

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS NA
DRENAGEM URBANA, SOB A ÓTICA DOS USUÁRIOS DO
ESPAÇO: ESTUDO DE CASO EM SÃO CARLOS - SP

MARIA DE FÁTIMA ALMEIDA

São Carlos
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS NA
DRENAGEM URBANA, SOB A ÓTICA DOS USUÁRIOS DO
ESPAÇO: ESTUDO DE CASO EM SÃO CARLOS - SP**

MARIA DE FÁTIMA ALMEIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Ademir Paceli
Barbassa

Coorientação: Prof^a. Dr^a. Luciana Márcia
Gonçalves

São Carlos
2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A447at

Almeida, Maria de Fátima.

Aplicação de técnicas compensatórias na drenagem urbana, sob a ótica dos usuários do espaço: estudo de caso em São Carlos - SP / Maria de Fátima Almeida. -- São Carlos : UFSCar, 2014.

132 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Drenagem urbana. 2. Técnicas compensatórias. 3. Usuários. I. Título.

CDD: 628.21 (20ª)



FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIA DE FÁTIMA ALMEIDA

Dissertação defendida e aprovada em 15/04/2014
pela Comissão Julgadora

Prof. Dr. Ademir Paceli Barbassa
Orientador (PPGEU/UFSCar)

Prof.ª Dr.ª Maria Lucia Refinetti R. Martins
(FAU/USP-SP)

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Coordenador do CPG-EU

À minha Mãe (*in memoriam*).

Ao meu Filho, Plácido.

AGRADECIMENTOS

Ao Construtor e Criador Maior;

À minha família: Pedro, sempre por perto; Plácido, inspiração singular; Pai, ensinamento e coragem; Irmãos e Sobrinhos, reduto aprazível;

Ao Prof. Barbassa pelos ensinamentos e a oportunidade de compartilhar um projeto substancial para o desenvolvimento urbano sustentável e, se me permite, um marco, embora pequeno, no conceito da drenagem urbana aplicada ao *campus* São Carlos da UFSCar;

À Prof^a. Luciana pelos incentivos, discussões e contribuições sempre tão valiosos;

Ao Prof. Jorge Oishi pelas contribuições valiosas sobre elaboração de questionários;

Ao Grupo Bandeirantes, ao Arq. Daniel Masiero (PMSC) e ao Sr. Alex (Administrador Condomínio Residencial Montreal), pela colaboração;

A todos os pesquisados, em especial aos secretários de Departamentos da Área de Estudo I e aos graduandos do DECiv/UFSCar, Maira e Luca, pela contribuição e

Aos integrantes do PPGEU, em especial do G-Hidro.

Obrigada.

RESUMO

O Brasil, nas últimas décadas, tem experimentado um crescimento urbano acelerado. Dados do IBGE- 2010 demonstram que 84% da população brasileira já vive na área urbana. Aliado a esse crescimento, o sistema clássico de drenagem urbana gradualmente tem se mostrado insuficiente e ineficiente quanto à questão de controle de enchentes, qualidade da água, qualidade de vida da população e sustentabilidade ambiental. Uma alternativa para essa questão é a aplicação do conceito de desenvolvimento de baixo impacto (LID) no processo de planejamento urbano, através de Práticas de Gestão Integrada (IMPs) com a utilização de técnicas compensatórias (TCs) para o manejo das águas pluviais urbanas, buscando “compensar” as alterações no ciclo hidrológico natural, provocadas pela urbanização. Neste contexto, esse trabalho analisou sob a ótica dos usuários de espaços urbanos público e privado, a aplicação de Técnicas Compensatórias (TCs) na drenagem urbana, considerando os aspectos legais, ambientais e paisagísticos, de projeto, de construção, de uso e manutenção. A pesquisa consistiu na aplicação de questionário junto aos usuários dos espaços, de acordo com o planejamento amostral de um Estudo de Caso composto por duas áreas de estudo localizadas no município de São Carlos, Estado de São Paulo, que utilizam técnicas compensatórias (TCs) na drenagem. A Área de estudo I – UFSCar, trata-se de um *campus* de uma instituição pública de ensino superior, com uma amostragem de 90 alunos, 19 funcionários e 40 docentes; a Área de estudo II – Residencial Montreal, um condomínio residencial, com uma amostragem de 50 moradores. A elaboração dos questionários foi fundamentada buscando responder dúvidas e indagações surgidas no decorrer do processo de implantação das técnicas compensatórias no *campus* da UFSCar – Área de estudo I, associadas às questões debatidas no Grupo de Pesquisa G-Hidro. Os resultados demonstraram boa aceitação da legislação existente e conseqüentemente das técnicas, evidenciando-se que a falta de informação é o principal empecilho para ampliação da prática das técnicas. Espera-se que os resultados obtidos contribuam para subsidiar ações de fortalecimento e ampliação de práticas sustentáveis na drenagem urbana.

Palavras-chave: Drenagem Urbana; Técnicas Compensatórias; Usuários.

ABSTRACT

Brazil, in the past decades, has experienced an accelerated urban growth. IBGE's (Brazilian Institute for Geography and Statistics) census data from 2010 showed that about 84% of Brazilian population lives in urban spaces. Tied to this growth, the classical system of urban drainage has proven itself to be insufficient and ineffective when it comes to flood control, water quality, the population's quality of life and environmental sustainability. One alternative for this issue is the application of the low-impact development (LID) concept in the urban planning process through the Integrated Management Practices (IMPs), with the use of compensatory techniques in the management of urban pluvial water, seeking to "compensate" the alterations in the natural hydrological cycle caused by urbanization. Considering this context, this research has analyzed, under the perspective of public and private spaces users, the application of compensatory techniques (TCs) on urban drainage, considering legal, environmental, landscape, project, constructive, usage and space maintenance aspects. The research consisted of an application of a questionnaire to those users, according to the sample design of a case study, composed by two object areas, located in São Carlos (São Paulo State, Brazil), that use compensatory techniques on drainage. The Study Area I – UFSCar, consists of a university *campus*, with the sample of 90 students, 19 employees and 40 professors; Study Area II, Montreal condominium, a residential space with the sample of 50 residents. The development of the questionnaires was based seeking to answer doubts and questions that arose during the process of implementation of compensatory techniques on UFSCar *campus* – Study Area I, together with issues debated on Research Group G-Hidro. Results showed good acceptance of the existent legislation and, consequently, of the techniques, indicating that the lack of information is the main obstacle to their appliance. It is expected that the obtained results contribute to subsidize actions of straightening and enlargement of sustainable practices on urban drainage.

Keywords: Urban Drainage; Compensatory Techniques; Users.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Influência da impermeabilização no escoamento superficial da água.....	6
Figura 2 – Impactos da Urbanização.....	6
Figura 3 – Gestão das interfaces externas ao município.	18
Figura 4 – Evolução das Técnicas de Controle Estruturais.....	26
Figura 5 – Esquema de poço de infiltração.	27
Figura 6 – “Piscinão” do Jabaquara com 360 mil m ³ e revestimento fundo em concreto – SP.....	34
Figura 7 – “Piscinão” Anhanguera com 100 mil m ³ e revestimento fundo em concreto – SP.....	34
Figura 8 – “Piscinão” Limoeiro com 300 mil m ³ e revestimento fundo em terra – SP.	35
Figura 9 – “Piscinão” Pedreira com 1,5 milhão m ³ e revestimento fundo em pedra – SP.	35
Figura 10 – Trincheira e vala de infiltração com filtro – UFSCar, São Carlos/SP.....	37
Figura 11 – Trincheira de infiltração – Belo Horizonte/MG.....	37
Figura 12 – Corte esquemático: Filtro-vala-trincheira de infiltração – UFSCar, São Carlos/SP.....	38
Figura 13 – Pavimento em concreto poroso.....	40
Figura 14 – Pavimento permeável em concreto poroso.	40
Figura 15 – Pavimento permeável em asfalto poroso.	41
Figura 16 – Pavimento em blocos de concreto vazado.....	41
Figura 17 – Pavimentação com bloco de concreto intertravado.....	42
Figura 18 – Prefeitura de São Paulo testa dois tipos de pavimentos permeáveis para regiões de enchentes.	43
Figura 19 – Vala de infiltração em Belo Horizonte/MG.....	44
Figura 20 – Vala de infiltração.....	45
Figura 21 – Área de Estudo I – Edifícios cujas populações compõem o planejamento amostral de docentes, funcionários e alunos.	61
Figura 22 – Mapa hidrológico do município de São Carlos e localização da Área de Estudo I e Área de Estudo II.	71

Figura 23 – UFSCar, Área urbana (Área sul e Área Norte), Represa do Monjolinho e Área de Estudo I.....	73
Figura 24 – Área de Estudo I – Edifícios desconectados e estruturas de técnicas compensatórias.....	76
Figura 25 – Filtro-vala-trincheira de infiltração no Departamento de Medicina I – São Carlos, UFSCar.....	77
Figura 26 – Poço de infiltração, Edifício Núcleo de Formação de Professores, São Carlos, UFSCar.....	79
Figura 27 – Corte e planta do poço de infiltração.....	79
Figura 28 – Fotos do poço de infiltração em construção.....	80
Figura 29 – Bacia de retenção Edifício Departamento de Fisioterapia, UFSCar.....	81
Figura 30 – Desenho esquemático da bacia de retenção, Edifício Departamento de Fisioterapia, UFSCar.....	81
Figura 31 – Canal gramado, Edifícios Medicina II e Dep. de Gerontologia.....	82
Figura 32 – Plano de Infiltração Edifícios Medicina II, Departamento de Gerontologia e Estacionamento I.....	83
Figura 33 – Área de Estudo II - Projeto Condomínio Residencial Montreal.	84
Figura 34 – Foto aérea Condomínio Res. Montreal, jan./2012.....	85
Figura 35 – Fotos ilustrativas do Condomínio Residencial Montreal.....	86
Figura 36 – Sistema de drenagem da Área de Estudo II - Condomínio Residencial Montreal.....	87
Figura 37 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre as informações iniciais Área de Estudo I – UFSCar e Área de Estudo II – Res. Montreal.....	90
Figura 38 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre o conhecimento da legislação para TCs no lote – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.....	92
Figura 39 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre a adoção de TCs nos espaços públicos e privados das cidades - Área de estudo I - UFSCar e Área de estudo II - Res. Montreal.....	93
Figura 40 – Gráfico com respostas dos pesquisados relativas ao grau de responsabilidade com a preservação ambiental do poder público, dos cidadãos e das associações de bairro e condomínios – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.....	94
Figura 41 – Gráfico com respostas dos pesquisados quanto ao aspecto paisagístico das TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.....	96

Figura 42 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre a importância de práticas ambientalmente sustentáveis na compra de um imóvel – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.	97
Figura 43 – Gráfico com respostas dos pesquisados quanto às informações sobre TCs obtidas através de engenheiros/arquitetos – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.	99
Figura 44 – Gráfico com respostas dos pesquisados quanto à disposição em substituir o sistema convencional de drenagem da moradia por TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.	100
Figura 45 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre custo de TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.	101
Figura 46 – Gráfico com respostas dos pesquisados relacionadas aos fatores que não estimulam a prática de TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.	101
Figura 47 – Gráfico com respostas dos pesquisados quanto ao uso do espaço onde estão inseridas as TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.	103
Figura 48 – Gráfico das respostas dos pesquisados relacionadas à aceitação das TCs existentes nas áreas de estudo – Área de estudo I – UFSCar e Área de estudo II – Res. Montreal.	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – População: Edifícios dos Departamentos e do Núcleo de Formação de Professores.	62
Tabela 2 – Estimativa de População Edifícios Salas de Aulas Teóricas AT6 e AT9.	62
Tabela 3 – Cálculo para o tamanho da amostra para Docentes na Área de Estudo I.....	63
Tabela 4 – Cálculo para o tamanho da amostra para Funcionários na Área de Estudo I.....	64
Tabela 5 – Cálculo para o tamanho da amostra para Alunos – Área de Estudo I.....	65
Tabela 6 – Cálculo para o tamanho da amostra – Área de Estudo II	65
Tabela 8 – Áreas do Condomínio Residencial Montreal.	84
Tabela 9 – Respostas de pesquisados para os graus alto e muito alto de responsabilidade com a preservação do meio ambiente, atribuídos aos agentes propostos na Área de Estudo I (UFSCar) e Área de Estudo II (Residencial Montreal).	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Causas e efeitos da urbanização sobre o escoamento superficial.	7
Quadro 2 – Problemas relativos à estrutura institucional da drenagem urbana no Brasil.	19
Quadro 3 – Tipos de Técnicas Compensatórias.	25
Quadro 4 – Principais vantagens e desvantagens de poço de infiltração.	29
Quadro 5 – Características dos “piscinões” sob monitoramento de câmeras, do total de “piscinões” em operação na cidade de São Paulo.	33
Quadro 6 – Vantagens e desvantagens de trincheira de infiltração.	39
Quadro 7 – Formato dos questionários.	67

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

§	Parágrafo
AEN	Área de Expansão Norte
Ai	Área impermeabilizada
ANA	Agência Nacional de Águas
APO	Avaliação Pós Ocupação
APU	Avaliação Pós Uso
Art.	Artigo
BH	Belo Horizonte (capital do Estado de Minas Gerais)
BMP's	<i>Best Management Practices</i> (Melhores Práticas de Gerenciamento)
CA	Coeficiente de Aproveitamento
CAB	Coeficiente de Aproveitamento Básico
CAM	Coeficiente de Aproveitamento Máximo
Cap.	Capítulo
CO	Coeficiente de Ocupação
CP	Coeficiente de Permeabilidade
CPA	Camada Porosa de Atrito
CV	Coeficiente de Cobertura Vegetal
DECiv	Departamento de Engenharia Civil
Dr.	Doutor
e	Erro máximo permitido
EDF	Escritório de Desenvolvimento Físico
FCTH	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
Fem.	Feminino
G-Hidro	Sistemas Hídricos Urbanos
ha	Hectare (10.000m ²)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMPs	<i>Integrated Management Practices</i> (Práticas de Gestão Integrada)
IP	Índice pluviométrico
km ²	Quilômetro quadrado (1.000.000m ²)
LID	<i>Low Impact Development</i> (Desenvolvimento de Baixo Impacto)
m ²	Metro quadrado
Masc.	Masculino

MG	Estado de Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
n	Tamanho da amostra
N	Tamanho da população
p	Porcentagem com o qual o fenômeno ocorre
PDDU	Plano Diretor de Drenagem Urbana
PMAP	Plano Municipal de Águas Pluviais
PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo
PMSC	Prefeitura Municipal de São Carlos
q	Porcentagem complementar
Res.	Residencial
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SIUrb	Secretaria de Infraestrutura Urbana
SP	Estado de São Paulo
t	Tempo de duração da chuva
TCs	Técnicas Compensatórias
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UGRHI 13	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Tietê/Jacaré
V	Volume
σ	Desvio Padrão
σ^2	Nível de confiança

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	xvi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Objetivos Específicos	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Desenvolvimento Urbano e os Impactos no Ciclo Hidrológico	5
2.2 Sistema de drenagem no meio urbano.....	12
2.2.1 Medidas Estruturais.....	13
2.2.2 Medidas Não Estruturais	15
2.2.3 Aspectos de Gestão da Drenagem Urbana no Brasil.....	17
2.3 Desenvolvimento urbano de baixo impacto – LID	20
2.4 Técnicas Compensatórias ou sistemas alternativos de drenagem urbana	24
2.4.1 Poços de infiltração ou reservatório de retenção/detenção.....	26
2.4.2 Bacias de retenção e/ou detenção	30
2.4.3 Trincheiras de Infiltração	36
2.4.4 Pavimentos permeáveis	39
2.4.5 Valas de infiltração	44
2.5 Aplicação de Técnicas Compensatórias no Brasil sob a ótica dos agentes envolvidos	45
2.6 Legislação	48
2.6.1 Legislação Federal	48
2.6.1.1 Lei nº. 6.766, de 19/12/1979	48
2.6.1.2 Lei 9.433 de 8/01/1997.....	49
2.6.1.3 Lei 9.984 de 17/07/2000.....	50
2.6.1.4 Lei 10.257 de 10/07/2001.....	50
2.6.1.5 Lei nº 11.445, de 5/01/2007	50
2.6.2 Legislação do Estado de São Paulo.....	51
2.6.2.1 Lei nº 9.509 de 20/03/1997	51
2.6.2.2 Lei nº 12.526 de 2/01/2007	52
2.6.3 Legislação do Município de São Carlos	54
2.6.3.1 Lei nº 13.246 de 27/11/2003	54
2.6.3.2 Lei nº 13.332 de 27/05/2004	56
2.6.3.3 Lei nº 13.691 de 25/11/2005	56
3 METODOLOGIA	58
3.1 Estudo da Bibliografia pertinente ao tema.....	58
3.2 Definição das áreas do Estudo de Caso	59
3.3 Definição dos agentes envolvidos	60
3.4 Planejamento amostral.....	61

3.4.1	Tamanho da amostra - Área de Estudo I.....	61
3.4.1.1	Considerações de cálculo para o tamanho da amostra relativa a docentes (nd).....	63
3.4.1.2	Considerações de cálculo para tamanho da amostra relativa a funcionários (nf).....	64
3.4.1.3	Considerações de cálculo para tamanho da amostra relativa alunos (na).....	64
3.4.2	Tamanho da Amostra Área de Estudo II	65
3.4.2.1	Considerações de cálculo.....	65
3.5	Elaboração de Questionários	66
3.5.1	Definição dos aspectos relacionados à prática de Técnicas Compensatórias, a serem abordados nos questionários.....	66
3.5.2	Definição do “formato” do questionário e elaboração das questões.....	67
3.5.3	Teste dos questionários	70
3.6	Aplicação dos questionários nas Áreas de Estudo I e II.....	70
3.7	Análise estatística dos dados obtidos.....	70
4	ESTUDO DE CASO.....	71
4.1	Localização das Áreas de Estudo	71
4.2	Área de Estudo I – <i>campus</i> São Carlos – UFSCar.....	72
4.2.1	Uso e ocupação do solo - Área de Estudo I	73
4.2.2	Manejo das Águas Pluviais - Área de Estudo I.....	74
4.2.2.1	Técnicas Compensatórias na Área de Estudo I.....	77
4.2.2.2	Trincheira de infiltração – Edifício do Departamento de Medicina I.....	77
4.2.2.3	Poço de infiltração – Edifício Núcleo de Formação de Professores - Bloco A.....	78
4.2.2.4	Plano de retenção – Edifício do Departamento de Fisioterapia.....	80
4.2.2.5	Plano de retenção – Estacionamento I, Edifício Medicina II, Edifício Departamento de Gerontologia	82
4.3	Área de Estudo II - Condomínio Residencial Montreal	83
4.3.1	Uso e ocupação do solo – Área de Estudo II	84
4.3.2	Manejo das águas pluviais – Área de Estudo II.....	86
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS – ÁREA DE ESTUDO I (UFSCAR) E ÁREA DE ESTUDO II – RES. MONTREAL	89
5.1	Perfil dos pesquisados	89
5.2	Informações Iniciais – Área de Estudo I (UFSCar) e Área de Estudo II – Residencial Montreal	90
5.3	Aspectos legais – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal	91
5.3.1	Conhecimento da legislação de prática de TCs no lote.....	91
5.3.2	Aplicação de TCs nos <i>campi</i> da UFSCar e nos espaços públicos e privados das cidades.....	92

5.4	Aspectos ambientais e paisagísticos – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.....	93
5.4.1	Responsabilidade com a preservação do meio ambiente	93
5.4.2	Percepção do aspecto paisagístico das TCs.....	95
5.4.3	Importância de práticas ambientalmente sustentáveis na compra de imóvel	96
5.5	Aspectos relativos ao projeto – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal	97
5.5.1	Participação na fase de projeto de uma obra.....	97
5.5.2	Divulgação de informações sobre TCs pelos profissionais técnicos	98
5.5.3	Substituição da drenagem convencional da moradia por TCs.....	99
5.6	Aspectos relativos à construção – Área de Estudo I (UFSCar) e Área de Estudo II (Residencial Montreal)	100
5.6.1	Influência das TCs no custo da obra	100
5.6.2	Fatores que não estimulam a prática de TCs.....	101
5.6.3	Ações que mais estimulariam a prática de TCs.....	102
5.7	Aspectos relativos ao uso e manutenção – Área de Estudo I (UFSCar) e Área de Estudo II – Residencial Montreal.....	102
5.7.1	Uso do espaço onde estão inseridas as TCs	103
5.7.2	Aceitação e recomendação quanto às TCs.....	104
5.7.3	Conhecimento e aplicação de cuidados de manutenção	105
6	CONCLUSÕES	106
	Referências bibliográficas.....	109
	Referências bibliográficas complementares não O	116
	ANEXO I – Questionário Área de Estudo I – UFSCar	117
	ANEXO II – Questionário Área de Estudo II – Res. Montreal	122
	ANEXO III – Média dos resultados obtidos de alunos, funcionários e docentes pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar	127
	ANEXO IV – Resultados obtidos dos moradores pesquisados da Área de Estudo II – Res. Montreal	128
	ANEXO V – Resultados obtidos de alunos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar	129
	ANEXO VI – Resultados obtidos de funcionários pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar.....	130
	ANEXO VII – Resultados obtidos de docentes pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar.....	131
	ANEXO VIII – Média e Desvio Padrão dos resultados obtidos de alunos, funcionários e docentes pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar	132

APRESENTAÇÃO

A presente pesquisa é resultado do interesse da pesquisadora, graduada em Física e Engenharia Civil pela UEM - Universidade Estadual de Maringá, que iniciou a carreira profissional na empresa privada na área de projetos de fundação e estrutura de edifícios e a partir de 1993 passou a integrar a equipe de planejamento e projetos do Escritório de Desenvolvimento Físico – EDF) da UFSCar, como servidora pública concursada na função de engenheira civil.

Ao longo de quase quinze anos por ser a única profissional da área de engenharia no EDF, foi gestora de todos os projetos de engenharia para os campi da UFSCar, inclusive orçamentação de obras. Nessas circunstâncias passou a refletir sobre a questão da sustentabilidade ambiental relacionada aos projetos de infraestrutura dos campi, em especial à drenagem do campus São Carlos, que em função da sua localização na bacia hidrográfica do município, contribui para eventos de enchentes/inundação que historicamente ocorrem na cidade de São Carlos.

Assim em 2007 através de parceria entre EDF e o Grupo de Pesquisa GHidro foi projetada e construída no campus São Carlos a primeira estrutura de drenagem de baixo impacto (filtro-vala-trincheira). Em 2011 esta parceria foi oficialmente formalizada destinando o local, neste trabalho denominado de Área de estudo I, para estudos e implantação de técnicas compensatórias como elementos alternativos de drenagem urbana.

Instigada pelas dificuldades enfrentadas no processo de implementação dos projetos e construção das técnicas compensatórias na Área de estudo I, buscou através da pós-graduação, estudar um tema que de alguma forma pudesse auxiliar na compreensão das dúvidas e indagações que permearam o processo.

Neste contexto a pesquisa trata-se de um Estudo de Caso composto por duas áreas de estudo nas quais foram aplicados questionários que contribuíram para a compreensão da visão do usuário de áreas que apresentam técnicas compensatórias de drenagem. A possibilidade de aplicar o questionário em duas áreas, uma pública e uma privada ampliou nossa visibilidade e percepção através da análise e comparação de resultados.

A dissertação se encontra dividida em seis capítulos. O Capítulo 1 apresenta uma breve introdução sobre o tema e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 trata da revisão bibliográfica referente ao tema, as principais estratégias

de LID incluindo as legislações existentes nos âmbitos municipal, estadual e federal relacionadas à drenagem urbana. O Capítulo 3 apresenta a Metodologia detalhada passo a passo e cálculos utilizados para as quantificações das amostras. No Capítulo 4 foi feita a caracterização de uso e ocupação e os sistemas de drenagem das duas áreas de estudo. O Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos através da aplicação dos questionários e discussões sobre o tema. Por fim o Capítulo 6 é dedicado às análises comparativas e conclusões, no qual são delineadas as considerações finais sobre o trabalho e sugeridas propostas para estudos futuros, seguido das Referências Bibliográficas e Anexos que apresentam os questionários aplicados e os resultados específicos de cada área de estudo.

Os resultados obtidos nesta pesquisa não devem ser entendidos de forma generalizada e sim para casos com características e perfil de usuários semelhantes ao da pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para o ser humano deste milênio é a defesa e o controle da qualidade do ambiente urbano. O crescimento e a conseqüente expansão urbana caracterizaram-se, sobretudo nas últimas décadas, por um agravamento relevante da ocupação das áreas urbanas, criando profundas alterações no ciclo hidrológico natural e motivando a ocorrência de situações ameaçadoras do desenvolvimento equilibrado e estável do *habitat* humano.

O Brasil tem experimentado nas últimas décadas um crescimento urbano acelerado. Dados do IBGE (2010) demonstram que 84% da população brasileira já vive em área urbana e, de acordo com projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2050 esse percentual será de aproximadamente 94% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Ainda, segundo o IBGE (2010), aliado ao crescimento urbano, o fenômeno da mobilidade populacional, desde as últimas décadas do século XX, vem apresentando transformações significativas no seu comportamento, não só no Brasil como também em outras partes do mundo, com redirecionamento dos fluxos migratórios para as cidades de médio porte em detrimento dos grandes centros urbanos.

Assim, torna-se cada vez mais urgente o desenvolvimento de políticas e técnicas para o planejamento das cidades brasileiras que visem à recuperação dos grandes centros urbanos e evitem a ocorrência de degradação social, econômica e ambiental nas cidades médias, preparando-as para absorver a demanda de crescimento com sustentabilidade, bem como assegurar qualidade de vida para a população. As cidades médias brasileiras, notadamente, não estão preparadas para essa nova realidade e, nas questões relacionadas à infraestrutura, em especial a drenagem urbana – foco deste trabalho –, muitas delas já vivenciam com frequência a ocorrência de enchentes e inundações.

Aliado à falta de planejamento e de infraestrutura, ou mesmo a planejamentos equivocados das cidades, o sistema clássico de drenagem, gradualmente, tem se mostrado insuficiente e ineficiente não só quanto à questão de controle de enchentes no meio urbano, mas também quanto à qualidade da água, qualidade de vida da população e em relação à sustentabilidade ambiental.

Como alternativa para essa questão, uma das prerrogativas para o processo de urbanização é a aplicação do conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto (LID), através de Práticas de Gestão Integrada (IMPs) no manejo das águas pluviais, objetivando “recompôr” as alterações provocadas no ciclo hidrológico natural com uso de técnicas alternativas ou técnicas compensatórias (TCs) como, por exemplo, poço de infiltração, bacia de detenção/retenção, trincheiras, etc.

A aplicação de Práticas de Gestão Integrada na drenagem urbana, em países da Europa e da América do Norte, já está plenamente difundida e consolidada como alternativa sustentável do planejamento urbano. No Brasil, essa prática ainda é pouco conhecida, constituindo-se, portanto, em um tema que requer estudos e uma reflexão mais profunda, envolvendo pesquisadores, órgãos responsáveis pelo planejamento urbano e sociedade. Porém, comumente, quando a sociedade é referida, trata-se dela como simples usuária, no caso do espaço público, ou como usuária e mantenedora, no caso do lote. A prática de técnicas compensatórias, como se verá no decorrer desse trabalho, exige a participação efetiva dos usuários; portanto, é de fundamental importância que estes tenham a compreensão e o comprometimento para o sucesso das técnicas.

Nesse sentido, o presente trabalho pretende analisar, através da perspectiva do usuário do espaço, a aplicação de Práticas de Gestão Integrada na drenagem urbana, considerando os aspectos legais, ambientais, paisagísticos, de projeto, de construção, de uso e de manutenção relacionados à aplicação de técnicas compensatórias.

A opção por estudar este tema surgiu de dificuldades enfrentadas, na minha atuação profissional principalmente junto ao meio técnico, quando das tentativas de implementação de alternativas projetuais de menor impacto ambiental para o manejo de águas pluviais no meio urbano.

Uma das questões, se não a principal, é buscar analisar e compreender o grau de informações (legais e técnicas), a percepção e a satisfação dos usuários que interagem com o espaço onde foram aplicados diferentes tipos de técnicas compensatórias.

Embora esse trabalho não se trate de uma Avaliação Pós Ocupação (APO) ou Avaliação Pós Uso (APU), pois não faz uso da metodologia desta ferramenta, porém trata da “investigação” sobre o conhecimento, a aceitação e a satisfação dos usuários de espaços público e privado, quanto ao uso de técnicas construtivas

alternativas, no caso Técnicas Compensatórias (TCs) aplicadas à drenagem das águas pluviais, o que permite de alguma forma traçar um paralelo entre esse trabalho e APO/APU.

A APO/APU trata da mensuração e avaliação pós-ocupação do ambiente construído com base no olhar das necessidades do usuário, além do ponto de vista dos especialistas (VILLA; ORNSTEIN, 2013), possibilitando assim um maior entendimento das técnicas aplicadas a determinada construção e dos impactos positivos e negativos que se obteve após sua ocupação ou uso.

Nesse contexto, justificam-se trabalhos de pesquisa como este, pois buscam o aprimoramento técnico-científico tanto do conhecimento como dos aspectos construtivos, contribuindo para que a evolução e a aplicação correta dessas práticas estejam alinhadas às exigências técnicas, legais e ambientais, bem como à satisfação do usuário.

Além disso, fundamentar as intervenções urbanas, através de análises técnico-científicas que considerem a opinião pública, pode trazer subsídios importantes ao planejamento sustentável das cidades, pois as pessoas se sentiriam mais responsáveis pelas ações e, segundo Del Rio *et al.* (2002), a tarefa de identificar a necessidade e a satisfação do homem é essencial para as intervenções projetuais operantes na cidade.

Assim, buscar elementos junto à população/sociedade, através de estudos e pesquisas que contribuam para a implementação de políticas e técnicas de planejamento urbano sustentável, facilitará a compreensão e a participação da comunidade com a clareza da responsabilidade que lhe caberá.

1.1 Objetivo

A presente pesquisa teve como objetivo geral avaliar, através da ótica dos usuários envolvidos com o espaço, a aplicação de Técnicas Compensatórias (TCs) na drenagem urbana, como recurso de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (LID), considerando os aspectos legais, ambientais, paisagísticos, de projeto, de construção, de uso e manutenção.

1.2 Objetivos Específicos

A presente pesquisa teve como objetivos específicos avaliar a sensibilização, a percepção e a satisfação dos usuários do espaço urbano público e privado, relacionados à aplicação de técnicas compensatórias na drenagem urbana, na busca de parâmetros que possam promover a melhoria dessas práticas.

Verificar o conhecimento da legislação existente e receptividade da aplicação de técnicas compensatórias para os diferentes espaços urbanos, assim como a responsabilidade dos diversos agentes em relação à preservação ambiental.

Verificar o efeito estético das TCs no aspecto paisagístico do espaço, assim como a contribuição dos profissionais de engenharia/arquitetura na divulgação de TCs.

Verificar os fatores que desencorajam a prática de TCs e ações que mais estimulariam a prática.

Verificar a satisfação dos usuários com o uso do espaço, o conhecimento e o compromisso destes com os cuidados de manutenção do espaço onde foram aplicadas diferentes tipos de TCs.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desenvolvimento Urbano e os Impactos no Ciclo Hidrológico

Desenvolvimento e sustentabilidade são paradigmas que estão inseridos em todos os processos da atividade humana e, para o homem deste século, constituem-se em um grande desafio: buscar alternativas para recuperar e/ou minimizar os impactos decorrentes da sua atuação na relação com o meio ambiente.

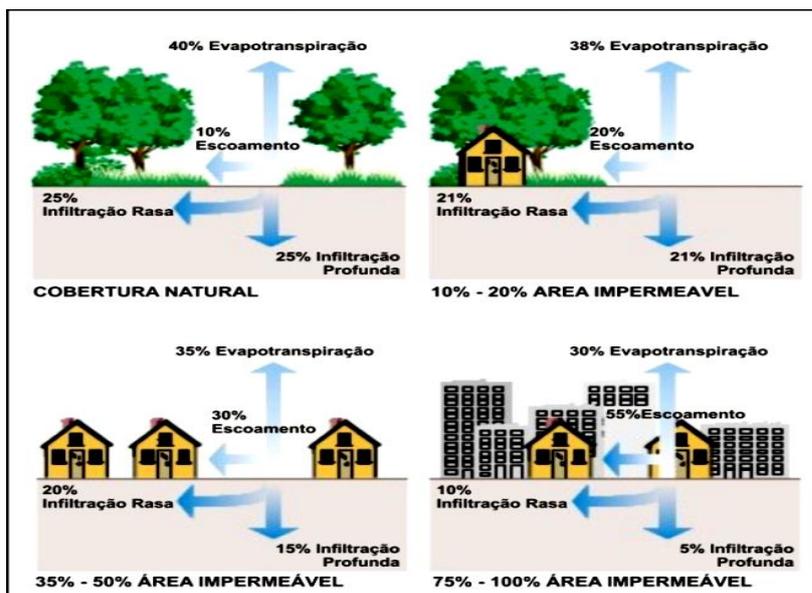
A interação do homem com a água é uma relação intrínseca à sua própria natureza e determinante para a sua sobrevivência, relação esta que o levou, desde os primórdios da história, a se instalar próximo aos cursos d'água. Inicialmente, porque a disponibilidade de água favorecia o suprimento para consumo, higiene pessoal e evacuação dos dejetos e, posteriormente, como meio de transporte e comunicação (BAPTISTA; NASCIMENTO, 2002).

