espaços Abertos identificados com o objetivo de romper o atual enfoque higienista relacionado à drenagem das águas urbanas, que tem agravado a problemática das cheias e da qualidade das águas na cidade de São Paulo.

Os Espaços Abertos foram então capacitados para a retenção e infiltração das águas pluviais, a fim de reduzir riscos de inundações e promover a mitigação de poluentes difusos carregados pelos escoamentos, resultando na melhoria da qualidade da água nos corpos hídricos da região. Eleveu-se ainda uma área piloto de teste para o aprofundamento das soluções propostas, delimitada por uma sub-bacia hidrográfica na região das nascentes do Jaguaré.

A equipe multidisciplinar responsável pelo desenvolvimento do projeto, contou com a participação de engenheiros, arquitetos-urbanistas e da paisagem, que trabalharam conjuntamente num processo não-linear e interdependente de estudo e proposição para a bacia hidrográfica. A metodologia desenvolvida se mostrou passível de ser replicada em outras bacias urbanas da região metropolitana de São Paulo. O presente artigo pretende apresentar um panorama dos resultados atingidos pelo projeto.

## **INFRAESTRUTURA VERDE**

O conceito de Infraestrutura Verde (IEV) vem sendo utilizado desde os anos 90 do século XX e sua definição varia de acordo com a disciplina que o aplica. Uma das primeiras definições do termo, e também uma das mais difundidas e aceitas, foi feita por BENEDICT e MCMAHON (2006). Os autores apontam a IEV como instrumento de conservação, restauração e manutenção de sistemas de funções naturais capazes de proporcionar benefícios ecossistêmicos, econômicos e sociais. Essa ênfase foi expandida por diversos autores, dentre eles CORMIER e PELLEGRINO (2008), que apontam a importância da Infraestrutura Verde quanto a seu potencial para o manejo das águas pluviais e benefícios para o metabolismo urbano. A associação da água às áreas verdes é intrínseca à própria manutenção das funções da IEV, e a água da chuva, como única fonte renovável desse recurso (WAGNER, I.; KRAUZE, K.; ZALEWSKY, M., 2013), é essencial para que o funcionamento das estruturas ambientais seja mantido.

AHERN (2007) assume que questões ambientais, sociais e econômicas devem acompanhar a instalação da IEV, a fim de formar um mosaico de áreas verdes. Segundo o autor, a Infraestrutura Verde é “(...) um modo de organizar espacialmente o meio ambiente urbano para dar suporte a uma série de funções ecológicas e culturais” (AHERN, 2007, p. 267, tradução própria), que surge como contraponto às infraestruturas cinzas e monofuncionais de drenagem, sem no entanto excluir estas do meio urbano. Tem o objetivo de lidar não apenas com as quantidades das águas das chuvas urbanas, mas com a remoção de poluentes através de processos naturais (ibid). Dessa forma, a Infraestrutura Verde pode ser apontada como ferramenta para a flexibilização e descentralização das infraestruturas urbanas (RIZZI, D. et al., 2016).

Contribuindo para a drenagem das águas de chuva urbanas, a IEV é proposta em distintas escalas a partir da delimitação e caracterização de Espaços Abertos potenciais para receber os dispositivos de drenagem sustentável. Dessa forma, processos ecológicos de drenagem são muitas vezes associados àqueles mecanismos já existentes e rígidos, como forma de torná-los redundantes. Os objetivos são tratar e manejar as águas das chuvas localmente, ao invés de afastá-las de forma rápida para pontos mais baixos da Bacia, como ocorre na lógica das infraestruturas tradicionais, o que causa grandes impactos a jusante, tanto pelo volume descarregado quanto pela poluição não pontual carregada pelas primeiras águas, *first flush*. Vislumbra-se a criação de uma malha de paisagens multifuncionais permeando todo o território, que ao gerir as águas também forneça outros serviços ambientais tais como a regulação de processos ecossistêmicos (controle climático, purificação do ar, controle de erosão e etc.) e benefícios urbanos tais como novas rotas de mobilidade sustentável, alternativas recreativas e educacionais, áreas de representatividade e de significância cultural, além de qualidades estéticas.

## **METODOLOGIA**

A escolha da Bacia do Jaguaré se deveu à existência de diversos tipos de uso e ocupação do solo, representativos das outras bacias hidrográficas da Região Metropolitana de São Paulo. A Bacia de estudo representa 1/10 da área da Bacia do Rio Pinheiros, cerca de 27 km<sup>2</sup> e está localizada a oeste da cidade de São Paulo (Figura 01).

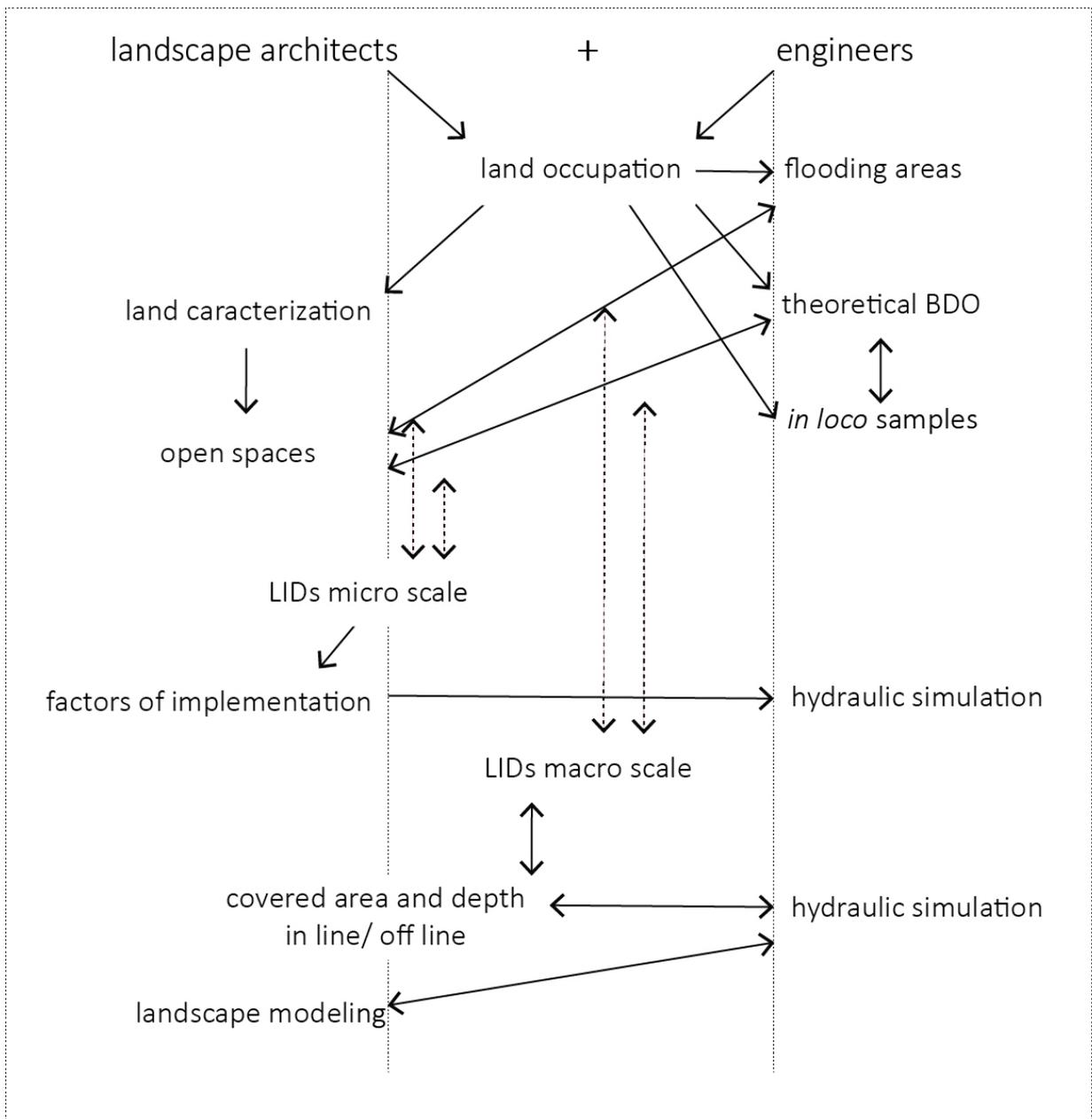


**Figura 01** – Localização da Bacia do Córrego Jaguaré em relação aos limites da cidade de São Paulo. Fonte: FCTH, 2017.

Para o manejo das águas pluviais foram estudadas ferramentas que viabilizassem a instalação de dispositivos de drenagem de baixo impacto. A definição das características de cada um desses dispositivos foi baseada principalmente na publicação “*Low Impact Development: A Design Manual for Urban Areas*” (UACDC, 2010). O grupo de dispositivos utilizados no Projeto é então identificado genericamente como LID, acrônimo da terminologia em inglês *Low Impact Development*, e foi aplicado tanto de forma dispersa em espaços abertos de pequena escala- vias, edifícios, praças, estacionamentos e linhão- quanto em áreas de grande escala, integrados a parques lineares ou espaços abertos adjacentes a estes, para o controle dos grandes volumes de água da chuva esperados para eventos de tempo de retorno (TR) de 100 anos.

Embora seja possível desenhar um passo-a-passo referente às atividades elaboradas durante os 18 meses da pesquisa, a equipe interdisciplinar trabalhou de forma não li-

near e muitas vezes, os resultados de um passo afetaram resultados já obtidos anteriormente. Esse contínuo ajuste e intercâmbio de expertise é entendido como uma das fortalezas do projeto (RIZZI, D. et al., 2017). No diagrama apresentado na Figura 02, a relação entre os trabalhos desenvolvidos pelas disciplinas de Arquitetura da Paisagem e Engenharia são apresentados.



**Figura 02** – Diagrama esquemático de trabalho entre a equipe de Arquitetos de Paisagem e engenharia.  
 Fonte: RIZZI, D. et al., 2017

Os estudos elaborados durante o Projeto envolveram processos de geoprocessamento (ArcGIS), a utilização de plataformas de desenho (AutoCad), parametrização (Grass hopper) e modelagens hidráulicas (PCSWMM). Planos, Ações e a legislação existentes relacionados à provisão de Habitação de Interesse Social (HIS), à Habitação para o Mercado Popular (HMP) e relacionadas ao planejamento urbano e às questões ambientais, no âmbito municipal, estadual e federal, foram analisados e sua aplicabilidade à Bacia do Jaguaré foi avaliada. A estas bases de dados foram somados os resultados de amostras de água de chuva coletadas em pontos específicos da Bacia, as quais auxiliaram no detalhamento das modelagens quanto às cargas difusas, feitas inicialmente de forma teórica. Por fim, visitas exaustivas à área de Projeto resultaram no levantamento dos pontos viciados (depósitos de resíduos sólidos), na compatibilização das bases de uso de solo fornecidas pela prefeitura de São Paulo e na compreensão da dimensão urbano-paisagística a partir da perspectiva dos usuários.

Dessa forma, a metodologia aplicada se converteu em um modelo sistêmico, que possibilitou a discussão das limitações das infraestruturas de drenagem de caráter monofuncional, assim como na atual setorialização do planejamento na cidade de São Paulo.

## RESULTADOS

O Projeto Jaguaré apresentou possibilidades de integração na paisagem dos dispositivos de micro e macro drenagem, em pontos específicos ou dispersos pela Bacia, e associou às funções hidro-ecológicas aquelas de âmbito cultural, promovendo a aproximação das pessoas aos rios e córregos recuperados e propondo novos espaços de lazer e convívio.

A questão dos resíduos sólidos e das águas residuais domésticas e industriais lançadas *in natura* nos córregos foram temas-chave para garantir a reaproximação da população às águas urbanas. Os resíduos sólidos, identificados como um dos grandes problemas quanto ao funcionamento das infraestruturas de drenagem, causam adversidades relacionadas à insalubridade e perda de qualidade ambiental urbana. O manejo dos resíduos sólidos foi abordado tanto nas propostas estruturais como nas não-estruturais do Projeto. Quanto às águas residuais domésticas e industriais, foram alvo de estratégias estruturais de manejo como forma de garantir a redução de DBO nos córregos para níveis estipulados pela Classe 3, conforme dispostos na Resolução 537/2005 do CONAMA. De acordo com essa Resolução, as águas com Classe 3

podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) a pesca amadora; d) a recreação de contato secundário; e e) a dessedentação de animais (CONAMA, 2005).

A dispersão de LIDs pelos Espaços Abertos da bacia hidrográfica, como elementos de controle *in situ* do escoamento superficial, teve a finalidade de reter pequenos volumes de água e sobretudo, remover parte das cargas poluentes difusas carregadas pelas primeiras chuvas (*first flush*), a partir de processos de biorretenção. Os dispositivos foram agregados por exemplo ao longo das vias, o que contribuiu também para uma alteração da compartimentação dos espaços públicos urbanos, como pode ser visualizado na Figura 03. Essa estratégia, juntamente àquelas de controle das cargas efluentes, tem como objetivo a garantia da qualidade das águas urbanas.

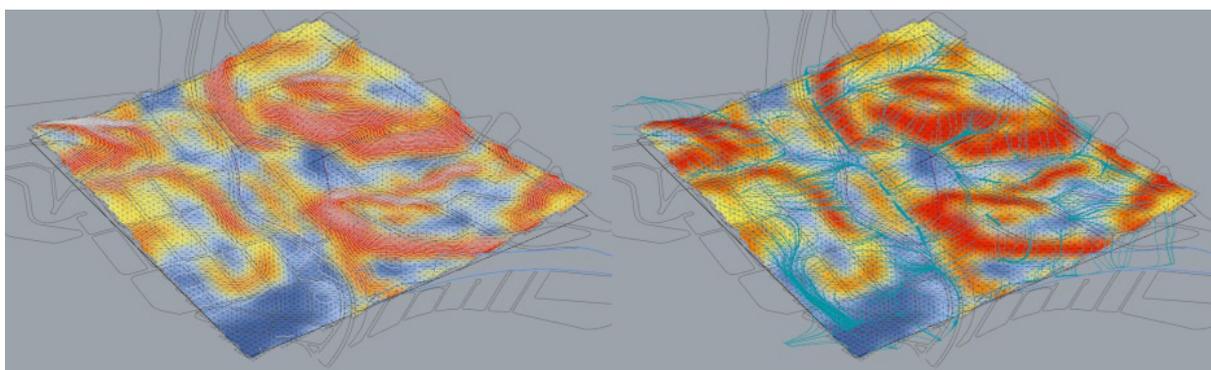


**Figura 03** – Exemplo de instalação de LID em via coletora. Fonte: FCTH, 2017.

O Projeto propôs ainda a conversão de Parques Lineares em estruturas que pudessem ter potencializadas as funções ecológicas relacionadas à drenagem e ao tratamento das águas de chuva. Estes seriam responsáveis por estabelecer as conexões de um amplo sistema de áreas verdes formado por distintos tipos de espaços abertos espalhados pela Bacia, como uma rede multifuncional interconectada (MARQUES, T.H.N.,

et al., 2017). Algumas das estratégias utilizadas para atender a este objetivo foram a reabertura de córregos tamponados, a alteração da seção de córregos abertos canalizados e a substituição de suas paredes laterais de concreto por estruturas de gabião, responsáveis tanto pela estabilização das margens como por gerar ambientes mais favoráveis ao desenvolvimento da fauna e flora espontâneas (ibid). Acredita-se que as novas paisagens propostas possam criar alternativas de trajetos aos usuários da Bacia do Jaguaré, beneficiando os pedestres tanto por reduzir distâncias, como por trazer amenidades para a caminhada rotineira.

Associado a estes parques multifuncionais, propôs-se que LIDs de grande escala como as bacias de detenção e retenção *in-line* e *off-line*, ocupassem os Espaços Abertos, muitas vezes residuais, e áreas adjacentes aos córregos a serem desapropriadas. A partir da modelagem paramétrica foram propostas formas que, além de remeterem à morfologia natural dos ecossistemas lóticos<sup>1</sup>, adaptam-se tanto às vazões de base, em períodos secos, quanto a grandes volumes de água de chuva previstos para estas áreas da Bacia do Córredo do Jaguaré (MOURA, N.C.B., et al., 2017), conforme apresentado pela sequência de imagens da Figura 04 e Figura 05. O objetivo destas estruturas de grande porte é amortecer os volumes de água esperados para chuvas de intensidade até TR 100 anos.



**Figura 04** – Sequência de Parametrização; Reservatório *in-line* av. Politécnica. Fonte: FCTH, 2017.

<sup>1</sup> Em ecologia, os sistemas lóticos são aqueles referentes ao ambiente aquático que mantêm suas águas em movimento, por exemplo, rios, nascentes e córregos.



**Figura 05** – Situação atual e Imagem ilustrativa resultado da parametrização do reservatório *in-line* da av. Politécnica. Fonte: FCTH, 2017.

À Infraestrutura Verde foram associadas as infraestruturas de drenagem rígidas, existentes, tornando o sistema mais robusto e ao mesmo tempo garantindo certa flexibilidade relacionada principalmente às áreas de leito dos córregos, sujeitas a deposições de materiais, leves alterações de curso e às distintas possibilidades de utilização das áreas verdes propostas. Essa relação urbano-paisagística, pode ser visualizada na simulação apresentada na Figura 06, elaborada para a Av. Joaquim de Santana, localizada no bairro Jardim Uirapuru, dentro dos limites da Bacia do Jaguaré.



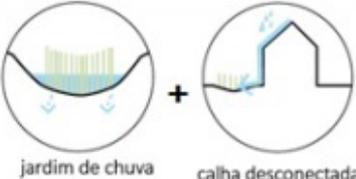
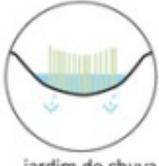
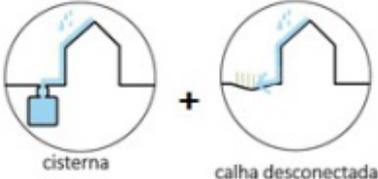
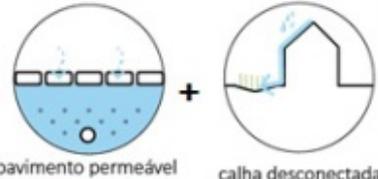
**Figura 06** – Integração entre áreas lindeiras ao córrego, formando um parque linear multifuncional e integrador das áreas urbanas adjacentes. Fonte: FCTH, 2017.

Após as análises e proposições gerais feitas na escala da Bacia do córrego Jaguaré, foi escolhida a sub- bacia piloto do córrego Nascentes do Jaguaré, como área onde tais propostas poderiam ser testadas, adaptadas e então replicadas para as demais áreas da Bacia. A redução da escala foi importante justamente para que pudessem ser percebidas as singularidades que poderão surgir uma vez que as estratégias de planejamento de uma drenagem sustentável são aplicadas em tipologias urbanas específicas. Como exemplo, definiu-se então três tipologias de ocupação urbana: Tipo 1- Urbanização de Favelas; Tipo 2- Conjuntos Habitacionais; Tipo 3- Bairro de Habitações unifamiliares. Na Figura 07 e Tabela 01 é apresentado o exemplo do Tipo 2- Conjuntos Habitacionais. Nesse caso foram simuladas as áreas que receberiam dispositivos de controle local a partir dos Fatores de aplicação definidos anteriormente, para a escala da Bacia do Jaguaré. A partir da discussão dos resultados, constatou-se a necessidade de pequenos ajustes e adaptações dos fatores caso a caso nas distintas tipologias urbanas.



**Figura 07** – Área Tipo 2- Conjuntos Habitacionais com áreas ocupadas pelos distintos dispositivos LID.  
 Fonte: FCTH, 2017.

**Tabela 01** – Área Tipo 2- Conjuntos Habitacionais. Simulações de áreas ocupadas pelos distintos dispositivos LID. Fonte: FCTH, 2017.

TECNOLOGIAS LID	Fatores Sugeridos <sup>1</sup>	Área Potencial (m <sup>2</sup> )	Un. Ed. Hab. Potenciais
 jardim de chuva + calha desconectada	10% das Áreas verdes associadas aos edifícios	142.41	14 Ed. Habitacionais relacionados diretamente às áreas disponíveis para Jardim de Chuva
 jardim de chuva	10% das Áreas verdes associadas ao viário	92.36	-
 canteiro pluvial	10% das Áreas verdes associadas ao viário	1876.57	-
	12% das Áreas Pavimentadas dos Estacionamento <sup>2</sup>		
	22% das áreas Viárias		
 cisterna + calha desconectada	-	-	06 Ed. Habitacionais sem relação direta com espaços abertos passíveis de receberem LID vegetado ou Pavimento Permeável
 pavimento permeável + calha desconectada	88% das Áreas Pavimentadas dos Estacionamento	4372.46	27 Ed. Habitacionais relacionados diretamente às áreas disponíveis para Pavimento Permeável
<b>Total</b>		<b>7124.2338</b>	<b>47<sup>3</sup></b>

<sup>1</sup> Os fatores utilizados aqui são baseados naqueles apresentados na Tabela 18.1 (Volume 2 - Tomo 3, p.91)

<sup>2</sup> Os fatores utilizados para as áreas de estacionamento foram adaptados para esse caso específico, onde as proporções encontradas para a aplicação de Pavimento Permeável ou Canteiro Pluvial, diferem da Tabela 18.1.

<sup>3</sup> Para essa área Piloto, foi considerado que todos os edifícios contariam com calhas desconectadas do sistema de drenagem e estariam associados a LIDs capazes de conter as águas pluviais dos telhados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência do trabalho multidisciplinar para a proposição de metodologia replicável para a requalificação de bacias hidrográficas urbanas foi muito positiva. A Bacia do Jaguaré mostrou-se um objeto de estudo propício por apresentar muitos desafios de saneamento, drenagem, urbanidade e paisagem devido aos seus distintos padrões de ocupação do solo e às variadas realidades espaciais e sociais.

A equipe multidisciplinar possibilitou o desenvolvimento de soluções holísticas para a melhoria da gestão das águas — tanto do ponto de vista de sua qualidade quando de sua quantidade — que advém de uma abordagem integradora da paisagem urbana, na qual uma nova geração de Infraestruturas Verdes, de controle de efluentes e de enchentes, é pensada não apenas por seu funcionamento técnico, seu volume ou área, mas também de modo a agregar outros valores tais como fornecimento de alternativas de lazer, contemplação da paisagem, mobilidade urbana, recarga de aquíferos, regulação microclimática, entre outros.

Desde o início do Projeto Jaguaré, as atividades ligadas ao levantamento, tratamento, análise e interpretação de dados existentes ou desenvolvidos em parceria com outras equipes do Projeto para a Bacia do Jaguaré foram norteadas pela ideia de viabilizar a valorização e o uso múltiplo do elemento água no meio urbano, com base na adoção de práticas e intervenções inovadoras e multissetoriais através das quais a reservação e o tratamento das águas é resolvido no âmbito local da paisagem, considerando a bacia hidrográfica como um todo.

O Projeto Jaguaré chegou a conclusões e proposições replicáveis em relação à necessidade de aplicação de medidas estruturais e não estruturais quanto ao manejo de resíduos sólidos urbanos, no manejo dos volumes das chuvas de distintos tempos de retorno e na remoção das cargas difusas. A metodologia sistêmica possibilitou que a Bacia fosse estudada e pensada de modo a ser possível configurar nela uma Trama Verde-Azul, na qual corredores verdes conectam áreas estratégicas utilizadas para o controle de inundações e espaços públicos são integrados e preparados para receber dispositivos de reservação e de tratamento das águas que priorizam a biorretenção.

Considera-se que o problema descrito não seja específico da Bacia do Jaguaré, mas constante nas demais bacias urbanas da Região Metropolitana de São Paulo. Entende-se também que quando as escalas locais são abordadas, ajustes específicos serão

necessários, considerando-se as situações caso-a-caso, assim como as necessidades específicas da população local. Tampoco espera-se que a equipe multidisciplinar formada para a discussão e elaboração de propostas de drenagem sustentável, seja limitada à presença de engenheiros hidráulicos, arquitetos-urbanistas e de paisagem, por exemplo, experts em saúde e microclima poderão ser muito bem vindos para tornar o sistema proposto ainda mais robusto e multifuncional.

## REFERÊNCIAS

AHERN, J. *Green Infrastructure for cities: The spacial dimension*. University of Massachusetts, p.267-283, 2007.

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

CONAMA. *Resolução CONAMA n. 537/2005*. Disponível em [<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>]. Acessado em dezembro de 2017.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. *Infra-estrutura verde: uma Estratégia Paisagística para Água Urbana*. Paisagem e Ambiente: ensaios, v. 25, p.127-142, 2008.

FCTH. *Desenvolvimento de metodologia e projeto piloto de revitalização de bacia urbana, replicável para as demais bacias da região metropolitana (Bacia do Córrego Jaguaré), Empreendimento 2014 AT-653*. Volumes I, II, III e IV, 2017.

MARQUES, T. H. N. et al. *De Canais de Drenagem a Paisagens Multifuncionais: Uma Nova Geração de Parques Lineares para São Paulo*. São Paulo In: II Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos, 2017, São Paulo. Livro Resumo II Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos. , 2018. p.180-186. Disponível em [[http://https://issuu.com/julianaalencar3/docs/iisrru\\_livreto\\_completo](http://https://issuu.com/julianaalencar3/docs/iisrru_livreto_completo)]. Acessado em fevereiro de 2018.

MOURA, N. C. B. et al. *Paisagens Inteligentes: aplicação de modelo computacional paramétrico para uma nova geração de piscinões em São Paulo*. São Paulo In: II Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos, 2017, São Paulo. Livro Resumo II Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos. , 2018. p.129- 136. Disponível em [[http://https://issuu.com/julianaalencar3/docs/iisrru\\_livreto\\_completo](http://https://issuu.com/julianaalencar3/docs/iisrru_livreto_completo)]. Acessado em fevereiro de 2018.

RIZZI, D. et al. *Transformando São Paulo através da Infraestrutura verde pluvial: Projeto piloto Bacia do Jaguaré*. III Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis, Porto Alegre, Brasil, 2016.

RIZZI, D. et al. *Collaborative work between landscape architects and hydraulic engineers to propose Green Infrastructure in an urbanized water basin in São Paulo*. 14<sup>th</sup> IWA/ IAHR International Conference on Urban Drainage, Praga, República Tcheca 2017 (no prelo).

UACDC. *Low Impact Development, a design manual for urban areas*. Arkansas. USA, 2010.

WAGNER, I.; KRAUZE, K.; ZALEWSKY, M. *Blue aspects of green infrastructure*. In: Sustainable Development Applications, v. 4, p. 145-155, 2013.

Agradecimentos: O Projeto Jaguaré não teria sido possível sem o apoio do Fundo Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo (FEHIDRO), da Fundação do Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), do LABVERDE (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo) e da Oscip Associação Águas Claras do Rio Pinheiros.

## ARTIGO Nº 2

**PANORAMA ATUAL DA COBERTURA ARBÓREA DA CIDADE DE SÃO PAULO**

*CURRENT PANORAMA OF ARBOREAL COVERING AT SÃO PAULO CITY*

MARCELA MINATEL LOCATELLI, BRUNA LARA ARANTES,  
JEFFERSON LORDELLO POLIZEL, DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO,  
MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO.

## **PANORAMA ATUAL DA COBERTURA ARBÓREA DA CIDADE DE SÃO PAULO** *CURRENT PANORAMA OF ARBOREAL COVERING AT SÃO PAULO CITY*

**MARCELA MINATEL LOCATELLI<sup>1</sup>, BRUNA LARA ARANTES<sup>2</sup>, JEFFERSON LORDELLO POLIZEL<sup>3</sup>,  
DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO<sup>4</sup>, MARIA DE ASSUNÇÃO RIBEIRO FRANCO<sup>5</sup>.**

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, Mestranda em Recursos Florestais na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.  
marcelalocatelli@usp.br

<sup>2</sup>Bióloga, mestre em Ciências - Recursos Florestais na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.  
blarantes@usp.br

<sup>3</sup>Doutor em Geografia Física pela Universidade de São Paulo, Técnico em Informática do Laboratório de Métodos Quantitativos, ESALQ/USP.  
jlpolize@usp.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor em Ciências Florestais na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.  
dfilho@usp.br

<sup>5</sup>Arquiteta, Professora Titular na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.  
mariafranco@usp.br

### **RESUMO**

Nas cidades, cada vez mais, espaços vegetados são substituídos por asfalto e construções, principalmente nas regiões centrais, acarretando diversos problemas na estrutura da cidade e na preservação da biodiversidade urbana. O presente estudo teve como objetivo quantificar a cobertura arbórea da cidade de São Paulo/SP, discutindo suas implicações na paisagem urbana. Foi quantificado a cobertura arbórea de um trecho amostral da cidade de São Paulo/SP, através de imagens de Satélite Wordview 2 e software QuantumGIS, gerando o Índice de Vegetação (TVI) por distrito. A partir do TVI foram obtidas a área e a porcentagem de vegetação de cada distrito no software Fragstats. Os mais arborizados são: Cachoeirinha, Tremembé, Mandaquí, Vila

Andrade, e Morumbi; e os menos são: Limão, Santa Cecília, Cambuci, Sé e Brás. Somente dois distritos apresentam uma porcentagem de vegetação ideal prevista pela literatura. A cobertura arbórea parece estar associada ao nível de renda da região, sendo que os bairros nobres apresentam, em geral, maior porcentagem vegetação. Foi apresentado um cenário ambiental para a área de estudo, visando o aumento da porcentagem de cobertura arbórea e a conexão dos espaços vegetados existentes.

**Palavras-chave:** Índice de vegetação; TVI; Uso e ocupação do solo; sistema de informação geográfica; floresta urbana.

### **ABSTRACT**

*Green areas in the cities are increasingly being replaced by asphalt and buildings, mainly in downtown regions, causing several problems to the structure of the city and to the preservation of the urban biodiversity. This study aims to quantify the tree covering in São Paulo City, SP, discussing its implications in the urban landscape. It was quantified the arboreal covering of a sample section of São Paulo City, SP, by using images of Worldview 2 satellite and Quantum GIS software, generating the Vegetation Index (TVI) per district. With the TVI, the area and the percentage of vegetation of each district were obtained with Fragstats software. The most wooded areas are Cachoeirinha, Tremembé, Mandaqui, Vila Andrade, and Morumbi; and the less: Limão, Santa Cecilia, Cambuci, Sé and Brás. Only two districts present an ideal percentage of vegetation recommended by specific literature. Arboreal covering seems to be linked to the income level of the region, having the wealthy neighborhoods, in general, a higher percentage of vegetation. An environmental scenario for the study area was presented, aiming to increase the percentage of arboreal covering and the connection to existing vegetation spaces.*

**Keywords:** *Vegetation Index; TVI; Land Use and Occupation; Geographic Information System; Urban Forest*

## **1. INTRODUÇÃO**

Historicamente o crescimento das cidades ocorre sem um manejo eficiente dos elementos que a compõe, levando a paisagem a alterar-se significativamente ao longo do tempo, modificando sua dinâmica funcional. Essas alterações acarretam diversos problemas no seu bom funcionamento, na preservação da biodiversidade urbana e na qualidade de vida da população.

Na maioria das vezes os espaços vegetados são substituídos por asfalto e construções, principalmente nas regiões centrais, acarretando diversos problemas na estrutura da cidade, como impermeabilidade do solo, enchentes, superaquecimento da superfície, diminuição da qualidade de vida, entre outros (NOBRE et al. 2010)

Florestas urbanas oferecem diversos serviços ecossistêmicos, dentre eles podemos destacar a economia do consumo de energia elétrica pela regulação térmica, absorção de carbono, retenção de poluentes, redução de ruídos urbanos e redução do escoamento superficial de águas pluviais (MCPHERSON, 1992; NOWAK et al. 2014; BARÓ et al. 2017; MAHER et al. 2013).

Além disso, são associadas ao bem estar psicológico (LI, CHEN E HE, 2015), à diminuição dos sintomas de depressão, ansiedade e estresse (BEYER, K. et al., 2014), além de proporcionarem oportunidades de recreação e coesão comunitária e cultural (COSTA, 2010).

Para amenizar os problemas urbanos, gestores devem repensar o planejamento das cidades, substituindo áreas não permeáveis por áreas arborizadas, que aumentam a infiltração de água no solo, regulam a temperatura e promovem maior qualidade de vida.

Dentro desse panorama, o presente estudo teve como objetivo quantificar a cobertura arbórea de um trecho amostral da cidade de São Paulo/SP, discutindo suas implicações na paisagem urbana.

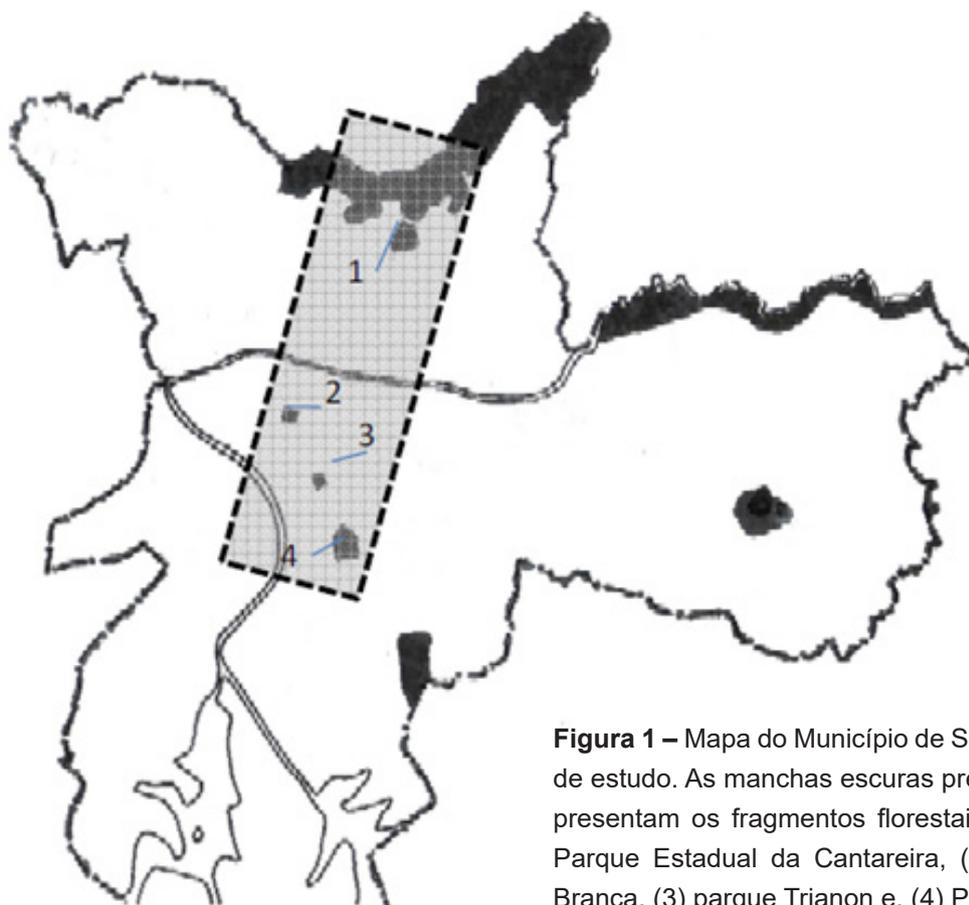
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. ÁREA DE ESTUDO**

A cidade de São Paulo está localizada no estado de São Paulo/Brasil, com uma elevação de 802 metros, latitude de 23°37' e longitude 46°39' W. Possui 1.521 Km<sup>2</sup> de extensão e concentra 11.253.503 habitantes (IBGE, 2010). O clima é classificado como subtropical (Cwa), com temperatura média anual de 19°C, e precipitação média anual de 1207 mm (Köppen, 1948).

A área do município engloba as fitofisionomias da Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Montana e a Mata Nebular; bem como campos naturais e formações de várzea.

A área de interesse do presente trabalho corresponde a uma ‘faixa de transepto’ de 5x20 Km da cidade de São Paulo, objeto de estudo do Projeto de Pesquisa “Infraestrutura verde para a resiliência urbana às mudanças climáticas da cidade de São Paulo” financiado pela FAPESP<sup>1</sup> (Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo).



**Figura 1** – Mapa do Município de São Paulo com a área de estudo. As manchas escuras presentes no mapa representam os fragmentos florestais e os parques: (1) Parque Estadual da Cantareira, (2) Parque da Água Branca, (3) parque Trianon e, (4) Parque Ibirapuera.

As análises foram desenvolvidas a partir de dados obtidos de imagens do Satélite Wordview 2 do ano de 2016 com resolução de dois metros, cedidas pela

Fundação DigitalGlobe, e processados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). Para a determinação da área e porcentagem de vegetação da área de estudo, foi calculado o Índices de Vegetação (TVI) no software QuantumGIS, versão 2.18.4.

<sup>1</sup> Projeto em andamento e financiado pela FAPESP na modalidade Auxílio à Pesquisa - Programa de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais – Regular, cujo Processo é 15/10597-0.

O TVI (*Transformed Vegetation Index*) é um índice de vegetação derivado de imagens multiespectrais, que utiliza as bandas do vermelho e do infravermelho próximo para destacar as áreas vegetadas de uma imagem (COSTA, 2010), e é obtido pela Fórmula:

$$TVI = \sqrt{100[(IR - RED)] + [(IR + RED)]}$$

Onde: TVI é o índice de vegetação; IR = banda do infravermelho e; RED = banda do vermelho.

Os valores de TVI variam de 1 (mínimo de vegetação) a 100 (máximo de vegetação). O mapa de TVI foi gerado no software QuantumGIS, versão 2.18.4, onde foi também reclassificado em duas classes: a classe 1 (área não vegetada) compreende os valores de TVI entre 1 e 55; a classe 2 (cobertura arbórea) compreende os valores de TVI entre 55 e 100.

