



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
URBANAS ATRAVÉS DA ABORDAGEM
WATER SENSITIVE URBAN DESIGN:

DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA
O MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP

ALEXANDRE DA SILVA FAUSTINO
ORIENTADOR: PROF. DR. RICARDO SILOTO DA SILVA

SÃO CARLOS
2017

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

**GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS ATRAVÉS DA
ABORDAGEM *WATER SENSITIVE URBAN DESIGN*: DESAFIOS E
POTENCIALIDADES PARA O MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP**

ALEXANDRE DA SILVA FAUSTINO

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. Ricardo Siloto da Silva

São Carlos
2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a defesa de dissertação de mestrado do candidato Alexandre da Silva Faustino, realizada em 28/04/2017:

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
(UFSCar)

P/ Profª Drª Liza Maria Souza de Andrade
(UnB)

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

Certifico que a sessão de defesa foi realizada com a participação à distância do membro Profª Drª Liza Maria Souza de Andrade e, depois das arguições e deliberações realizadas, o participante à distância está de acordo com o conteúdo do parecer da comissão examinadora redigido no relatório de defesa do aluno Alexandre da Silva Faustino.

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Presidente da Comissão Examinadora
(UFSCar)

AGRADECIMENTOS

Seria impossível chegar a este ponto sem as contribuições e o suporte de tantas pessoas iluminadas. Minha mais sincera gratidão a todos vocês!

Ao professor Ricardo, por me acolher no programa de pós-graduação e em seu grupo de pesquisa, e possibilitar de inúmeras maneiras o desenvolvimento desta pesquisa que me é tanto cara. Agradeço a todo crescimento proporcionado.

Aos colegas de GESTAU, Gustavo, Sabrina e Simone, por todas contribuições à pesquisa e pelos momentos de descontração compartilhados.

À professora Renata, por me indicar ao programa e me apresentar ao professor Ricardo, e por sempre me inspirar a ir além.

Aos professores Frederico Hanai, Bernardo Teixeira e Liza de Andrade pelas prazerosas trocas e contribuições que trouxeram durante as bancas de qualificação e de defesa.

À professora Sandra, por trazer contribuições valiosas à pesquisa e ter traçado pontes que viabilizaram sua conclusão, e juntamente aos professores Renato Anelli, Ricardo Martucci, Paulo Vaz e ao diretor Alberto Engelbrecht, por gentilmente relatarem um pouco de suas belas trajetórias.

Aos profissionais da SHMDU e SMOP, Mário Pelissari, Renato Nishimura, José Fabrício e Alexandre Casado pelas orientações e pelo auxílio na consulta aos documentos analisados.

Aos colegas do Projeto Urbano Santa Maria do Leme, professora Luciana, Christian, Cris, Victor e Gabriel, pelos esforços coletivos sobre uma ideia transformadora.

À minha família são-carlense, Raimunda, Alan, Kerlyn, Isabel, Lauro, Fernando, Felipe, Augusto, Sarah e Henrique, pelo carinho constante. Não haveria tantas cores e sabores sem vocês por perto.

Às amigas que permanecem na minha cidade querida, Roberta, Felipe, João, Loise e Carol, que com braços abertos e sorrisos largos me recebem passe o tempo que for.

Àqueles de infinito amor à prova de distância, que dedicaram tanto de si para que eu chagasse onde cheguei, Marlene, Aristides, Celina, Aniclézio, Cida, Jaqueline, Daniel, Renata, Luzinete, Elizabeth, Janete, Silvestre, Camila, André, Isabela e Gael. Sempre os tenho comigo.

Aos queridos Noerli, Gerson, Luzia, Wandir, Lucas, Samara, Sheila, Elder e Enzo, pelas portas sempre abertas e por demonstrarem um afeto tão puro e sincero.

Ao Nicolas, por compartilhar as epifanias, angústias, conquistas e derrotas, sempre trazendo luz nos momentos mais duros e difíceis.

À FAPESP e à CAPES pelo apoio financeiro concedido com as bolsas de pesquisa, processo nº 2015/09751-4, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

I

Sou o Monjolinho
Nasci de cristalinos olhos d'água.
Rasguei meu leito entre vales e colinas do planalto central são-carlense.
Cobria-me as margens exuberante floresta tropical.
Debruçadas sobre meu leito pitangueiras em flor,
prateadas embaúbas, majestosas copaíbas,
capixinguis, guanandis e gabirobeiras.
Barulhentos bandos de araras, periquitos, gralhas e
tucanos disputavam os frutos.
Ariranhas, pacas, cutias, capivaras, guarás e
veados campeiros rondavam a mata à caça de alimento.
Alegres macacos completavam a cena silvestre.
Meu nome, Monjolinho, tem história na velha engenhoca
que produzia fubá e farinha para os cidadãos urbanos.
Cardumes de peixes revolviam-se na turbulentas e
encachoeiradas águas em busca das sobras.
Tirei da escuridão ruas e praças da cidade
Matei a sede da população por muitos e muitos anos.
Servi como fonte de energia espiritual: água benta, serenada,
purificada, fluidificada, água de Oxalá...
Serpenteando serra abaixo, entre cardos e seixos,
Vou ao encontro do Jacaré-Guaçu.
Era água viva, era vida. Era um rio!

II

Mudaram meu curso.
Mal consigo correr entre várzeas soterradas de areia.
Despiram-me do esplendor das matas.
Privaram-me do canto das aves.
Cortaram meu corpo para deleite humano
carrego agrotóxicos, hormônios avícolas,
resíduos animais, domésticos e industriais.
Apavora-me passar entre laboratórios e fábricas.
Levaram à morte os cardumes de peixes.
Canalizaram meu leito, dominaram meu corpo.
Sou a água que tudo leva e lava.
Não sou mais água. Não sou mais rio!
Sem vida, sou água contaminada.
Virei esgoto cachoeira abaixo!

III

Vejo matas, juncos, taboas, aguapés,
fios d'água escorrendo das rochas...
É a energia da natureza que purifica e vivifica.
Sinto a sensação de correr água em meu leito...
Voltar a ser água, a ser rio. Ser o Monjolinho.

Monjolinho, por Benjamin Matiazzi (2003).

RESUMO

Os conflitos sobre a água são inerentes ao desenvolvimento das cidades e ganham destaque na constituição de cenários de crises ambientais e urbanas. Novos modelos de gestão e planejamento urbano congruentes ao ciclo hidrológico sugerem relações mais harmoniosas entre o processo de ocupação e as intervenções nos ecossistemas, para aproveitar de maneira eficiente as características naturais do ambiente. O *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) surgiu a partir desta premissa para atender às demandas do contexto australiano. Atualmente as práticas que seguem esta abordagem se multiplicaram, formando um conjunto de experiências que podem orientar a disseminação do WSUD para outras realidades, como o cenário das cidades brasileiras. Nesta pesquisa foi proposto um estudo sobre esta abordagem em seu contexto original, assim como a compreensão da visão sobre o ciclo hidrológico adotada no planejamento urbano do município de São Carlos – SP, tendo como objetivo demonstrar as potencialidades e limitações de aplicação do WSUD na gestão e planejamento das águas pluviais urbanas deste município. A pesquisa se estruturou em quatro fases: exploratória, descritiva, analítica e conclusiva. Com cada uma destas fases foi possível realizar um aprofundamento teórico que embasa as discussões da dissertação, obter uma aproximação das características dos objetos estudados e desenvolver análises sobre os procedimentos empregados e resultados encontrados. Foi possível sistematizar um arcabouço ferramental da abordagem a partir de manuais técnicos, compilar os processos históricos e contemporâneos que condicionam os conflitos entre a urbanização e a conservação dos ecossistemas hídricos na cidade de São Carlos e construir uma matriz de potencialidades e fragilidades do desenvolvimento do WSUD neste contexto para o avanço da questão em perspectivas de impacto reduzido e maior saúde ambiental e urbana para o município. Constatou-se que o processo de urbanização de São Carlos foi desde o princípio orientado pelo paradigma convencional de manejo de águas pluviais configurando um cenário de Cidade Drenada, mas que a partir dos anos 2000 mudanças institucionais e legais possibilitaram o surgimento de práticas alternativas que estabeleceram potencialidades para promover Cidade Sensível à Água. A partir dos resultados apresentados foram concebidas estratégias possíveis de serem adotadas pela gestão pública a respeito do manejo de águas pluviais que possibilitem a implementação de práticas alternativas.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Urbana, Manejo de Águas Pluviais, Sustentabilidade Ambiental Urbana.

ABSTRACT

Conflicts over water are inherent in the development of cities and stand out in the setting of environmental and urban crisis scenarios. New models of urban management and planning congruent to the hydrological cycle suggest more harmonious relations between the urbanization process and ecosystem interventions, to efficiently take advantage of the natural characteristics of the environment. Water Sensitive Urban Design (WSUD) has emerged from this premise to meet the demands of the Australian context. Currently the practices that follow this approach have multiplied, forming a set of experiences that can guide the dissemination of WSUD to other realities, such as the Brazilian cities scenario. This research proposed the study of this approach in its origins, as well as the understanding of the water cycle vision adopted in urban planning of the São Carlos city, aiming to demonstrate the potentialities and limitations of WSUD application in the urban stormwater management and planning of this municipality. The research was structured in four phases: exploratory, descriptive, analytical and conclusive. Each of these phases allowed to carry out a theoretical background that bases the discussions of the dissertation, to obtain an approximation of the characteristics of the objects studied and to develop analyses about the used procedures and founded results. It was possible to systematize a framework of the approach from technical manuals, to compile historical and contemporary processes that condition the conflicts between urbanization and the conservation of water ecosystems in the city of São Carlos, and to build a matrix of potentialities and weaknesses about the development of WSUD in this context, intending for the advancement of the issue in prospects of reduced impact and greater environmental and urban health for the municipality. It was verified that the urbanization process of São Carlos had been oriented by the conventional paradigm of stormwater management setting up a scenario of Drained City, but since 2001 institutional and legal transitions allowed the emergence of alternative practices, which established potentialities to foster the Water Sensitive City. Based on the presented results, possible strategies were adopted for the management of rainwater management that allow the implementation of alternative practices.

KEYWORDS: Urban Management, Stormwater Management, Environmental Urban Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: MATRIZ CONCEITUAL SWOT PARA ANÁLISE DO WSUD NO CONTEXTO DE SÃO CARLOS	26
FIGURA 2: QUADRO AVALIATIVO DO ESTÁGIO EVOLUTIVO DE CIDADES SENSÍVEIS À ÁGUA.....	29
FIGURA 3: O CICLO HIDROLÓGICO E SUAS PRINCIPAIS FASES E PROCESSOS	32
FIGURA 4: REPRESENTAÇÃO POSSÍVEL DA DEFINIÇÃO DE UMA BACIA DE HIDROGRÁFICA, EM VERMELHO	35
FIGURA 5: PROGRESSÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO SUPERFICIAL E SEUS EFEITOS NA DINÂMICA HIDROLÓGICA.....	37
FIGURA 6: INSERÇÃO DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO CAMPO DA GESTÃO AMBIENTAL.....	43
FIGURA 7: LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE PERTH NO ESTADO DA AUSTRÁLIA OCIDENTAL (AO) E SUA INSERÇÃO NA ZONA DE ESTUÁRIO DO RIO SWAN	54
FIGURA 8: QUADRO DOS PROCESSOS E PRODUTOS PERTINENTES AO PLANEJAMENTO E PROJETO URBANOS QUE DEVEM ESTAR ARTICULADOS PARA UM BOM DESENVOLVIMENTO DO WSUD	65
FIGURA 9: CONCEPÇÃO DE REDE DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS COMPARADA ENTRE ABORDAGEM CONVENCIONAL E HIDRICAMENTE SENSÍVEL	67
FIGURA 10: CONCEPÇÃO DO LEIAUTE DE RESIDÊNCIAS EM UMA ABORDAGEM HIDRICAMENTE SENSÍVEL	68
FIGURA 11: CONCEPÇÃO DO LEIAUTE DE VIAS DE PAISAGEM VIÁRIA COMPARADA ENTRE A ABORDAGEM CONVENCIONAL E HIDRICAMENTE SENSÍVEL	69
FIGURA 12: EXEMPLOS AUSTRALIANOS DE IMPLANTAÇÃO DE SWALES E BUFFER STRIPS	71
FIGURA 13: EXEMPLO AUSTRALIANO DE BACIA DE SEDIMENTAÇÃO E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO.....	71
FIGURA 14: EXEMPLOS AUSTRALIANOS DE WETLANDS CONSTRUÍDOS E PERFIL MARGINAL.....	71
FIGURA 15: EXEMPLOS AUSTRALIANOS DE SISTEMAS DE BIORRETENÇÃO	72
FIGURA 16: EXEMPLO AUSTRALIANO DE PAVIMENTO POROSO E PERFIL DAS CAMADAS COMPONENTES DO SISTEMA	72
FIGURA 17: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PERÍMETRO URBANO DE SÃO CARLOS E DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS ANALISADAS	79
FIGURA 18: MAPA DOS PADRÕES DE OCUPAÇÃO URBANA EM CADA BACIA EM RELAÇÃO AO ANO DE 2014	80
FIGURA 19: MAPA DA EXPANSÃO URBANA DE SÃO CARLOS SOBRE SUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	81
FIGURA 20: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA TAXA DE OCUPAÇÃO URBANA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	82
FIGURA 21: RECONSTITUIÇÃO ESQUEMÁTICA DA PROPOSTA DO ANEL VIÁRIO DE SÃO CARLOS	85
FIGURA 22: GRÁFICO DA FREQUÊNCIA DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO REGISTRADOS EM SÃO CARLOS	86

FIGURA 23: CRITICIDADES SOBRE AS ÁGUAS PLUVIAIS LEVANTADAS PARA SÃO CARLOS E CONFORMAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO	88
FIGURA 24: GRÁFICO DA OCORRÊNCIA DE EVENTOS DE INUNDAÇÕES REGISTRADAS ENTRE 1971 E 2005 EM RELAÇÃO ÀS BACIAS HIDROGRÁFICAS	89
FIGURA 25: FLUXOGRAMA DE PROCEDIMENTOS SEGUIDOS NO PROCESSO DE LICENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTOS DE PARCELAMENTO DO SOLO PARA FINS URBANOS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS	110
FIGURA 26: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE LICENCIAMENTO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS.....	111
FIGURA 27: LOCALIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS PROPOSTAS PELO PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM E SUA INSERÇÃO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	115
FIGURA 28: MAPA DOS EMPREENDIMENTOS RECENTES AVALIADOS E SUA LOCALIZAÇÃO EM RELAÇÃO AO ZONEAMENTO DO PLANO DIRETOR DE 2005 E AOS RESERVATÓRIOS PROJETADOS PELO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE 2011	124
FIGURA 29: CORTE DO RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO APRESENTADO PARA O RESIDENCIAL RESERVA AQUARELA	131
FIGURA 30: REPRESENTAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE POÇO DE INFILTRAÇÃO NO LOTE PARA O RESIDENCIAL RESERVA AQUARELA	132
FIGURA 31: ALOCAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO PARA O PARQUE DOS FLAMBOYANT (A), JARDIM LARINE (B), PARQUE NOVO MUNDO (C) E VILLAGE DAHMA III (D)	133
FIGURA 32: INDIVÍDUOS ARBÓREOS REMOVIDOS (VERMELHO) PARA IMPLANTAÇÃO DO PARQUE DOS FLAMBOYANT E INDICAÇÃO DOS QUE PODERIAM SER INCORPORADOS AO PROJETO	134
FIGURA 33: QUADRO AVALIATIVO DO ESTÁGIO EVOLUTIVO DE CIDADES SENSÍVEIS À ÁGUA.....	136
FIGURA 34: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTA MARIA DO LEME NO TERRITÓRIO DE SÃO CARLOS E SUA INSERÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL	138
FIGURA 35: MAPAS DE CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTA MARIA DO LEME (SML)	141
FIGURA 36: ANÁLISE SWOT DAS PERSPECTIVAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO WSUD NA GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS DE SÃO CARLOS	146

LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELA 1: BACIAS HIDROGRÁFICAS DA ÁREA URBANA DE SÃO CARLOS.....	78
TABELA 2: ESTIMATIVAS DE CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS ESTRUTURAIS PROPOSTAS PELO PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM, A PARTIR DOS ANTEPROJETOS APRESENTADOS EM 2011.....	116
QUADRO 1: PLANO DE TRABALHO ESTRUTURADO PARA A PESQUISA.....	19
QUADRO 2: PROTOCOLO DE PESQUISA DA FASE 1A.....	21
QUADRO 3: PROTOCOLO DE PESQUISA DA FASE 1B.....	22
QUADRO 4: PROTOCOLO DE PESQUISA DA FASE 1C.....	22
QUADRO 5: RELAÇÃO DOS PROFISSIONAIS ENTREVISTADOS DAS SECRETARIAS MUNICIPAIS E SEUS RESPECTIVOS CARGOS.....	28
QUADRO 6: SÍNTESE CONCEITUAL DO WSUD.....	62
QUADRO 7: SISTEMATIZAÇÃO DAS MELHORES PRÁTICAS DE MANEJO (BMP) PROPOSTAS PELO WSUD.....	70
QUADRO 8: RETROSPECTO DA LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE SÃO CARLOS RELATIVA ÀS ÁGUAS PLUVIAIS E AS ABORDAGENS DE MANEJO RELACIONADAS.....	90
QUADRO 9: INTERVENÇÕES PROPOSTAS PELO EXECUTIVO NO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO (2012) PARA AS CRITICIDADES COM ÁGUAS PLUVIAIS.....	98
QUADRO 10: SÍNTESE DO SISTEMA DE GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS EM CADA ESCALA.....	108
QUADRO 11: RELAÇÃO DOS PARCELAMENTOS DE SOLO ANALISADOS, ORDENADOS CRONOLOGICAMENTE PELA DATA DE APROVAÇÃO.....	123
QUADRO 12: DIRETRIZES EMITIDAS E PROPOSTAS ADOTADAS PARA COMPENSAÇÃO DE IMPACTOS SOBRE ÁGUAS PLUVIAIS NOS EMPREENDIMENTOS ANALISADOS (PARTE 1).....	126
QUADRO 13: DIRETRIZES EMITIDAS E PROPOSTAS ADOTADAS PARA COMPENSAÇÃO DE IMPACTOS SOBRE ÁGUAS PLUVIAIS NOS EMPREENDIMENTOS ANALISADOS (PARTE 2).....	126
QUADRO 14: SISTEMATIZAÇÃO DOS IMPACTOS PREVISTOS PARA A OCUPAÇÃO URBANA CONVENCIONAL DA BACIA E CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM WSUD PARA A SUA REDUÇÃO.....	143