O ciclo hidrológico natural é constituído por diferentes processos físicos, químicos e biológicos. Quando o homem atua sobre este sistema e se concentra no espaço, produz grandes alterações, que alteram dramaticamente este ciclo e trazem consigo impactos significativos (muitas vezes de forma irreversível) no próprio homem e na natureza (TUCCI, 2005).

A retirada da cobertura vegetal do solo é a primeira ação impactante do processo de urbanização sobre o meio ambiente, seguida pela impermeabilização do solo decorrente das construções de edificações, ruas, estacionamentos, etc., produzindo alterações drásticas no ciclo hidrológico local.

O escoamento superficial é um mecanismo muito importante do ciclo hidrológico, sendo este diretamente relacionado ao tipo de cobertura do solo. Com a impermeabilização do solo, o escoamento superficial chega a aumentar até seis vezes, e os índices de infiltração rasa e profunda podem se reduzir à metade e à quinta parte, respectivamente, em relação ao ambiente natural, tal como apresenta a Figura 1.

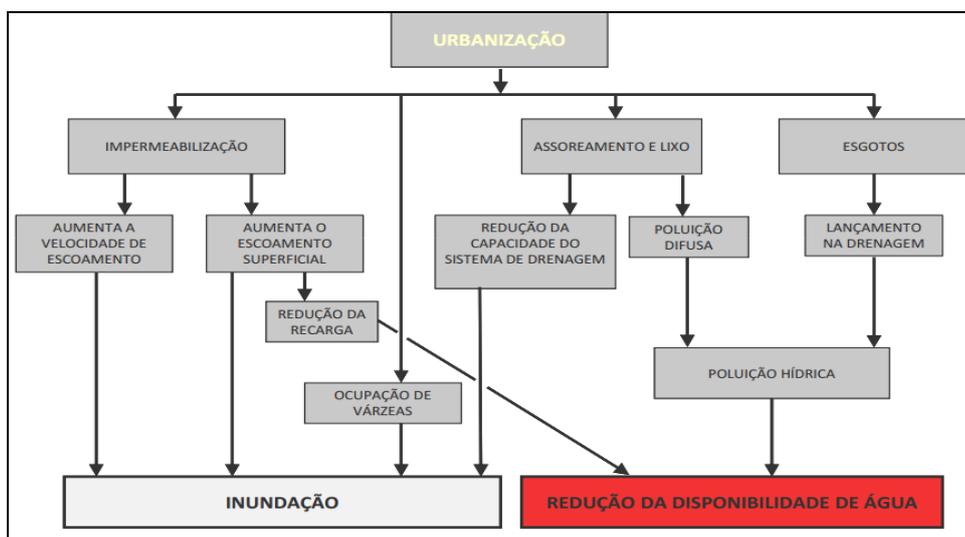
Figura 1 – Influência da impermeabilização no escoamento superficial da água.



Fonte: Adaptado de Prince George's County (1999), por Tavanti (2009).

Além das alterações diretamente relacionadas com o processo funcional do ciclo hidrológico, devidas à impermeabilização do solo, a urbanização também traz consigo as questões relacionadas à geração do lixo e esgoto advindos das atividades humanas, as quais, se somadas aos efeitos da impermeabilização do solo, podem resultar na redução da disponibilidade de água na terra, como mostra a Figura 2, a seguir.

Figura 2 – Impactos da Urbanização.



Fonte: Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo. PMAP-SP, 2012.

Para Tucci (1994), os principais efeitos da urbanização no ciclo hidrológico são:

- aumento da vazão máxima;
- antecipação do tempo ao pico;
- aumento do volume do escoamento superficial.

A impermeabilização do solo é a principal causa desses efeitos, que resultam em danos sociais, econômicos e ambientais e, segundo Milograna (2001) – Quadro 1 –, também provocam a degradação da qualidade da água, erosão, moléstias de veiculação hídrica geradas pelas inundações e altos custos públicos.

Quadro 1 – Causas e efeitos da urbanização sobre o escoamento superficial.

IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO	
CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos de vazões
Revestimento das redes de drenagem	Maiores picos à jusante
Geração de resíduos sólidos urbanos	Entupimentos de galerias e degradação da qualidade da água
Implantação de redes de esgoto sanitário deficientes	Degradação da qualidade da água e moléstias de veiculação hídrica nas inundações
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes; maior erosão; assoreamento em galerias e canais
Ocupação das várzeas e fundos de vale	Maiores picos das vazões; grandes prejuízos; moléstias de veiculação hídrica; altos custos de utilidades públicas

Fonte: Milograna, 2001.

Como resultado desse modelo de urbanização, o escoamento superficial das águas pluviais tem sistematicamente gerado inundações e impactos nas áreas urbanas e, segundo Tucci (2008), as inundações são devidas a dois processos que ocorrem isoladamente ou combinados:

- Inundações de áreas ribeirinhas: são inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios devido à variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica;

- Inundações devido à urbanização: são as inundações que ocorrem na drenagem urbana devido ao efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento.

As inundações de áreas ribeirinhas, por se tratarem de fenômenos naturais, não deveriam provocar danos. Porém, o que ocorre na prática é a ocupação destas áreas pela população de baixa renda, devido à falta de planejamento do uso e ocupação do solo urbano e de políticas públicas sociais direcionadas a esta população.

No Brasil, o que se verifica de fato é que o desenvolvimento urbano ocorre de forma espontânea, e o planejamento é realizado apenas para a cidade ocupada pela população de renda média e alta – cidade “formal”. A cidade “informal”, ocupada pela população de baixa renda, ocorre sobre áreas de risco, geralmente sem nenhuma forma de planejamento ou gestão por parte do poder público (TUCCI, 2008).

Para Tavanti (2009) e de acordo com o Ministério das Cidades (BRASIL, 2005), os principais problemas relacionados à ocupação do solo são:

- a) a expansão irregular sobre as áreas de mananciais de abastecimento humano, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades;
- b) a população de baixa renda tende a ocupar áreas de risco em encostas e áreas de inundações ribeirinhas, devido à falta de planejamento e fiscalização;
- c) aumento da densidade habitacional e conseqüente aumento de demanda de água e da carga de poluentes sem tratamento, lançados nos rios próximos às cidades;
- d) a acelerada impermeabilização do solo, rios urbanos canalizados ou que desaparecem debaixo das avenidas de fundo de vale, produzindo inundações em diferentes locais da drenagem.

Estas condições de uso e ocupação do solo de forma inadequada e desordenada reduzem as condições de saúde e qualidade de vida da população, ampliam os impactos ambientais, constituindo-se em fatores limitantes para o seu desenvolvimento.

As inundações devidas à urbanização são decorrentes de um conjunto de fatores associados ao uso e ocupação do solo e à infraestrutura urbana, nos seguintes aspectos:

- Impermeabilização de grandes áreas, através do parcelamento excessivo do solo, muitas vezes gerado por demanda do mercado imobiliário;
- Falta de rigor nas legislações existentes;
- Falta de fiscalização e conscientização da população em relação às questões ambientais;
- Sistemas de drenagem projetados sem levar em conta as características da bacia hidrográfica e a expansão futura da urbanização a montante;
- Rios e/ou riachos urbanos, normalmente com leitos confinados pelo sistema viário e/ou canalizados, nos quais, em ambos os casos, seus leitos/calhas não possuem dimensões compatíveis com as cheias da bacia hidrográfica;
- Obstrução do escoamento, seja por obras em locais inadequados no espaço urbano e/ou nas próprias canalizações/bocas de lobo, devido à erosão e falta ou ineficiência do sistema de limpeza/coleta de lixo, associada, ainda, à falta de educação e conscientização da população em relação ao destino final dos resíduos gerados por ela própria;
- Custo das obras de drenagem não compatíveis com o orçamento municipal, levando o município a atuar apenas nos locais críticos, normalmente ocasionando transferência do problema para a jusante no futuro;
- Falta de gestão integrada dos diversos sistemas urbanos.

Para Pompêo (2000), as enchentes provocadas pela urbanização devem-se a diversos fatores, dentre os quais se destacam:

- excessivo parcelamento do solo e conseqüente impermeabilização de grandes superfícies;
- ocupação de áreas ribeirinhas, tais como várzeas, áreas de inundação frequente e zonas alagadiças;
- obstrução de canalizações por detritos e sedimentos e;

- obras de drenagem inadequadas.

No Brasil estes fatores não estão restritos apenas aos grandes centros urbanos. Atualmente, já se constata este cenário se repetindo também nas cidades brasileiras de médio porte que, nas últimas décadas, experimentam um grande crescimento em função do redirecionamento do fluxo migratório verificado no Censo 2010 (IBGE, 2010). Estas cidades não dispõem de infraestrutura e planejamento adequado do uso e ocupação do solo, o que, aliado à falta de políticas públicas relacionadas à população migrante quanto a emprego e moradia, faz com que se instale de forma precária em áreas de risco.

Este processo amplia os impactos decorrentes da urbanização, pois, além da impermeabilização do solo, tem-se também a ocupação inadequada desse mesmo solo, resultando em inundações, deslizamentos e tragédias que vivenciamos todos os anos. No Brasil, em algumas cidades, a população em área irregular ou informal chega a 50% (BRASIL, 2006b).

Sob o aspecto da sustentabilidade ambiental, o manejo das águas pluviais no meio urbano deve se sustentar em dois princípios básicos:

- O processo de urbanização não deve ampliar a cheia da bacia, na qual está inserida a cidade e;
- A ocupação do espaço urbano e o manejo das águas pluviais devem priorizar os mecanismos naturais de escoamento e infiltração.

Nesse novo contexto, o manejo das águas pluviais deve estar incorporado ao planejamento urbano das cidades e através do Plano Diretor de Drenagem Urbana, segundo Parkinson (2003),¹ contemplar:

- Visão do plano e gestão integrada;
- Prioridade nas medidas não estruturais: legislação, prevenção e gestão. Essas medidas controlam os futuros impactos, enquanto as medidas estruturais controlam os impactos já existentes;
- Participação Pública no processo decisório, de forma que a população dê sustentabilidade ao plano;
- Plano por sub-bacia urbana;
- Gestão municipal.

¹ Informação fornecida por Parkinson no workshop “Drenagem Urbana Sustentável no Brasil”, ocorrido na Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, em 7 de maio de 2003.

Embora algumas cidades brasileiras já estejam adotando a prática do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), até por ser ele uma das exigências do Ministério das Cidades (BRASIL, 2006a) para a obtenção de recursos federais, ainda se está muito longe da obtenção de resultados eficazes com a abrangência que o tema exige.

Para Tucci (2008), a expansão urbana sem uma visão ambiental tem como consequências a deterioração dos mananciais e a redução da cobertura de água segura para a população, ou seja, a escassez. Logo, são necessárias ações preventivas de planejamento urbano e ambiental, que visem minimizar os impactos e buscar o desenvolvimento sustentável. Para Pompêo (2000), não se pode ignorar que a expansão e os fatores que provocam as enchentes nas cidades são antes orientados por questões sociais que os antecedem.

Baptista e Nascimento (2002) salientam que a população já demonstra preocupações com a preservação ambiental em meio urbano, tendo se manifestado pela crescente demanda de valorização da paisagem urbana e, em decorrência, pela melhoria da qualidade da água e da preservação global de cursos d'água, lagos e áreas úmidas no meio urbano.

Logo, para que essas transformações ocorram, são necessários mecanismos para maior implementação de medidas não estruturais, que visem uma mudança ética e de valores da sociedade em relação à natureza e ao meio ambiente.

Essa nova ética, baseada em princípios ecológicos, tem por metáfora a "cidade como extensão do corpo humano", ou, na cidade vista como "ecossistema humano", onde os recursos naturais deverão ser gerenciados de modo a promover a qualidade de vida urbana com o mínimo de impacto ambiental (TAVANTI, 2009). Para tanto, é necessário considerar que o planejamento urbano não se limite apenas ao parcelamento do solo de acordo com a Lei Federal 6.766/79, mas que este também se fundamente nas condições naturais do meio integrado aos diversos sistemas urbanos, norteado por princípios e diretrizes de sustentabilidade que visem construir um espaço urbano adequado, de forma a garantir os princípios básicos de qualidade de vida, de segurança e de menor impacto ambiental.

2.2 Sistema de drenagem no meio urbano

A relação do homem com a água, historicamente, tem sofrido mudanças. O crescimento das aglomerações urbanas, próximas aos corpos d'água, com precariedade e/ou inexistência de infraestrutura urbana, resultou no surgimento de grandes epidemias. A partir do século XIX, com o crescimento das cidades, refletindo a transição das sociedades de base econômica agrícola, de ocupação majoritária em áreas rurais, para as sociedades industriais, predominantemente urbanas, a presença de águas nas cidades, tanto as do meio "natural" (cursos d'águas ou outros) quanto às águas de origem pluvial e as águas servidas, passaram a causar dificuldades e desconforto para as cidades (BAPTISTA; NASCIMENTO, 2002).

Assim, no final do século XIX, ancorados nos princípios do higienismo, que preconizava a evacuação dessas águas para o mais longe e o mais rapidamente possível, surgem os sistemas de drenagem de águas pluviais e de esgotamento sanitários, atualmente denominados de sistemas clássicos ou convencionais de drenagem urbana, compostos por redes subterrâneas de tubulações e a canalização quase generalizada de cursos d'água em meio urbano.

Datam dessa época os grandes sistemas clássicos de drenagem no Brasil, os quais, por várias décadas, tiveram um bom desempenho. Porém, com o crescimento intenso do processo de urbanização, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, aqueles sistemas começaram a se mostrar insuficientes e ineficientes, visto que a ocupação das cidades normalmente ocorre de jusante para montante.

O sistema clássico de drenagem tem por consequência transferir o impacto de montante para jusante, propiciando a ocorrência de enchentes nas cidades, principalmente devido:

- à falta de planejamento e controle do processo de urbanização das cidades;
- à gestão inadequada dos diversos sistemas urbanos, em especial o do solo urbano e da sua infraestrutura: águas pluviais, águas servidas, limpeza/lixo;
- a políticas públicas quanto ao uso e ocupação do solo visando "interesses" de mercado imobiliário;
- ao dimensionamento inadequado do sistema;

- a equipes técnicas despreparadas;
- ao elevado custo financeiro.

No Brasil, a gestão dos diversos sistemas ainda é tratada de forma desvinculada e, na maioria dos casos, o município atua de forma pontual, seja por questões orçamentárias ou por questões políticas.

Desta forma, gradualmente o sistema clássico de drenagem tem se mostrado insuficiente e ineficiente, não só quanto à questão de controle de enchentes no meio urbano, mas também quanto à qualidade da água, qualidade de vida da população e a sustentabilidade ambiental.

Para Tavanti (2009), a ineficiência dos sistemas convencionais em controlar as inundações e a necessidade de soluções adequadas a um contexto crescente de preservação ambiental evidenciam as limitações do uso das soluções clássicas, levando ao questionamento sobre a continuidade da sua utilização.

Na década de 60, em alguns países da Europa, passou-se a questionar o sistema clássico de drenagem urbana que, através da evacuação rápida das águas acumuladas em áreas importantes, transfere o problema para outras áreas ou para o futuro. Esta visão, que ainda predomina em alguns meios técnicos, foca o controle do escoamento na própria calha do curso d'água, não dando a devida importância ao escoamento gerado nas superfícies urbanizadas (POMPÊO, 2000).

De acordo com Righetto (2009), as possíveis soluções para a drenagem urbana, classificam-se em dois grandes grupos: medidas estruturais e medidas não estruturais.

2.2.1 Medidas Estruturais

As medidas estruturais permeiam as obras de engenharia construídas para minimizar ou compensar o aumento do escoamento superficial produzido com a urbanização e impermeabilização do solo, podendo ser relativas à microdrenagem, macrodrenagem e/ou às obras compensatórias caracterizadas pelas técnicas de menor impacto.

Para Genz e Tucci (1995), as medidas de controle de enchente, de acordo com a sua atuação na bacia hidrográfica, podem ser classificadas como:

- Distribuída ou na fonte: controle no lote, praças e passeios;
- Na microdrenagem: controle que age sobre o hidrograma resultante de um ou mais lotes;
- Na macrodrenagem: controle sobre os principais corpos d'águas urbanos.

Genz e Tucci (1995) consideram essa classificação baseado nos mecanismos de controle, que podem ocorrer por:

- Infiltração e percolação;
- Armazenamento;
- Aumento da eficiência do escoamento;
- Diques e estações de bombeamento.

Em locais de urbanização já consolidada, na maioria dos casos, os mecanismos de infiltração e percolação são inviáveis, devido ao alto grau de impermeabilização do solo. Portanto, a solução passa a ser a transferência do fluxo através de construção de galerias (sistema clássico) e armazenamento do fluxo excedente em local estratégico, permitindo assim o controle da vazão à jusante. Essa solução está sendo adotada na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), através do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê de 1998.

Medidas estruturais desse tipo devem ser empregadas para solucionar o “passivo”. Entretanto, para a expansão atual e futura das cidades, são mais apropriadas e benéficas ambientalmente as soluções alternativas de não transferência do fluxo para jusante, priorizando o escoamento superficial e a infiltração próxima da fonte geradora do fluxo.

Todavia, essa forma de gestão da drenagem urbana, baseada na descentralização do fluxo, ainda é pouco conhecida e utilizada no Brasil.

Para a efetividade desse novo paradigma, a adoção de medidas estruturais, aliadas a medidas não estruturais, é de grande relevância, principalmente no que tange ao planejamento, gestão dos sistemas urbanos e conscientização da população.

2.2.2 Medidas Não Estruturais

Para Tucci (2005), as principais medidas não estruturais são do tipo preventivo, como:

- Previsão e alerta de inundação;
- Zoneamento das áreas de risco de inundação;
- Seguro e proteção individual contra inundação.

Contudo, é preciso ampliar essa visão e entender que as medidas não estruturais vão muito mais além do que aplicar medidas preventivas em locais onde a urbanização já está consolidada e apresenta riscos.

É necessário adotar ações incorporadas a programas e políticas que promovam a educação e conscientização de planejadores e sociedade, no sentido de mudar este cenário.

Para Nascimento e Baptista (2009), as medidas não estruturais também estão relacionadas a:

- Regulação do uso do solo;
- Recuperação de matas ciliares – parques lineares;
- Não conexão ou desconexão de áreas impermeáveis;
- Uso de revestimento de elevadas rugosidades em vias e canais;
- Manejo de fertilizantes, pesticidas e detergentes.

Com legislação adequada são possíveis a regulamentação e parametrização de critérios e diretrizes, tanto no âmbito do uso e ocupação do solo, como na recuperação de áreas degradadas, no planejamento, na concepção do “novo espaço urbano” e no manejo de produtos que atuam como agentes poluentes do solo e das águas.

Outro aspecto fundamental relacionado a medidas não estruturais diz respeito aos sistemas de operação e manutenção das obras estruturais de drenagem. Esses sistemas devem ter a gestão integrada aos diversos sistemas urbanos, através de ferramentas que possibilitem aos gestores e técnicos a verificação e avaliação da eficiência, bem como o estabelecimento dos mecanismos de manutenção, frequência, tipo, etc.

Na RMSP, um bom exemplo de gestão de operação e manutenção das estruturas de drenagem – “piscinões” –, está sendo implementado. O sistema consiste no monitoramento das estruturas através de câmeras, e atualmente vinte “piscinões” gerenciado pela PMSP² já contam com esse tipo de gerenciamento, permitindo aos gestores, técnicos e comunidade o acompanhamento em tempo real, da operação e da manutenção das estruturas.

Além do aspecto técnico de verificação do funcionamento da estrutura e a análise quanto a sua eficiência, o sistema propicia aos gestores conhecerem o comportamento da comunidade em relação às estruturas e, por outro lado, a comunidade também pode se utilizar dessa ferramenta para cobrar ações dos gestores, quando for o caso.

Também pode se considerar como medidas não estruturais os esforços de conscientização popular e educação ambiental. Nesse sentido, seria possível fortalecer o princípio de que a aplicação de técnicas de menor impacto ambiental é diretriz fundamental para o planejamento urbano, com o propósito de evitar e/ou minimizar impactos ambientais não só restritos a enchentes e inundações.

Dessa forma, medidas não estruturais na drenagem urbana podem ser definidas por:

- Ações preventivas para locais de risco, onde a urbanização já está consolidada;
- Legislação adequada, principalmente no que se refere à relação entre o uso e ocupação do solo e as águas urbanas, compatibilizada no âmbito dos poderes federal, estadual e municipal;
- Fiscalização quanto ao cumprimento da legislação;
- Planejamento urbano integrado aos diversos sistemas urbanos, norteados em princípios ambientalmente sustentáveis;
- Gestão integrada no âmbito municipal dos diversos sistemas urbanos;
- Gestão integrada das três esferas públicas nas questões relativas às águas urbanas (potável, servidas e pluvial);

² Disponível em:

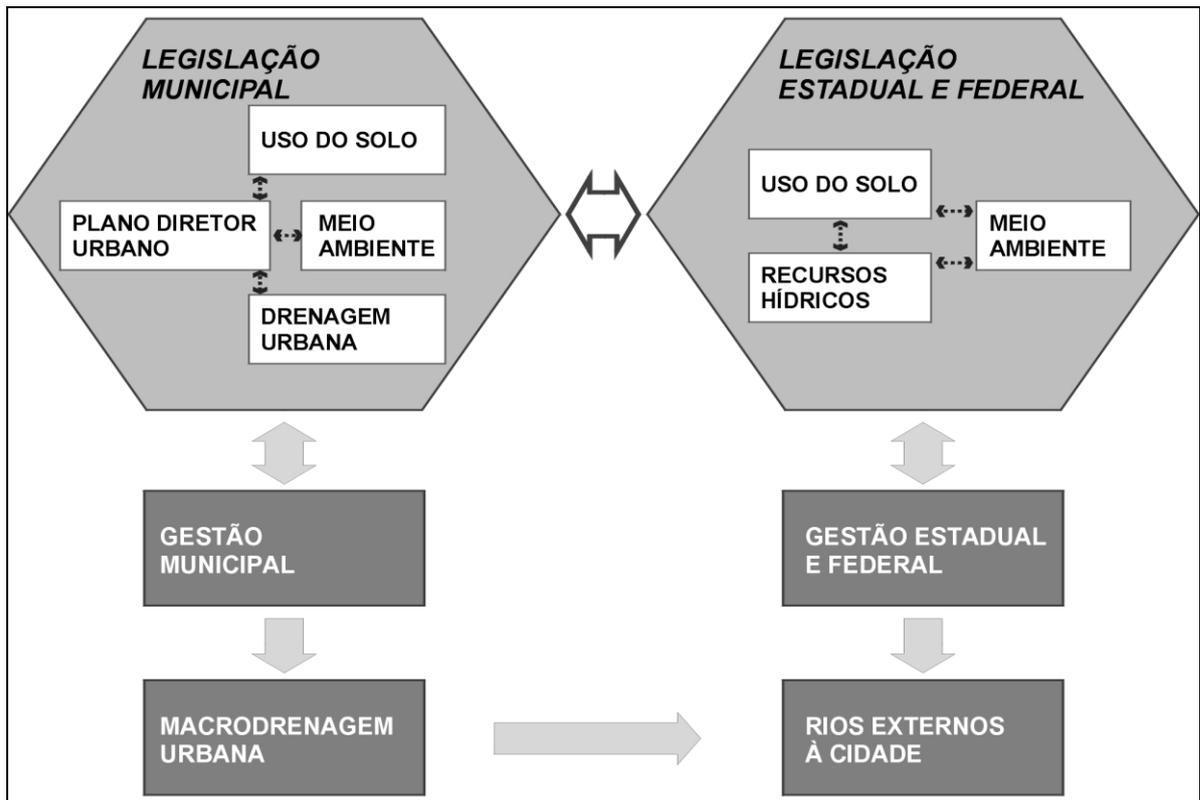
<http://www3.prefeitura.sp.gov.br/saffor_bueiros/FormsPublic/serv3Piscinoes.aspx>. Acesso em: 19 fev. 2013.

- Capacitação de pessoal técnico do setor público envolvido com o planejamento, projeto, gestão, operação e manutenção dos sistemas urbanos;
- Manutenção regular dos sistemas estruturais de drenagem urbana;
- Políticas públicas no sentido de informar e conscientizar a população sobre as práticas de drenagem de menor impacto ambiental e planejamento urbano sustentável;
- Políticas públicas no sentido de estimular a capacitação de profissionais que atuam no mercado privado e imobiliário, especialmente os profissionais de engenharia e arquitetura, sobre técnicas projetuais de menor impacto ambiental, desenvolvendo parcerias, de forma que estes profissionais atuem no mercado profissional como disseminadores de conhecimento, fortalecendo a conscientização e participação da população.

2.2.3 Aspectos de Gestão da Drenagem Urbana no Brasil

No Brasil, do ponto de vista institucional, historicamente a drenagem urbana é de competência do poder municipal. Nas instâncias municipal, estadual e federal, há legislações que remetem ao uso do solo e meio ambiente. Porém, a drenagem urbana é competência apenas do município; às instâncias estadual e federal compete o controle dos recursos hídricos, ou seja, os rios externos ao meio urbano, como demonstra a Figura 3.

Figura 3 – Gestão das interfaces externas ao município.



Fonte: Escola de Engenharia Civil - UFG, 2003.

Na maioria dos municípios brasileiros, os serviços municipais com responsabilidade específica sobre a drenagem de águas pluviais não são organizados como entidades independentes, com autonomia financeira e gerencial, o que leva à fragilidade tanto do ponto de vista político-institucional como também do ponto de vista técnico (BAPTISTA; NASCIMENTO, 2002).

Nesse contexto, Baptista e Nascimento (2002) apontam os principais problemas relacionados a esse modelo de gestão, tais como expostos no Quadro 2, a seguir, tornando-o um modelo inadequado e ineficiente.

Quadro 2 – Problemas relativos à estrutura institucional da drenagem urbana no Brasil.

PROBLEMAS RELATIVOS À ESTRUTURA INSTITUCIONAL DA DRENAGEM URBANA NO BRASIL		
NÍVEL	PROBLEMAS	CAUSAS
Equipe Técnica	<p>Inadequação tecnológica</p> <p>Carência de Equipes Técnicas em pequenas cidades</p> <p>Desconhecimento do sistema de drenagem</p> <p>Desconhecimento relativo dos processos físicos envolvidos</p>	<p>Carência de investimentos em formação e atualização das equipes</p> <p>Volume de trabalho insuficiente para formação de equipes adequadas</p> <p>Inadequação de investimentos em cadastro e gestão patrimonial</p> <p>Inadequação de investimentos no monitoramento hidrológico e ambiental</p>
Municipal	<p>Fragilidade do setor responsável pela drenagem</p> <p>Fragmentação e duplicação das ações no tocante à drenagem</p>	<p>Falta de autonomia e continuidade administrativa; inadequação do fluxo de recursos financeiros</p> <p>Multiplicidade de atores envolvidos; inadequação do fluxo de informações entre os atores</p>
Intermunicipal	<p>Inadequação no tratamento das questões intermunicipais</p> <p>Inadequação no tratamento das questões metropolitanas</p>	<p>Abordagem estritamente municipal dos problemas.</p> <p>Abordagem estritamente municipal dos problemas</p>
Estado	Deficiência na estrutura jurídica	Carência de formalização das necessidades

Fonte: Adaptado de Baptista e Nascimento (2002).

Além dos problemas relativos à estrutura institucional do sistema de gestão, é relevante considerar a questão financeira, pois normalmente as obras de drenagem requerem altos investimentos financeiros e, na maioria dos casos, estes não são compatíveis com o orçamento dos municípios.

Atualmente, já se observam iniciativas em algumas cidades brasileiras no sentido de mudanças dos antigos e conservadores conceitos higienistas,

predominantes por décadas na gestão da drenagem urbana. No entanto, ainda se verifica a necessidade de uma visão mais abrangente de sustentabilidade da drenagem urbana, considerando aspectos relacionados à integração com os diversos setores envolvidos no estágio de planejamento do meio urbano (CRUZ *et al.*, 2007).

Dessa forma, é importante ressaltar que, diante da grande demanda atual por qualidade de vida e preservação ambiental, a drenagem urbana tornou-se uma tarefa complexa, quer sejam considerados os aspectos da gestão, das soluções de projetos, quer os do financiamento, exigindo, portanto, uma reflexão por parte do poder público e da sociedade no sentido de buscar soluções eficientes e eficazes, bem como a sustentabilidade do sistema como um todo.

2.3 Desenvolvimento urbano de baixo impacto – LID

Os princípios de LID – Low Impact Development ³ tiveram início nos Estados Unidos, com a introdução da tecnologia de biorretenção aplicada ao Condado de Prince George, Maryland, em meados da década de 1980. A aplicação destes princípios tinha por finalidade resolver as limitações de crescimento econômicas e ambientais decorrentes das práticas convencionais de gestão de águas pluviais.

O Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (LID) (UNITED STATES, 2004) objetiva atingir paisagens hidrológicas funcionais, com comportamento mais similar ao natural, por controlar não somente o pico de vazões, mas volume, frequência/duração além da qualidade dos escoamentos pluviais.

Hoje em dia, biorretenção é apenas uma das técnicas disponíveis para utilização em planejamento LID. Outras técnicas como, por exemplo, poços de infiltração, trincheiras, bacias de retenção, pavimentos permeáveis e valas podem compor as soluções de projeto, objetivando o controle de poluentes, a redução de volume de escoamento e gerenciamento do tempo de escoamento dos fluxos advindos do processo de urbanização.

³ Fonte: LID Urban Design Tools. Disponível em: <http://www.lid-stormwater.net/background.htm#What_is_LID>. Acesso em: 22 mar. 2013.

LID, portanto, compreende um conjunto de estratégias de projeto, por meio do emprego de planejamento multidisciplinar, com o manejo das águas pluviais através de técnicas de controle na fonte, integradas à edificação, infraestrutura e paisagismo, conhecidas como Práticas de Gestão Integrada (IMPs). Ao contrário do sistema clássico de drenagem, LID tem uma abordagem descentralizada dos fluxos, com gerenciamento do escoamento o mais próximo do local onde este se origina. Para tanto, utiliza estratégias de gestão focadas na recuperação das funções do ciclo hidrológico natural, com a finalidade de proteger o recurso natural e requerimentos regulamentários ambientais do local.

O planejamento e projetos com conceitos LID, segundo Tavanti e Barbassa (2012), devem ser fundamentados nos passos adaptados do Manual de Prince George's County (1999):

- Passo 1 - Identificar Zoneamento, uso do solo e outras normas aplicáveis;
- Passo 2 - Levantar condições de desenvolvimento e áreas protegidas;
- Passo 3 - Reduzir áreas com movimentação de terra e retirada de vegetação;
- Passo 4 - Utilizar digitais locais;
- Passo 5 - Utilizar a drenagem e a hidrologia como elemento de projeto;
- Passo 6 - Minimizar o total de Áreas Impermeáveis;
- Passo 7 - Desenvolver planejamento integrado preliminar;
- Passo 8 - Minimizar áreas impermeáveis diretamente conectadas;
- Passo 9 - Modificar/Aumentar os caminhos de fluxo;
- Passo 10 - Comparar hidrologia de pré e pós-desenvolvimento;
- Passo 11 - Completar planejamento local de LID para alcançar as condições de pré-desenvolvimento.

Aplicações com esta abordagem são encontradas em muitas regiões dos Estados Unidos, Canadá e Europa, sendo capazes de atender aos critérios estabelecidos em certificações ambientais para edificações, quando devidamente empregadas (SOUZA *et al.*, 2012).

Este conceito de desenvolvimento tem por princípio recuperar a capacidade de infiltração e evapotranspiração das superfícies urbanas, por meio de paisagens hidrologicamente funcionais, buscando reproduzir a vazão de pré-desenvolvimento.

O uso da vegetação é empregado não apenas como elemento paisagístico e estético do local, mas também com a função de recuperar e/ou minimizar os impactos da urbanização no ciclo hidrológico, favorecendo o desenvolvimento de vazões de pré-urbanização, como também atuando na melhoria da qualidade da água do escoamento superficial e do tempo ao pico.

Entenda-se aqui o conceito de paisagem como constituído pelas relações homem-meio, envolvendo os aspectos naturais e sociais constituintes do espaço em questão. Sob esses aspectos, planejar e projetar o espaço urbano com aplicação de princípios LID é uma tarefa complexa e multidisciplinar, tornando-se um grande desafio, principalmente para os países em desenvolvimento.

A literatura demonstra casos de aplicação de LID, que apresentam ganhos paisagísticos, ambientais e econômicos e reforçam as vantagens apresentadas por esta concepção do tratamento da drenagem urbana, controlando não somente o pico, mas também o volume, a frequência e a duração, além da qualidade do escoamento.