A classe 1, denominada de área não vegetada, compreende diversos tipos de uso do solo, como: áreas edificadas (casas, prédios, indústrias, etc.), asfalto, solo exposto, rios e lagos e vegetação rasteira. Já a classe 2, denominada de cobertura arbórea, corresponde às áreas de vegetação arbórea-arbustiva.

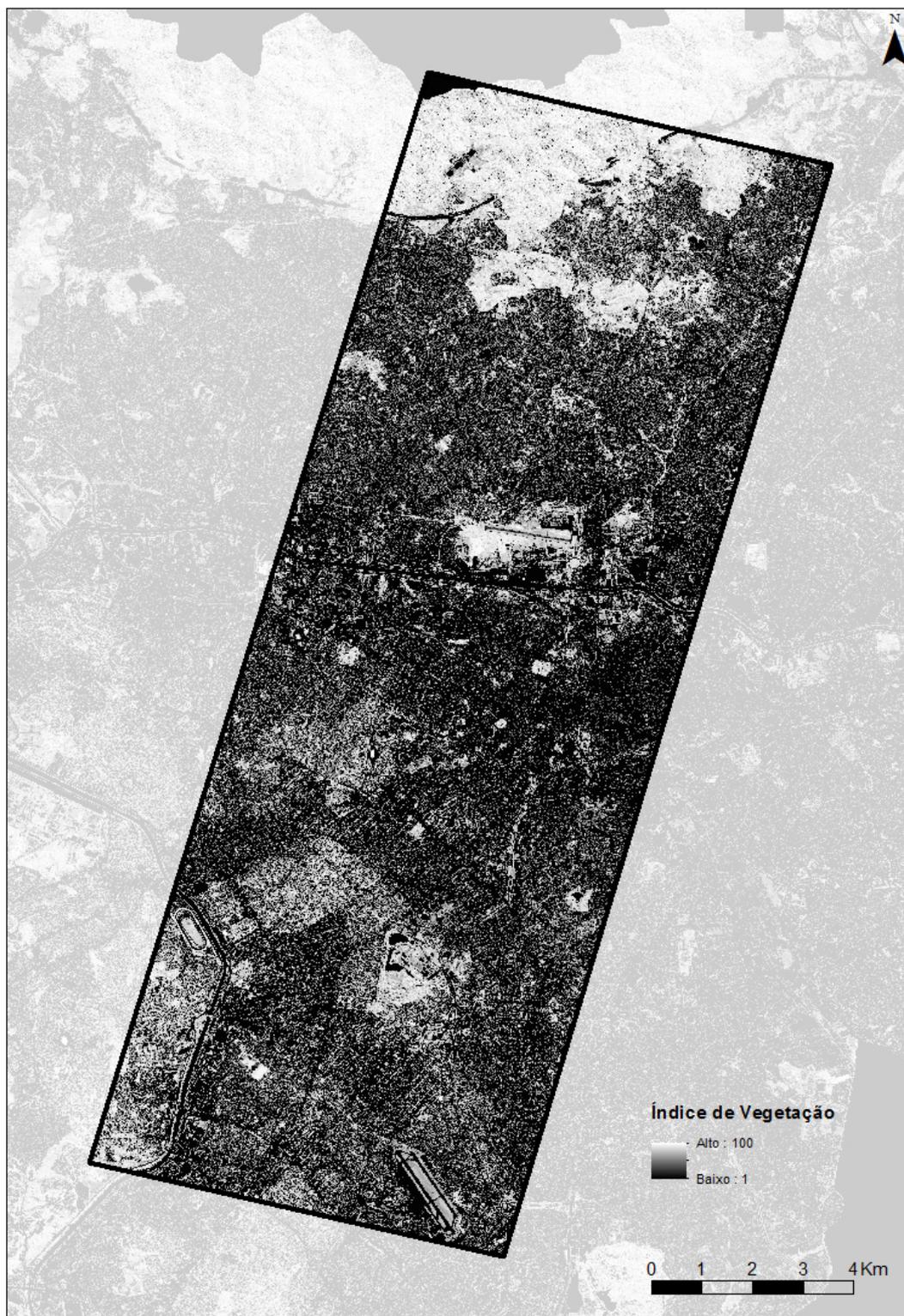
O mapa gerado foi analisado no software Fragstats 4.2 para a obtenção da área e da porcentagem de cobertura arbórea da área de estudo. Posteriormente, o mapa foi recortado de acordo com os distritos de São Paulo componentes da área de estudo. Cada distrito foi analisado no software Fragstats 4.2.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

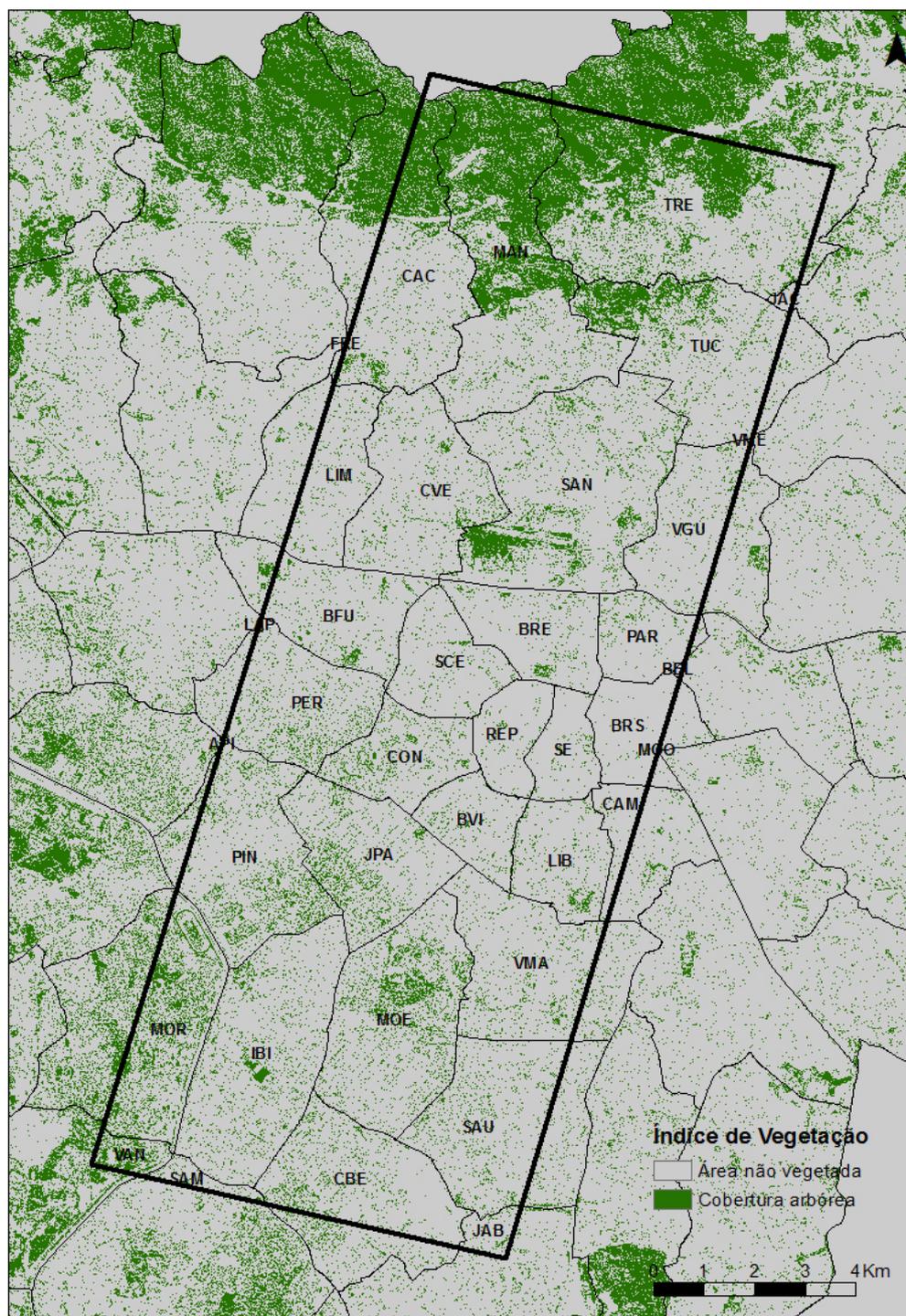
#### 3.1. ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (TVI)

Os resultados obtidos para o TVI são apresentados na Figura 2, em que as áreas mais claras correspondem às áreas vegetadas, enquanto que as áreas escuras correspondem às áreas com ausência de vegetação.

A Figura 3 apresenta os resultados da reclassificação da imagem, em que o valor 1 corresponde às áreas não vegetadas, e o valor 2, às áreas compostas por vegetação arbórea-arbustiva.



**Figura 2** – Índice de vegetação (TVI) da área de estudo.



**Figura 3 – Índice de vegetação (TVI) reclassificado em duas classes da área de estudo, em que o valor 1 corresponde à áreas não vegetadas; e o valor 2 corresponde à áreas compostas por vegetação arbórea-arbustiva.**

MAN: Mandaqui, VAN: Vila Andrade, TRE: Tremembé, MOR: Morumbi, CAC: Cachoeirinha, TUC: Tucuruvi, MOE: Moema, PIN: Pinheiros, SAN: Santana, JPA: Jardim Paulista, CON: Consolação, PER: Perdizes, CBE: Campo Belo, JAB: Jabaquara, IBI: Itaim Bibi, SAM: Santo Amaro, SAL: Saúde, BFU: Barra Funda, LIB: Liberdade, VMA: Vila Mariana, CVE: Casa Verde, BRE: Bom Retiro, BVI: Bela Vista, PAR: Pari, JAC: Jaçanã, LIM: Limão, VME: Vila Medeiros, SCE: Santa Cecília, VGU: Vila Guilherme, SE: Sé, CAM: Cambuci, REP: República, BRS: Brás, API: Alto de Pinheiros, LAP: Lapa, FRE: Freguesia do Ó, BEL: Belém, MOO: Mooca.

Por meio da aplicação do TVI foi possível destacar as áreas vegetadas, em contraposição àquelas áreas com ausência de vegetação. Quando reclassificado, o mapa de TVI aponta com clareza as áreas compostas por vegetação arbórea-arbustiva, mostrando a utilidade do índice para quantificação da cobertura arbórea urbana em macro-escala.

Podemos verificar que as áreas com máximo índice de vegetação correspondem a fragmentos de vegetação remanescentes e a parques importantes da cidade de São Paulo, como o Parque Estadual da Cantareira, o Parque Ibirapuera, o Parque da Água Branca e o Parque Trianon.

Nota-se que apesar de área de estudo apresentar uma porcentagem média de 21,02% e 3.626,65 hectares de cobertura arbórea, a vegetação encontra-se dispersa de forma bastante heterogênea pelo território, sendo alguns distritos bem arborizados, enquanto outros são muito carentes em vegetação, conforme descrito a seguir.

A fim de ranquear as regiões, apresentamos os distritos de São Paulo presentes na área de estudo por ordem decrescente de vegetação, em hectares e porcentagem do uso do solo (Tabela 1).

**Tabela 1** – Área (hectare) e Vegetação (porcentagem) em cada distrito de São Paulo/ SP da área de estudo, em destaque os mais e menos arborizados, com asterisco aqueles com quantidade amostral não considerada.

Distrito	Área Vegetada (ha)	Vegetação (%)
Vila Andrade	44,76	50,81
Mandaqui	636,17	48,96
Tremembé	657,84	45,18
Morumbi	215,51	36,68
Cachoeirinha	242,84	29,96
Tucuruvi	202,06	25,04
Moema	206,24	22,72
Pinheiros	143,32	19,21
Santana	245,33	18,74
Jardim Paulista	109,86	17,76
Consolação	66,17	17,34
Perdizes	82,82	15,63
Campo Belo	95,67	15,13

Jabaquara	10,14	13,19
Itaim Bibi	128,27	12,79
Santo Amaro	8,65	12,54
Barra Funda	54,49	11,52
Saúde	77,02	11,49
Liberdade	39,76	10,89
Vila Mariana	69,07	10,40
Casa Verde	70,32	9,76
Pari	24,07	9,30
Bom Retiro	38,92	9,25
Bela Vista	24,62	9,06
Jaçanã	1,36	8,10
Limão	30,14	7,97
Santa Cecília	26,69	7,10
Vila Guilherme	31,23	7,02
Sé	15,33	6,99
Cambuci	7,25	6,17
República	13,21	5,51
Brás	7,13	2,72
Alto De Pinheiros*	0,01	26,09
Lapa*	0,20	13,29
Vila Medeiros*	0,03	6,64
Freguesia Do Ó*	0,01	2,93
Belém*	0,03	0,73
Mooca*	0,00	0,00

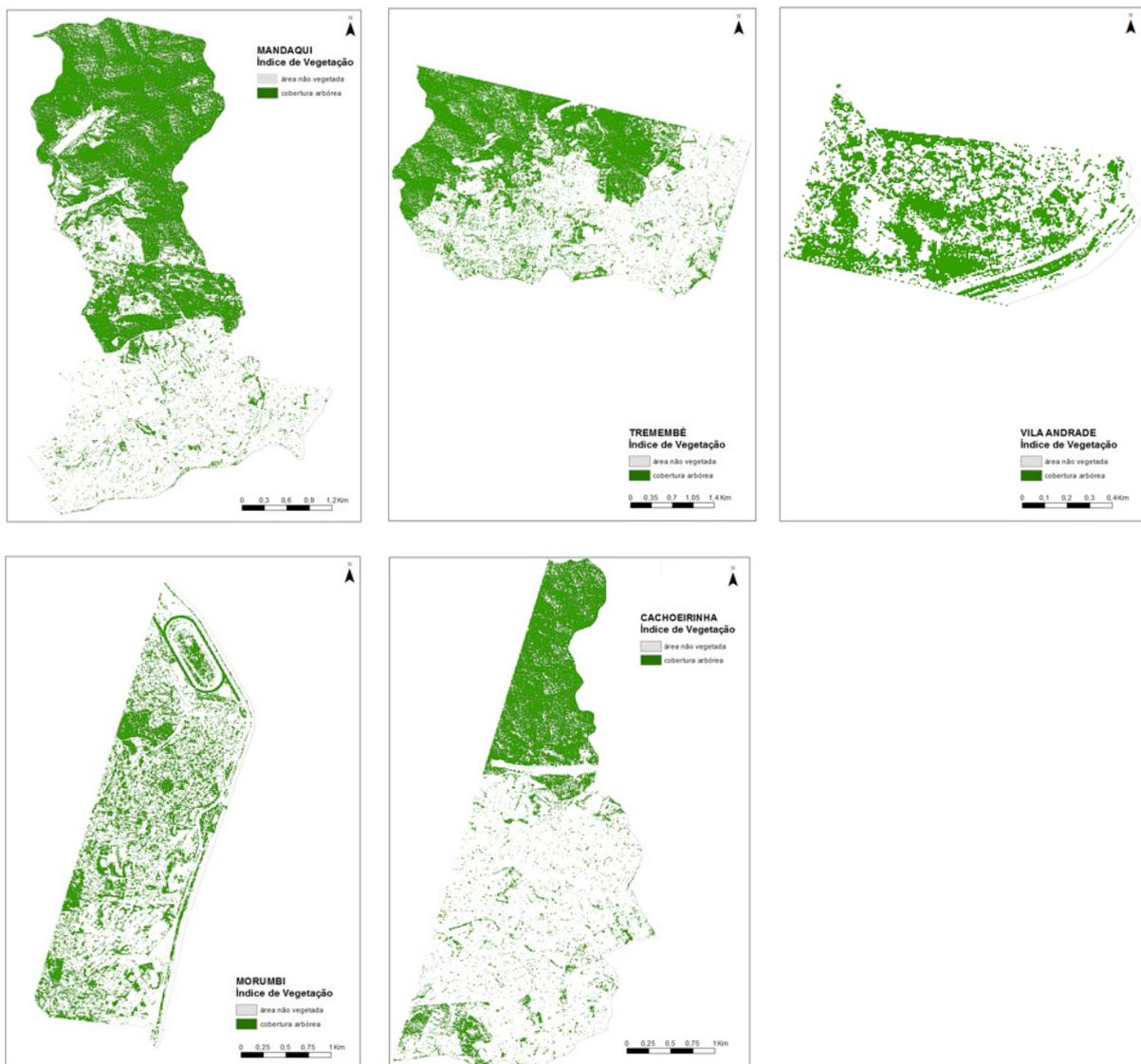
Os resultados de área e porcentagem de vegetação obtidos para os distritos: Belém, Lapa, Alto de Pinheiros, Mooca e Freguesia do Ó foram extremamente baixos, uma vez que sua área inserida na ‘faixa de transepto’ é muito pequena (Figura 3). Dessa forma, os resultados obtidos para os distritos mencionados não foram considerados nas discussões.

A área de estudo apresenta uma porcentagem média de vegetação de 12,50%, que segundo estudos está abaixo do ideal para mitigação de ilhas de calor, qual seria de 30% (LOMBARDO, 1985), e abaixo do ideal para uma cidade metropolitana, que seria de 40% (AMERICAN FORESTS, 2008).

Quando avaliados os resultados para cada distrito, nota-se grande disparidade. Considerando o IDHM (Índice de desenvolvimento humano municipal), aqueles com maiores porcentagens de vegetação correspondem às regiões com maiores índices de

renda: Cachoeirinha e Tremembé com 0.88, Mandaqui 0.90, 0.88, Vila Andrade e Morumbi com 1.00 (Atlas Brasil, 2010), que abrangem ainda, grandes parques e fragmentos de vegetação remanescentes (Figura 4).

Em contrapartida, as regiões com menores porcentagens de vegetação apresentam, em média, um menor IDHM: Limão 0.74, Santa Cecília 0.77, Cambuci 0.83, Sé 0.83, Brás 0.82 (Atlas Brasil, 2010), estes distritos correspondem à regiões centrais da cidade, de caráter comercial.



**Figura 4** – Mapas dos distritos com os maiores índices de vegetação da área de estudo: Mandaqui, Tremembé, Vila Andrade, Morumbi e Cachoeirinha, em que a cor verde representa a área de vegetação arbórea-arbustiva, e a cor branca representa a área não vegetada. Fonte: Elaborado pelos autores.



**Figura 5** – Mapas dos distritos com os menores índices de vegetação da área de estudo: Limão, Santa Cecília, Cambuci, Sé e Brás, em que a cor verde representa a área de vegetação arbórea-arbustiva, e a cor branca representa a área não vegetada. Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que os mapas de índice de vegetação dos distritos representados na Figura 4. e na Figura 5. são bem discrepantes. Os distritos Mandaqui, Tremembé, e Cachoeirinha apresentam porcentagem de vegetação elevada, devido principalmente a presença do Parque Estadual da Cantareira.

Já os distritos Morumbi e Vila Andrade apresentam arborização urbana abundante, assim como grande número de parques e fragmentos florestais remanescentes. Esses fragmentos encontram-se ameaçados pela especulação imobiliária e

pelo crescimento elevado de bairros como o Vila Andrade, que teve um aumento populacional de 72% na última década (O ESTADO DE S. PAULO, 2014). Essas regiões possuem elevada disparidade socioeconômica, pois nelas estão localizados diversos bairros nobres conjuntamente com a maior favela da cidade de São Paulo, Paraisópolis.

Em contraste, os distritos República, Vila Guilherme, Cambuci, Sé e Brás compreendem grandes centros comerciais e industriais da cidade de São Paulo. Essas regiões são caracterizadas pela elevada densidade demográfica, elevado nível de impermeabilização do solo e arborização urbana escassa. Tais características conferem a esses espaços diversos problemas, como ilhas de calor, alagamentos e elevados níveis de poluição (COSTA, 2010).

Em regiões metropolitanas do leste do rio Mississippi, nos Estados Unidos, pesquisas recomendam as seguintes taxas de cobertura arbórea: 50% para áreas residenciais de subúrbios; 25% para áreas residenciais urbanas; 10% a 15% para áreas urbanas centrais (AMERICAN FORESTS, 2008).

A partir dessas pesquisas, faz-se uma abordagem comparativa dos dados encontrados aqui com o índice ideal apontado pelos autores (Tabela 2).

Sabemos que a cidade de São Paulo é diferente das cidades americanas em muitos aspectos, entretanto, adaptamos as classes das cidades americanas apresentadas anteriormente para a cidade de São Paulo. As porcentagens de vegetação mencionadas não são absolutas, e sim um ideal teórico para embasar as discussões acerca da vegetação da cidade. Assim, as áreas periféricas próximas ao Parque Estadual da Cantareira foram comparadas às áreas residenciais e subúrbios (porcentagem de vegetação ideal de 50%); os bairros residenciais, às áreas residenciais urbanas (porcentagem de vegetação ideal de 25%); e os centros comerciais às áreas urbanas centrais (porcentagem de vegetação ideal de 15%).

**Tabela 2** – Comparação da arborização encontrada no município de São Paulo com os índices estabelecidos pelo American Forests (2008), apresentando a diferença entre o observado e o esperado.

<b>Distrito</b>	<b>Vegetação (%)</b>	<b>American Forests, 2008 (%)</b>	<b>Diferença (%)</b>
Vila Andrade	50,81	25	0
Morumbi	36,68	25	0
Perdizes	15,63	15	0
Consolação	17,34	15	0
Mandaqui	48,96	50	1,04
Moema	22,72	25	2,28
Barra Funda	11,52	15	3,48
Liberdade	10,89	15	4,11
Tremembé	45,18	50	4,82
Pari	9,30	15	5,70
Bom Retiro	9,25	15	5,75
Pinheiros	19,21	25	5,79
Bela Vista	9,06	15	5,94
Santana	18,74	25	6,26
Jardim Paulista	17,76	25	7,24
Santa Cecília	7,10	15	7,90
Sé	6,99	15	8,01
Cambuci	6,17	15	8,83
República	5,51	15	9,49
Campo Belo	15,13	25	9,87
Jabaquara	13,19	25	11,81
Itaim Bibi	12,79	25	12,21
Brás	2,72	15	12,28
Santo Amaro	12,54	25	12,46
Saúde	11,49	25	13,51
Vila Mariana	10,40	25	14,60
Casa Verde	9,76	25	15,24
Jaçanã	8,10	25	16,90
Limão	7,97	25	17,03
Vila Guilherme	7,02	25	17,98
Cachoeirinha	29,96	50	20,04
Tucuruvi	25,04	50	24,96

Podemos observar que somente dois distritos (Vila Andrade e Morumbi) possuem valores acima do valor ideal sugerido. Estes bairros são considerados de alta renda, mas possuem uma realidade muito complexa.

Vila Andrade e Morumbi são bairros muito próximos, urbanizados a partir do loteamento da antiga Fazenda Morumbi, nos anos 50, e cresceram de forma desordenada, o que gerou grande desigualdade social na região, e o consequente surgimento da favela de Paraisópolis na década de 70 (O ESTADO DE S. PAULO, 2014).

Apresentamos a seguir uma imagem aérea do distrito Vila Andrade, que compreende bairros nobres como o Parque Bairro Morumbi e o Jardim Parque Morumbi (à esquerda), bem como a favela Paraisópolis (à direita).



**Figura 6** – Imagem aérea do distrito Vila Andrade. Fonte: Google Earth

Podemos observar na imagem a grande quantidade de áreas verdes nos bairros nobres do distrito, em contraposição à porcentagem baixíssima de vegetação na favela Paraisópolis.

Os distritos Perdizes e Consolação apresentam valores de porcentagem de vegetação próximos aos valores sugeridos. Entretanto, acreditamos que a porcentagem de vegetação desses locais ainda é baixa, tendo em vista os problemas ambientais, e a quantidade de pessoas e serviços que essas regiões concentram.

Apesar de os distritos Mandaqui, Tremembé e Cachoeirinha apresentarem as maiores porcentagens de vegetação da área de estudo, esses não possuem os valores de porcentagem de vegetação ideal sugerido. Nota-se que a vegetação presente nesses locais é concentrada no Parque Estadual da Cantareira, sendo esta menos abundante no tecido urbano.

Duarte e Serra, 2003 recomendam que os espaços vegetados sejam distribuídos homogeneamente pelo espaço construído, considerando o efeito extremamente localizado da vegetação sobre as condições climáticas locais (Duarte e Serra, 2003). Segundo o mesmo autor, a partir de certo ponto, o tamanho de um único parque faz pouca diferença nas condições climáticas além de seus limites. Porém, a divisão da área verde em um maior número de pequenos parques, espalhados por toda a cidade, estende os benefícios a uma área maior e a um maior número de pessoas.

Vale ressaltar que não estamos propondo a fragmentação do Parque Estadual da Cantareira. Estes deve ter sua morfologia mantida, pois é fundamental para a manutenção da biodiversidade urbana, e por fornecer todos os benefícios já mencionados. A distribuição equitativa da vegetação refere-se às novas áreas a serem arborizadas. Dessa forma, os espaços vegetados poderiam ser pensados como um sistema integrado, onde a arborização urbana poderia manter a conectividade entre o Parque Estadual da Cantareira e os espaços vegetados urbanos, de acordo com as ideias de Forman e Godron (1986).

Cabe salientar que os valores apresentados na Tabela 2. não são absolutos, e sim uma referência geral para a cobertura arbórea de grandes cidades. Segundo Leff (2016), não existe um nível de cobertura arbórea considerado “ótimo” em todos os locais. Cada comunidade deve adotar seus próprios objetivos, dependendo de uma série de considerações, incluindo clima, geografia, preocupações ambientais específicas, preferências locais, serviços ecossistêmicos desejados, padrões de uso e ocupação do solo, recursos e outros fatores. De acordo com o mesmo autor, mais importante que atingir o nível “ótimo” de cobertura arbórea, é encontrar a melhor forma de otimizar a cobertura do dossel - pesando os benefícios desejados em relação aos custos associados.

Tendo em vista o déficit de vegetação da cidade de São Paulo, bem como a necessidade de conexão dos espaços vegetados existentes, apresentamos um cenário ambiental, proposto anteriormente por Franco no Relatório Científico de Progresso

(R-1 FAPESP/Anual) do Projeto de Pesquisa “Infraestrutura verde para a resiliência urbana às mudanças climáticas da cidade de São Paulo”<sup>1</sup>. Este cenário visa a criação de dois corredores verdes, denominados de Trilha Norte-Sul 1 e Trilha Norte Sul 2 (Figura 7.).

Ambos os corredores percorrem a área de estudo no sentido Norte-Sul ao longo de grandes avenidas da cidade, localizadas, em sua maioria, nos fundos de vale, sobre rios canalizados ou ocultos. Dessa forma, a vegetação componente desses corredores pode ter a função de vegetação ciliar, além das demais funções anteriormente apresentadas.

Além da implantação da infraestrutura verde nas vias onde os corredores serão estruturados, as Trilhas Norte-Sul 1 e 2 contemplam a criação de zonas de amortecimento de 500 metros em ambos os lados das referidas vias, que serão densamente arborizadas. Para o presente estudo consideramos uma porcentagem de cobertura arbórea de 60% para as trilhas, porcentagem semelhante à dos bairros densamente arborizados de São Paulo.

No cenário ambiental proposto, a área total de vegetação da área de estudo aumentaria de 3.626,65 hectares para aproximadamente 5.708,29 hectares, enquanto a porcentagem média de cobertura arbórea aumentaria de 21,02% para 27,72%.

Além de aumentar significativamente a porcentagem média de cobertura arbórea da área de estudo, vale ressaltar que os corredores percorrem regiões muito carentes em vegetação, como os distritos: Santana, Casa Verde, Limão, Barra Funda, Perdizes, Itaim-Bibi, Vila Guilherme, Bom Retiro, Sé, República, Liberdade, Bela Vista, Vila Mariana, Saúde e Campo Belo. Dessa forma, com a consolidação do cenário proposto, a porcentagem de cobertura arbórea desses distritos aumentaria expressivamente. Espera-se também uma alteração no microclima desses locais, com amenização das ilhas-de-calor; melhor qualidade do ar; maior permeabilidade do solo e conseqüente redução dos riscos de alagamento, dentre outros benefícios fornecidos pelos espaços vegetados.



**Figura 7** – Cenário ambiental proposto (Trilha Norte-Sul 1, à esquerda, e Trilha Norte-Sul 2, à direita).

MAN: Mandaqui, VAN: Vila Andrade, TRE: Tremembé, MOR: Morumbi, CAC: Cachoeirinha, TUC: Tucuruvi, MOE: Moema, PIN: Pinheiros, SAN: Santana, JPA: Jardim Paulista, CON: Consolação, PER: Perdizes, CBE: Campo Belo, JAB: Jabaquara, IBI: Itaim Bibi, SAM: Santo Amaro, SAL: Saúde, BFU: Barra Funda, LIB: Liberdade, VMA: Vila Mariana, CVE: Casa Verde, BRE: Bom Retiro, BVI: Bela Vista, PAR: Pari, JAC: Jaçanã, LIM: Limão, VME: Vila Medeiros, SCE: Santa Cecília, VGU: Vila Guilherme, SE: Sé, CAM: Cambuci, REP: República, BRS: Brás, API: Alto de Pinheiros, LAP: Lapa, FRE: Freguesia do Ó, BEL: Belém, MOO: Mooca.

#### 4. CONCLUSÕES

Dentre a região amostrada, os distritos paulistanos mais arborizados e que apresentam porcentagem de vegetação ideal, prevista pela literatura, são aqueles com maior renda e com maior disparidade social. Os espaços vegetados estão associados às regiões nobres desses distritos, enquanto que as regiões com menor renda apresentam-se com porcentagem de vegetação muito baixa.

Os distritos menos arborizados se localizam mais próximos da região central de São Paulo, possuem perfil comercial, e sofrem mais intensamente as pressões da urbanização. Apresentam diversos problemas urbanos, como elevados níveis de poluição, ilhas de calor, alagamentos, dentre outros, que reduzem a qualidade de vida da população. Dessa forma, o aumento dos espaços vegetados é primordial nesses locais

É importante para a gestão pública conhecer o uso e ocupação do solo urbano, pois a partir dela é possível estabelecer ações de planejamento mais efetivas, que visem aprimorar a qualidade de vida que a cidade oferece à população.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Capes pela concessão de bolsas, à Fundação DigitalGlobe pela doação de imagens de satélite de alta resolução, e ao Centro de Gerenciamento de Emergências pelo fornecimento de dados utilizados neste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

ATLAS BRASIL. **Ranking São Paulo 2010**. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>>. Acesso em 21/05/17.

BARÓ, F. et al. **Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: The case of urban forests in Barcelona, Spain**. *Ambio*, v. 43, n. 4, p. 466–479, 2014.

BEYER, K. M. M.; KALTENBACH, S.; BOGAR, S.; NIETO, F.; MALECKI, K.KM. **Exposure to neighborhood green space and mental health: Evidence from the survey of the health of Wisconsin**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 11, n. 3, p. 3453–3472, 2014.

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

DIGITALGLOBE FOUNDATION. Disponível em: <<http://www.digitalglobefoundation.org/>>. Acesso em 17 nov. 2016.

FRANCO. **Infraestrutura verde para a resiliência urbana às mudanças climáticas da cidade de São Paulo**. Relatório Científico de Progresso (R-1 FAPESP/ANUAL). Processo 15/10597-0. Faculdade de Arquitetura Urbanismo e Design da Universidade de São Paulo, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030>>. Acesso em: 20. mar. 2017.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 1948. 479p.

LEFF, M. **The Sustainable Urban Forest: A Step-by-Step Approach**. Davey Institute / USDA Forest Service. 2016. 102p.

LI, H.; CHEN, W.; HE, W. **Planning of green space ecological network in urban areas: an example of Nanchang, China**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 12, n. 10, p. 12889–12904, out. 2015.

MAHER, B. A. et al. **Impact of roadside tree lines on indoor concentrations of traffic-derived particulate matter**. Environmental Science and Technology, v. 47, n. 23, p. 13737–13744, 2013.

MCPHERSON, E. Gregory. **Accounting for benefits and costs of urban greenspace**. Landscape and Urban Planning, v. 22, n. 1, p. 41-51, 1992.

NOBRE C.A.; YOUNG, A.F.; SALDIVA, P.; MARENGO, J.A.; NOBRE, A.D.; ALVES JR., S.; SILVA, G.M.C.; LOMBARDO, M. **Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo, Relatório Final**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, Sumário executivo, p.32, 2010.

NOWAK, D. J.; HIRABAYASHI, S.; GREENFIELD, E. **Tree and forest effects on air quality and human health in the United States**. Environmental Pollution, v. 193, p. 119–129, 2014.

O ESTADO DE S. PAULO. **Vila Andrade, o ‘novo Morumbi’, é o bairro que mais cresce, 2014**. Acesso em: 17 jun. 17. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,vila-andrade-o-novo-morumbi-e-o-bairro-que-mais-cresce,1607979>>.

## ARTIGO Nº 3

**ESTUDO DE INFRAESTRUTURA VERDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO MONJOLINHO, SÃO CARLOS, SP**

*GREEN INFRASTRUCTURE STUDY OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF  
MONJOLINHO STREAM, IN SÃO CARLOS CITY, SP*

MARIA CECILIA PEDRO BOM DE LIMA  
LUCIANA BONGIOVANNI MARTINS SCHENK

**ESTUDO DE INFRAESTRUTURA VERDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO MONJOLINHO, SÃO CARLOS, SP**  
*GREEN INFRASTRUCTURE STUDY OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF  
MONJOLINHO STREAM, IN SÃO CARLOS CITY, SP*

**MARIA CECILIA PEDRO BOM DE LIMA**

Arquiteta e Urbanista formada pelo IAU-USP, mestranda pelo Programa de Pós Graduação do Instituto de Arquitetura e Urbanismo, USP – São Carlos.  
mariaceciliapbl@gmail.com

**LUCIANA BONGIOVANNI MARTINS SCHENK**

Arquiteta Urbanista FAU-USP, Mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela FAU-USP e Doutorado pelo IAU-USP, Bacharel em Filosofia, FFLCH – USP, docente no Instituto de Arquitetura e Urbanismo, IAU – USP – São Carlos.  
lucianas@sc.usp.br

**RESUMO**

Este artigo apresenta um estudo sobre a relação entre rios e cidades, procurando identificar lógicas e agentes envolvidos e as repercussões no cotidiano de São Carlos, cidade de médio porte localizada no interior do estado de São Paulo. Norteado pela ideia de bacia hidrográfica como unidade territorial e de projeto, este estudo busca explorar possibilidades do estabelecimento de infraestrutura verde na sub-bacia hidrográfica do Córrego Monjolinho, a partir do contexto dessa rede hídrica. A perspectiva enfatiza a relação entre infraestrutura verde e a promoção de sociabilidades em um Sistema de Espaços Livres: um potencial diálogo entre processos naturais e processos urbanos. O desenvolvimento do artigo segue 4 partes: a primeira trata do histórico de ocupação urbana da sub-bacia estudada, identificando valores que orientaram o processo de construção da forma urbana e da relação entre seus cursos d'água e a cidade; a segunda parte discorre sobre o momento em que se iniciou a inserção de questões socioambientais no planejamento da referida cidade na década de 2000, indicando lógicas de produção da cidade que divergiram do quadro predominante; a terceira parte promove uma leitura acerca das potencialidades de instalação de infraestrutura verde, procurando avaliar diferentes qualidades espaciais; a quarta parte apresenta as considerações finais sobre o tema abordado.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica; infraestrutura verde; espaços livres; forma urbana; rede hídrica.

## ABSTRACT

*This article presents a study about the relationship between rivers and cities, trying to identify logics and agents involved and the repercussions in the daily life of São Carlos City, a medium-sized town located in the countryside of São Paulo State. Based on the idea of a hydrographic basin as a territorial and project unit, the study seeks to explore possibilities of establishing green infrastructure in the hydrographic sub-basin of the Monjolinho Stream, from the context of that water supply network. The perspective emphasizes the relationship between green infrastructure and the promotion of sociability in a System of Open Spaces: a potential dialogue between natural and urban processes. The development of the article is split into 4 parts: the first deals with the history of urban occupation of the focused sub-basin, identifying values that guided the process of building the urban form and the relationship between its watercourses and the city; the second part focuses the moment the insertion of socio-environmental issues began in the planning of the city during the first decade of 2000, indicating city's production logics that diverged from the prevailing situation; the third part promotes an understanding about the potentialities of installing green infrastructure, aiming to evaluate different qualities of spaces; the fourth part presents the concluding considerations on the subject in focus.*

**Keywords:** *River Basin; Green Infrastructure; Open Spaces; Urban Form; Water Supply Network*

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste em um desdobramento de uma pesquisa de mestrado em andamento vinculada ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP e financiada pela CAPES, sob orientação de [autor 2]. A pesquisa trata do potencial de rios e córregos em estruturar um Sistema de Espaços Livres que promova a mediação entre processos urbanos e processos naturais. Este artigo tem como objetivo descrever brevemente a realidade conflituosa expressa pela relação entre rede hídrica e espaço urbano na cidade de São Carlos em sua principal bacia hidrográfica para então indicar possibilidades de integração entre cursos d'água e cotidiano urbano a partir do conceito de infraestrutura verde.

Destaca-se nesta abordagem a ideia de bacia hidrográfica como unidade territorial e de projeto, a partir da qual será efetuada a leitura do processo de expansão urbana

da cidade de São Carlos, bem como a proposição de um Sistema de Espaços Livres associado à infraestrutura verde.