LISTA DE SIGLAS

APASC	ASSOCIAÇÃO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE SÃO CARLOS
APP	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
BMP	<i>BEST MANAGEMENT PRACTICES</i> – MELHORES PRÁTICAS DE MANEJO
BNH	BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO
BPP	<i>BEST PLANNING PRACTICES</i> – MELHORES PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO
CN	<i>CURVE NUMVER</i> , OU CURVA NÚMERO
COAG	<i>COUNCIL OF AUSTRALIAN GOVERNMENT'S</i>
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
CRCWSC	<i>COOPERATIVE RESEARCH CENTER FOR WATER SENSITIVE CITIES</i>
DAE	DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DE SÃO PAULO
DPUP	<i>DEPARTMENT OF PLANNING AND URBAN DEVELOPMENT</i>
EPA	<i>ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY</i>
FEHIDRO	FUNDO ESTADUAL DE RECURSO HÍDRICOS DE SÃO PAULO
IGC	INSTITUTO GEOGRÁFICO CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO
IUWM	<i>INTEGRATED URBAN WATER MANAGEMENT</i>
LID	<i>LOW IMPACT DEVELOPMENT</i>
NWQMS	<i>NATIONAL WATER QUALITY MANAGEMENT STRATEGY</i>
OCM	<i>OFFICE OF CATCHMENT MANAGEMENT</i>
ONG	ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL
PLANASA	PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO
RN	RECURSOS NATURAIS
SCS	<i>SOIL CONSERVATION SERVICE</i>
SERFAU	SERVIÇO FEDERAL DE HABITAÇÃO E URBANISMO
SIG	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS
SMHDU	SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO
SMOSP	SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SMOP	SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS
SISNAMA	SISTEMA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
SWOT	<i>STRENGTHS, WEAKNESSES, OPPORTUNITIES AND THREATS</i>
TAC	TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA
WAWA	<i>WATER AUTHORITY OF WESTERN AUSTRALIA</i>
WAWRC	<i>WESTERN AUSTRALIA WATER RESOURCE COUNCIL</i>
WC	<i>WATERWAYS COMISSION</i>
WSUD	<i>WATER SENSITIVE URBAN DESIGN</i>

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	13
PROBLEMATIZAÇÃO DO TEMA	14
PREMISSAS E HIPÓTESES	17
OBJETIVOS	18
METODOLOGIA	18
<i>Universo da pesquisa</i>	18
<i>Plano de trabalho</i>	18
<i>Fase 1 – Exploratória</i>	21
<i>Fase 2 – Descritiva</i>	23
<i>Fase 3 – Analítica</i>	24
<i>Fase 4 – Conclusiva</i>	26
<i>Técnicas de pesquisa</i>	27
<i>Forma de análise dos resultados</i>	28

CAPÍTULO 1

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ÁGUAS URBANAS	31
1.1 O CICLO HIDROLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA E SUAS RELAÇÕES COM A URBANIZAÇÃO	31
1.2 AS ÁGUAS PLUVIAIS NA DINÂMICA HIDROLÓGICA URBANA	38
1.3 O PLANEJAMENTO AMBIENTAL E URBANO	40
1.3.1 <i>Planejamento ambiental</i>	42
1.3.2 <i>Planejamento urbano</i>	44
1.3.3 <i>Convergências entre o planejamento ambiental e o urbano para o manejo de águas pluviais</i>	47
1.4 ABORDAGENS ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	49

CAPÍTULO 2

CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM WSUD PARA A SUSTENTABILIDADE NO PLANEJAMENTO URBANO	53
2.1 DESENVOLVIMENTO DO WSUD.....	53
2.1.1 <i>Trajetória e contexto histórico para proposição do WSUD na Austrália</i>	54
2.1.2 <i>O processo de construção da ideia de WSUD</i>	55
2.2 A AGENDA POLÍTICA AUSTRALIANA PARA O WSUD.....	60
2.3 ESTUDO OPERACIONAL DA ABORDAGEM	60
2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS: IMBRICAÇÕES ENTRE O WSUD E SEU CONTEXTO DE ORIGEM.....	75

CAPÍTULO 3

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS	77
--	----

3.1 ANÁLISE HISTÓRICA DA URBANIZAÇÃO EM SÃO CARLOS E SUAS RELAÇÕES COM AS ÁGUAS PLUVIAIS.....	77
3.1.1 A ocupação urbana nas bacias hidrográficas de São Carlos	78
3.1.2 O histórico de inundações: relações com a ocupação urbana	86
3.1.3 Práticas de manejo de águas pluviais na trajetória de gestão urbana do município	90
3.2 ANÁLISE DO ARCABOUÇO LEGAL RELATIVO À GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM SÃO CARLOS.....	99
3.2.1 Lei Federal nº 10.257 de 2001 - Estatuto da cidade.....	99
3.2.2 Lei Federal nº 6.766 de 1979 - Parcelamento do Solo Urbano	101
3.2.3 Lei Estadual paulista nº 12.526 de 2007 – Contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.....	102
3.2.3 Lei Municipal nº 18.053 de 2016 - Plano Diretor do Município de São Carlos.....	102
3.2.4 Lei Municipal nº 15.958 de 2011 - Código de Obras e Edificações	105
3.2.5 Lei Municipal nº 13.246 de 2003 – Reservatórios nos lotes.....	105
3.2.6 Lei Municipal nº 17.729 de 2016 – Captação e aproveitamento de água de chuva	106
3.3 PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM SÃO CARLOS.....	107
3.3.1 Análise do Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos.....	111
3.4 AÇÕES DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM VOGA.....	122

CAPÍTULO 4

POTENCIALIDADES E DESAFIOS PARA O WSUD EM SÃO CARLOS..... 135

4.1 TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO NO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM SÃO CARLOS	135
4.2 APLICAÇÃO DO WSUD NA BACIA SANTA MARIA DO LEME	138
4.2.1 Procedimentos metodológicos.....	139
4.2.2 Caracterização físico ambiental da bacia Santa Maria do Leme	139
4.2.3 Prognóstico para a urbanização futura da bacia	142
4.2.4 Perspectivas alternativas de ocupação com impacto reduzido sobre as águas pluviais.....	142
4.3 ANÁLISE SWOT DO WSUD PARA O CONTEXTO SÃO-CARLENSE.....	145
4.4 PERSPECTIVAS PARA A INTEGRAÇÃO DO WSUD NA GESTÃO URBANA DE SÃO CARLOS	151

CONSIDERAÇÕES FINAIS 156

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 160

APÊNDICES

APÊNDICE 1	169
APÊNDICE 2	171
APÊNDICE 3	173
APÊNDICE 4	173
APÊNDICE 5	195



APRESENTAÇÃO



Estrutura da dissertação

A organização textual desta dissertação inicia-se pela **Apresentação**, que tem como ponto de partida a introdução e problematização dos temas centrais que geraram as questões norteadoras da investigação. Em seguida estão descritas as hipóteses e objetivos da pesquisa, assim como a metodologia elaborada para respondê-los.

Optou-se pela apresentação dos resultados em quatro capítulos temáticos. O capítulo 1, **Planejamento e Gestão das Águas Pluviais Urbanas**, foi desenvolvido para definir um embasamento teórico da pesquisa. Nele, traz-se uma revisão bibliográfica de conceitos fundamentais à discussão do manejo de águas pluviais no contexto urbano, conceituam-se os campos do planejamento urbano e ambiental e suas relações com o problema de pesquisa, e sistematizam-se alguns desafios atuais para o avanço da questão.

No capítulo 2, **Contribuições da abordagem WSUD para a sustentabilidade no planejamento urbano e seu desenvolvimento no cenário australiano**, foi analisada em detalhe a abordagem australiana WSUD (*Water Sensitive Urban Design*), objeto de estudo da pesquisa. As características do contexto de surgimento do WSUD foram investigadas e confrontadas com os conceitos apresentados por ela, revelando possíveis relações. A partir do detalhamento conceitual da abordagem foram indicadas suas potencialidades para a sustentabilidade urbana.

O capítulo 3, **Planejamento e gestão de águas pluviais urbanas no município de São Carlos – SP**, teve como foco de análise as práticas de planejamento e gestão urbanas relativas às águas pluviais no município de São Carlos, objeto empírico da pesquisa. Primeiramente, sintetizou-se o histórico das abordagens de planejamento que orientaram as práticas de manejo de águas pluviais no Brasil. Como reflexo deste processo, foi analisada a influência que a ocupação urbana deste município teve sobre o manejo das águas pluviais numa perspectiva histórica, revelando para o contexto atual os requisitos legais, as estruturas institucionais, as ferramentas, e as ações de planejamento e gestão existentes.

No capítulo 4, **Potencialidades e desafios para o WSUD em São Carlos – SP**, explorou-se a viabilidade do desenvolvimento do WSUD no contexto são-carlense, partindo da análise do estágio evolutivo de sensibilidade à água do município e da aplicação de conceitos e recomendações da abordagem na concepção de uma proposta de ocupação urbana mais sustentável. Com isso foram sistematizados aspectos positivos e negativos à disseminação do WSUD na realidade estudada, os quais permitiram a sugestão de recomendações à gestão pública para viabilizar propostas urbanísticas mais sensíveis à água.

No último bloco textual, **Conclusões**, compilaram-se os resultados mais relevantes de cada fase da investigação e destacaram-se as contribuições atingidas. Com base em novos questionamentos oriundos da investigação empírica foram sugeridas questões de pesquisa para estudos acadêmicos futuros.

Problematização do tema

Os conflitos entre o meio urbano e ciclo hidrológico acompanham a trajetória evolutiva das cidades. Observa-se que o florescimento das aglomerações humanas sempre esteve relacionado aos corpos hídricos para suprir as suas necessidades básicas. Com o crescimento populacional, agravaram-se os conflitos estabelecidos nas relações entre o ser humano e o meio ambiente, especialmente com a expansão dos núcleos urbanos no início do século XIX. Nestes locais, a proliferação das condições insalubres promovida pela falta de infraestrutura levou a diversas epidemias de doenças de veiculação hídrica que causaram grande impacto na população. A demanda por melhores condições de saneamento pôde ser viabilizada com a descoberta de novas tecnologias concebidas à luz do positivismo, o que estabeleceu a gênese da abordagem que seria denominada de higienismo (Corrêa, 2010).

O higienismo se pautava na associação entre as enfermidades em proliferação no meio urbano com as condições ambientais existentes nestes locais, os estilos de vida da população e traços culturais das classes trabalhadoras. O espaço urbano era tido como um campo patológico que necessitava de intervenções na sua ordem social e física, e foi essa lógica que justificou a disseminação das intervenções sanitárias nas cidades a partir do século XIX (Corrêa, 2010).

As práticas empregadas sobre o sistema de águas urbanas levaram à desnaturalização dos ciclos e processos existentes. Com isso, foram concebidos projetos voltados ao afastamento rápido dos resíduos e à ocultação das águas das áreas de circulação, na busca pelo conforto ambiental (Herzog, 2013).

Este *modus operandi* levou à canalização e retificação de corpos hídricos, promoveu a impermeabilização das áreas de drenagem com ocupação dos fundos de vale e desenvolveu uma dissociação das relações do ser humano com a água no meio urbano (Castro et al., 2004; Moura et al., 2009).

Como consequência, modificam-se os processos naturais do ciclo hidrológico (redução da evapotranspiração, da infiltração, do escoamento subterrâneo e do tempo de concentração da bacia), o que eleva os picos de vazão e acentua o extravasamento de canal, pois os projetos

urbanos muitas vezes não consideram o histórico do local a longo prazo, e as dinâmicas do uso e ocupação que alteram a realidade para a qual eles foram concebidos (Tucci, 2003; Moura et al., 2009).

Tais transformações impostas ao ciclo hidrológico implicam no agravamento de eventos de enchentes, e também no risco de escassez de água, que pode se concretizar quantitativa e/ou qualitativamente. A configuração da escassez quantitativa origina-se com oscilações climáticas e hidrológicas de ordem natural e antrópica que alteram o volume de recurso hídrico disponível para consumo humano ao longo do tempo e do espaço. De modo complementar, a degradação dos mananciais por meio do aporte de resíduos das cadeias produtivas industriais e agrícolas insere nos sistemas atmosféricos e terrestres novas substâncias artificiais e altera as concentrações de elementos naturais existentes no ambiente aquático. Tal fato leva à escassez qualitativa, pois torna o recurso hídrico impróprio para o consumo humano (Tucci, 2005).

Frente a este cenário, pesquisadores, comunidades e instituições públicas reconheceram a necessidade de mudanças de paradigma quanto à gestão das águas urbanas, contestando a visão higienista tradicional (Bueno, 2008). As concepções adotadas por sistemas alternativos consideram o aproveitamento da capacidade de absorção e permeabilidade do solo, e a criação de áreas dentro da mancha urbana para deter o escoamento pluvial e promover sua infiltração. Estas estratégias distribuem de maneira mais homogênea o escoamento e reduzem os picos de vazão decorrentes da impermeabilização, uma vez que os sistemas de drenagem passam a adotar arranjos mais próximos dos sistemas naturais (Silva e Hora, 2013). Existem diferentes abordagens em difusão a nível global que se alinham nesta tendência, as quais têm demonstrado melhorias para a qualidade ambiental em seus contextos. Elas emergiram a partir das décadas de 1980 e 1990 majoritariamente em realidades de países desenvolvidos como Estados Unidos (*Low Impact Development – LID*), Reino Unido (*Sustainable Urban Development Systems – SUDS*) e Austrália (*Water Sensitive Urban Design – WSUD*), pautadas na constatação de que o modo de desenvolvimento urbano tem grandes implicações sobre a qualidade e a quantidade das águas. Portanto, para atingir os objetivos de conservação dos recursos hídricos seria necessário repensar a urbanização e o contexto da cidade, de modo a reduzir seus impactos sobre os ecossistemas dos espaços ocupados (Fletcher et al., 2014).

A situação do saneamento nas cidades brasileiras revela precariedades básicas de acesso à água potável, ao esgotamento sanitário e de gestão dos resíduos sólidos, e implica na exposição da população a situações de vulnerabilidade e riscos de saúde pública. O nível de acesso às infraestruturas de saneamento é heterogêneo tendo em vista a profusão de realidades que circunscrevem condições ambientais, sociais e econômicas diversas entre as regiões e centros urbanos brasileiros, o que conforma desafios distintos e de complexa gestão. No campo do manejo de águas pluviais, que integra os elementos do saneamento básico como destaca a Política Federal de Saneamento Básico pela Lei nº 11.445 de 2007 (Brasil, 2007), as precariedades repetem-se na medida em que as infraestruturas são muitas vezes inexistentes, e quando instaladas têm por

base os paradigmas da engenharia sanitária higienista, visão que ainda predomina nas práticas de engenharia, nos modelos de gestão urbana e nas expectativas da população (Tucci, 2008).

Caminha na mesma problemática a complexidade enfrentada pelos sistemas de gestão para compatibilizar as Agendas Verde e Marrom. A Agenda Verde engloba as pautas trazidas pelos movimentos ambientalistas que se direcionavam à conservação dos recursos naturais e ecossistemas, questões predominantes nos movimentos desde seu fortalecimento nos 1960 até os anos 1990, em que a partir da sucessão de conferências internacionais promovidas pelas Nações Unidas as perspectivas do desenvolvimento e suas implicações sobre o meio ambiente humano ganharam destaque. Constitui-se deste período a Agenda Marrom, que buscava orientar o processo de desenvolvimento urbano, especialmente nos países em desenvolvimento, para uma perspectiva mais sustentável, tendo em vista a pressão que as aglomerações urbanas estavam exercendo sobre as bases naturais. Entretanto, a realização dos objetivos pactuados nas agendas, e, portanto, sua integração nas ações locais, enfrenta dificuldades pelos documentos não detalharem os meios de efetivação (Silva e Travassos, 2008). Os continuados esforços internacionais para tornar cada vez mais sistêmica a discussão sobre o desenvolvimento humano, a produção de espaço urbano e sustentabilidade levaram à elaboração da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, ratificada pelos chefes de estado das Nações Unidas em 2015, estabeleceu um conjunto de 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável. Dentre os objetivos destaca-se o 11 "Tornar cidades e assentamento humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis" (UN, 2015), o que pode ser buscado em parte nas abordagens integradoras sobre o ciclo hidrológico urbano,

Perante esta conjuntura há que se elaborar caminhos alternativos para o *modus operandi* de manejo das águas pluviais nas cidades brasileiras, tendo em vista o reconhecimento de que emergem tendências de mudança de paradigma em nível global para viabilizar formas de desenvolvimento mais harmônicas com os limites dos recursos naturais e com uma visão sistêmica do ciclo das águas urbanas.

Com base nesses pressupostos e argumentos, delinear-se algumas questões de pesquisa, tais: Como os conceitos e ferramentas desenvolvidos por abordagens praticadas em outros países, atendendo a demandas similares, podem contribuir para avanços na realidade brasileira? Que aspectos desta realidade, como capital natural, infraestruturas institucionais, e tecnologias, conformam potencialidades para a mudança? Como estes e outros elementos também podem se mostrar como barreiras e desafios à busca de novos caminhos?

Por se propor a investigar um problema urbano na busca de soluções compatíveis ao desenvolvimento sustentável, esta pesquisa se enquadra no espectro de investigação científica da Engenharia Urbana, pois discute temas e conceitos próprios do planejamento ambiental e urbano.