Essa abordagem conduz ao uso de técnicas que favorecem os processos de infiltração, filtragem, armazenamento, evapotranspiração e retenção do escoamento próximo a fonte geradora do fluxo, baseando-se na premissa de que a gestão de águas pluviais não deve ser vista como a eliminação destas águas. Em vez de obras de grande escala para transporte e gestão/tratamento das águas pluviais localizadas nas partes inferiores das zonas de drenagem, LID aborda a gestão das águas pluviais na fonte, através das características da paisagem, desenvolvendo estratégias que atuam estimulando processos físicos, químicos e biológicos naturais, minimizando, assim, impactos ambientais e gastos com sistemas de tratamento.

A aplicação de LID permite maior potencial de desenvolvimento com menor impacto ambiental, através da utilização de modelos mais inteligentes e tecnologias avançadas que buscam alcançar um melhor equilíbrio entre a conservação, o crescimento, a proteção dos ecossistemas e da saúde pública, favorecendo a qualidade de vida.

Segundo Souza *et al.* (2012), LID assenta-se sobre os seguintes elementos-chave (UNITED STATES, 2004):

- Conservação — Preservação de vegetação e solo nativos, minimizando o emprego de áreas impermeáveis e permitindo a manutenção de caminhos naturais de drenagem;
- Projetos locais únicos — Elaboração de projetos que respeitem peculiaridades locais naturais e assegurem a proteção de toda a bacia, em detrimento de padronizações;
- Direcionar escoamento para áreas vegetadas — Encorajar infiltração e recarga de aquíferos, terras úmidas e riachos, aproveitando controle e tratamento realizados naturalmente;
- Controles distribuídos de pequena escala — Empregar técnicas de manejo hídrico o mais próximo possível da fonte geradora de excedente de escoamento, de forma integrada ao ambiente, para mimetizar processos hidrológicos naturais;
- Manutenção, prevenção à poluição e educação — Trabalhar a educação e envolvimento público (inclusive de profissionais), objetivando a redução de cargas de poluentes e o aumento da eficiência e longevidade de sistemas de drenagem, exonerando o poder público.

O conceito LID apresenta-se como uma proposta para o processo de urbanização das cidades, com princípios, metas e ações desde o planejamento até a operação e manutenção dos sistemas urbanos, com vistas à sustentabilidade do meio.

Frente à demanda atual relativa às questões de sustentabilidade na atuação do homem com o meio ambiente, a implementação de políticas públicas que propiciem soluções e parcerias com a sociedade são necessárias, a fim de se vencer os desafios que o processo de desenvolvimento urbano sustentável requer.

2.4 Técnicas Compensatórias ou sistemas alternativos de drenagem urbana

Ao longo das últimas décadas, em vista da ineficiência do sistema clássico de drenagem na contenção de enchentes urbanas, surgem os primeiros conceitos baseados nos princípios de retenção e infiltração das águas precipitadas, objetivando restabelecer as vazões de pré-desenvolvimento, através do controle na fonte. A partir destes mecanismos, visa-se o rearranjo das vazões no tempo e no espaço e, conseqüentemente a diminuição dos volumes escoados, reduzindo a probabilidade de inundações e melhorando a qualidade das águas pluviais.

O controle através desses mecanismos constitui-se de uma variante de melhores práticas de gerenciamento (Best Management Practices – BMP's), denominado Sistema Alternativo de Drenagem ou, simplesmente, Técnicas Compensatórias de drenagem, que podem ser regulamentados através das legislações municipais de controle da drenagem urbana, visando o crescimento das cidades com melhores perspectivas ambientais e sociais. Essas técnicas são alternativas para a drenagem urbana que buscam a aplicação do conceito LID de desenvolvimento urbano.

Entenda-se, aqui, como impacto ambiental, qualquer alteração produzida pelo homem e suas atividades, nas relações constitutivas do ambiente, que exceda a capacidade de absorção desse ambiente (MOREIRA, 1997). Nesse contexto, o princípio básico das técnicas compensatórias aplicadas à drenagem urbana é recompor os processos naturais do ciclo hidrológico, alterados pelo processo de urbanização.

Essa compensação é efetuada pelo controle da produção de excedentes de água decorrentes da impermeabilização, evitando-se sua transferência rápida para jusante (BAPTISTA *et al.*, 2011), atuando na redução dos volumes e da vazão.

As técnicas compensatórias permitem a modulação do sistema em função do crescimento urbano, além do tratamento combinado com o sistema de drenagem clássica e com as questões urbanísticas e paisagísticas. Desse modo, as técnicas compensatórias minimizam os custos da drenagem clássica, reduzindo dimensões de tubulações e, conseqüentemente, reduzindo o tempo e a vazão de pico (TAVANTI, 2009).

Embora os objetivos primários de prevenção de inundação e redução da poluição das águas já sejam argumentos fortes para subsidiar a tomada de decisão, na escolha entre um ou outro tipo (ou uma combinação de tipos de técnicas compensatórias), são de extrema relevância os critérios de: desempenho hidráulico e técnico, perspectivas ambientais e sociológicas, bem como considerações econômicas de construção, operação e manutenção.

Para Baptista e Nascimento (2009), as técnicas compensatórias se dividem em dois grupos: não estruturais e estruturais, conforme o Quadro 3, a seguir.

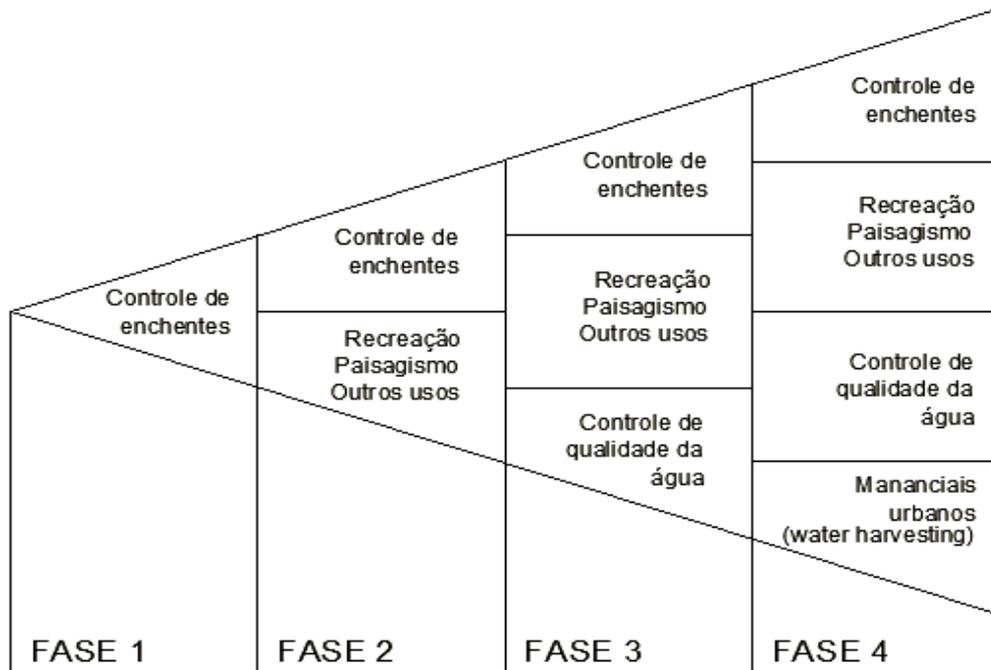
Quadro 3 – Tipos de Técnicas Compensatórias.

TIPOS DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS			
Técnicas compensatórias não estruturais	Regulação do uso do solo		
	Recuperação de matas ciliares - parques lineares		
Técnicas compensatórias estruturais	Não conexão ou desconexão de áreas impermeáveis		
	Uso de revestimento de elevadas rugosidades em vias e canais		
	Manejos de fertilizantes, pesticidas e detergentes		
	Controle na fonte	Localizado	Telhado verde
		Linear	Micro reservatório
	Centralizado		Poço de infiltração
		Plano de infiltração	
		Trincheira de infiltração	
		Vala de detenção	
		Pavimento reservatório	
		Pavimento permeável	
		Áreas úmidas lineares	
		Bacias de detenção ou retenção	
		Bacias de infiltração	
		Bacias de detenção	
		Áreas úmidas artificiais	

Fonte: Adaptado, Nascimento e Baptista (2009).

Quanto à evolução e os benefícios advindos da utilização de técnicas compensatórias estruturais, estes podem, segundo Welsh (1989), citado por Canholi (2005), ser classificadas conforme a Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Evolução das Técnicas de Controle Estruturais.



Fonte: adaptado de Canholi (2005).

Ainda segundo Canholi (2005), a aplicação das técnicas de controle estruturais no Brasil encontra-se na Fase 2, com algumas pesquisas no país relativas ao controle de qualidade das águas.

A seguir, alguns dispositivos/estruturas de técnicas compensatórias mais empregados nas cidades brasileiras.

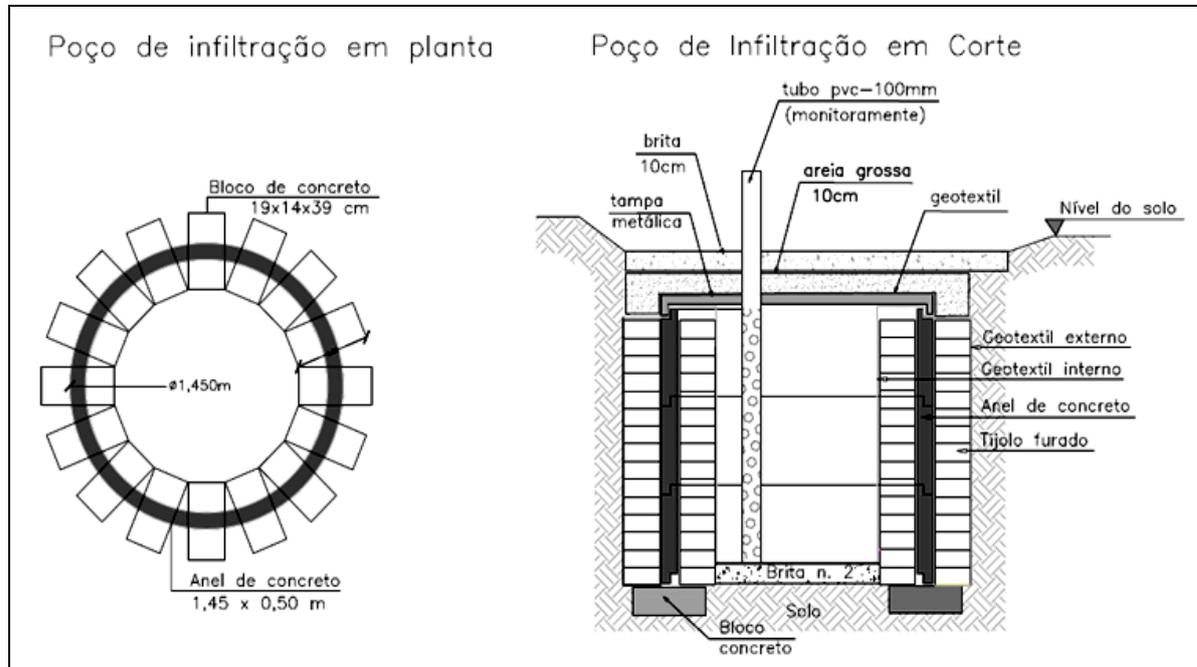
2.4.1 Poços de infiltração ou reservatório de retenção/detenção

São considerados dispositivos pontuais, de controle na fonte, normalmente com forma circular de pequena dimensão horizontal e com profundidade definida em função das características do solo, tendo como função amortecer o pico de vazão do hidrograma de escoamento superficial do lote ou da área edificada, com o objetivo de restabelecer o balanço hídrico natural.

O poço de infiltração pode conter ou não material de enchimento. Normalmente, o poço sem enchimento possui tampa “cega”, a fim de se evitar a

proliferação de insetos, e o poço com enchimento possui acabamento superficial em material permeável, tal como demonstrado na Figura 5.

Figura 5 – Esquema de poço de infiltração - UFSCar.



Fonte: Adaptado de Angelini Sobrinha (2012).

De acordo com Baptista *et al.* (2005), a infiltração das águas de drenagem pelo poço de infiltração contribui para alimentação da vegetação circundante e para a recarga do lençol freático. Em alguns países, essa técnica é utilizada exclusivamente para fins de recarga do lençol freático.

Por conta de suas características dimensionais, é indicado quando não se dispõe de espaço ou quando a urbanização, já consolidada, inviabiliza a aplicação de medidas que requerem disponibilidade de maiores espaços.

Para Brito (2006), uma de suas características mais importantes é o fato de poder ser aplicado em regiões onde o solo superficial tem pouca permeabilidade, mas suas camadas mais profundas, grande permeabilidade.

Embora a infiltração ocorra de forma concentrada no local, diferentemente do processo natural, esse processo é de fundamental importância ambiental, pois possibilita a alimentação e recarga do lençol freático.

Para a implantação de poço de infiltração, embora seja um dispositivo que utiliza técnicas construtivas relativamente simples do ponto de vista de engenharia, é recomendável, além do projeto de dimensionamento propriamente dito do poço, a elaboração de estudo de viabilidade técnica, com base em parâmetros da região e considerando os aspectos urbanísticos e de infraestrutura, ambientais e socioeconômicos do local, a fim de se verificar se é a solução mais indicada, como também garantir a eficiência do dispositivo.

Para Reis *et al.* (2008), é recomendável o levantamento dos seguintes parâmetros para o projeto:

- Caracterização do solo: determinação do coeficiente de permeabilidade, taxa de infiltração e potencial de colapsidade;
- Índices pluviométricos da região;
- Nível do lençol freático;
- Carga poluidora das águas de escoamento superficial: quantitativa e qualitativamente;
- Tempo de retorno e tempo de concentração;
- Coeficiente de escoamento superficial;
- Área de contribuição;
- Vazão de projeto.

A seguir, no Quadro 4, o resumo das principais vantagens e desvantagens de poço de infiltração, citadas por alguns autores. Entre eles, Tavanti (2009), Reis *et al.* (2008) e Angelini Sobrinha (2012).

Quadro 4 – Principais vantagens e desvantagens de poço de infiltração.

POÇO DE INFILTRAÇÃO	
Vantagens	Desvantagens
Redução dos volumes drenados pela rede de drenagem clássica	Não adequado à local com lençol freático com nível elevado
Redução de escoamento superficial e amortecimento de cheias	
Menor custo em relação a outras estruturas compensatórias	Não adequado a solos com baixa capacidade de infiltração
Reduz custo da rede de drenagem clássica	
Pode ser acoplado ao sistema de aproveitamento de água	Não adequado a solos colapsíveis
Melhora a qualidade da água dos rios	
Possibilita a recarga do lençol freático	Risco de contaminação do lençol freático
Requer pouco espaço físico	
Boa integração paisagística	Possibilidade de colmatção
Desenvolvimento de vegetação no local	
Boa utilização em solos superficiais pouco permeáveis e camadas profundas com alta permeabilidade	Necessidade de manutenção regular
Não há grandes restrições em função da topografia	

Fonte: Adaptado de Tavanti (2009), Reis *et al.* (2008) e Angelini Sobrinha (2012).

Quanto às desvantagens acima apontadas, exceto as relacionadas às propriedades do solo, é possível, se não evitá-las, ao menos minimizá-las. No caso da colmatção, este processo pode ser evitado ou minimizado com implantação de vegetação adequada e manutenção regular do local. Quanto ao risco de contaminação do lençol freático, é possível a prevenção através da utilização de filtros convenientemente dimensionados em função da qualidade das águas precipitadas. Outra medida que conduz à melhoria da qualidade da água infiltrada é a implantação do dispositivo próximo a fonte geradora, evitando-se, assim, o escoamento das águas pluviais sobre superfícies impermeáveis que contenham agentes contaminantes, tais como pavimentos de sistema viário e outras.

Considerando-se as vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de dispositivos de técnicas compensatórias, o poço de infiltração é altamente indicado para a drenagem no lote, especialmente porque no lote a disponibilidade de espaço

é reduzida. Todavia, é recomendável uma avaliação técnica criteriosa quanto a sua localização em relação às fundações da edificação. Por se tratarem de técnicas de aplicação recente, a literatura ainda não apresenta estudos relativos às possíveis interferências e/ou danos em fundações de edificação, sejam estas superficiais ou profundas.

2.4.2 Bacias de retenção e/ou detenção

Também são denominadas de lagoas de infiltração e/ou detenção. Trata-se de dispositivos de controle centralizado, normalmente de grandes dimensões e, segundo Baptista *et al.* (2005), as bacias de retenção/detenção são estruturas utilizadas para atender três funções principais, diretamente relacionadas com a drenagem no meio urbano:

- Amortecimento de cheias geradas em contexto urbano, como forma de controle de inundações;
- Eventual redução de volume de escoamento, no caso das bacias de infiltração;
- Redução da poluição difusa de origem pluvial.

Quanto à forma são denominadas de:

- Bacias a céu aberto ou
- Bacias subterrâneas ou cobertas.

As bacias a céu aberto podem ser dimensionadas para manter lâmina d'água permanente (retenção) ou para se manter seca, atuando apenas como reservatório temporário das águas precipitadas durante o período de vazão crítica (detenção).

As bacias subterrâneas ou cobertas normalmente são indicadas para áreas urbanas densamente ocupadas, e as bacias abertas ou bacias a céu aberto são dispositivos indicados para áreas urbanas ocupadas, mas que ainda dispõem de espaço, bem como para as novas áreas de expansão urbana (loteamentos, condomínios, praças, etc.). Neste caso, podem e devem ser incorporadas ao planejamento urbano como dispositivos integrados ao sistema da microdrenagem,

podendo compor de forma harmoniosa e funcional com o projeto urbanístico, paisagístico e social do espaço.

Embora esse dispositivo exija disponibilidade de grande área para sua implantação, as bacias a céu aberto secas podem ser mais vantajosas em relação às subterrâneas, visto que podem ser exploradas projetualmente como áreas de recreação, abrigando equipamentos esportivos como quadras e áreas com tratamento paisagístico, gerando, assim, múltiplas funções para o espaço ocupado pelo dispositivo (TAVANTI, 2009).

Quanto ao funcionamento as bacias podem ser:

- Bacia de detenção: armazenamento temporário das águas pluviais, possibilitando o rearranjo temporal das vazões;
- Bacia de retenção: infiltração da totalidade das águas pluviais armazenadas, com volume de escoamento à jusante nulo;
- Bacia mista: reúne as características das duas primeiras, armazenamento temporário e infiltração de parte das águas precipitadas, de modo a reduzir os volumes escoados à jusante e, conseqüentemente, proporcionando o rearranjo temporal das vazões.

Para a implantação de bacias, assim como os poços de infiltração, também é necessário estudo de viabilidade técnica e dimensionamento com base nas características físicas e hidrológicas da região, dos aspectos urbanísticos e de infraestrutura, ambientais e socioeconômicos do local.

Para bacias a céu aberto, especial cuidado deve ser tomado quanto à permanência de lâmina d'água na superfície do dispositivo, a fim de se evitar risco sanitário a população.

No Brasil, a literatura já demonstra uma crescente aplicação de bacias de retenção/detenção como forma de reduzir o pico de enchentes em algumas capitais e cidades do interior, principalmente no estado de São Paulo. Milograna (2001), em estudos realizados com bacias em áreas públicas na cidade de Goiânia, concluiu sobre a eficiência da técnica, pois, além de reduzir as vazões a níveis inferiores à pré-urbanização, também possibilita retardo no tempo de pico.

As bacias a céu aberto – os populares “piscinões” – e subterrâneas têm sido adotadas na RMSP, como medidas de contenção de enchentes, segundo o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê de 1998. Neste caso, embora sejam obras de altíssimo custo financeiro e alta complexidade técnica, esses fatores se tornam menos relevantes, se relacionados aos benefícios sanitários, sociais e econômicos para a cidade.

Na RMSP, segundo dados do DAEE,⁴ há um total de cinquenta e uma bacias de detenção/retenção em operação. Destes, vinte são monitorados por câmeras (Quadro 5), e dois estão em fase construção, totalizando um armazenamento de aproximadamente 10 milhões de metros cúbicos.

O Quadro 5, a seguir, apresenta algumas das características dos “piscinões” monitorados por câmeras na cidade de São Paulo. Quanto à forma, todos podem ser denominados de bacia a céu aberto (BAPTISTA *et al.*, 2005), exceto o “Piscinão” do Pacaembu, que se trata de uma bacia subterrânea e, portanto não é monitorado por câmeras.

⁴ Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=60:piscinoes-home&catid=38:piscinoes>. Acesso em: 21 fev. 2013.

Quadro 5 – Características dos “piscinões” sob monitoramento de câmeras, do total de “piscinões” em operação na cidade de São Paulo.

CARACTERÍSTICAS DE <i>PISCINÕES</i> SOB MONITORAMENTO DE CÂMERA NA CIDADE DE SÃO PAULO – SP				
Nº.	Piscinão	Volume (m³)	Revestimento Fundo	Escoamento
01	Anhanguera	100 mil	concreto	Bombeamento
02	Pacaembu	74 mil	paralelos	Gravidade
03	Jabaquara	360 mil	concreto	Gravidade
04	Pedras	25 mil	concreto	Gravidade
05	Bananal	210 mil	terra	Gravidade
06	Guaraú	240 mil	terra	Gravidade
07	Rincão	304 mil	misto	Bombeamento
08	Limoeiro	300 mil	terra	Gravidade
09	Aricanduva I	200 mil	terra	Gravidade
10	Aricanduva II	150 mil	terra	Gravidade
11	Aricanduva III	320 mil	terra	Gravidade
12	Aricanduva V	167 mil	concreto	Bombeamento
13	Caguaçú	310 mil	terra	Gravidade
14	Inhumas	100 mil	concreto	Bombeamento
15	Cedrolândia	113 mil	concreto	Bombeamento
16	Jd. Maria Sampaio	120 mil	concreto	Bombeamento
17	Sharp	500 mil	concreto	Bombeamento
18	Pedreira	1,5 milhão	pedra	Bombeamento
19	Oratório	280 mil	concreto	Gravidade
20	Pantanal	Não informado	concreto	Não informado

Fonte: Adaptado PMSP - Secretaria Municipal Coordenação das Subprefeituras, 2013.

A seguir Figuras 6, 7, 8 e 9, com imagens aéreas de alguns dos “piscinões” da PMSP,⁵ que exemplificam diferentes tipos de fundo. Interessante observar que o “Piscinão” do Jabaquara, fora do período de enchente, dispõe de equipamentos esportivos (quadras esportivas) para uso da comunidade, o que demonstra uma

⁵ Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP). Disponível em: <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/saffor_bueiros/FormsPublic/serv3Piscinoes.aspx>. Acesso em: 19 fev. 2013. Acesso em: 19 fev. 2013.

estrutura multifuncional, característica esta relevante na ocupação e integração do espaço urbano.

Também nota-se uma boa integração com a paisagem nas imagens relativas aos “piscinões” Anhanguera, Limoeiro e Pedreira, sendo este último, além da integração paisagística, exemplo de projeto que tirou partido das características do solo rochoso do local.

Figura 6 – “Piscinão” do Jabaquara com 360 mil m³ e revestimento fundo em concreto – SP.



Fonte: PMSP - Secretaria Municipal Coordenação das Subprefeituras, 2013. Acesso em: 21 fev. 2013.

Figura 7 – “Piscinão” Anhanguera com 100 mil m³ e revestimento fundo em concreto – SP.



Fonte: PMSP5 - Secretaria Municipal Coordenação das Subprefeituras, 2013. Acesso em: 21 fev. 2013.

Figura 8 – “Piscinão” Limoeiro com 300 mil m³ e revestimento fundo em terra – SP.



Fonte: PMSP5 - Secretaria Municipal Coordenação das Subprefeituras, 2013.

Figura 9 – “Piscinão” Pedreira com 1,5 milhão m³ e revestimento fundo em pedra – SP.



Fonte: PMSP5 - Secretaria Municipal Coordenação das Subprefeituras, 2013.

No município de São Carlos (SP), a partir de 2003, em função de legislação municipal, também estão sendo utilizadas bacias de retenção/detenção a céu aberto como Prática de Gestão integrada (IMPs) no manejo das águas pluviais para conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos na área urbana do município com área superior a um hectare.

Em visita a loteamentos que já dispõem do uso dessas estruturas, verificou-se duas situações preocupantes:

- Bacias sem integração urbanística e paisagística, isoladas por elementos físicos (cercas e gradis), e
- Bacias sem nenhum tipo de manutenção.

O isolamento das bacias através de cercas e/ou gradis, segundo moradores, tem a finalidade de promover a segurança física de pessoas, principalmente crianças. Porém, o que se observou é que, em função de propiciar o escoamento natural das águas pluviais, as bacias são dispostas no ponto mais baixo do terreno, sem nenhuma preocupação projetual para sua inserção e composição com o restante do espaço. Essa situação reflete de alguma forma uma intenção de “segregação da água”, demonstrando que não se explorou a oportunidade de tirar partido da necessidade, o que poderia ser realizado através de projetos fundamentados em conceitos que valorizassem a presença da água no espaço urbano.

Quanto à questão da manutenção, legalmente é de responsabilidade do poder público municipal sua execução, exceto no caso de condomínios fechados. O que se constatou, no entanto, foram estruturas “tomadas pelo mato”, refletindo abandono total, causando comprometimento funcional da estrutura e propiciando riscos sanitário e social para a população.

2.4.3 Trincheiras de Infiltração

As trincheiras, como as retratadas nas Figuras 10 e 11, são dispositivos lineares, com a função de deter e infiltrar parte da água do escoamento superficial ou a totalidade das águas precipitadas, proporcionando a redução da vazão de pico e, conseqüentemente, o amortecimento de cheias.

A trincheira é implantada junto à superfície ou em pequena profundidade, apresenta larguras e profundidade reduzidas, contrapondo-se com as dimensões longitudinais que são bastante expressivas (BAPTISTA, 2005). Por essa característica, segundo Tavanti (2009), são adaptáveis a canteiros centrais e

passeios, ao longo da estrutura viária e de estacionamentos, jardins, terrenos esportivos e áreas verdes.

A evacuação das águas captadas pode ser efetuada por duas formas:

- Infiltração no solo, através da sua base e das paredes laterais, e
- Descarga natural.

Figura 10 – Trincheira e vala de infiltração com filtro – UFSCar, São Carlos/SP.



Fonte: Rojas Gutierrez (2011).

Figura 11 – Trincheira de infiltração – Belo Horizonte/MG.



Fonte: Moura (2004).

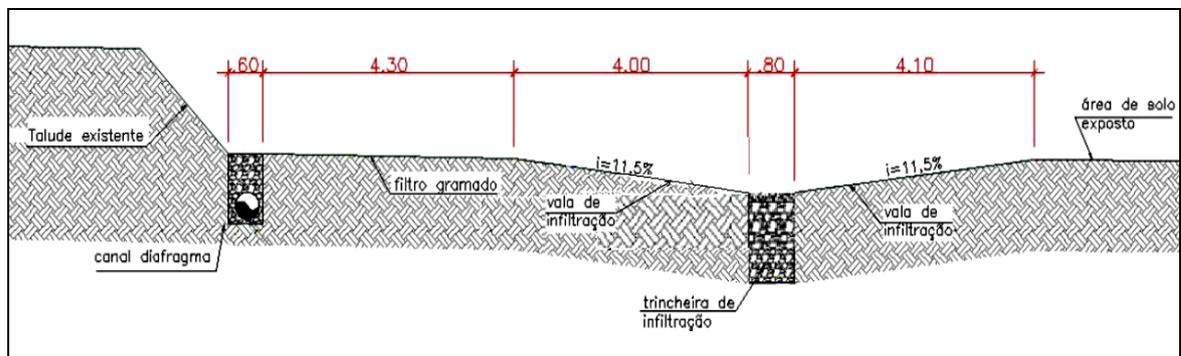
Por ser um dispositivo de infiltração, também é necessário estudo de viabilidade técnica, dimensionamento com base nas características físicas e

hidrológicas da região, aspectos urbanísticos e de infraestrutura, ambientais e socioeconômicos do local.

A construção consiste em escavação no solo, preenchida com material granular (brita ou outros), paredes e topo revestido por manta geotêxtil, podendo ser o topo revestido com grama ou material como seixo rolado ou argila expandida. Desta forma se tornam dispositivos facilmente integrados ao paisagismo do local.

Embora o sistema construtivo do dispositivo seja bastante simples, especial cuidado deve ser tomado com as águas que chegam à trincheira através de escoamento superficial, sendo recomendável que este escoamento seja feito através de superfície gramada, com dimensões e declividade criteriosamente dimensionadas, tal como demonstrado na Figura 12. Esse procedimento tem a finalidade de reter/filtrar sedimentos carregados pelas águas do escoamento, impedindo, assim, a entrada de material fino no dispositivo, com consequente melhoria do seu desempenho.

Figura 12 – Corte esquemático: Filtro-vala-trincheira de infiltração – UFSCar, São Carlos/SP.



Fonte: Rojas Gutierrez (2011).

No Brasil a utilização de trincheiras ainda é pouco significativa. A literatura demonstra estudos na cidade de Belo Horizonte (BAPTISTA *et al.*, 2005), Porto Alegre (SOUZA, 2002) e São Carlos/UFSCar – SP (ROJAS GUTIERREZ, 2011), sendo suas vantagens e desvantagens explicitadas no Quadro 6 (AZZOUT *et al.*, 1994).

Quadro 6 – Vantagens e desvantagens de trincheira de infiltração.

TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO	
Vantagens	Desvantagens
Redução das vazões de pico de escoamento a jusante	Não adequado a local com lençol freático com nível elevado
Ganho financeiro, pela redução das dimensões de rede de drenagem a jusante	Não adequado a solos com baixa capacidade de infiltração
Possibilita a recarga do lençol freático	Risco de contaminação do lençol freático
Redução dos riscos de inundação Boa integração no meio urbano	Possibilidade de colmatação
Fácil construção Baixo custo	Necessidade de manutenção regular

Fonte: Azzout *et al.* (1994).

Os riscos de contaminação do lençol freático e o processo de colmatação em trincheiras podem ser reduzidos ou evitados através das medidas citadas no item 2.4.1 – Poços de infiltração ou reservatório de retenção/detenção.

2.4.4 Pavimentos permeáveis

Os pavimentos permeáveis são dispositivos de controle na fonte, compostos por superfícies porosas ou não e, segundo Urbonas e Stahre (1993) se classificam basicamente em três tipos:

- Pavimento em concreto poroso (Figuras 13 e 14);
- Pavimento em asfalto poroso (Figura 15);
- Pavimento em blocos de concreto vazado preenchido com areia, brita, seixo ou vegetação rasteira tipo grama (Figura 16).

Figura 13 – Pavimento em concreto poroso.



Fonte: <<http://www.aquaflux.com.br/wp-content/uploads/2011/08/Pavimentos.jpg>>. Acesso em: 21 fev. 2013.

Figura 14 – Pavimento permeável em concreto poroso.



Fonte: <<http://josianeguss.blogspot.com.br/2012/12/pisos-permeaveis.html>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

Figura 15 – Pavimento permeável em asfalto poroso.



Fonte: <http://www.usp.br/agen/wp-content/uploads/Bol_2721_A.gif>. Acesso em: 08 mar. 2013.

Figura 16 – Pavimento em blocos de concreto vazado.



Fonte: <<http://josianeguss.blogspot.com.br/2012/12/pisos-permeaveis.html>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

O concreto poroso atualmente já é encontrado no mercado em forma de blocos, com aplicação semelhante à pavimentação com bloco de concreto intertravado (Figura 14).

Além dos tipos de pavimentos permeáveis acima citados, há também os pavimentos que, embora não sejam constituídos de materiais porosos e/ou vazados, podem ser considerados pavimentos permeáveis quanto à forma de aplicação do material, como, por exemplo, pavimento de bloco de concreto maciço intertravado e pavimento de paralelepípedo de pedra/granito (Figura 17).

Figura 17 – Pavimentação com bloco de concreto intertravado.



Fonte: <http://www.rhinopisos.com.br/site/fotos/8/2013/06/piso_intertravado_pavimento_concreto>_ Acesso em: 21 ago. 2013.

O pavimento permeável é considerado um dispositivo de infiltração, se em solo com boa capacidade de infiltração, onde o escoamento superficial é desviado através da superfície do pavimento para um reservatório/camada (colchão) de pedra ou areia, que se localiza entre o solo e a superfície do pavimento. Para locais com solo de baixa capacidade de infiltração, o pavimento permeável pode ser utilizado como microrreservatório de retenção (ARAÚJO *et al.*, 2000).

Estudos demonstram a boa eficiência no desempenho dos pavimentos permeáveis quanto à redução do escoamento superficial, conseqüentemente, redução do tempo e da vazão de pico. Para Costa Júnior (2003), a eficiência depende diretamente de cuidados de manutenção, a fim de se impedir o processo de colmatação.

No Brasil, as pesquisas neste assunto têm se ampliado, já que a impermeabilidade do pavimento asfáltico convencional é uma das grandes vilãs do meio ambiente e das grandes cidades.

Hoje já se sabe que este tipo de pavimento funciona muito bem em estacionamentos, calçadas de pedestres, ciclovias. Porém, quanto à aplicação em outros locais, por exemplo, no espaço viário, são necessários estudos que comprovem, não só o aspecto da permeabilidade, mas também aspectos relativos a custo, desempenho e durabilidade.

A Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana (SIUrb) da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), através da Fundação Centro Tecnológico de

Hidráulica (FCTH) (ROCHA, 2013),⁶ testou dois tipos de pavimentos permeáveis, com o objetivo de aplicação em pontos crônicos de enchente na cidade de São Paulo e RMSP (Figura 18).

Foram desenvolvidos dois tipos de materiais: o pavimento drenante asfáltico (CPA) e o concreto intertravado drenante, este último composto por blocos de concreto poroso. A aplicação dessas soluções é semelhante à do piso asfáltico e do concreto intertravado, comumente utilizados atualmente.

Em 2012, a Comissão Permanente de Revisão de Normas Técnicas da SIUrb⁷ aprovou a norma ETS-03/2012, que trata de Pavimentos Permeáveis com Revestimento de Asfalto Poroso (CPA). Essa norma apresenta novos critérios técnicos de execução e dimensionamento dos pavimentos permeáveis, para aplicação em vias de tráfego leve.

Figura 18 – Prefeitura de São Paulo testa dois tipos pavimentos permeáveis para regiões de enchentes.



Fonte: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/tecnologia-materiais/prefeitura-de-sao-paulo-testa-pavimentos-permeaveis-para-regioes-de-156117-1.aspx>>. Acesso em: 08 mar. 2013.

⁶ Fonte: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/tecnologia-materiais/prefeitura-de-sao-paulo-testa-pavimentos-permeaveis-para-regioes-de-156117-1.aspx>>. Acesso em: 8 mar. 2013.

⁷ Fonte: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/clipping/MAIO%202012/2012-05-03/2012-03-03_diariooficial_siurb_asfalto_permeavel.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2013.

A utilização deste tipo de pavimento pode representar uma grande contribuição para a redução dos impactos produzidos pela impermeabilização do solo, decorrente do sistema viário urbano.

2.4.5 Valas de infiltração

São considerados dispositivos de controle na fonte, que tem como função principal reduzir os picos de vazões através do processo de retenção e/ou detenção.

As valas são caracteristicamente obras de grande largura e baixa declividade no sentido longitudinal, escavadas na terra, com pequenas profundidades (BRITO, 2006).

São dispositivos que concentram o fluxo de águas de áreas adjacentes impermeabilizadas, promovendo a infiltração ao longo do seu comprimento, de forma que possam agir como canais, armazenando e transportando as águas para outros dispositivos de drenagem ou diretamente para o corpo receptor (TUCCI; BERTONI, 2003).

São técnicas de fácil execução, baixo custo e altamente indicadas para utilização ao longo de vias. Por serem revestidas com vegetação, são de fácil integração paisagística, como demonstram as Figuras 19 e 20 a seguir, e, quando integradas ao sistema de drenagem convencional, proporcionam considerável redução de custos no sistema de drenagem urbana.

Figura 19 - Vala de infiltração em Belo Horizonte/MG.



Fonte: Moura (2004).

Figura 20 - Vala de infiltração.



Fonte: Clean River Works (2002).

2.5 Aplicação de técnicas compensatórias no Brasil sob a ótica dos agentes envolvidos

A aplicação de técnicas compensatórias no manejo das águas pluviais urbanas (planejamento LID) exige um “novo” olhar por parte dos agentes envolvidos nas diversas fases do processo, que se inicia pela verificação das exigências legais, seguida pela escolha da estrutura mais adequada às condições e características do local, envolvendo além dos aspectos do projeto de engenharia propriamente dito da “estrutura” e da construção, também os aspectos estético-paisagísticos relativos à sua inserção no conjunto urbanístico do espaço, associados ainda aos custos financeiros, uso do espaço e manutenção.

Desta forma, os agentes envolvidos, além dos profissionais técnicos, também serão o proprietário, morador e/ou mantenedor, no caso do lote. No caso dos espaços públicos, os gestores dos diversos sistemas urbanos, quer sejam de limpeza/lixo, manutenção e operação, quando for o caso, e o próprio cidadão como usuário do espaço.

Notadamente, além das questões acima relacionadas, a aplicação de técnicas compensatórias requer mudança de alguns conceitos, principalmente por parte de planejadores, projetistas e usuários do espaço. Um destes conceitos se refere à

forma de apresentação da estrutura/dispositivo, seja no lote ou no espaço público. Diferentemente das obras do sistema clássico, onde o sistema basicamente é composto por canalizações enterradas, as técnicas compensatórias se apresentam inseridas no conjunto construído, ocupando parte do espaço físico de forma perceptível, como, por exemplo, bacias de retenção a céu aberto, poços de infiltração, valas, trincheiras, etc. Nesse sentido, a aplicação de técnicas compensatórias exige uma abordagem mais cuidadosa pelos projetistas quanto à “estética” final do espaço, na qual está inserida a estrutura/dispositivo associada aos aspectos ambientais e sanitários, de forma a se obter um espaço agradável para o usuário, considerando que a paisagem é um componente importante na qualidade de vida da população em qualquer lugar (CONSELHO DA EUROPA, 2000).

Além dos profissionais planejadores e projetistas, também a população é parte fundamental neste processo. Por isso, incentivos legais, como investimentos na educação e percepção focada nas questões vivenciadas pela população sobre os processos sócio ambientais na cidade são essenciais para que as pessoas percebam a importância e pratiquem o cultivo de técnicas ambientalmente sustentáveis e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida no meio urbano.

Para Baptista e Nascimento(2002), atualmente a população já manifesta preocupações com a preservação ambiental em meio urbano, com crescente demanda de valorização da paisagem urbana e, em decorrência, pela melhoria da qualidade da água e da preservação global de cursos d’água, lagos e áreas úmidas no meio urbano.

De acordo com Villar *et al.* (2008), a educação e percepção ambiental surgem como armas na defesa do meio natural, ajudando a reaproximar o homem da natureza, garantindo um futuro com mais qualidade de vida para todos, já que despertam maior responsabilidade e respeito dos indivíduos em relação ao ambiente em que vivem.

Ainda com relação à população, outro aspecto importantíssimo a ser considerado é o uso e manutenção do espaço. No caso de técnicas compensatórias no lote, os serviços de manutenção são de inteira responsabilidade do usuário/morador. Nos espaços públicos, o uso e manutenção dependem de educação, comprometimento e respeito da população, no sentido de manter a

limpeza e o uso adequado do espaço, assim como do poder público, quanto à regularidade e a qualidade dos serviços de limpeza e manutenção.

Para se obter sucesso no planejamento LID, segundo o Manual de Prince George's County (1999), é necessário que todos os agentes envolvidos no processo, desde os planejadores, empreendedores/loteadores, técnicos projetistas, construtores, potenciais compradores, moradores, usuários e mantenedores do espaço tenham conhecimento dos princípios LID: seus benefícios, características técnicas de projeto, de construção, de uso e de manutenção. Em vista disso é fundamental o desenvolvimento de um programa de divulgação e o estabelecimento de procedimentos para acompanhamento e/ou fiscalização de cada etapa do processo de planejamento LID.

Os programas de divulgação devem ser adaptados não só para cada local, mas para cada agente envolvido (público) específico.

Para o desenvolvimento de um programa eficaz de sensibilização dos agentes envolvidos, o Manual de Prince George's County (1999) recomenda quatro passos:

- Primeiro passo: Definir os objetivos de sensibilização dos agentes envolvidos (público).
- Segundo passo: Identificar os agentes envolvidos (público-alvo).
- Terceiro Passo: Desenvolver material específico para cada agente envolvido.
- Quarto passo: Distribuir materiais de divulgação.

Assim, explorando os diversos aspectos que envolvem as aplicações de técnicas compensatórias, este trabalho destacou como relevantes aqueles que notadamente implicam em mudanças de conceitos e atuação por parte dos agentes envolvidos quer sejam estes:

- Aspectos legais;
- Aspectos ambientais e paisagísticos;
- Aspectos relativos ao projeto;
- Aspectos relativos à construção;
- Aspectos relativos ao uso e manutenção.

2.6 Legislação

Do ponto de vista de legislações existentes no âmbito das três esferas públicas, verificou-se que as mesmas já refletem níveis razoáveis de preocupação com a drenagem urbana e a compreensão da necessidade de que é preciso mudar a forma de olhar o processo de urbanização nas cidades brasileiras. Porém, faltam ações dessas mesmas esferas no sentido de operacionalizar e implementar políticas para:

- Adequação do sistema de gestão;
- Capacitação dos profissionais técnicos das esferas públicas e privadas;
- Fiscalização quanto à aplicação e cumprimento das legislações;
- Manutenção das medidas estruturais;
- Programas para implementação de medidas não estruturais, no sentido de educar e conscientizar a sociedade para participar da construção de um desenvolvimento urbano com sustentabilidade.

2.6.1 Legislação Federal

2.6.1.1 Lei nº. 6.766, de 19/12/1979

Esta lei, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, em seu Art. 3º, Cap. I, estabelece que somente seja admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas de expansão urbana ou de urbanização específica, em conformidade com o plano diretor ou com aprovação através de lei municipal.

E, também, neste mesmo artigo em relação à ocupação do solo, o Parágrafo Único estabelece que não seja permitido o parcelamento do solo nas seguintes situações:

I - Em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

II - Em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;

III - Em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

IV - Em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
V - Em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

No Cap. III – Art. 7º Inciso IV, a referida lei remete à Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal quando for o caso, de acordo com as diretrizes de planejamento estadual e municipal, a obrigatoriedade de se prever nos projetos faixas sanitárias do terreno necessárias ao escoamento das águas pluviais e as faixas não edificáveis.

2.6.1.2 Lei 9.433 de 8/01/1997

Esta lei institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Quanto ao manejo de águas pluviais, o Art. 1º estabelece que:

- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

No Art. 2º, trata como objetivos a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais e, neste caso, eventos hidrológicos críticos podem ser vistos como as enchentes decorrentes do uso inadequado do solo.

O Art. 3º estabelece como diretriz para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional. O planejamento regional se refere aos níveis municipal e intermunicipal, citados por Baptista e Nascimento (2002) – Quadro 02, Problemas relativos à estrutura institucional da drenagem urbana no Brasil.

Embora a lei estabeleça que a bacia hidrográfica seja a unidade físico-territorial de planejamento, as ações institucionais municipais, por força de lei, ficam

limitadas ao espaço territorial do município, dificultando a administração dos recursos hídricos no que tange à bacia hidrográfica como unidade de gestão.

2.6.1.3 Lei 9.984 de 17/07/2000

Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

No tocante à drenagem urbana, o Art. 4º dispõe: planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios.

2.6.1.4 Lei 10.257 de 10/07/2001

Denominada Estatuto da Cidade, regulamenta os Art. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana.

Em seu Art. 41º – Cap. III, estabelece a obrigatoriedade de elaboração do plano diretor para cidades com mais de vinte mil habitantes.

Vale ressaltar que esse artigo pode ser considerado um dos maiores avanços para a implementação de todas as ações de planejamento e gestão do espaço urbano.

2.6.1.5 Lei nº 11.445, de 5/01/2007

No Cap. I - Art. 1º, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.

Quanto ao manejo das águas pluviais urbanas, o Art. 2º estabelece que os serviços públicos de saneamento básico sejam prestados com base no princípio fundamental de: disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de

drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado.

No Art. 3º, considera como drenagem e manejo das águas pluviais urbanas o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Observa-se que este artigo já aborda a questão de contenção de cheias através de mecanismos de detenção ou retenção.

Nesta lei, destacam-se como avanços de caráter técnico, econômico e social os Capítulos IV e VI, que tratam Do Planejamento e Dos Aspectos Econômicos e Sociais.

O Decreto nº 7.217 (21/06/2010), que regulamenta esta Lei, estabelece em seu Art. 16 que a cobrança pela prestação do serviço público de manejo de águas pluviais urbanas deverá levar em conta, em cada lote urbano, o percentual de área impermeabilizada e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção da água pluvial, bem como poderá considerar:

- Nível de renda da população da área atendida, e
- Características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.

Essa regulamentação possibilita aos municípios estabelecerem políticas tarifárias estratégicas para lotes urbanos e/ou incentivos fiscais quanto à aplicação de técnicas ambientalmente sustentáveis no manejo das águas pluviais.

Políticas públicas de incentivos fiscais podem proporcionar o fortalecimento das práticas de menor impacto ambiental, como, por exemplo, o uso das técnicas compensatórias.

2.6.2 Legislação do Estado de São Paulo

2.6.2.1 Lei nº 9.509 de 20/03/1997

Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

Em seu Art. 2º, estabelece que a Política Estadual do Meio Ambiente tenha por objetivo garantir a todos da presente e das futuras gerações, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento sustentável, com justiça social, aos interesses da seguridade social e à proteção da dignidade da vida humana, sendo atendidos especialmente vinte e dois princípios. Entre os princípios, três estão diretamente relacionados com este trabalho:

Princípio V – Controle e fiscalização de obras, atividades, processos produtivos e empreendimentos que, direta ou indiretamente, possam causar degradação ao meio ambiente, adotando medidas preventivas ou corretivas e aplicando as sanções administrativas pertinentes.

Princípio X – Promoção da educação e conscientização ambiental com o fim de capacitar a população para o exercício da cidadania.

Princípio XVI – Instituição de diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transporte.

Os princípios acima destacados são de relevada importância para a implementação do desenvolvimento urbano de baixo impacto ambiental (LID), já que se constituem em algumas das medidas não estruturais para a drenagem urbana, definidas no item 2.2.2 – Medidas Não Estruturais, deste trabalho.

2.6.2.2 Lei nº 12.526 de 2/01/2007

Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. O Art. 1º dispõe como obrigatório a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m² (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

- Reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

- Controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;
- Contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

Nas regiões de competência do Estado e nas Regiões Metropolitanas, as disposições de que trata o Art. 1º são condições para a obtenção das aprovações e licenças, para parcelamentos e desmembramentos do solo urbano, para projetos de habitação, para instalações e outros empreendimentos.

Vale ressaltar que, fora dessas regiões, cabe aos municípios estabelecer através de legislação municipal as práticas a serem adotadas.

O Art. 2º estabelece que o sistema de que trata o Art. 1º, deve ser composto de:

I - reservatório de acumulação com capacidade calculada com base na seguinte equação:

$$V = 0,15 * A_i * IP * t; \text{ onde:}$$

V - volume do reservatório em metro cúbico;

A_i - área impermeabilizada em metro quadrado;

IP - índice pluviométrico igual a 0,06 m/h;

t - tempo de duração da chuva igual a uma hora;

No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável.

O Art. 3º, por sua vez, estabelece que a água contida no reservatório, deverá:

- Infiltrar-se no solo, preferencialmente;
- Ser despejada na rede pública de drenagem, após uma hora de chuva;
- Ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

A referida lei, embora já apresente uma abordagem técnica com aspectos quantitativos, por exemplo, equação para dimensionamento, percentuais de áreas permeáveis e tempo para disposição do volume armazenado na rede pública, ainda não estabelece parâmetros quanto à vazão de pico, de forma a se evitar a ampliação da cheia.

De qualquer forma, a legislação já representa uma busca de solução, no sentido de tentar evitar a ampliação das cheias urbanas. A abordagem dos mecanismos de retenção, detenção e infiltração, vai de encontro a práticas ambientalmente sustentáveis, porém, não há orientação clara quanto ao tipo de técnicas de menor impacto e, em especial, às técnicas compensatórias.

2.6.3 Legislação do Município de São Carlos

2.6.3.1 Lei nº 13.246 de 27/11/2003

Dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas.

O Art. 2º dispõe que todos os conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas, com área superior a um hectare, a serem aprovados pela Municipalidade, deverão apresentar estudo de viabilidade técnica e financeira para a construção de reservatório de detenção ou retenção para prevenir inundações.

No caso de reservatórios cobertos, o Art. 6º estabelece que a área superior poderá ser utilizada para jardins, campos de esporte ou outro embelezamento. Os reservatórios elevados ou abertos poderão ter formas arquitetônicas que embelezem a paisagem, bem como a reutilização da água do reservatório para rega de jardins, lavagens de passeio, como água industrial ou nas descargas sanitárias (Art. 11º).

O Art. 7º dispõe sobre a obrigatoriedade de apresentação de estudos de manutenção dos vertedores dos reservatórios, principalmente para os abertos, e para os resíduos sólidos depositados. Além disso, arbitra que deverão ser estudadas ou sugeridas soluções alternativas, que tenham viabilidade de construção e de

segurança de funcionamento, assim como atender aos estudos de benefícios e custos (Art. 8º).

Para dimensionamento do reservatório, o Art. 9º estabelece o Método “Flow Routing” e, quando for o caso, o órgão municipal gestor dos recursos hídricos regulamentará detalhes de projeto e/ou de construção (Art. 10º).

Além das exigências acima mencionadas, a Lei 13.246 de 27/11/2003, também estabelece no Art. 12º a obrigatoriedade de construção de reservatório de retenção no lote (para reformas ou obras novas), de acordo com parâmetros de dimensionamento em função da área do empreendimento, conforme os parâmetros a seguir:

I – Área de lote de 250 m² (duzentos e cinquenta metros quadrados) – volume de retenção de 1000 (um mil) litros;

II – Área de lote de 300 m² (trezentos metros quadrados) – volume de retenção de 1500 (um mil e quinhentos) litros;

III – Área de lote de 400 m² (quatrocentos metros quadrados) – volume de retenção de 2000 (dois mil) litros;

IV – Área de lote de 500 m² (quinhentos metros quadrados) – volume de retenção de 2500 (dois mil e quinhentos) litros;

V – Área de lote de 600 m² (seiscentos metros quadrados) – volume de retenção de 3500 (três mil e quinhentos) litros;

§ 1º Os lotes com dimensão acima de 600 m² (seiscentos metros quadrados) terão os reservatórios de retenção ou retenção com dimensionamento de volume de seis litros por metro quadrado de área de lote.

O cumprimento dessa legislação é condição para aprovações de projeto, obtenção de alvará de construção e emissão do Termo de Habite-se pela Secretaria de Habitação e Obras do Município.

Em pesquisa junto a essa Secretaria, verificou-se que a legislação está sendo aplicada e fiscalizada até o momento da liberação do Termo de Habite-se. Porém, ocorre que muitos responsáveis pelo lote, sejam estes proprietários ou inquilinos, após a obtenção do Termo de Habite-se, deixam de realizar os cuidados necessários ao bom funcionamento do poço de infiltração, e alguns até desativam o dispositivo, com aterramento do local.

2.6.3.2 Lei nº 13.332 de 27/05/2004

Dispõe sobre a obrigatoriedade de arborização de vias e áreas verdes nos planos de parcelamento do solo para loteamentos e desmembramentos.

A lei estabelece que a aprovação de projetos de parcelamento do solo para loteamentos e desmembramentos fica condicionada à arborização das vias e das áreas verdes desses empreendimentos.

Sob o aspecto das águas pluviais, a arborização de vias e áreas verdes favorece o mecanismo de evapotranspiração das águas precipitadas, bem como a redução da velocidade de escoamento, propiciando o retardamento da vazão de pico.

2.6.3.3 Lei nº 13.691 de 25/11/2005

Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos.

Em seu Art. 1º, estabelece as diretrizes e normas que constituem o Plano Diretor do Município de São Carlos, as quais devem ser observadas pelos agentes públicos, privados e sociais que atuam na construção e gestão municipal, em conformidade com o Artigo 182 da Constituição Federal e a Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade.

Não cabe a este trabalho a análise do Plano Diretor, apenas destacar e comentar os aspectos relacionados diretamente à drenagem urbana.

O Art. 14º estabelece diretrizes para o Macrozoneamento e o Zoneamento do Município, definindo tipo de uso do solo e coeficientes de ocupação, de aproveitamento e de permeabilidade.

Quanto ao uso e ocupação do solo, os índices de ocupação estabelecidos são de 70% da área do lote para todas as zonas do município, exceto para a Zona Recuperação e Ocupação Controlada (Bacia de Captação do Rio Monjolinho) e a Zona de Proteção e Ocupação Restrita (local de captação de água do município), que são regulamentadas por Lei Específica das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município de São Carlos.

No parcelamento do solo, Art. 98 e 99, a lei estabelece que 10% da área do loteamento deverá ser destinada a áreas de lazer, e que estas poderão abrigar estruturas de drenagem, tais como bacias de retenção, além dos equipamentos de lazer.

Observa-se, portanto, que no parcelamento do solo é mencionado o uso de técnicas compensatórias (bacias de retenção), embora os espaços destinados a essas estruturas possam não ser os mais adequados, principalmente do ponto de vista dimensional e de uso.

3 METODOLOGIA

A metodologia proposta consiste em uma pesquisa aplicada a um estudo de caso composto por duas áreas, ambas situadas no município de São Carlos (SP), mediante utilização de questionário junto aos usuários do espaço onde foi implantado um ou mais dispositivos de técnicas compensatórias no manejo das águas pluviais.

- Desenvolvimento dos procedimentos metodológicos:
- Estudo de bibliografia pertinente ao tema;
- Definição das áreas do Estudo de Caso;
- Definição dos agentes envolvidos – usuários a serem pesquisados;
- Estudo do Planejamento Amostral;
- Elaboração dos Questionários, contemplando:
 - ✓ Definição dos aspectos relativos à aplicação de Técnicas Compensatórias, para proposição das questões;
 - ✓ Definição do formato e elaboração dos questionários;
 - ✓ Teste dos questionários.
- Aplicação dos questionários nas Áreas de estudo I e II;
- Análise dos resultados obtidos.

3.1 Estudo da Bibliografia pertinente ao tema

A bibliografia estudada concentra-se nas causas e efeitos do processo de urbanização das cidades, relacionados ao ciclo hidrológico, com foco no conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto (LID), tendo por parâmetro os sistemas alternativos de drenagem, em especial as técnicas compensatórias, e considerando os agentes envolvidos na aplicação destas técnicas. Aspectos de gestão da drenagem urbana e legislação no âmbito das três esferas públicas no Brasil também são considerados.

3.2 Definição das áreas do Estudo de Caso

O primeiro procedimento metodológico constitui-se na definição dos locais do Estudo de Caso, por uma questão de perfil dos agentes envolvidos. Assim, para se obter uma maior diversificação/abrangência de pesquisados, decidiu-se adotar duas áreas de estudo, compreendendo um espaço de uma instituição pública e um empreendimento privado.

A opção por duas áreas de estudo para a realização da pesquisa de campo não está diretamente relacionada apenas ao efeito comparativo, mas também ao critério espacial, buscando diversificar a característica amostral, devido aos diferentes perfis de sujeitos presentes em cada uma delas.

Para a definição do empreendimento privado, adotaram-se os seguintes critérios condicionantes:

- a) localizar-se no município de São Carlos;
- b) manejo das águas pluviais do local, com aplicação de técnicas compensatórias integradas com o sistema clássico;
- c) número de edificações construídas e ocupadas (população) que possibilitassem atender o planejamento amostral;
- d) obras de infraestrutura, em especial as obras referentes às técnicas compensatórias já construídas e em operação.

Para tanto, realizou-se pesquisa junto à Prefeitura Municipal de São Carlos, no mês de setembro de 2011, com levantamento de dados e análise de projetos já aprovados naquele órgão, num total de seis empreendimentos, cujos projetos atendiam aos critérios a e b acima estabelecidos. Para verificação do atendimento aos critérios c e d, foi efetuada visita *in loco* a cada empreendimento, constatando-se que apenas o empreendimento Condomínio Residencial Montreal se encontrava com todas as obras de infraestrutura executadas e com aproximadamente 90 unidades de moradias já construídas e ocupadas. Isso, no entanto, não significa 90 lotes ocupados, pois há moradias que ocupam mais de um lote.

A definição da instituição pública como sendo o *campus* de São Carlos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), se deve ao fato de que, a partir de 2007, o Grupo de Pesquisa Sistemas Hídricos Urbanos (G-Hidro, PPGEU/DECiv – UFSCar) desenvolve Projeto de Pesquisa, envolvendo estudos hidrológicos da microbacia com implantação de estruturas de técnicas compensatórias (trincheira,

poços de infiltração e bacias de retenção) no manejo das águas pluviais do local, incluindo vários projetos de mestrado e doutorado.

De acordo com os critérios estabelecidos, definiu-se:

- a) Área de Estudo I – Campus São Carlos (UFSCar), e
- b) Área de Estudo II – Condomínio Residencial Montreal.

3.3 Definição dos agentes envolvidos

Para a definição de quais agentes envolvidos considerar, buscou-se os ligados ao espaço físico onde foram aplicadas práticas de baixo impacto no manejo das águas pluviais. Assim, optou-se por realizar a pesquisa diretamente com os usuários do entorno desses espaços nos quais foram realizados os dispositivos de técnicas compensatórias.

Para a Área de Estudo I, os agentes envolvidos foram representados pelos usuários dos edifícios localizados na área geograficamente definida, sendo estes professores, funcionários e alunos.

A princípio, estes usuários não tiveram atuação na fase de projeto e construção das estruturas, porém, como usuários dos espaços/edifícios, podem observar as estruturas de drenagem de baixo impacto construídas no local. Além disso, devido ao caráter democrático da Administração da Instituição, tanto docentes como funcionários e alunos podem propor e/ou reivindicar ações relativas ao espaço urbanizado dos *campi*. Portanto, estes agentes, de alguma forma, podem atuar no processo de planejamento, projeto, construção e gestão do espaço físico do *campus*.

Para a Área de Estudo II – Condomínio Residencial Montreal, os agentes envolvidos são compostos por moradores das unidades autônomas (lotes), que, pelas características do loteamento, são proprietários que adquiriram o lote para construção de sua moradia.

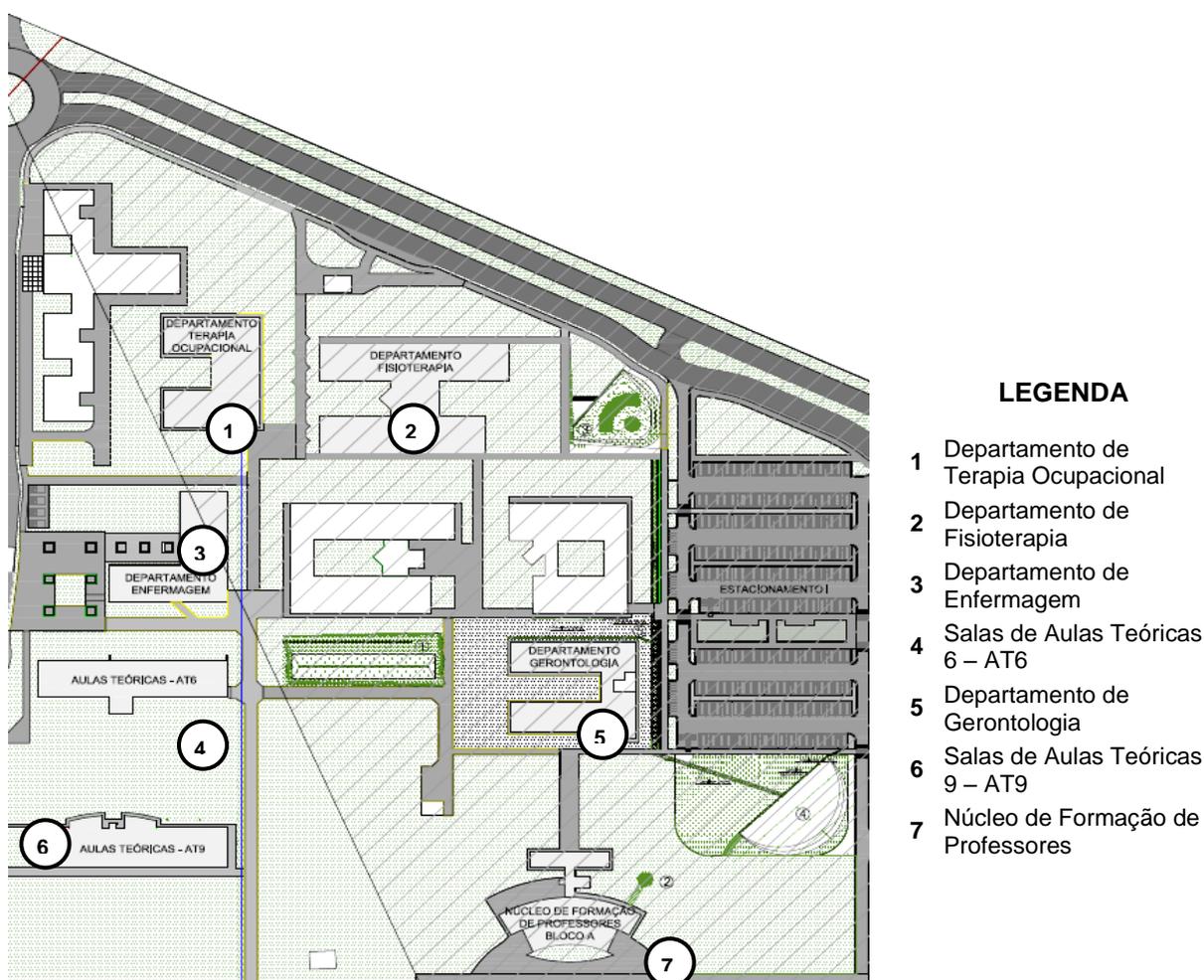
Diferentemente dos agentes da Área de Estudo I, pressupõe-se que os agentes da Área de Estudo II tenham participado ativamente de todo o processo, desde a fase do projeto, com a oportunidade de observar as estruturas de drenagem de baixo impacto construídas no local, tanto do ponto de vista de usuário, como também de administrador e mantenedor do espaço.

3.4 Planejamento amostral

3.4.1 Tamanho da amostra - Área de Estudo I

O universo da pesquisa para a Área de Estudo I foi composto pela população dos edifícios definidos geograficamente pelos Departamentos de Terapia Ocupacional, Fisioterapia, Enfermagem e Gerontologia, e dos edifícios do Núcleo de Formação de Professores e Salas de Aulas Teóricas AT6 e AT9, (Figura 21).

Figura 21 - Área de Estudo I – Edifícios cujas populações compõem o planejamento amostral de docentes, funcionários e alunos.



Fonte: Adaptado EDF/UFSCar, 2013.

Para o cômputo da população dos edifícios de departamentos e Núcleo de Formação de Professores, foi considerado o número de docentes e funcionários efetivos e substitutos do quadro de servidores da UFSCar, informados pela secretaria de cada departamento/edifício (Tabela 1).

Tabela 1 – População: Edifícios de Departamentos e do Núcleo Formação de Professores.

Edifício	Número de Docentes	Número de Funcionários
Departamento Terapia Ocupacional	12	4
Departamento Fisioterapia	21	5
Departamento Enfermagem	20	3
Departamento Gerontologia	15	1
Total	68	23

Fonte: UFSCar, 2013.

Para a estimativa da população (alunos) dos edifícios Salas de Aulas teóricas AT6 e AT9 (Tabela 2), adotou-se o seguinte parâmetro:

- número de salas de aulas do edifício;
- número de alunos por sala;
- quantidade de alunos em um único período do dia com ocupação total de todas as salas do edifício.

Tabela 2 – Estimativa de População Edifícios Salas de Aulas Teóricas AT6 e AT9.

Edifício	Número de Salas	Número Alunos/Sala	Total Alunos/Edifício
Salas de Aulas Teóricas 6 (AT6)	1	40	472
	5	60	
	1	30	
	1	102	
Salas de Aulas Teóricas 9 (AT9)	6	21	701
	1	30	
	6	45	
	1	54	
	3	63	
	1	32	
Total de Alunos dos Edifícios			1173

Fonte: UFSCar, 2013.

De acordo com Gil (1999), o tamanho da amostra deve representar fidedignamente o universo da pesquisa, e depende dos seguintes fatores:

- extensão do universo;
- nível de confiança;
- erro máximo permitido;

- porcentagem com a qual o fenômeno ocorre.

Assim, neste caso, o cálculo do tamanho da amostra (n) foi feito através da expressão de populações finitas, conforme preconiza o autor:

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{[e^2 \cdot (N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q]} \quad (01)$$

Onde:

n – Tamanho da amostra

σ^2 – Nível de confiança escolhido

p – Porcentagem com o qual o fenômeno ocorre

q – Porcentagem complementar (100-p)

N – Tamanho da população

e – Erro máximo permitido

3.4.1.1 Considerações de cálculo para o tamanho da amostra relativa a docentes (nd)

$\sigma^2 - (1,97)^2 = 3,88$; intervalo de confiança de 95,5%

p – 50%; não existe qualquer informação sobre o comportamento da população

q – 100-50=50%

N – 68 docentes

e – 10%

A Tabela 3, a seguir, demonstra as considerações de cálculo para o tamanho da amostra relativa a docentes.

Tabela 3 – Cálculo para o tamanho da amostra para docentes – Área de Estudo I

nd (Tamanho da Amostra para Docentes) – Área de estudo I							
σ^2	p	q	N	e^2	$\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N$	$[e^2 \cdot (N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q]$	$\frac{(\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N)}{[e^2 \cdot (N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q]}$
3,88	50	50	68	100	659.753	16.402,25	40

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto, nd = 40 docentes.

3.4.1.2 Considerações de cálculo para tamanho da amostra relativa a funcionários (nf)

$\sigma^2 - (1,97)^2 = 3,88$; intervalo de confiança de 95,5%

p – 50%; não existe qualquer informação sobre o comportamento da população

q – 100-50=50%

N – 23 funcionários

e – 10%

A Tabela 4, abaixo, demonstra as considerações de cálculo para o tamanho da amostra relativa a funcionários.