Na sequência das ações que orientaram a construção da forma urbana de São Carlos, observa-se a predominância da chamada infraestrutura cinza como solução para os problemas urbanos decorrentes da acelerada expansão da cidade. Esse histórico contribuiu para a determinação de relações conflituosas entre cursos hídricos e cotidiano urbano e não difere da maior parte das cidades brasileiras.

No entanto, ainda é possível identificar no espaço urbano estudado potenciais paisagísticos que, inaugurando novas lógicas de construção da cidade, sejam capazes de proporcionar novas espacialidades que concorram para o estabelecimento de uma efetiva vida na cidade. O que está em pauta é o projeto desses espaços sob uma nova perspectiva, a elaboração de um projeto que tenha na *resiliência* uma de suas expectativas. Esse termo, que se refere à “capacidade de um sistema absorver impactos e manter suas funções ou propósitos, isto é, sobreviver ou persistir em um ambiente com variações, incertezas”, (HERZOG, 2013, p79), quando tornado pressuposto de projeto altera seu desenvolvimento profundamente, uma vez que incorpora a alteração temporal e adaptabilidade como questão inexorável.

Esse artigo trata do primeiro movimento implicado nessa metodologia, a saber, a conquista da área que potencialmente pode vir a receber projeto. O percurso reflete acerca da temática e se desenvolve a partir do recorte espacial da sub-bacia hidrográfica do Córrego Monjolinho, na qual se encontra a parte majoritária do perímetro urbano da cidade de São Carlos.

Ressalta-se ainda a importância do estudo dessa perspectiva em cidades médias, cuja escala ainda possibilita a apreensão da forma urbana como uma totalidade numa visão sistêmica que enriquece o estudo de possibilidades de implantação das infraestruturas, ampliando seu projeto na direção das chamadas infraestruturas verdes e compreendendo com maior abrangência os processos naturais e sua relação com a forma urbana.

O artigo é estruturado em 4 partes. A primeira parte contextualiza a questão na cidade de São Carlos, a partir de uma descrição do processo de construção da forma urbana de São Carlos: as tentativas de planejar o território urbano e o estabelecimento do conflito rio-cidade norteiam esse desenvolvimento. A segunda parte aborda a introdu-

ção de questões ambientais no planejamento urbano na cidade a partir da aprovação do Plano Diretor do Município de São Carlos em 2005. A terceira parte apresenta uma leitura, a distinção de espaços e a potencial introdução do conceito de infraestrutura verde na sub-bacia do Córrego Monjolinho. A quarta parte reflete acerca do quadro construído apresentando as considerações finais do artigo.

### **SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO MONJOLINHO: CARACTERÍSTICAS GERAIS E PROCESSO DE OCUPAÇÃO**

São Carlos é uma cidade de médio porte do interior do Estado de São Paulo, que conta atualmente com 241.389 habitantes, distando 236 Km da capital (IBGE, 2015). O território do município está localizado no divisor de águas das bacias hidrográficas Tietê-Jacaré e Mogi-Guaçu, em altitudes que variam de 700 a 900 metros. Apresenta aspectos ambientais relevantes como a Área de Proteção Corumbataí, a Represa do Broa, Estações Ecológicas, e uma peculiar condição geográfica de implantação sobre área de recarga do Aquífero Guarani (SCHENK; PERES; FANTIN, 2015) .

O Município possui uma rica rede hídrica que se distribui por seu território, com cursos d'água pouco caudalosos. A parte majoritária do atual perímetro urbano de São Carlos ocupa a sub-bacia hidrográfica do Córrego Monjolinho (ver figura 1), cujas nascentes localizam-se na região leste do município, desaguando no Rio Jacaré Guaçu. Alguns dos principais afluentes do Córrego Monjolinho estão indicados na figura 2.

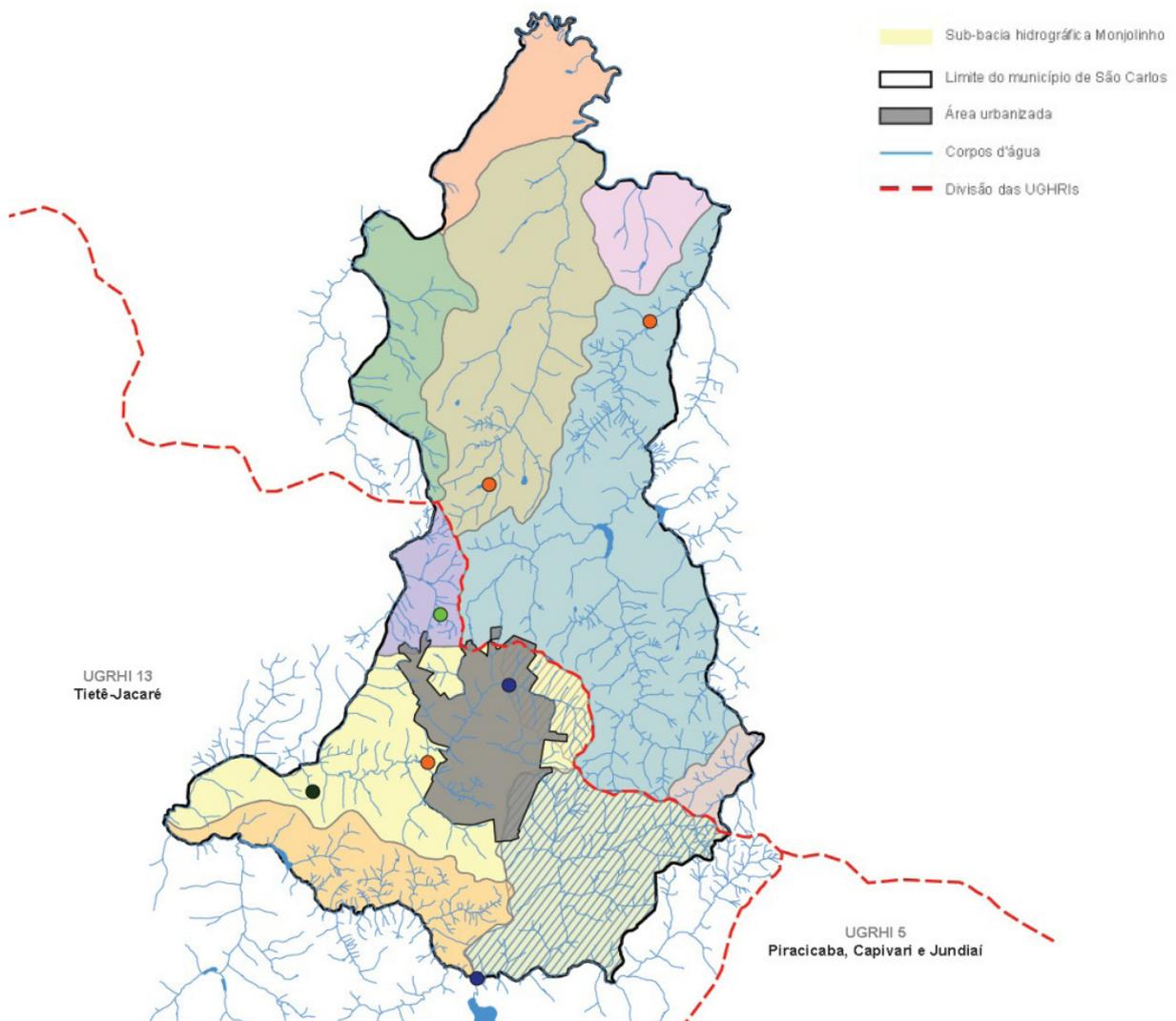
A breve descrição do processo de ocupação da sub-bacia do Córrego Monjolinho é apresentada aqui tendo como fio condutor a relação entre rio e cidade. Embora essa relação tenha se apresentado em diferentes registros ao longo do tempo, narrativas testemunham um período em que o Córrego fez parte do cotidiano e do lazer de seus cidadãos<sup>1</sup>. Atualmente, contudo, essa relação é fruto de um processo de canalização e tamponamento dos cursos de água, a infraestrutura cinza tornada comum a partir da segunda metade do século XX e que acompanhou a tendência nacional em priorizar o fluxo de automóveis na construção do espaço urbano.

---

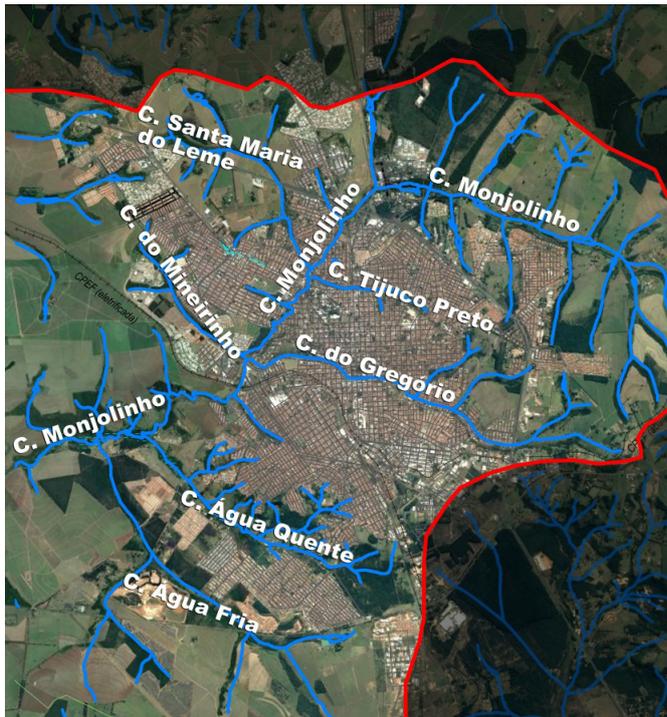
<sup>1</sup> Disponível em <<https://aguasdamemoria.wordpress.com/>> acesso em Junho de 2017.

Segundo Maria Cecília Gorski, tais medidas, que consideram os rios como corpo isolado, interferem no equilíbrio do ciclo hidrológico, resultando nos recorrentes problemas que afetam o cotidiano das cidades, como as enchentes e a poluição da água.

A evolução da urbanização foi conseguindo eclipsá-los [os rios] e anular sua importância, restringindo sua presença quase apenas aos sintomas perturbadores, ou seja, mau cheiro, obstáculo à circulação e ameaça de inundações (GORSKI, 2010, p. 31).



**Figura 1** – sub-bacias hidrográficas do território do município de São Carlos. Adaptado de FUSP, 2011.



**Figura 2** – principais córregos da sub-bacia do Monjolinho dentro do perímetro urbano. Elaborado a partir de base do GoogleEarth, 2016 e carta de áreas públicas da PMSC, 2011.

Historicamente o núcleo urbano que deu origem à cidade surgiu no encontro entre o chamado Picadão de Cuiabá<sup>2</sup> e o Córrego Gregório, onde se estabeleceram aglomerações que efetuavam trocas comerciais com os viajantes que passavam pelo local em finais do século XVII. Foi a produção cafeeira que estimulou a constituição da cidade, tendo em vista o surgimento de interesses comerciais na região por parte da elite local, constituída por proprietários de terras (BISINOTTO, 1988).

Os limites urbanos da cidade se contiveram na microbacia do Córrego Gregório até o desenvolvimento da produção industrial, impulsionada a partir da construção da ferrovia em 1884. Gradativamente a indústria substituiu o café como principal atividade produtiva, o que também concedeu à área urbana uma independência produtiva com relação à área rural, principalmente a partir da década de 1940 (DEVESCOVI, 1987).

Nesta primeira etapa de lento crescimento urbano de São Carlos, anterior à difusão da indústria, já se notavam indicações de ocupação inadequada dos fundos de vale. Os primeiros arruamentos construídos na cidade seguiram um padrão em quadrícula,

<sup>2</sup> Caminho aberto por determinação do governo português no século XVII com o intuito de conectar a Coroa às atividades mineradoras (BISINOTTO, 1988).

ignorando as características do sítio natural, como relevo e hidrografia. A proximidade entre a malha urbana com o Córrego Gregório já resultava em problemas de enchente e poluição pelo menos desde o final do século XIX, como noticia o jornal local da época, “O Correio de São Carlos”:

O encanamento que leva água para os moradores do bairro da Estação rompeu-se hontem, à Rua Visconde do Pinhal, esquina da Rua Riachuelo por causa da grande enchente do córrego que atravessa a cidade nesse ponto” (O Correio de São Carlos, 24 de novembro de 1899).

A expansão urbana de São Carlos seguiu o avanço da produção industrial e acentuou-se principalmente a partir da década de 1950, alcançando até 1970 as microbacias do Córrego Tijuco Preto e, em 1980, a do Córrego Água Quente. O tecido urbano foi adquirindo um caráter fragmentado, determinado pela implantação de diversos loteamentos segundo os interesses dos proprietários de terras, sem instrumentos que organizassem esse crescimento. Foram elaborados códigos de posturas pela Câmara Municipal, mas sendo esta constituída por representantes das elites locais, pouco interferiam, representando interesses particulares. Há descrições de alterações sucessivas do perímetro urbano realizadas para adequá-lo em acordo aos novos loteamentos apresentados. Essa prática foi comum durante todo o período que antecede ao primeiro Plano Diretor do Município de São Carlos, PDMSC, aprovado pela Câmara de Vereadores apenas em 2005.

Existiram tentativas de ordenação do território urbano, porém não lograram ser implementadas. Em 1962 foi elaborado um Plano Diretor e em 1971 um Plano Diretor de Desenvolvimento Integral, porém, não chegaram a ser votados na Câmara de Vereadores (SCHENK; PERES; FANTIN, 2015).

De um modo geral, as mudanças da legislação urbanística ficaram aquém das necessidades de controle, e a fiscalização foi omissa em muitos casos. A lei de perímetro urbano que poderia ser usada para definir os limites da expansão veio a reboque do processo de expansão, regularizando a ocupação urbana da área rural (LIMA, 2007, p. 107).

Além da ausência de instrumentos legais que controlassem a ocupação do território, o crescimento urbano ocorrido nas décadas de 1960 e 1970 foi impulsionado pelas obras de infraestrutura viária. Observa-se aqui o reiterar de um modelo, a cidade de

São Carlos se enquadra em um contexto brasileiro no qual o desenvolvimento é relacionado à ideia de progresso contida na execução de grandes obras viárias de infraestrutura e expansão urbana. Na década de 1960 iniciaram-se obras de canalização do Córrego Gregório e a década de 1970 foi marcada pela construção de avenidas marginais aos Córregos Gregório, Monjolino e Tijuco Preto. As avenidas marginais constituíram-se assim como vetores de crescimento da cidade (LIMA, 2007).

Tais obras eram identificadas com a ideia de progresso e eram reconhecidas como soluções para os problemas urbanos como enchentes e poluição. As figuras 3 e 4, referentes a trechos de notícias divulgadas na imprensa local, pelo jornal “A Folha”, explicita esses valores.

### **DOV terminou canalização do Córrego Gregório**

As obras de canalização do Córrego do Gregório, no trecho situado entre as Ruas Dna. Alexandrina e Avenida São Carlos, chegaram a seu término, ficando assim completado o conjunto de obras que inclui Mercado Municipal, Praça Santos Dumont e retificação do Córrego. Esta obra, realizada pela Diretoria de Obras e Viação da Prefeitura Municipal, vem resolver definitivamente o problema que periodicamente fazia do velho Mercado um verdadeiro lamaçal, ou seja, o problema crucial e antigo das enchentes. Com a retificação do Córrego são remotas as possibilidades de que o atual Mercado venha a ser inundado, além de que a retificação do Córrego não ficou restrita a apenas esta parte de seu percurso, havendo autorização para construção de nova ponte no cruzamento das Ruas Jesuino de Arruda e José Bonifácio.

**Figura 3** – trecho de notícia do jornal “A Folha” de Julho de 1968. Fundação Pró Memória de São Carlos.

### **Uma Avenida que se chama Progresso**

Agora São Carlos está se aprimorando ainda mais no terreno do urbanismo. A Avenida que se acha em construção e que margeia o córrego “Gregório” será, quando terminada, uma das mais bonitas e funcionais do interior.

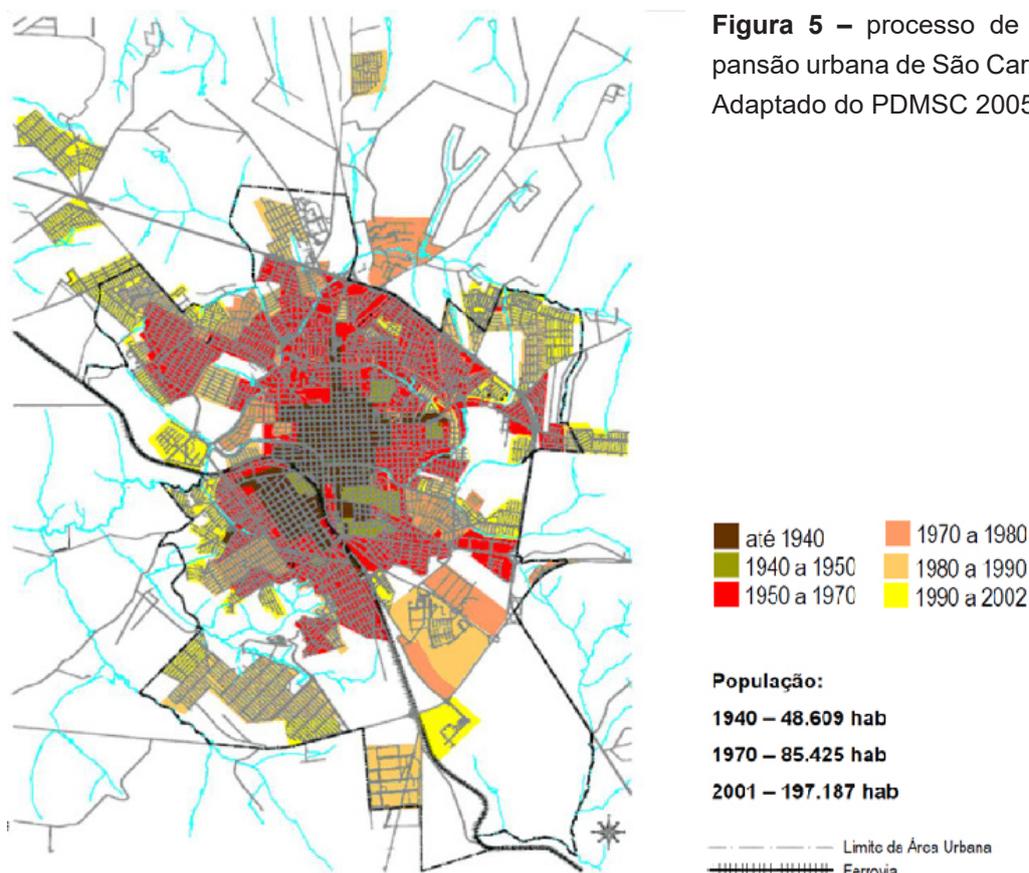
**Figura 4** – trecho de notícia do jornal “A Folha” de Setembro de 1968. Fundação Pró Memória de São Carlos.

No entanto, essa lógica de ocupação do território acentuou os problemas resultantes da interferência do ciclo hidrológico da sub-bacia do Monjolino, tendo em vista a

impermeabilização das encostas e dos fundos de vale e o confinamento de cursos d'água. As enchentes permaneceram no cotidiano da cidade nos períodos chuvosos.

A partir da década de 1980 acentuou-se o espraiamento de São Carlos, sendo implantados loteamentos cada vez mais distantes da região central. Isso contribuiu para a caracterização de uma relação dicotômica entre as regiões norte e sul da cidade, sendo a primeira ocupada por empreendimentos de alto padrão e a segunda por empreendimentos voltados às classes populares, inclusive do Programa Minha Casa Minha Vida, faixa 1 (SCHENK; PERES; FANTIN, 2015).

A territorialização desse processo de espraiamento explicita uma questão urbana de relevância: áreas vulneráveis ocupadas por populações vulneráveis. Essa sobreposição é percebida na região Sul de São Carlos. A região Sul é dotada de fragilidades ambientais por coincidir com uma área de recarga do Aquífero Guarani, apresentando solo inadequado para ocupações urbanas. O alinhamento dessas fragilidades gera baixo valor de terras, baixo poder aquisitivo, infraestruturas insuficientes e grandes problemas socioambientais.



## **O PLANEJAMENTO URBANO DE SÃO CARLOS SEGUNDO VALORES AMBIENTAIS**

A década de 2000 inaugurou um período que apresentou indicações de transformação do quadro do planejamento urbano de São Carlos. A mudança de governo coincide com a adoção de princípios de inclusão de questões socioambientais nos instrumentos de orientação do processo de urbanização.

Alguns anos antes, em 1995, a Associação de Proteção Ambiental de São Carlos, APASC, moveu uma ação contra a Prefeitura de São Carlos, que resultou na determinação da suspensão da construção de avenidas em fundo de vale nos casos que inexistissem licenciamentos ambientais.

A condenação ocorreu no momento em que tomou posse a gestão municipal em 2001, que decidiu acatar a decisão, abrindo uma oportunidade para se repensar o território urbano sobre bases contemporâneas, desde o planejamento por Bacias Hidrográficas à reflexão sobre o modelo viário pautado pelas avenidas marginais (ANELLI, 2007).

Neste contexto, aponta Anelli (2007), elaborou-se um Plano de Mobilidade Urbana Ambientalmente Sustentável, concluído em 2002, o qual serviu como base para as medidas do Termo de Ajustamento de Conduta, celebrado entre a Prefeitura Municipal e a APASC em 2005, que buscou responder à condenação resultante da ação de 1995. Este plano foi pautado pelo incentivo ao transporte público e não motorizado e pelo distanciamento de obras viárias das margens de cursos d'água. No que diz respeito a situações consolidadas que impossibilitavam esse distanciamento, o plano propôs a elaboração de ações de compensação ambiental.

As obras previstas no TAC não foram integralmente executadas. Foram concretizadas as obras de renaturalização de um trecho do Córrego Tijuco Preto, o qual estava canalizado e tamponado e foi construída a duplicação da Avenida Francisco Pereira Lopes (que margeia o córrego Monjolinho) e da Avenida Comendador Alfredo Maffei (que margeia o Córrego Gregório), considerando um afastamento das margens desses córregos, o que permitiu a reconstituição da vegetação em trechos das Áreas de Preservação Permanente (ANELLI, 2007).

Parte das propostas desse Termo de Ajustamento de Conduta foram incorporadas ao Plano Diretor elaborado e implementado em 2005 (ANELLI, 2007). Este plano deter-

minou diretrizes de zoneamento levando em conta as fragilidades socioambientais presentes no território urbano. Alguns elementos que ilustram essa perspectiva é a definição da região sul e da área de mananciais do córrego Monjolinho a leste como zonas de recuperação e ocupação controlada, além da elaboração de um diagnóstico das áreas de preservação permanente dentro do perímetro urbano, indicando as situações de ocupação inadequada, decorrentes principalmente do período de construção da primeira fase das avenidas marginais.

A revisão deste Plano Diretor iniciou-se em 2011 e buscou, a princípio, dar continuidade aos esforços iniciados em 2005 na promoção de um planejamento urbano ambientalmente equilibrado, efetuando-se estudos pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP, em conjunto com técnicos da Prefeitura. Uma das estratégias adotadas foi a consolidação da bacia hidrográfica como unidade territorial e de gestão tendo como abrangência todo o Município.

A incorporação da bacia hidrográfica como unidade fundamental de planejamento territorial, busca estreitar as ações e ampliar a articulação entre políticas municipal e regional, entre os padrões de uso e ocupação urbanos e rurais, direcionando ações conjuntas e articuladas em um território comum. A bacia hidrográfica é compreendida aqui como “unidade integradora” (PMSC/FUSP, 2012).

No entanto, a proposta elaborada pelo IAU-USP em conjunto com a PMSC foi abandonada pela gestão municipal que assumiu o mandato a partir de 2012, a qual reiniciou o processo de revisão.

Diante da incongruência do processo de revisão em curso com os princípios do Estatuto das Cidades (2001) houve intervenção do Ministério Público em 2015, que determinou a constituição de um Núcleo Gestor Compartilhado, composto por representantes da sociedade civil e da administração pública. A retomada da elaboração do plano passou por diversas negociações até 2016, quando foram consolidados os produtos das discussões.

Algumas questões podem ser levantadas a partir de uma comparação entre o plano de 2005 e o plano de 2016 (ver figuras 6 e 7).

Houve aumento do perímetro urbano na região sul. Apesar de essa região ter sido

mantida como zona de ocupação controlada, a inclusão de áreas dentro do novo perímetro urbano propicia abertura à continuidade da produção de habitações voltadas para classes populares em locais com infraestrutura insuficiente e com fragilidades ambientais. Isso aumentaria a segregação socioespacial já evidente na cidade, além de fragilizar os ecossistemas existentes no local, comprometendo as áreas de recarga do Aquífero Guarani.

Outro ponto a ser observado diz respeito à delimitação de Áreas e Interesse Ambiental. O mapa produzido na revisão do plano diretor aparentemente explicita a demarcação de maior quantidade dessas áreas, que se referem majoritariamente a áreas de proteção permanente. No entanto, nota-se que a maior quantidade dessas áreas está distante do tecido urbano mais consolidado. As APPs indicadas em trechos dos córregos Monjolinho, Gregório e Tijuco Preto apresentam escassez de espaços livres e áreas permeáveis, caráter resultante da construção das avenidas marginais. Desse modo, a grande quantidade de Áreas de Interesse Ambiental exibidas no mapa é, na realidade, ilusório: trata-se de Área de Proteção Invadida.

Tanto no plano de 2005 como no de 2016, a região que percorre as avenidas marginais ao córrego Monjolinho são indicadas como áreas de ocupação induzida. Por um lado, essa medida visa contribuir para reduzir os vazios urbanos de modo a impedir os mecanismos de especulação imobiliária e espraiamento da cidade. Por outro lado, isso implica na necessidade de diretrizes que orientem a ocupação desses vazios de acordo com um modelo sustentável. Caso contrário, na medida em que a ocupação urbana vai se adensando no entorno dos córregos, esse zoneamento pode também terminar por reduzir as possibilidades de projetos e implantação de um sistema de espaços livres que resguarde os cursos d'água e mitigue os problemas de enchente e poluição dos recursos hídricos.

Os dois primeiros tópicos do artigo procuraram apresentar um estudo sobre o processo de urbanização de São Carlos e sua relação com a apropriação dos cursos hídricos. A seguir, as informações apresentadas até aqui servirão de suporte para contextualizar e ensaiar uma proposta preliminar de projeto de infraestrutura verde na sub-bacia do Córrego Monjolinho.

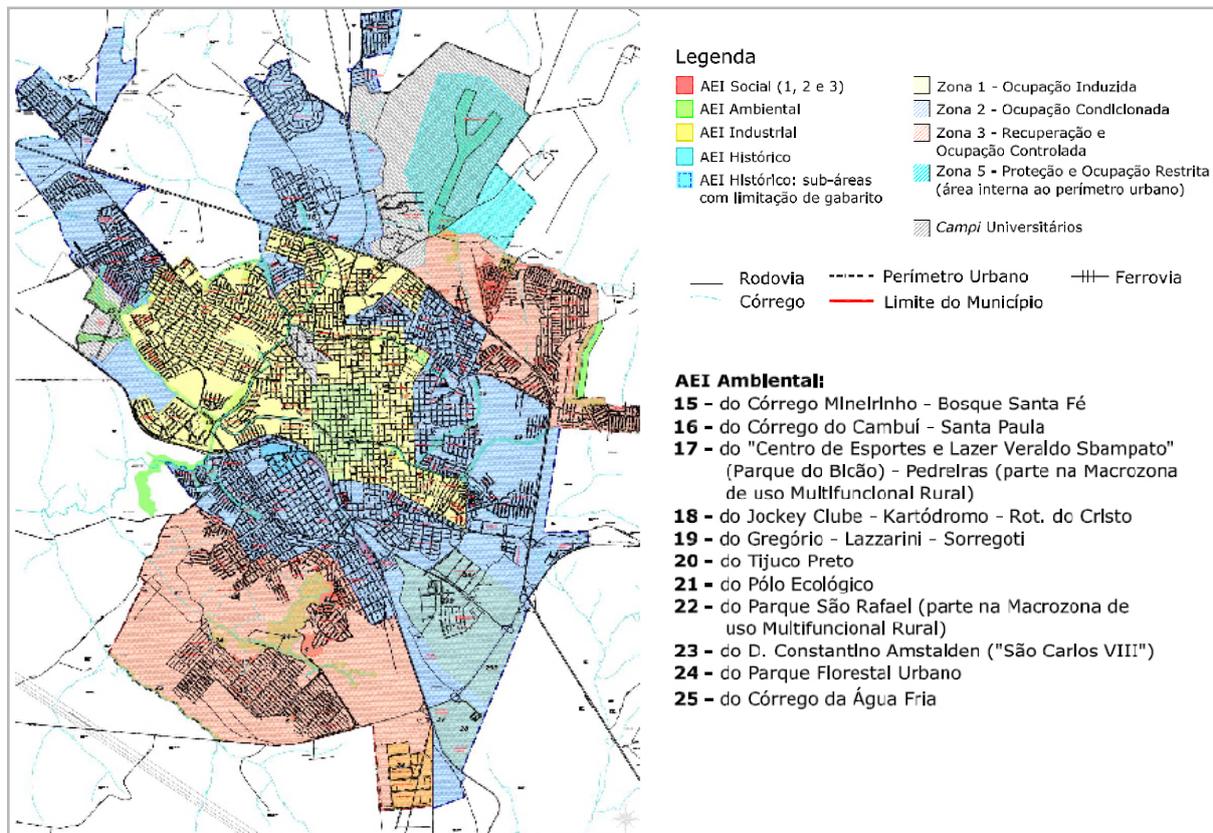


Figura 6 – Áreas de Especial Interesse do Plano Diretor de 2005. Adaptado de PMSC, 2005.

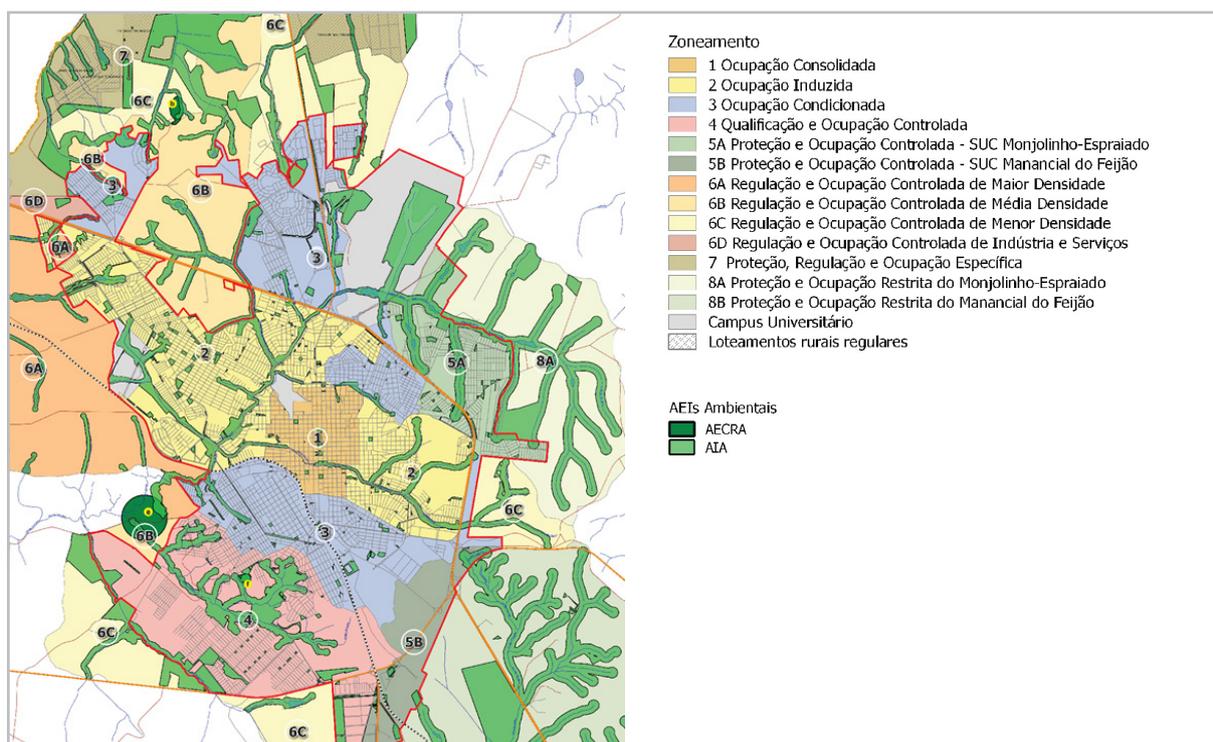


Figura 7 – Áreas Especiais de Interesse do Plano Diretor de 2016. Adaptado de SMH DU, 2016.

## PROPOSTA DE INFRAESTRUTURA VERDE PARA A SUB-BACIA DO CÓRREGO DO MONJOLINHO

A observação do contexto apresentado nos itens anteriores mostra que a forma urbana de São Carlos resultou de uma série de ações que contribuíram para a construção de uma relação conflituosa entre cotidiano urbano e cursos d'água, apesar de momentos como o TAC de 2005 e as intenções colocadas nos Planos Diretores a partir de 2005.

Busca-se mostrar aqui as potencialidades ainda existentes na sub-bacia do Monjolinho para se pensar um possível projeto de infraestrutura verde, que possa contribuir para o restabelecimento do equilíbrio de processos naturais no contexto urbano.

Segundo Paulo Pellegrino (2006):

... a ideia de uma infraestrutura verde, agregando corredores verdes urbanos (greenways), alagados construídos (constructed wetlands), reflorestamentos de encostas e ruas verdes, entre outras intervenções de baixo impacto e incorporando melhores práticas de manejo das águas, poderá fornecer importantes contribuições para o desenho ecologicamente mais eficiente da cidade, reforçando o papel crucial dos espaços livres vegetados para uma maior sustentabilidade urbana (PELLEGRINO *et al.*, 2006, p. 59).

Herzog e Rosa (2010) definem a **infraestrutura verde** como “**redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados**, preferencialmente arborizados (...) interconectados que reestruturam o mosaico da paisagem” (HERZOG e ROSA, 2010, p. 97). Este conceito destaca a importância do sistema de espaços livres de uma cidade como elementos que contribuem para a continuidade dos processos naturais dentro da cidade, visto que podem se configurar como áreas permeáveis, locais com maior massa arbórea e biodiversidade, dentre outras qualidades.

Há um diálogo entre a proposição da **rede** que compõe a infraestrutura verde e o **Sistema de Espaços Livres, SEL**. A diferença parece estar justamente naquilo que não permanece permeável e verde no SEL. A par dessa divergência, uma questão importante: o mosaico construído pelo Sistema de Espaços Livres não diz respeito apenas aos espaços livres públicos e nesse sentido existe uma convergência com a rede multifuncional de fragmentos proposta por Herzog e Rosa.

A perspectiva metodológica do Sistema de Espaços Livres realiza a *captura* de todos os espaços livres de edificação, ou seja: permanecem em sua coleção as praças ditas secas, os estacionamentos, os pátios impermeabilizados, entre outros.

A estratégia busca em seu primeiro momento mapear os espaços livres de modo a constituir um potencial Sistema de Espaços Livres. Num segundo momento, atento às expectativas de estabelecimento de uma proposição de infraestrutura verde, e tendo em vista o histórico levantado e o fenômeno vivido, observa o SEL e elege os lugares que poderiam receber as técnicas concernentes à infraestrutura verde.

São Carlos possui um conjunto de praças e parques com características modestas. As praças de maior relevância ligam-se ao período de fundação, a partir de 1857, mas com grande desenvolvimento a partir do final do Século XIX pela economia cafeeira.