O tema de concentração – água no meio urbano – é de suma relevância para as cidades brasileiras e tornou-se destaque com os cenários de crise hídrica que muitas bacias hidrográficas enfrentam entre 2012 e 2015 na região Sudeste do país (Jacobi, Cibim e Leão, 2015), agravado pela pressão que a expansão urbana impõe aos ecossistemas e ao ciclo hidrológico.

O município de São Carlos (SP) se insere neste contexto e apresenta a característica de acelerado crescimento do tecido urbano e potencial redução da qualidade ambiental do seu território (Costa, Dupas e Pons, 2012). A partir desta tendência, tomou-se São Carlos como objeto empírico de pesquisa como exemplo de uma realidade brasileira no manejo de águas urbanas, especificamente de águas pluviais. Este recorte foi adotado ao considerar os indícios de aspectos inovadores adotados pelo município quanto às águas pluviais perante o contexto brasileiro, e ainda por ponderar sobre o cronograma de pesquisa disponível para o mestrado.

Foram analisadas neste contexto as contribuições da abordagem australiana WSUD, objeto de estudo da pesquisa, como uma alternativa de gestão das águas pluviais ambientalmente mais sustentável para o planejamento urbano do que as abordagens convencionais. Os resultados desta pesquisa podem contribuir com avanços para o planejamento e gestão de recursos hídricos para as cidades brasileiras ao inspirar-se nas experiências australianas, uma vez que as mudanças de paradigma naquele contexto foram necessárias perante os conflitos ambientais enfrentados (desabastecimento hídrico, degradação da qualidade ambiental, inundações, etc.) (Morison e Brown, 2011; Wong, 2007)

Considerando o processo de revisão do Plano Diretor de São Carlos (2011 a 2016), acredita-se que os resultados obtidos com esta pesquisa podem orientar as propostas e diretrizes concebidas para a nova política pública. Desta forma, espera-se que a cidade trabalhada a partir destas propostas e diretrizes seja mais sensível aos atributos naturais do seu território, e estabeleça uma postura ambientalmente mais sustentável no uso de recursos naturais, sobretudo os hídricos.

Premissas e Hipóteses

A partir da problematização do tema foram estabelecidas as premissas da pesquisa:

- O WSUD fornece um conjunto de princípios, objetivos, diretrizes e técnicas para planejar as cidades.
- O WSUD busca recuperar e aproveitar as dinâmicas naturais do ciclo hidrológico.
- O planejamento urbano desenvolvido no município de São Carlos tendeu a abordar as águas pluviais na perspectiva da engenharia sanitária convencional.

Para orientar a investigação foram construídas como hipóteses:

- O WSUD é uma abordagem que traz contribuições para a discussão sobre as águas urbanas no cenário brasileiro.
- O arcabouço ferramental do WSUD pode ser aplicado à gestão urbana do município de São Carlos.

Objetivos

O objetivo da pesquisa foi identificar potencialidades e limitações de aplicação do WSUD na gestão das águas pluviais urbanas do município de São Carlos (SP).

De modo a conduzir e complementar o cumprimento de tal proposta foram elaborados como objetivos específicos:

- OE 1: Analisar as contribuições da abordagem WSUD para a sustentabilidade ambiental no planejamento e desenvolvimento urbanos.
- OE 2: Contextualizar as visões sobre o manejo de águas pluviais que ocorreram no processo de urbanização do município de São Carlos.
- OE 3: Indicar possibilidades de integração da abordagem WSUD no processo de gestão urbana do município de São Carlos.

Metodologia

A partir da classificação metodológica de Gil (2002) e Silva e Menezes (2005), a pesquisa é considerada de natureza aplicada, pois investiga um problema específico por meio de uma abordagem qualitativa, tratando de questões práticas.

Do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa está estruturada em quatro fases: exploratória, descritiva, analítica e conclusiva. Com estas fases foi possível realizar um aprofundamento teórico que embasou as discussões da dissertação, obter uma aproximação das características dos objetos estudados e desenvolver análises sobre os procedimentos empregados e resultados encontrados, tendo em vista os objetivos traçados, para ao final elaborar as conclusões da pesquisa.

Universo da pesquisa

As questões investigadas giram em torno da situação das águas pluviais no contexto urbano, e para compreendê-la selecionou-se o WSUD como método para orientar a análise, e a sua aplicação em São Carlos pôde demonstrar possíveis perspectivas futuras. Para isso, definiu-se como elementos estruturais do universo de pesquisa o **WSUD**, enquanto **objeto de estudo** a partir do qual a temática das águas pluviais urbanas foi analisada, e o município de **São Carlos (SP)**, enquanto **objeto empírico** sobre o qual testaram-se as hipóteses da pesquisa.

Plano de trabalho

Para melhor orientar a pesquisa foi elaborado um Plano de Trabalho (Quadro 1) apresentado a seguir, que indica as etapas a serem realizadas, instrumentos aplicados, variáveis observadas, indicadores de resultados e objetivos atingidos.

Quadro 1: Plano de trabalho estruturado para a pesquisa. Fonte: Elaborado pelo autor.

Fases	Etapas	Instrumentos	Variáveis	Resultados	Objetivos
1	1A. Planejamento e Gestão de Águas Pluviais Urbanas	Pesquisa bibliográfica; Pesquisa documental; Roteiros de investigação.	Conceitos de Hidrologia Urbana, Planejamento Urbano e Planejamento Ambiental.	Relações da urbanização com o impacto hidrológico; Interfaces do problema com o Planejamento Ambiental e Urbano	OE 1
1	1B. Origem e desenvolvimento do WSUD.	Pesquisa bibliográfica; Pesquisa documental; Roteiros de investigação.	Construção histórica do WSUD na Austrália.	Indutores e barreiras de cunho econômico, social, ambiental e político.	OE 1
1	1C. Princípios e estratégias do WSUD para a sustentabilidade urbana.	Pesquisa bibliográfica; Pesquisa documental; Roteiros de investigação.	Contribuições do WSUD para a sustentabilidade ambiental urbana; Contribuições do WSUD para o planejamento urbano.	Sistematização de princípios, objetivos, diretrizes e técnicas.	OE 1
2	2A. Análise histórica do manejo das águas pluviais urbanas no desenvolvimento do município de São Carlos.	Pesquisa documental; Pesquisa bibliográfica; Entrevista Semiestruturada.	Práticas de manejo das águas pluviais urbanas; Relações simbólicas com as águas pluviais urbanas.	Sistematização das práticas de manejo e relações simbólicas com as águas pluviais urbanas no município de São Carlos.	OE 2
2	2B. Tratamento do arcabouço legal municipal sobre as águas pluviais urbanas no processo de ocupação.	Estudos de caso; Pesquisa documental.	Tratamento legal sobre as águas pluviais urbanas.	Levantamento de diretrizes para as águas pluviais urbanas no processo de ocupação.	OE 2
2	2C. Identificação de práticas atuais de planejamento e gestão das águas pluviais urbanas.	Estudos de caso; Pesquisa documental; Pesquisa bibliográfica.	Práticas de planejamento e gestão das águas pluviais urbanas.	Sistematização de métodos e técnicas adotadas nos casos estudados.	OE 2
2	2D. Identificação de ações referentes às águas pluviais urbanas empregadas em novos loteamentos no município.	Estudos de caso; Pesquisa documental; Pesquisa bibliográfica.	Ações referentes às águas pluviais urbanas efetivadas e previstas.	Caracterização dos projetos estudados; Levantamento das ações efetivadas nos casos estudados.	OE 2

Fases	Etapas	Instrumentos	Variáveis	Resultados	Objetivos
3	3A. Aplicação prática do WSUD no contexto são-carlense	Estudo de caso; Geoprocessamento	Aspectos ambientais do território; Princípios e objetivos traçados a partir do WSUD.	Propostas e diretrizes para a ocupação urbana orientadas pelo WSUD.	OE 3
3	3B. Análise do estágio evolutivo de sensibilidade à água de São Carlos.	Cruzamento dos resultados; Roteiro analítico.	Sensibilidade à água na cidade de São Carlos.	Identificação do estágio evolutivo da cidade de São Carlos.	OE 2
3	3C. Determinação de potencialidades e desafios para o WSUD em São Carlos.	Análise SWOT dos resultados anteriores; Roteiro analítico; Análise Ad-hoc.	Potencialidades e desafios para o WSUD em São Carlos.	Forças e fraquezas do planejamento e gestão das águas pluviais urbanas em São Carlos; Oportunidades e ameaças ao desenvolvimento do WSUD no município.	OE 3
3	3D. Fornecer indicações para a integração do WSUD na gestão urbana de São Carlos.	Cruzamento dos resultados; Roteiro analítico.	Integração do WSUD no processo de gestão urbana do município de São Carlos.	Indicação de elementos-chave para aplicação, desenvolvimento e continuidade; Levantamento de questões de âmbito institucional, tecnológico, político, social e ambiental.	OE 3
4	4A. Conclusão dos resultados.	Análise das discussões; Cruzamento com os objetivos.	Conclusões sobre os resultados.	Desenvolvimento das conclusões; Redação da dissertação.	Redação da dissertação.
4	4B. Revisão da dissertação.	Análise crítica da dissertação.	Coerência entre objetivos, resultados e conclusões; Erros cometidos na redação.	Revisões e ajustes sobre a dissertação; Redação final da dissertação.	Revisão final.

Fase 1 – Exploratória

Na primeira fase buscou-se estabelecer uma maior familiaridade com o tema de Planejamento e Gestão de Águas Pluviais Urbanas, aprimorar algumas ideias para a solução de suas problemáticas e constituir bases teórico-conceituais de referência. Portanto, as técnicas aplicadas foram Levantamento e Análise Bibliográfica e Documental, as quais também foram utilizadas no estudo detalhado do WSUD no contexto australiano, um dos objetos de investigação da pesquisa.

As leituras foram orientadas por protocolos de investigação e desenvolvidas em três etapas com categorias de análises distintas: conceitos, práticas e desafios do Planejamento e Gestão de Águas Pluviais Urbanas (1A), origem e desenvolvimento do WSUD (1B), princípios e estratégias do WSUD para a sustentabilidade urbana (1C). Para cada categoria definiram-se questões orientadoras compiladas no Protocolos de Investigação nos quadros a seguir.

Na primeira etapa buscou-se constituir o referencial teórico base da pesquisa, investigando os conflitos que emergem das questões urbanas e ambientais no que diz respeito às águas pluviais.

Quadro 2: Protocolo de pesquisa da Fase 1A. Fonte: Elaborado pelo autor.

Categoria de análise	Questões
<i>Ciclo hidrológico e urbanização</i>	Quais são os principais elementos e processos do ciclo hidrológico? Quais são suas relações com o contexto de bacias hidrográficas? De que forma a urbanização interfere nestes elementos e processos? Como as águas pluviais se inserem nesta dinâmica?
<i>Planejamento Ambiental e Urbano</i>	Qual é a abrangência e escopo do campo do planejamento ambiental? Qual é a abrangência e escopo do campo do planejamento urbano? Qual é a inserção destes campos na questão das águas urbanas?

Para a segunda etapa, que tem como ponto de investigação o desenvolvimento do WSUD no contexto australiano por meio de uma análise histórica dos processos ocorridos, foram levantados indutores de cunho econômico, social, ambiental e político que convergiram para a criação e utilização da abordagem, bem como de fatores de ordem semelhante que constituíram barreiras à sua disseminação.

Quadro 3: Protocolo de pesquisa da Fase 1B. Fonte: Elaborado pelo autor.

Categoria de análise	Questões
<i>Antecedentes do surgimento do WSUD na Austrália</i>	Em qual localidade surgiu o WSUD? Qual era o contexto urbano e ambiental para o qual a abordagem foi proposta?
<i>A concepção de disseminação do WSUD na Austrália</i>	Quais eram os principais condicionantes ambientais, sociais, econômicos, institucionais e políticos que influenciaram o processo? De que forma o WSUD foi proposto? Como ocorreu a disseminação do WSUD?

A terceira etapa teve como foco o estudo teórico e conceitual do WSUD, para sistematizar seus princípios, objetivos, diretrizes e técnicas para o planejamento de cidades com vistas à sustentabilidade urbana.

Quadro 4: Protocolo de pesquisa da Fase 1C. Fonte: Elaborado pelo autor.

Categoria de análise	Questões
<i>Análise operacional do WSUD</i>	Quais são os princípios, objetivos e técnicas do WSUD? Quais são as contribuições do WSUD para o planejamento urbano? Como o WSUD pode promover o uso racional de recursos naturais? Quais são as contribuições do WSUD para a sustentabilidade urbana?

Os resultados das três etapas desenvolvidas na fase Exploratória são apresentados nos Capítulos 1 e 2 da dissertação.

Fase 2 – Descritiva

A segunda fase da pesquisa proporcionou uma aproximação com a realidade são-carlense e contextualizou seus aspectos relevantes para o estudo. Seu foco foi a compreensão da visão do ciclo hidrológico no planejamento e ocupação urbanos desenvolvidos no município de São Carlos e suas implicações na gestão das águas pluviais urbanas, como exemplo da prática brasileira. A técnica de pesquisa empregada foi o Estudo de Caso, uma vez que se analisou tanto o fenômeno observado quanto seu contexto, pois existem entre eles relações indissociáveis (Gil, 2002).

Esta fase se constituiu por quatro etapas de investigação: análise histórica do manejo das águas pluviais urbanas no contexto brasileiro e no desenvolvimento do município de São Carlos (2A), o tratamento do arcabouço legal municipal sobre as águas pluviais urbanas no processo de ocupação (2B), as práticas vigentes de planejamento e gestão das águas pluviais urbanas (2C), e ações referentes às águas pluviais urbanas empregadas em novos loteamentos no município (2D).

A primeira etapa, a análise histórica do manejo das águas pluviais urbanas no contexto brasileiro, se baseou em Levantamento e Análise Bibliográfica e Documental. Tais procedimentos também foram empregados para relatar este mesmo processo no contexto de São Carlos, e como o desenvolvimento urbano do município alterou as características de suas principais bacias. Utilizando-se de informações georreferenciadas dos atributos físicos do território foram levantados os principais conflitos entre a urbanização e as águas pluviais urbanas em São Carlos. Para complementar as informações apresentadas e discutidas nesta etapa, foram contatados profissionais que atuaram na Prefeitura de São Carlos, com os quais se realizaram Entrevistas Semiestruturadas para obter informações primárias que ilustrassem os resultados.

Posteriormente, na segunda etapa se considerou o arcabouço legal municipal por meio de Levantamento e Análise Documental. Foram compiladas as normas legais vigentes no contexto de São Carlos que apresentem diretrizes específicas quanto ao manejo de águas pluviais urbanas. Considerou-se o arcabouço aplicável a nível Federal, Estadual e Municipal, obtidos por meio de consulta às plataformas digitais do poder Legislativo de cada esfera, nas quais buscaram-se termos chave como: plano, drenagem urbana, águas pluviais, inundações, infiltração, dentre outras.

O Levantamento e Análise Documental também foram empregados na terceira etapa, para revelar aspectos institucionais da gestão pública que constituem e consolidam as práticas de Planejamento e Gestão das Águas Pluviais no município. Buscou-se compreender a estrutura vigente do sistema de Planejamento e Gestão urbana com relação à questão, quais as atribuições, responsabilidades e competências dos setores e atores, e se existiam elementos de práticas alternativas de manejo de águas pluviais sendo incorporados. Elaborou-se um organograma das autoridades e responsabilidades, assim como identificados e sistematizados os instrumentos de planejamento e gestão sendo empregados. As principais informações foram buscadas nas secretarias e órgãos públicos do município que têm relação com o planejamento urbano e manejo de águas pluviais, e desenvolveu-se uma análise crítica do Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos (2013), enquanto principal instrumento de

planejamento e gestão da questão. Informações complementares foram obtidas por meio de Entrevistas Semiestruturadas com atores chave.

Na quarta etapa analisaram-se casos específicos de loteamentos recentes realizados na região periférica da mancha urbana de São Carlos, enquanto exemplo de práticas atuais de planejamento, gestão e projeto implementadas na escala do parcelamento do solo para fins urbanos. Nesta análise foi solicitado à Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano (SMH DU) acesso a projetos de loteamentos que tenham tramitado a partir de 2005, nos quais analisaram-se documento como diretrizes para o parcelamento do solo, projetos executivos e certificados de aprovação, orientando-se pelo Protocolo de Análise de Projetos (Apêndice 1). Para a análise dos loteamentos foram ainda realizadas investigações através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para avaliação das soluções projetuais em comparação com as características territoriais das áreas de implantação. Os trabalhos em ambiente de SIG foram elaborados por meio do *software* ArcGIS, versão 10.1, com o uso de cartas topográficas em escala 1:10.000 do Instituto Cartográfico Geográfico do estado de São Paulo (IGC, 1991) para o levantamento de informações sobre o ambiente físico. O uso e ocupação do solo foi caracterizado por meio de imagem de satélite GeoEye, com resolução espacial de 0,5 metro, datada de 10 de maio de 2014, que abrange a mancha urbana do município de São Carlos e suas imediações. Dados sobre o meio geofísico do território, como materiais inconsolidados e geologia, foram obtidos de mapeamentos geotécnicos da região em escala 1:20.000 (Pons, 2006).

Também na quarta etapa foram investigadas as ações adotadas na escala dos lotes urbanos, considerando-se o arcabouço legal municipal que orienta a execução de dispositivos e estruturas de manejo de águas pluviais nos lotes e edificações, especialmente o Código de Obras e Edificações do Município de São Carlos (2011).

A partir do conjunto de informações obtidas destas fontes (análise de ações nos loteamento e lotes), foram definidas as técnicas e medidas sendo empregadas para o manejo de águas pluviais no município, avaliando seu alinhamento à abordagem convencional e às abordagens alternativas. Com isso, foi possível trançar um panorama das práticas vigentes. Essencialmente esta etapa foi conduzida por Levantamento e Análise Documental.

Os resultados das quatro etapas desta fase são apresentados no Capítulo 3 da dissertação.