Tabela 4 – Cálculo para o tamanho da amostra para Funcionários – Área de Estudo I.

nf (Tamanho da Amostra para Funcionários) – Área de estudo I							
σ^2	p	q	N	e^2	$\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N$	$[e^2 \cdot (N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q]$	$\frac{(\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N)}{[e^2 \cdot (N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q]}$
3,88	50	50	23	100	223.151,75	11.902,25	19

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto nf = 19 funcionários.

3.4.1.3 Considerações de cálculo para tamanho da amostra relativa alunos (na)

$\sigma^2 - (1,97)^2 = 3,88$; intervalo de confiança de 95,5%

p – 50%; não existe qualquer informação sobre o comportamento da população

q – 100-50=50%

N – 1.173 alunos

e – 10%

A Tabela 5, a seguir, demonstra as considerações de cálculo para o tamanho da amostra relativa a alunos.

Tabela 5 – Cálculo para o tamanho da amostra para Alunos – Área de Estudo I

na (Tamanho da Amostra para Alunos) – Área de estudo I							
σ^2	p	q	N	e^2	$\sigma^2.p.q.N$	$[e^2.(N-1)+ \sigma^2.p.q]$	$\frac{(\sigma^2.p.q.N)}{[e^2.(N-1)+ \sigma^2.p.q]}$
3,88	50	50	1173	100	11.380.739,25	126.902,25	90

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto na = 90 alunos.

3.4.2 Tamanho da Amostra Área de Estudo II

O universo da pesquisa para a Área de Estudo II foi composto por 101 moradores (famílias) residentes à época da pesquisa (novembro/2012) no referido empreendimento, tomando-se um pesquisado por família.

Também, aqui, o tamanho da amostra foi calculado através da expressão de populações finitas (GIL, 1999).

3.4.2.1 Considerações de cálculo

$\sigma^2 - (1,97)^2 = 3,88$; intervalo de confiança de 95,5%

p – 50%; não existe qualquer informação sobre o comportamento da população

q – 100-50=50%

N – 101 moradores (lotes ocupados)

e – 10%

A Tabela 6, abaixo, demonstra as considerações de cálculo para o tamanho da amostra relativa aos moradores da Área de Estudo II.

Tabela 6 – Cálculo para o tamanho da amostra – Área de Estudo II

n (Tamanho da Amostra) – Área de estudo II							
σ^2	p	q	N	e^2	$\sigma^2.p.q.N$	$[e^2.(N-1)+ \sigma^2.p.q]$	$\frac{(\sigma^2.p.q.N)}{[e^2.(N-1)+ \sigma^2.p.q]}$
3,88	50	50	101	100	979.927,25	19.702,25	50

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto n = 50 moradores.

3.5 Elaboração de Questionários

3.5.1 Definição dos aspectos relacionados à prática de Técnicas Compensatórias, a serem abordados nos questionários

Por se tratar de uma obra de engenharia, a execução de técnicas compensatórias na drenagem urbana deve obedecer a procedimentos legais para obtenção da aprovação de projeto, alvará de construção e licenças, quando for o caso, junto aos órgãos competentes, municipal, estadual ou até mesmo federal.

Portanto, são inerentes ao processo as questões legais e técnicas. Sendo assim, os aspectos abordados na pesquisa através do questionário buscam refletir as etapas do processo de execução de uma obra de engenharia, se complementando com as questões relativas à preservação ambiental, à percepção paisagística e estética do espaço, ao uso e manutenção do local.

Assim, os aspectos considerados foram:

- a) Aspectos legais: conhecimento quanto à exigência legal da prática de técnicas compensatórias em lote urbano e aceitação quanto à utilização de TCs nos espaços coletivos de loteamentos e nos espaços públicos das cidades;
- b) Aspectos ambientais e paisagísticos: grau de responsabilidade do poder público, cidadão e associações de bairro/condomínios com a preservação ambiental, percepção estética das técnicas pelo usuário do espaço onde estão inseridas as TCs e grau de importância para a aplicação de práticas ambientalmente sustentáveis na compra de um imóvel;
- c) Aspectos relativos ao projeto: participação no processo de projeto da obra, conhecimentos recebidos através de profissionais engenheiros e/ou arquitetos sobre técnicas compensatórias e disposição quanto à substituição do sistema convencional de drenagem da sua moradia por TCs;
- d) Aspectos relativos à construção: influência das TCs no custo da obra, fatores que não estimulam a prática de TCs e ações que mais estimulariam a prática de TCs;

- e) Aspectos relativos ao uso e manutenção: dificuldades no uso do espaço onde estão inseridas as técnicas compensatórias, aceitação da prática de TCs no lote e conhecimento e aplicação de cuidados de manutenção.

3.5.2 Definição do “formato” do questionário e elaboração das questões

Na elaboração do questionário utilizou-se a seguinte metodologia:

- Bloco 1: Identificação do Questionário e objetivo;
- Bloco 2: Informações Iniciais, considerando informações preliminares sobre águas pluviais nas cidades e os sistemas de drenagem convencional e alternativo (TCs), ilustrado com algumas imagens de técnicas compensatórias, finalizando o bloco com duas questões (I e II);
- Blocos 3 a 7: Questões agrupadas em 5 (cinco) blocos, de acordo com os aspectos definidos no item 3.5.1 deste trabalho, sendo 3 (três) questões para cada bloco, ou seja, para cada aspecto, num total de 15 (quinze) questões;
- Bloco 8: Informações Pessoais;
- Na elaboração das questões propriamente ditas do questionário, adotou-se questões fechadas, com no mínimo duas e no máximo cinco alternativas.

No Quadro 7, a seguir, o formato dos questionários aplicados é demonstrado.

Quadro 7 – Formato dos questionários.

FORMATO DOS QUESTIONÁRIOS		
Bloco	Conteúdo	Número de Questões
1	Identificação do Questionário e Objetivo	Não há
2	Informações sobre Drenagem Urbana	Duas
3	Aspectos Legais	Três
4	Aspectos Ambientais e Paisagísticos	Três
5	Aspectos relativos ao Projeto	Três
6	Aspectos relativos à Construção	Três
7	Aspectos relativos ao Uso e Manutenção	Três
8	Informações Pessoais	Três

Fonte: Elaborado pela autora.

As questões foram elaboradas buscando responder dúvidas e indagações que surgiram no decorrer do processo de implantação das técnicas compensatórias no *campus* da UFSCar – Área de Estudo I, associadas às questões debatidas no Grupo de Pesquisa G-Hidro, com foco nos usuários de espaços onde há aplicação de técnicas compensatórias, tais como:

- Como é vista por esses usuários a legislação municipal existente sobre TCs?
- Qual a responsabilidade desses usuários como cidadãos com as questões relacionadas à preservação ambiental, diante do poder público e das associações de bairro/condomínios?
- Esses usuários observam as TCs existentes, sob o aspecto da estética paisagística e da funcionalidade do espaço?
- Que informações sobre TCs esses usuários receberam através dos profissionais de engenharia/arquitetura na fase de projeto da obra?
- Quais os fatores que não estimulam a prática de TCs?
- Quais ações que mais estimulariam a prática de TCs?
- Quais as recomendações desses usuários quanto as TCs existentes? E quanto à manutenção?

Ainda, na elaboração das questões do questionário, observou-se a necessidade de diferenciações/adequações em algumas questões, pelo fato de uma área se tratar de uma instituição pública e a outra um empreendimento privado, bem como do tipo de estruturas de TCs existentes em cada uma das áreas, gerando desta forma um questionário específico para cada área de estudo.

Por exemplo, na Área de Estudo I – UFSCar, por se tratar de uma instituição pública, os serviços de manutenção são de responsabilidade de um determinado setor administrativo. Portanto, esses serviços não são de responsabilidade de alunos, funcionários e docentes da área acadêmica, embora estes possam demandar/solicitar a realização de tais serviços. Na Área de Estudo II, diversamente, por se tratar de um condomínio residencial privado com a prática de técnicas no lote, os serviços de manutenção são de responsabilidade do morador e, portanto, do pesquisado.

As adequações das questões se deram da seguinte forma:

- a) Bloco 3 – Aspectos legais: a questão de número 2 tratou da adoção de TCs para os *campi* da UFSCar, atendendo a Área de Estudo I, e da adoção de TCs para loteamentos e condomínios, atendendo a Área de Estudo II;
- b) Bloco 5 – Aspectos ambientais e paisagísticos: a questão de número 5 referiu-se à trincheira, poço de infiltração e bacia de retenção (TCs existentes na UFSCar), para a Área de estudos I; Para a Área de Estudo II. se referiu apenas ao poço de infiltração (TCs existentes no Condomínio Montreal);
- c) Bloco 7 – Aspectos relativos ao uso e manutenção: as questões de número 13 e de número 14 referiram-se à trincheira, poço de infiltração e bacia de retenção (TCs existentes na UFSCar), no caso da Área de Estudo I; para a Área de Estudo II, se referiram apenas ao poço de infiltração (TCs existentes no Condomínio Montreal);
- d) Bloco 7 – Aspectos relativos ao uso e manutenção: a questão de 15 referiu-se à trincheira, poço de infiltração e bacia de retenção (TCs existentes na UFSCar), para a Área de estudos I; se referiu apenas ao poço de infiltração (TCs existentes no Condomínio Montreal) para a Área de Estudo II. Quanto às alternativas propostas optou-se por se manter apenas a alternativa “a” igual para as duas áreas de estudo, e por uma adequação das alternativas “b, c e d”, como segue:
 - Área de Estudo I:
 - ✓ Alternativa a) Não tem conhecimento e não acha necessários esses cuidados.
 - ✓ Alternativa b) Não tem conhecimento, porém gostaria de ter, pois acha que são necessários.
 - ✓ Alternativa c) Tem conhecimento e acha que são necessários.
 - ✓ Alternativa d) Não sabe.
 - Área de Estudo II
 - ✓ Alternativa a) Não tem conhecimento e não acha necessários esses cuidados.

- ✓ Alternativa b) Não tem conhecimento, porém gostaria de ter para aplicá-los.
- ✓ Alternativa c) Tem conhecimento, porém não aplica.
- ✓ Alternativa d) Tem conhecimento e aplica.

3.5.3 Teste dos questionários

A fim de se verificar a clareza das questões, testou-se o questionário relativo à Área de Estudo I da seguinte forma: envio através de e-mail para três docentes, três funcionários e três alunos, sendo todos do *campus* São Carlos da UFSCar.

Após análise dos resultados obtidos, procedeu-se ao aprimoramento final dos questionários, resultando em dois questionários, conforme Anexo I e Anexo II, já que as áreas de estudo possuíam especificidades e características diferenciadas na aplicação das técnicas compensatórias.

3.6 Aplicação dos questionários nas Áreas de Estudo I e II

A aplicação dos questionários se deu da seguinte forma: entrega de questionário impresso ao pesquisado, conforme itens 3.4.1 e 3.4.2 deste trabalho, e retorno do questionário segundo prazo estabelecido no ato da entrega.

3.7 Análise estatística dos dados obtidos

Os dados obtidos foram analisados no item 5.

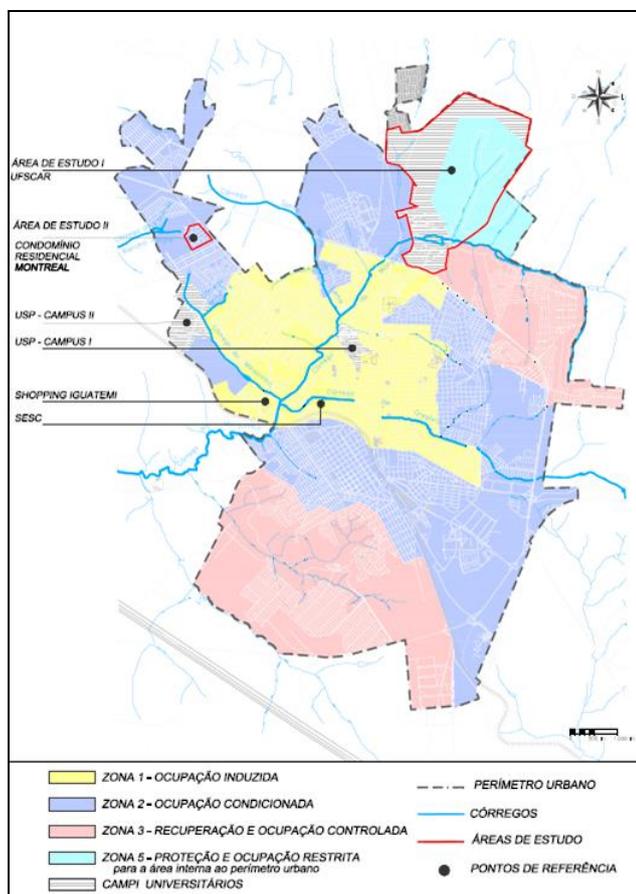
4 ESTUDO DE CASO

4.1 Localização das Áreas de Estudo

A Área de Estudo I – *campus* São Carlos da UFSCar e a Área de Estudo II – Condomínio Residencial Montreal, se localizam no município de São Carlos, Estado de São Paulo. O município de São Carlos possui área territorial de 1.137,303 km², sendo 67,25 km² em área urbana, e uma população de 221.950 habitantes, com 96% dos habitantes residentes na área urbana, (IBGE, 2010).

O Rio do Monjolinho (Figura 21) é o principal corpo d'água do município, tendo suas nascentes dentro do município à leste, praticamente na área urbana, margeando a cidade rumo ao norte, onde adentra o *campus* da UFSCar, desembocando no Rio Jacaré Guaçu que, por sua vez, deságua na margem direita do Rio Tietê, integrando a UGRHI 13, denominada Bacia do Tiete/Jacaré.

Figura 22 – Mapa hidrológico do município de São Carlos e localização da Área de Estudo I e Área de Estudo II.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São Carlos - Plano Diretor de São Carlos (2005).

4.2 Área de Estudo I – *campus* São Carlos – UFSCar

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* São Carlos, fundada em 1968, está implantada na antiga Fazenda Tranchan, com área total de 645 ha e, atualmente tem uma área urbanizada de aproximadamente 120 ha. Hoje, a UFSCar conta com mais três *campi*: *campus* Araras, *campus* Sorocaba e *campus* Lagoa do Sino, sendo este último em fase de implantação.

O Rio do Monjolinho atravessa o *campus* São Carlos da UFSCar no sentido leste-oeste, formando nesta travessia a Represa do Monjolinho ou o Lago da Federal, como usualmente é conhecido.

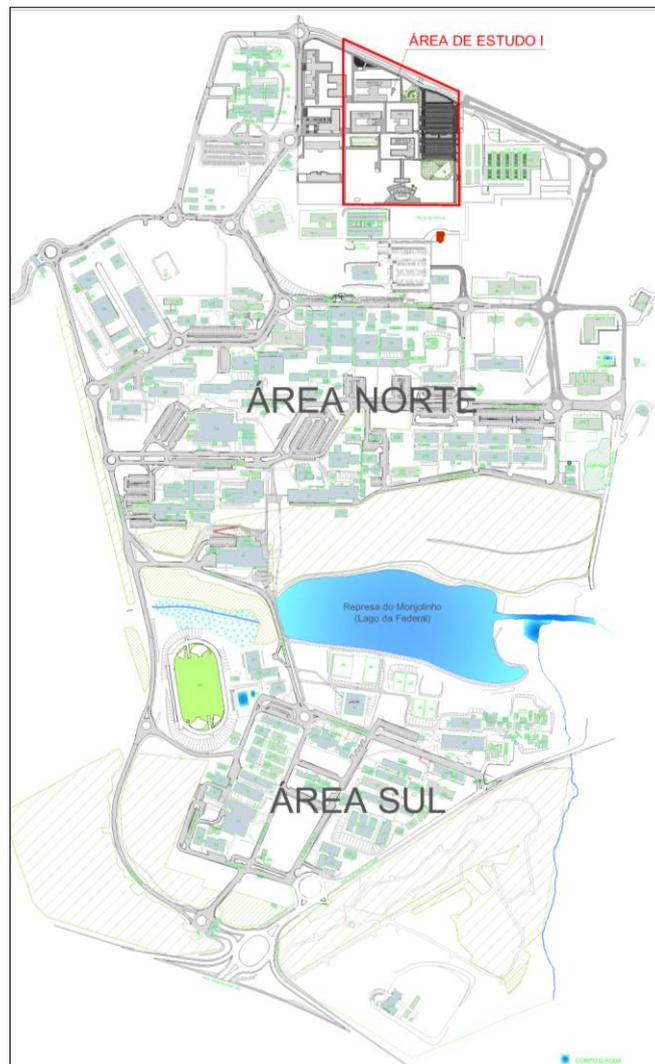
A Represa do Monjolinho, conforme Figura 23 e segundo Rantin (1978), citado por Fusari (2006), tem data de construção desconhecida. Após a implantação da UFSCar, tornou-se um elemento que, além do potencial paisagístico e hidrográfico, transformou-se em marco físico, configurando a ocupação urbana do *campus* em duas áreas distintas: Área Sul e Área Norte.

O núcleo inicial de área urbanizada da UFSCar, *campus* São Carlos, se deu com as adaptações das construções existentes na antiga Fazenda, localizadas na Área Sul. O processo de urbanização da Área Norte se deu a partir do final da década de 70.

A Área de Estudo I, Figura 23, está localizada na Área Norte do *campus*, e compreende um “recorte” de uma quadra que teve o processo de urbanização iniciado no ano de 2003, com uso exclusivamente para fins acadêmicos, ou seja, edifícios de salas de aula, laboratórios de ensino e pesquisa e departamentos do Centro de Ciências e Tecnologia (CCET) e do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS).

A Área de Estudo I compreende os edifícios do Departamento de Fisioterapia, Departamento de Medicina I, Medicina II, Departamento de Gerontologia, Núcleo de Formação de Professores e o Estacionamento I.

Figura 23 - UFSCar, Área urbana (Área sul e Área Norte), Represa do Monjolinho e Área de Estudo I.



Fonte: Adaptado EDF/UFSCar (2013).

Antes da ocupação, a quadra era vegetada por eucaliptos que, a partir de 2003, foram sendo retirados para dar lugar à urbanização, restando hoje apenas um pequeno fragmento dessa vegetação.

4.2.1 Uso e ocupação do solo - Área de Estudo I

Para o *campus* da UFSCar, o Plano Diretor de São Carlos não estabelece parâmetros urbanísticos e de infraestrutura, já que a instituição universitária tem a autonomia para estabelecer diretrizes de uso e ocupação do solo, projetando o seu

espaço físico de acordo com a demanda acadêmica e de pesquisa e aporte de recursos disponíveis, limitando-se apenas ao cumprimento das legislações ambientais existentes no âmbito das três esferas públicas (municipal, estadual e federal).

Assim, as áreas do *campus* que se situam em locais de especial interesse ambiental, de acordo com o Plano Diretor, estão sujeitas à Lei Específica das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município de São Carlos (SÃO CARLOS, 2006).

Pelo zoneamento do Plano Diretor, Lei 13.691/2005 do município (SÃO CARLOS, 2005), a Área de Estudo I, tem grande parte da sua área situada em local de especial interesse ambiental, a Zona 5A: Ocupação e Proteção Restrita. Portanto, com ocupação de acordo com os seguintes parâmetros:

- a) CA=0,25 (coeficiente de aproveitamento)
- b) CO=25% (coeficiente de ocupação)
- c) CP=0,50 (coeficiente de permeabilidade)
- d) CCV=0,50 (coeficiente de cobertura vegetal)

Considerando que a Área de Estudo I é um pequeno recorte da área do *campus* UFSCar, que se encontra na Zona de Ocupação e Proteção Restrita, e que grande parte dessa área do *campus* é atualmente ocupada por cerrado em recomposição e/ou eucaliptos, pode-se considerar que os parâmetros de ocupação da Área de Estudo I estão aquém dos parâmetros estabelecidos pelo Zoneamento do Plano Diretor do município e, portanto, em conformidade com a lei 13.691/2005.

4.2.2 Manejo das Águas Pluviais - Área de Estudo I

Na Área Sul do *campus*, o manejo das águas pluviais, apesar da intensificação da ocupação ocorrida a partir de 2007, decorrente das políticas do Governo Federal de ampliação das Universidades Federais, ainda hoje é feito quase que exclusivamente através de escoamento superficial, orientado naturalmente para a Represa do Monjolinho, favorecido pela hidrografia e topografia do local.

Na Área Norte, desde o início da ocupação, a drenagem das águas pluviais é feita através do sistema clássico, com captação das águas pluviais dos telhados dos edifícios através de canalizações e, nas vias de acesso e estacionamentos, através

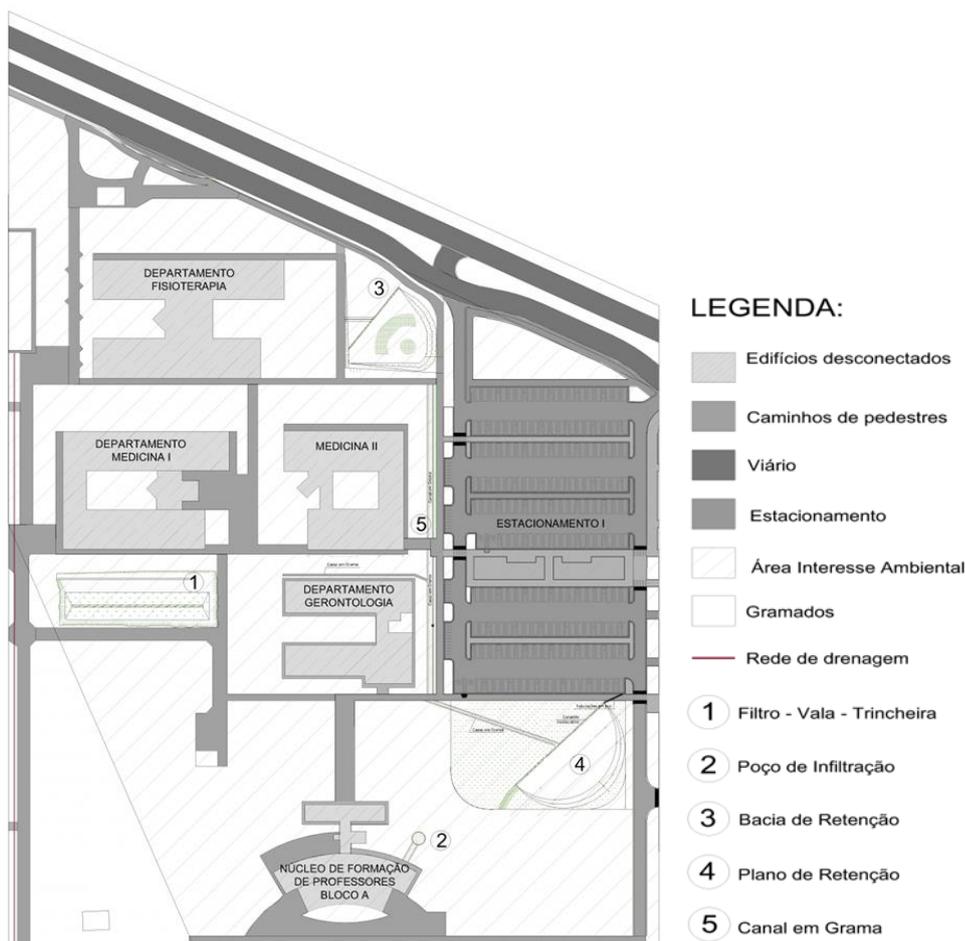
de bocas de lobo, conduzidas a ramais e galerias, com disposição final a montante ou a jusante da Represa do Monjolinho.

Na Área de Estudo I, também foi projetado e construído sistema convencional de drenagem através de redes de galerias, Figura 24.

Entretanto, no ano de 2007, o Grupo de Pesquisa Sistema de Recursos Hídricos do PPGEU (DECiv, UFSCar), baseado nos conceitos de Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID), iniciou estudos para implementação de Práticas de Gestão Integrada – IMPs – para o manejo das águas precipitadas resultantes do processo de ocupação/urbanização, denominando o local de Área Experimental (ROJAS GUTIERREZ, 2011).

A partir de 2008, com a aplicação de estruturas/dispositivos de técnicas compensatórias, item 4.2.2.1 deste trabalho, foram desconectadas da rede de drenagem convencional existente no local as águas pluviais advindas das coberturas dos edifícios Departamento de Medicina I, Núcleo de Formação de Professores, Departamento de Fisioterapia, Medicina II, Departamento de Gerontologia (parcial), e a drenagem do Estacionamento I, que até então era feita através de escoamento superficial, tal como demonstra a Figura 24

Figura 24 – Área de Estudo I – UFSCar. Edifícios desconectados e estruturas de técnicas compensatórias.



Fonte: Adaptado EDF/UFSCar (2013).

Importante ressaltar que todos os edifícios da Área de Estudo I foram projetados com telhados compostos por calhas e condutores verticais com ligação à rede de drenagem convencional existente por meio de tubulação subterrânea. Desta forma, as estruturas de técnicas compensatórias foram projetadas e construídas da seguinte forma:

- Desconexão de edifício existente: Departamento de Medicina I, Núcleo de Formação de Professores e Departamento de Gerontologia, e
- Desconexão de edifício na fase da construção: Departamento de Fisioterapia e Medicina II.

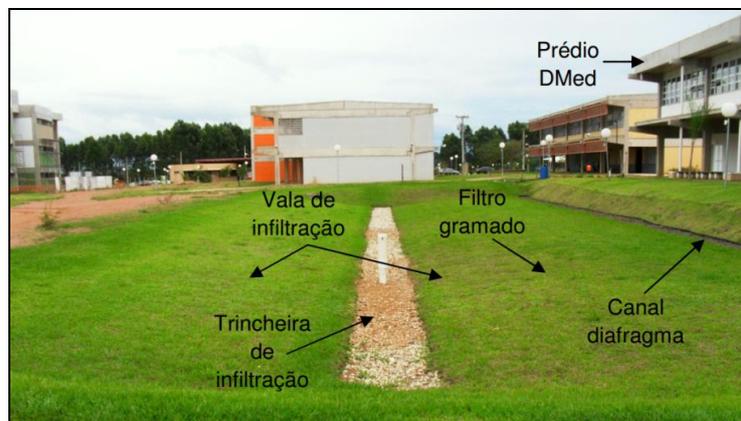
4.2.2.1 Técnicas Compensatórias na Área de Estudo I

Na Área de Estudo I, estão em operação dispositivos de infiltração em escala real, construídos a partir de 2008, sendo: filtro-vala-trincheira de infiltração, poço de infiltração, bacia de retenção e plano de retenção, projetados e/ou construídos e monitorados pelo grupo de pesquisa G-Hidro/DECiv.

4.2.2.2 Filtro-vala-trincheira de infiltração –Edifício Departamento de Medicina I

O edifício do Departamento Medicina I, com obra concluída no ano de 2007, possui área de telhado de 1.701,30m², e as águas provenientes desta cobertura foram coletadas através de calhas e condutores verticais e conduzidas por meio de tubulações subterrâneas para o canal diafragma, seguido do sistema filtro-vala-trincheira de infiltração, tal como demonstrado na Figura 25.

Figura 25 – Filtro-vala-trincheira de infiltração Departamento de Medicina I – São Carlos, UFSCar.



Fonte: Rojas Gutierrez (2011).

O sistema filtro-vala-trincheira ocupa uma área de aproximadamente 1.000,00 m², com dimensionamento do volume de armazenamento das águas pluviais provenientes da área de cobertura do edifício Departamento de Medicina I – 1701,30m² e áreas de entorno gramadas – 2.200,00m², pelo Método da Curva Envelope (Rain-Envelope Method) (ROJAS GUTIERREZ, 2011). As dimensões adotadas para o sistema de infiltração foram:

- Filtro: 4,30m de largura e 43,50m de comprimento.

- Vala de infiltração: 8,00m de largura (4,0m de cada lado da trincheira), 0,45m de profundidade, com taludes de 12,5% de inclinação, resultando num volume de armazenamento de 75,15m³.
- Trincheira de infiltração: 0,80m de largura, 1,30m de profundidade e 40,00m de comprimento, comportando um volume útil de 19,55m³.

Segundo Lucas (2011), a técnica mostrou-se eficaz como parte integrante da elaboração de Planos de Manejo de Águas Pluviais, podendo servir de subsídio na seleção de áreas que podem ser utilizadas para o emprego de trincheiras de infiltração, assim como para outras técnicas de infiltração.

4.2.2.3 Poço de infiltração – Edifício Núcleo de Formação de Professores - Bloco A

O edifício do Núcleo de Formação de Professores – Bloco A, com obra concluída no ano de 2008, possui área de telhado de 578,26m², e parte das águas provenientes desta cobertura (241,81m²) é coletada através de calhas e condutores verticais e conduzidas por meio de canaleta gramada para o poço de infiltração. As águas provenientes do restante da cobertura do edifício continuam sendo conduzidas para a rede convencional de drenagem existente no local.

O poço de infiltração ocupa uma pequena dimensão, como se pode observar pela Figura 26, com dimensionamento do volume de armazenamento das águas pluviais provenientes de parte da cobertura do edifício (241,81 m²), pelo Método da Curva Envelope (Rain-Envelope Method) (ANGELINI SOBRINHA, 2012). As dimensões adotadas para o poço, com tempo de funcionamento calculado em 15 horas e tempo de descarga 13 horas, foram:

- Diâmetro externo: 1,83m.
- Diâmetro interno: 0,90m.
- Profundidade: 2,00m.

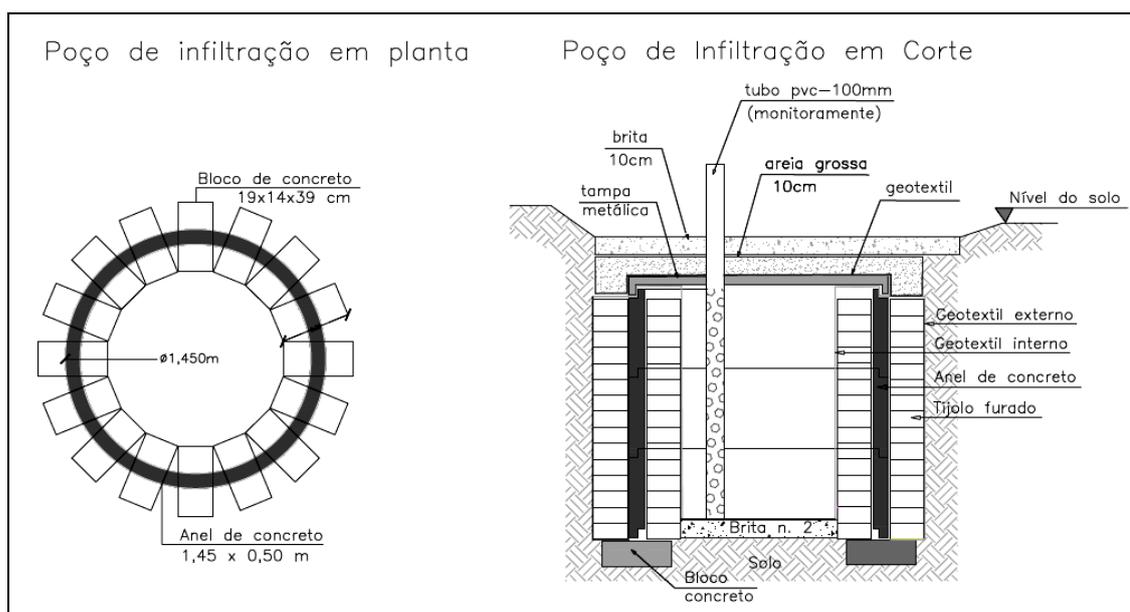
Figura 26 - Poço de infiltração, Edifício Núcleo de Formação de Professores, São Carlos, UFSCar.



Fonte: Angelini Sobrinha (2012)

O poço é revestido por tijolos cerâmicos furados e anéis em concreto, envoltos em manta geotêxtil, com fundo em brita e tampa metálica cega, de acordo com as Figura 27 e Figura 28.

Figura 27 - Corte e planta do poço de infiltração - UFSCar.



Fonte: Adaptado de Angelini Sobrinha (2012).

Figura 28 – Fotos do poço de infiltração em construção - UFSCar.



Fonte: Angelini Sobrinha (2012).

A estrutura foi considerada eficiente por Angelini Sobrinha (2012) de acordo com os critérios de dimensionamento adotados e, em caso de extravasamento, o volume excedente é escoado livremente sobre a superfície do terreno.

4.2.2.4 Plano de retenção – Edifício Departamento de Fisioterapia

O edifício do Departamento de Fisioterapia, com obra concluída no início do ano de 2013, possui área de telhado de 1.747,54m², e as águas provenientes desta cobertura são coletadas através de calhas e condutores verticais e conduzidas para a bacia de retenção por meio de tubulações enterradas.