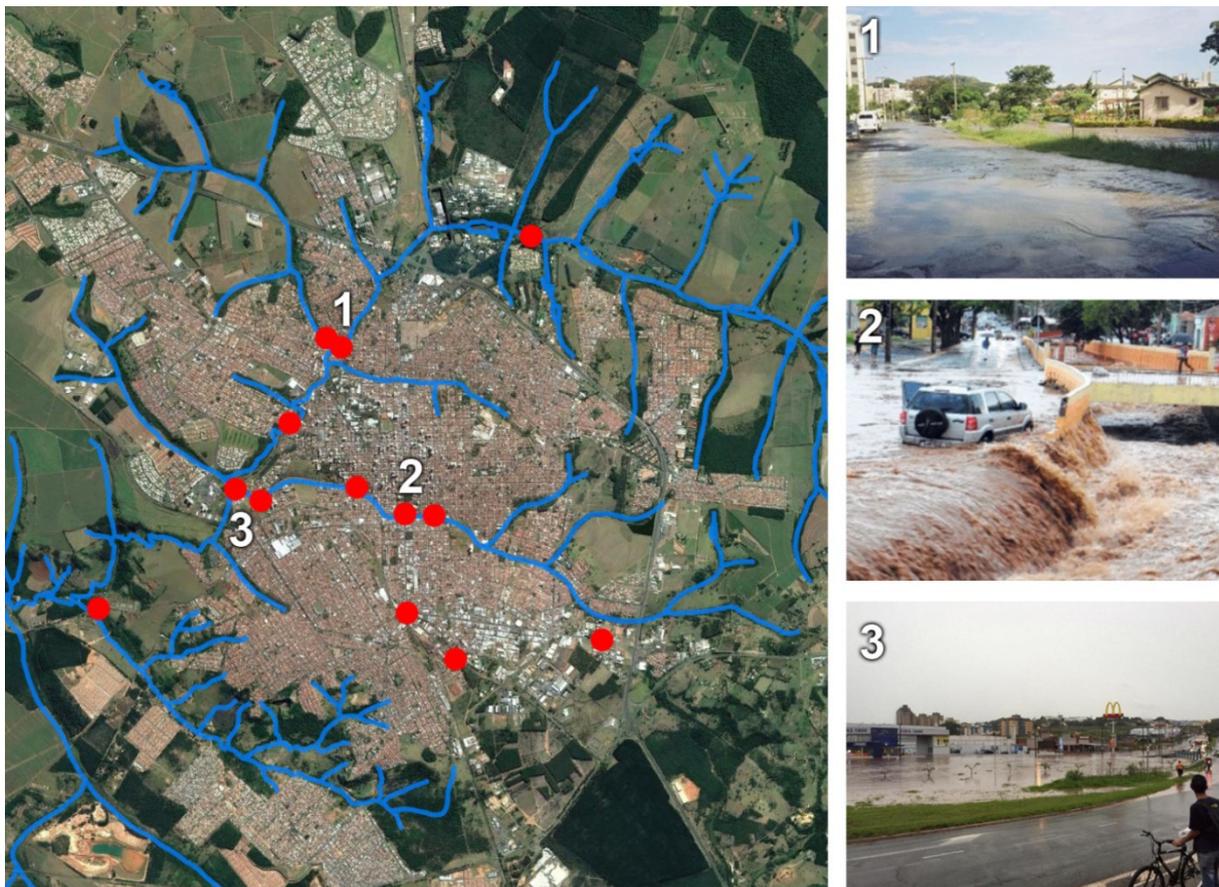
As praças históricas conformam a centralidade da cidade constituída pelo eixo estruturante da Avenida São Carlos e pela sequência de três praças na várzea do Córrego Gregório que, transversal à Avenida São Carlos aparece canalizado, em alguns trechos tamponados e ainda um dos grandes pontos de alagamento da cidade. Os parques não participaram da formulação urbanística naquele momento e se apresentam atualmente em número reduzido para a população; apenas dois estão dentro da malha urbana e localizados próximos a cursos de água: o Parque do Bicão, construído sobre as nascentes do Córrego Medeiros, e o Parque do Kartódromo, localizado nas proximidades do encontro do Córrego Monjolinho e do Córrego Santa Maria do Leme.

Ainda hoje no discurso dos dirigentes, como afirma o Plano de Drenagem Urbana de 2016, medidas que buscam solucionar o problema de enchentes estão vinculadas a obras de canalização dos córregos e a feitura de piscinões. Apesar da elaboração de planos mais abrangentes, a execução concreta se limita a intervenções que buscam resultados mais imediatos e simplificadores. Mas conforme atesta a literatura, esse tipo de obra transfere os problemas do desequilíbrio hidrológico para outras regiões da cidade (SPIRN, 1995).

A figura 8 indica os pontos suscetíveis a alagamentos, demarcados de acordo com informação de notícia sobre a instalação de placas de sinalização de áreas de risco de enchentes<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Disponível em <<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/placas-sobre-risco-de-alagamentos-sao-instaladas-em-pontos-de-sao-carlos.ghtml>> acesso em Junho de 2017.



**Figura 8** – À esquerda: pontos suscetíveis a enchentes. Mapa elaborado a partir de base do Google Earth, 2016 e carta com arruamentos da PMSC, 2011. À direita: 1 – Alagamento na região de encontro do Córrego Sta. Maria do Leme com Córrego Monjolinho. ONG Veredas; 2 – Alagamento na região de encontro do Córrego do Gregório com o Córrego Monjolinho. A Folha Paulista <sup>4</sup>, 2015; 3 – Transbordamento do Córrego do Gregório em região próxima ao centro. G1/EPTV <sup>5</sup>, 2013.

A partir das áreas suscetíveis a enchentes e das características da ocupação urbana desses locais, é possível identificar espaços onde potencialmente podem funcionar elementos de infraestrutura verde.

O Córrego Gregório apresenta grande parte de suas margens impermeabilizadas, no trecho que percorre o centro da cidade. Por ser uma região de ocupação mais antiga, existem poucos espaços livres ao longo de seu curso. As regiões mais próximas de suas

<sup>4</sup> Disponível em: <[www.afolha.com.br/cidades/chuvas-fortes-causam-estragos-em-sao-carlos-e-regiao](http://www.afolha.com.br/cidades/chuvas-fortes-causam-estragos-em-sao-carlos-e-regiao)> Acesso em jun. 2017.

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/fotos/2013/10/veja-fotos-do-alagamento-causado-pela-chuva-em-sao-carlos-sp.html#>> acesso em Junho de 2017.

nascentes, a leste, apresentam maior quantidade de superfícies permeáveis, incluindo a área denominada como Parque da Chaminé, nunca construído que, em conjunto com a gleba localizada na margem esquerda do córrego, denotam um potencial espaço de mitigação de enchentes. Próximo à sua foz no Córrego Monjolinho, também existem duas glebas que restam desocupadas ao longo da construção da cidade.

Por ter suas nascentes localizadas nas áreas protegidas a Leste do Município, portanto permeáveis e com baixa ou nenhuma ocupação, o Córrego Monjolinho só será percebido como um problema na altura de seus encontros com outros Córregos, o do Santa Maria do Leme e do Tijuco Preto. As regiões mais suscetíveis a enchentes são aquelas que coincidem com o encontro de cursos d'água; outro ponto de alagamentos ocorre quando o Córrego Gregório desagua no Córrego Monjolinho. Apesar de existirem poucas áreas públicas, espaços livres podem vir a participar do mosaico a ser proposto, pois, além de alguns trechos do córrego serem resguardados por APPs, existem algumas propriedades que ainda não foram ocupadas por edificação.

O Córrego Tijuco Preto tem boa parte de seu percurso salvaguardado pelo TAC que garantiu a implantação parcial de um Parque ao longo de seu curso naturalizado. Quando passa ao trecho mais urbanizado, no qual recebe as marginais da Avenida do Trabalhador Sancarlense se iniciam os problemas de enchentes.

Diante dessas características, indica-se aqui algumas possibilidades de implantação de infraestrutura verde a partir da elaboração de uma cartografia de espaços livres, listadas a seguir (ver figuras 9 e 10):

### **Bacias de retenção**

Considerando o zoneamento estabelecido pelo Plano Diretor de São Carlos, que determina a ocupação induzida de regiões próximas aos Córregos Monjolinho, Tijuco Preto e Gregório, indica-se a necessidade de desenvolver diretrizes que orientem a ocupação de vazios urbanos associadas ao projeto de infraestrutura verde. Assim, alguns desses vazios urbanos podem abrigar bacias de retenção que comportariam um maior volume de água nos períodos de chuva intensa, reduzindo volume de água que chega a jusante. Indica-se, associada a essa função ambiental, que tais locais abriguem possibilidades de encontro e sociabilidade, tendo em vista a escassez de espaços livres qualificados na cidade.

### **Corredores verdes**

Além dos próprios cursos d'água que recebem o tratamento preferencialmente arbóreo para se tornarem corredores verdes, algumas avenidas necessitam ter as calçadas alargadas para a implantação de biovaletas para que contribuam na drenagem urbana. Com o aumento da permeabilidade e arborização dessas vias, haveria a redução do escoamento de água até os fundos de vale, contribuindo na mitigação de enchentes. A presença de vegetação ao longo das vias alteraria o microclima, tornando mais agradável o percurso por esses lugares, tendo em vista a realidade árida que caracteriza várias ruas da cidade atualmente, principalmente na região central.

### **Mobilidade**

Os dois pontos anteriores devem ser acompanhados de medidas para a melhoria do transporte coletivo e não motorizado, para que a redução da dimensão das vias em benefício dos pedestres e ciclistas não prejudique a mobilidade urbana.

A bicicleta, o VLT e alternativas energéticas relacionadas ao transporte devem ser estudadas com afinco através de parcerias com as Universidades e Indústrias que participam do território da cidade.

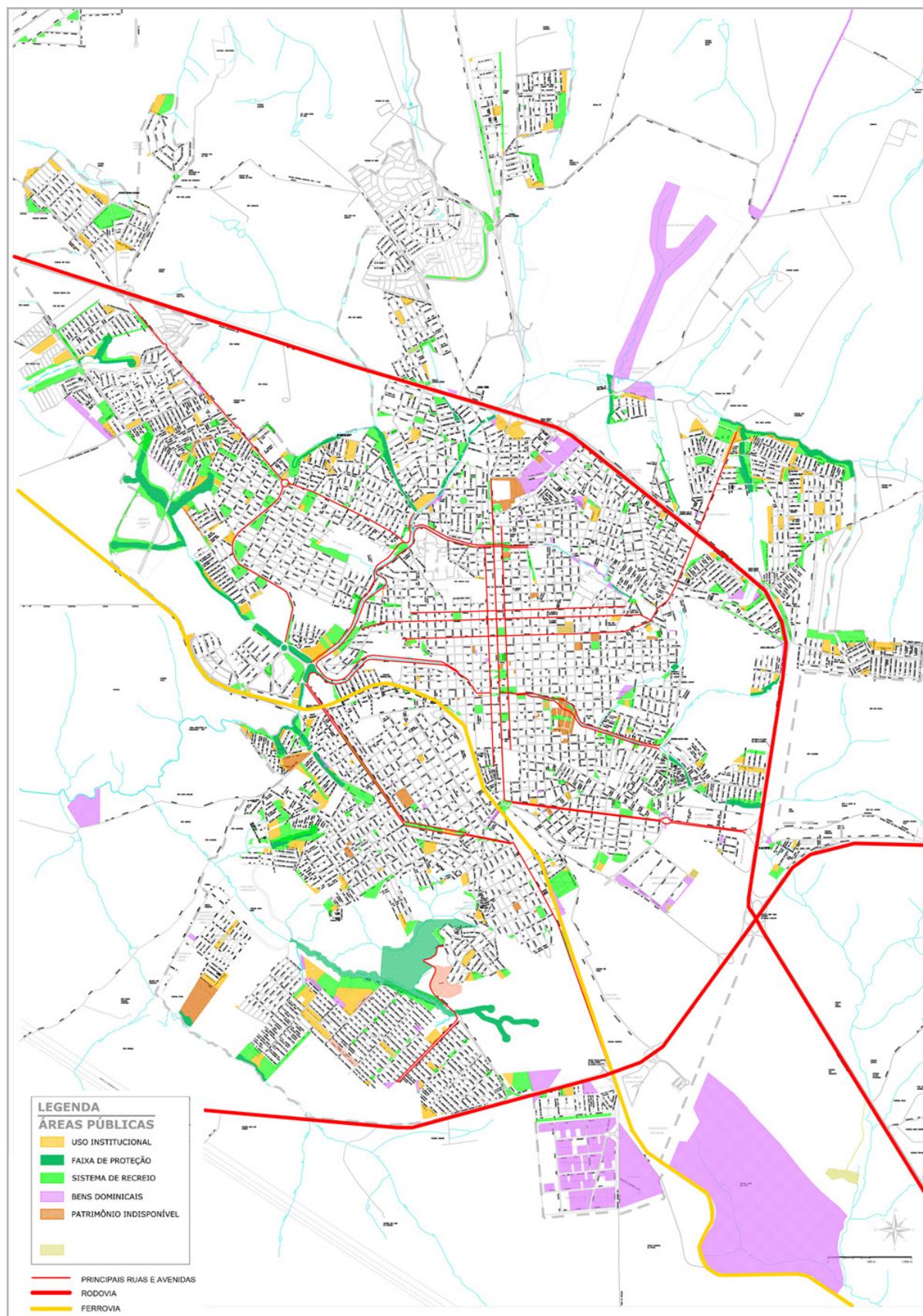
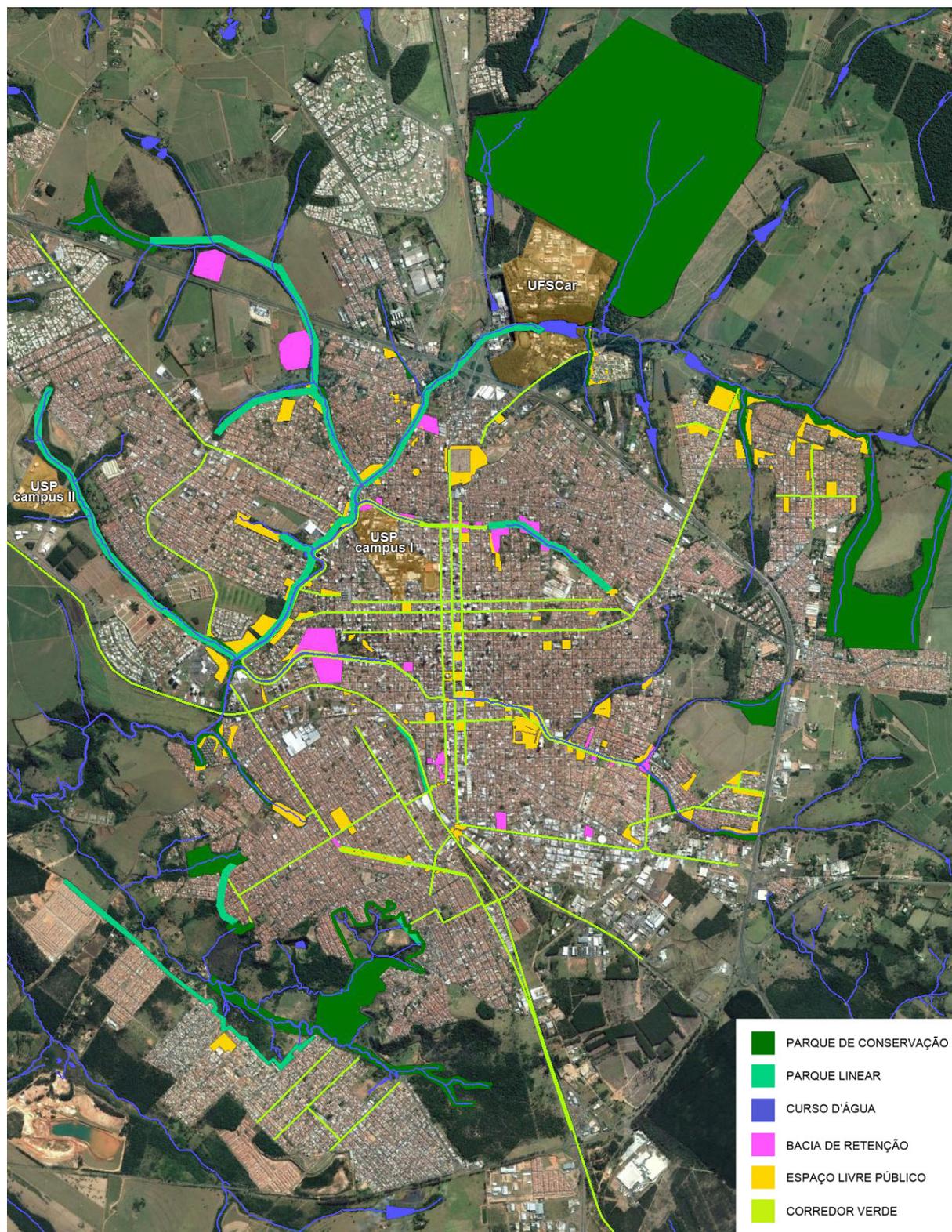


Figura 9 – Caracterização da área de estudo. Elaborado a partir de carta de áreas públicas, PMSC, 2011.



**Figura 10** – Estudo preliminar de infraestrutura verde na sub-bacia do córrego Monjolinho. Elaborado a partir de base do Google Earth, 2017 e carta de áreas públicas da PMSC, 2011.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta um estudo preliminar para o desenvolvimento de projetos de infraestrutura verde na sub-bacia do Córrego Monjolinho em São Carlos, SP. A proposta aqui apresentada indica caminhos para tanto a partir de ideias norteadoras como a identificação da bacia hidrográfica como unidade territorial e de paisagem e a leitura urbana do curso de água contextualizada historicamente. Esse processo que recorta e contextualiza permite a estruturação de um Sistema de Espaços Livres que tem como protagonista a rede hídrica. Contudo, essa rede ganha corpo e profundidade à medida que se pode observar o processo de apropriação, as mudanças que os córregos foram sofrendo ao longo dos anos. Essa perspectiva temporal do fenômeno alicerça uma compreensão que ultrapassa a decisão imediata, pontual, e procura reativar perspectivas esquecidas, ou sequer vivenciadas pela população que hoje habita a cidade.

Cumprir destacar que uma proposta de infraestrutura verde deve ser acompanhada de vários outros fatores para que se torne exequível e eficiente. Em primeiro lugar, considera-se necessário o apoio da população, no sentido de constituir um processo participativo de construção da cidade, explicitando o papel essencial dos elementos e processos naturais no cotidiano urbano. É o que Michael Hough (1998) já evidenciava ao falar sobre a necessidade de uma educação ambiental que resgatasse no cotidiano da população urbana a consciência da importância dos processos naturais que dão suporte à vida; para isso, tais processos precisam estar visíveis, necessitam ser objeto de uma experiência. A infraestrutura cinza, representada pelos canais, pelas vias impermeabilizadas e galerias subterrâneas de drenagem de águas pluviais, além de potencializar os problemas urbanos relacionados ao desequilíbrio hidrológico, promove também o distanciamento entre população e cursos d'água. Nos termos de Maria Cecília Gorski (2010)

A identificação dos significados e valores estéticos e ecológicos das paisagens fluviais é um fator de compreensão da percepção e da utilização do rio pela população, e do potencial de recuperação desses sistemas (GORSKI, 2010, p. 36).

O presente trabalho também teve o intuito de indicar, no contexto da cidade de São Carlos, momentos relevantes em seu processo de urbanização nos quais a lógica predominante do automóvel foi confrontada por proposições de outros modos de construir e planejar a cidade, levando em conta o equilíbrio dos processos naturais. Essa mudança de paradigma só foi possível a partir da implementação do Estatuto das Cidades que tornou obrigatório o Plano Diretor em cidades com mais de 20.000 habi-

tantes e que distinguiu bases legais para a ação do Ministério Público em relação ao descumprimento dessas diretrizes. Esforços contínuos ao longo das distintas gestões municipais serão fundamentais para consolidar instrumentos que possibilitem o planejamento da cidade de acordo com questões socioambientais.

A história do processo de construção da cidade de São Carlos atesta a indissociabilidade entre política e planejamento. Contudo, é necessário distinguir os momentos e procurar, ao descrevê-los, configurar as relações envolvidas. As ações que canalizaram os rios e construíram as vias de fundo de vale se articulam, no primeiro período de sua elaboração, a soluções hegemônicas associadas a uma perspectiva técnica que percebiam as questões naturais como variáveis a serem dominadas: moldar sua forma, calcular seus fluxos, construir soluções pela engenharia civil foi a perspectiva desse momento.

Os tempos contemporâneos atualizam essas questões: em primeiro plano há uma mudança de registro na ideia de Natureza. Ela deixa de ser objetivada uma vez que a sociedade em diferentes culturas percebe que dela participa e, sendo parte, não pode ser ela mero objeto de domínio: cumpre compreender seus fluxos, desvendar seus processos, colocá-los a descoberto para que se possam apreender os processos que sustentam a vida como um compromisso ético. Cumpre ainda, no que diz respeito à arquitetura da paisagem, promover experiências estéticas relacionadas a esses lugares, que ampliem o espectro cultural e afetivo dessa sociedade, só assim a participação almejada ganhará adesão.

No recorrente embate entre os processos de planejamento ambiental e os interesses do mercado imobiliário destaca-se a relevância de esforços que contribuem gradativamente para a transformação da percepção que a população tem com relação aos recursos naturais presentes no território. A produção dessas espacialidades que agregam valores de saúde, de cultura, de encontro, de infraestrutura parecem ser alternativas estratégicas para a vida na cidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANELLI, R. L. S. **Recuperação de cursos d'água e nascentes associada à revisão da ocupação viária estrutural de Fundo de Vale em São Carlos/SP (2001 - 2005)**. In: APP Urbana 2007 - Anais - Textos Completos. São Paulo: FAU USP, 2007. v. 1.

BISINOTTO, Dagmar A. **Evolução urbana de São Carlos**. Trabalho de iniciação científica. São Carlos: EESC/USP, 1988.

DEVESCOVI, Regina C. Balieiro. **Urbanização e acumulação: um estudo sobre a cidade de São Carlos**. São Carlos: UFSCar, 1987.

GORSKI, Maria Cecília B. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Senac, 2010.

HERZOG, Cecília P. **Cidade para todos**. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.

HERZOG, Cecília P.; ROSA, Lourdes, Z. **Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. Revista Labverde, São Paulo, ed. 01, p. 91 – 115, 2010.

HOUGH, Michael. **Naturaleza y ciudad**. Barcelona: GG, 1998.

LIMA, Renata. P. **O Processo e o (des)controle da expansão urbana de São Carlos (1857 -1977)**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: EESC, 2007.

PELLEGRINO, Paulo R. M. et al. **A paisagem da borda: uma estratégia para a condução das águas, da biodiversidade e das pessoas**. In COSTA, Lucia Maria Sá Antunes (Org.). Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: Viana & Mosley: PROURB, 2006, p. 57-76.

SÃO CARLOS/FUSP. **Revisão do Plano Diretor do Município de São Carlos**. Produto 4. Propostas para a revisão do Plano Diretor do Município de São Carlos. Contrato nº40/11 - PMSC/FUSP. São Carlos, 2011.

SCHENK, Luciana B. M. ; PERES, R. B. **Agentes Produtores e Espaços Livres na Forma Urbana de São Carlos, SP**. In: IX Colóquio QUAPÁ - SEL, 2014, Vitória ES. Forma Urbana Contemporânea Brasileira: Espaços Livres, Produção e Apropriação, 2014.

SCHENK, Luciana B. M. ; PERES, Renata. B. ; FANTIN, Marcel. **A Revisão do Plano Diretor da Cidade de São Carlos e as Novas Formas Urbanas em Curso**. In: X Colóquio QUAPÁ - SEL, Forma Urbana Contemporânea Brasileira: Espaços Livres, Produção e Apropriação, 2015, Brasília. X Colóquio QUAPÁ - SEL, Forma Urbana Contemporânea Brasileira: Espaços Livres, Produção e Apropriação, 2015.

SPIRN, A W. **O Jardim de Granito**. Edusp, São Paulo, 1995.

ARTIGO Nº 4

**O PAPEL DA VEGETAÇÃO NO CONTROLE DOS VENTOS  
PARA O CONFORTO TÉRMICO**

*THE VEGETATION ROLE IN THE CONTROL OF  
WINDS TO THERMAL COMFORT*

HELENA CRISTINA PADOVANI ZANLORENZI, DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO

**O PAPEL DA VEGETAÇÃO NO CONTROLE DOS VENTOS  
PARA O CONFORTO TÉRMICO**

*THE VEGETATION ROLE IN THE CONTROL OF  
WINDS TO THERMAL COMFORT*

**HELENA CRISTINA PADOVANI ZANLORENZI**

Arquiteta, doutoranda em Tecnologia da Arquitetura na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da  
Universidade de São Paulo, São Paulo – SP.

E-mail: helenapz@usp.br

**DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO**

Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor em Ciências Florestais na Escola Superior de Agricultura  
Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP.

E-mail: dfilho@usp.br

**RESUMO**

Entender o clima dos espaços urbanos em suas diversas conformações é objeto de grande interesse para a melhoria da qualidade de vida de seus usuários. O presente estudo é parte integrante da dissertação de mestrado que teve por objetivo avaliar elementos de vegetação como barreira aos ventos visando o conforto térmico em espaços abertos. O procedimento utilizado foi quantificar a interferência de elementos vegetais na passagem dos ventos, na altura dos pedestres, a partir de configurações de vegetação pré-estabelecidas. O cenário eleito para este estudo foi a área externa do Campus da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), localizado no bairro Taquaral em Piracicaba, SP. Foram estudadas três espécies dispostas em arranjos de barreira aos ventos: *Jasminum mesnyi* Hance, *Pseudosasa japonica* (Steud.) Makino e *Pinus caribaea* Morelet. As variáveis microclimáticas medidas foram temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, em três posições distintas por espécie: em um campo aberto próximo, antes e depois da barreira. O período de coleta de dados foi das 9 às 21 horas, em intervalos de 3 a 5 minutos, durante três dias por espécie, nos meses de agosto e setembro de 2014. Foi feita a medição do LAI (Índice de Área Foliar) das barreiras, para análise da viabilidade de adoção do LAI como parâmetro na previsão de resultados, o que permitiria sua aplicabilidade a outras espé-

cies. Os resultados obtidos indicam uma tendência favorável a este princípio, porém estudos com maior intensidade amostral são necessários para obtenção desta correlação. Outras aplicações podem ser beneficiadas com esta linha de estudo, como a previsão do risco de queda de árvores.

**Palavras-chave:** Silvicultura urbana; Clima urbano; Conforto térmico; Barreira aos ventos; LAI

### ABSTRACT

*Understanding the climate of urban areas in its various conformations is an object of great interest for the improvement of the life quality of its users. This study is part of the Master's Degree thesis that aimed to evaluate vegetation elements as a barrier to winds, targeting the thermal comfort in open spaces. The used procedure was to quantify the interference of vegetation elements in the wind flows, at pedestrians' height, from pre-established vegetation configurations. The scenario chosen for this study was the external area of the Methodist University of Piracicaba (UNIMEP) Campus, in Taquaral District in Piracicaba City, SP. A combination of three species arranged as wind barrier were studied: *Jasminum mesnyi* Hance, *Pseudosasa japonica* (Steud.) Makino and *Pinus caribaea* Morelet. The measured microclimate variables were: air temperature, relative air humidity and wind speed, in three distinct positions per species: in an open field nearby, in front and behind the barrier. The data collection period was from 9 a.m. to 9 p.m., in intervals of 3 to 5 minutes, for three days each species, during August and September 2014. It was taken the LAI (Leaf Area Index) measurement of the barriers, to analyze the feasibility of adopting it as a parameter to predict results, what would allow its applicability to other species. The results indicated a favorable trend towards this principle, but studies with more sampling intensity are necessary to obtain this correlation. Other uses may have benefits from this line of study, as predicting the risk of falling trees, for instance.*

**Keywords:** Urban forestry; Urban climate; Thermal comfort; Windbreaks; LAI

## INTRODUÇÃO

O vento não é um fenômeno constante: varia instantaneamente em direção e intensidade. Trata-se de um dos fatores mais importantes nas condições de conforto humano em espaços abertos, no entanto seu comportamento é difícil de prever e controlar por sofrer influências de um grande número de variáveis globais, regionais e locais (NIKOLOPOULOU, 2004). Os estudos de conforto térmico que envolvem a avaliação e a quantificação dos ventos são complexos diante da variabilidade instantânea que apresentam, porém alguns parâmetros podem ser estabelecidos. A maior parte das pesquisas já realizadas relativas a ventos em áreas externas são empíricas.

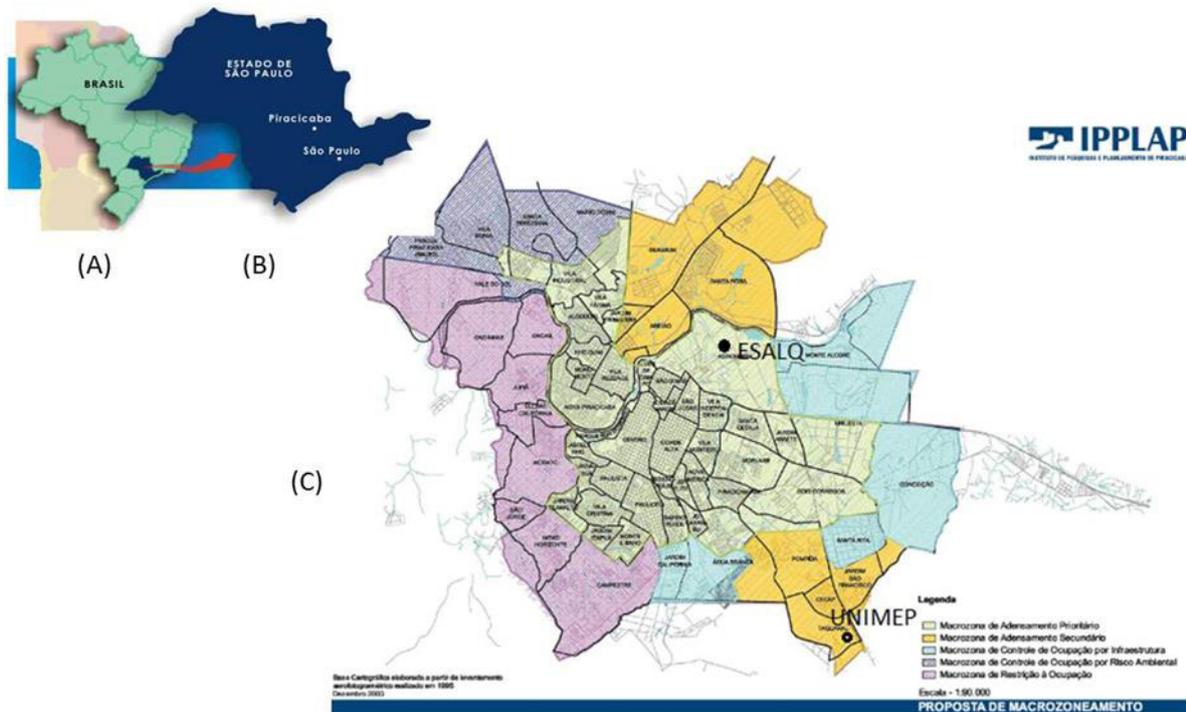
A efetividade de uma barreira arbórea depende de sua posição em relação ao fluxo do vento, da porosidade da barreira, da altura das árvores e da distância do ponto a proteger; a porosidade por sua vez depende do tipo de árvore, da distância entre as árvores e da sobreposição entre as fileiras (ERELL, 2011). Estudos teóricos e experimentais indicam que uma barreira porosa é mais efetiva que uma barreira sólida.

Santiago et al. (2007) realizaram experimentos em túnel de vento com barreiras de diferentes porosidades entre 0 e 50%, com o objetivo de determinar a porosidade ótima para a eficiência de uma barreira isolada; o melhor resultado foi obtido com uma barreira de 35% de porosidade, sempre a favor do vento (WU et al., 2013), que sugerem a porosidade ideal entre 30 e 40%.

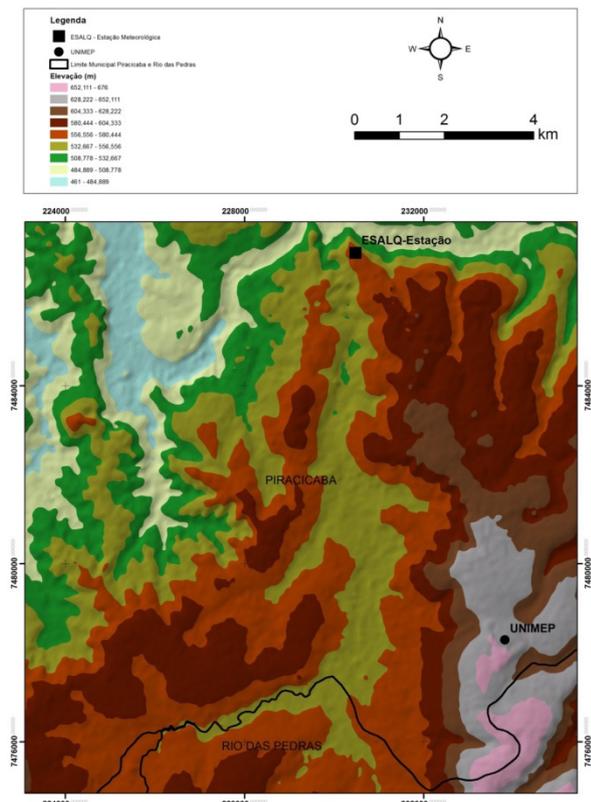
O objetivo geral deste estudo foi avaliar o comportamento de elementos vegetais como barreira aos ventos e introduzir a variável LAI, facilmente mensurável, como uma medida a ser explorada nos estudos de barreiras vegetais em áreas urbanas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Piracicaba está localizada na região centro-leste do Estado de São Paulo (22°43'30"S; 47°38'56"W); o clima local é do tipo Cwa (classificação de Köppen-Geiger), com temperaturas máximas e mínimas médias anuais de 28,2°C e 15,1°C respectivamente, e precipitação média anual de 1.274 mm (LEB – ESALQ – USP).



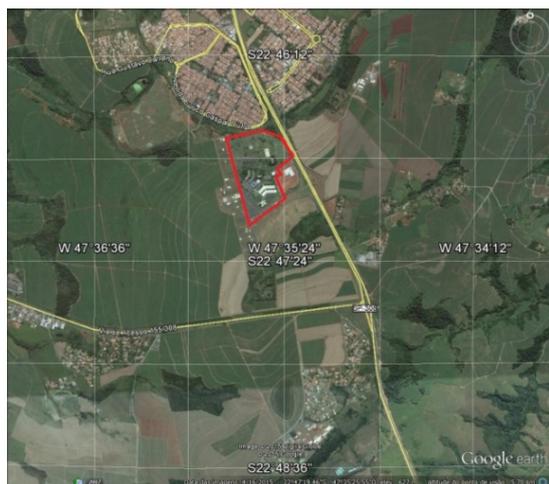
**Figura 1** – Situação da área de estudo: (A) a localização do Estado de São Paulo no Brasil; (B) a cidade de Piracicaba no centro-leste do Estado de São Paulo; (C) o perímetro urbano com localização da área de estudo. Fonte: Google imagens



Segundo Barretto (2006), o município de Piracicaba apresenta uma depressão na parte central de seu território que segue o sentido leste-oeste do curso do Rio Piracicaba. Os pontos de interesse estão a uma altitude da ordem de 650m na Unimep (local de coleta dos dados em campo) e de 570m na Esalq (local da estação meteorológica utilizada como referência), conforme indicado na Figura 2.

**Figura 2** – Caracterização topográfica da área de estudo. Fonte: TOPODATA – Variáveis geomorfológicas derivadas de dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), INPE, 2008

Os levantamentos de campo foram realizados no Campus Taquaral da UNIMEP, que ocupa área de mais de 360 mil m<sup>2</sup>, com entorno de baixa ocupação territorial e distante da área adensada da cidade (Figura 3). Há queixas dos usuários por desconforto nos dias frios devido ao excesso de ventos, embora seja uma região com clima predominantemente quente ao longo do ano.



(a)



(b)

**Figura 3** – UNIMEP Campus Taquaral e entorno: (a) em destaque e (b) foto do local.

Fontes: (a) *Google Earth*, imagem de 16 abril 2015 e (b) da autora



Foram estudadas três diferentes espécies arbóreas dispostas como barreira aos ventos: *Jasminum mesnyi* Hance (Jasmim), *Pseudosasa japonica* (Steud.), Makino (Bambu) e *Pinus caribaea* Morelet (Pinus). Na figura ao lado estão localizados os locais de medição A (Jasmim), B (Bambu) e C (Pinus), cada um contendo três pontos: Ponto 1 – em campo aberto próximo; Ponto 2 – antes da barreira; Ponto 3 – depois da barreira.

**Figura 4** – UNIMEP Taquaral – Pontos de medição: (A) Jasmim, (B) Bambu e (C) Pinus, sendo 3 pontos por vegetação: (1) em campo aberto, (2) antes da barreira e (3) após a barreira. Fonte: *Google Earth*, imagem de 09 ago. 2014, data de coleta de dados desta pesquisa

Cada espécie estudada teve os dados do monitoramento microclimático colhidos durante três dias, das 9 às 21 horas, sendo Temperatura do ar (°C) e Umidade do ar (%) a cada 5 minutos e Velocidade do ar (m/s) a cada 3 minutos, em agosto e setembro de 2014. Os equipamentos foram fixados em tripés a 1,5 m de altura, sendo cada estação de medição composta dos seguintes equipamentos devidamente calibrados:

- Um medidor de temperatura e umidade relativa do ar, modelo *Logger Type ThermaData*, protegido da radiação direta em caixa ventilada, registrando a cada 5 minutos;
- Um anemômetro / termômetro digital Testo 445 com sensor registrando a cada 3 minutos; registrador alimentado por bateria externa e protegido por caixa de isopor.