Fase 3 – Analítica

Com as bases estabelecidas na fase Exploratória e os resultados obtidos na fase Descritiva, foram desenvolvidas análises destes produtos para testar as hipóteses da pesquisa e responder aos objetivos traçados. Os estudos se orientaram principalmente por cruzamento dos resultados em análises comparativas que tiveram como principal ferramenta protocolos de análise.

Foram consideradas nesta fase quatro etapas de investigação: aplicação prática do WSUD no contexto são-carlense (3A), o estágio evolutivo de sensibilidade à água¹ de São Carlos (3B), as

¹ Conceito desenvolvido por autores australianos do WSUD que indica o nível de implementação dos princípios e práticas propostos pela abordagem. Informações detalhadas podem ser consultadas na seção 2.1.2.

potencialidades e os desafios para o WSUD em São Carlos (3C), e a integração do WSUD à gestão urbana de São Carlos (3D).

Na primeira etapa foi realizado um exercício prático de aplicação dos conceitos e ferramentas apresentados nos manuais de WSUD estudados, constituindo uma fase empírica relevante da pesquisa, pois testou-se a viabilidade da abordagem no contexto são-carlense. Para isso, selecionou-se como objeto empírico a bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme, para a qual se aplicou o arcabouço ferramental proposto pelo WSUD. A aplicação envolveu a definição de objetivos, estratégias e ferramentas do WSUD que podem orientar as possibilidades de análise e proposição de intervenções na bacia. O território da bacia foi caracterizado em seus aspectos físicos destacando as principais fragilidades ambientais frente à ocupação urbana, especialmente as relacionadas ao manejo das águas pluviais, haja vista a conformação de uma área de risco de inundação no exutório do canal principal da bacia, o córrego Santa Maria do Leme (DCSA, 2015). Esta análise se deu com o uso de geoprocessamento pelo software AcrGIS 10.1, a partir de informações de relevo, hidrologia, pedologia, cobertura vegetal e uso e ocupação, extraídas de cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo (IGC, 1991) em escala 1:10.000 (folhas SF-23-V-C-IV-3-SO-F e SF-23-Y-A-I-1-NO-B), de mapeamentos geotécnicos da região (Pons, 2006) e de uma imagem de satélite GeoEye (resolução espacial de 0,5 m, de 10/05/2014). A partir da identificação dos potenciais impactos ambientais ocasionados com a urbanização da bacia, adotou-se o WSUD como abordagem para reduzi-los. Foram considerados manuais técnicos e artigos de periódicos que discutem o conceito, e assim definiram-se os objetivos, estratégias e ferramentas que poderiam ser articulados em um Plano de Ocupação Urbana para a bacia em questão, sistematizados em um quadro resumo.

Na segunda etapa, as evidências coletadas na fase Descritiva foram confrontadas com a evolução das cidades sensíveis à água apresentada por Brown et al. (2008), para indicar em qual estágio evolutivo encontra-se a cidade de São Carlos.

Para a terceira etapa combinaram-se os resultados das fases Exploratória e Descritiva quanto à caracterização do WSUD e do contexto de São Carlos para o manejo de águas pluviais, classificados e avaliados pelo método de análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*). Como aspectos internos, foram sintetizadas as forças e fraquezas do planejamento e gestão das águas urbanas do município de São Carlos, confrontados com aspectos externos referentes ao desenvolvimento do WSUD no município, organizados em oportunidades e ameaças. O processo foi conduzido por análises críticas e comparativas das informações compiladas, sistematizando os resultados de acordo com a matriz conceitual do SWOT desenvolvida para a pesquisa (Figura 1), revelando as potencialidades e os desafios que esta abordagem apresenta para o avanço da questão na realidade estudada.

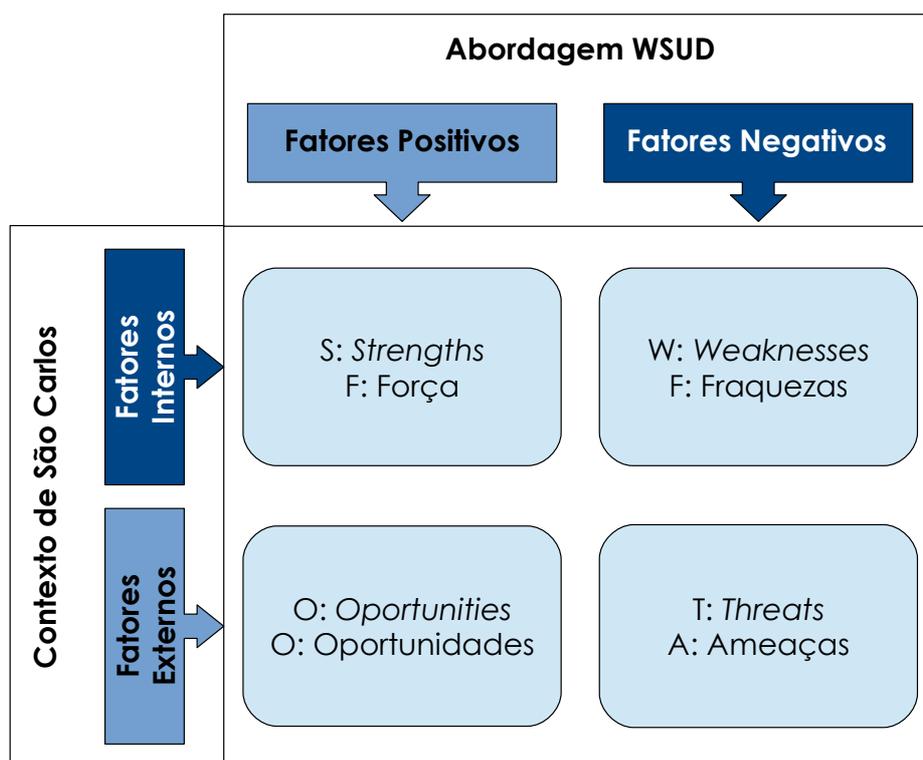


Figura 1: Matriz conceitual SWOT para análise do WSUD no contexto de São Carlos. Fonte: Elaborado pelo autor.

A quarta e última etapa foi conduzida a partir do diagnóstico da realidade de gestão e planejamento urbanos de São Carlos, junto aos resultados da aplicação da abordagem neste contexto. Considerando a sistematização de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças da análise SWOT, indicaram-se os instrumentos e práticas presentes na gestão urbana de São Carlos que têm o potencial para aumentar o espaço e a disseminação de práticas alternativas de manejo de águas pluviais no município, bem como os aspectos políticos, institucionais, econômicos, tecnológicos, sociais e ambientais que devem ser considerados para potencializar o uso e os resultados destas abordagens. Em relação ao WSUD, destacaram-se as características que a fazem ser uma abordagem capaz de disseminar as práticas alternativas e promover transformações no paradigma vigente, e também foram indicados aspectos da realidade brasileira que precisem ser considerados com rigor por não estarem contemplados no arcabouço fornecido pelo WSUD.

Os resultados das quatro etapas desta fase são apresentados no Capítulo 4.

Fase 4 – Conclusiva

Nesta fase final foram compilados os resultados obtidos ao longo da pesquisa e desenvolvidas as discussões finais e conclusões, para gerar a redação final da dissertação. Foram consideradas duas etapas: conclusão dos resultados (4A), e revisão da dissertação (4B).

Na primeira etapa elaboraram-se as conclusões sobre os resultados a partir das hipóteses estabelecidas e os objetivos traçados, com a redação do texto completo da dissertação.

A última etapa consistiu em uma revisão final da dissertação, para garantia da coerência entre os elementos textuais e correção de eventuais erros de redação.

Técnicas de pesquisa

Para o desenvolvimento da metodologia proposta foram utilizadas como técnicas de pesquisa: Levantamento e Análise Bibliográfica e Documental, Entrevista Semiestruturada e Estudo de Caso.

No Levantamento e Análise Bibliográfica foram selecionados materiais da literatura técnico-científica como livros, artigos de periódicos, teses e dissertações, consultados no acervo da Biblioteca Comunitária da instituição, em bancos de teses e dissertações e em plataformas científicas online como Portal de Periódicos CAPES/MEC, SciELO, *Web of Science* e *Scopus*. Para o Levantamento e Análise Documental os principais materiais analisados foram manuais e normas técnicas, normas jurídicas, planos (Plano Diretor do Município e Plano Diretor de Drenagem), diretrizes urbanísticas, projetos e outras publicações, obtidos em sites de entidades governamentais e empresas privadas.

Os Estudos de Casos conduzidos na pesquisa tratam do contexto de gestão das águas pluviais no município de São Carlos, além de apresentarem um detalhamento mais prático e propositivo de aplicação da abordagem WSUD para a microbacia Santa Maria do Leme. A escolha por esta técnica de pesquisa se embasa na intenção de obter uma visão global do problema, compreendendo os fatores que o influenciam, tendo em vista a necessidade de preservar o caráter unitário do objeto (Gil, 2002).

As Entrevistas Semiestruturadas foram propostas para obter o melhor detalhamento e compreensão das informações obtidas com as técnicas de pesquisa anteriores para os procedimentos da Fase Descritiva, e forneceram um conjunto de informações que ilustraram as discussões realizadas. Para obter estas informações complementares as entrevistas se orientaram em um conjunto de perguntas estruturadas sobre um roteiro de entrevistas (Apêndice 2). A seleção dos entrevistados levou em conta o papel destes atores em um período específico da gestão municipal que se mostrou propositivo para o avanço no manejo de águas pluviais (2001 a 2012). Portanto, técnicos e profissionais que estiveram envolvidos neste período com a Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano (SMH DU) e a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOSP) foram contatados e convidados a participar da pesquisa (Quadro 5). Para a realização das entrevistas foram assinados termos de consentimento com cada participante conforme modelo no Apêndice 3. Após a realização das entrevistas foi elaborado um relatório dos registros a partir dos áudios gravados, os quais podem ser consultados no Apêndice 4.

Quadro 5: Relação dos profissionais entrevistados das secretarias municipais e seus respectivos cargos. Fonte: Elaborado pelo autor.

Entrevistado	Secretaria	Cargo	Envolvimento com a gestão pública
Ricardo Martucci	Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano (SMH DU)	Secretário	2001 a 2008
Sandra R. M. Silva		Diretora de Planejamento Territorial	2001 a 2004
Alberto Engelbrechth		Secretário e Diretor de Planejamento Territorial	Desde 1976
Renato L. S. Anelli	Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOP)	Secretário	2001 a 2004
Paulo Vaz		Diretor de Obras Públicas e assessor técnico de projeto	2001 a 2011

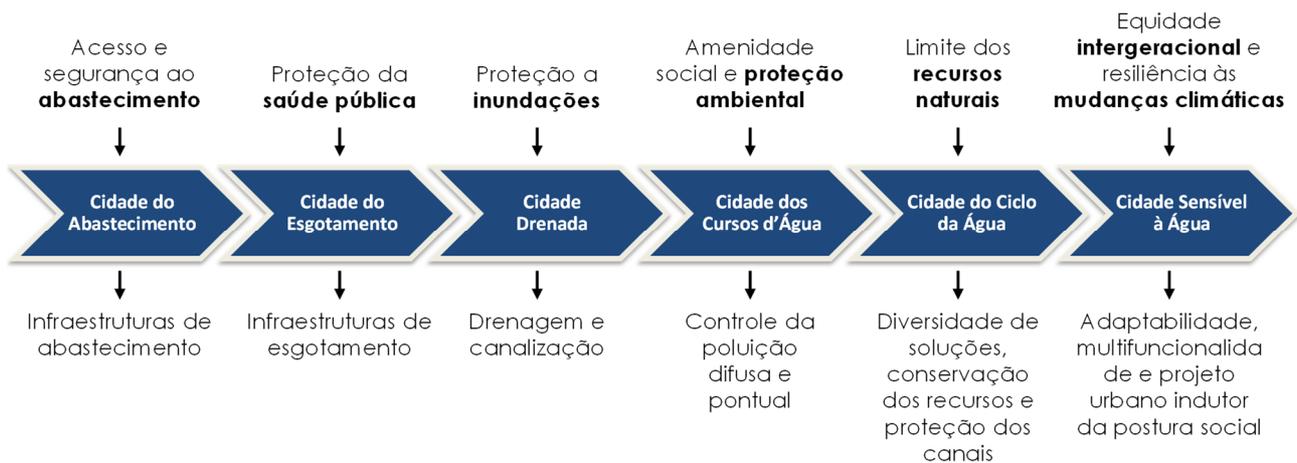
Forma de análise dos resultados

Predominantemente, as análises tiveram cunho qualitativo e foram apoiadas nas discussões realizadas nas fases Exploratória e Descritiva a partir de roteiros analíticos específicos elaborados para cada etapa, compostos por questões norteadoras.

Os resultados, apresentados por meio de textos, tabelas, gráficos e mapas, foram discutidos com a realização de análises comparativas. Utilizaram-se algumas ferramentas de análises como o quadro avaliativo do estágio evolutivo de cidades sensíveis à água (Brown et al., 2008) e o SWOT.

O quadro avaliativo do estágio evolutivo das práticas de gestão das águas urbanas de Brown et al. (2008) é uma ferramenta para compreender as tendências das práticas adotadas no manejo de águas pluviais ao longo do desenvolvimento de cidades. Apesar de ser desenvolvido no contexto australiano, ele contém noções sobre o saneamento e as questões ambientais aplicáveis a São Carlos. O conceito está baseado no contrato hidro-social vigente, que define os valores e as decisões adotados pela sociedade sobre como realizar a gestão da água. Envolve noções cognitivas (pensamentos, conceitos e habilidades dominantes), normativas (sobre os valores e tendências vigentes) e regulativas (a gestão, as normas jurídicas e os sistemas) que definem os diferentes estágios de gestão sobre os quais é possível agir para levar a avanços. São propostos seis estágios que se articulam em um contínuo sequencial, no qual o primeiro é englobado pelo próximo, sendo eles: cidade do abastecimento, cidade do esgotamento sanitário, cidade drenada, cidade dos cursos d'água, cidade do ciclo da água, e cidade sensível à água (Figura 2).

Indutores sociopolíticos



Funções desempenhadas pelos serviços de saneamento

Figura 2: Quadro avaliativo do estágio evolutivo de cidades sensíveis à água. Fonte: Adaptado de Brown et al. (2009).

Cada estágio, que também pode ser entendido enquanto uma abordagem sobre as águas urbanas, apresenta um conjunto de princípios que orientam as práticas adotadas, e sinteticamente envolvem:

- **Cidade do Abastecimento:** o primeiro estágio que advém da necessidade de fornecer abastecimento seguro de água potável à população, o qual se apresentou majoritariamente através de sistemas centralizados, e estabelece as bases do contrato hidro-social no qual o poder público se mostra responsável pelo fornecimento das infraestruturas capazes de explorar sem limites os mananciais naturais;
- **Cidade do Esgotamento:** surge do avanço da engenharia sanitária no século XIX que demonstrou as relações entre os surtos epidemiológicos nas cidades e a ausência de sistemas que promovessem o isolamento, afastamento e tratamento dos dejetos humanos. O contrato hidro-social se expande para a promoção e garantia da saúde pública em resposta ao rápido crescimento populacional;
- **Cidade Drenada:** resulta da dispersão das áreas urbanas sobre os territórios rurais e naturalizados das bacias hidrográficas, aumentando a impermeabilização do solo e trazendo mudanças ao equilíbrio hidrológico que desencadearam as inundações urbanas. Este processo também é acompanhado da ocultação dos sistemas hídricos da paisagem citadina, sobre os quais promoveu-se a ocupação de fundos de vale. Neste sentido, o contrato hidro-social passa a exigir a garantia de proteção contra inundações para permitir a continuidade do desenvolvimento urbano;
- **Cidade dos Cursos d'Água:** o primeiro estágio a tensionar a trajetória estabelecida pelos anteriores, ao abarcar preocupações dos grupos sociais em relação aos sistemas ambientais que se encontravam degradados em função da provisão das

infraestruturas dos demais estágios. Mudanças da dimensão cognitiva passam a induzir a consideração das águas e elementos naturais enquanto qualificadores do espaço urbanizado, buscando recuperar os sistemas degradados através do controle da poluição lançada nos corpos hídricos. Este é um estágio com pouca difusão na maioria das cidades australianas, e tem como principais desafios as mudanças na estrutura institucional vigente e nos sistemas de financiamento da agenda;

- **Cidade do Ciclo da Água:** ao entender os limites dos sistemas tradicionais em prover os recursos necessários à crescente população urbana perante a necessidade de assegurar o equilíbrio dos ecossistemas, as pesquisas acadêmicas passaram a investigar modos de integrar as demandas sanitárias a uma visão total do ciclo da água urbano. Investigam-se estratégias para redução da demanda de recursos, alternativas para fontes de abastecimento não potáveis (como água de chuva e águas cinzas), em uma perspectiva sensível aos ciclos energéticos e de nutrientes. O estágio altera o contrato hidro-social ao não mais centralizar no poder público a incumbência de garantir sistemas sanitários à prova de falhas, mas propõe o compartilhamento das responsabilidades e riscos para os usuários e comunidades, e cognitivamente depende de equipes interdisciplinares. Sua consecução, entretanto, depende do avanço e estabilização das bases propositivas da Cidade dos Cursos d'Água;
- **Cidade Sensível à Água:** estágio que figura enquanto proposta conceitual, pois não há casos que demonstrem sua aplicação na realidade australianas. Depende da sedimentação do entendimento de que o contrato hidro-social deveria integrar valores normativos para a recuperação e proteção ambiental, garantia da saúde pública, controle de inundações, urbanidade e sustentabilidade econômica. É central a preocupação com o compromisso intergeracional equitativo, que deve ser garantido com a proteção da integridade ecológica dos territórios, visando maior resiliência das comunidades e ambientes às mudanças climáticas.