Trata-se de uma bacia de retenção a céu aberto, construída no início do ano de 2013, ocupando uma área de aproximadamente 650m², com revestimento em grama tipo esmeralda e profundidade no ponto mais baixo de 1,20m em relação ao piso interno do edifício. Desde a cota de entrada de água até o ponto mais baixo da bacia tem-se uma declividade média de aproximadamente 6%, resultando em uma superfície levemente inclinada em toda a sua extensão, o que facilita a sua integração com a paisagem local. Essas particularidades do dimensionamento projetual foram estrategicamente elaboradas com o objetivo de se evitar que a estrutura se destacasse em relação aos demais equipamentos urbanos do local (Figura 29).

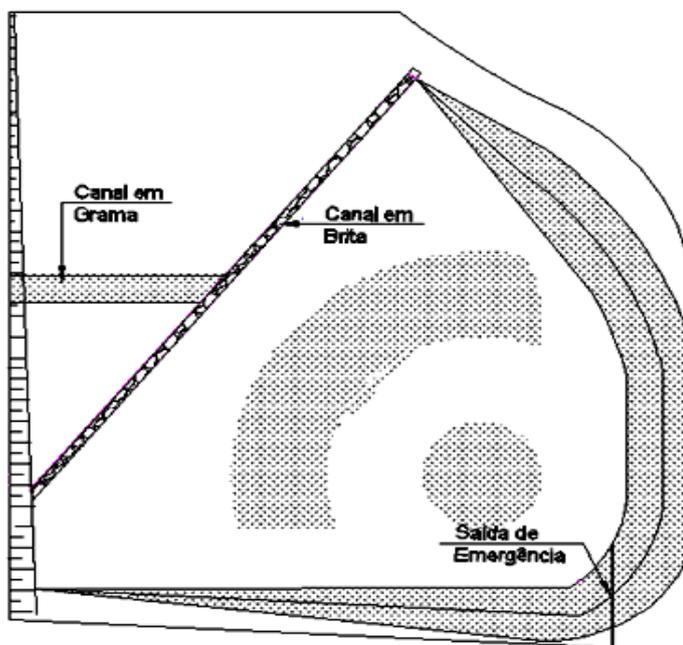
Figura 29 - Bacia de retenção Edifício Departamento de Fisioterapia, UFSCar.



Fonte: Felipe (2013, pesquisa em andamento).

O dimensionamento do volume de armazenamento das águas pluviais, provenientes da cobertura do edifício Departamento de Fisioterapia, $1.747,54\text{m}^2$, Figura 30, foi feito pelo Método da Curva Envelope (Rain-Envelope Method), segundo Felipe (2013).

Figura 30 – Desenho esquemático da bacia de retenção, Edifício Departamento de Fisioterapia, UFSCar.



Fonte: Adaptado de Felipe (2013, pesquisa em andamento).

Quanto ao funcionamento e desempenho da bacia, o Grupo de Pesquisa G-Hidro, atualmente, faz o monitoramento como objeto de projetos de pesquisa de mestrado e doutorado em andamento.

4.2.2.5 Plano de retenção – Estacionamento I, Edifício Medicina II, Edifício Departamento de Gerontologia

O Estacionamento I, construído no ano de 2007, possui área aproximada de 6.450m², com pavimento nas vias de circulação em bloco de concreto intertravado e nas vagas de estacionamento em bloco de concreto vazado, preenchido com seixo rolado. Inicialmente a drenagem das águas precipitadas era feita através de escoamento superficial, o que resultou em problemas para as áreas e edificações à jusante.

O edifício Medicina II tem área de telhado de 1258,00m², tendo a sua construção se iniciado em 2007 e concluída parcialmente no início de 2013. Todavia, a cobertura (telhado) foi totalmente concluída. As águas precipitadas provenientes da cobertura são coletadas através de calhas e condutores verticais e conduzidas através de canal recoberto com grama para o plano de infiltração, conforme Figura 31

Figura 31 - Canal gramado, Edifícios Medicina II e Departamento de Gerontologia - UFSCar.



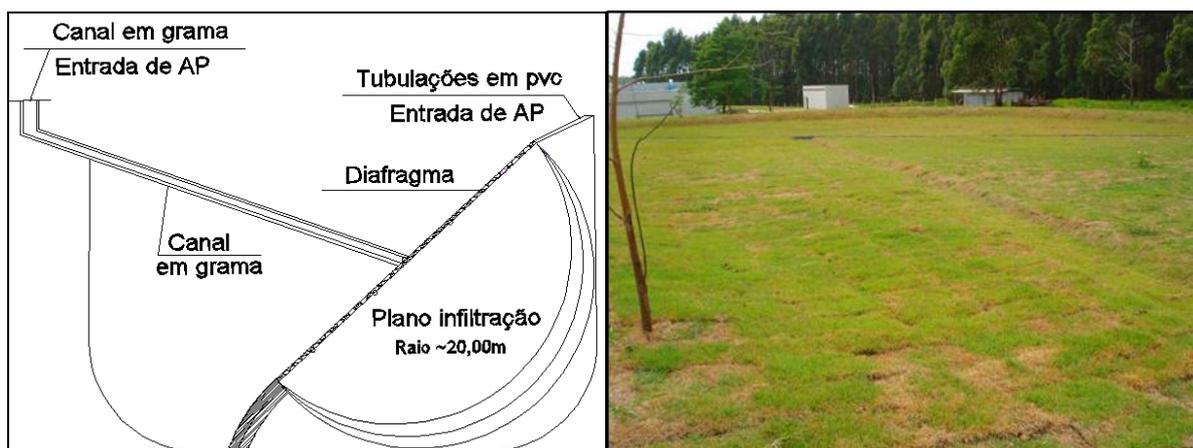
Fonte: Fotos da autora (2013).

O edifício do Departamento de Gerontologia, com obra concluída no ano de 2012, possui área de telhado de 1.019,38 m², e parte das águas provenientes desta

cobertura (434,45 m²), são coletadas através de canaleta e conduzidas por meio de canal gramado para o plano de infiltração, conforme a Figura 31. As águas provenientes do restante da cobertura do edifício continuam sendo conduzidas para a rede convencional de drenagem existente no local.

O plano de infiltração construído em 2013, para o manejo das águas precipitadas advindas das coberturas de Edifício Medicina II e Departamento de Gerontologia (parcial) e do Estacionamento I, ocupa uma área de aproximadamente 1.287m², de acordo com a Figura 32, possuindo revestimento em grama tipo esmeralda. Desde a cota de entrada de água até o ponto mais baixo do plano, tem-se uma declividade média de aproximadamente 1,2%.

Figura 32 - Plano de Infiltração Edifícios Medicina II, Departamento de Gerontologia e Estacionamento I - UFSCar.



Fonte: Adaptado de Felipe (2013, pesquisa em andamento).

O dimensionamento do volume de armazenamento foi feito pelo Método da Curva Envelope (Rain-Envelope Method), segundo Felipe (2013).

Quanto ao funcionamento e desempenho do plano de infiltração, o Grupo de Pesquisa G-Hidro, atualmente, faz o monitoramento como objeto de projetos de pesquisa de mestrado e doutorado em andamento.

4.3 Área de Estudo II - Condomínio Residencial Montreal

A Área de Estudo II, Figura 33, trata-se de um empreendimento de padrão médio/alto, constituído por um condomínio residencial fechado em plano horizontal,

denominado Condomínio Residencial Montreal. Está situado à Rua Miguel Petroni com Av. Prof. Maria de Cresci Leopoldino, na cidade de São Carlos, Estado de São Paulo. Possui área total de 210.163,05 m² distribuída conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Áreas Condomínio Residencial Montreal.

Áreas Condomínio Residencial Montreal		
Discriminação	Área (m2)	Percentual em relação à área total (%)
Total do Empreendimento	210.163,05	100%
Unidades Autônomas (283 lotes)	133.942,69	64%
Vias de Acesso	55.796,22	27%
Lazer I e II (Portaria, Administração, Salão de festas, Quadras, Play Ground e Áreas Verdes)	20.424,14	10%

Fonte: Adaptado de Grupo Bandeirantes - São Carlos, SP (2003).

Figura 33 – Área de Estudo II - Projeto Condomínio Residencial Montreal. São Carlos - SP



Fonte: Grupo Bandeirantes, São Carlos, SP(2003).

4.3.1 Uso e ocupação do solo – Área de Estudo II

O Condomínio Residencial Montreal, segundo o Plano Diretor de São Carlos (2005) define, de acordo com o macrozoneamento urbano, que o mesmo está

inserido na Zona 02 – Ocupação Condicionada, que estabelece para o uso e ocupação do solo os seguintes parâmetros:

- CO= 70%
- CAB= 1,4
- CA= 1,4 para uso estritamente residencial unifamiliar
- CP= 15%, onde:
 - ✓ CO - Coeficiente de ocupação
 - ✓ CAB - Coeficiente de aproveitamento básico
 - ✓ CA - Coeficiente de Aproveitamento
 - ✓ CP - Coeficiente de Permeabilidade

O condomínio possui vias de acesso (sistema viário) com pavimentação em asfalto e calçadas de pedestres em cimento, permeado por grama, conforme Figura 34 e Figura 35.

Figura 34 – Foto Aérea Condomínio Res. Montreal, jan./2012.



Fonte: Google Earth. Acesso em: 20 mar. 2013.

Figura 35 - Fotos ilustrativas do Condomínio Residencial Montreal.



Fonte: Fotos Dr. Lima. Disponível em: <http://www.panoramio.com/user/3394545?comment_page=1&photo_page=3>. Acesso em: 07 nov. 2013.

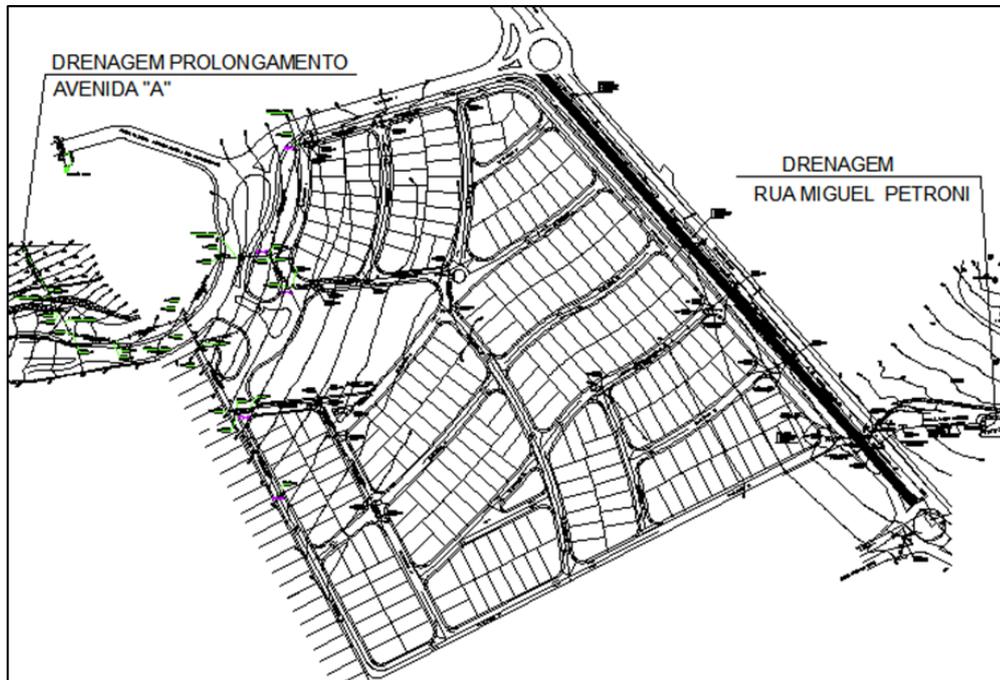
4.3.2 Manejo das águas pluviais – Área de Estudo II

O projeto do Condomínio Residencial Montreal foi aprovado nas instâncias públicas no início do ano de 2003 e, portanto, anterior à promulgação da Lei Municipal Nº 13.246 de 27 de novembro de 2003, que dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas pluviais para loteamentos/parcelamentos com área superior a um hectare (Art. 2º) e reservatório de detenção/retenção nos lotes urbanos (Art. 12º).

Sendo assim, foi adotado sistema de drenagem convencional para as águas pluviais provenientes das áreas comuns, vias de acesso e lotes (contribuição parcial).

A conformação topográfica do terreno do Condomínio Residencial Montreal, apresenta-se com duas sub-bacias de drenagem, sendo a primeira contribuinte para o sistema da Rua Miguel Petroni, e uma segunda que é drenada pelo prolongamento da Avenida “A”, conforme Figura 36.

Figura 36 – Sistema de drenagem da Área de Estudo II – Condomínio Residencial Montreal.



Fonte: Adaptado de Grupo Bandeirantes - São Carlos , SP (2003).

Como a construção das moradias se iniciou após o ano de 2003, no lote a drenagem é feita de forma combinada, ou seja, através de técnica compensatória – reservatório de retenção, no caso, poço de infiltração –, como determina a Lei Municipal Nº 13.246/2003, e o excedente é conduzido para o arruamento e captado através de bocas de lobo e galerias existentes.

O reservatório de retenção, no caso poço de infiltração, é dimensionado através do método “Flow Routing” e em função da área do lote, que no caso deste empreendimento varia de 416 m² a 756 m², atendendo o Art. 12 da Lei Municipal Nº 13.246/2003, que estabelece os seguintes parâmetros:

- Lote com área acima de 400 m² até 500 m² - (quinhentos metros quadrados) volume de retenção 2500 (dois mil e quinhentos) litros;
- Lote com área acima de 500 m² até 600 m² – volume de retenção 3500 (três mil e quinhentos) litros e;
- Lote com área acima de 600 m² - reservatórios de detenção ou retenção com dimensionamento de volume de seis litros por metro quadrado de área de lote.

O poço de infiltração construído no lote tem as seguintes características:

- Revestimento em anel de concreto (sem perfuração)
- Fundo em brita
- Tampa cega em concreto
- Vertedor de emergência

Portanto, as características de funcionamento do poço são armazenamento e infiltração da água pluvial através do fundo.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS – ÁREA DE ESTUDO I – UFSCar e ÁREA DE ESTUDO II – RES. MONTREAL

Os dados obtidos através da aplicação de questionários (Vide Anexo I e Anexo II) nas três amostras (90 alunos, 19 funcionários e 40 docentes) da Área de Estudo I – *campus* UFSCar, e na amostra (50 moradores) da Área de Estudo II – Condomínio Residencial Montreal, foram tabulados e formatados da seguinte forma:

- Anexo III – Dados obtidos relativos à média das três amostras de pesquisados – Área de Estudo I – UFSCar
- Anexo IV – Dados obtidos de moradores pesquisados – Área de Estudo II – Residencial Montreal
- Anexo V – Dados obtidos de alunos pesquisados – Área de Estudo I – UFSCar
- Anexo VI – Dados obtidos de funcionários pesquisados – Área de Estudo I – UFSCar
- Anexo VII – Dados obtidos de docentes pesquisados – Área de Estudo I – UFSCar
- Anexo VIII – Desvio Padrão: Respostas de alunos, funcionários e docentes - Área de Estudo I - UFSCar

A análise dos resultados consistiu na comparação das respostas das duas áreas de estudo. Para a Área de Estudo I, foi considerado a média das três amostras pesquisadas (alunos, funcionários e docentes), já que estas não apresentaram diferenças significativas entre si que pudessem descaracterizar a análise, conforme Anexo VIII – Desvio Padrão Amostral – Área de Estudo I - UFSCar.

5.1 Perfil dos pesquisados

Destacaram-se, no perfil dos pesquisados, as seguintes características:

- a) Área de Estudo I – UFSCar
 - Alunos: 60% eram do sexo feminino, 100% com nível superior de instrução completo ou em curso e 89% com idade entre 18 e 25 anos.

- Funcionários: 79% eram do sexo feminino, 63% com nível superior de instrução, 48% com idade entre 26 e 45 anos e 42% com idade entre 46 e 60 anos.
- Docentes: 80% eram do sexo feminino, 100% com nível superior de instrução, 58% com idade entre 26 e 45 anos e 42% com idade entre 46 e 60 anos.

b) Área de Estudo II – Residencial Montreal

- Moradores: 52% eram do sexo masculino, 82% com nível superior de instrução e 76% com idade entre 26 a 45 anos.

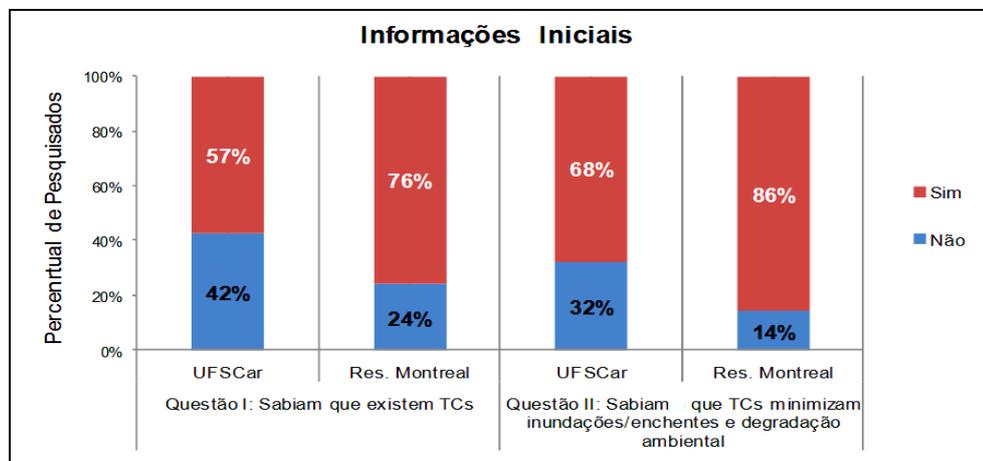
5.2 Informações Iniciais – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal

As informações iniciais dos questionários trataram de forma sumária os sistemas de drenagem convencional e alternativos (TCs) das águas pluviais urbanas.

De acordo com a Figura 37 a seguir, 57% dos pesquisados da UFSCar e 76% do Residencial Montreal conheciam os sistemas alternativos (TCs), e 68% dos pesquisados da UFSCar e 86% do Residencial Montreal sabiam que as técnicas compensatórias minimizam a ocorrência de inundações/enchentes ambientais.

Os resultados demonstraram que a maioria tinha conhecimento quanto às inundações e enchentes e a degradação ambiental.

Figura 37 – Gráfico com Respostas dos pesquisados sobre as informações iniciais – Área de Estudo I – UFSCar e Área de Estudo II – Residencial Montreal.



Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando os resultados obtidos através da Figura 37, verificou-se que as pontuações relativas à alternativa “sim” da questão I, que informa sobre a existência de sistemas alternativos denominados de TCs, são menores que as pontuações da alternativa “sim da questão II”, relacionados à informação sobre os benefícios das TCs quanto à minimização de inundações/enchentes e degradação ambiental. A princípio, isso pode denotar inconsistência dos resultados obtidos. Todavia, numa reflexão mais apurada, é possível pressupor que a denominação técnicas compensatórias, por se tratar de técnicas recentes, ainda seja uma terminologia restrita ao ambiente acadêmico, portanto, de não conhecimento da população.

Entretanto, o termo “sistemas alternativos” é comumente divulgado e associado à menor degradação ambiental. Logo, a informação apresentada no questionário de que as TCs são técnicas alternativas, pode ter remetido aos pesquisados a interpretação do conhecimento dos benefícios das TCs (minimização de inundações/enchentes e degradação ambiental) justificando-se, assim, os escores maiores para a alternativa “sim” da questão II em relação à alternativa “sim” da questão I das informações iniciais.

Em resumo, esse evento pode ter ocorrido em função da falta de conhecimento da terminologia “técnicas compensatórias”, ou seja, os pesquisados sabiam que existem sistemas alternativos para a drenagem urbana, porém não conheciam a denominação técnica ou o jargão da área.

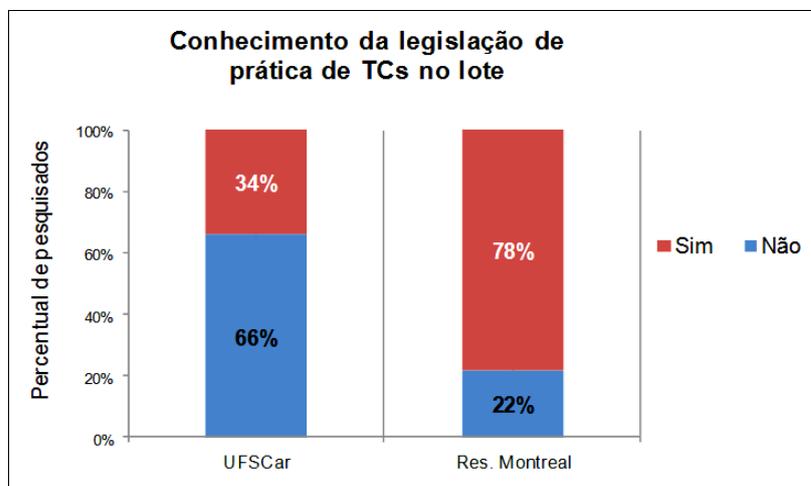
5.3 Aspectos legais – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal

Nos aspectos legais, os questionários trataram da legislação de TCs no lote e da concordância de prática de TCs nos *campi* da UFSCar, nos loteamentos/condomínios e nos espaços públicos das cidades.

5.3.1 Conhecimento da legislação de prática de TCs no lote

De acordo com a Figura 38, os resultados apontaram que 34% dos pesquisados da UFSCar e 78% dos pesquisados do Residencial Montreal tinham conhecimento da legislação municipal que estabelece a obrigatoriedade de prática de técnicas compensatórias no lote.

Figura 38 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre o conhecimento da legislação para TCs no lote – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.



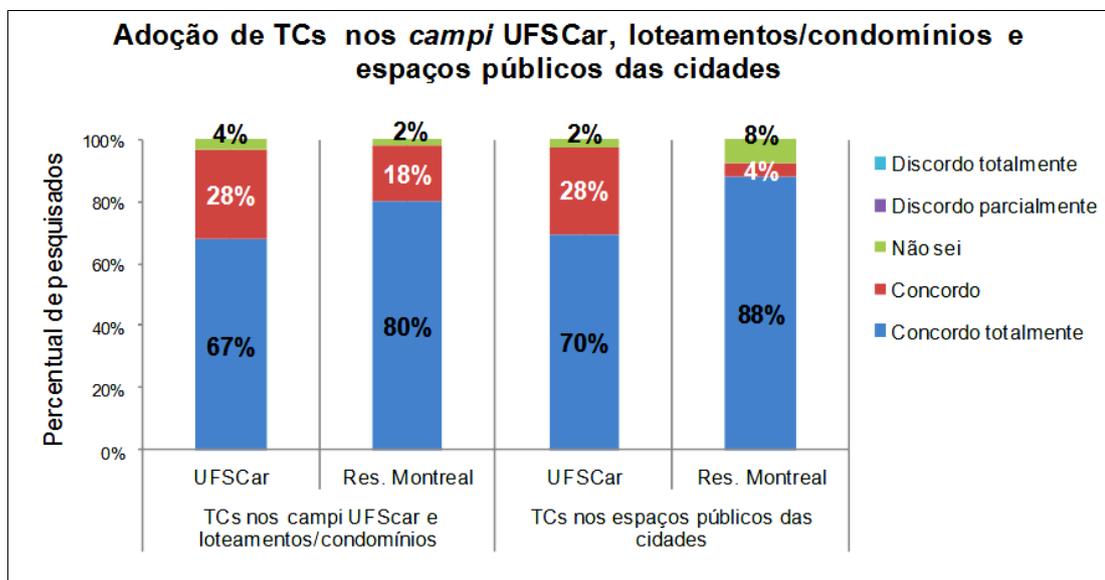
Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando-se que, no Residencial Montreal, pelas características do empreendimento, o morador é proprietário do imóvel e construiu a moradia, pode-se pressupor que os pesquisados tiveram conhecimento das exigências legais no decorrer da elaboração do projeto da moradia ou até mesmo na aquisição do lote; portanto, explica-se o resultado obtido. Na UFSCar, por outro lado, os pesquisados que eventualmente já participaram do processo de projeto de um edifício da instituição, provavelmente não receberiam este tipo de informação, já que a UFSCar não está sujeita às legislações que remetem ao lote, visto que seu espaço físico não se enquadra urbanisticamente na forma da lei como loteamento.

5.3.2 Aplicação de TCs nos *campi* da UFSCar e nos espaços públicos e privados das cidades

Sobre a concordância em se adotar técnicas compensatórias nos *campi* da UFSCar, nos loteamentos e condomínios e nos espaços públicos das cidades, os resultados indicaram que a grande maioria dos pesquisados das duas áreas de estudo são favoráveis à prática, conforme Figura 39.

Figura 39 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre a adoção de TCs nos espaços públicos e privados das cidades - Área de estudo I - UFSCar e Área de estudo II - Res. Montreal.



Fonte: Elaborado pela autora.

Comparando-se os resultados das duas áreas de estudo, destacam-se os percentuais maiores de pesquisados do Residencial Montreal, que concordaram totalmente com a aplicação de TCs para todos os espaços urbanos, o que permite considerar que esses pesquisados expressaram um grau de sensibilização maior sobre as questões abordadas.

5.4 Aspectos ambientais e paisagísticos – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal

Nos aspectos ambientais e paisagísticos, os questionários abordaram as questões relacionadas ao grau de responsabilidade do poder público, cidadãos e associações de bairro/condomínios, com relação à preservação ambiental, à percepção da estética das TCs e à importância de práticas sustentáveis na aquisição de um imóvel.

5.4.1 Responsabilidade com a preservação do meio ambiente

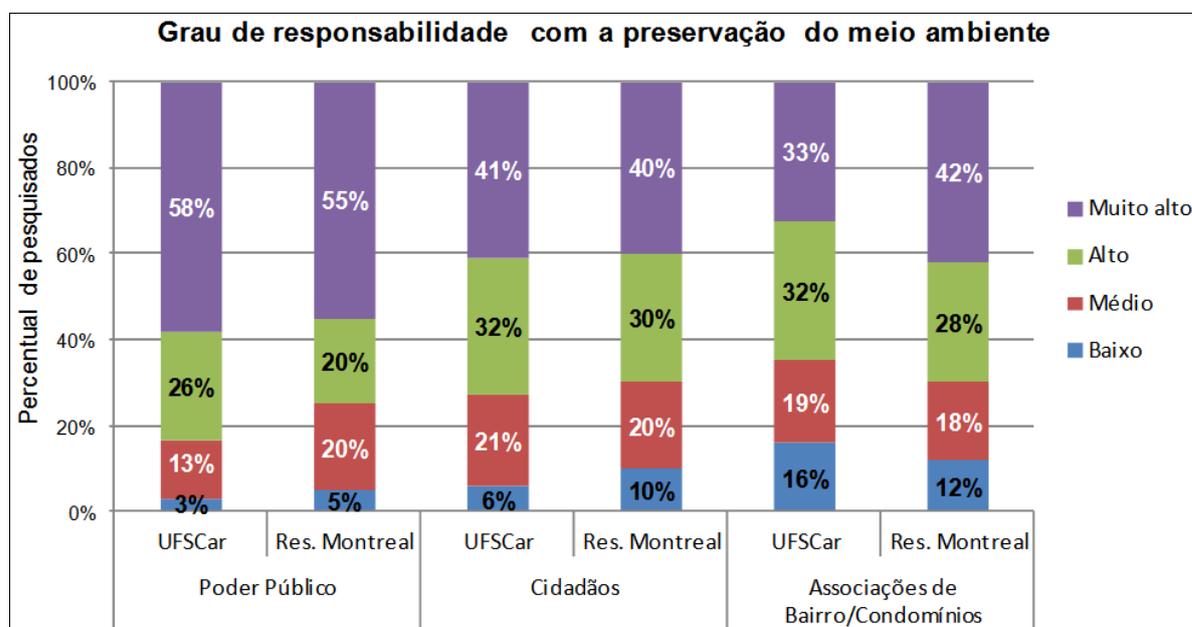
Quanto ao grau de responsabilidade do poder público, dos cidadãos e das associações de bairro e condomínios com a preservação ambiental, os resultados

obtidos não apresentaram diferenças significativas entre as duas áreas de estudo.

De acordo com a Figura 40, verificou-se que a maioria dos pesquisados apontaram o seguinte:

- a) Poder público: 58% dos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar, indicaram grau de responsabilidade muito alto e 26% grau alto; e, na Área de Estudo II – Residencial Montreal, 55% dos pesquisados atribuíram grau muito alto e 20% grau alto;
- b) Cidadãos: 41% dos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar, indicaram grau de responsabilidade muito alto e 32% grau alto; e, na Área de Estudo II – Residencial Montreal, 40% dos pesquisados atribuíram grau muito alto e 20% grau alto;
- c) Associações de bairro e condomínios: 33% dos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar, indicaram grau de responsabilidade muito alto e 32% grau alto; e, na Área de Estudo II – Residencial Montreal, 42% dos pesquisados atribuíram grau muito alto e 28% grau alto.

Figura 40 – Gráfico com respostas dos pesquisados relativas ao grau de responsabilidade com a preservação ambiental do poder público, dos cidadãos e das associações de bairro e condomínios – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.



Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando-se as pontuações onde se concentraram a maioria dos pesquisados, segundo a Figura 40, verificou-se que para as duas áreas de estudo o

poder público é o maior responsável pela preservação do meio ambiente, seguido pelos cidadãos e associações de bairro/condomínios, conforme Tabela 09.

Ainda, para a Área de Estudo II – Residencial Montreal, numa análise complementar da Tabela 9, observou-se que o total (soma) das pontuações dos graus “alto” e “muito alto”, atribuídos pelos pesquisados ao poder público (75%), cidadãos (70%) e associações de bairro/condomínios (70%), quantitativamente, são muito próximos, o que permite considerar que os pesquisados compreendem que a responsabilidade com a preservação ambiental pode ser igualmente compartilhada pelos três agentes propostos.

Tabela 9 – Respostas de pesquisados para os graus alto e muito alto de responsabilidade com a preservação do meio ambiente, atribuídos aos agentes propostos – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.

Grau de Responsabilidade com a preservação do meio ambiente						
Área de estudo I – UFSCar e Área de estudo II – Res. Montreal						
Agentes Propostos	Área de estudo I			Área de estudo II		
	Alto	Muito Alto	Total	Alto	Muito Alto	Total
Poder Público	26%	58%	84%	20%	55%	75%
Cidadãos	32%	41%	73%	30%	40%	70%
Associações de Bairro/Condomínios	32%	33%	65%	28%	42%	70%

Fonte: Elaborado pela autora.

5.4.2 Percepção do aspecto paisagístico das TCs

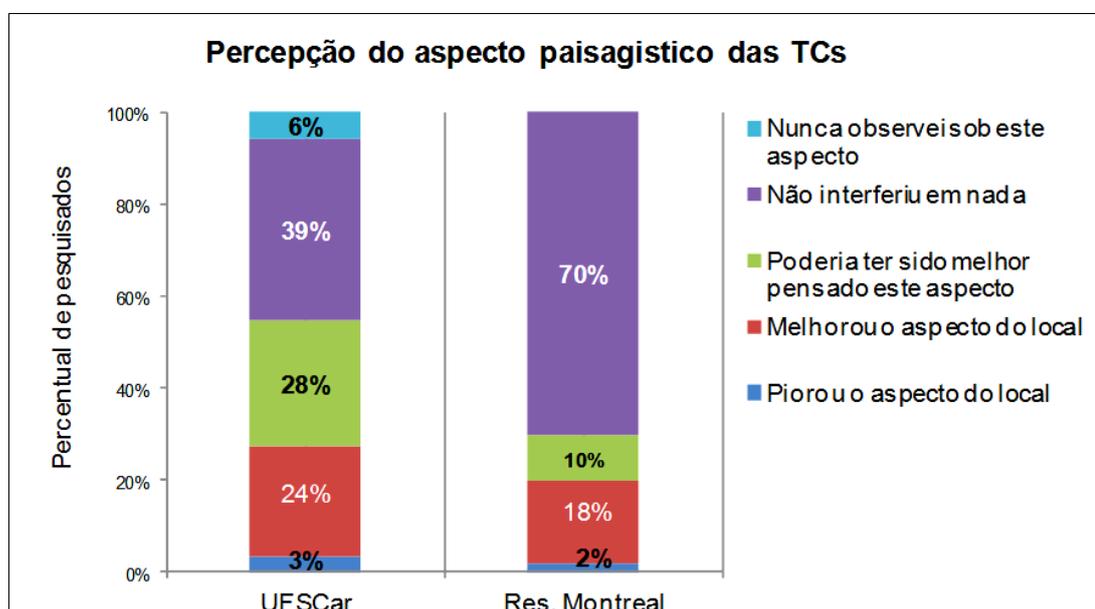
Quanto à percepção do aspecto paisagístico das TCs, os resultados obtidos nas duas áreas de estudo, de acordo com a Figura 41, apresentaram diferenças significativas. Enquanto na Área de Estudo II – Residencial Montreal, 70% dos pesquisados indicaram que o aspecto paisagístico das TCs não interferiu em nada, na Área de Estudo I – UFSCar, essa percentagem foi somente de 39%. Entretanto, 28% dos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar, indicaram que este aspecto poderia ter sido mais bem pensado, ou seja, nesta Área de Estudo I há que se refletir sobre a questão da estética paisagística das TCs, buscando-se alternativas de projetos que possibilitem valorizar mais este aspecto.