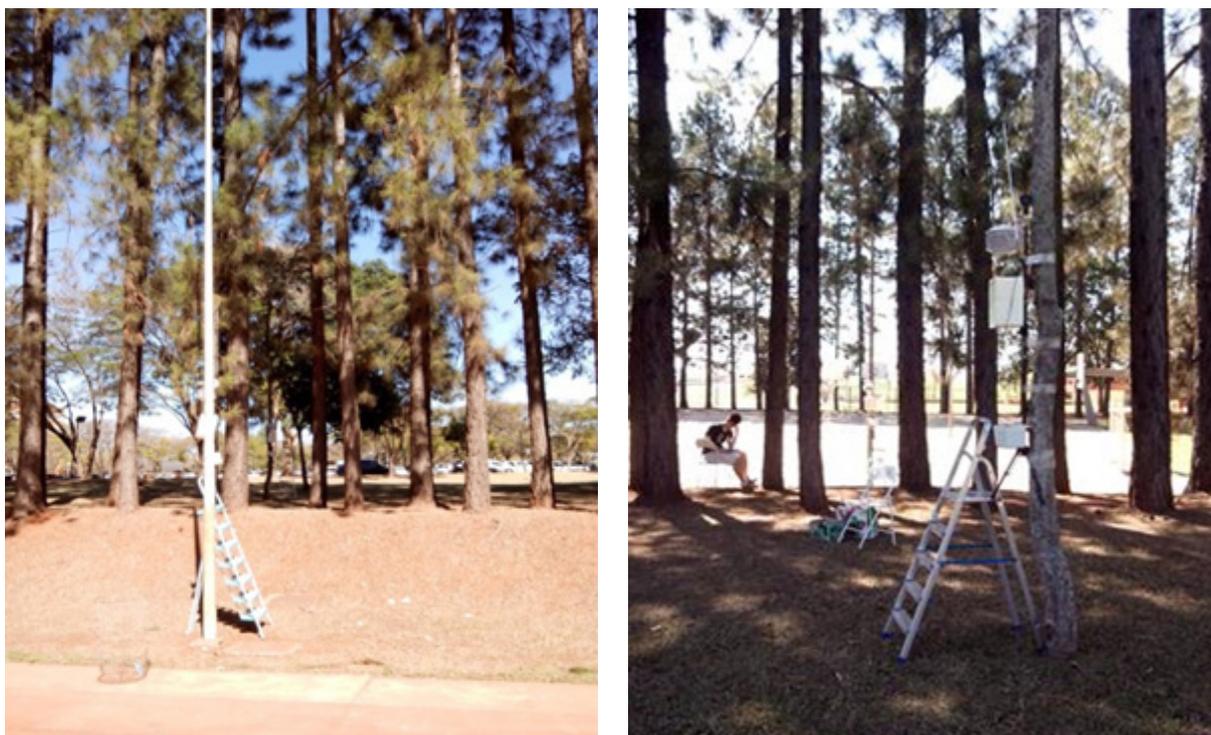


**Figura 5 – JASMIM:** (a) Ponto 2 (antes da barreira) e (b) Ponto 3 (depois da barreira)

Fonte: da autora, imagens de 07 ago. 2014



**Figura 6 – BAMBU:** (a) Ponto 3 e (b) Pontos 2 e 3. Fonte: da autora, imagens de 11 ago. 2014



**Figura 7** – PINUS: (a) Ponto 2 (antes da barreira) e (b) Ponto 3 (após a barreira)

Fonte: da autora, imagens de 06 set. 2014

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para quantificar a atenuação da velocidade do vento pela vegetação, faz-se necessário considerar sempre a diferença entre o maior e o menor valor de velocidade do vento, entre os valores ‘antes da barreira’ e ‘depois da barreira’. Para manter a coerência nos resultados, os dados foram corrigidos quando houve inversão do sentido do vento, uma vez que o foco principal desta pesquisa foi conhecer valores de atenuação das barreiras e não os valores absolutos das velocidades do vento próximo a elas.

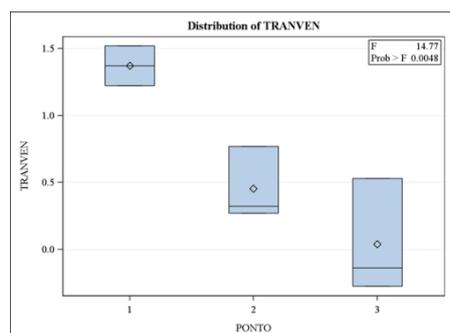
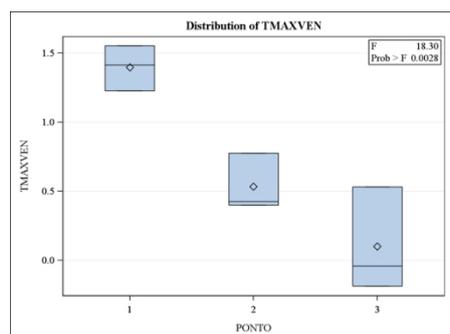
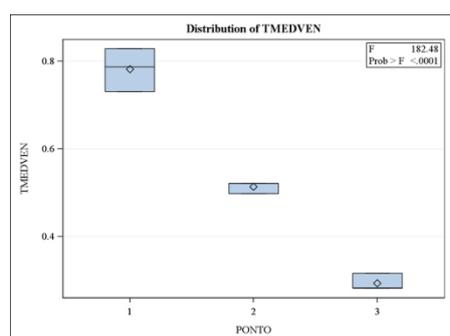
Na comparação entre os elementos arbóreos quanto à atenuação aos ventos, cada dia medido por vegetação foi considerado como uma repetição. Foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparações das áreas analisadas; seus resultados não apresentaram diferenças significativas por ausência de intensidade amostral. Para localização das diferenças foi aplicado o teste de Tukey,  $p$ -valor  $< 0.05$ . No teste de Tukey, a diferença entre os grupos existe quando as diferenças entre as médias forem maiores que o valor da diferença mínima significativa (Dms). Fazendo-se a análise das velocidades dos ventos por vegetação, foram encontradas seguintes variações significativas:

• BAMBU

Na velocidade média do vento houve diferença significativa entre os 3 pontos de medição. Na velocidade máxima e na amplitude do vento houve diferença significativa entre os Pontos 1 e 2.

**Tabela 1 – Resultados – BAMBU**

Dado	R <sup>2</sup>	Coef. Variância	Média	Valor de F	Pr > F	Dms <sup>(a)</sup>
V média	0.983826	5.927734	0.733643	182.48	<.0001	0.0787
V máxima	0.859133	39.46810	2.324444	18.30	0.0028	0.6695
Amplitude	0.831170	49.44479	2.232222	14.77	0.0048	0.7699



**V média**

Teste de Tukey	Média	Ponto
A	0.78242	1
B	0.51355	2
C	0.29338	3

**V máxima**

Teste de Tukey	Média	Ponto
A	1.3973	1
B	0.5329	2
B	0.1012	3

**Amplitude**

Teste de Tukey	Média	Ponto
A	1.3715	1
B	0.4541	2
B	0.0390	3

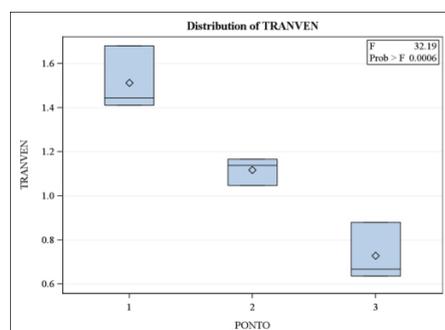
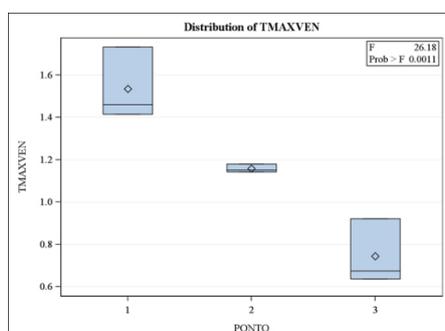
(a) Dms = diferença mínima significativa = médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

- JASMIM

Na velocidade máxima do vento e na amplitude, houve diferença significativa entre os 3 pontos de medição.

**Tabela 2 – Resultados – JASMIM**

Dado	R <sup>2</sup>	Coef. Variância	Média	Valor de F	Pr > F	dms
V máxima	0.897176	11.70339	3.328889	26.18	0.0011	0.3357
Amplitude	0.914759	10.69442	3.237778	32.19	0.0006	0.2998



#### V máxima

Teste de Tukey	Média	Ponto
A	1.5346	1
B	1.1568	2
C	0.7433	3

#### Amplitude

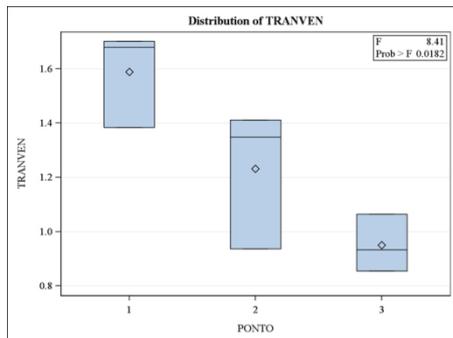
Teste de Tukey	Média	Ponto
A	1.51213	1
B	1.11714	2
C	0.72801	3

- PINUS

Na amplitude, houve diferença significativa entre os Pontos 1 e 3.

**Tabela 3 – Resultados – PINUS**

Dado	R <sup>2</sup>	Coef. Variância	Média	Valor de F	Pr > F	dms
Amplitude	0.737096	15.18341	3.312000	8.41	0.0182	0.478

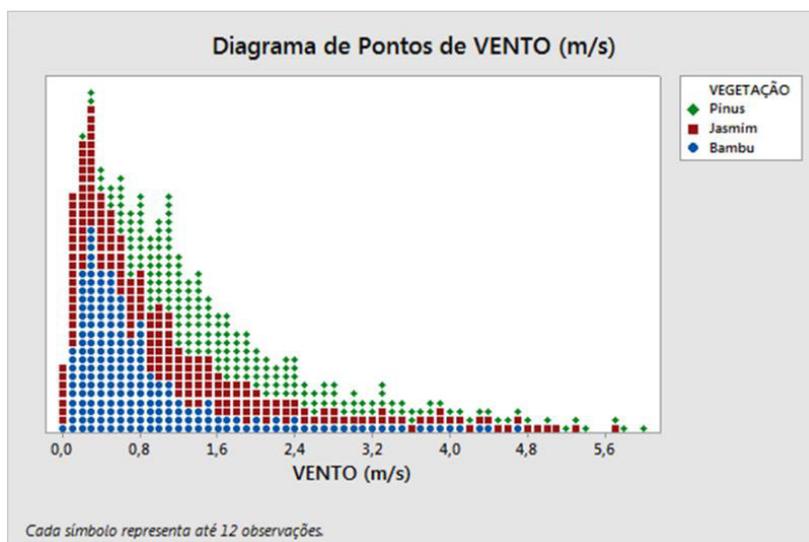


**Amplitude**

Teste de Tukey	Média	Ponto
A	1.5880	1
B	1.2317	2
B	0.9504	3

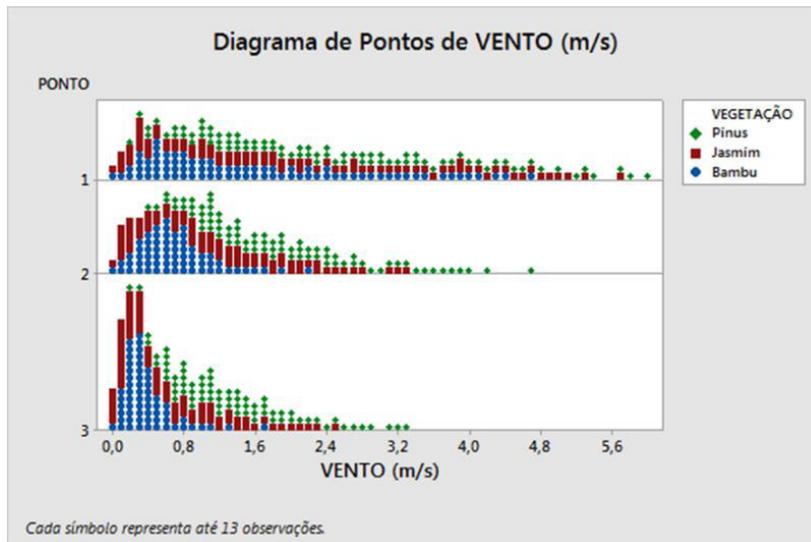
Fazendo-se a análise da variância da velocidade do vento por vegetação, foram encontradas diferenças significativas entre os 3 pontos de medição no Bambu para velocidade média, e no Jasmim para velocidade máxima e para amplitude. No Pinus houve variação significativa apenas entre os Pontos 1 e 3 na amplitude, indicando menor eficiência deste elemento na barragem aos ventos em relação às outras vegetações estudadas.

Outras análises foram feitas com o *software* Minitab Versão 17, cujos resultados estão a seguir. Na Figura 8 as intensidades do vento estão agrupadas por vegetação, nos 3 pontos medidos. Pode-se constatar que o Bambu apresenta mais observações de baixas velocidades do vento.



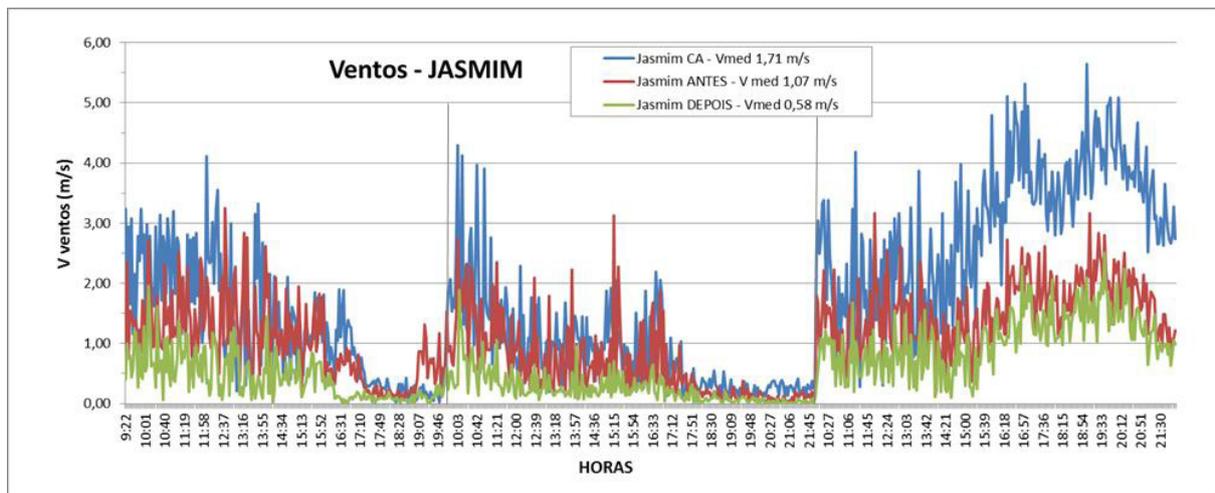
**Figura 8** – Intensidades do vento por vegetação

A Figura 9 a seguir apresenta as observações resultantes por planta e por ponto medido. É possível verificar que entre os Pontos 2 (antes da barreira) e 3 (depois da barreira), o Bambu apresenta maior diferença nas velocidades do vento.



**Figura 9** – Intensidades do vento por vegetação e por ponto medido

Nas Figuras 10 a 12 observa-se os ventos resultantes nas medições in loco, por vegetação, ao longo dos 3 dias, em sequência. As 3 curvas de cada gráfico correspondem às velocidades nos Pontos 1 (campo aberto), 2 (antes da barreira) e 3 (depois da barreira). Os valores dos Pontos 2 e 3 foram corrigidos conforme já esclarecido.



**Figura 10** – Ventos – JASMIM – Pontos 1 a 3 – Dias 06, 07 e 08 ago. 2014

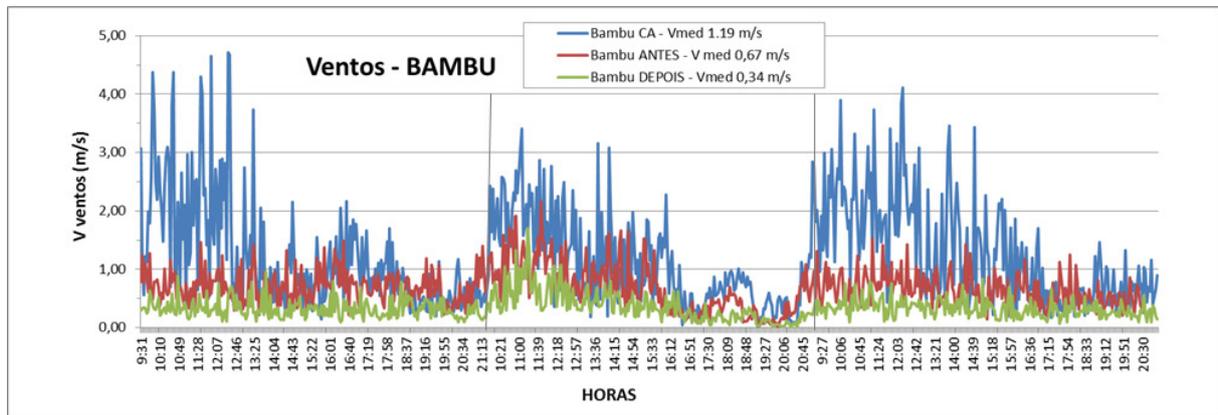


Figura 11 – Ventos – BAMBU – Pontos 1 a 3 – Dias 09, 11 e 15 ago. 2014

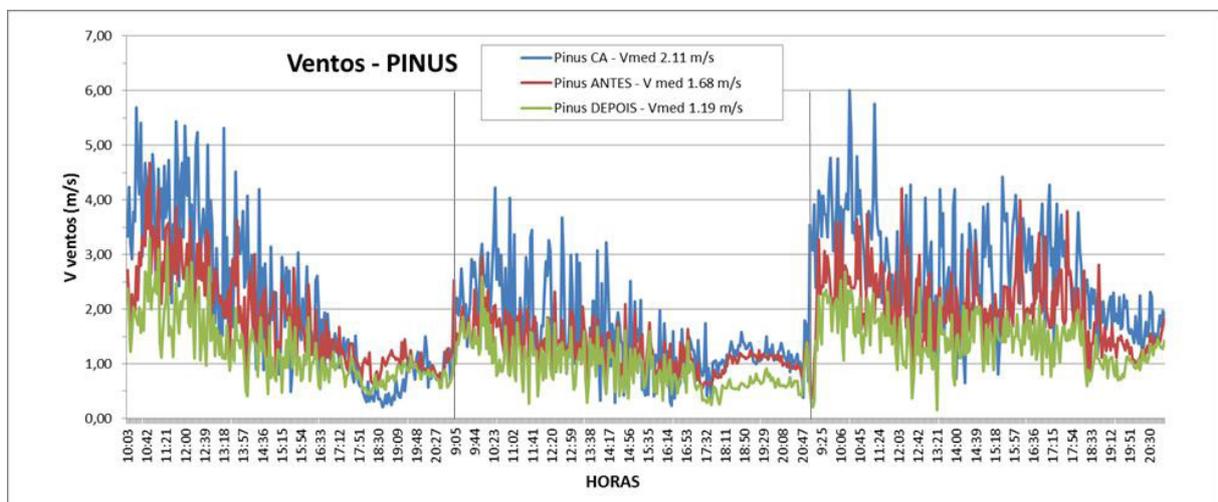


Figura 12 – Ventos – PINUS – Pontos 1 a 3 – Dias 06, 08 e 09 set. 2014

Pode-se observar que os valores medidos em campo aberto apresentam picos bem mais acentuados que os valores medidos próximos às barreiras. Para melhor visualização da influência das barreiras vegetais, nas Figuras 13 a 15 estão retratados apenas os ventos registrados nos Pontos 2 (antes da barreira) e 3 (depois da barreira).

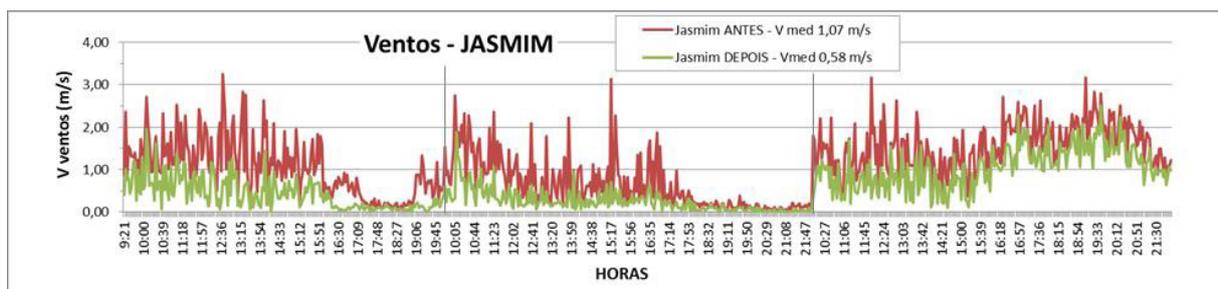


Figura 13 – Ventos – JASMIM – Pontos 2 e 3 - Dias 06, 07 e 08 ago. 2014

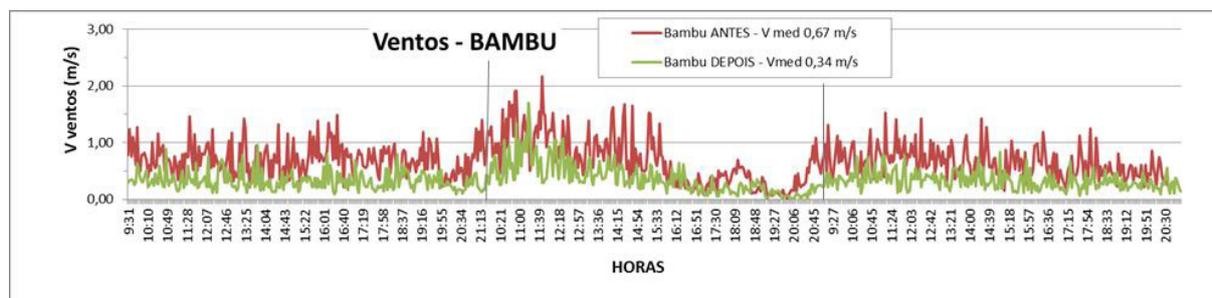


Figura 14 – Ventos – BAMBU – Pontos 2 e 3 - Dias 09, 11 e 15 ago. 2014

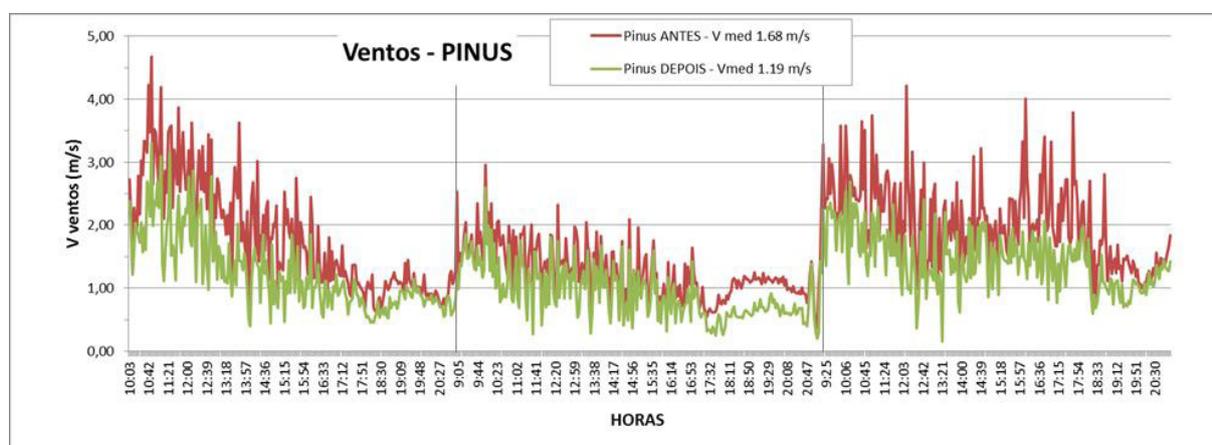


Figura 15 – Ventos – PINUS – Pontos 2 e 3 - Dias 06, 08 e 09 set. 2014

Os ventos medidos no Pinus são mais intensos; as diferenças mais perceptíveis estão entre o Bambu e o Pinus, tanto na intensidade dos ventos quanto nas diferenças entre as medições antes e depois da barreira, indicando novamente a maior eficiência do Bambu na barragem dos ventos.

Os valores de LAI medidos nos 3 elementos vegetais estudados apresentaram os seguintes resultados:

**Tabela 4** – Valores de LAI resultantes a partir de 3 medições por espécie, com 10 repetições por medição

Nome comum	LAI 1	LAI 2	LAI 3	Média	Desvio Padrão
Pinus	3,44	3,78	4,32	3,8	0,44
Jasmim	5,21	5,16	4,91	5,1	0,16
Bambu	5,96	5,95	5,96	6,0	0,01

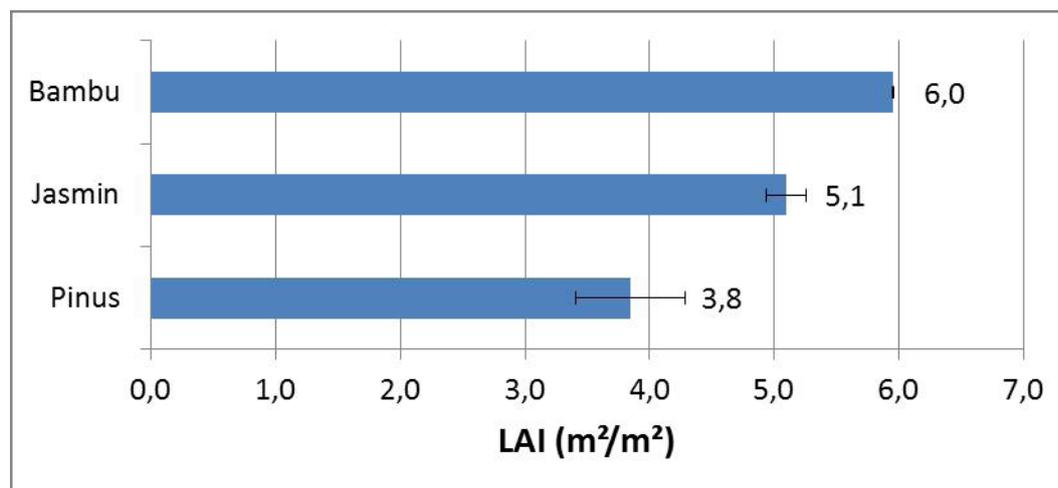


Figura 16 – Valores de LAI resultantes

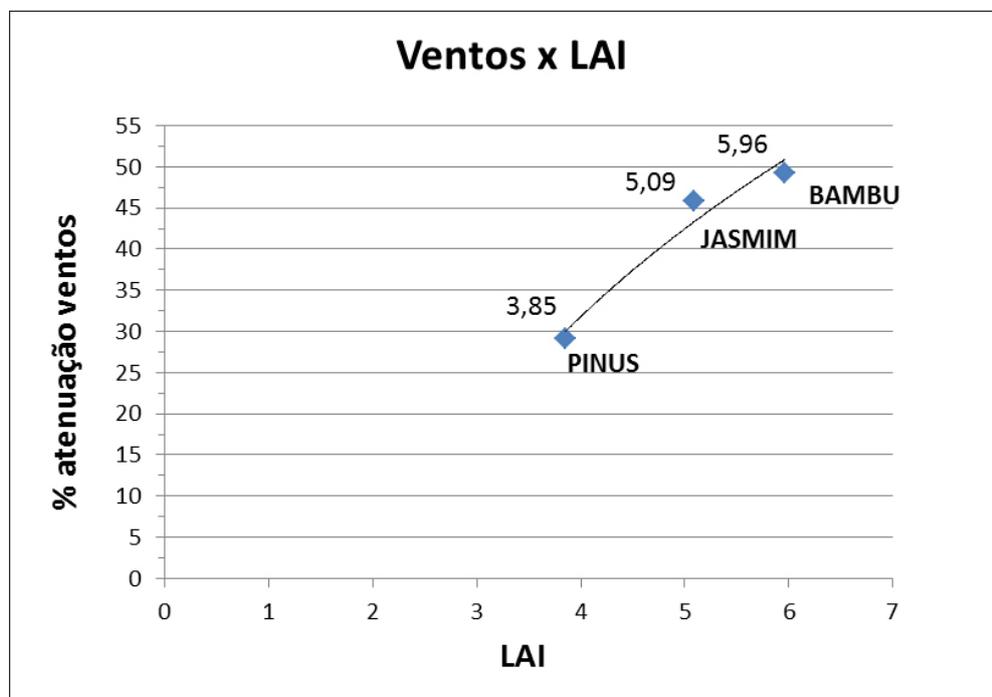
Os dados de LAI medidos foram comparados aos valores de atenuação da velocidade do vento nas 3 vegetações. Os resultados foram obtidos com a aplicação do *software* Minitab versão 17. A Tabela 6 apresenta os resultados das medições em campo, nas relações entre os Pontos 2 e 3 por vegetação, para avaliar o desempenho que apresentaram como barreira aos ventos.

Tabela 5 – Ventos resultantes entre os Pontos 2 e 3 x LAI por vegetação

Rótulos de Linha	Média de VENTO (m/s)	Var. de VENTO (m/s)	Desv. Pad. de VENTO (m/s)	Soma de VENTO (%) <sup>(a)</sup>	LAI
<b>BAMBU</b>	<b>0,51</b>	<b>0,11</b>	<b>0,33</b>		5,96
Ponto 2	0,67	0,11	0,34		
Ponto 3	0,34	0,04	0,21	-49,29%	
<b>JASMIM</b>	<b>0,82</b>	<b>0,46</b>	<b>0,67</b>		5,09
Ponto 2	1,07	0,52	0,72		
Ponto 3	0,58	0,27	0,52	-45,78%	
<b>PINUS</b>	<b>1,43</b>	<b>0,49</b>	<b>0,70</b>		3,85
Ponto 2	1,68	0,57	0,75		
Ponto 3	1,19	0,29	0,54	-29,10%	
<b>Total geral</b>	<b>0,92</b>	<b>0,50</b>	<b>0,70</b>		

(a) Soma de vento = % de redução da velocidade do vento entre os Pontos 2 (antes) e 3 (após a barreira), por vegetação, em função de um valor incidente de 100%

Os valores do item Soma de Vento da Tabela 5 foram relacionados com os valores de LAI medidos por planta conforme Figura 17.



**Figura 17** – Gráfico de Tendência – LAI x % de atenuação dos ventos

A tendência verificada no gráfico acima mostra-se compatível com a viabilidade de adoção do LAI como parâmetro para desempenho de elementos vegetais como barreira aos ventos.

## CONCLUSÕES

É de conhecimento geral que estudos que envolvem medição de ventos são complexos, uma vez que sua variabilidade é instantânea e depende de múltiplos fatores. No entanto faz-se necessário elaborar estudos constantes a respeito, para buscar parâmetros que auxiliem projetistas e outros profissionais que dele dependam para desenvolver suas atividades.

Em relação aos objetivos propostos, pode-se dizer que a abordagem do tema, as pesquisas e as medições efetuadas foram úteis para conceber uma visão inicial a respeito da relação entre vegetação de barreira aos ventos e os índices avaliados. Foi possível

quantificar a atenuação dos ventos pelos três arranjos de vegetação propostos e a correspondência entre seus resultados.

Estes resultados mostraram evidências de que a busca da correlação entre o LAI e o desempenho da vegetação como barreira aos ventos é um caminho promissor para pesquisas e estudos mais aprofundados; o método não pôde ser conclusivo por ausência de intensidade amostral. Na medida em que o tema estudado seja desenvolvido, novas contribuições serão obtidas para aplicação de melhorias no planejamento urbano de praças, parques e outros espaços urbanos abertos. A silvicultura urbana seria beneficiada com maior exploração de estudos dessa natureza.

É importante ressaltar que para quantidades amostrais mais significativas faz-se necessário a obtenção de mais equipamentos de medição, especialmente anemômetros, para permitir a medição simultânea em uma quantidade maior de pontos, além das importantes repetições. O banco de dados da ESALQ já contém um grande número de resultados de LAI para espécies vegetais, medidos in loco; esses dados poderiam ser explorados em estudos futuros associados a barreiras arbóreas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI-TOUDERT, F.; MAYER, H. Effects of asymmetry, galleries, overhanging façades and vegetation on thermal comfort in urban street canyons. **Solar Energy**, Freiburg, v. 81, p. 742-754, 2007.

ASSIS, E.S.; SIRQUEIRA, C.A.; BAMBERG, A.M. Influência da vegetação no microclima em ambiente simulado controlado. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12.; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: ENCAC, 2013. p. 324-338.

BARRETTO, A. G. O. P.; SPAROVEK, G.; GIANNOTTI, M. **Atlas Rural de Piracicaba**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, 2006, 76 p.

BITOG, J.P.; LEE, I.-B.; HWANG, H.-S.; SHIN, M.-H.; HONG, S.-W.; SEO, I.-H.; KWON, K.-S.; MOSTAFA, E.; PANG, Z. Numerical simulation study of a tree windbreak. **Bio-systems Engineering**, Seoul, v. 3, p. 40-48, 2012.

BLOCKEN, B.; JANSSEN, T.; VAN HOOFF, T. CFD simulation for pedestrian wind comfort and wind safety in urban areas: general decision framework and case study for the Eindhoven University campus. **Environmental Modelling & Software**, Eindhoven, v. 30, p. 15-34, 2012.

BONAN, G. **Ecological climatology**: concepts and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, 690 p.

BOTTILLO, S.; VOLLARO, A.D.L.; GALLI, G.; VALLATI, A. CFD modeling of the impact of solar radiation in a tridimensional urban canyon at different wind conditions. **Solar Energy**, Rome, v. 102, p. 212-222, 2014.

BOURDIN, P.; WILSON, J.D. Windbreak aerodynamics: is computational fluid dynamics reliable? **Boundary-Layer Meteorology**, Edmonton, v. 126, n. 2, p. 181-208, 2007.

BROWN, R.D.; GILLESPIE, T.J. **Microclimatic landscape design**: creating thermal comfort and energy efficiency. New York: John Wiley, 1995. 193 p.

CHEN, L.; NG, E. Outdoor thermal comfort and outdoor activities: a review of research in the past decade. **Cities**, Hong Kong, v. 29, p. 118-125, 2012.

CHU, C.-R.; CHANG, C.-Y.; HUANG, C.-J.; WU, T.-R.; WANG, C.-Y.; LIU, M.-Y. Wind-break protection for road vehicles against crosswind. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Taiwan, v. 116, p. 61-69, 2013.

DOBBERT, L.Y. **Arborização na cidade de Campinas/SP**: percepção e conforto. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

DONG, Z.; LUO, W.; QIAN, G.; LU, P.; WANG, H. A wind tunnel simulation of the turbulence fields behind upright porous wind fences. **Journal of Arid Environments**, Lanzhou, v. 74, p. 193-207, 2010.

ERELL, E.; PEARLMUTTER, D.; WILLIAMSON, T. **Urban microclimate**: designing the spaces between buildings. London: MPG Books, 2011. 266 p.

FAHMY, M.; SHARPLES, S.; YAHIYA, M. LAI based trees selection for mid latitude urban developments: a microclimatic study in Cairo, Egypt. **Building and Environment**, Cairo, v. 45, p. 345-357, 2010.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de conforto térmico**: arquitetura, urbanismo. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 243 p.

GAO, Y.; YAO, R.; LI, B.; TURKBEYLER, E.; LUO, Q.; SHORT, A. Field studies on the effect of built forms on urban wind environments. **Renewable Energy**, Cambridge, v. 46, p. 148-154, 2012.

GEIGER, R. **Manual de climatologia**: o clima da camada de ar junto ao solo. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. 556 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/Resultados\\_do\\_Universo/tabelas\\_pdf/tab1.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/tabelas_pdf/tab1.pdf)>. Acesso em: 19 maio 2015.

JONES, H. **Plants and microclimate**: a quantitative approach to environmental plant physiology. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 428 p.

JUNG, W.-S.; PARK, J.-K.; LEE, H.-W.; KIM, E.-B.; CHOI, H.-J. Wind speed variation over the leeward region according to vegetation under the strong wind. In: INTERNATIONAL CONFERENCE WIND EFFECTS ON TREES, 2., 2009, Freiburg. **Proceedings...** Freiburg: Univ. Freiburg, Ber. Meteor. Inst., 2009. p. 255-261.

KOENIGSBERGER, O.H.; INGERSOLL, T.G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S.V. **Vivendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. London; Madrid: Paraninfo, 1977. 328 p.

KUHNS, M. **Planting trees for energy conservation**: the right tree in the right place. Utah State of University, 2008. Disponível em: <<http://forestry.usu.edu/html/city-and-town/tree-selection/planting-trees-for-energy-conservation-the-right-tree-in-the-right-place>>. Acesso em: 28 maio 2015.

LEE, K.H.; EHSANI, R.; CASTLE, W.S. A laser scanning system for estimating wind velocity reduction through tree windbreaks. **Computers and Electronics in Agriculture**, Florida, v. 73, p. 1-6, 2010.

LOMBARDO, M.; BIAS, E.S.; BAPTISTA, G.M.M. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 1741-1748.

LOPES, A.; VASCONCELOS, J. **A influência da morfologia urbana na modificação das brisas do estuário do Tejo na zona oriental de Lisboa.** Lisboa: Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras, Centro de Estudos Geográficos, 2007. 360 p.

MASCARÓ, L.R. de. **Ambiência urbana.** 2. ed. Porto Alegre: +4 Editora, 2004. 199 p.

MOCHIDA, A.; LUN. I.Y.F. Prediction of wind environment and thermal comfort at pedestrian level in urban area. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Sendai, v. 96, p. 1498-1527, 2008.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F. **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. 192 p.

MONTEIRO, E.Z. **Verdes-dentro e verdes-fora:** visões prospectivas para espaços abertos urbanos - privados e públicos - em área habitacional de interesse social. 2007. 272 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Construção) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MONTEIRO, L.M. **Modelos preditivos de conforto térmico:** quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos. 2008. 379 p. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MONTEIRO, L.M.; DUARTE, D.; GONÇALVES, J.S.; ALUCCI, M.P. Conforto térmico como condicionante do projeto arquitetônico-paisagístico: o caso dos espaços abertos do novo centro de pesquisas da Petrobras no Rio de Janeiro, CENPES II. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 61-86, 2008.

NIKOLOPOULOU, M. **Designing open spaces in the urban environment:** a bioclimatic approach; RUROS: Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces. Greece: Centre for Energy Resources, Department of Buildings, 2004. 53 p.

OKE, T.R. **Boundary layer climates.** 2<sup>nd</sup> ed. London; New York: Routledge; John Wiley, 1987. 435 p.

\_\_\_\_\_. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites.** Vancouver: World Meteorological Organization, 2006. 47 p. (Instruments and Observing Methods, Report, 81; WMO/TD, 1250).