CAPÍTULO 1

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ÁGUAS URBANAS



NESTE CAPÍTULO SÃO APRESENTADOS OS PRINCIPAIS FENÔMENOS HIDROLÓGICOS RELACIONADOS COM O PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS, E SUAS RELAÇÕES ENQUANTO COMPONENTES DO CICLO HIDROLÓGICO E ELEMENTOS ATUANTES NA PERSPECTIVA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. DISCUTEM-SE AS IMPLICAÇÕES QUE A OCUPAÇÃO URBANA TRAZ PARA ESSAS DINÂMICAS E OS RESULTADOS PRODUZIDOS PARA AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NAS CIDADES. EM SEGUIDA, INVESTIGA-SE A INSERÇÃO DESTAS QUESTÕES NO CAMPO DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL E DO PLANEJAMENTO URBANO, EVIDENCIANDO AS ATRIBUIÇÕES DE CADA CAMPO NA PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS. POR FIM, CONTEXTUALIZA-SE O SURGIMENTO DE PRÁTICAS ALTERNATIVAS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E SUAS PROPOSIÇÕES GERAIS.

1.1 O ciclo hidrológico na bacia hidrográfica e suas relações com a urbanização

A água, recurso natural de fundamental importância à vida, encontra-se distribuída pelo planeta em diferentes estados físico-químicos. Às transformações entre esses estados e aos movimentos nos diferentes compartimentos (atmosfera, litosfera, hidrosfera e biosfera) denomina-se de ciclo hidrológico. Este processo é impulsionado globalmente pela energia solar recebida pela Terra, pelo movimento de rotação terrestre, e pelas características dos ambientes em cada região e local. Em nível global pode ser considerado fechado, porém ao aproximar-se da escala local ele passa a funcionar cada vez mais de modo aberto. Portanto, entende-se que cada sistema local constitui um subsistema aberto em que operam entradas e saídas da água para outros subsistemas adjacentes. Em cada sistema, as transformações e movimentações da água são regidas por

processos físicos, químicos e biológicos que operam em conjunto, originando diferentes etapas pelas quais pode-se descrever o ciclo hidrológico, como: condensação, precipitação, interceptação, infiltração, escoamento, ingestão, transpiração, excreção e evaporação (Silveira, 2009).

A maior parte do volume de água do planeta encontra-se nos oceanos e nas geleiras (98%), sendo pouco expressivos quantitativamente os estoques presentes nos continentes e na biosfera. Porém as fases e processos do ciclo hidrológico que ocorrem nas superfícies terrestres são muito importantes para o equilíbrio de todo o ciclo e também de especial interesse para as atividades humanas. Neste contexto, a bacia hidrográfica é um elemento fundamental para definir as dinâmicas hidrológicas que operam em cada local, uma vez que permite delimitar fisicamente unidades distintas e interdependentes, as quais operam enquanto sistemas de entrada, transformação e saída da água. É pela dinâmica das bacias hidrográficas que surgem processos importantes do ciclo hidrológico, como escoamento superficial, infiltração, evapotranspiração, detenção, retenção etc. (Silveira, 2009).

Para compreender como se constitui a dinâmica do ciclo hidrológico (Figura 3) nas bacias hidrográficas é necessário explicitar algumas de suas fases e considerar elementos dos meios físico e biológico que as definem.



Figura 3: O ciclo hidrológico e suas principais fases e processos. Fonte: USGS, 2017.

A **precipitação** constitui no movimento de qualquer forma de água presente na atmosfera em direção à superfície, apresentando-se em diferentes estados físicos (granizo, neblina, orvalho, geada, chuva, dentre outros). Sua ocorrência pode ser caracterizada em alguns aspectos, como a distribuição espacial, a intensidade, a duração e a frequência na qual ocorre. A precipitação que ocorre como chuva é de grande relevância na hidrologia por ter a capacidade de produzir escoamento em tempo praticamente imediato. Por ser condicionada em diversos fatores apresenta um padrão aleatório de ocorrência, e, portanto, seu estudo envolve o uso de tratamento estatístico para descrição dos fenômenos (Bertoni e Tucci, 2009). A precipitação é um dos processos mais importantes no ciclo hidrológico por constituir a principal entrada de água nos sistemas.

Nem todo o volume de água precipitado de fato atinge o solo. Parte pode ficar retido acima da superfície pela cobertura vegetal, especialmente a arbórea, ou outra forma de obstrução do escoamento, o que constitui a **interceptação**. Este volume pode ser retornado à atmosfera por evaporação ou evapotranspiração, ou ainda ser incorporado na vegetação, o que altera o balanço hidrológico da bacia, pois parte da entrada de água fica retida para consumo. Porém, a presença de interceptação reduz variações temporais da vazão, retarda o escoamento e diminui o pico de cheias. Além da vegetação, o armazenamento nas depressões da superfície também pode ser considerado interceptação quando o volume armazenado não infiltra no solo e tem como saída a atmosfera através de evaporação. A esse processo, denomina-se **detenção**. Geralmente ocorre em solos de baixa permeabilidade, nos quais as irregularidades na superfície formam lagoas que retardam o escoamento. É um processo importante em bacias de baixa drenagem, pois contribui para regularizar naturalmente o escoamento e manter uma menor vazão média (Tucci, 2009a). A aplicação deste conceito no cenário urbano se dá para a concepção de técnicas de controle de enchentes que envolvem o armazenamento temporário de parte do escoamento.

A **evaporação** representa a conversão da água de líquido para vapor, ou seja, sua transferência de volta para a atmosfera. É um processo impulsionado pela energia presente no sistema, dependente principalmente do Sol, mas também impulsionado por condições da atmosfera. Quando envolve o metabolismo de seres vivos considera-se **evapotranspiração**, sendo as plantas os organismos com maior influência sobre o processo. Destaca-se a capacidade que o sistema radicular possui para acessar água em camadas mais profundas do solo e liberá-la para a atmosfera (Tucci e Beltrame, 2009). Por constituírem a transferência da água da superfície para a atmosfera, tais processos também podem ser considerados formas de saída do sistema.

Quando a água que atingiu a superfície passa para o interior do solo ocorre a **infiltração**, processo que depende do volume de água a infiltrar, do tipo de solo, do estado da superfície e da relação ar-água presente no interior do solo, que determinam a capacidade e a taxa de infiltração. A capacidade de infiltração compreende o potencial que o solo apresenta para absorver água em termos de lâmina por tempo, e a taxa da infiltração demonstra a real infiltração que ocorre em um dado momento. Ao infiltrar-se, a água tende a saturar as camadas superficiais do solo, saturação que vai se estendendo às camadas mais profundas, mas que tendo seu limite superficial atingido passa a produzir escoamento. O solo possui naturalmente uma camada saturada que se

encontra nos níveis mais profundos, mas que pode interferir no processo de infiltração se estiver mais próximo da superfície (Silveira, Louzada e Beltrame, 2009). Destaca-se que a infiltração é favorecida quando a superfície apresenta obstáculos ao trajeto da água, como a presença de vegetação e áreas de acúmulo superficial dispersas.

Entende-se por **escoamento** o deslocamento de água na bacia ao longo do gradiente topográfico, seja pela superfície, pelo subterrâneo, pelos canais ou reservatórios, até encontrar uma calha definida, sendo um dos processos mais influentes do ciclo hidrológico. O escoamento superficial compreende a combinação dos fluxos rasos pela superfície com os fluxos em canais que conformam a drenagem da bacia. Das suas interações com os demais componentes do ciclo hidrológico caracteriza-se a vazão da bacia e suas variações no tempo, o que se exprime através do hidrograma. A configuração do comportamento do escoamento depende de características físicas da bacia (densidade de drenagem, declividade, forma e capacidade de armazenamento), do tipo de cobertura do solo (pela influência sobre a interceptação, infiltração, evaporação e evapotranspiração), de modificações artificiais sobre os canais, da precipitação (distribuição, frequência, duração e intensidade) e do solo (condição inicial de umidade) (Tucci, 2009b). Tendo em vista o fluxo da água no ciclo hidrológico, o escoamento constitui a principal forma de transporte da água pelo sistema, que a converge ao ponto mais baixo da bacia hidrográfica e, assim, à sua saída.

As dinâmicas produzidas pelos processos acima descritos podem melhor ser analisadas e relacionadas com as demandas e influências humanas quando contextualizadas em bacias hidrográficas (Figura 4). Pela conceituação de Silveira (2009) as bacias hidrográficas são áreas de captação naturais definidas pela topografia, a qual converge os escoamentos por meio gravitacional através de suas vertentes e canais até o ponto mais baixo de saída, o exutório. As bacias hidrográficas podem ser caracterizadas em diversos aspectos, os quais têm influência sobre os processos do ciclo hidrológico. Quanto à fisiografia, deve-se considerar a forma e a área da bacia (que relacionada à precipitação define o volume de entrada de água no sistema), os índices de drenagem (que podem ser expressos por relações de comprimento, densidade e bifurcação dos canais), e os índices de declividade (dos cursos d'água e das vertentes) (Silveira, 2009). Pelas bacias hidrográficas é possível estabelecer relações de causa e efeito entre a precipitação e o pulso de cheias, que tem no escoamento superficial o elemento de maior relevância. Estes processos são elementos dos fenômenos das inundações.

A inundação ocorre devido a uma precipitação intensa associada a condições do solo e de ocupação que produzem um escoamento maior do que a capacidade de vazão da rede de drenagem, fazendo com que as águas extravasem os canais (leito menor do rio) e ocupem as áreas de várzea (leito maior do rio). Pelas características meteorológicas e hidrológicas conforma-se a ocorrência de inundações que em função da variabilidade cíclica dessas características só pode ser estudada com bases probabilísticas e modelos estatísticos. Os aspectos hidrológicos de ordem natural que estão diretamente relacionados à sua ocorrência são: relevo, tipo de precipitação, cobertura vegetal e capacidade de drenagem (Tucci, 2009c).



Figura 4: Representação possível da definição de uma bacia de hidrográfica, em vermelho. Fonte: adaptado de GEO Conceição, 2017.

O relevo condiciona a formação e concentração do escoamento, que será elevado nas áreas mais declivosas e direcionado para a parte baixa da bacia, na qual as áreas mais planas acomodarão o excedente escoado. É em função da intensidade da precipitação que são produzidas as inundações. Destacam-se as chuvas convectivas e orográficas por serem as mais intensas, e que atuam normalmente em pequenas áreas. A presença de vegetação tem a função de atenuar a formação de escoamento através do processo de interceptação. Ao mesmo tempo, por proteger o solo contra o impacto da água e a formação de processos erosivos, reduz o transporte de sedimentos e assoreamento dos canais, o que evita o comprometimento da vazão da rede de drenagem. A existência de cobertura vegetal também é positiva por manter áreas permeáveis na bacia e assim reduzir a formação de escoamento superficial. A configuração da rede de drenagem é determinante para a capacidade de vazão da bacia, e ao mesmo tempo influi no aumento da concentração e velocidade do escoamento nos canais quanto mais linearizada for sua morfologia. A presença de obstáculos distribuídos pela bacia e seus canais propicia um armazenamento temporário da água que amortece o escoamento por melhor distribuí-lo, de modo a regularizar a vazão no exutório (Tucci, 2009c).

Percebe-se a relevância do contexto de bacia hidrográfica para a compreensão dos fenômenos hidrológicos. Pela definição da bacia hidrográfica é possível tecer as relações entre os diferentes processos do ciclo hidrológico e sua dinâmica. Cada bacia define contextos próprios a partir de suas características, como clima, geologia, relevo, hidrologia, pedologia, vegetação, e formas de uso e ocupação do solo. O estudo combinado destes aspectos pode revelar estratégias para gestão do território e de seus recursos, como apresentado por Ian McHarg (1992). Portanto, a viabilização das atividades humanas depende também das dinâmicas hidrológicas delimitadas pelo contexto de bacias hidrográficas, na medida em que utilizam os recursos naturais nelas encontrados.

O conjunto das atividades humanas promove o desenvolvimento econômico baseado na apropriação de capital natural, como os recursos hídricos, que são consumidos para satisfazer múltiplas necessidades, em um processo que degrada os estoques deste mesmo capital natural. Quando o desenvolvimento econômico cresce e se concentra em uma determinada região, ele aumenta a pressão sobre os recursos, pois eleva a demanda existente (quali e quantitativamente) ao mesmo tempo em que lança resíduos e substâncias contaminantes na rede hídrica e nos mananciais, devasta áreas de proteção e altera o equilíbrio do ciclo hidrológico (Lanna, 2009). A urbanização se encontra dentro desta dinâmica, e, portanto, estabelece intensos conflitos de uso da água.

Das muitas formas de degradação dos recursos hídricos, destacam-se as alterações do ciclo hidrológico, em nível local e regional, promovidas com a urbanização, dada a significativa transformação que esta forma de ocupação traz às características das bacias. As alterações produzidas que mais afetam a dinâmica hidrológica estão ligadas às mudanças no regime de escoamento superficial, especificamente com o aumento das superfícies impermeabilizadas e a expansão do sistema de drenagem que promove a concentração e rápido afastamento das águas. Como resultado há um crescimento nas vazões máximas de cheia após a ocupação, que pode chegar a ser seis vezes maior do que a vazão máxima na mesma bacia em condição não urbanizada. Esse aumento do pico de vazão pode não implicar em impactos locais para o meio urbano, mas pelas características do sistema seus efeitos são transferidos para outras áreas a jusante, onde a concentração de processos intensificados provavelmente acarretará em danos (Porto et al., 2009).

Mesmo o sistema de drenagem já implantado pode ser degradado, especificamente com o carreamento de resíduos para as infraestruturas e canais de drenagem, os quais obstruem a vazão. Este mesmo efeito é produzido com o assoreamento dos canais, processo intimamente ligado à ocupação de novas áreas e à realização de obras no tecido urbano que expõem o solo à ação erosiva (Porto et al., 2009). Sobre o impacto da produção dos resíduos sólidos e sedimentos, Tucci (2008) argumenta que este processo tende a atingir seu máximo em estágios diferentes da ocupação. Após a remoção da cobertura vegetal ocorre grande produção de sedimentos, pois a exposição do solo é máxima para a execução de obras, e se reduz conforme a ocupação consolida-se. Uma vez que a bacia se encontre ocupada predomina a produção de resíduos

sólidos urbanos, que serão carregados para os corpos d'água na ausência de serviços adequados de limpeza pública e coleta seletiva. Além da degradação dos canais de drenagem, destaca-se os impactos sobre as áreas ripárias, a redução da qualidade da água e a degradação da paisagem.

Quanto às influências da urbanização sobre as inundações (Figura 5), Tucci (2009c) destaca elementos do cenário urbano que operam como condições artificiais na configuração das inundações junto às condições naturais hidrológicas. A predominância das superfícies impermeáveis, como telhados, ruas e pisos, aumenta a proporção da chuva que é transformada em escoamento, ao mesmo tempo em que o acelera por conta da retificação e canalização dos cursos d'água e da drenagem superficial. Essa combinação de processos conduz ao aumento da vazão máxima, reduz o tempo de formação do pico de vazão, reduz o tempo de concentração da bacia e diminui o tempo até o retorno às condições normais de vazão. Todas essas alterações representam uma intensificação dos fenômenos hidrológicos em um espaço temporal reduzido (Tucci, 2009c).

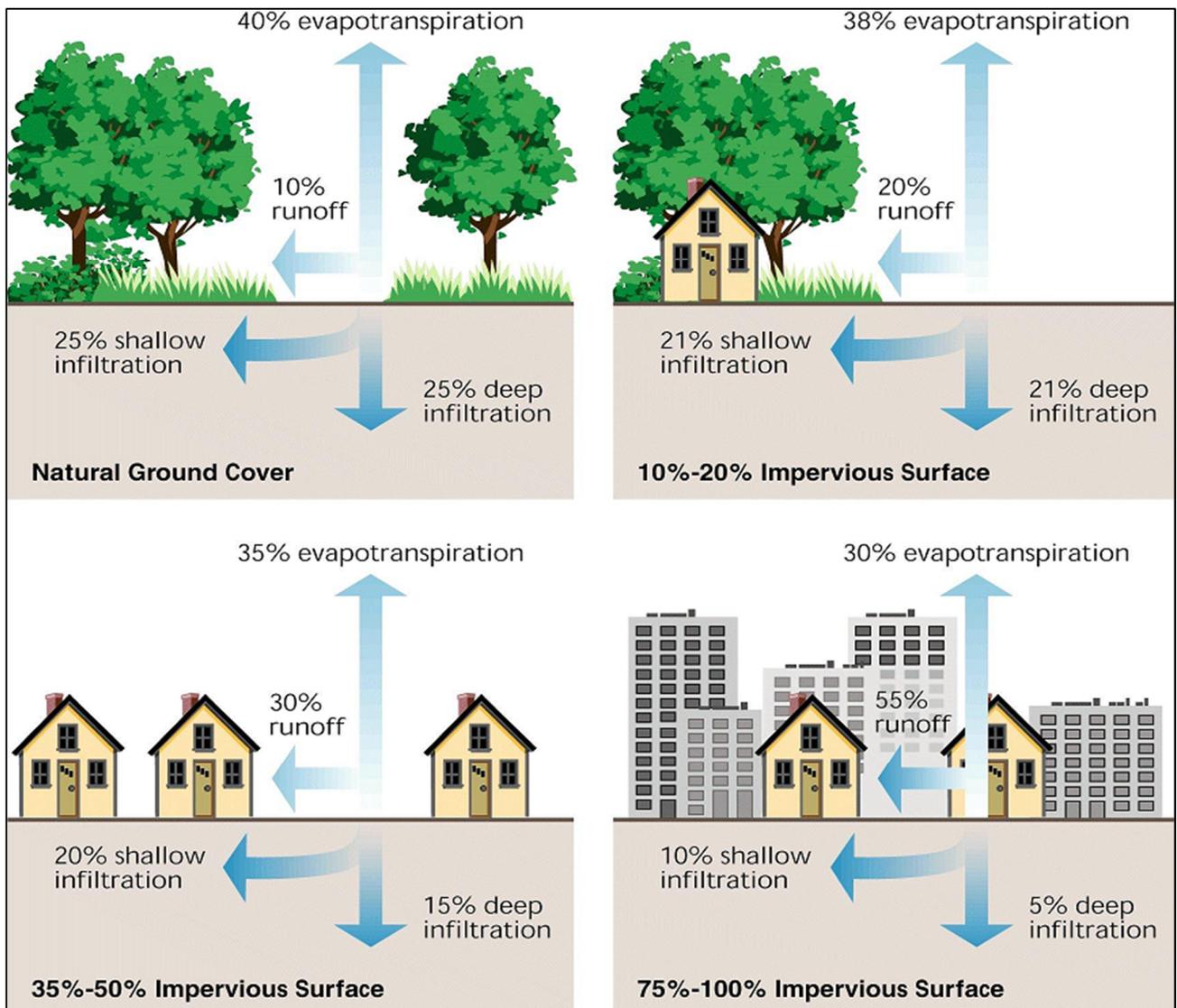


Figura 5: Progressão da impermeabilização superficial e seus efeitos na dinâmica hidrológica local. Fonte: Assignment Point, 2017;

Em relação aos aspectos qualitativos, as águas pluviais, ao atravessarem áreas urbanizadas, seja na precipitação ou no escoamento, tornam-se poluídas uma vez que lavam substâncias e partículas dispersas na atmosfera e depositadas nas superfícies, especialmente após períodos de estiagem ao longo dos quais estes materiais se acumularam. A carga de poluentes nas águas pluviais pode ser elevada nos casos de ligações cruzadas entre as redes de drenagem e de esgoto, que legalmente no Brasil devem ser segregadas, porém proliferam-se irregularidades com prejuízos aos sistemas de tratamento de esgotos e à proteção dos ecossistemas aquáticos (Tucci, 2008).