Nessa questão, é importante lembrar e considerar que na Área de Estudo II – Residencial Montreal, a técnica existente no lote é um poço de infiltração

(enterrado), e que na Área de Estudos I – UFSCar, as técnicas são um poço de infiltração, um filtro-vala-trincheira, uma bacia e um plano de retenção, técnicas essas (exceto o poço) que além de possuírem maiores dimensões, situam-se sobre a superfície do terreno e, portanto se destacam mais na paisagem do local.

Porém, é oportuno registrar que, considerando a importância da valorização estética da paisagem, o Grupo de Pesquisa G-Hidro tem refletido muito sobre essa questão e, atualmente, este tema é objeto de pesquisa com o desenvolvimento de um projeto que objetiva a integração das TCs com os demais elementos do local, buscando criar um paisagismo que valorize a estética das TCs e do espaço, adotando-se espécies que sejam adequadas ao bom funcionamento e desempenho das estruturas e que também não demandem cuidados de manutenção diferenciados daqueles usualmente realizados nos demais espaços do *campus* pela administração da UFSCar.

Figura 41 – Gráfico com respostas dos pesquisados quanto ao aspecto paisagístico das TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.



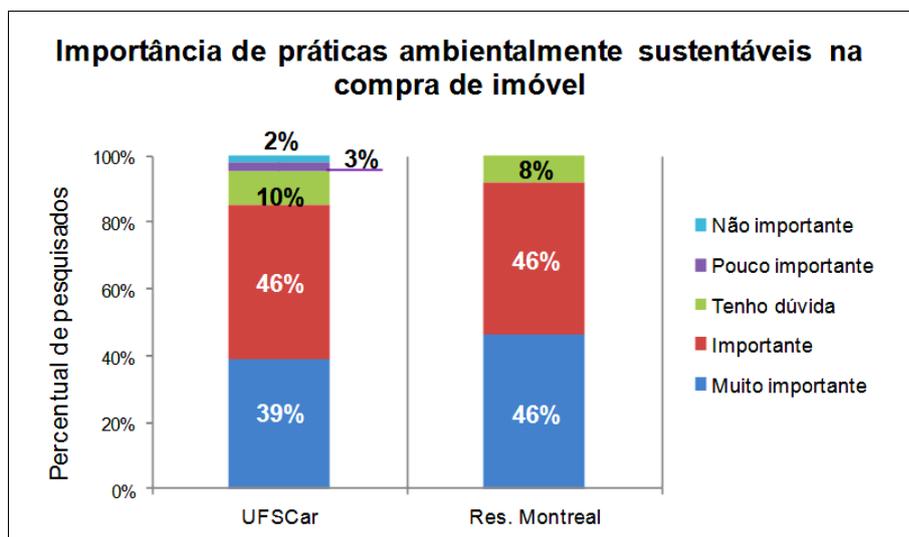
Fonte: Elaborado pela autora.

5.4.3 Importância de práticas ambientalmente sustentáveis na compra de imóvel

Na compra de um imóvel, segundo a Figura 42, constatou-se que a grande maioria dos pesquisados das duas áreas de estudo, 85% dos pesquisados na Área

de estudo I e 92% na Área de Estudo II, consideraram as práticas ambientalmente sustentáveis um parâmetro muito importante e/ou importante.

Figura 42 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre a importância de práticas ambientalmente sustentáveis na compra de um imóvel – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.



Fonte: Elaborado pela autora.

5.5 Aspectos relativos ao projeto – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal

Nos aspectos relativos ao projeto, os questionários referiram-se à participação no processo de projeto de uma obra, informações sobre TCs obtidas, através de engenheiros e arquitetos, e disposição em substituir o sistema convencional de drenagem da moradia por TCs, obtendo-se os resultados a seguir relatados.

5.5.1 Participação na fase de projeto de uma obra

Comparando-se os resultados das duas áreas pesquisadas na questão relativa à participação no projeto de uma obra/construção (vide Anexos III e IV), verificou-se que 77% dos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar, nunca participou; diferentemente dos da Área de Estudo II – Residencial Montreal, que 86% dos pesquisados participaram do projeto para construção da moradia que habitavam.

A participação no projeto de uma obra, seja da moradia ou de outra obra qualquer, é importante, pois o contato com os profissionais técnicos engenheiros/arquitetos é uma boa oportunidade de se obter informações sobre técnicas construtivas em geral e, em especial, sobre TCs.

5.5.2 Divulgação de informações sobre TCs pelos profissionais técnicos

Quanto às informações sobre TCs obtidas pelos pesquisados, através de profissionais técnicos engenheiros/arquitetos, os resultados indicaram, conforme a Figura 43, que 73% dos pesquisados da Área de Estudo II – Residencial Montreal, receberam informações relacionadas à legislação (40%), tipo de TCs (25%) ou manutenção de TCs (8%). Considerando que 86% dos pesquisados da Área de Estudo II - Residencial Montreal, participaram do processo de projeto, os resultados apontaram que a atuação dos profissionais engenheiros/arquitetos junto aos pesquisados na divulgação de informações sobre TCs foi deficiente.

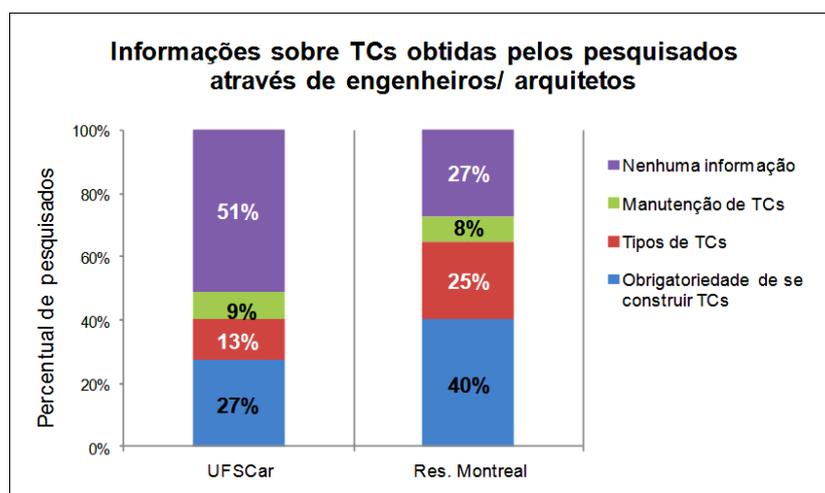
Já na Área de Estudo I – UFSCar, o percentual de pesquisados que receberam alguma das informações propostas no questionário é de 49% dos pesquisados. Considerando que apenas 23% dos pesquisados da Área de Estudo I participaram de um processo de projeto, os resultados apontaram que esses pesquisados podem ter obtido essas informações em outro momento, que não o de um projeto de obra.

Os demais pesquisados, 51% da Área de Estudo I – UFSCar, e 27% da Área de Estudo II – Residencial Montreal, não obtiveram nenhum tipo de informação através destes profissionais, revelando mais uma vez que a atuação dos profissionais engenheiros/arquitetos junto aos pesquisados na divulgação de informações sobre TCs, na Área de Estudo II – Residencial Montreal, não foi satisfatória.

A questão da divulgação pelos profissionais técnicos de informações legais e técnicas sobre TCs, pode estar relacionada à falta de qualificação, por se tratarem de técnicas recentes, ou até mesmo falta de conscientização; e esse não é um problema exclusivo do Brasil. Na França, Martin *et al.* (2007), constataram, em pesquisa realizada com usuários e equipe técnica envolvida com a prática de

técnicas compensatórias em Bordeaux, que apenas 32% eram informados e conscientes.

Figura 43 – Gráfico com respostas dos pesquisados quanto às informações sobre TCs obtidas através de engenheiros/arquitetos – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.

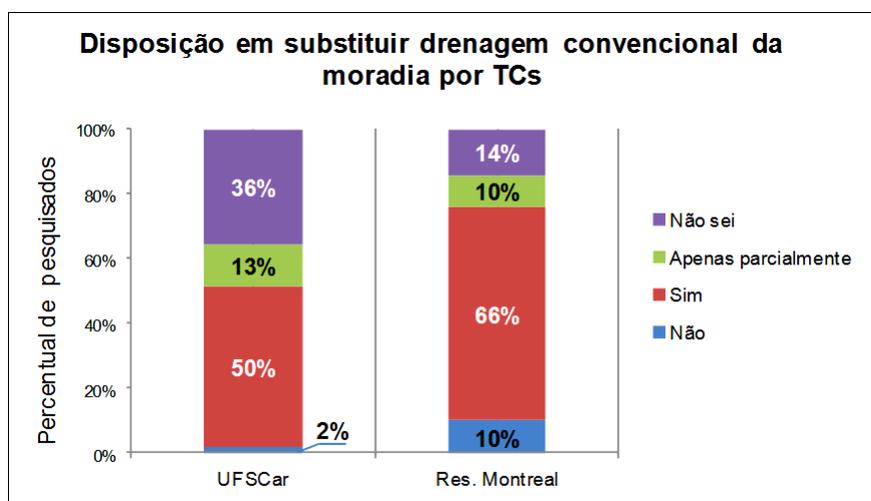


Fonte: Elaborado pela autora.

5.5.3 Substituição da drenagem convencional da moradia por TCs

Apesar dos resultados obtidos quanto à divulgação de informações legais e técnicas sobre TCs pelos profissionais técnicos, 50% dos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar, e 66% da Área de Estudo II – Residencial Montreal, se mostraram dispostos a substituir totalmente o sistema de drenagem convencional da moradia por TCs, como demonstra a Figura 44. Entretanto, 36% dos pesquisados da Área de Estudo I não soube responder à questão, o que representa uma parcela bastante significativa e diferenciada quando da comparação dos resultados das duas áreas de estudo.

Figura 44 – Gráfico com respostas dos pesquisados quanto à disposição em substituir o sistema convencional de drenagem da moradia por TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.



Fonte: Elaborado pela autora.

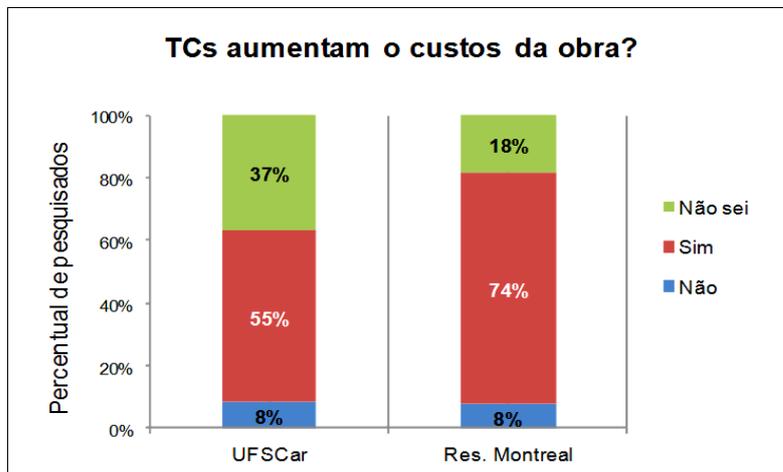
5.6 Aspectos relativos à construção – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal

Sobre os aspectos relativos à construção, os questionários abordaram questões relacionadas ao custo das TCs, fatores que não estimulam a prática e ações que mais estimulariam a prática.

5.6.1 Influência das TCs no custo da obra

Na comparação dos resultados obtidos nas duas áreas de estudo e, de acordo com a Figura 45, 74% dos pesquisados da Área de Estudo II – Residencial Montreal, e 55% da Área de Estudo I – UFSCar, consideraram que as TCs elevam o custo da obra. Sendo que 18% dos pesquisados da Área de Estudo II – Residencial Montreal, e 37% da Área de Estudo I – UFSCar, não souberam responder. Os resultados evidenciaram que os pesquisados da Área de Estudo II eram mais informados nesta questão, justificando-se, pois, que como proprietários do terreno, foram responsáveis pela construção da moradia.

Figura 45 – Gráfico com respostas dos pesquisados sobre custo de TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.

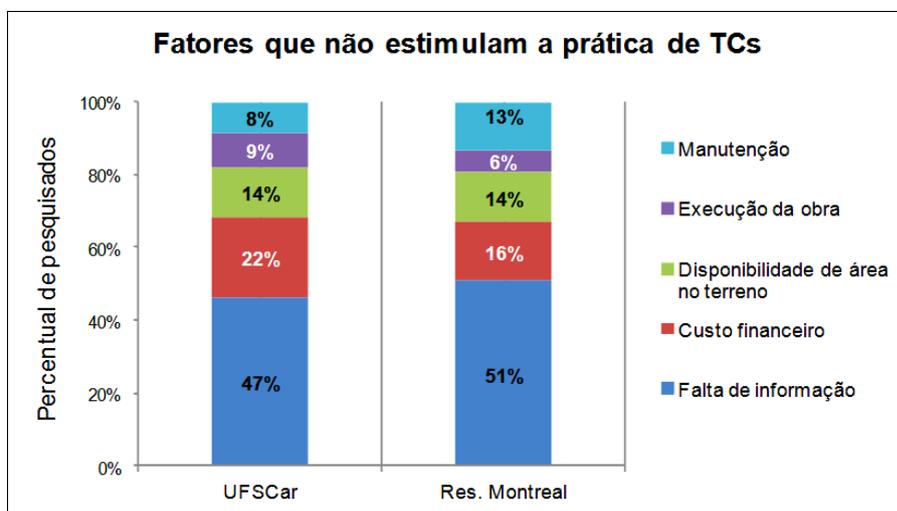


Fonte: Elaborado pela autora.

5.6.2 Fatores que não estimulam a prática de TCs

Quanto aos fatores que não estimulam a prática de TCs, de acordo com a Figura 46, os resultados não apresentaram diferenças significativas entre as duas áreas de estudo, que apontaram como principal fator a falta de informação, seguida pelo custo, disponibilidade de área no terreno, execução da obra e, por último, a manutenção.

Figura 46 – Gráfico com respostas dos pesquisados relacionadas aos fatores que não estimulam a prática de TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.



Fonte: Elaborado pela autora.

5.6.3 Ações que mais estimulariam a prática de TCs

Quanto às alternativas propostas no questionário sobre ações que mais estimulariam a prática de TCs (Vide Anexos IV, V, VI e VII), não houve consenso entre os pesquisados sobre duas das quatro alternativas propostas, como se verifica a seguir:

- Área de Estudo I – UFSCar – Alunos e Funcionários: apontaram como mais importantes campanhas informativas, seguidas por incentivo financeiro do poder público, ações voltadas para o preparo e compromisso de profissionais técnicos e, como último estímulo, estaria a fiscalização pelo poder público quanto ao cumprimento da legislação.
- Área de Estudo I – UFSCar – Docentes e Área de Estudo II – Residencial Montreal: apontaram como mais importante campanhas informativas, seguidas por incentivo financeiro do poder público, ações voltadas para a fiscalização pelo poder público quanto ao cumprimento da legislação e, como último estímulo, estaria o preparo e compromisso de profissionais técnicos.

Esses resultados corroboram a indicação dos pesquisados de que o poder público é o maior responsável para a preservação ambiental, já que as ações acima indicadas como mais importantes estão diretamente relacionadas com a atuação do poder público.

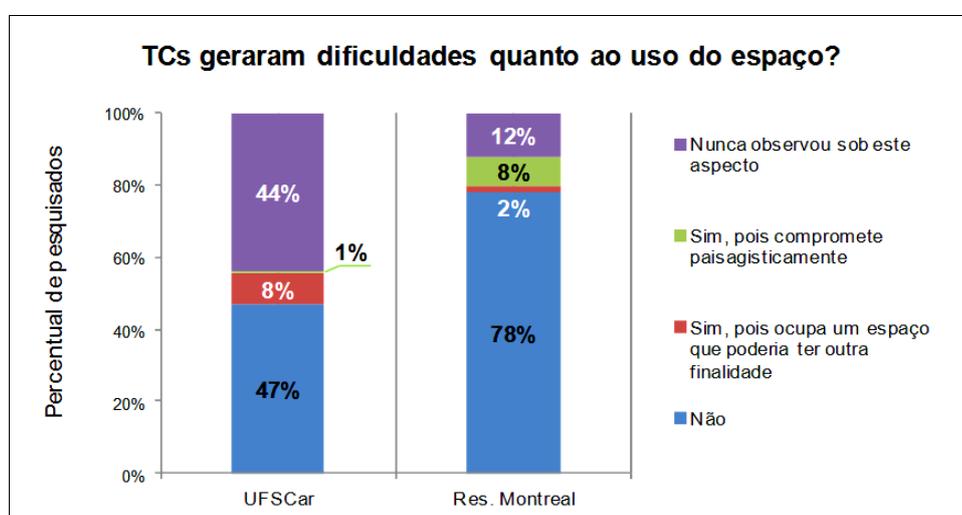
5.7 Aspectos relativos ao uso e manutenção – Área de Estudo I - UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal

Nos aspectos relativos ao uso e manutenção, o questionário abordou o uso do espaço onde estão inseridas as técnicas compensatórias, a aceitação e recomendação da prática de TCs e o conhecimento e aplicação de cuidados de manutenção.

5.7.1 Uso do espaço onde estão inseridas as TCs

Na questão relativa ao uso do espaço onde estão inseridas as TCs, comparando-se as duas áreas de estudo, os resultados apresentaram diferenças significativas e, de acordo com a Figura 47, 78% dos pesquisados da área de estudo II – Residencial Montreal, e 47% da Área de Estudo I – UFSCar, indicaram que não houve dificuldade de uso do espaço devido às TCs.

Figura 47 – Gráfico com respostas dos pesquisados quanto ao uso do espaço onde estão inseridas as TCs – Área de Estudo I – UFSCar, e Área de Estudo II – Residencial Montreal.



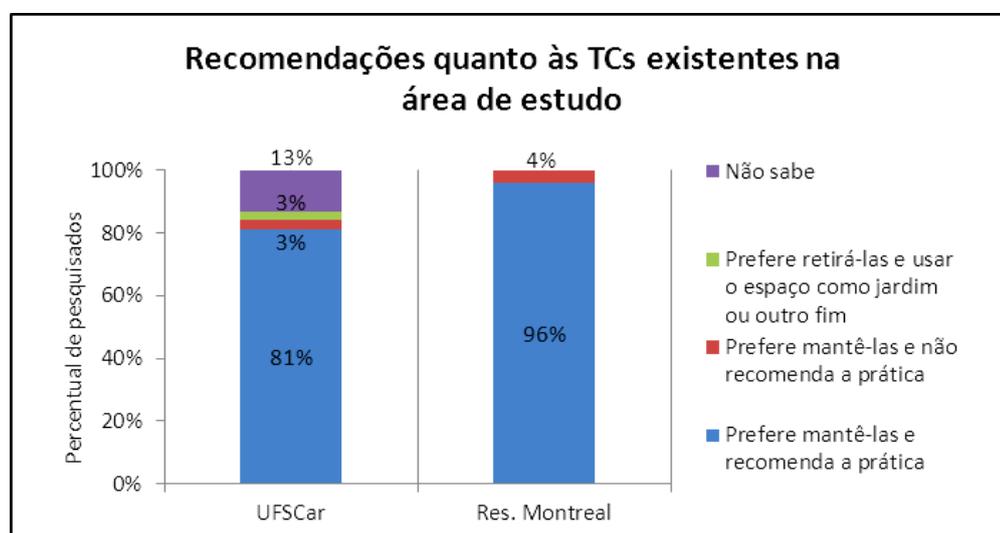
Fonte: Elaborado pela autora.

Todavia, 44% dos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar, e 12% da Área de Estudo II – Residencial Montreal, conforme a Figura 47, indicaram que nunca observaram o espaço sob este aspecto. Essa diferença significativa de resultados entre as duas áreas de estudo pode estar relacionada ao fato de que a Área de Estudo I – UFSCar, se trata do local de trabalho e a Área de Estudo II – Residencial Montreal, se trata da moradia dos pesquisados. Também é importante considerar que a Área de Estudo I – UFSCar, além de espaços amplos, se comparado ao espaço do lote, ainda se encontra em fase de construção/ocupação, ou seja, não se trata de um espaço com a ocupação já consolidada. Por outro lado, na Área de Estudo II – Residencial Montreal, os pesquisados são proprietários/moradores do lote e, portanto, têm a prerrogativa de transformar o espaço segundo suas aspirações e sonhos pessoais, o que pode explicar essa pontuação maior quanto a observação do espaço.

5.7.2 Aceitação e recomendação quanto às TCs

Ainda quanto às TCs existentes nas áreas de estudo, de acordo com a Figura 48, a grande maioria dos pesquisados, 81% da Área de Estudo I – UFSCar, e 96% da Área de Estudo II – Residencial Montreal, preferiram mantê-las e recomendaram a prática. Esses resultados demonstraram que as TCs foram bem aceitas pelos pesquisados nas duas áreas de estudo.

Figura 48 – Gráfico das respostas dos pesquisados relacionadas à aceitação das TCs existentes nas áreas de estudo – Área de estudo I – UFSCar e Área de estudo II – Res. Montreal.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados, nas duas áreas de estudo, revelaram que as TCs tem boa aceitação. No caso do lote, Costa Júnior (2003), em pesquisa na sub-bacia Hidrográfica Urbana da Ponte Seca, verificou que medidas de controle no lote (poço de retenção/infiltração) foram bem recebidas por 82,9% dos pesquisados; porém, o autor considerou este parâmetro com reserva, pois não haviam sido colocadas aos pesquisados as questões relativas ao custo, funcionamento, operação e manutenção. No caso dessa pesquisa, essas questões foram colocadas; portanto, entende-se que os resultados obtidos possam ser considerados sem reservas, lembrando-se que a Área de Estudo II – Residencial Montreal, trata-se de um condomínio considerado de alto padrão.

5.7.3 Conhecimento e aplicação de cuidados de manutenção

Desta forma, quanto ao conhecimento sobre os cuidados de manutenção na Área de Estudo I (vide Anexo III), verificou-se que:

- Área de Estudo I – UFSCar: 81% dos pesquisados não tinham conhecimento, porém gostaria de ter, pois acha que são necessários (vide Anexo III).
- Área de Estudo II – Residencial Montreal: 68% dos moradores pesquisados não possuíam conhecimento, porém gostariam de saber mais para poder aplicar, e 20% já possuíam conhecimento e aplicavam (vide Anexo IV).

Analisando comparativamente os resultados das duas áreas de estudo, verificou-se que a maioria dos pesquisados não possuía conhecimentos relativos à manutenção de técnicas compensatórias, todavia, gostariam de ter, e inclusive na Área de Estudo II se mostraram dispostos à sua aplicação.

Para Pompêo (2000), o emprego de TCs no lote é delicado, já que a manutenção fica permanentemente a cargo do próprio morador e, em decorrência disto, é necessário o comprometimento responsável dos cidadãos. Entretanto, neste estudo de caso, especialmente na Área de Estudo II – Residencial Montreal, verificou-se que a maioria dos pesquisados, além de serem favoráveis à aplicação de TCs no lote, demonstraram-se dispostos e comprometidos quanto à realização dos cuidados de manutenção.

6 CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos na pesquisa com usuários do espaço, de uma instituição pública de ensino superior e de um empreendimento privado residencial, que utiliza a prática de técnicas compensatórias (TCs) na drenagem urbana, possibilitou verificar sobre os aspectos abordados o seguinte:

a) Aspectos legais: na Área de estudo II – Res. Montreal (espaço privado) verificou-se maior conhecimento sobre a legislação existente. Somado a esse conhecimento, verificou-se uma boa aceitação quanto à proposta de se adotar as técnicas tanto para os campi da UFSCar como para os espaços públicos e privados do meio urbano, evidenciando-se também uma maior propensão na aceitação das TCs para os espaços considerados, pelos pesquisados da Área de estudo II – Res. Montreal. Do ponto de vista desses usuários observou-se que a prática de TCs não depende necessariamente da exigência legal, embora a legislação seja importante, pois regulamenta e neste caso estabelece critérios técnicos para a aplicação das TCs, além de instituir o poder de fiscalização pelo agente público;

b) Ambientais e paisagísticos: para os pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar, o poder público é o principal responsável pela preservação do meio ambiente, seguido pelos cidadãos e associações de bairro/condomínios. Para a Área de Estudo II, os graus de responsabilidade atribuídos não variaram para os cidadãos e para as associações de bairro/condomínios (70%), percentagem que é também muito próxima ao grau atribuído ao poder público (75%). Ou seja, um indicativo de que, para a Área de Estudo II – Residencial Montreal, a responsabilidade com a preservação ambiental é igualmente compartilhada pelo poder público e a sociedade em geral. Entretanto, na Área de Estudo I – UFSCar, os resultados apresentam claramente uma hierarquia entre os três agentes propostos.

Em relação ao aspecto paisagístico das TCs na estética do espaço, para a Área de Estudo II – Residencial Montreal, não interferiu em nada, enquanto que, na Área de Estudo I – UFSCar, os resultados indicaram a necessidade de se refletir mais a respeito. Nas duas áreas de estudo a importância da prática de técnicas sustentáveis na aquisição de um imóvel foi considerada um parâmetro relevante;

c) Aspectos relativos ao projeto: nas duas áreas de estudo verificou-se que os profissionais de engenharia ou arquitetura não contribuíram de forma eficiente para a divulgação das TCs. Apesar disso, tanto na Área de Estudo I como na Área de Estudo II, a sugestão quanto à substituição do sistema convencional de drenagem da moradia por TCs teve boa aceitação;

d) Aspectos relativos à construção: os resultados indicaram que o principal empecilho para a implementação de TCs é a falta de informação. E que, através de ações relacionadas à divulgação das técnicas, aliadas ao incentivo financeiro do poder público, ao preparo de profissionais e à fiscalização, pode-se ampliar a implementação de TCs;

e) Uso do espaço e manutenção: nas duas áreas de estudo, os usuários se mostraram satisfeitos quanto ao uso do espaço e recomendaram a prática. Também se verificou que a maioria dos pesquisados não possuíam conhecimentos relativos à manutenção, todavia, se mostraram motivados em obter esses conhecimentos e inclusive, na Área de Estudo II – Residencial Montreal, manifestaram-se predispostos à sua aplicação.

Não se observou nos resultados diferenças significativas que pudessem estar associadas à idade e/ou grau de instrução dos pesquisados. Entretanto, os pesquisados da Área de Estudo II – Residencial Montreal, demonstraram-se mais sensibilizados quanto as questões abordadas, o que pode estar relacionado ao fato de que a maioria desses pesquisados tenham vivenciado o processo de projeto e construção da moradia.

No contexto geral, considerou-se que a pesquisa atingiu os objetivos inicialmente propostos, apresentando resultados incentivadores especialmente na Área de Estudo I – UFSCar, onde a prática levava à expectativa de que as estruturas existentes fossem vistas com restrições pelos usuários do espaço.

Os resultados das duas áreas de estudo superaram as expectativas, no sentido de que demonstraram a boa aceitação da legislação e das técnicas e, especialmente, na Área de Estudo II – Residencial Montreal, também o compromisso com a responsabilidade da manutenção.

Contudo, o que se pode observar é que a falta de informação e conhecimento é, de fato, o principal empecilho para a prática de TCs. Sendo assim, a ampliação e

o fortalecimento do uso de TCs passa primeiramente por investimentos em estudos, pesquisas e divulgação pelos diversos agentes do setor público e privado, objetivando a obtenção de dados que, num segundo momento, possam subsidiar ações coordenadas principalmente pelo poder público, focadas nas necessidades e características de cada comunidade.

No caso específico da Área de Estudo I – UFSCar, em vista dos resultados apresentados, a recomendação também passa pela melhoria da estética paisagística das TCs, através de planejamento e projetos integrados, lembrando que esta pesquisa envolveu apenas os usuários do espaço. Portanto, ações junto aos gestores e técnicos poderiam ser importantes para que, de fato, todos os *campi* UFSCar pudessem, de forma integrada, tratar o planejamento físico de forma mais sustentável, especialmente na questão da drenagem.

Inclusive, na fase de aplicação dos questionários na Área de Estudo I, houve sugestão, principalmente por parte de alunos e docentes pesquisados, de se pensar uma forma de identificação das técnicas existentes no espaço através de placas/totens, contendo informações sobre denominação técnica da estrutura, seus benefícios e o edifício ao qual ela está “vinculada”. Fica aqui a sugestão para o Grupo de Pesquisa G-Hidro. E, como desafio maior, por que não transformar aquele espaço num “espaço modelo de drenagem sustentável” e, através de eventos programados, convidar a comunidade dos *campi* UFSCar a conhecer e utilizar o espaço como referência acadêmica de drenagem sustentável?

Espera-se que os resultados obtidos nesta pesquisa contribuam concretamente para subsidiar programas de divulgação e esclarecimentos, contribuindo também para o aprimoramento do processo de aplicação de TCs sob a ótica de APO ou APU, com novas qualificações de projeto, construção e uso; buscando, dessa forma, a satisfação do usuário do espaço e o conseqüente fortalecimento para a ampliação de um desenvolvimento urbano mais sustentável, em especial no tocante à drenagem urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELINI SOBRINHA, L. **Monitoramento e modelagem de um poço de infiltração de águas pluviais em escala real e com filtro na tampa**. 2012. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)–Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2012.

ARAÚJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação da Eficiência dos Pavimentos Permeáveis na redução do escoamento superficial. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 21-29, jul.-set., 2000.

AZZOUT, Y.; BARRAUD, S.; CRÈS, F. N.; ALFAKIH, E. **Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial: Choix, Conception, Réalisation et Entretien**. Paris, FR: Edition Lavoisier, 1994. (Collection Tec & Doc). Disponível em: <http://www.graie.org/ecopluies/part_1.htm>. Acesso em: 6 mar. 2014.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O. Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 29-49, jan.-mar., 2002.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2. ed. rev. Porto Alegre: ABRH, 2011.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm>. Acesso em: 7 mar. 2014.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.HTM>. Acesso em: 7 mar. 2014.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm>. Acesso em: 7 mar. 2014.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 7 mar. 2014.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 7 mar. 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Programa de Drenagem Sustentável: Apoio ao Desenvolvimento do Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Programa Drenagem Urbana Sustentável: Manual para apresentação de propostas**. Brasília, DF, 2006a. 23 p. Disponível em: <http://www.mprs.mp.br/areas/ressanear/arquivos/guia_elaboracao_de_planos_de_saneamento_min_das_cidades.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 2006b.

BRITO, D. S. **Metodologia para seleção de alternativas de sistemas de drenagem**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)–Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CARDOSO, A. S.; BAPTISTA, M. B. Metodologia para Avaliação de Alternativas de Intervenção em Cursos de Água em Áreas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 129-139. jan.-mar. 2011, Disponível em: <http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/371611c4f2f1e75063f1055c430fadea_4cb26c58727c5e1049de319cdeda2079.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2012.

CONSELHO DA EUROPA. **Convenção Europeia da Paisagem**. Florença, 2000. Disponível em: <<http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/landscape/versionsconvention/portuguese.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

COSTA JÚNIOR, L. L. **Avaliação do uso e ocupação do solo e do emprego de medidas de controle e inundação no lote**. 2003. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)–Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2003.

COSTA JÚNIOR, L. L.; BARBASSA, A. P. Parâmetros de projeto de microrreservatório, de pavimentos permeáveis e de previsão de enchentes urbanas. **Engenharia Sanitária Ambiental**, vol. 11, n. 1, p. 46-54, mar., 2006.

CRUZ, M. A. S.; SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M. Controle da drenagem urbana no Brasil: Avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17., 2007, São Paulo. **Anais eletrônicos**. Disponível em:

<<http://www.ctec.ufal.br/professor/mgn/ArtigoControleDaDrenagemUrbanaNoBrasilMecanismosParaASustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2012.

DEL RIO, V.; DUARTE, C. R. S.; RHEINGANTZ, P. A. **O projeto do lugar: colaboração entre psicologia, arquitetura e urbanismo**. Rio de Janeiro: Contra Capa, 2002.

FUSARI, L. M. **Estudo das Comunidades de Macro invertebrados Betônicos das Represas do Monjolino e Fazzari no campus da UFSCar**. 2006. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais)–Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2006.

GENZ, F.; TUCCI, C. E. M. Controle do escoamento em um lote urbano. **Revista Brasileira de Engenharia**, Caderno de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.13, n. 1. p. 105-124, jun., 1995.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em 23 nov. 2012.

LUCAS, A. H. **Monitoramento e modelagem de um sistema filtro-vala-trincheira de infiltração em escala real**. 2011. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)–Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2011.

MARTIN, C.; RUPERD, Y.; LEGRET, M. Urban stormwater drainage management: The development of a multicriteria decision aid approach for best management practices. **European Journal of Operational Research**, v. 181, n. 1, p. 338-349, ago. 2007.

MILOGRANA, J. **Estudo de Medidas de Controle de Cheias em Ambientes Urbanos**. 2001. 120 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia ambiental e recursos hídricos)–Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2001.

MOREIRA, A. C. M. L. **Conceitos de Ambiente Urbano e de Impacto Ambiental Aplicáveis ao Meio Urbano** (Extrato da tese de doutorado intitulada Megaprojetos & Ambiente Urbano: Metodologia para elaboração do relatório de Impacto de Vizinhança, apresentada à FAU-USP em outubro de 1997). Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu_doc/moreira6-conceito_impacto_urbano.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2014.