OLGYAY, V.; OLGAY, A. **Design with climate**: bioclimatic approach to architectural regionalism. New Jersey: Princeton University Press, 1963. 190 p.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

PARK, M.; HAGISHIMA, A.; TANIMOTO, J.; NARITA, K. Effect of urban vegetation on outdoor thermal environment: field measurement at a scale model site. **Building and Environment**, Fukuoka, v. 56, p. 38-46, 2012.

PENWARDEN, A.D. Acceptable wind speeds in towns. **Building Science**, London, v. 8, p. 259-267, 1973.

PENWARDEN, A.D.; WISE, A.F.E. **Wind environment around buildings**. London: Department of the Environment BRE, Her Majesty's Stationery Office, 1975. 52 p.

PRATA, A.R. **Dimensionamento do impacto da altura de edifícios nas condições de ventilação natural do meio urbano simulando em túnel de vento**: o caso de Santos. 2005. 243 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) -Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima**: acondicionamento térmico natural. 2. ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986. 240 p.

SANTAMOURIS, M. **Environmental design of urban buildings**: an integrated approach. London: Sterling, 2006. 322 p.

SANTIAGO, J.L.; MARTÍN, F.; CUERVA, A.; BEZDENEJNYKH, N.; SANZ-ANDRÉS, A. Experimental and numerical study of wind flow behind windbreaks. **Atmospheric Environment**, Madrid, v. 41, p. 6406-6420, 2007.

SARAIVA, J.A.G. Ação do vento e nível de conforto em espaços urbanos. In: ENCONTRO DE PROFESSORES DE CONFORTO AMBIENTAL, 2.; CICLO DE PALESTRAS DE CONFORTO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2., 1994, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 1994. p. 23-31.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M.E. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. **Energy and Buildings**, Haifa, v. 31, p. 221-235, 2000.

SILVA FILHO, D.F. da; PIVETTA, K.F.L.; COUTO, H.T.Z.; POLIZEL, J.L. Indicadores da floresta urbana a partir de imagens aéreas multiespectrais de alta resolução. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 88-100, 2005.

SIMÕES, J.W.; DURIGAN, G. Quebra-ventos de *Grevillea robusta* A. CUNN: efeitos sobre a velocidade do vento, umidade do solo e produção do café. **IPEF**, Piracicaba, n. 36, p. 27-34, 1987.

STATHOPOULOS, T. Pedestrian level winds and outdoor human comfort. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Montreal, v. 94, p. 769-780, 2006.

SZÜCS, A. Wind comfort in a public urban space: case study within Dublin Docklands. **Frontiers of Architectural Research**, Dublin, v. 2, p. 50-66, 2013.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies in the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, London, v. 11, p. 41–76, 1947.

WONG, N.H.; CHEN, Y. **Tropical urban heat islands: climate, buildings and greenery**. London; New York: Taylor & Francis, 2009. 259 p.

WU, H.; KRIKSIC, F. Designing for pedestrian comfort in response to local climate. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Guelph, v. 104/106, p. 397-407, 2012.

WU, X.; ZOU, X.; ZHANG, C.; WANG, R.; ZHAO, J.; ZHANG, J. The effect of wind barriers on airflow in a wind tunnel. **Journal of Arid Environments**, Beijing, v. 97, p. 73-83, 2013.

YEH, C.-P.; TSAI, C.-H.; YANG, R.-J. An investigation into the sheltering performance of porous windbreaks under various wind directions. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Tainan, v. 98, p. 520-532, 2010.

## ARTIGO Nº 5

### **AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE TRÊS GRAMADOS ORNAMENTAIS EM ILHA SOLTEIRA-SP: UM ESTUDO DE CASO**

### *EVALUATION OF THE NUTRITIONAL STATUS OF THREE ORNAMENTAL LAWNS IN ILHA SOLTEIRA-SP: A CASE STUDY*

NATHÁLIA BATISTA DE OLIVEIRA, JOÃO FRANCISCO VERONEZE DE OLIVEIRA,  
PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS, RAÍSSA PEREIRA DINALLI GAZOLA  
REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE TRÊS GRAMADOS ORNAMENTAIS  
EM ILHA SOLTEIRA–SP: UM ESTUDO DE CASO**

*EVALUATION OF THE NUTRITIONAL STATUS OF THREE ORNAMENTAL LAWNS  
IN ILHA SOLTEIRA–SP: A CASE STUDY*

**NATHÁLIA BATISTA DE OLIVEIRA**

Engenheira Agrônoma – UNESP Ilha Solteira-SP  
nahhbatista8@gmail.com

**JOÃO FRANCISCO VERONEZE DE OLIVEIRA**

Engenheiro Agrônomo - UNESP Ilha Solteira-SP  
joao.veronezeoliveira@gmail.com

**PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS**

Mestrando em Agronomia, Unesp Ilha Solteira-SP  
patrickfsantos@gmail.com

**RAÍSSA PEREIRA DINALLI GAZOLA**

Prof. contratada Doutora, UNESP Ilha Solteira/SP, departamento de Fitotecnia,  
tecnologia de alimentos e sócio-economia  
raissadinalli@gmail.com

**REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO**

Prof. Doutora, UNESP Ilha Solteira/SP, departamento de Fitotecnia,  
tecnologia de alimentos e sócio-economia  
castilho@agr.feis.unesp.br

**RESUMO**

Os gramados são de grande importância para o meio ambiente, podendo ser utilizados para diversos fins, contudo, para que apresentem visual agradável é necessário que sejam muito bem cuidados tanto no momento da implantação como depois, na manutenção. Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o estado nutricional de gramados ornamentais, analisando, em laboratório, as quantidades de macro e micronutrientes no solo e nas folhas da grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.). O estudo foi conduzido na cidade de Ilha Solteira – SP, no mês de maio de 2016, em três lugares, sendo duas residências e uma instituição de ensino particular. Foram avaliados a necessidade de adubação, bem como o índice de conteúdo de

clorofila (ICC) com um clorofilômetro manual e sua relação com os macro e micronutrientes foliares. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que os gramados avaliados apresentaram boas condições nutricionais. Nestes, a adubação de manutenção nem sempre é necessária, caso os restos provenientes do corte da grama esmeralda não sejam retirados. O clorofilômetro pôde indicar, de forma mais rápida e prática, a necessidade de fertilização, podendo ser utilizado por empresas de manutenção paisagística para saber a hora certa de adubação.

**Palavras-chave:** Arquitetura paisagística; Implantação e manutenção de áreas gramadas; Uso de gramados no paisagismo; Grama esmeralda.

### **ABSTRACT**

*The lawns have significant importance for the environment and can be used for various purposes, nevertheless, to have a pleasant look of them it is necessary to be very well kept during both time, i.e. at the of implantation and afterward in maintenance. Therefore, the focus of this work is to evaluate the nutritional status of ornamental lawns by analyzing in a laboratory the macro and micronutrient content in the soil and leaves of Emerald Grass (*Zoysia japonica* Steud.). The work was performed in Ilha Solteira City, SP, in May 2016, in three places, two residences and one private educational institution. It was evaluated the need for fertilization, as well as the index of chlorophyll content (ICC), using a hand chlorophyllometer, and its relationship with macro and foliar micronutrients. It was concluded, based on the results achieved, that the evaluated lawns presented good nutritional conditions. The maintenance fertilization is not even necessary when Emerald Grass cutting wastes are not removed. The chlorophyllometer indicated, in a faster and practical way, the need for fertilization, and could be used by landscape maintenance companies to know the right time of applying fertilizers.*

**Keywords:** Landscape Architecture; Grassy Areas Implantation and Maintenance; Use of Lawns in Landscaping; Emerald Grass.

## INTRODUÇÃO

Os gramados são de grande importância para o meio ambiente e nesse contexto, podem ser utilizados como revestimento vegetal do solo (contra erosão), removem e armazenam as impurezas do ar, servem como fonte contínua de oxigênio e ar fresco, e são amplamente utilizados na arquitetura paisagística, por serem implantados na composição de áreas verdes como jardins residenciais e comerciais. Além disso, trazem benefícios, como o conforto térmico em relação ao asfalto. (GODOY; VILLAS BÔAS, 2010).

Um gramado bonito e bem manuseado, segundo Brito (2010), traz as pessoas uma atração especial por ele, produz prazer e admiração por quem o visita; já um mal cuidado transmite uma sensação de descuido e abandono.

Gramados ornamentais estão estritamente relacionadas com a arquitetura paisagística, pois segundo Zanon (2003), eles são empregados em jardins residenciais, áreas esportivas, obras públicas, parques industriais, etc. Sendo que no Brasil, para esse tipo de uso, os gramados mais cultivados são Esmeralda ou Japonesa (*Zoysia japonica Steud.*), a Santo Agostinho ou Inglesa (*Stenotaphrum secundatum Kuntze*), a Bermuda (*Cynodon dactylon L.*) e a São Carlos (*Axonopus affinis Chase*).

As espécies acima citadas, de acordo com Gurgel (2003), são de clima quente e as que mais se adaptam às condições climáticas brasileiras, por apresentarem capacidade de se desenvolver em altas temperaturas, apesar de algumas variedades tolerarem geadas esporádicas e outras baixas temperaturas, mas sempre acima de zero graus Celsius.

Assim, em um projeto de paisagismo, é essencial conhecer a espécie de grama a ser implantada, pois segundo Winters (2012) gramados ornamentais são as primeiras plantas a serem lembradas na execução de um projeto, e ainda é notório seu uso em residências recém acabadas e nas inaugurações de obras públicas.

Contudo, para que os gramados desempenhem seu papel, proporcionando uma paisagem mais agradável, um local adequado para a prática de esportes ou protegendo o meio ambiente, é necessário que estes sejam adequadamente implantados.

O plantio da grama é uma das fases mais importantes no estabelecimento de um gramado em um projeto paisagístico, pois, o objetivo é que este permaneça por muitos anos no local em que foi instalado.

A nutrição e a adubação, para a maioria das culturas, são essenciais, porém, para as gramas, estes dois fatores são mais importantes para as características qualitativas (GODOY; VILLAS BOAS, 2003).

Devido à grande utilização dessas áreas verdes em residências e comércios, percebe-se a necessidade de estudar a qualidade de gramados. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as condições dos gramados ornamentais na cidade de Ilha Solteira – SP.

### **IMPORTÂNCIA DOS GRAMADOS**

Os gramados ornamentais são de grande importância para o meio ambiente, pois liberam oxigênio, reduzem a emissão de gás carbônico, controla a poluição do solo, e ainda, possuem grande valor estético, proporcionando locais confortáveis e seguros para diversão e prática de esportes (GODOY; VILLAS BÔAS, 2010). Além disso, utilizar gramados não se trata somente de valor estético agregado, mas sim da melhoria do conforto térmico; pois a absorção de calor no processo de transpiração e redução da radiação e reflexão dos raios solares diminui a temperatura do ar (PEDRON, 2002).

É preferível que opte-se por utilizar gramado natural, visto que a grama artificial apresenta temperatura superficial muito elevada, podendo atingir 64 °C em dias muito quentes (OLIVEIRA et al., 2016).

Segundo Zanon (2003), há uma grande variedade de grupos de consumidores de grama no Brasil, podendo ser citados: jardins residenciais, áreas esportivas, obras públicas, parques industriais. No ano de 2010, o Brasil atingiu uma área de 17000 hectares cultivados de grama, sendo que a produção concentrava no estado de São Paulo, seguido pelo Paraná e Minas Gerais; entretanto o cultivo ocorre em quase todos os estados do país. Hoje, o mercado de gramas tem uma área com produção de grama legalizada estimada em 25000 ha, sendo São Paulo e Paraná os principais Estados produtores, com um faturamento estimado de 500 milhões de reais na produção agrícola de grama cultivada (ANDRADE, 2016).

Segundo o Zanon (2015), a região de Itapetininga é a maior produtora de grama do país. No entanto, o lucro caiu de 70 a 80% para 30%, devido ao aumento dos insumos.

## **USO DE GRAMADOS ORNAMENTAIS NA ARQUITETURA PAISAGÍSTICA**

Gramados ornamentais, são as principais espécies de plantas utilizadas em projetos paisagísticos em todo o mundo (WINTERS, 2012). Isso se deve pois eles interagem com os demais elementos, como árvores, arbustos, canteiros, fontes, etc., servindo harmoniosamente como pano de fundo ao cenário (MACIEL et al., 2008). Assim, desempenham um excelente efeito estético aos parques e jardins (GODOY; VILLAS BÔAS, 2010).

Dentre as espécies mais utilizadas na arquitetura paisagística, está a grama esmeralda para áreas de intenso pisoteio, grama São Carlos para locais semi-sombreados e grama Santo Agostinho, utilizado em cidades litorâneas, onde o solo apresenta maior salinidade (WINTERS, 2012).

Ainda, além de serem implantadas em projetos residenciais, as espécies de gramas, estão sendo amplamente utilizadas nas chamadas calçadas ecológicas (SANTOS et al., 2015). Esse tipo de revestimento do solo, consiste em evitar a impermeabilização dos passeios públicos e privados, através da implantação de material permeável como os concregramas, entretravados e tapetes de gramas. Onde juntamente com uma arborização adequada no calçamento, fará com que a cidade fique valorizada no aspecto estético, quebrando um pouco da frieza das ruas (ANGELIS et al., 2007).

Outra utilização de gramados ornamentais na arquitetura paisagística, é na sua implantação em telhados verdes, posto que de acordo com Santos et al., (2016), eles são excelentes opções para uso nesses sistemas, sendo que a grama esmeralda é a mais utilizada em todo o Brasil (GODOY et al., 2012), e sua utilização como cobertura vegetal em telhados verdes vem crescendo nos últimos anos (ARAUJO, 2011).

Assim, áreas gramadas apresentam elevada importância na implantação de projetos de paisagismo, contudo, conhecer melhor a dinâmica de cada espécie e sua manutenção no decorrer no tempo, se faz essencial para um melhor estudo de seu uso na arquitetura paisagística.

## **CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DAS GRAMAS**

As gramas pertencem à família das gramíneas, Poaceae (Gramineae), e são mais de 10000 espécies, porém menos de 50 são utilizadas para a formação de gramados (WATSON; DALLWITZ, 1992).

Em relação ao clima, as gramas são divididas em dois grupos: de clima quente e de clima frio (BEARD, 1973). Porém, segundo Gurgel (2003), no Brasil são cultivadas somente gramas de clima quente, como a Esmeralda ou Japonesa (*Zoysia japonica* Steud.), a Santo Agostinho ou Inglesa (*Stenotaphrum secundatum* Kuntze), a Bermuda (*Cynodon dactylon* L.) e a São Carlos (*Axonopus affinis* Chase).

Segundo Godoy et al. (2012), as gramas de clima quente são separadas em dois grupos: rizomatosas, onde a base do desenvolvimento vegetativo se dá a partir de rizomas subsuperficiais e, portanto, podem ser colhidas em área total visto que, após a colheita, estes rizomas são capazes de brotar e cobrir novamente o solo; e estoloníferas, onde a base do desenvolvimento vegetativo se dá a partir de estolões superficiais e, dessa forma, no momento da colheita tem-se a necessidade de deixar faixas para que ocorra a formação de um novo tapete.

As variedades rizomatosas possuem alta capacidade de regeneração, principalmente se a injúria for causada por tráfego excessivo, isto ocorre porque os rizomas estão enterrados em subsuperfícies e, por isso, ficam protegidos de danos mecânicos diretos. Porém, são variedades altamente exigentes em manutenção, desde adubação até poda, havendo algumas situações em que a poda deve ser diária (GURGEL, 2003); elas crescem em alta densidade, sob contínua desfolhação provocada pelo corte (CHRISTIANS, 1998). Localizado na base da planta, formado por um grupo de nós e entrenós compactados, fica o meristema subapical da grama, principal motivo pela qual as gramas podem receber podas continuamente (UNRUH, 2004). Neste grupo se encaixam as variedades de bermudas, *Zoysias* e *Seashore paspalum*.

De acordo com Godoy et al. (2012), as estoloníferas não possuem boa capacidade de suportar tráfego intenso, pois como apresentam estolões superficiais, estes podem ser danificados. Como geralmente possuem folhas largas, auxiliando na interceptação de luz para a fotossíntese, desenvolvem-se bem em áreas sombreadas (UNRUH, 2004); Santo Agostinho e São Carlos são exemplos de estoloníferas.

### **GRAMA ESMERALDA (*Zoysia japonica* Steud.) (GODOY; VILLAS BÔAS, 2008).**

A grama esmeralda é originária da Ásia e foi introduzida no Brasil no início da década de 1980. É a grama mais comercializada no Brasil entre as gramas cultivadas, desde a região sul até a região nordeste.

É uma planta de ciclo perene de crescimento prostrado, de altura baixa, rizomatosa. Suas folhas são enroladas na gema, possuem textura média e lígula com uma franja de pelos, estreitas e rígidas, de coloração verde de intensidade média. O ápice da folha é pontiagudo, ficando com o aspecto de agulha quando em estresse hídrico. A inflorescência é uma única espiga com espiguetas acuminadas alternando ao longo da ráquis.

Essa grama possui ampla adaptação às condições brasileiras, podendo ser usada de Norte a Sul, em regiões litorâneas ou nos Planaltos. Devido a sua boa capacidade de resistência ao pisoteio foi, durante muitos anos, a variedade dos principais gramados de futebol do Brasil. Também é a espécie de grama da grande maioria dos gramados residenciais brasileiros. Devido ao seu forte sistema radículas e rizomas, é uma grama bastante usada em contenção de taludes e em áreas de potenciais problemas de erosão. Adapta-se a diferentes tipos de solo, desde arenosos a argilosos, exceto aos solos com baixa capacidade de drenagem. Desenvolve-se bem em áreas de plena insolação, tolerando um mínimo de sombreamento.

## IMPLANTAÇÃO DE GRAMADOS ORNAMENTAIS

São recomendadas quatro formas de implantação para gramados ornamentais: placas, tapetes, rolos e plugs (LIMA et al., 2010).

O uso de placas e tapetes de grama é uma forma rápida e eficiente para a implantação de gramados em área não muito grande, como residências e comércio. A dimensão das placas é de 30 cm x 30 cm e dos tapetes varia de 40 cm x 125 cm ou 40 cm x 2,5 cm (RAATS et al., 2012). O rolo, recomendado para grandes gramados, como campos esportivos e clubes, tem 0,75m de largura por 40 a 60 m de comprimento, e com o seu uso é possível plantar até 5000m<sup>2</sup> de grama um único dia (GODOY; ALMEIDA, 2015).

Os *plugs* são pequenas mudas de gramas enraizadas, produzidas em bandejas descartáveis (RAATS et al., 2012), como mostrado na Figura 1a. De acordo com Pimenta (2003), existem dois tipos de *plugs*: plugão, dispostos em bandejas de 35 unidades, que servem para o plantio desmembrado de até 6m<sup>2</sup>; e o pluguinho, disposto em bandejas de 64 unidades, servindo para o plantio desmembrado de até 8m<sup>2</sup>. A sua produção é similar à produção de outras mudas de plantas que se proliferam vegetativamente. São de baixo custo de implantação e formação de um gramado, sendo comprovada uma

redução de até um terço no capital envolvido. O tempo de formação de um gramado implantado por *plugs* (Figura 1b) varia de 3 a 8 meses (RAATS et al., 2012).



**Figura 1** – *Plugs* dispostos em bandeja (a) e *plugs* implantados em jardim (b). Fonte: Itograss, 2018

Para Brito (2010) há algumas etapas que devem ser seguidas no que se diz respeito a implantação de um gramado, sendo elas:

### **Preparo do terreno**

Em primeiro lugar, deve-se eliminar as plantas daninhas, para que não haja competição entre elas e o gramado, com capina manual ou mecânica (BRITO, 2010). Geralmente, a capina manual basta, porém, quando trata-se do aparecimento de plantas como tiririca (*Cyperus rotundus*) ou braquiária (*Brachiaria spp.*), a eliminação com produtos químicos é recomendada (MACIEL, 2010).

Caso seja em uma construção nova, após a eliminação de plantas daninhas, deve ser feita uma raspagem geral do terreno, para eliminar todos os restos da construção como massa, madeiras, pedras, restos de cal e cimento. Esses tipos de materiais não devem ser depositados antes para a colocação da terra, pois geram gramas de péssima qualidade e desuniforme (BRITO, 2010). O preparo do solo é a etapa mais importante, pois garante boa formação das raízes, maciez e oxigenação do solo (GODOY et al., 2012).

De acordo com Godoy et al., (2007) é indicado que se faça a escarificação do solo, pois a falta dela causa prejuízos na formação das raízes da grama. Um solo ideal deve possuir a parte sólida, espaço poroso e água; e na ausência da escarificação, o solo

fica compactado e não permite troca gasosa, os espaços para a retenção de água ficam comprometidos.

O excesso de umidade acarreta em diminuição da oxigenação. Isso acontece quando há escoamento superficial de água da construção sobre o gramado, fazendo com que haja empoçamento de água da chuva. Para evitar formação de caminhos de água deve ser feito um nivelamento do terreno, aplainando o solo com uma régua de madeira e eliminando todas as imperfeições do terreno (BRITO, 2010).

### **Aplicação de fertilizantes**

É importante que seja feita a aplicação de fertilizantes para repor os nutrientes que estão presentes em baixa quantidade no solo, garantindo bom enraizamento do gramado e formação de folhas (CASTILHO; MATEUS, 2003).

Ainda, é necessário que seja feito uma análise química do solo para saber quais nutrientes serão aplicados e em que quantidades eles serão aplicados, para evitar a falta ou o excesso dos mesmos (GODOY et al., 2012). A aplicação pode ser manual ou através de equipamentos.

A distribuição de calcário e dos fertilizantes deve ser feita antes da escarificação, para serem bem incorporados ao solo, permitindo a correção da fertilidade do solo em profundidade, garantindo a formação de raízes mais profundas (BRITO, 2010).

### **Cuidados e colocação do gramado**

A grama deve ser comprada pouco antes de ser implantada, pois não deve ficar empilhada, podendo fazer com que a mesma fermente, acarretando em morte de parte dos tapetes ou dos tapetes inteiros, provocando um péssimo resultado no acabamento final (MARTELLO et al., 2014).

Quando for realizado o assentamento dos tapetes, deve-se disfarçar ao máximo a parte onde estão encostados entre si, acondicionando uma fileira de tapetes intercalada a outra fileira subsequente (BRITO, 2010). É indicado o uso de soquete ou rolete para melhorar a fixação do tapete sobre o solo.

É importante preencher todos os rejuntas dos tapetes logo após o seu plantio com uma mistura de areia fina com substrato, para impedir a entrada de luz do sol, evitando que sementes que já estejam no solo germinem (BRITO, 2010).

De acordo com Carribeiro (2010) para que se tenha um bom pegamento dos tapetes e que fique sempre verde é necessário irrigar. Por isso, recomenda-se a utilização de aspersor fixo ou móvel, lembrando que este segundo, deve ser trocado de lugar para que todas as partes do gramado sejam atingidas. Deve-se tomar cuidado com o encharcamento, pois compromete a qualidade de formação do gramado. Para a manutenção do gramado é necessário que se realize podas, adubação de cobertura e irrigação (AMARAL; CASTILHO, 2012).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização

O presente trabalho foi realizado no município de Ilha Solteira-SP (coordenadas geográficas 51°06'35" Oeste e 20°39'44" Sul). Os locais estudados foram: duas residências, uma localizada na zona sul (R1) e outra na zona norte (R2) e uma instituição de ensino particular, localizada no centro (E) (Figura 2), sendo que todos os locais se encontravam implantados com gramado ornamental de grama esmeralda.



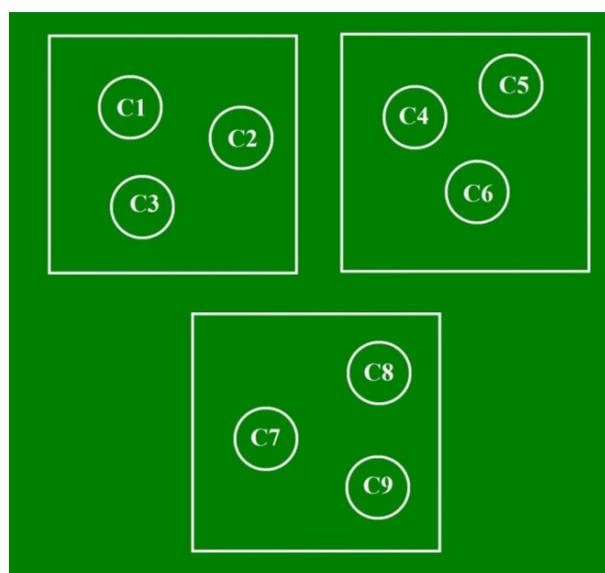
**Figura 2 – (a)** Localização da cidade de Ilha Solteira/SP (REDE CIDADE DIGITAL, 2018). **(b)** Mapa da cidade de Ilha Solteira e locais estudados (ILHA SOLTEIRA, 2018, adaptado)

Na residência R1, o gramado foi implantado em 1998; e em R2 e E, setembro de 2001, utilizando-se tapetes; todos são irrigados quando necessário.

As coletas de solo foram realizadas em 2016, nos dias 19 de maio, para R1 e 23 de maio para R2 e E.

### Avaliações

Índice de conteúdo de clorofila e análise foliar (ICC): foram determinados com o auxílio de clorofilômetro manual - Chlorophyll Content Meter (CCM 200). Foram analisados 3 pontos em cada local (Figura 3), sendo que em cada ponto foram feitas 3 medições – sendo coletadas 3 folhas da grama de cada ponto, estas dispostas no clorofilômetro de modo a cobrir inteiramente o detector, sem que as folhas fossem sobrepostas, sendo realizada três leituras por metro quadrado (C1, C2, C3; C4, C5, C6; C7, C8, C9) –totalizando 9 leituras.



**Figura 3** – Pontos utilizados para determinação do teor de clorofila e análise foliar. Fonte: próprios autores

**Análise do estado nutricional do gramado:** Após leitura do ICC, foram coletadas folhas dos mesmos pontos e colocadas em papel pardo e levadas para secar na estufa a 25 °C, por 24 horas. Depois disso, foram moídas e preparadas para análise química do tecido vegetal. Esta técnica permite quantificar a concentração dos nutrientes e por meio desta quantificação estimar o estado nutricional da planta. A análise foliar de nitrogênio foi efetuada pelo método semi-micro Kjeldahl, após digestão sulfúrica (MALAVOLTA et al., 1997).



**Figura 4** – Coleta para posterior análise de solo.  
Fonte: próprios autores.

**Análise química do solo:** Para cada local foram retiradas amostras de três pontos, escolhidos aleatoriamente, dentro de um metro quadrado cada (Figura 4).

Para a análise química do solo, em cada quadrado foram recolhidas três amostras de solo (S1, S2 e S3), que foram homogeneizadas e submetidas a análise química, segundo Raij et al. (2001), no Laboratório de Fertilidade do Solo da UNESP, Campus de Ilha Solteira/SP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise do estado nutricional e Índice de Conteúdo de Clorofila

Na Tabela 1 constam os dados de teores de nutrientes e ICC em folhas de grama esmeralda.

**Tabela 1** – Valores médios dos teores de nutrientes e ICC em folhas de grama esmeralda, Ilha Solteira, 2016.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	ICC
	g/kg					mg/kg					
R1	25,27	19,29	10,47	1,93	1,83	7,77	13,00	366,33	131,33	26,33	36,19
R2	17,24	26,58	9,96	0,70	1,09	4,21	25,33	340,33	59,67	25,00	19,96
E	22,80	25,36	16,60	1,31	1,74	5,21	10,33	259,00	39,00	26,33	19,79

Mills e Jones (1996) dizem que valores ideais de N são aqueles compreendidos entre 20 e 24g/kg, onde somente R1 ultrapassa esse valor, chegando a atingir 25,27g/kg.

Para Godoy e Villas Bôas (2010) dizem que o ideal está na faixa de 14 a 25g/kg; aqui, somente R1 não se encaixa nessa faixa, sendo apenas 0,27 g/kg acima do valor ideal. Piedade (2004) afirma que valores entre 17 e 21 g/kg são ótimos; e de acordo com essa faixa, somente R2 se encaixa, apresentando um valor de 17,24 g/kg. Os locais R1 e E apresentam maiores valores de N foliar, sendo 25,27 g/kg e 22,80g/kg, respectivamente (Tabela 1), sendo que para Carribeiro (2010), os valores ideais estão entre 15 e 20g/kg de N foliar, onde somente R2 se encaixa nesses valores; os locais R1 e E estão acima do intervalo citado pelo autor.

Em trabalho realizado por Santos e Castilho (2015) com grama esmeralda os valores de N encontrados foram entre 14,03 e 17,68g/kg, inferiores a R1 e E.

O N foliar é influenciado pela quantidade de P no solo. Quando este está baixo (Tabela 2), o N foliar também é baixo (Tabela 1), porque suprimentos inadequados de P podem diminuir a absorção de  $\text{NO}_3$  e  $\text{NH}_4$ . R1 é o local que apresenta maiores valores de P no solo (Tabela 2) e, portanto, maior N foliar (Tabela 1).

Maiores teores de N e Mg na folha, refletem num maior ICC (Tabela 1), pois de acordo com Taiz e Zeiger (2017) as clorofilas, são moléculas formadas por um átomo central de magnésio, ligado a 4 outros de nitrogênio. Assim, existe uma correlação entre as concentrações de clorofila e o estado nutricional da planta (SANTOS; CASTILHO, 2015) como é perceptível no local R1. Isso também pode estar refletindo na quantidade de Mg no solo, visto na Tabela 2. Nos locais R2 e E, que apresentam menor quantidade de N e Mg foliar, apresenta também menor ICC e isso acontece porque a molécula de clorofila apresenta N e Mg em sua composição.

Os valores encontrados em N para R2, K para R1 e R2, Ca e Zn para todos os locais, e Mg em R2 são considerados abaixo do adequado segundo Mills e Jones (1996) para o gênero *Zoysia*. Por outro lado, para Jones (1980), os valores de N, K, Ca e Mg estão abaixo do considerado adequado para espécies de gramas utilizadas nos EUA.

Lima et al. (2008), trabalhando com grama esmeralda, afirma que o índice de clorofila encontrado nos resultados é indicativo do estado nutricional em N, e quando os autores, usando diferentes doses de fonte de N, verificaram aumento nas leituras em clorofilômetro em decorrência do aumento dos teores de N, conferindo maior intensidade de cor verde e maior concentração de N, em um intervalo de 36,5 a 39,2 ICC; no presente trabalho, nenhum dos tratamentos atingiu o referido valor, porém R1 apresenta-se pró-

ximo deste intervalo (36,19 ICC). Dinalli (2012), assim como Santos e Castilho (2015), observaram valores no intervalo de 17,9 a 19,4 ICC e de 14,95 a 19,54, respectivamente, sendo esses menores do que os encontrados no presente trabalho.

Santos et al., (2016), avaliando a influencia de diferentes substratos no teor de clorofila das folhas de grama esmeralda, encontraram intervalos entre 13,09 a 18,18 CCl, também inferiores aos do estudo.

### Análise de solo

Na Tabela 2 são apresentados os resultados analíticos dos solos encontrados nos locais avaliados.

**Tabela 2** – Resultados analíticos dos solos. Ilha Solteira, 2016.

Locais	pH	P	MO	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
	CaCl <sub>2</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	mmolc/dm <sup>3</sup>						
R1	6,0	37	33	1,0	64	14	18	0	79,0	97,0
R2	5,7	16	26	1,4	31	9	16	0	41,4	57,4
E	6,0	18	20	1,7	28	10	13	0	39,7	52,7

Locais	V	Ca/CTC	Mg/CTC	Sat. Al	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%				mg/dm <sup>3</sup>					
R1	81	66	14	0	4	0,10	0,9	31	17,4	2,5
R2	72	54	16	0	4	0,10	1,8	32	18,6	2,8
E	75	53	19	0	3	0,06	0,8	5	4,0	2,7

Valores de pH entre 5,5 e 6,5 são considerados aceitáveis para gramas, de acordo com Christian (1998) e, segundo Carrow et al (2001), a grama esmeralda é tolerante a alta acidez do solo (pH em água < 5,0 ou pH em CaCl<sub>2</sub> < 4,4), sendo que no presente trabalho todos os valores são superiores ao citado por esse autor, e dentro da faixa considerada por Christian (1998). Porém, como no Brasil há solos mais intemperizados e que sofrem alteração da CTC com a variação do pH, a dose de corretivo a ser utilizada é baseada na saturação por bases do solo (V%) que se correlaciona diretamente com o valor de pH na solução do solo. Santos e Castilho (2016) com

caracterização química de substratos para desenvolvimento da grama esmeralda, observaram um intervalo variando de 4,5 a 7,5, e constataram que com o maior valor de pH, melhor foi o cultivo do gramado.

Com relação ao P, de acordo com Christian (1998), para grama esmeralda, teores maiores que 20 mg/dm<sup>3</sup> são considerados alto, sendo que somente R1 apresenta esse resultado. R2 e E, segundo o mesmo autor, possuem teor médio de P (entre 10 e 20 mg/dm<sup>3</sup>). Godoy e Villas Bôas (2003) afirmam que teores acima de 15 mg/dm<sup>3</sup> de P no solo podem ser considerados adequados para gramados, portanto, todos os locais se encaixam nesse valor.

Segundo Rajj (2011), valores acima de 7 mmolc/dm<sup>3</sup> e 8 mmolc/dm<sup>3</sup> são considerados altos para Ca e Mg, respectivamente. Altas quantidades de Ca e Mg podem estar relacionadas as baixas quantidades de K, como as encontradas em R1 e R2. O local E possui teor médio de K (Tabela 2), possivelmente por apresentar menor quantidade de Ca do que os demais locais. Por outro lado, Godoy e Villas Bôas (2003), trabalhando com grama esmeralda, afirmam que teores de K entre 1,1-4,5 mmolc/dm<sup>3</sup> são considerados baixos.

O acúmulo de matéria orgânica fornece aumento expansivo da CTC, como pode ser visto em R1, que foi o de maior quantidade de matéria orgânica (33 g/dm<sup>3</sup>) e, consequentemente, o que apresentou a maior CTC (97 mmolc/dm<sup>3</sup>).

De acordo com os valores mostrados na Tabela 2 e quando comparados a Tabela 3, nota-se que em relação ao B e Cu, todos os resultados obtidos nos locais estudados são menores; para Fe e Mn são menores somente no local E; e para Zn, são maiores.

**Tabela 3** – Teores médios de micronutrientes encontrados em áreas de produção de gramas antes da instalação dos experimentos (camada de 0 a 20 cm) nos municípios de Capela do Alto e Itapetininga/SP. Adaptado de Lima (2009), Backes (2008) e Godoy (2005).

Micronutrientes				
B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- mg/dm <sup>3</sup> -----				
0,23	2,4	25,3	4,3	0,3

## Necessidade de Calagem

Segundo Godoy e Villas Bôas (2008), no Brasil, o método que mais se utiliza para determinar a quantidade de corretivo necessária é o baseado na saturação por bases do solo (V%), a qual se correlaciona diretamente com o valor de pH da solução do solo, valores demonstrados na Tabela 4.

**Tabela 4** – Relação entre a saturação por bases (V%), pH em água e em CaCl<sub>2</sub> do solo. Adaptado de Quaggio et al. (1982).

Saturação por bases (V%)	pH em água <sup>1</sup>	pH em CaCl <sub>2</sub> <sup>2</sup>
30	5,1	4,5
40	5,3	4,7
50	5,5	5,0
60	5,7	5,3
70	5,9	5,6
80	6,0	5,8

<sup>1</sup>calculado com base na diferença de 0,6 unidades a menos que o pH em CaCl<sub>2</sub>; <sup>2</sup>pH(CaCl<sub>2</sub>) = 3,66 + 0,27 V \*\* (r = 0,97)

A Tabela 5 apresenta os valores de pH, saturação por bases e CTC dos locais estudados para este trabalho.

**Tabela 5** – Valores de pH, saturação por bases (V%) e capacidade de troca catiônica (CTC) dos locais estudados.

Locais	pH (em CaCl <sub>2</sub> )	V (%)	CTC (mmolc/dm <sup>3</sup> )
R1	6,0	81	97
R2	5,7	72	57,4
E	6,0	75	52,7

De acordo com a Tabela 2 e os resultados apresentados nos locais R1 (V% = 81) e R2 (V% = 72) não há necessidade de calagem. Já o local E necessita e esta pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$QC = \frac{[(V2 - V1) \times CTC]}{PRNT \times 10} \times f$$

Sendo:

QC = quantidade de corretivo a ser aplicado, em toneladas por hectare ( $t\ há^{-1}$ );

V2 = saturação por bases ideal para a espécie de grama;

V1 = saturação por bases do solo na camada que se deseja corrigir;

CTC = capacidade de troca catiônica do solo, em  $mmol\ c\ dm^{-3}$ ;

PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total do corretivo, em %;

F= fator de correção para a profundidade de incorporação do corretivo. Utilizar  $f = 0,5$  para camada de 0 a 0,1m;  $f=1$  para camada de 0 a 0,2m;  $f = 1,5$  para camada de 0 a 0,3 m.

Para o local E, a quantidade de corretivo a ser aplicada, de acordo com a fórmula dada, seria de 0,33 t/ha.

Porém, de acordo com Godoy (2005), para a produção de tapetes de grama esmeralda em solo muito argiloso no município de Itapetininga – SP, avaliando doses de calcário calculadas para elevar a saturação por bases do solo a 45, 60 e 75% na camada de 0 a 0,1 m e na camada de 0 a 0,2 m, mais um tratamento controle que não foi utilizado calcário, observaram que a parcela que não recebeu calcário formou tapete de grama no mesmo tempo que as gramas que receberam a maior dose de calcário.