Tais ações atuam na transformação dos processos naturais do ciclo hidrológico para a construção de conflitos com as águas pluviais, os quais emergem quando somados a condições do contexto urbano que aumentam o grau de exposição da população aos riscos produzidos.

Essas condições envolvem questões da ocupação do solo e da esfera político-administrativa. Quanto às formas de ocupação do solo, a ocupação de áreas impróprias situa as atividades urbanas em locais de risco elevado que induz a prejuízos sociais e econômicos, quando nas várzeas de inundação e fundos de vale, e também intensifica os processos hidrológicos na bacia, quando nas cabeceiras íngremes. Tais ocupações podem ocorrer tanto via interesse do mercado imobiliário para exploração do solo urbano, quanto pela insuficiência do sistema habitacional em alocar pessoas em situação de vulnerabilidade socioeconômica, que são levadas a habitar áreas de risco muitas vezes de forma ilegal. E mesmo nos parcelamentos mais comuns podem não ser cumpridas as condições técnicas adequadas, ou adotadas soluções que comprometem cada vez mais a hidrologia da bacia. Diante das claras demandas para se disciplinar a ocupação do solo de modo a evitar a repercussão destas condições surge a importância da esfera político-administrativa. Nela, o jogo de interesses sobre o solo urbano muitas vezes constrói conflitos que dificultam o ordenamento e gestão adequados do uso e ocupação do solo. A dependência por recursos escassos, os quais estão em constante disputa para resolução de múltiplas demandas no setor público, associada à prevalência de ações corretivas e imediatistas, inviabiliza a construção e efetivação de políticas de médio e longo prazo que são fundamentais para a resolução das questões das águas pluviais urbanas (Porto et al., 2009).

Constatam-se as alterações que a dinâmica urbana traz para as bacias e para o ciclo hidrológico local. As consequências deste processo envolvem o comprometimento da disponibilidade de água, o aumento na frequência, na severidade e dos danos causados por inundações, além da contaminação de corpos hídricos por efluentes de diversas naturezas produzidos pelas atividades humanas (Tundisi, 2005).

As águas pluviais são um elemento central e estratégico na conformação deste cenário, e devem ser tomadas como foco na investigação de alternativas para as críticas demandas aqui colocadas, pois sua relação com o meio urbano é indissociável.

1.2 As águas pluviais na dinâmica hidrológica urbana

As águas pluviais são um elemento de centralidade nas discussões sobre hidrologia urbana. Representam uma fase da água no ciclo hidrológico que se relaciona com usos múltiplos como

abastecimento e esgotamento, mas que está diretamente associada a fortes conflitos no cenário urbano.

A produção destes conflitos resulta da associação entre as dinâmicas naturais das bacias e do ciclo hidrológico com a dinâmica urbana e suas demandas, que ora podem configurar um convívio harmonioso entre a cidade e seus pulsos naturais, ora a ruptura de processos que acarreta em impactos ambientais, sociais e econômicos. Destaca-se como elemento central a representação das demandas do sistema urbano em práticas de planejamento e gestão das águas pluviais, as quais têm a maior contribuição na configuração dos conflitos citados.

O surgimento de núcleos habitacionais que originaram as cidades esteve associado à disponibilidade de água para suprir suas demandas, e, portanto, muitas vezes foram implantados próximos a canais e áreas úmidas. Tais recursos serviam para o abastecimento de água da população, para o afastamento e transporte de matérias indesejadas, para o deslocar de pessoas e mercadorias e para a proteção e defesa dos núcleos habitacionais. Essa proximidade implicava no convívio com o regime de cheias dos cursos d'água, que retomavam a suas áreas naturais de acomodação, as quais frequentemente encontravam-se ocupadas pelo uso urbano, condição que era considerada necessária em função da dependência pelos recursos hídricos. Na Idade Média, com a combinação do adensamento populacional, da estratificação sócio espacial da população (expondo os mais desfavorecidos às áreas de risco), e da ausência de sistemas de esgotamento sanitário produziram-se condições de vida muito insalubres, configurando o fenômeno das "cidades pútridas". Durante o renascimento, no século XVI, foram testadas as primeiras práticas para controle sanitário, que envolviam obras de regularização e canalização dos cursos d'água urbanos, os quais cobertos e esquecidos transformaram-se em esgotos sanitários. A partir do século XIX, com o crescimento da população e das atividades produtivas nas áreas urbanizadas, junto aos ainda precários sistemas sanitários, proliferaram-se surtos epidêmicos de cólera e tifo pela Europa. A necessidade por melhores condições de saneamento ganhou respaldo com a descoberta de novas tecnologias concebidas à luz do positivismo, estabelecendo a gênese da abordagem que seria denominada de **higienismo**, em que o sistema de águas urbanas é desnaturalizado, sendo projetado para o afastamento rápido dos resíduos ao mesmo tempo que é isolado das áreas de circulação, buscando o conforto ambiental. Este *modus operandi* induziu à canalização e retificação de corpos hídricos e promoveu a impermeabilização das áreas de drenagem, o que levou à diminuição progressiva do papel das águas pluviais no meio urbano enquanto elemento de paisagem e fator de embelezamento das cidades (Castro et al., 2004; Moura et al., 2009; Baptista, Nascimento e Barraud, 2011).

A eficácia de tais abordagens em dirimir os graves problemas sanitários nas áreas urbanas até o início do século XX cristalizou seus conceitos enquanto prática vigente nos projetos para as águas pluviais. Mas o fenômeno da urbanização passou ao longo do século XX por uma forte intensificação, combinando aumento populacional com expansão dos tecidos urbanos pelo território. Essa disseminação intensificou as transformações sobre as bacias e processos dos ciclos hidrológicos, originando dinâmicas que, combinadas aos produtos da engenharia convencional de

drenagem, agravaram os conflitos com as inundações em áreas urbanas, cada vez mais frequentes. Com isso, houve um aumento significativo nos custos envolvidos com obras de infraestrutura, assim como nos danos materiais decorrentes das inundações, os quais podem atingir a monta de bilhões de dólares para um único episódio em estimativas diversas (Baptista, Nascimento e Barraud, 2011).

As práticas deste mesmo paradigma implicaram na pronunciada degradação ambiental dos ecossistemas úmidos nas cidades, seja pela clara devastação dos territórios e morfologias naturais, seja pelo aporte de contaminantes produzido pelas atividades antrópicas. Considera-se como um efeito não só dos lançamentos cloacais, mas também da qualidade das próprias águas pluviais que podem apresentar uma concentração de poluentes em nível equivalente e eventualmente superior à dos esgotos sanitários, tendo em vista escalas de tempo reduzidas (lançamentos na escala do dia e da hora) (Baptista, Nascimento e Barraud, 2011).

A combinação destes processos contribuiu para a corrosão das relações entre a população urbana e as águas presentes no seu cotidiano, configurada majoritariamente no conflito com as inundações. O papel das águas pluviais para amenização da paisagem urbana e construção de relações sociais teve atenção secundária, implicando em significativas perdas para a qualidade de vida urbana.

Um importante ponto de inflexão nessa trajetória de degradação das águas pluviais urbanas surge com a repercussão no contexto urbano do debate sobre as questões ambientais, lançadas pelo movimento ambientalista a partir da década de 1970. A constatação da progressiva degradação ambiental produzida pelas atividades antrópicas levou à investigação de formas alternativas para suprir as demandas da população, de modo que não fossem comprometidos os recursos naturais para as gerações futuras. Este preceito constitui a noção de Desenvolvimento Sustentável, proposta pelo Relatório Brundtland em 1987 (CMSMAD, 1992).

Esta visão, quando posta no contexto urbano, recaiu sobre as práticas até então disseminadas para o manejo das águas pluviais, as quais necessitavam de reformulações capazes de produzir novas formas de desenvolvimento urbano compatíveis com a proteção e conservação do equilíbrio dos ecossistemas. Tornou-se importante retomar o valor das águas pluviais enquanto elemento estruturante da paisagem e formador de relações sociais sadias à qualidade de vida. Da mesma forma, a gestão deste recurso deveria ser estratégica para promover maior resiliência às crises e transformações ambientais, o que implicou na exploração do seu potencial como fonte de abastecimento.

Pautados por estes e outros preceitos começaram a ser estudadas e aplicadas propostas de manejo das águas pluviais em diversos contextos, comumente em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Reino Unido e Austrália. Tais propostas denominam-se abordagens alternativas para o manejo de águas pluviais, e serão discutidas ao final do capítulo.

1.3 O Planejamento ambiental e urbano

Partindo das relações discutidas anteriormente entre as formas de ocupação do espaço e as alterações nos sistemas hidrológicos, propõe-se uma análise dos campos do planejamento

urbano e do planejamento ambiental enquanto arcabouços teóricos e ferramentais reguladores dos elementos que atuam na formação do problema.

A autora Rozely dos Santos (2004) introduz o planejamento do uso do território como necessário a partir do momento em que numa dada situação de aglomeração populacional torna-se importante melhor organizar a distribuição das atividades, ou seja, fazer seu ordenamento no espaço. Mesmo em civilizações antigas como aldeias da Mesopotâmia, cerca de 4000 A.C., encontram-se registros de planejamento das atividades. A trajetória das práticas ao longo da história mostra as mudanças em objeto, objetivo, conceitos, princípios e métodos que o orientam, passando de escopos mais holísticos e integradores, que remontam à Grécia Antiga, a enfoques especialistas e setorizados, que emergiram junto às sociedades modernas.

Para fazer uma definição, a autora resume alguns conceitos na ideia de que:

(...) o planejamento é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, levando à melhoria de uma determinada situação e ao desenvolvimento das sociedades (Santos, 2004, p. 24).

De uma forma mais ampla pode-se considerar a conceituação de Fábio Duarte (2007), como "o conjunto de medidas tomadas para que sejam atingidos objetivos desejados, tendo em vista os recursos disponíveis e os fatores externos que podem influir nesse processo".

Articulam-se nesses conceitos questões relevantes, como: a importância de que se tenha clareza sobre os objetivos pretendidos com o processo de planejamento e sua adequação às necessidades do objeto planejado, essencial para orientar adequadamente as propostas; a estrutura disponível para a concretização destas propostas (econômica, política, física e humana) sempre deve orientar os responsáveis pela condução do planejamento, sob o risco de conceber diretrizes inviáveis de executar e incompatíveis com a realidade estudada; a pertinência do planejamento em orientar o conjunto de instrumentos metodológicos, legislativos, administrativos e de gestão para a consecução das propostas e a aproximação entre a sociedade e as autoridades, por meio da participação popular, por exemplo (Santos, 2004; Duarte, 2007).

Destaca-se que o planejamento implica na orientação da tomada de decisão (como sobre o uso de um determinado recurso), a qual deve caber aos que serão afetados pela escolha. Ele não se restringe à produção de um documento técnico, deve englobar, assim que iniciada a implementação, etapas de monitoramento e avaliação, que geram embasamentos para revisão do mesmo processo e orientação de outros planejamentos (Santos, 2004).

Os diferentes processos de planejamento adotam adjetivações que tentam expressar os propósitos neles contidos, o que permite identificar alguns aspectos-chaves envolvidos. Há diferentes rumos possíveis, e, portanto, variadas formas de classificação, como quanto à abrangência, que pode ser espacial (expressa e tem como foco a dimensão territorial considerada)

ou operacional (expressa o setor ou atividade envolvida), e também quanto à natureza dos objetivos (econômico, físico, desenvolvimentista, ecológico etc.). Entretanto, imprecisões com a adjetivação são muito frequentes, seja por uma escolha inadequada ao tema realmente abordado, ou pela realização de um processo que conceitualmente e metodologicamente não expressa o que a categoria reivindicada pressupõe (Santos, 2004).

1.3.1 Planejamento ambiental

Os primeiros registros de recomendações sobre a conservação de atributos naturais em território brasileiro datam do século XIX, inicialmente em documentos produzidos por naturalistas trazidos pelo Império Português e também pesquisadores da escola francesa e, no fim do século, por engenheiros, com destaque para André Rebouças que incentivou a criação de parques nacionais como o Maciço da Tijuca no Rio de Janeiro. Nestas primeiras iniciativas, as preocupações dos documentos e práticas giravam em torno da necessidade de conservação de recursos hídricos para garantir o abastecimento das atividades humanas e o saneamento das cidades. Porém, o olhar sobre esta temática com a noção de um planejamento ambiental e regional surgiu somente na década de 1930 com os estudos de modelagem de recursos hídricos e bacias hidrográficas com implicações para seu planejamento e gestão, sob a orientação de engenheiros de recursos hídricos como Saturnino de Brito. Em torno deste movimento de cunho conservacionista e fortemente pautado nos recursos hídricos é que foram fundados os primeiros dispositivos legais sobre a questão ambiental no Brasil do século XX, com o Código das Águas, o Código Florestal e a Lei de Proteção à Fauna (Santos, 2004).

O desenvolvimentismo instaurado no país a partir da década de 1950 fez repercutir nos anos de 1960 e 1970 um impulso pela industrialização, justificada pelo discurso de que seria indispensável para reduzir a crescente pobreza da população. Tal impulso levou a um forte consumo pelos recursos naturais e geração de poluição, evidenciando pequena preocupação do governo com o meio ambiente. Com isso, emergiram questionamentos ao modelo industrial de desenvolvimento que demandavam mudanças de posturas quanto ao sistema produtivo. Esses discursos encontraram rebatimento no Brasil no início da década de 1980, em função das pressões que a articulação dos países do hemisfério norte em torno da questão ambiental exerceu sobre as práticas vigentes nos países subdesenvolvidos, expressa em exigências de bancos internacionais e organismos sociais como ONGs, assim como de movimentos ambientalistas nacionais. Um marco deste período foi a promulgação da Política Nacional de Meio Ambiente na Lei nº 6.938 de 1981, que instaurou uma infraestrutura institucional mínima a partir da qual as ações de gestão ambiental no país poderiam ser orientadas. A lei previu a articulação do SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente), com destaque para a criação do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), e instituiu instrumentos básicos para o planejamento e a gestão ambiental no país, como a Avaliação de Impactos Ambientais e o Zoneamento. Com isso, pela primeira vez foi possível propor sistemas de Planejamento Ambiental na perspectiva do ordenamento territorial no Brasil, tomando a bacia

hidrográfica como unidade, tendo em vista a orientação para a conservação dos recursos hídricos presentes nas práticas iniciais (Santos, 2004).

Ao longo deste contexto, o planejamento ambiental surge da necessidade de conciliar as demandas até então conflitantes entre o desenvolvimento tecnológico e a conservação ambiental, pautado pelo discurso do desenvolvimento sustentável. Nessa perspectiva, quando o planejamento se propõe a uma noção ética para o desenvolvimento, e para tanto integrando as dinâmicas sociais e econômicas que agem sobre o território com uma visão holística dos fenômenos, entende-se que ele tenha por base trabalhos multi, inter e transdisciplinares (Franco, 2008).

Há uma profusão de conceitos e práticas adjetivados com a noção "ambiental" que muitas vezes são confundidos com o planejamento ambiental de fato. Em sua maioria, estes conceitos e práticas se inserem no processo de gestão ambiental, na qual o planejamento ambiental é uma etapa específica (Figura 6). Segundo Santos (2004) a gestão ambiental basicamente estrutura-se pela articulação entre política, planejamento e gerenciamento ambiental, de modo que compete ao planejamento realizar "o **estudo** que visa à **adequação** do uso, controle e proteção ao ambiente (...)". Percebe-se a sua conotação como um processo investigativo baseado em diagnósticos e prognósticos para a proposição de ações, as quais serão executadas no âmbito do gerenciamento.