MOURA, M. M. **Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana**. 2004. 164 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)–Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

MOURA, P. M.; BAPTISTA, M. B.; BARRAUD, S. Avaliação multicritério de sistemas de drenagem urbana. **Revista REGA**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 31-42, jan.-jun. 2009. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/9af370af73e3fe450e3ff70172b9c12b_3784420ee2f3bbe958bbf964ce8145b1.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2014.

NASCIMENTO, N. de O.; BAPTISTA, M. B. Técnicas compensatórias em águas pluviais. In: RIGHETTO, A. M. (coord.). **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

PARKINSON, J.; MILOGRANA, J.; CAMPOS, L. C.; CAMPOS, R. **Workshop Drenagem Urbana Sustentável no Brasil**. Workshop realizado na Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 7 mai. 2003.

POMPÊO, C. A. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 15-23, jan.-mar., 2000. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/c6be0bdb36e71f441b574b6a63d5a75a_2d24ccc39dcc0666232d4d538fcef31f.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2014.

PORTLAND. Environmental Services. City of Portland, Oregon - Clean River Works. **Stormwater Management Manual**. Portland, Oregon, 2002.

PRINCE GEORGE'S COUNTY. Department of Environmental Resources. Programs and Planning Division. **Low-Impact development design strategies: an integrated design approach**. Prince George's County, Maryland, 1999. Disponível em: <<http://water.epa.gov/polwaste/green/upload/lidnatl.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2014.

REIS, R. P. A.; OLIVEIRA, L. H.; SALES, M. M. Sistemas de drenagem na fonte por poços de infiltração de águas pluviais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 99-117, abr.-jun., 2008.

RIGHETTO, A. M. (coord.). **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

ROCHA, A. P. Prefeitura de São Paulo testa pavimentos permeáveis para regiões de enchentes. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/tecnologia-materiais/prefeitura-de-sao-paulo-testa-pavimentos-permeaveis-para-regioes-de-156117-1.aspx>>. Acesso em: 8 mar. 2013.

ROJAS GUTIERREZ, L. A. **Avaliação da qualidade da água de chuva e de um sistema filtro-vala-trincheira de infiltração no tratamento do escoamento superficial direto predial em escala real em São Carlos-SP**. 2011. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)—Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2011.

SÃO CARLOS. Câmara Municipal. **Pesquisa de Leis Municipais**. São Carlos, SP, 2013. Disponível em: <<http://www.camarasaocarlos.sp.gov.br/portal/index.php/leis/pesquisa-de-leis-municipais.html>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

SÃO CARLOS. **Lei nº 13.246, de 27 de novembro de 2003.** Dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas. Disponível em: <http://alfaweb.camarasaocarlos.sp.gov.br/pdfs/CODIGOLEI_8091.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2014.

SÃO CARLOS. **Lei nº 13.332, de 27 de maio de 2004.** Dispõe sobre a obrigatoriedade de arborização de vias e áreas verdes nos planos de parcelamento do solo para loteamento e desmembramentos. Disponível em: <http://alfaweb.camarasaocarlos.sp.gov.br/pdfs/CODIGOLEI_8284.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2014.

SÃO CARLOS. **Lei nº 13.691, de 25 de novembro de 2005.** Institui o plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências. Disponível em: <http://alfaweb.camarasaocarlos.sp.gov.br/pdfs/CODIGOLEI_9109.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2014.

SÃO CARLOS. **Lei nº 13.944, de 12 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a criação de Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município - APREM e dá outras providências. Disponível em: <http://alfaweb.camarasaocarlos.sp.gov.br/pdfs/CODIGOLEI_10092.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2014.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. **Legislação.** Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/leis/>>. Acesso em 22/08/2012.

SÃO PAULO. **Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997.** Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9509-20.03.1997.html>>. Acesso em: 7 mar. 2014.

SÃO PAULO. **Lei nº 12.526, de 2 de janeiro de 2007.** Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12526-02.01.2007.html>>. Acesso em: 7 mar. 2014.

SÃO PAULO. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Piscinões cumprem papel das várzeas ocupadas desordenadamente.** Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=60:piscinones-home&catid=38:piscinones>. Acesso em 21/02/2013.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de São Paulo. **Monitoramento de Piscinões.** Disponível em: <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/saffor_bueiros/FormsPublic/serv3Piscinones.aspx>. Acesso em: 19 fev. 2013.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de São Paulo. **Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo – PMAP-SP.** 2012. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/>

arquivos/comite_clima/plano_diretor_de_drenagem_201200712_fundap.pdf>.
Acesso em: 19 fev. 2013.

SOUZA, C. F. **Mecanismos técnico-institucionais para a sustentabilidade da drenagem urbana**. 2005. 193 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)–Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000489126&loc=2005&l=8725c8399148ed55>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2, p. 9-18, abr.-jun., 2012. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/1361c5cc630781dc57b7a74787e9d9ce_bc8f77c71c3ef1a7b0e0fc3cd3a2679f.pdf>. Acesso em: 9 mai. 2012.

SOUZA, V. C. B. **Estudo Experimental de Trincheiras de Infiltração no Controle do Escoamento Superficial**. 2002. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)–Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TAVANTI, D. R. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto aplicado ao processo de planejamento urbano**. 2009. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)–Departamento/ de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2009.

TAVANTI, D. R.; BARBASSA, A. P. Análise dos Desenvolvimentos Urbanos de Baixo Impacto e Convencional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 4, p. 17-28, out.-dez., 2012. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/b2969a4d3a4852c6d8963e2329152120_710d19bd4c25f6b20d9f307f9d63459f.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2013.

TUCCI, C. E. M. Enchentes urbanas no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia**, Caderno de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 12, n. 1, 1994.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas da América do Sul**. Porto Alegre: ABRH, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades; Global Water Partnership; World Bank; Unesco, 2005. Disponível em: <<http://www.semrah.se.gov.br/modules/wfdownloads/singlefile.php?cid=1&lid=175>>. Acesso em: 15 mai. 2013.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 fev. 2013.

UNITED STATES. Department of Defense [USDoD]. Unified Facilities Criteria (UFC) **Low Impact Development Manual**. 2004. Disponível em: <http://www.lowimpactdevelopment.org/lid%20articles/ufc_3_210_10.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Escritório de Desenvolvimento Físico. **Mapas Campus São Carlos**. São Carlos, SP, 2013.

URBAN DESIGN TOLLS. **Low Impact Development**. Disponível em: <http://www.lid-stormwater.net/background.htm#What_is_LID>. Acesso em: 22 mar. 2013.

URBONAS, B.; STAHR, P. **Stormwater Best Management Practices and Detention**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1993.

VILLAR, L. M.; *et. al.* A Percepção Ambiental entre os Habitantes da Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Enfermagem Escola Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 285-290, jun., 2008.

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. **Qualidade Ambiental na Habitação**: avaliação pós-ocupação. São Paulo: Editora Oficina dos Textos, 2013.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES NÃO CITADAS

BERGMANN, M. PEDROZO, C. S. (2009). Explorando a Bacia Hidrográfica na Escola: Contribuições à Educação Ambiental. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 537-553, 2009.

CREESE, W. **The Search for Environment**: the garden city before and after. New Haven, Conn: M.I.T. Press, 1992.

FAGGIONATO, S. **Percepção ambiental**. Disponível em: <<http://www.educar.sc.usp.br>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

LEITE, L. C. R. **Avaliação de projetos habitacionais**: determinando a funcionalidade da moradia social. São Paulo: Ensino Profissional, 2006.

LOWNDES, M. A. **The Wisconsin Storm Water Manual**: Infiltration basins and trenches. Wisconsin Department of Natural Resources, University of Wisconsin. Wisconsin, 2000. Disponível em: <<http://learningstore.uwex.edu>>. Acesso em: 26 out. 2011.

ORNSTEIN, S. W. **Avaliação Pós-Ocupação aplicada à Habitação Social**. Curso cidades acessíveis. CEPAM, Caixa Econômica Federal, 2001.

ORNSTEIN, S. W.; ROMERO, M. A. **Avaliação Pós-Ocupação**: Métodos e Técnicas aplicados à Habitação Social. Porto Alegre: Coleção Habitare, 2003.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED 2009 for New Construction and Major Renovations**. Washington, DC, 2008.

UNITED STATES DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT. Office of policy development and research. **The practice of Low Impact Development**. Washington, DC, 2003.

ANEXO I – Questionário Área de Estudo I – UFSCar

O questionário a seguir, faz parte de um projeto de mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar.

O objetivo é o levantamento de dados sobre a prática de técnicas compensatórias relacionadas ao manejo das águas de chuva nas cidades, sob a ótica dos agentes envolvidos com o espaço onde existe a prática dessas técnicas.

INFORMAÇÕES INICIAIS

O processo de construção das cidades, também causa impacto ambiental relacionado às águas de chuva como, por exemplo, as enchentes.

Uma grande parcela das águas da chuva, naturalmente escoam pelo solo em direção as partes mais baixas do terreno, onde se localizam rios e córregos. Neste trajeto parte dessa água penetra no solo através de infiltração.

A construção das cidades devido às ruas asfaltadas, estacionamentos, calçadas, praças, casas, edifícios, etc., promovem a impermeabilização do solo e, portanto a alteração desse processo, gerando grandes volumes de águas (enxurradas). Usualmente, a solução técnica adotada pela engenharia para o manejo dessas águas, é a construção de redes subterrâneas denominadas de galeria de águas pluviais.

O sistema de galeria de águas pluviais é composto por canalizações enterradas com a finalidade de transportar as águas de chuvas das cidades para rios e córregos mais próximos.

I. Você sabia que além do sistema convencional de galerias, existem sistemas alternativos denominados de técnicas compensatórias, geralmente localizadas nas proximidades da construção (casas, edifícios, praças, ruas, etc.); que têm como princípio compensar as alterações ambientais decorrentes da urbanização?

a) Não. b) Sim.

II. Você sabia que essas técnicas minimizam a ocorrência de inundações, enchentes e também a degradação ambiental?

a) Não. b) Sim.

Fotos de bons exemplos de Técnicas Compensatórias:



Bacia Retenção, EUA. 2003.



Trincheira, BH. 2004.



Trincheira – UFSCar. 2012.



Vala – BH, MG. 2004.

QUESTIONÁRIO – Área de Estudo I - UFSCar

a) ASPECTOS LEGAIS

1. Você sabia que existem leis que estabelecem a obrigatoriedade da prática de técnicas compensatórias (TCs) para as águas da chuva, por exemplo, poço de infiltração, em lotes urbanos?
 - a) Não.
 - b) Sim.

2. Deve-se adotar a prática dessas técnicas nos **campi** da UFSCar?
 - a) Concordo totalmente.
 - b) Concordo.
 - c) Não sei.
 - d) Discordo parcialmente.
 - e) Discordo totalmente.

3. Deve-se adotar a prática dessas técnicas nos espaços públicos das cidades?
 - a) Concordo totalmente.
 - b) Concordo.
 - c) Não sei.
 - d) Discordo parcialmente.
 - e) Discordo totalmente.

b) ASPECTOS AMBIENTAIS E PAISAGÍSTICOS

4. Assinale com “X”, o grau de responsabilidade dos agentes na preservação do meio ambiente:

Agentes/Alternativas	a	b	c	D
	Baixo (0 a 5%)	Médio (25 a 50%)	Alto (50 a 75%)	Muito alto (75 a 100%)
4.1. Poder Público				
4.2. Cidadãos				
4.3. Associações de Bairro/ Condomínios				

5. Qual a sua percepção quanto ao aspecto paisagístico da **trincheira - Medicina I, do poço de infiltração - Núcleo de Formação de Professores e do plano de retenção - Fisioterapia?**
- a) Piorou o aspecto do local.
 - b) Melhorou o aspecto do local.
 - c) Poderia ter sido mais bem pensado este aspecto.
 - d) Não interferiu em nada.
 - e) Nunca observei sob esse aspecto.
6. Na compra de um imóvel, que grau de importância você daria para a aplicação de técnicas construtivas ambientalmente sustentáveis?
- a) Muito importante.
 - b) Importante.
 - c) Tenho dúvida.
 - d) Pouco Importante.
 - e) Não importante.

c) ASPECTOS RELATIVOS AO PROJETO

7. Você já participou de um processo de elaboração de projeto para construção de uma casa, edifício ou outra obra qualquer?
- a) Não.
 - b) Sim.
8. Assinale uma ou mais alternativas, sobre as águas de chuva nas cidades, que você teve conhecimento através de profissional de engenharia ou arquitetura?
- a) Obrigatoriedade por lei de se construir técnicas compensatórias.
 - b) Informações sobre tipos de técnicas compensatórias.
 - c) Informações quanto à manutenção dessas técnicas.
 - d) Nunca tive nenhuma informação.
9. Você estaria disposto a substituir o sistema convencional de canalização de água de chuva da sua moradia, por técnicas compensatórias?
- a) Não.
 - b) Sim.
 - c) Apenas parcialmente.
 - d) Não sei.

d) ASPECTOS RELATIVOS À CONSTRUÇÃO

10. Você acha que essas técnicas aumentam o custo da obra?
- a) Não.
 - b) Sim.
 - c) Não sei.
11. Na sua opinião qual ou quais dos itens abaixo, não estimula (m) a prática dessas técnicas?
- a) Falta de informação.
 - b) Custo financeiro.
 - c) Disponibilidade de área no terreno.
 - d) Execução da obra.
 - e) Manutenção.
12. Classifique de “a” a “d” em ordem de importância as atuações que mais estimulariam a prática de técnicas compensatórias. Considere: “a” como mais importante e “d” como menos importante.
- () Incentivo financeiro do poder público.
 - () Campanhas informativas.
 - () Fiscalização pelo poder público quanto ao cumprimento da legislação.
 - () Profissionais de engenharia e arquitetura mais preparados e comprometidos.

e) ASPECTOS RELATIVOS AO USO DO ESPAÇO E MANUTENÇÃO

13. Você acha que a **trincheira - Medicina I, o poço de infiltração - Núcleo de Formação de Professores e o plano de retenção - Fisioterapia** geram dificuldades quanto ao uso do espaço?
- a) Não.
 - b) Sim, pois ocupa um espaço que poderia ter outra finalidade.
 - c) Sim, pois compromete paisagisticamente o local.
 - d) Nunca observei sob esse aspecto.
14. Quanto à **trincheira, o poço de infiltração e o plano de retenção**, acima mencionados, você:

- a) Prefere mantê-los e, recomenda a prática, pois é importante do ponto de vista ambiental.
 - b) Prefere mantê-los, porém não recomenda a prática.
 - c) Prefere retirá-los e usar o local como jardim ou outro fim.
 - d) Não sabe.
- 15.** Quanto aos cuidados relativos à manutenção da **trincheira, do poço de infiltração e do plano de retenção** acima mencionados, você:
- a) Não tem conhecimento e não acha necessários esses cuidados.
 - b) Não tem conhecimento, porém gostaria de ter, pois acha que são necessários.
 - c) Tem conhecimento e acha que são necessários.
 - d) Não sabe.

INFORMAÇÕES PESSOAIS

Gênero:

- a) Feminino.
- b) Masculino.

Escolaridade:

- a) Ensino Fundamental (8ª. Série).
- b) Ensino Médio (colegial, técnico, etc.).
- c) Superior (completo ou incompleto).

Idade:

- a) menos de 18 anos.
- b) 18 a 25 anos.
- c) 26 a 45 anos.
- d) 46 a 60 anos.
- e) mais de 60 anos.

**A todos, muito obrigada.
PPGEU – DECiv/UFSCar**

ANEXO II – Questionário Área de Estudo II – Res. Montreal

O questionário a seguir, faz parte de um projeto de mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar.

O objetivo é o levantamento de dados sobre a prática de técnicas compensatórias relacionadas ao manejo das águas de chuva nas cidades, sob a ótica dos agentes envolvidos com o espaço onde existe a prática dessas técnicas.

INFORMAÇÕES INICIAIS

O processo de construção das cidades, também causa impacto ambiental relacionado às águas de chuva como, por exemplo, as enchentes.

Uma grande parcela das águas da chuva, naturalmente escoam pelo solo em direção as partes mais baixas do terreno, onde se localizam rios e córregos. Neste trajeto parte dessa água penetra no solo através de infiltração.

A construção das cidades devido às ruas asfaltadas, estacionamentos, calçadas, praças, casas, edifícios, etc., promovem a impermeabilização do solo e, portanto a alteração desse processo, gerando grandes volumes de águas (enxurradas). Usualmente, a solução técnica adotada pela engenharia para o manejo dessas águas, é a construção de redes subterrâneas denominadas de galeria de águas pluviais.

O sistema de galerias de águas pluviais é composto por canalizações enterradas com a finalidade de transportar as águas de chuvas das cidades para rios e córregos mais próximos.

I. Você sabia que além do sistema convencional de galerias, existem sistemas alternativos denominados de técnicas compensatórias, geralmente localizadas nas proximidades da construção (casas, edifícios, praças, ruas, etc.); que têm como princípio compensar as alterações ambientais decorrentes da urbanização?

a) Não.

b) Sim.

II. Você sabia que essas técnicas minimizam a ocorrência de inundações, enchentes e também a degradação ambiental?

a) Não.

b) Sim.

Fotos de bons exemplos de Técnicas Compensatórias:



Bacia Retenção, EUA. 2003.



Trincheira, BH. 2004.



Trincheira – UFSCar. 2012.



Vala – BH, MG. 2004.

QUESTIONÁRIO – Área de estudo II – Res. Montreal

a) ASPECTOS LEGAIS

1. Você sabia que existem leis que estabelecem a obrigatoriedade da prática de técnicas compensatórias (TCs) para as águas da chuva, (por exemplo, poço de infiltração), em lotes urbanos?
 - a) Não.
 - b) Sim.

2. Deve-se adotar a prática dessas técnicas, inclusive nos espaços coletivos de loteamentos?
 - a) Concordo totalmente.
 - b) Concordo parcialmente.
 - c) Não sei.
 - d) Discordo parcialmente.
 - e) Discordo totalmente.

3. Deve-se adotar a prática dessas técnicas nos espaços públicos das cidades?
 - a) Concordo totalmente.
 - b) Concordo parcialmente.
 - c) Não sei.
 - d) Discordo parcialmente.
 - e) Discordo totalmente.

b) ASPECTOS AMBIENTAIS E PAISAGÍSTICOS

4. Assinale com “X”, o grau de responsabilidade dos agentes propostos na preservação do meio ambiente:

Agentes/Alternativas	a	b	c	d
	Baixo (0 a 25%)	Médio 25 a 50%	Alto (50 a 75%)	Muito alto (75 a 100%)
4.1. Poder Público				
4.2. Cidadãos				
4.3. Associações de Bairro/ Condomínios				

5. Qual a sua percepção quanto ao aspecto paisagístico do **poço de infiltração** construído no seu lote?
- a) Piorou o aspecto do local.
 - b) Melhorou o aspecto do local.
 - c) Poderia ter sido mais bem pensado este aspecto.
 - d) Não interferiu em nada.
 - e) Nunca observei sob esse aspecto.
6. Na compra de um imóvel, que grau de importância você daria para a aplicação de técnicas construtivas ambientalmente sustentáveis?
- a) Muito importante.
 - b) Importante.
 - c) Tenho dúvida.
 - d) Pouco Importante.
 - e) Não importante.

c) ASPECTOS RELATIVOS AO PROJETO

7. Você participou do processo de elaboração do projeto para construção da sua moradia?
- a) Não.
 - b) Sim.
8. Assinale uma ou mais alternativas, sobre as águas de chuva nas cidades, que você teve conhecimento através de profissional de engenharia ou arquitetura?
- a) Obrigatoriedade por lei, de se construir técnicas compensatórias.
 - b) Informações sobre tipos de técnicas compensatórias.
 - c) Informações quanto à manutenção dessas técnicas.
 - d) Nunca tive nenhuma informação.
9. Você estaria disposto a substituir o sistema convencional de canalização de água de chuva na sua moradia por técnicas compensatórias (TCs)?
- a) Não.
 - b) Sim.
 - c) Apenas parcialmente.
 - d) Não sei.

d) ASPECTOS RELATIVOS À CONSTRUÇÃO

10. Você acha que essas técnicas aumentam o custo da obra?
- a) Não.
 - b) Sim.
 - c) Não sei.
11. Qual ou quais dos itens abaixo, não estimula a prática dessas técnicas?
- a) Falta de informação.
 - b) Custo financeiro.
 - c) Disponibilidade de área no terreno.
 - d) Execução da obra.
 - e) Manutenção.
12. Classifique de “a” a “d” em ordem de importância, as atuações que mais estimulariam a prática de técnicas compensatórias. Considere: “a” como mais importante e “d” como menos importante.
- () Incentivo financeiro do poder público.
 - () Campanhas informativas.
 - () Fiscalização pelo poder público quanto ao cumprimento da legislação.
 - () Profissionais de engenharia e arquitetura mais preparados e comprometidos.

e) ASPECTOS RELATIVOS AO USO DO ESPAÇO E MANUTENÇÃO

13. Você acha que o **poço de infiltração** existente no seu lote, gera dificuldade quanto ao uso do espaço?
- a) Não.
 - b) Sim, pois ocupa um espaço que poderia ter outra finalidade.
 - c) Sim, pois compromete paisagisticamente o local.
 - d) Nunca observei sob esse aspecto.
14. Quanto ao **poço de infiltração** acima mencionado, você:
- a) Prefere mantê-lo e, recomenda a prática, pois é importante do ponto de vista ambiental.
 - b) Prefere mantê-lo, porém não recomenda a prática.
 - c) Prefere retirá-lo e usar o local como jardim ou outro fim.

- d) Não sabe.
15. Quanto aos cuidados relativos à manutenção do **poço de infiltração** acima mencionado, você:
- a) Não tem conhecimento e não acha necessários esses cuidados.
 - b) Não tem conhecimento, porém gostaria de ter para aplicá-los.
 - c) Tem conhecimento, porém não aplica.
 - d) Tem conhecimento e aplica.
-

INFORMAÇÕES PESSOAIS

Gênero:

- a) Feminino.
- b) Masculino.

Escolaridade:

- a) Ensino Fundamental (8ª. Série).
- b) Ensino Médio (colegial, técnico, etc.).
- c) Superior (completo ou incompleto).

Idade:

- a) menor de 18 anos.
- b) 18 a 25 anos.
- c) 26 a 45 anos.
- d) 46 a 60 anos.
- e) mais de 60 anos.

**A todos, muito obrigada.
PPGEU – DECiv/UFSCar**

ANEXO III – Média dos resultados obtidos de alunos, funcionários e docentes pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar

RESULTADOS OBTIDOS: MÉDIA DE ALUNOS, FUNCIONÁRIOS E DOCENTES PESQUISADOS (ÁREA DE ESTUDO I – UFSCAR)						
Aspectos	Questões	Alternativas				
		a	b	c	d	e
Informações Iniciais	I	42%	57%	-	-	-
	II	32%	68%	-	-	-
Aspectos Legais	1	66%	34%	-	-	-
	2	67%	28%	4%	0%	0%
	3	70%	28%	2%	0%	0%
Aspectos Ambientais e Paisagísticos	4.1	3%	13%	26%	58%	-
	4.2	6%	21%	32%	41%	-
	4.3	16%	19%	32%	33%	-
	5	3%	24%	28%	39%	6%
	6	39%	46%	10%	3%	2%
Aspectos Relativos ao Projeto	7	77%	23%	-	-	-
	8	27%	13%	9%	51%	-
	9	2%	50%	13%	36%	-
Aspectos relativos à Construção	10	8%	55%	37%	-	-
	11	47%	22%	14%	9%	8%
	12	Ver ANEXOS V, VI e VII				-
Aspectos relativos ao Uso e Manutenção	13	47%	8%	1%	44%	-
	14	81%	3%	3%	13%	-
	15	6%	81%	8%	5%	-
Informações Pessoais	Gênero	73%	27%	-	-	-
	Escolaridade	0%	12%	88%	-	-
	Idade	0%	31%	39%	28%	2%

ANEXO IV – Resultados obtidos dos moradores pesquisados da Área de Estudo II – Res. Montreal

RESULTADOS OBTIDOS DE MORADORES PESQUISADOS (ÁREA DE ESTUDO II – RES. MONTREAL)							
Aspectos	Questões	Alternativas					Total de Pesquisados
		a	b	c	d	e	
Informações Iniciais	I	24%	76%	-	-	-	50
	II	14%	86%	-	-	-	50
Aspectos Legais	1	22%	78%	-	-	-	50
	2	80%	18%	2%	0%	0%	50
	3	88%	4%	8%	0%	0%	50
Aspectos Ambientais e Paisagísticos	4.1	5%	20%	20%	55%	-	50
	4.2	10%	20%	30%	40%	-	50
	4.3	12%	18%	28%	42%	-	50
	5	2%	18%	10%	70%	0%	50
	6	46%	46%	8%	0%	0%	50
Aspectos Relativos ao Projeto	7	14%	86%	-	-	-	50
	8	40%	25%	8%	27%	-	50
	9	10%	66%	10%	14%	-	50
Aspectos relativos à Construção	10	8%	18%	52%	4%	18%	50
	11	51%	16%	14%	6%	13%	50
	12*	38%	28%	16%	18%	-	50
Aspectos relativos ao Uso e Manutenção	13	78%	2%	8%	12%	-	50
	14	96%	4%	0%	-	-	50
	15	8%	68%	4%	20%	-	50
Informações Pessoais	Gênero	48%	52%	-	-	-	50
	Escolaridade	0%	18%	82%	-	-	50
	Idade	0%	4%	76%	10%	10%	50

* a) Campanhas informativas;
b) Incentivo financeiro do poder público;
c) Fiscalização pelo poder público quanto ao cumprimento da legislação;
d) Profissionais de engenharia e arquitetura mais preparados e comprometidos.

ANEXO V – Resultados obtidos de alunos pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar

RESULTADOS OBTIDOS DE ALUNOS PESQUISADOS (ÁREA DE ESTUDO I – UFSCAR)							
Aspectos	Questões	Alternativas					Total de Pesquisados
		a	b	c	d	e	
Informações Iniciais	I	48%	52%	-	-	-	90
	II	43%	57%	-	-	-	90
Aspectos Legais	1	70%	30%	-	-	-	90
	2	63%	31%	4%	1%	1%	90
	3	66%	34%	0%	0%	0%	90
Aspectos Ambientais e Paisagísticos	4.1	4%	22%	23%	52%	-	90
	4.2	5%	28%	29%	39%	-	90
	4.3	27%	22%	25%	27%	-	90
	5	2%	23%	33%	35%	7%	90
	6	35%	46%	12%	7%	0%	90
Aspectos Relativos ao Projeto	7	76%	24%	-	-	-	90
	8	25%	27%	14%	34%	-	90
	9	4%	42%	14%	40%	-	90
Aspectos relativos à Construção	10	7%	64%	29%	-	-	90
	11	42%	24%	10%	12%	12%	90
	12*	37%	28%	17%	18%	-	90
Aspectos relativos ao Uso e Manutenção	13	33%	12%	1%	54%	-	90
	14	82%	4%	8%	6%	-	90
	15	6%	88%	5%	1%	-	90
Informações Pessoais	Gênero	60%	40%	-	-	-	90
	Escolaridade	0%	0%	100%	-	-	90
	Idade	1%	89%	10%	0%	0%	90

* a) Campanhas informativas;

b) Incentivo financeiro do poder público;

d) Profissionais de engenharia e arquitetura mais preparados e comprometidos;

c) Fiscalização pelo poder público quanto ao cumprimento da legislação.

ANEXO VI – Resultados obtidos de funcionários pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar

RESULTADOS OBTIDOS DE FUNCIONÁRIOS PESQUISADOS (ÁREA DE ESTUDO I – UFSCAR)							
Aspectos	Questões	Alternativas					Total de Pesquisados
		a	b	c	d	e	
Informações Iniciais	I	37%	63%	-	-	-	19
	II	16%	84%	-	-	-	19
Aspectos Legais	1	58%	42%	-	-	-	19
	2	68%	32%	0%	0%	0%	19
	3	68%	27%	5%	0%	0%	19
Aspectos Ambientais e Paisagísticos	4.1	5%	11%	32%	52%	-	19
	4.2	11%	21%	47%	21%	-	19
	4.3	11%	11%	62%	16%	-	19
	5	0%	26%	21%	42%	11%	19
	6	47%	37%	11%	0%	5%	19
Aspectos Relativos ao Projeto	7	89%	11%	-	-	-	19
	8	26%	5%	5%	63%	-	19
	9	0%	52%	11%	37%	-	19
Aspectos relativos à Construção	10	11%	58%	31%	-	-	19
	11	48%	22%	19%	7%	4%	19
	12*	52%	26%	11%	11%	-	19
Aspectos relativos ao Uso e Manutenção	13	74%	0%	0%	26%	-	19
	14	84%	5%	0%	11%	-	19
	15	11%	68%	16%	5%	-	19
Informações Pessoais	Gênero	79%	21%	-	-	-	19
	Escolaridade	0%	37%	63%	-	-	19
	Idade	0%	5%	48%	42%	5%	19

* a) Campanhas informativas;

b) Incentivo financeiro do poder público;

d) Profissionais de engenharia e arquitetura mais preparados e comprometidos;

c) Fiscalização pelo poder público quanto ao cumprimento da legislação.

**ANEXO VII – Resultados obtidos de docentes pesquisados da Área de
Estudo I – UFSCar**

RESULTADOS OBTIDOS DE DOCENTES PESQUISADOS (ÁREA DE ESTUDO I – UFSCAR)							
Aspectos	Questões	Alternativas					Total de Pesquisados
		a	b	c	d	e	
Informações Iniciais	I	42%	58%	-	-	-	40
	II	38%	63%	-	-	-	40
Aspectos Legais	1	70%	30%	-	-	-	40
	2	70%	22%	8%	0%	0%	40
	3	75%	23%	2%	0%	0%	40
Aspectos Ambientais e Paisagísticos	4.1	0%	8%	22%	70%	-	40
	4.2	2%	15%	20%	63%	-	40
	4.3	10%	25%	10%	55%	-	40
	5	8%	22%	30%	40%	0%	40
	6	35%	55%	8%	2%	0%	40
Aspectos Relativos ao Projeto	7	65%	35%	-	-	-	40
	8	30%	7%	7%	56%	-	40
	9	2%	55%	13%	30%	-	40
Aspectos relativos à Construção	10	7%	43%	50%	-	-	40
	11	49%	20%	13%	9%	9%	40
	12*	31%	31%	22%	16%	-	40
Aspectos relativos ao Uso e Manutenção	13	35%	13%	2%	50%	-	40
	14	78%	0%	0%	22%	-	40
	15	0%	88%	2%	10%	-	40
Informações Pessoais	Gênero	80%	20%	-	-	-	40
	Escolaridade	0%	0%	100%	-	-	40
	Idade	0%	0%	58%	42%	0%	40

* a) Campanhas informativas;

b) Incentivo financeiro do poder público;

c) Fiscalização pelo poder público quanto ao cumprimento da legislação;

d) Profissionais de engenharia e arquitetura mais preparados e comprometidos.

ANEXO VIII – Média e Desvio Padrão dos resultados obtidos de alunos, funcionários e docentes pesquisados da Área de Estudo I – UFSCar

MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS DE ALUNOS, FUNCIONÁRIOS E DOCENTES (ÁREA DE ESTUDO I – UFSCAR)

Aspectos	Questões	Alternativas										
		a		b		c		d		e		
		Média	Desvio Padrão (σ)	Média	Desvio Padrão (σ)	Média	Desvio Padrão (σ)	Média	Desvio Padrão (σ)	Média	Desvio Padrão (σ)	
Informações Iniciais	I	42%	5%	57%	5%	-	-	-	-	-	-	
	II	32%	12%	68%	12%	-	-	-	-	-	-	
Aspectos Legais	1	66%	6%	34%	6%	-	-	-	-	-	-	
	2	67%	3%	28%	4%	4%	3%	0%	1%	0%	1%	
	3	70%	4%	28%	4%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	
Aspectos Ambientais e Paisagísticos	4	4.1	3%	2%	13%	6%	26%	5%	58%	9%	-	-
		4.2	6%	4%	21%	5%	32%	11%	41%	17%	-	-
		4.3	16%	8%	19%	6%	32%	22%	33%	16%	-	-
	5	3%	3%	24%	2%	28%	5%	39%	3%	6%	4%	
	6	39%	6%	46%	7%	10%	2%	3%	3%	2%	2%	
Aspectos Relativos ao Projeto	7	77%	10%	23%	10%	-	-	-	-	-	-	
	8	27%	2%	13%	10%	9%	4%	51%	13%	-	-	
	9	2%	1%	50%	5%	13%	1%	36%	4%	-	-	
Aspectos relativos à Construção	10	8%	2%	55%	9%	37%	9%	-	-	-	-	
	11	47%	3%	22%	2%	14%	4%	9%	2%	8%	3%	
	12	Não houve consenso entre as três amostras. Vide Anexos V, VI e VII.										
Aspectos relativos ao Uso e Manutenção	13	47%	19%	8%	6%	1%	1%	44%	12%	-	-	
	14	81%	3%	3%	2%	3%	4%	13%	7%	-	-	
	15	6%	0%	81%	9%	8%	6%	5%	4%	-	-	