Para não haver problemas de deficiência de Ca e Mg ou toxicidade por Al recomenda-se a utilização do valor de saturação por bases de 70% para implantação de gramados e em áreas de início de produção de tapetes e de 60% para gramados implantados (VILLAS BÔAS; GODOY, 2008). De acordo com esses dados, nenhum dos locais necessitaria de correção de calagem, tendo em vista que as saturações por bases são maiores do que 60%.

### **Necessidade de Gessagem**

O gesso agrícola deve ser aplicado quando pelo menos uma dessas condições seja satisfeita: o teor de cálcio deve ser menor ou igual a  $4\ mmol\ c\ dm^{-3}$ ; o teor de alumínio maior que  $5\ mmol\ c\ dm^{-3}$ ; a saturação por alumínio ser maior que 30%.

Na Tabela 6 estão presentes os valores de Ca, Al e saturação por alumínio dos gramados estudados.

**Tabela 6** – Valores de cálcio, alumínio e saturação por alumínio (m%) dos locais estudados.

Locais	Ca	Al	Sat. por Al
	----- mmolc/dm <sup>3</sup> -----		m%
R1	64	0	0
R2	31	0	0
E	28	0	0

De acordo com os dados obtidos no Laboratório de Fertilidade de Solos da UNESP de Ilha Solteira (Tabela 6), nenhum desses requisitos se encaixa nos solos estudados. E por isso, o solo não necessita de gessagem.

### Recomendação de adubação

Os locais estudados não necessitaram de adubação e, segundo Coutinho (2004), isso aconteceu porque a quantidade de nutrientes disponíveis nos restos de podas, seja do gramado ou proveniente do paisagismo, pode voltar para auxiliar na nutrição do gramado novamente, além de manter a flora microbiana benéfica no solo, reduzindo o aparecimento de pragas e doenças.

### CONCLUSÃO

Os gramados avaliados se encontravam em boas condições, baseado nos resultados de análise de solo e do estado nutricional das folhas, mostrando que em um projeto paisagístico de implantação de um gramado ornamental, este pode durar por muitos anos, sem necessidade de renovação da espécie vegetal.

O clorofilômetro portátil pode ser uma excelente alternativa para avaliar indiretamente a nutrição de uma área gramada, principalmente para determinação de nitrogênio, assim empresas de manutenção paisagística, podem saber com melhor exatidão a hora necessária para adubação.

Nos locais estudados, com grama esmeralda, verificou-se que não é necessária adubação de manutenção, provavelmente devido aos restos de poda possuírem uma boa quantidade de nutriente que são reciclados, principalmente referentes ao nitrogênio e magnésio que fazem parte da molécula de clorofila. Dessa forma, áreas gramadas são excelentes opções para uso em projetos sustentáveis, por necessitarem menor gastos com fertilizantes químicos

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. A.; CASTILHO, R. M. M. Fertilizantes comerciais de liberação imediata e controlada na revitalização de grama batatais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 22, n. 2, p.1-11, 2012.

ANDRADE, P. F. S. **Análise da conjuntura agropecuária. Safra 2015/2016**: Estado do Paraná. Secretaria da agricultura e do abastecimento. Departamento de Economia Rural. 2016. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/flores\\_2015\\_16.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/flores_2015_16.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2016.

ANGELIS, B. L. D.; PEREIRA, A. D.; ANGELIS NETO, G.; BARROS, R. A. A função das áreas verdes em parques industriais: o caso de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Sci. Technol.** v. 29, n. 2, p. 187-193, 2007.

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

BACKES, C. **Aplicação e efeito residual do lodo de esgoto em sistemas de produção de tapetes de grama esmeralda**. 2008. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BEARD, J. B. Cool season turfgrasses. **Turfgrass: Science and Culture**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973, p. 54-131.

BRITO, J. F. F. Erros na implantação e manutenção de gramados ornamentais. In: GODOY; L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L. **Tópicos atuais em gramados II**. Ed. FEPAF, Botucatu p. 103-114, 2010.

CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda.** 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

CARROW, R. N.; WADDINGTON, D. V.; RIEKE, P. E. **Turfgrass soil fertility and chemical problems: Assessment and management.** Chelsea Ann Arbor Press, 2001. 400 p.

CASTILHO, R. M. M.; MATHEUS, C. M. D. Calagem e Adubação para gramados ornamentais. In: **III Sigra – Simpósio sobre gramados**, 3. Botucatu, 2006. 6p. (CD-ROM).

CHRISTIANS, N. E. **Fundamentals of turfgrass management.** Chelsea Arbor Press, 1998. 301p.

COUTINHO, A. A. Experiência com aproveitamento dos resíduos do corte de grama. In: **II SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS – SIGRA**, 2. Botucatu, 2004. 18p. (CD-ROM).

DINALLI, R. P.; BUZETTI, S.; CASTILHO, R. M. M.; GAZOLA, R. N.; CELESTRINO, T. S. Índice de clorofila na folha de grama esmeralda em função da aplicação de fontes de N. In: **VI SIGRA – Simpósio de Gramados – Anais.** UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 15 e 16 de maio de 2012.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes da grama Sto. Agostinho e Esmeralda.** 2005. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

GODOY, L. J. G. de; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M. **Nutrição, Adubação e Calagem para produção de gramas.** 1 Ed. FEPAF, 2012. 146p.

GODOY, L. J. G.; ALMEIDA, L. C. F. Sazonalidade e evolução dos preços da grama esmeralda, no ceasa campinas-SP, no período de 2010 a 2015. In: **VII SIGRA – Simpósio de Gramados ...Anais.** UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2015.

GODOY, L. J. G.; BACKES, C.; ARIGONI, P.; VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P. Doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado na nutrição e produção de tapetes de grama esmeralda. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 6, n.1-2, p. 77-89, 2007.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: I SIGRA – Simpósio de Gramados ...**Anais**. UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2003.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Tecnologias para auxiliar o manejo da adubação na produção de gramas. In: V SIGRA – Simpósio de Gramados ...**Anais**. UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2010.

GURGEL, R. A. G. Principais espécies e variedades de grama. In: I SIGRA – Simpósio de Gramados ...**Anais**. UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2003.

ILHA SOLTERIA. **Novos locais e dias de coleta do lixo reciclável**. Disponível em: <[http://www.ilhasolteira.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=24&Itemid=20](http://www.ilhasolteira.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=20)>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2018.

ITOGRASS. **O tapete natural de grama**. 1975. Disponível em: <[www.itograss.com.br](http://www.itograss.com.br)>. Acesso em: 06 dez. 2016.

JONES, J. B. **Turf analysis**. *Golf course management*, v. 48, n. 1, p. 29-32, 1980.

LIMA, C. P. **Nutrição, produção e qualidade de tapetes de grama bermuda e esmeralda influenciados pela adubação nitrogenada**. 2009. 139f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, SP, 2009.

LIMA, C. P.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R.; KIIHL, T. A. M.; FREITAG, E. E. BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R.; KIIHL, T. A. M.; FREITAG, E. E. Bermuda grass sod production as related to nitrogen rates. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, P. 371-378, 2010.

LIMA, C. P.; LOPES, D. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDES, D. M.; BACKES, C. Medidas de intensidade de coloração verde das folhas, determinadas por dois clorofilômetros em campo de produção de grama esmeralda adubada com doses de ajifer. **Tópicos Atuais em Gramados**. Ed. FEPAF, Botucatu, p. 170 – 174. 2008.

MACIEL, C. D. G. POLETINE, J. P.; AQUINO, C. J. R.; FERREIRA, D. M.; MAIO, R. M. D. Composição florística da comunidade infestante em gramados de *Paspalum notatum* no município de Assis, SP. **Planta daninha**, v. 26, n. 1, p. 57-64, 2008.

MACIEL, C. D. G. Resultados de pesquisa com herbicidas em gramados - um apelo para o registro de produtos. In: GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L. **Tópicos atuais em gramados II**. Ed. FEPAF, Botucatu, p. 115-134, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p., 1997.

MARTELLO, J. M.; CASTILHO, R. M. M. PAGLIARINI, M. K. Pós-colheita de tapetes de grama Esmeralda em relação aos níveis de empilhamento e ambiente de armazenamento. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v.8, n.1, 61-66, 2014.

MILLS, H. A.; JONES, J. B. **Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: MicroMacro, 1996. 456 p.

OLIVEIRA, J. F. V.; CASTILHO, R. M. M.; OLIVEIRA, N. B. **Temperatura superficial e do ar em gramado sintético e natural**. In: X ENCIVI – Encontro de Ciências da Vida. UNESP – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP, 2016.

PEDRON, F. A. **Efeitos da vegetação no ambiente urbano**. Agronline.com.br. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=88>>. Acesso em: 15 de outubro de 2016.

PIEIDADE, A. R. **Desenvolvimento vegetativo de quatro espécies de gramas irrigadas com efluente de estação de tratamento de esgoto doméstico**. 2004. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

PIMENTA, C. H. Produção de gramas. In: **I SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS – SIGRA**, 1. Botucatu, 2003. 7p. (CD-ROM).

QUAGGIO, J.A.; DECHEN, A. R.; RAIJ, B. van. Efeito da aplicação do calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, p.189-194, 1982.

RAATS, L. E. S.; PAIVA, P. D. O.; R., M. N. O. Avaliação comparativa de formatos de placas e “plugs” para plantio de grama esmeralda. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 18, n. 2, p. 115-120, 2012.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. 6 ed. Piracicaba-SP: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

REDE CIDADE DIGITAL. **Mapa das cidades digitais - São Paulo**. Disponível em: <[http://redecidadedigital.com.br/mapa\\_sp.php](http://redecidadedigital.com.br/mapa_sp.php)>. Acesso em: 02 fev. 2018.

SANTOS, L. P. S.; CUBA, R. M. F.; LEITÃO, V. S.; SANTOS NETO, A. S. S. Análise da eficiência de calçadas ecológicas como sistema de drenagem sustentável nos centros urbanos: estudo de caso no Parque Flamboyant, Goiânia–Goiás. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 19, n. 3, p. 837-849, 2015.

SANTOS, P. L. F.; BARCELOS, J. P. Q.; CASTILHO, R. M. M. Diferentes substratos no desenvolvimento de um gramado ornamental para uso em telhados verdes. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 04, n. 10, p. 81-94, 2016.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Caracterização físico-química de diferentes substratos e sua influência no desenvolvimento da grama esmeralda. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 10, n.6, p. 1-5, nov. 2016.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Relação entre teor de clorofila e nitrogênio foliar em grama esmeralda cultivada em substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 9, n.2, p. 51-54, set. 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

UNRUH, J. B. Biologia de grammas de estação quente. *In*: II SIGRA – Simpósio de Gramados ...**Anais**. UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2004.

VILLAS BOAS, R. L.; GODOY, L. J. G. **Tópicos atuais em gramados**. 2. ed. Botucatu: FEPAF, 2008. 203 p.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. Grass genera of the World: Descriptions. **Illustrations, Identification, and Information Retrieval**, 1992, 1038 p.

WINTERS, G. Uso de gramados no paisagismo. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. **Tópicos atuais em gramados III**: Botucatu/SP: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2012. p. 201-208.

ZANON, M. E. **Desenvolvimento de grama-esmeralda, grama-bermudas ´tifway 419´ e ´celebration´ submetidas a aplicação de reguladores de crescimento**. 2015. 58f. Tese (Doutorado em Produção vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal-SP, UNESP, Jaboticabal. 2015.

ZANON, M. E. O mercado de gramas no Brasil, cadeia produtiva, situação e perspectiva. In: I SIGRA – Simpósio de Gramados ...**Anais**. UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2003.

## ARTIGO Nº 6

**PROJETO URBANO SUSTENTÁVEL PARA A CIDADE DE ITU**

*SUSTAINABLE URBAN PROJECT FOR ITU CITY, SP*

DEIZE SBARAI SANCHES XIMENES

**PROJETO URBANO SUSTENTÁVEL PARA A CIDADE DE ITU**  
*SUSTAINABLE URBAN PROJECT FOR ITU CITY, SP*

**DEIZE SBARAI SANCHES XIMENES**

Doutora em Arquitetura e Urbanismo – FAUUSP

E-mail: deizesanches@usp.br

**RESUMO**

Este artigo é fruto de uma pesquisa de doutorado da FAUUSP, desenvolvida na cidade de Itu – interior oeste de São Paulo, a qual teve uma expansão desordenada e uma dispersão urbana vinculada à especulação imobiliária e ao uso inadequado dos recursos naturais. Novos cenários foram propostos para o desenvolvimento de um projeto urbano sustentável para Itu, criando uma conexão entre o Centro Velho e o Novo Centro, a partir de três eixos estruturadores: ecológico, cultural e hídrico, por meio de uma mobilidade sustentável e um ordenamento territorial do Centro Histórico. A intenção é promover uma melhor qualidade de vida urbana, uma valorização e apropriação das áreas verdes e dos conjuntos arquitetônicos de importância histórica, para uso público, e a preservação e o uso racional dos recursos naturais disponíveis no meio urbano.

**Palavras-chave:** Projeto urbano sustentável; Cidade de Itu; estrutura ecológica; estrutura cultural; estrutura hídrica.

**ABSTRACT**

*This article is the result of a Ph.D. research at FAUUSP, developed in Itú City, in the countryside of São Paulo State, which had a disorderly expansion and an urban dispersion linked to real estate speculation and the inadequate use of natural resources. New scenarios were proposed for the development of a sustainable urban project for that city, creating a connection between the Old Downtown and the New Downtown, by the application of three structuring axes: ecological, cultural and hydrological, through a sustainable mobility and a territorial planning for the Historic Center. The aim is to promote a better quality of urban life, the improvement and appropriation of green are-*

*as and architectural ensembles of historical importance for public use, as well as the preservation and rational use of natural resources available in the urban area.*

**Keywords:** *Sustainable Urban Design; Itú City; Ecological Structure Cultural Structure; Water Structure.*

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades econômicas de Itu e o rápido crescimento da população acarretaram um processo de expansão urbana desordenada e dispersa, a perda da cobertura vegetal e o uso inadequado dos recursos naturais. Este panorama geral, analisado durante a pesquisa, trouxe como objetivo propor diretrizes para um projeto urbano sustentável para a cidade de Itu, conectando o Centro Velho com o Novo Centro, por meio de uma mobilidade sustentável, e criando novos cenários para o desenvolvimento de um Novo Centro planejado a partir de três eixos estruturadores: cultural, ecológico e hídrico, e de um ordenamento territorial do Centro Histórico.

A cidade de Itu se iniciou em 1610 com a construção de uma capela erguida por Domingos Fernandes sob a invocação de Nossa Senhora da Candelária. O povoado se formou ao lado desta capela – que se tornaria sua Igreja Matriz.

A partir do final do século XIX, percebe-se uma notável modificação na morfologia urbana do centro de Itu; as ruas passaram a se estender longitudinalmente por todo o espigão da colina onde se deu a ocupação inicial e as formas da paisagem foram profundamente alteradas. Para esse processo, foi de grande importância a implantação do ramal ferroviário, inaugurado em 1873. Desse modo, um ano antes, a Rua do Comércio, atual Floriano Peixoto, já era prolongada até o Largo da Estação, atual Praça Gaspar Ricardo (REIS, 2001).

O século XX representou o início de uma nova era, com as primeiras indústrias, sobretudo têxteis, que necessitavam de recursos hídricos para gerar energia a vapor, como a Fábrica de Fiação e Tecelagem São Luiz em Itu. A existência de cachoeiras e rios em abundância no município fez com que as novas fábricas pudessem aí se instalar e utilizar o potencial hídrico da região. O centro de Itu se volta, então, às atividades terciárias devido ao forte processo de industrialização e o surgimento dos principais

eixos de escoamento das mercadorias; as rodovias Castelo Branco e Santos Dumont (Antiga Rodovia do Açúcar), a proximidade do aeroporto internacional de cargas Viracopos em Campinas, e o acesso rodoviário e ferroviário ao porto de Santos.

Segundo Santos (2004), a presença dessas inovações no território torna-se critério de definição da localização das empresas, visto que sua mudança só é viável quando acompanhada do acesso às redes. Como a produção das condições materiais que permitem a formação dessas redes no território é bastante limitada, ela impõe limites à dispersão dos estabelecimentos econômicos, sobretudo das indústrias.

O processo de crescimento da metrópole e da região de Itu, atrelado ao crescimento industrial, contribuiu para a valorização da especulação imobiliária, acarretando alterações na estrutura da cidade; o êxodo rural vinculado ao aumento das atividades terciárias, as facilidades de crédito, o aumento do consumo e a popularização do centro. A população com renda mais alta, que habitava esta área, adota novos padrões de moradia; os condomínios e loteamentos fechados horizontais, que se implantaram ao redor da cidade a partir de meados da década de 1970 (AJONAS, 2009), colaboraram para a preservação do patrimônio histórico, impedindo a verticalização do mesmo.

Atualmente, o Centro Histórico possui uma alta concentração populacional, necessitando de uma reestruturação urbana e uma valorização dos bens tombados, assim como o fortalecimento e a integração com o Novo Centro a partir de iniciativas sustentáveis.

## LOCALIZAÇÃO DO CENTRO HISTÓRICO E NOVO CENTRO



O centro Histórico de Itu está localizado no norte do Município, numa área total de 1.862km<sup>2</sup>, sendo 944 mil m<sup>2</sup> referente à Zona Histórica e 918 mil m<sup>2</sup> à Zona de Preservação Histórica, com altitudes que variam entre 566 e 600 metros, numa colina (Figura 01).

**Figura 01** – Localização do Centro Histórico de Itu, s/escala  
Fonte: Elaborado pela autora, 2017

A malha do Centro Histórico é constituída por uma rede de ruas em formato de tabuleiro, com cerca de 50 quadras, com uso predominantemente comercial, e algumas residências, museus e igrejas que ocupam edificações tombadas. No seu entorno temos algumas vias principais; como a Avenida Dr. Otaviano Pereira Mendes, por onde corre o Córrego Taboão, a Avenida Dr. Ermelindo Maffei, que contorna a área do Regimento Militar Deodoro e dá acesso ao Plaza Shopping Itu, a Rua dos Andradas, que passa a se chamar Rodovia Waldomiro Corrêa de Camargo após cruzar o centro sentido São Paulo e Sorocaba (SP-079) e a Avenida Galileu Bicudo, nomeada SP-079.

A implantação do Bairro Itu Novo Centro (Figura 02) foi em 2006, numa antiga área do Regimento Militar Deodoro de artilharia montada, distante apenas 1 km do Centro. A meta era incentivar o comércio e o desenvolvimento econômico, visto que o centro da cidade, já tombado, não comportava mais o crescimento do município. A proposta inicial desta área era utilizá-la como APA – Área de Proteção Ambiental, fazer o plantio de mudas e criar um parque ecológico de 48 mil m<sup>2</sup>, mas a União; proprietária das terras, não aceitou e a área foi desmatada, loteada e denominada Itu Novo Centro.



Figura 02 – Mapa de localização do Centro Histórico e Novo Centro. Fonte: Elaborado pela autora, 2017

Atualmente, abrange uma área de 426 mil m<sup>2</sup>, com infraestrutura básica, dividida em 209 mil m<sup>2</sup> de lotes em 23 quadras, entre residenciais e comerciais, na sua maioria sem construção; 115 mil m<sup>2</sup> de sistema viário; 55 mil m<sup>2</sup> de áreas institucionais, já contabilizando a nova sede da Prefeitura de Itu e 47 mil m<sup>2</sup> de espaços livres, entre eles, a faixa de proteção permanente do Córrego Taboão; onde se encontra o Parque Ecológico Taboão e a Secretaria do Meio Ambiente.

O acesso ao Centro Histórico e ao Novo Centro se faz pelas rodovias: ao norte – (SP 071) Rodovia da Convenção acesso à Campinas e Salto, (SP 079) Rodovia Waldomiro Correa de Camargo acesso à Indaiatuba, Salto e Campinas, e a (SP 300) Rodovia Marechal Rondon acesso à Porto Feliz e Tietê; à leste – (SP 300) Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto com acesso à Jundiaí e a (SP 312) Estrada dos Romeiros acesso à Cabreuva, Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba; à oeste – (SP 300) Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto acesso à Porto Feliz e Tietê; e ao sul – (SP 079) Rodovia Waldomiro Correa de Camargo sentido São Paulo e Sorocaba (Figura 02)

## **PROJETO URBANO SUSTENTÁVEL – DIRETRIZES E DESENHOS ESQUEMÁTICOS**

As diretrizes de Projeto Urbano Sustentável para a cidade de Itu – Ligação Centro Histórico e o Novo Centro foram desenvolvidas a partir dos eixos estruturadores: ecológico, hídrico e cultural, da mobilidade sustentável e do Plano Diretor, criando assim, novos cenários para um Projeto Urbano Sustentável:

- Estrutura Ecológica (EE): malha verde que identifica as APAs (Áreas de Proteção Ambientais), as APPs (Áreas de Proteção Permanente), os parques, as praças e as áreas verdes residuais, mostrando sua importância na resiliência urbana ambiental e a necessidade de manutenção e preservação da vegetação nativa. A estrutura ecológica desenvolvida no eixo de ligação entre o Centro Histórico e o Novo Centro, irá conectar os diversos fragmentos e manchas verdes existentes, e propor novas manchas e corredores verdes de ligação entre esses elementos isolados, criando uma rede sustentável.
- Estrutura Hídrica (EH): malha azul que identificada os canais de água, as lagoas naturais e os demais corpos hídricos. Os córregos e rios devem ser abertos para manter o ciclo hidrológico, sem alterar suas características

naturais, devolvendo à paisagem urbana este elemento fundamental para a drenagem das águas das chuvas. Esta estrutura fomentará espaços de lazer ao longo das APAs dos córregos Brochado e Taboão, identificará os pontos de alagamento e deve propor novos cenários com o uso de tipologias da infraestrutura verde, possibilitando a integração dos cursos de água com o espaço urbano de forma sustentável.

- Estrutura Cultural (EC): malha marrom que identifica a riqueza produzida pelo Homem ao longo dos anos, como o patrimônio cultural da cidade, as afetividades e envolvimento da comunidade com a cultura local de valor histórico, as inúmeras igrejas de estilo colonial, museus e monumentos arquitetônicos, as fazendas históricas, os roteiros turísticos dos Bandeirantes e Caminho do Sol, o Núcleo Pedregulho, e o Parque Geológico do Varvito.

Todo esse potencial irá contribuir para aproximar a comunidade dos processos naturais produtivos, criando a oportunidade de reinserção social de grupos desenraizados. A pulverização da riqueza e da cultura instalada no Centro Histórico para bairros vizinhos (como o Itu Novo Centro, assim como para o turismo regional) irá mostrar a identidade ali produzida ao longo dos anos.

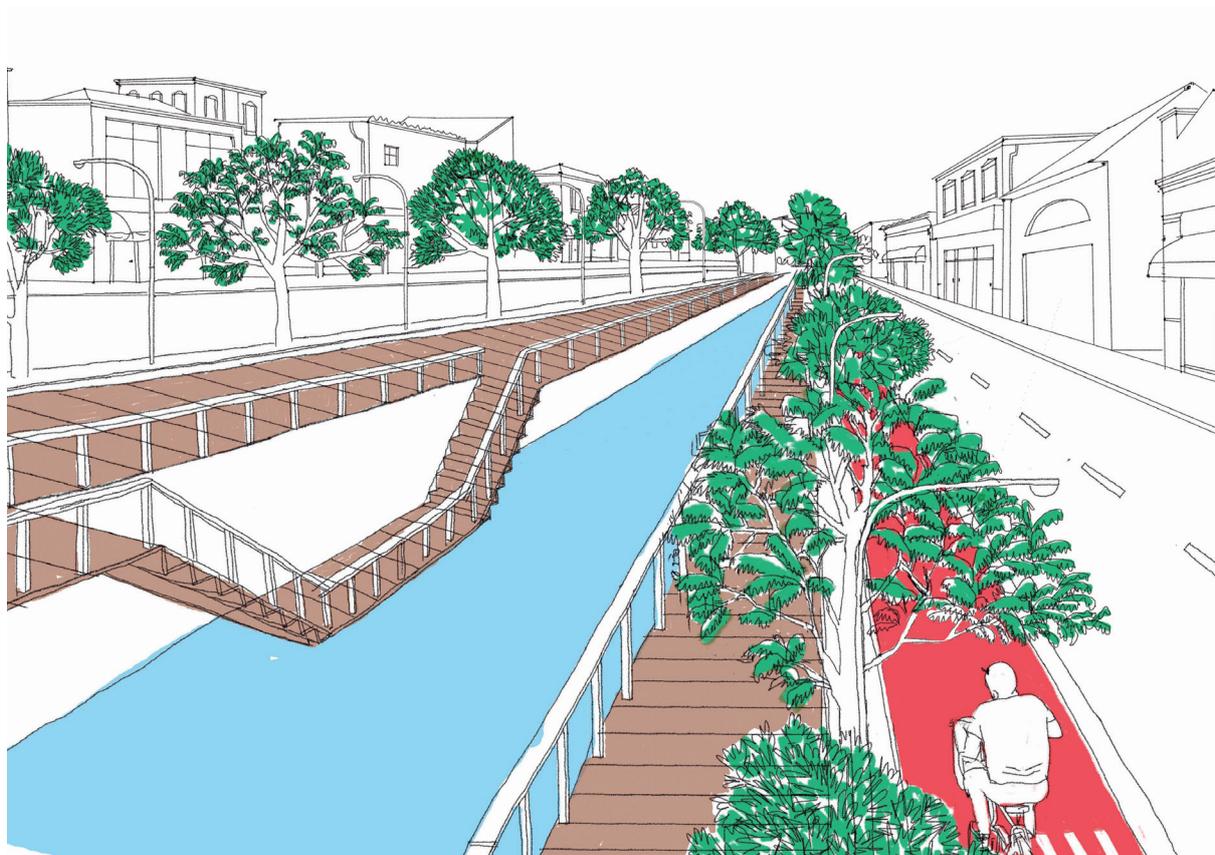
As duas áreas possuem características bem marcantes e distintas. Por um lado, um centro totalmente saturado com uma grande concentração de comércios e serviços, e um alto grau de conjuntos arquitetônicos de valor histórico, sem sua real valorização. Por outro, um bairro totalmente novo, em processo de desenvolvimento, necessitando de um planejamento sustentável, uma adequação ao entorno já consolidado e um desenho urbano compatível com a necessidade local.

### **DIRETRIZES - ESTRUTURA ECOLÓGICA (DTEE) - (Ver Figura 10)**

- *Instalação do Itu Parque Linear – 7.360 metros (Figura 03)*

Ao longo dos Córregos Brochado (3.860 metros) e Taboão (3.500 metros); nas áreas de Proteção Permanente (APPs) – numa faixa de no máximo 30 metros, será implantado um corredor verde, formalizando um Parque Linear de 7.360 metros, aproximadamente 22 ha para uso de pedestres e ciclistas, com diferentes espaços de lazer e estar com infraestrutura de apoio ao usuário (bancos, mesas, iluminação, lixeiras, pergolados, play-

ground). Este parque foi proposto com a intenção de criar diversas conexões e integrações para a cidade de Itu; como por exemplo: a integração entre os bairros vizinhos à área central, facilitando a mobilidade urbana; a configuração de um corredor ecológico permitindo a passagem de animais, o deslocamento de sementes e o aumento da cobertura vegetal; a conectividade do parque linear com as demais manchas verdes - o Parque Ecológico do Taboão, localizado no Bairro Novo Centro, o Parque Central Propositivo e os fragmentos arbóreos ao longo dos córregos. Outro importante fator é a devolução dos canais de água para a paisagem urbana e para o uso público de forma convidativa.



**Figura 03** – Desenho esquemático do Parque Linear – Avenida Dr. Otaviano Pereira Mendes  
Fonte: Elaborado pela autora, ilustração de Bruna Ximenes, 2017

- *Instalação do Parque Central de Itu* (Figura 04)

A área verde do Regimento Militar Deodoro (260 km<sup>2</sup>), definida basicamente como Zona Exclusivamente Residencial 2, terá seu uso alterado para Zona de Preservação Ambiental (ZPA), desenvolvendo nesta área o “*Parque Central de Itu*”. O objetivo é criar um novo espaço de lazer e integração da sociedade e garantir melhores

condições ambientais na área central. O parque estará diretamente conectado ao “*Itu Parque Linear*” por estar localizado à margem do Córrego Taboão e terá fácil acesso tanto à nível de transporte público como de mobilidade alternativa, pois estará na Avenida Ermelindo Maffei, uma das principais vias centrais que liga às rodovias de acesso à Jundiaí (SP 300) e à Cabreúva, Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba (SP 312), conhecida por Estrada dos Romeiros.



**Figura 04** – Desenho esquemático do Parque Central.

Fonte: Elaborado pela autora, ilustração de Bruna Ximenes, 2017

- *Inserção de Mata Nativa no Parque Central de Itu e no Parque Linear*

A cobertura vegetal natural predominante em Itu é a Mata Atlântica ou Mata Latifoliada Tropical, grande parte devastada pela intensa produção agrícola ao longo do tempo, ora pela cultura do café, ora pela de cana-de-açúcar (TROPPEMAIR, 2004). A intenção desta diretriz propositiva é a recuperação desta cobertura vegetal, nas áreas do Parque Linear e do Parque Central.

- *Hortas urbanas comunitárias*

A implantação de hortas urbanas comunitárias nas manchas verdes centrais de Itu – Parque Linear / Parque Central / Parque Ecológico do Taboão e áreas residuais irá colaborar para a integração da comunidade e a educação ambiental; o saber se apropriar do espaço público para uma função coletiva em prol de todos.

- *Instalação das Ruas Verdes (Figura 05)*

Será proposta uma malha verde nas ruas do Centro Histórico e nas principais avenidas do Bairro Novo Centro, colaborando com a rede cultural e proporcionando melhores condições ambientais para os pedestres realizarem seus percursos diários entre trabalho e moradia, assim como, os trajetos referentes aos circuitos históricos de museus, igrejas e o conjunto arquitetônico como um todo, tornando agradável o ir e vir entre bairros e o caminhar pelas calçadas arborizadas.

As áreas verdes ao longo das calçadas terão a função de drenagem natural, com a implantação das biovaletas e a captação e reutilização das águas pluviais para usos urbanos; como lavagem de ruas, irrigação de canteiros e áreas verdes públicas e limpeza das fachadas de monumentos históricos – igrejas, museus.



**Figura 05** – Desenho esquemático das Ruas Verdes / Rua Barão do Itaim – Centro  
Fonte: Elaborado pela autora, ilustração de Bruna Ximenes, 2017

Será necessário analisar caso a caso as dimensões dos passeios públicos e do leito carroçável, para que a proposta seja executada sem problemas de acessibilidade. Poderá ser dimensionada uma calçada com 2,20 metros de largura e uma ciclovia de 1,50 metros, mantendo a outra calçada com a dimensão original, que hoje tem uma variação entre 1,50 e 2,20 metros (Figura 06).



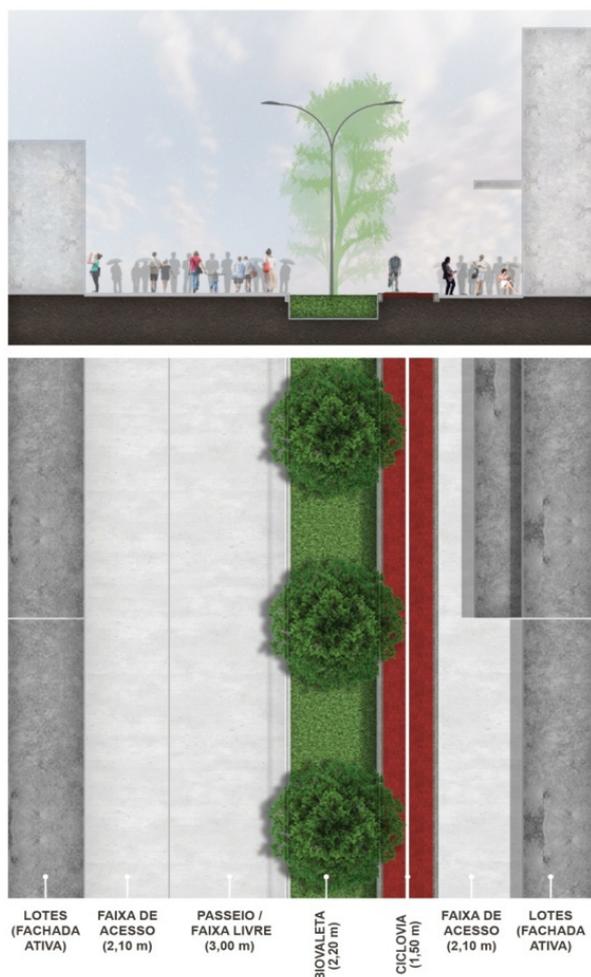
**Figura 06** – Corte esquemático propositivo das Ruas Verdes. Fonte: Elaborado pela autora, 2017

A Rua Paula Souza – eixo 1 de ligação do Novo Centro com o Centro Histórico ganhará a função de corredor ecológico e cultural, promovendo as ruas verdes<sup>1</sup> com o plantio de árvores nativas que farão a integração das praças centrais da via Paula Souza de 3 km de extensão com as Áreas de Proteção Permanente dos Córregos Brochado e Taboão; e a conexão com as edificações de valor histórico e arquitetônico do Centro Histórico, de acordo com os desenhos esquemáticos propositivos (Figura 07).



**Figura 07** – Planta e Corte esquemático da Rua Paula Souza – Eixo Cultural (esquerda). Fonte: Elaborado pela autora, 2017

<sup>1</sup> Ruas Verdes são ruas cuja principal característica é a arborização intensa, de preferência nativa, trazendo diversos benefícios aos espaços urbanos.



**Figura 08** – Planta e Corte da Rua Floriano Peixoto – Eixo Comercial (direita).

Fonte: Elaborado pela autora, 2017

A outra ligação a promover as ruas verdes será o eixo 02 - Rua Floriano Peixoto de 2,4 km de extensão que irá ligar a *Antiga Estação Ferroviária Ituana*, o *Itu Parque Linear* e o *Bairro Itu Novo Centro*, alimentando uma conexão de âmbito social, econômico e turístico, visando o crescimento do comércio para o Novo Bairro, conforme desenhos esquemáticos propositivos (Figura 08).

### DIRETRIZES – ESTRUTURA HÍDRICA (DTEH) – (Ver Figura 10)

- *Instalação de Lagoas Pluviais* (Figura 09)

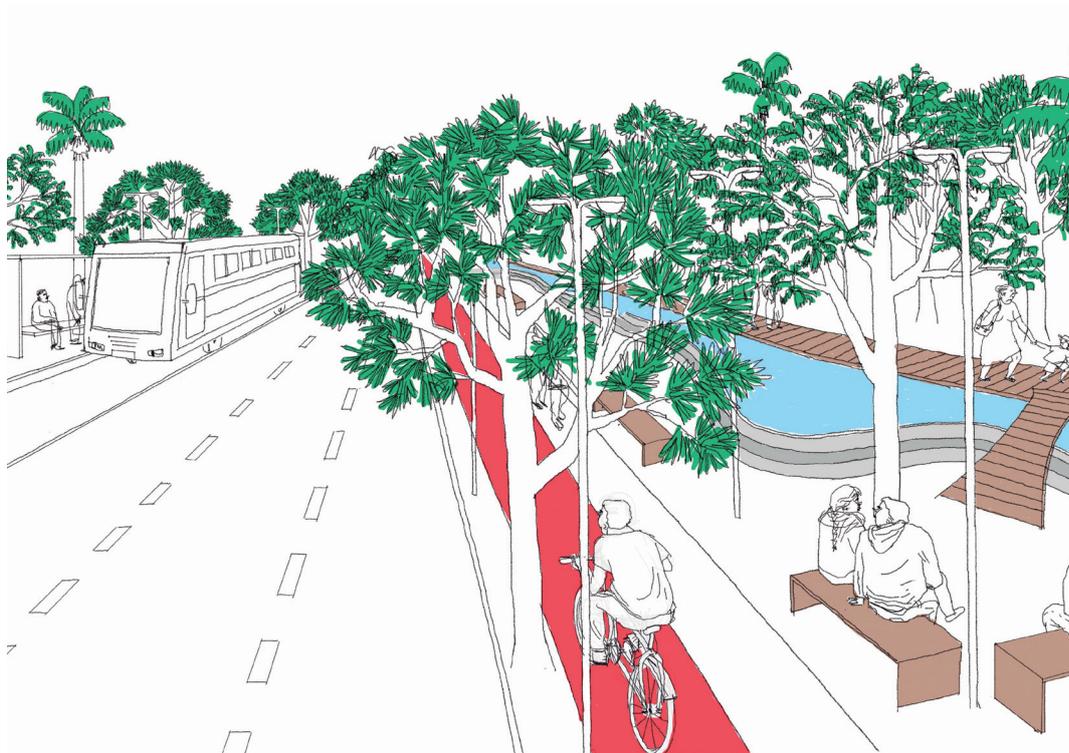
A canalização do curso de água dos Córregos Taboão e Brochado apenas transfere o problema para jusante, não solucionando as inundações de forma definitiva, assim como a construção dos atuais pisciões – Vila Gatti e Jardim Faculdade, ambos proporcionando mais área impermeável para o centro.