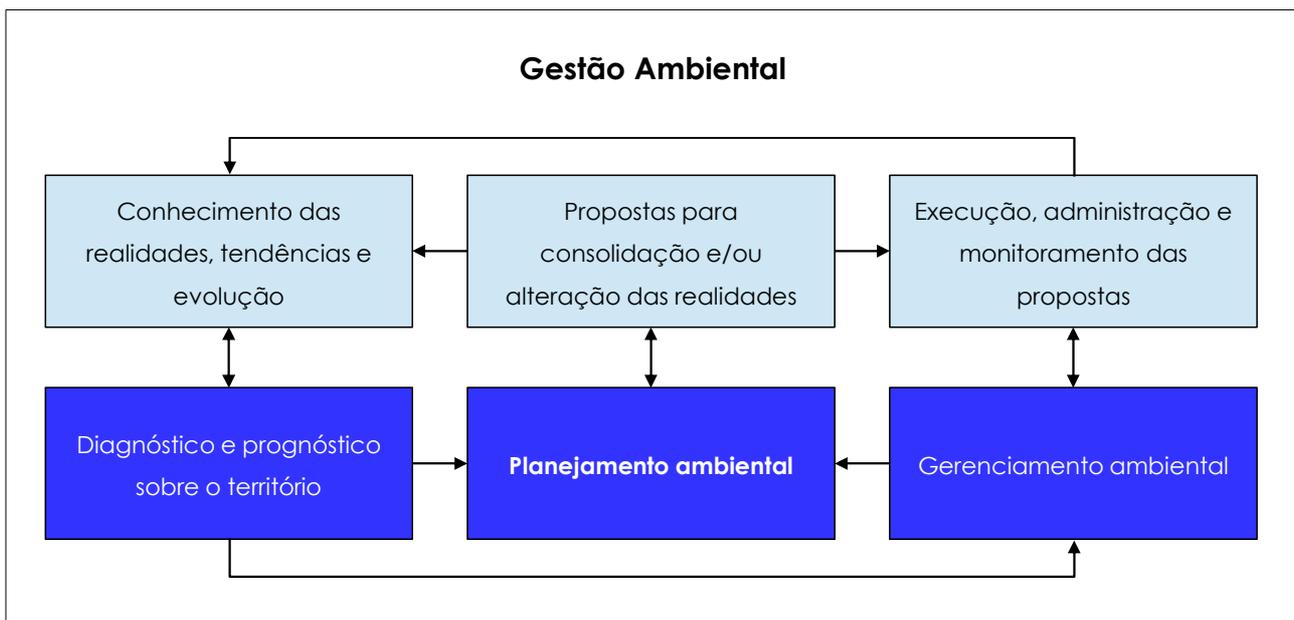


Figura 6: Inserção do planejamento ambiental no campo da gestão ambiental. Fonte: Adaptado de Santos (2004)

Ainda que sejam possíveis múltiplas abordagens e diferentes caminhos para os planejamentos ambientais, eles terão como matriz fundamental de análise a noção de capacidade de suporte do meio como forma de orientar as atividades humanas (Franco, 2008). A partir disso, os prognósticos destes processos levarão em conta as potencialidades e as fragilidades do território estudado para o objetivo pretendido, sendo esta uma de suas atribuições mais relevantes. Pretende-se o melhor aproveitamento dos elementos naturais, de fato vistos como recursos para as atividades humanas, seguindo a perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Tendo em vista a tríade homem-meio-sociedade, o planejamento buscará estabelecer relações mais harmoniosas entre os processos e necessidades socioculturais, as demandas econômicas e os fluxos ecológicos, mantendo o equilíbrio e a integridade dos seus componentes (Santos, 2004).

Com essas bases, Marsh (1997) suscita que esta forma de planejamento, estando centrada nas questões ambientais, tem competência e deve ser orientadora para temas como o desenvolvimento territorial, uso e ocupação do solo e qualidade do meio físico, abrangendo por exemplo a disposição de resíduos, gestão de áreas alagadas, e temas recorrentes do campo, tais como a gestão de bacias hidrográficas e a provisão de sistemas de saneamento urbanos.

Franco (2008) apresenta três princípios sobre os quais as estratégias de planejamento ambiental podem orientar as intervenções:

- **Preservação** – diz respeito à salvaguarda de ecossistemas e seus recursos em função de sua singularidade e/ou fragilidade, devendo ficar protegidos da intervenção humana através da criação de Áreas Protegidas (Unidades de Conservação, Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais).
- **Recuperação** – diz respeito ao uso de técnicas que auxiliem e acelerem os processos de regeneração natural em áreas que foram degradadas por atividades antrópicas, ou que as reabilitem para novos usos.
- **Conservação** – diz respeito à consideração da capacidade de suporte do meio para orientar o uso dos recursos naturais para um mínimo risco, ou seja, não degradar as fontes de recurso e seus processos de renovação.

Apesar de todos estes pressupostos teóricos e conceituais, das experiências de planejamentos ambientais realizadas, evidenciam-se alguns entraves e desafios. Ainda que pressuponham análises integradas de diversos elementos, as propostas e ações são normalmente específicas e pontuais, compondo um somatório de intervenções. A integração disciplinar muitas vezes não ocorre, e os profissionais utilizam de métodos próprios das suas formações para conduzir os estudos, sendo que predominam noções da engenharia e da economia frente ao frágil embasamento em modelos ecológicos. A descentralização e a participação popular ainda não alcançam o potencial desejado, pois os planejamentos muitas vezes derivam de planos e atividades de desenvolvimento já estabelecidos em um nível superior da gestão, e se adequam às diretrizes traçadas de cima para baixo (Santos, 2004).

1.3.2 Planejamento urbano

A autora Norma Lacerda (2013) argumenta que o campo do planejamento urbano e regional congrega múltiplas disciplinas a partir das quais são tecidas mediações teóricas, políticas, sociais e culturais que definem as formas de intervenção no espaço. Essa natureza convergente de contribuições com origens diversas caracteriza o campo em constante transformação, seja pela inclusão de novos saberes ou pela reformulação de teorias e conceitos já existentes. Destaca-se também que o tecer das interações entre as disciplinas que compõem o campo depende de abordagens multi, inter e transdisciplinares.

Segundo a análise de Angela Santos (2012), o planejamento urbano tem sua origem na cristalização de meios pelos quais possam ser endereçadas as demandas sociais, políticas e econômicas da sociedade urbano industrial, constituindo, portanto, um instrumento político de gestão. O adensamento populacional nas cidades após a Revolução Industrial, associado à precarização das condições de vida de seus habitantes pela ausência de infraestruturas urbanas básicas de transporte, habitação e saneamento, fez crescer o papel do Estado enquanto agente interventor para assegurar tais necessidades. Emergiram deste contexto, vivido nas cidades brasileiras no fim do século XIX e início do século XX, as práticas de planejamento urbano higienista, pautado nas concepções da medicina sanitária que orientou a ação do Estado na redução das condições de insalubridade urbana e valorização das cidades pelo embelezamento, utilizando-se de grandes projetos de reformas no tecido urbano (Santos, 2012).

Com o crescimento da população urbana e consequente expansão do território das cidades, entendeu-se que o planejamento urbano deveria ter maior influência no controle dos padrões de uso e ocupação do solo, e também na definição de estratégias de provisão de moradia para a população. Pautado nos princípios do urbanismo moderno, o planejamento assumiu um modelo tecnocrático de intervenção, que tentou conciliar o que se entendia pelas quatro funções básicas da cidade: habitar, trabalhar, circular e recrear. O protagonista desse processo passou a ser um especialista, arquiteto ou engenheiro, que desenhava receituários de soluções replicáveis e para efeitos de grande escala, reduzindo custos em projetos e viabilizando a produção industrial de habitações multifamiliares. A demanda por habitação neste período passou a ser o principal desafio do Estado, a qual entrou para a agenda do governo Vargas (1930 – 1945). Preocupados com a questão da habitação social, da segregação e da especulação imobiliária, em 1963, profissionais de diversas áreas, líderes sindicais, representantes da sociedade civil e de organizações estudantis promoveram um seminário pela Reforma Urbana, em Petrópolis, RJ. Os pontos centrais dos documentos ali produzidos foram retomados na Constituição de 1988 e, principalmente, no Estatuto das Cidades, de 2001 (Silva e Silva, 2005). Durante o Regime Militar (1964 – 1985), o planejamento urbano tornou-se prioridade nas políticas governamentais, e para isso foram criadas instituições como o SERFHAU (Serviço Federal de Habitação e Urbanismo) e o BNH (Banco Nacional da Habitação), o que trouxe avanços para as condições de vida urbana, mas reforçou o viés tecnocrático do planejamento. Ao mesmo tempo, os problemas estruturais da desigualdade e segregação social, atuaram na reprodução e crescimento das “cidades informais²”, compostas pela parcela da população sem acesso ao mercado formal da habitação (Santos, 2012).

Uma fase subsequente do planejamento esteve pautada na participação popular. As críticas ao modelo de planejamento tecnicista tiveram maior expressividade dentro dos movimentos sociais que lutavam pela participação popular nas decisões sobre a cidade. Em tais movimentos houve uma significativa participação de grupos sociais de luta pela moradia, muitos dos quais provinham das comunidades periféricas e das cidades informais, em busca de serem

²Onde a ocupação não segue normas jurídicas e urbanísticas, e localiza-se majoritariamente em áreas não interessantes ao mercado e/ou ambientalmente sensíveis, produzindo condições de alta vulnerabilidade socioambiental (Rolinik, 2013).

reconhecidos pelo Estado e terem seus direitos garantidos. Tal luta pelo direito à cidade reiterou as pautas da Reforma Urbana, e culminou com a inclusão do capítulo da Política Urbana na Constituição Federal de 1988 (Santos, 2012).

Em face ao crescimento da agenda de planejamento urbano do Estado, com demandas cada vez maiores por infraestruturas e melhorias, sua capacidade de atuação acabou sendo restringida por dinâmicas macroeconômicas não favoráveis e pela crescente especulação sobre a terra urbana que elevou os custos dos terrenos. Neste contexto, criou-se uma nova fase do planejamento urbano em que o Estado se tornou cada vez mais dependente de capital privado para realizar as obras públicas. Esse processo, que trouxe a conotação de "estratégico" para o planejamento, pressupõe que a lucratividade com os empreendimentos deve ser assegurada, sem necessariamente responder às demandas sociais urgentes. Esta é uma fase do planejamento urbano que se encontra em profusão pelos municípios (Santos, 2012).

Sobre o delineamento do processo de planejamento urbano, Duarte (2007) apresenta uma subdivisão em etapas, que compreendem:

- O **diagnóstico** – retrato das condições atuais do contexto interno e externo do objeto estudado;
- O **prognóstico** – exercício de previsão das perspectivas futuras baseadas pelo diagnóstico;
- As **propostas** – definição de estratégias possíveis derivadas entre perspectivas prováveis e desejáveis; e
- A **gestão** – conjunto de procedimentos para garantir o bom funcionamento da cidade.

É questionável a inclusão da gestão dentro do campo do planejamento, uma vez que é possível considerar o planejamento como um dos procedimentos da gestão para o ordenamento urbano. Entende-se que uma melhor definição para a descrição fornecida neste caso seria a de gerenciamento. Posteriormente, o mesmo autor conceitua a gestão urbana como um conjunto de atividades, tarefas e funções para assegurar o bom funcionamento da cidade de acordo com os múltiplos interesses nela existentes. É possível entender o planejamento urbano como parte deste conjunto, não excluindo a premissa de que a gestão se oriente pelas diretrizes definidas nos planos.

Na etapa de definição de propostas para o planejamento urbano, na qual ocorre um diálogo entre o vetor de perspectivas *desejáveis* e perspectivas *previsíveis*, Duarte (2007) destaca que:

Cabe ao planejamento urbano, na etapa das propostas, buscar o vetor do possível através de alternativas que possibilitem a melhoria da qualidade de vida dos moradores da cidade, promovendo o desenvolvimento socioeconômico de uma cidade para desviar a rota do previsível, mesmo que não consiga contemplar todas as esperanças do desejável (Duarte, 2007, p. 33).

Villaça (1999) argumenta que o planejamento urbano pode ser representado por diferentes modalidades de planejamento. Há aquela que se pauta nos Plano Diretores, a qual é embasada

no planejamento físico territorial, bem como os ordenamentos para áreas de expansão urbana, além dos variados planejamentos setoriais que têm implicações sobre as cidades. O autor apresenta como definição de Plano Diretor:

(...) um plano que, a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, apresentaria um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal (Villaça, 1999, p. 238).

Ainda que haja falta de consenso entre os atores envolvidos com a elaboração dos Planos Diretores sobre sua conceituação e a real proposição do instrumento, Villaça (1999) defende que ele tem como objetivo fundamental o **ordenamento de natureza físico territorial do espaço urbano**, no que tange à capacidade gerencial do município. De modo complementar a essa visão e ao conceito apresentado por Villaça, Duarte (2007) ressalta que ainda que o planejador urbano tenha como objeto de trabalho o território urbano nas suas escalas variadas "as dinâmicas socioeconômicas, políticas e culturais" que neste território interagem e o definem são os agentes que tecem a trama concreta da cidade, e nem sempre estão nela explícitos.

Partindo de uma análise crítica sobre o planejamento urbano, alguns autores têm investigado concretizações derivadas e legitimadas pelas práticas por ele orientadas, e concluem que, em que pese qualquer idealização racional e técnica, ele tem se configurado como instrumento de intervenções espaciais no território urbano que predominantemente materializam os interesses dos grupos sociais dominantes no jogo político entre classes sociais e Estado (Villaça, 1999; Namur e Boeira, 2005).

1.3.3 Convergências entre o planejamento ambiental e o urbano para o manejo de águas pluviais

A necessidade de conceituar o planejamento ambiental e o planejamento urbano quanto a seus escopos, definições e aplicações se pauta na convergência temática entre estes dois campos na direção do objeto de estudo desta pesquisa, a busca por alternativas ao manejo de águas pluviais urbanas.

Ambos são temas de planejamento, e, portanto, tratam da estruturação de estratégias e ações para alterar uma dada realidade na intenção de garantir melhorias para a sociedade. Essa realidade situa-se na condição das cidades como um todo, e em especial as brasileiras, quanto às relações com as águas urbanas e às formas de manejo das águas pluviais, que se mostram frequentemente conflituosas. A expectativa pelas alternativas e cenários futuros nos quais estes conflitos estejam reduzidos se orienta nos pressupostos do desenvolvimento sustentável.

Portanto, o manejo de águas pluviais no meio urbano coloca-se como uma questão de planejamento urbano. Isso ocorre na medida em que a ele compete o ordenamento das atividades e usos próprios das cidades, ou seja, dos padrões de uso e ocupação urbanos. A forma como esta ocupação se dá sobre o território é um fator chave para o desencadeamento das alterações do balanço hidrológico nas bacias hidrográficas. Neste contexto, são influentes os fatores de planejamento que em conjunto configuram os padrões de ocupação e que têm relação com a alteração hidrológica, como: tipologias de ocupação, densidades, distribuição espacial das atividades (zoneamento), formas de apropriação dos recursos naturais para suprir demandas da população (sistemas de saneamento), organização das infraestruturas quanto ao nível de centralização, configuração da paisagem urbana etc. Tais fatores implicam no nível de impermeabilização do solo, na dispersão da mancha urbana, na descaracterização dos espaços naturais e ecossistemas locais, e no nível de dependência por recursos hídricos distantes e custosos para o abastecimento, aspectos que combinados impactam quali e quantitativamente as águas urbanas. Estes podem levar à ruptura de serviços ecossistêmicos e à formação de crises no ambiente urbano, representadas pelas inundações, por exemplo.

Essas questões passam a ser inerentes também ao campo ambiental na medida em que a urbanização tende a promover a degradação dos recursos naturais, pois desequilibra os ecossistemas nos quais ela se realiza e dos quais depende para o consumo de bens e para destinação de seus resíduos. Como exposto acima, as águas urbanas são um recurso ambiental apropriado e alterado de diversas maneiras. Perante as crises urbanas, que têm por base o uso do recurso hídrico, e diante das demandas por ambientes urbanos mais resilientes, reforça-se a necessidade do planejamento ambiental, o qual pode incorporar muitas contribuições do planejamento de recursos hídricos tendo em vista o objeto das águas urbanas.

Dentre o contexto de planejamento ambiental discutido, considera-se a relevância dos recursos hídricos como objeto integrador nesta pesquisa. Os recursos hídricos apresentam uma diversidade de usos e finalidades no conjunto das atividades humanas, ao que se denomina de usos múltiplos do recurso. Cada uso demanda padrões específicos de qualidade e quantidade da água de acordo com as finalidades pretendidas, o que gera conflitos entre os usuários. Pela característica de distribuição espacial difusa, relações ambientais sistêmicas e conflitos sobre os usos dos recursos hídricos, a gestão da água deve ser integrada e ter o Estado como responsável por planejar e implementar suas ações. Para orientá-las são estabelecidos princípios de planejamento e gestão. Lanna (2009) apresenta e comenta onze princípios, dos quais destacam-se:

- A definição da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e gestão, tendo em vista a integração de relações de causa-efeito que se constituem neste contexto;
- A existência de ligação estreita entre os problemas de quantidade e qualidade das águas, uma vez que ambos são aspectos indissociáveis e, portanto, devem ser considerados em conjunto;

- A gestão de recursos hídricos está intrinsecamente ligada ao ordenamento territorial, na medida em que este aborda o controle das atividades humanas no espaço ao compatibilizar a gestão de diversos recursos naturais com a gestão do uso e ocupação do solo.

Os apontamentos presentes nestes princípios revelam a forte interação entre o campo do planejamento ambiental com o planejamento urbano, especialmente o último. O planejamento urbano constitui uma dimensão de planejamento territorial, que tem o contexto da cidade o seu foco de atuação, no qual essencialmente realizará o ordenamento das atividades com a regulação do uso e ocupação do solo. A adoção da bacia hidrográfica para se pensar as ações não se justifica apenas por tratar-se de recursos hídricos, mas por ser assim reconhecida como unidade básica pelo campo do planejamento ambiental como um todo (Franco, 2008). Há uma complexidade intrínseca ao planejamento baseado na bacia hidrográfica, pois tal delimitação físico territorial transcende frequentemente os limites político-administrativos do espaço (Peres e Silva, 2013), o que implica em pensar novas formas de articulação das ações para orientar o planejamento.

No campo do planejamento urbano, o Plano Diretor é um importante instrumento integrador para as estratégias de manejo das águas pluviais. Tucci (2009c) defende que este instrumento tem a atribuição de regular a ocupação do solo, e, portanto, das áreas de várzea impróprias ao uso urbano, uma vez que existe forte pressão para a ocupação destes espaços. Tal exemplo demonstra a função que o Zoneamento tem para orientar a distribuição dos usos na cidade, o que torna essencial a sua articulação com o planejamento ambiental (Araujo, Gattamorta e Silva, 2011).