O novo cenário tem como proposta a construção de Lagoas Pluviais<sup>2</sup> em áreas de alto risco; nos pontos de inundação demarcados ao longo dos córregos, nos dois pisciões e nas cinco lagoas existentes na área do Regimento Deodoro. A água da chuva poderá ser armazenada nas Lagoas Pluviais e reutilizada nas áreas urbanas;

<sup>2</sup> A Lagoa Pluvial funciona como uma bacia de retenção integrada ao sistema de drenagem destinada a acomodar o excesso de água das chuvas e evitar as inundações. Constitui numa lagoa onde a capacidade de água é superior ao volume de água permanente, onde a capacidade de armazenamento é o volume entre o nível permanente de água e o nível de transbordamento (HERZOG, 2013)

- *Instalação de decks* (Figura 09)

Os canais de estiagem do Córrego Brochado e Taboão deverão ser recalculados conforme sua vazão natural e os leitos dos rios deverão ser divididos em dois; leito menor e leito maior com diferentes usos durante o período de estiagem, com decks de permanência incentivando o convívio público e a apreciação do curso da água, principalmente nas áreas do *Parque Central* e nos percursos isolados junto às avenidas Galileu Bicudo e Dr. Otaviano Mendes;



**Figura 09** – Desenho ilustrativo da Avenida Galileu Bicudo – Lagoa Pluvial

Fonte: Elaborado pela autora, ilustração de Bruna Ximenes, 2017

Visando a ampliação do sistema de drenagem do Centro Histórico, será proposta a implantação de biovaletas<sup>3</sup> – uma tipologia da infraestrutura verde de drenagem natural em trechos das ruas verdes (novo cenário), beneficiando-se da declividade natural do terreno em direção aos córregos Brochado e Taboão, e promovendo a captação da água da chuva e o reuso para rega dos canteiros, lavagem das vias, entre outros.

<sup>3</sup> Tipologia da Infraestrutura verde. São jardins lineares, em cotas mais baixas, ao longo de vias e estacionamentos que permite a captação da água das chuvas, a purificação e o armazenamento (Herzog, 2013)



**Figura 10** – Mapa propositivo – Estrutura Ecológica e Hídrica. Fonte: Elaborado pela autora, 2017

## DIRETRIZES – ESTRUTURA CULTURAL (DTEC) – (Ver Figura 11)

### • Instalação da Rede Cultural

A rede cultural será formatada pelos principais eixos viários de acesso aos núcleos culturais e pelas ruas históricas centrais, interligas pelo *Itu Parque Linear*, que irá contornar a Área de Preservação Histórica. Os principais pontos de interesse cultural e histórico ao longo dos eixos viários são: Antiga Estação Ferroviária Ituaçu, localizada ao norte do eixo comercial; Núcleo Pedregulho: acesso pela Rodovia Marechal Rondon (SP 300) – sentido Tietê, e Rodovia Dom Gabriel Bueno Couto (SP 300) – sentido Jundiá; Parque Geológico do Varvito; Roteiros Turísticos dos Bandeirantes e Caminho do Sol, com um trecho de Estrada Parque entre Itu e Cabreúva; Fazendas e chácaras de valor histórico no perímetro urbano com acesso pela Rodovia da Convenção (SP071) e Rodovia Waldomiro Correa de Camargo (SP 079) – sentido Salto e Campinas.

- *Criação de Rotas Turísticas*

A instalação da Rede Cultural possibilita a criação de diferentes rotas turísticas, tendo como marco zero a Antiga Estação Ferroviária Ituana, que sediaria o Centro de Informações Turísticas com material detalhado sobre os roteiros e monitores experientes para realizar passeios guiados. As rotas seguiriam para o centro histórico, para as fazendas históricas, para o Núcleo Pedregulho e para o Roteiro dos Bandeirantes e Caminho do Sol.

- *Renovação das edificações tombadas*

A maioria dos imóveis no eixo histórico da Rua Paula Souza, como museus e igrejas, está necessitando de conservação e manutenção; muitos deles estão subutilizados e sem uma preservação adequada. São necessários incentivos fiscais do poder público para renovação destas edificações, assim como novos usos públicos;

- *Novo uso à Antiga Estação Ferroviária Ituana*

A antiga Estação Ferroviária Ituana terá como novo cenário proposto, um Museu da História da Companhia Ytuana da Estrada de Ferro, um Centro de Informações Turísticas e passeios turísticos de trem para uma renovação de uso, em monumentos de valor histórico subutilizados;

- *Implantação do Centro de Oficinas*

De acordo com a Operação Urbana Centro Histórico, é importante a criação de um estoque construtivo com possibilidade de ser transferido para outras áreas da cidade, garantindo a participação da comunidade na identificação, valorização, preservação e conservação dos elementos significativos da paisagem urbana e fiscalizando o Centro Histórico de forma diferenciada do restante do território urbano de Itu. Assim, teremos a implantação de um *Centro de Oficinas* no Bairro Itu Novo Centro, no eixo cultural, tendo como objetivo a valorização da identidade e do patrimônio cultural e artístico e a participação mais efetiva da população;

- *Museu à céu aberto*

Dar nova identidade às áreas verdes, levando a cultura local até os parques propostos, para ser apreciada pela comunidade e pelos turistas regionais, com a proposta de inserção de atividades culturais: pinturas, esculturas, rodas de músicas tradicionais, exposições de obras de arte e demais atividades à céu aberto;

- *Restauração de Pontos Históricos*

É essencial a restauração do Mercado Municipal, que hoje se encontra em estado precário de manutenção e conservação, sem o incentivo financeiro do PAC. De acordo com os levantamentos realizados no Centro Histórico, as edificações tombadas, com uso voltado para o público em geral, deverão ter seus imóveis restaurados com incentivos fiscais dos órgãos públicos, como isenção de impostos.

- *Instalação do Projeto Educação Ambiental*

A educação ambiental será desenvolvida com o incentivo de órgãos públicos em parceria com os órgãos privados, produzindo material didático de conscientização da população, a respeito do valor do patrimônio ambiental, histórico, arquitetônico e cultural que a cidade dispõe;

- *Instalação Rede Regional de Interesses Comuns Turísticos e Culturais*

A falta de informação dos moradores em relação às riquezas da cidade é uma das problemáticas observadas. Seria importante valorizar o turismo regional cultural e histórico, criando rotas turísticas locais, municipais e regionais, podendo assim, valorizar o patrimônio imaterial – cultura caipira, festas religiosas, patrimônio musical e cultural, com parcerias entre municípios vizinhos com incentivos financeiros.

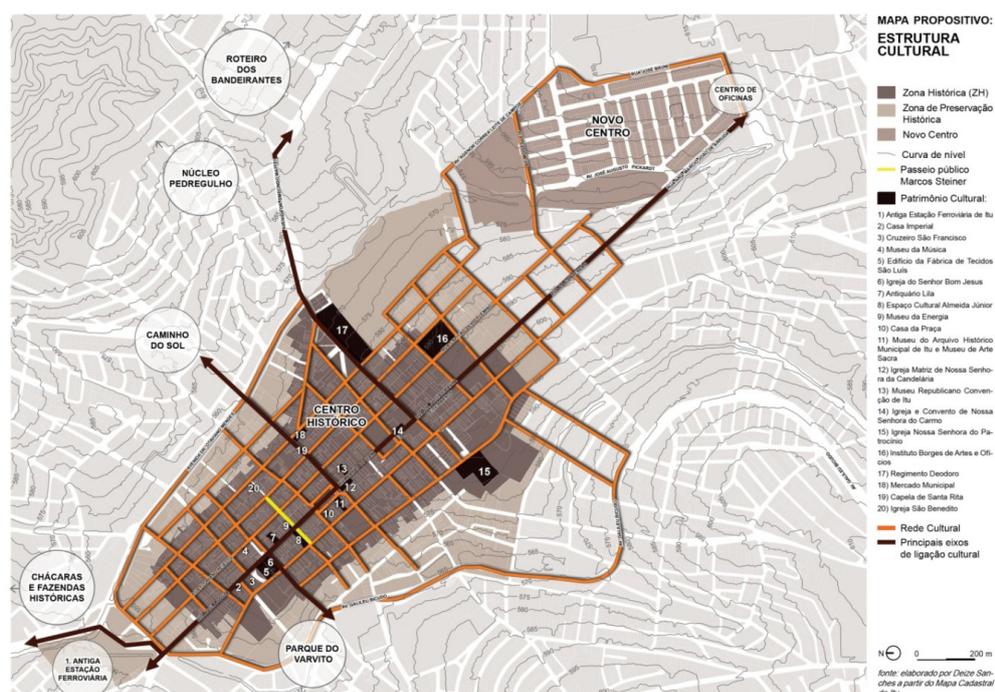


Figura 11 – Mapa propositivo Estrutura Cultural. Fonte: Elaborado pela autora, 2017

**DIRETRIZES – MOBILIDADE URBANA (DTMU) – (Ver Figura 16)**

O Plano de Mobilidade Urbana de Itu visa desenvolver propostas para a infraestrutura local, além de apresentar políticas e ações relacionadas aos deslocamentos na cidade. Em atendimento à Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012), o plano priorizará os modos de deslocamento não motorizados, seguidos pelos modos de transporte coletivo.

De acordo com o Plano de Mobilidade e os levantamentos realizados *in loco*, serão destacadas ações de melhoria nas principais vias de transporte público, no eixo comercial e histórico, respectivamente Rua Floriano Peixoto e Rua Paula Souza com novos cenários para o caminho do pedestre, do ciclista e do automóvel.

- *Instalação do Eixo Comercial Floriano Peixoto* (Figura 16)

A ligação física do Novo Centro com o Centro Histórico será planejada pelas ruas Floriano Peixoto e Capitão Silvío Fleming, numa distância de 2,25 km aproximadamente. Estas vias deverão ser projetadas para serem compartilhadas entre pedestres, bicicletas e automóveis, de acordo com suas necessidades e grau de importância. O projeto deverá seguir a norma de acessibilidade, dando ao pedestre e ao ciclista total segurança e mobilidade de ir e vir para o centro.

- *Instalação do Eixo Histórico Paula Souza* (Figura 16)

A Rua Paula Souza e as demais vias que fazem sua continuação, totalizando 3 km, constituirão o eixo histórico de ligação com o Bairro Novo Itu devido ao seu potencial cultural, histórico e arquitetônico, com diversas edificações tombadas - igrejas, museus, residências e praças, concentradas ao longo de 800 metros de toda a extensão do eixo, com diferentes formatações de tipologia urbana. Ela será planejada de forma a conciliar a via do automóvel, a ciclovia e o passeio público para os pedestres com acessibilidade, arborização e mobiliário urbano necessário; proporcionando uma linha de contextualização de valor histórico a percorrer. Assim, o leito carroçável e o passeio público serão redesenhados, dando espaço primeiramente ao pedestre, depois ao ciclista e, por último, ao automóvel. O trecho da Rua Paula Souza que concentra a maior parte dos bens tombados; da Praça do Cruzeiro, esquina com a Rua Barão do Rio Branco até a Praça da Independência, onde se encontra a Igreja e Convento Nossa Senhora do Carmo, será disponibilizado, aos sábados e domingos, para uso exclusivo de pedestres.

- *Instalação do Passeio Público Floriano Peixoto (Figura 12)*

O eixo comercial– Rua Floriano Peixoto terá um passeio público proposto entre a Rua Bom Jesus, na Praça do Bom Jesus, e a Rua Maestro Elias Lobo, na Praça da Independência. A intenção é obter um calçadão de 600 metros linear, na área de maior fluxo, facilitando a circulação segura do pedestre e oferecendo um novo espaço público com mobiliário urbano, iluminação e arborização. A conexão entre as praças Bom Jesus e Independência com uma linha verde de árvores de copa larga, ao longo do passeio público, irá colaborar com a criação de um corredor verde importante para reduzir a poluição do ar provocada pelos veículos motorizados na área central.



**Figura 12** – Desenho ilustrativo do Passeio Público Floriano Peixoto  
Fonte: Elaborado pela autora, ilustração de Bruna Ximenes, 2017

- *Instalação do Passeio Público Paula Souza (Figura 13)*

No segundo e terceiro trechos da Rua Paula Souza, onde há a maior concentração das edificações de valor histórico – museus, igrejas e demais monumentos arquitetônicos – será implantado, aos finais de semana, o Passeio Público Paula Souza, com o intuito de proporcionar maior adesão e conforto aos turistas e moradores no centro histórico.



**Figura 13** – Desenho ilustrativo do Passeio Público Paula Souza

Fonte: Elaborado pela autora, ilustração de Bruna Ximenes, 2017

- *Instalação de uma ciclovia – Itu Parque Linear*

A proposta do *Itu Parque Linear* incorpora o desenvolvimento de uma ciclovia às margens dos córregos Taboão e Brochado, cruzando os parques – Ecológico do Taboão e Parque Central (propositivo), e integrando o Bairro Novo Centro ao Centro Histórico. Esta ciclovia irá colaborar com a mobilidade, incentivando o uso de bicicletas para as principais atividades urbanas cotidianas.

- *Revitalização das calçadas Históricas Centrais*

As calçadas necessitam de acessibilidade para o pedestre, principalmente para os de mobilidade reduzida. Atualmente, são de mosaico português, o que dificulta o caminhar e o passeio descontraído. É importante o uso de pisos que colaborem com a drenagem natural da água da chuva;

- *Renovação e integração do Passeio Público Marcos Steiner*

O Passeio Público Marcos Steiner (3,80 m) será integrado aos Passeios Públicos Paula Souza e Floriano Peixoto, criando um desenho urbano conectado e propiciando

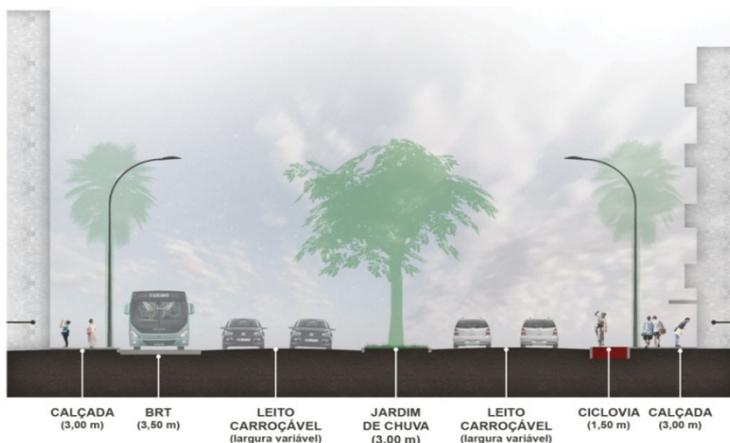
um espaço público convidativo, com bancos e lixeiras, novas luminárias, novo piso permeável e acessível, canteiros com arborização e fachadas ativas.

- *Reurbanização dos Eixos de ligação Centro Histórico e Novo Centro*

Realização das ações estabelecidas pelo PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) - reurbanização da Rua Paula Souza, Praça Padre Miguel, Rua Barão de Itaim e Rua Floriano Peixoto com o aterramento da fiação elétrica e outras redes;

- *Padronização das calçadas – Novo Centro*

O Bairro Novo Centro possui vias coletoras de 20 metros de largura, com canteiro central, que possibilitam incorporar jardins de chuva<sup>4</sup> para a drenagem natural das quadras, aproveitando o desnível natural do solo, e implantar calçadas com acessibilidade, equipamentos públicos, arborização e iluminação com fiação subterrânea. O desenho do piso da calçada deverá seguir um único padrão, de acordo com a NBR 9050 de acessibilidade, oferecendo incentivos fiscais aos proprietários de imóveis que padronizarem suas calçadas: faixa de serviço com 0,70 metro, no mínimo, onde serão colocados os mobiliários urbanos; faixa livre para a circulação do pedestre, no mínimo 1,20 metros de largura e não apresentar nenhum desnível, obstáculo ou vegetação, e a faixa de acesso: 1,10 metro com fachadas ativas; podendo receber vegetação e mobiliários urbanos, desde que não impeçam o acesso aos imóveis; totalizando calçadas de 3 metros (Figura 14).



**Figura 14** – Corte ilustrativo da via coletora - Novo Centro - Avenida José Bruni  
Fonte: Elaborado pela autora, 2017

<sup>4</sup> Jardim de chuva – Canteiro com plantas, formado com o rebaixamento do solo, que coletará a água pluvial através de aberturas delimitadas em seu contorno. Esse solo deve ser tratado para se tornar mais poroso (Cornier e Pellegrino, 2008)

- *Instalação de vias de ciclistas – Novo Centro*

As ruas Arquiteto Márcio João de Arruda e José Bruni, e a Avenida Agenor Correa Leite de Campos (vias coletoras) circundam a maior parte do Bairro Itu Novo Centro e possuem condições físicas favoráveis (leito carroçável de 5,5 metros de largura, canteiro central e passeio público de 3 metros) à instalação de uma ciclovia. Esta terá um papel importante porque fará a ligação com a ciclovia proposta da Rua Paula Souza e do Parque Linear, o que irá proporcionar uma melhor conexão entre os bairros (Figura 15).

- *Instalação de Sistema Integrado de Transporte Público – Novo Centro*

Deverão ser implantados corredores de BRT nas avenidas arteriais - Av. José Bruni, Dr. Otaviano Pereira Marques e Avenida Galileu Bicudo, integrados com o sistema de transporte público existente – nas vias coletoras e arteriais, o qual deverá aumentar a frequência dos ônibus na hora de pico das vias centrais: Rua do Patrocínio, Rua dos Andradas, Rua Santa Cruz, Rua Santa Rita (Figura 15).

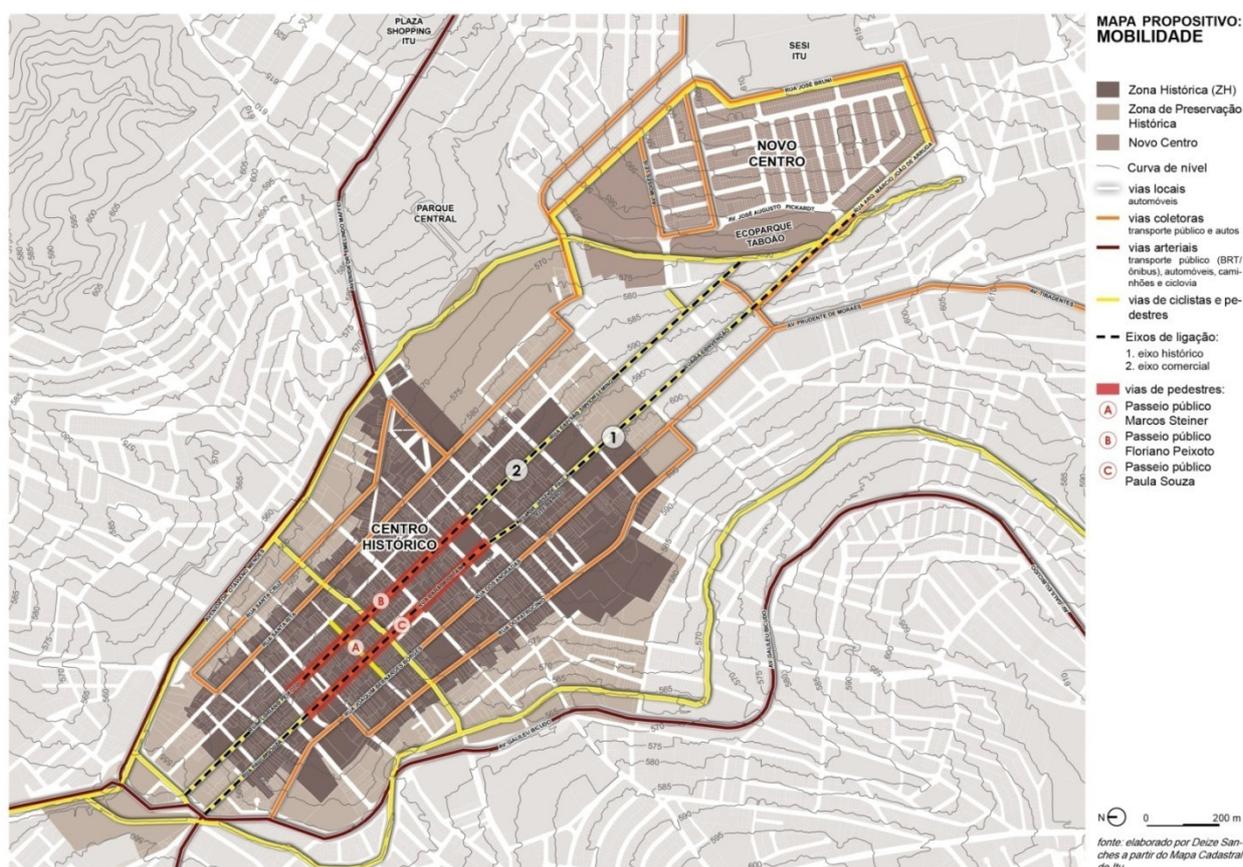


**Figura 15** – Desenho ilustrativo da via coletora do Novo Centro – Avenida José Bruni

Fonte: Elaborado pela autora, ilustração de Bruna Ximenes, 2017

• *Proposta de quadras abertas - Novo Centro*

As avenidas que margeiam o Bairro Novo Centro, de acordo com o novo zoneamento (ZCC1 – Zona de Corredor Comercial 1), terão uso predominantemente voltado ao comércio. Assim, para fomentar o aumento dos espaços públicos será proposto o desenvolvimento de quadras abertas, onde possa existir o uso de fachadas ativas, maior fruição, permeabilidade das quadras, e maior adensamento das vias marginais, onde o gabarito não exceda a 5 pavimentos com uso misto – escritórios e residências nos pisos superiores e, comércios e serviços, no piso térreo. No miolo das quadras, deverá predominar gabarito de 2 pavimentos. Hoje, temos no bairro a quadra aberta da Prefeitura de Itu como um exemplo a ser seguido.



**Figura 16** – Mapa propositivo de mobilidade urbana. Fonte: Elaborado pela autora, 2017

## DIRETRIZES DE ORDENAMENTO TERRITORIAL – PLANO DIRETOR (DTOT)

O adensamento no Bairro Novo Centro será uma estratégia de ordenamento territorial que permitirá maiores densidades nos principais eixos de transporte público coletivo,

qualificará a estrutura urbana por meio de mecanismos como a *fruição pública*, que incentivará a circulação de pedestres dentro do lote e dinamizará o espaço público da calçada, a *fachada ativa*; que agregará usos não residenciais no térreo dos edifícios de modo a promover a interação entre o espaço público e privado e contribuirá com a dinamização dos passeios públicos e o alargamento das calçadas, condicionando o recuo frontal das edificações a formar uma calçada com largura mínima de 5 metros, contribuindo para a circulação do pedestre e para a diversidade de padrão social.

A inserção das Zonas de Interesse Social contribuirá para que a população de baixa renda seja integrada às novas áreas de desenvolvimento urbano, possibilitando uma verticalização.

De acordo com os levantamentos realizados, temos como diretrizes de ordenamento territorial:

- *Instalação da Área Cultural Vila Deodoro*

A Vila Militar – “Regimento Deodoro”, de acordo com o zoneamento vigente está numa ZPH - Zona de Preservação Histórica, terá suas edificações de valor arquitetônica, mantidas e ocupadas com museus e centros culturais com atividades que retomam a memória da Cidade, colaborando com o Projeto oficina – escola.

- *Instalação do Parque Central de Itu – 260 km<sup>2</sup>*

A área verde do Regimento Militar Deodoro, definida como Zona Exclusivamente Residencial 2, terá seu uso alterado para Zona de Preservação Ambiental (ZPA), desenvolvendo nesta área o “Parque Central de Itu” com a intenção de criar um novo espaço de lazer e integração da sociedade, garantindo melhores condições ambientais e de qualidade de vida. O parque estará diretamente conectado ao “Itu Parque Linear”.

- *Remoção do comércio inadequado do Centro Histórico*

Todo tipo de comércio que não for adequado à necessidade da estrutura local, deverá ser removido para o Novo Centro como incentivo de expansão e integração urbana;

- *Fruição pública e uso misto – Novo Bairro*

O Novo Centro terá como diretrizes de ordenamento territorial, o desenho de quadras abertas com fruição pública e uso misto – comércio, serviço e residências em espaços

multifuncionais para proporcionar um maior adensamento da área. De acordo com o Zoneamento do Plano Diretor de Itu, a área do Novo Centro corresponde à *Zona de Predominância Comercial 2*, permitindo diversos usos: residenciais unifamiliar e multifamiliar, serviços, comércios, institucionais e condomínios horizontais de residências. Desta forma, possibilita um melhor planejamento de quadras abertas, de forma a sanar as necessidades da população, permitir uma melhor fruição do pedestre e uma maior diversidade de usos.

- *Instalação de Novas Áreas Culturais - Novo Centro*

Incentivar no planejamento do Novo Centro a existência de equipamentos urbanos culturais, como oficinas, exposições e atividades voltadas aos moradores e turistas em espaços fechados ou abertos.

## **PROJETO URBANO SUSTENTÁVEL – CENTRO HISTÓRICO E O NOVO CENTRO**

(Ver Figuras 17 à 21)

Ao longo deste trabalho, constatou-se a importância que a conservação e a manutenção da cobertura vegetal estabelece para a contenção da expansão urbana dispersa, para a conservação e preservação das funções naturais dos recursos naturais e o papel fundamental de integração do patrimônio cultural e turístico ao longo de corredores verdes e parques lineares.

A Estrutura Ecológica é responsável pela melhoria das condições ambientais e sociais, oferecendo melhor qualidade do ar e redução do gás carbônico, recomposição do ciclo natural da água – prevenção contra cheias urbanas, drenagem natural nas áreas urbanas, recomposição do solo exposto por usos inadequados, maior permeabilidade do solo, contribuição para o equilíbrio ecológico – proteção do solo e da água, aumento da biodiversidade, configuração de áreas de lazer e melhor qualidade de vida.

A ligação do Novo Centro com o Centro Histórico a partir da criação das Estruturas Ecológica (EE), Hídrica (EH) e Cultural (EC) irá assegurar as funções ecológicas e as funções de lazer e turismo, proporcionando a valorização e a conservação dos recursos hídricos e do patrimônio cultural, contribuindo com um crescimento urbano mais ordenado e planejado e com a qualidade do espaço urbano e de vida das pessoas.

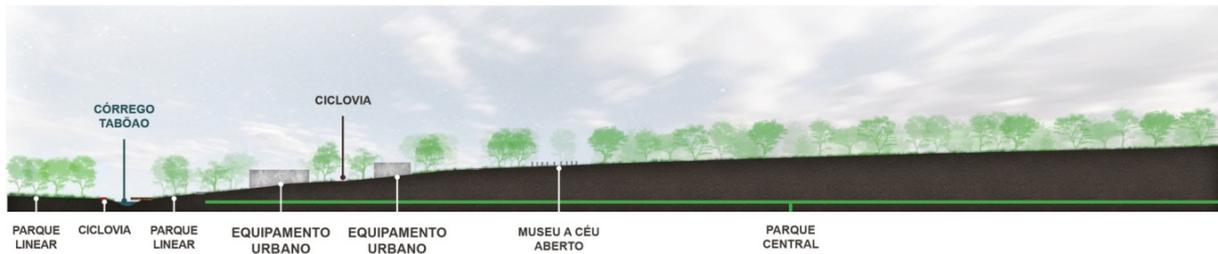
A intenção da proposta é valorizar e implantar diferentes usos do solo, criar espaços de convívio público em áreas subutilizadas e sem apropriação da comunidade, oferecer diferentes modais que supram as necessidades de ir e vir de maneira segura, e principalmente, conscientizar a população e dos órgãos públicos, da necessidade da qualidade de vida urbana e da preservação dos recursos naturais, desmotivando assim o desenvolvimento de novos condomínios residenciais fechados e isolados, o que leva ao uso intensivo do automóvel e da especulação imobiliária.



Figura17 – Mapa propositivo geral. Fonte: Elaborado pela autora, 2017

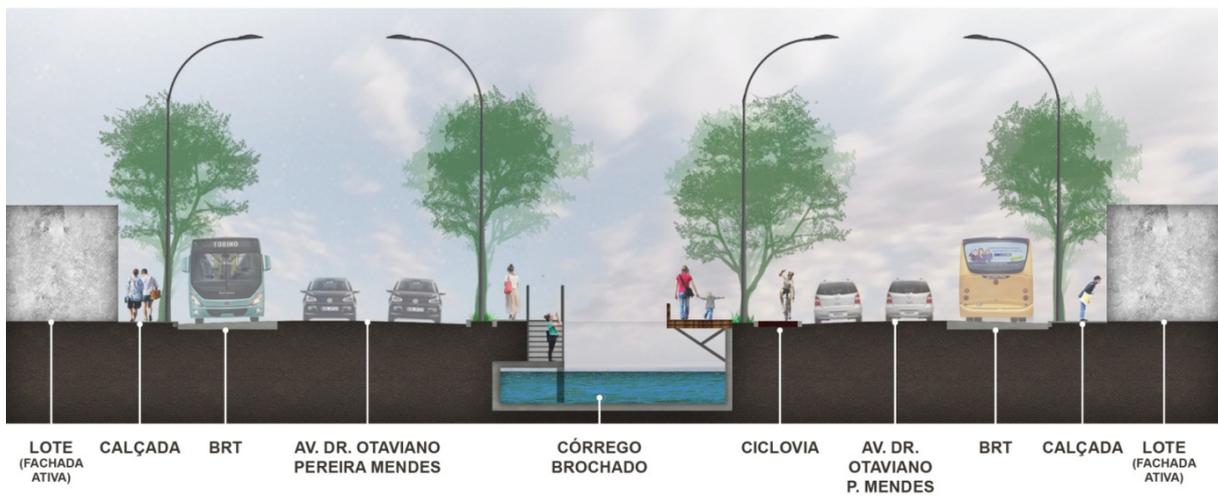


Figura18 – Corte Propositivo 01 - Parque Ecológico Taboão e o Bairro Novo Centro. Fonte: Elaborado pela autora, 2017



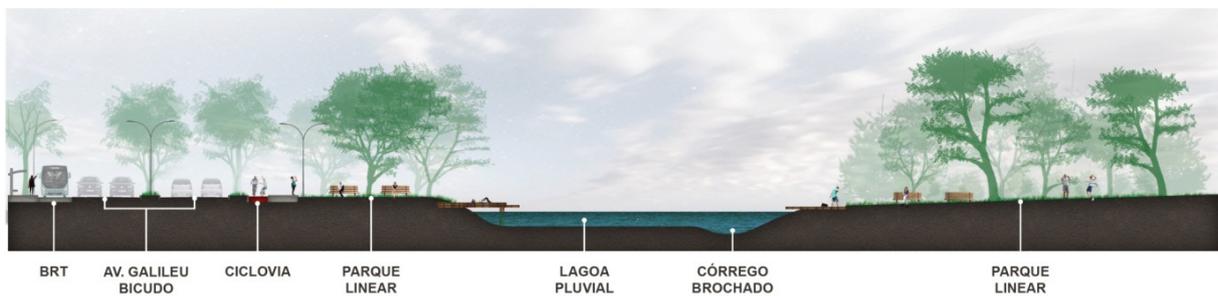
**Figura 19** – Corte Propositivo 02 – Conexão do Parque Central e o Parque Linear

Fonte: Elaborado pela autora, 2017



**Figura 20** – Corte Propositivo 03 – Parque Linear na Avenida Doutor Otaviano P. Mendes

Fonte: Elaborado pela autora, 2017



**Figura 21** – Corte Propositivo 04 – Parque Linear e a Lagoa Pluvial - Avenida Galileu Bicudo

Fonte: Elaborado pela autora, 2017

## CONCLUSÃO

A pesquisa levantou vários questionamentos: como desenvolver um projeto urbano sustentável, nos dias de hoje, para a cidade de Itu? Em que modelo de cidade os moradores de Itu gostariam de viver? Existe um modelo ideal de cidade?

A elaboração dos eixos estruturadores na cidade de Itu reuniu subsídios para uma análise integral dos requisitos necessários para a realização de um projeto urbano que beneficie tanto moradores e visitantes quanto o ambiente natural transformado – o ambiente urbano, sem agredir os recursos naturais existentes, mostrando as deficiências e as potencialidades do local, levando em consideração seus aspectos sociais, ambientais, culturais e econômicos específicos.

Estima-se que, se forem introduzidas as diretrizes propositivas estabelecidas para a cidade de Itu, em um novo Plano Diretor, podemos ter nos próximos 10 anos, uma cidade mais compacta, com mais qualidade de vida e com recursos naturais preservados.

Reprojetar a Ligação do Centro Histórico com o Novo Centro com princípios de sustentabilidade urbana é oferecer uma conexão ambiental, social e cultural entre duas configurações extremas e isoladas da cidade de Itu, e romper com a visão de bairro “ilha” com problemas de mobilidade e de escassez de equipamentos urbanos, entre outros.

A ligação Centro Velho e Novo servirá como uma referência inicial para as demais conexões da cidade, sendo necessário conhecer as características físicas, econômicas, sociais e culturais, as potencialidades, carências e peculiaridades de cada área ou bairro para traçar diretrizes coerentes com a realidade local.

A rede ecológica urbana proposta para a cidade de Itu, reestrutura a paisagem e restaura as funções do ecossistema urbano, tendo como meta tornar os ambientes urbanos mais sustentáveis e resilientes por meio da interação cotidiana das pessoas com a natureza em espaços onde ambas tenham total prioridade.

A cidade de Itu foi pensada como um sistema sócio-ecológico por meio de uma visão sistêmica, holística, que consiste em projetar cidades de forma a transformá-las em espaços multifuncionais – que fazem parte de uma rede interligada de fragmentos vegetados, conectados por corredores verdes e azuis, nos quais a biodiversidade protege e melhora as condições das águas. Desta forma, os parques e praças do centro

histórico de Itu ganham uma importância cada vez maior, oferecendo espaços públicos acessíveis de lazer e permanência, assim como as calçadas verdes, conectando pessoas e lugares. Para isso, Itu precisa apresentar um padrão de desenho urbano mais integrado e reconhecer a relevância dos espaços públicos.

Estes mesmos espaços podem contribuir socialmente ao se transformarem em lugares de fato. A configuração destes locais públicos deve ser produzida com as pessoas, para reunir e compartilhar as visões de vida com os outros; deve ser pensado em espaços funcionais que estabeleçam vínculos com os moradores; e lembrar que tudo deve ser projetado na escala humana porque terá impacto direto na maneira com que as pessoas usam o espaço.

A formulação de diretrizes sustentáveis para a cidade de Itu deverá colaborar com as conexões ambientais, sociais e culturais no espaço urbano, poderá contribuir com a adequação/atualização do plano diretor vigente e com a legislação urbanística, proporcionando uma melhor conservação dos recursos naturais, uma valorização da identidade cultural e uma qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, Henri. **A duração das Cidades**. Sustentabilidade e Risco nas Políticas Públicas, DP&A editora, Rio de Janeiro, RJ, 2001.

ACSELRAD, Henri et al. **O que é Justiça Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Garmond, 2008.

AHERN, J. **Greenways as a Planning Strategy**. *Landscape and Urban Planning*, vol. 33, Nova York, 1995.

AJONAS, Andréia de Cássia da Silva. **Centro e centralidade em Itu- SP** / Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Presidente Prudente, SP, 2009.

\_\_\_\_\_, Andréia de Cássia da Silva. **Reestruturação Urbana, Centro e Centralidade em Itu – SP**. *Geografia em Atos*, n. 8, v.2. UNESP, Presidente Prudente, 2008.

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

FERREIRA, J. C. **Estrutura Ecológica e Corredores Verdes - estratégias territoriais para um futuro urbano sustentável** in Pluris 2010 - 4º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, Faro, 2010.

FORMAN, Richard T. T.; Godron, M. **Landscape Ecology**. New York, NY: John Wiley & Sons, 1986.

HERZOG, Cecília Polacow. **Cidades para Todos - (re)aprendendo A Conviver Com A Natureza**. Editora Mauad Ltda, Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.  
ITU, Lei Municipal Complementar nº 770 de 10 de outubro de 2006, “**Plano Diretor Participativo do Município da Estância Turística de Itu**”, Itu, 2006.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. Editora Cortez, 2006.

MENEZES, U. T. B. de, ARANTES NETO, A. A., CARVALHO, E. de A., MAGNANI, J. G. C., & AZEVEDO, P. O. D. **A Cidade Como Bem Cultural: Áreas Envoltórias e Outros Dilemas, Equívocos e Alcance da Preservação do Patrimônio Ambiental Urbano**. [Debate]. Patrimônio: atualizando o debate. São Paulo: IPHAN, 2006.

OLIVEIRA, Rafael Fabrício de. **Patrimônio Histórico-Cultural: Transformações e Usos no Centro Histórico de Itu – SP**, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, na área de Organização do Espaço, para a obtenção do título de Mestre em Geografia. Rio Claro – SP, 2012.

RAWLS, John. **Uma Teoria da Justiça**. 3ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 2008.  
REIS, Nestor Goulart. **Imagens: Vilas e Cidades do Brasil Colonial**. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2001.

RIBEIRO, Rafael Winter. **Paisagem Cultural e Patrimônio**. Rio de Janeiro: IPHAN/COPEDOC, 2007.

RODRIGUES, Murilo Rogério. **A Escassez de Água para Abastecimento Público e seus Reflexos Sócioeconômicos no Município de Itu – SP**. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Garamond, Rio de Janeiro, 2002.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SAUER, Carl O. **A Morfologia da Paisagem**. In: CORR A, R.L., ROSENDAHL, Z. (orgs.) Paisagem, tempo e cultura. Rio de Janeiro: EDUERJ, p. 12-74, 1998.

SPIRN, Anne Whiston, **O Jardim de Granito: A Natureza no Desenho da Cidade**, EDUSP, São Paulo, 1995.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. Rio Claro: Divisa, 2004.