Um aspecto relevante para a proposição de estratégias de planejamento ambiental quanto ao uso dos recursos hídricos é equalizar a disponibilidade de recursos com as demandas existentes. Lanna (2008) defende que a atuação tenha como foco a busca de alternativas que compensem desequilíbrios na disponibilidade (excesso ou escassez) para assim satisfazer tais demandas. Entretanto, sem questionar as próprias necessidades de consumo e suas adequações ao contexto, é possível incorrer na concepção de práticas que são insustentáveis. É mais desejável, portanto, investigar e propor estratégias de controle da demanda (educação, economia, melhorias tecnológicas, etc.), na mesma medida em que são buscadas alternativas para a disponibilidade, o que pode promover soluções ambientalmente mais sustentáveis e duradouras (Hespanhol, 2008).

1.4 Abordagens alternativas para o manejo de águas pluviais urbanas

Na trajetória recente de constituição das cidades e territórios urbanizados diversas demandas sociais e econômicas precisaram ser atendidas para garantir a provisão de ambientes habitáveis e saudáveis. As infraestruturas de saneamento constituíram um elemento fundamental para a garantia desta condição, marcadamente com a produção de sistemas para o abastecimento com água potável, esgotamento sanitário e drenagem das áreas úmidas. Entretanto, como discutido nas passagens anteriores, o próprio processo de desconstrução das características naturais dos territórios para a criação de áreas urbanas adensadas implica em

alterações no equilíbrio das bases naturais que sustentam o desenvolvimento. Isto tende a desencadear novas dinâmicas que esgotam a capacidade dos sistemas vigentes em atender as necessidades da população, induzindo a reformulações de valores e saberes que conduzam a estados alternativos de tecnologias e práticas (Brown et al., 2009).

No campo do manejo das águas pluviais, as ações que representam o *modus operandi* na maioria dos contextos e casos se voltam à rápida condução e afastamento dessas águas para fora das áreas habitáveis, o que se entende enquanto a **abordagem convencional**. Se orientando em tal perspectiva, a abordagem convencional lança mão de infraestruturas de microdrenagem como as sarjetas, bocas de lobo e galerias de águas pluviais que recolhem as águas superficiais e as conduzem aos canais de macrodrenagem que as afastam das áreas urbanas, e usualmente são implementados sobre os principais cursos d'água das bacias hidrográficas. Em muitos casos, a estruturação dos canais de macrodrenagem envolve sua retificação (ampliação da capacidade de vazão), canalização (impermeabilização e contenção das margens) e tamponamento (para a construção de outras infraestruturas ou edificações sobre os canais). Esse conjunto de soluções é aplicado em resposta a um modelo de ocupação que desconsidera a potencialidade ambiental dos atributos naturais do território, como a topografia, a existência de nascentes, a permeabilidade do solo, a presença de vegetação, a conformação dos fundos de vale etc. (Tavanti e Barbassa, 2010). Tradicionalmente, a difusão desta prática tem por base a inexistência de um planejamento ambiental que vise a conservação dos recursos naturais, e comumente se dá em ações de planejamento urbano que não se integram e atendem a questões isoladas no contexto urbano, sobrepondo demandas de planejamento dos sistemas de mobilidade, de saneamento e da provisão de moradia (Herzog, 2013).

Marcadamente, o que tais práticas induziram foi a degradação dos ecossistemas ripários, envolvendo os cursos d'água e suas áreas de várzea, que passaram a servir à demanda de afastamento das águas, o que tem sido um dos alvos de críticas às práticas convencionais. Ao mesmo tempo, as soluções que anteriormente atendiam às necessidades de escoamento das águas têm se tornado obsoletas com a própria dinâmica de alteração de uso e ocupação nas cidades e expansão da impermeabilização para novas áreas, o que sobrecarrega os sistemas e agrava os quadros de inundações, com grandes prejuízos materiais e imateriais (Herzog, 2013).

Perante as insuficiências dos sistemas convencionais de drenagem em atender às demandas da população, as quais se ampliaram com o aumento da consciência sobre a necessidade de equilíbrio ecológico para a continuidade do desenvolvimento humano, novas abordagens transformadoras têm sido propostas, as **abordagens alternativas**. Elas se pautam na maior integração entre as atividades de planejamento, especialmente do planejamento do uso e ocupação (urbano) e do planejamento ambiental (recursos hídricos) e ensejam um escopo de benefícios muito mais amplo que a condução e afastamento das águas. Discute-se por exemplo o potencial das águas pluviais e ecossistemas hídricos no meio urbano para o abastecimento da população, o aumento da biodiversidade, a melhoria do microclima e a construção de relações sociais. Em geral, essas abordagens pautam-se em análises holísticas da problemática local acerca

do manejo de águas pluviais, e propõem ações integradas e articuladas que surgem com a aproximação de questões do ciclo hidrológico no processo de planejamento e projeto urbano. Seu surgimento ocorreu majoritariamente ao longo das décadas de 1980 e 1990 em vários países como resposta a contextos e crises urbano-ambientais específicas (Fletcher et al., 2014).

As bases conceituais destas abordagens estruturam-se de modo geral na conservação das características hidrológicas das bacias hidrográficas anteriores à urbanização mesmo após o desenvolvimento. O que significa manter a vazão natural dos canais, o armazenamento disperso dos volumes escoados, promover ao máximo a infiltração das águas no solo, fazer uso de elementos naturais (especialmente os vegetais) para melhorar a qualidade das águas e desacelerar o escoamento, dentre outras soluções que em suas diferentes concepções mimetizam, no contexto urbano, processos naturais do ciclo hidrológico (Coffman, 1999; Baptista, Nascimento e Barraud, 2011). Essas estratégias muitas vezes estão associadas à concepção de espaços livres naturalizados que ancoram e articulam uma cadeia de dispositivos que desempenham funções específicas, valorizando assim a conservação dos fundos de vale e das áreas vegetadas dentro das cidades. Complementarmente, seguindo concepções do manejo total do ciclo hidrológico, as águas pluviais passam a ser abordadas com maior integração com os sistemas de abastecimento e esgotamento, explorando-se seu potencial como fonte alternativa para usos não potáveis (como lavagem de áreas externas e rega de jardins), ao mesmo tempo em que se buscam tecnologias e práticas que promovam a conservação dos recursos para abastecimento da população e maior eficiência dos dispositivos (Fletcher et al., 2014).

Esse arcabouço de soluções se propõe na perspectiva de medidas estruturais e não-estruturais. As medidas estruturais normalmente compreendem as infraestruturas físicas que são desenvolvidas para promover o manejo integrado das águas pluviais (dispositivos), enquanto que as medidas não-estruturais dizem respeito à formulação de políticas, planos e estratégias de ação, uso de instrumentos econômicos para regulação do sistema, realização de seminários, audiências públicas, *workshops* e outras formas de difusão e troca de saberes e capacitação profissional (Baptista, Nascimento e Barraud, 2011).

Dentre as abordagens alternativas já propostas, destacam-se o LID (*Low Impact Development*) e o WSUD (*Water Sensitive Urban Design*).

Fletcher et al. (2014) citam que a primeira referência ao termo *Low Impact Development* apareceu em 1977 em um relatório sobre planejamento de uso do solo em Vermont, EUA, e que visava reduzir custos com o manejo de águas pluviais com uma abordagem de projeto partindo dos atributos naturais. Este olhar tinha por base o conceito de "*design with nature*" proposto por Ian McHarg em 1971. A proposição do LID nesse contexto se justificava pela incapacidade das práticas convencionais de fim de tubo em promover restaurações e melhorias hidrológicas em toda a bacia, especialmente quanto à integridade ecológica dos ecossistemas. A publicação que deu inicialmente maior visibilidade ao termo LID foi um manual de Prince George's County, Maryland, em 1993 voltado às práticas de biorretenção. O que mobilizou ações para a elaboração deste manual foi a preocupação em preservar os atributos naturais do sistema de cursos d'água naturais

na região de Prince George's County e Washington, DC, onde ocorrem espécies de peixe valorizadas na pesca recreativa (Coffman, 1999). Ao longo da década de 1990, o LID consolidou e ampliou sua abordagem e passou a entrar em prática, especialmente com a publicação e adoção de um manual específico pelo Prince George's County, em 1997, e com a abertura do Low Impact Development Center, em 1998. Esse movimento teve uma rápida repercussão, e levou à republicação do manual em 2000 para uma distribuição em nível nacional nos EUA. Toda essa trajetória esteve ligada a um movimento que ocorreu de modo mais independente ao longo da costa leste dos EUA, porém a disseminação do conceito a partir dos anos 2000 fez com que o LID se tornasse a principal proposta alternativa para o manejo de águas pluviais nos EUA e Canadá (Fletcher et al., 2014).

Assim como o LID, o WSUD surgiu no final dos anos 1980 e início dos anos 1990, porém na Austrália, e além das questões de controle hidrológico da vazão tinha uma forte preocupação com a proposição de alternativas para o abastecimento da população e a conservação dos ecossistemas hidricamente sensíveis, especialmente os estuários. O contexto do seu surgimento e as definições conceituais abarcadas pelo WSUD são o foco de discussão do Capítulo 2.



CAPÍTULO 2

CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM WSUD PARA A SUSTENTABILIDADE NO PLANEJAMENTO URBANO



NO CAPÍTULO 1 FORAM INVESTIGADOS PROCESSOS QUE OPERAM NAS ÁREAS URBANAS NA CONFIGURAÇÃO DOS PRINCIPAIS CONFLITOS SOBRE AS ÁGUAS PLUVIAIS. NESTE CAPÍTULO, APRESENTA-SE UMA INVESTIGAÇÃO DETALHADA DA ABORDAGEM *WATER SENSITIVE URBAN DESIGN* (WSUD), DESENVOLVIDA E DISSEMINADA NA AUSTRÁLIA, NA QUAL SÃO REVELADOS OS FATORES QUE CONDUZIRAM À CONCEPÇÃO DA ABORDAGEM NAQUELE CONTEXTO. A SISTEMATIZAÇÃO DOS SEUS PRINCÍPIOS, CONCEITOS E FERRAMENTAS PERMITIU UMA ANÁLISE DAS INFLUÊNCIAS DE SUAS ORIGENS SOBRE A PROPOSTA DIFUNDIDA. POR FIM, DESTACAM-SE OS AVANÇOS E AS POTENCIALIDADES APRESENTADAS PELO WSUD PARA A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO PLANEJAMENTO URBANO.

2.1 Desenvolvimento do WSUD

O surgimento de um conceito australiano alternativo de gestão das águas urbanas na perspectiva de integração desta atividade com o planejamento do uso do solo resultou do processo ocorrido na cidade de Perth. Tal processo partiu da constatação da inviabilidade de seguir com o modelo vigente de urbanização que acarretaria em danos ambientais e riscos sociais e econômicos. Este tópico do estudo se propôs a identificar aspectos sociais, ambientais, econômicos e políticos existentes na urbanização de Perth naquele período que levaram à necessidade de um novo paradigma. Parte-se essencialmente da análise de Mouritz (1996) sobre este processo e seus condicionantes.

2.1.1 Trajetória e contexto histórico para proposição do WSUD na Austrália

A cidade de Perth é a capital da Austrália Ocidental, a qual constitui uma região metropolitana que centraliza as atividades econômicas e políticas do estado. No passado foi uma colônia britânica, e por isso apresenta aspectos culturais que refletem influências do ideário de desenvolvimento urbano inglês e europeu (Davison, 2006).

Perth, fundada em 1829, se desenvolveu em uma região de planície arenosa, caracterizada pela presença de áreas alagáveis como um dos principais ecossistemas, uma vez que se encontra no estuário do rio Swan, um sistema de equilíbrio ecológico sensível (Figura 7). Porém, o processo de ocupação e desenvolvimento urbano que se deu alterou fortemente a paisagem. O ideário urbano adotado baseava-se em referências técnicas e culturais europeias que promoveram a drenagem das planícies alagáveis com aterramento do solo para edificação e a transformação de rios e córregos do entorno. A partir dessas bases, a urbanização se pautou no modelo dos subúrbios, com a supressão da vegetação natural local no processo de ocupação, e consolidação de paisagens compostas por gramados verdejantes altamente dependentes de irrigação. Mas esta estratégia seguia uma visão simplista sobre um sistema de interações complexas, e configurou os conflitos com a água enfrentados pelas gerações seguintes.



Figura 7: Localização da região metropolitana de Perth no estado da Austrália Ocidental (AO) e sua inserção na zona de estuário do rio Swan. Fonte: Adaptado de Google Earth (2015) e State Library of Western Australia (2010).

Um dos resultados desse processo foi a perda de aproximadamente 80% dos ecossistemas alagáveis na região. Isso despertou uma preocupação pública e governamental com o nível de degradação ambiental em um momento no qual surgiram os primeiros problemas de eutrofização dos estuários próximos a Perth. A partir disso, entendeu-se a necessidade de estratégias de gestão da qualidade da água e de bacias hidrográficas para controlar as ameaças aos sistemas de águas da região metropolitana. Entre as décadas de 1980 e 1990, estudos sobre políticas de uso e

ocupação e recursos hídricos e suas relações com a sustentabilidade do desenvolvimento urbano reconheceram a necessidade de cooperação entre agências de governo na figura de uma gestão integrada de bacias hidrográficas, que quando traduzida para o quadro urbano tinha como principais questões o balanço, a qualidade e o consumo de água.

O consumo de água era central neste contexto e apresentava relações diretas com o estilo de vida suburbano. Cerca de 40% a 60% do uso doméstico de água em Perth era atribuído às atividades externas como jardinagem, limpeza de quintais e automóveis (Davison, 2006). Os gramados eram a principal demanda deste consumo, tanto por sua proliferação nos lotes suburbanos quanto pelo sistema de parques concebido, também baseado em extensos gramados, sendo que as águas subterrâneas eram o manancial mais explorado.

Tal suburbanização esteve enraizada no estilo de vida e na cultura dos habitantes de Perth como um *status* (Davison, 2006), e qualquer proposição de mudança ao sistema enfrentava consideráveis resistências políticas. Com o crescimento da população seguindo este padrão de vida vislumbraram-se os aparentes custos econômicos e ambientais para promover o abastecimento de água, agravados com as incertezas quanto ao regime hidrológico sazonal que atravessava um período de 20 anos de redução da precipitação, bem como a ameaça com as mudanças climáticas globais.

No que diz respeito às águas pluviais, os impactos do desenvolvimento urbano sobre os ecossistemas aquáticos eram relativos tanto à redução da qualidade das águas pelo aporte de poluentes, quanto às alterações das características morfológicas dos canais e zonas ripárias com as descargas concentradas e intensas do escoamento superficial. A partir de estudos de qualidade das águas e ecossistemas em diferentes cidades e metrópoles australianas no início dos anos 2000, evidenciou-se que a gestão das águas urbanas era tanto uma questão de proteção e melhoria dos recursos ambientais e aumento da atratividade urbana (*urban amenity*) quanto de proteção contra enchentes (Wong, 2006).

2.1.2 O processo de construção da ideia de WSUD

A concepção da ideia de WSUD e seu amadurecimento teve entre o final da década de 1980 até meados de década de 1990 como o período mais relevante para sua formulação, com importantes ações para sua disseminação ocorrendo a partir de 2010.

Mouritz (1996) contextualiza que a mudança de paradigma na gestão de águas urbanas na Austrália pautava-se no Manejo Integrado de Águas Urbanas (IUWM – *Integrated Urban Water Management*). O autor aponta que abordagens alternativas que visavam maior integração na gestão de recursos hídricos se justificavam pelas inter-relações que o tema apresenta com múltiplos setores. Assim, a dimensão da bacia hidrográfica como unidade para planejar e conciliar tais demandas tornou-se um dos principais pressupostos da abordagem integrada. Essa percepção conduziu ao surgimento de uma política de governo orientada ao manejo integrado de bacias hidrográficas baseada no envolvimento da comunidade.

Porém, estratégias assim dependem da integração de políticas e ações que tradicionalmente são planejadas e implementadas de modo setorial. Tal intersectorialidade encontra barreiras para ser realizada nas próprias políticas quando elas são concebidas sem considerá-la (Nascimento, 2010), bem como no arranjo institucional existente que pode ser de complexa articulação (Britto et al., 2012).

Naquele contexto, a Constituição Australiana atribuiu a responsabilidade da gestão dos recursos hídricos aos estados. Mas durante as décadas de 1980 e 1990 o governo federal tornou-se mais ativo com a implementação de políticas nacionais de recursos naturais e ambientais (Lloyd et al., 2002). Uma das estratégias de implementação de políticas foi a criação de agências de estado. Neste período, no estado da Austrália Ocidental, os principais departamentos de governo envolvidos com a questão hídrica eram a Autoridade de Proteção Ambiental (EPA – *Environmental Protection Authority*), a Autoridade de Águas da Austrália Ocidental (WAWA – *Water Authority of Western Australia*), o Departamento de Planejamento de Desenvolvimento Urbano (DPUD – *Department of Planning and Urban Development*), a Comissão de Cursos Hídricos (WC – *Waterways Commission*), o Departamento de Conservação e Gestão do Solo e o Departamento de Agricultura. Os dois órgãos de coordenação entre agências eram o Escritório de Gestão de Bacias Hidrográficas (OCM – *Office of Catchment Management*) e o Conselho de Recursos Hídricos da Austrália Ocidental (WAWRC – *Western Australia Water Resource Council*).

Nesta conjuntura, os problemas ambientais na Austrália passaram a receber maior atenção no final da década de 1980, tendo em vista fatores como: a pressão da urbanização sobre fronteiras dotadas de ambientes frágeis e sensíveis; a valorização da Agência de Proteção Ambiental e do Ministério de Meio Ambiente; o surgimento de agências de governo que rompiam com a estrutura setorial vigente (Escritório de Gestão de Bacias Hidrográficas e Conselho de Recursos Hídricos da Austrália Ocidental); o condicionamento da aprovação de novos projetos urbanos à apreciação pública; e o interesse da Autoridade de Águas em expandir suas atribuições para a gestão de demanda e de recursos hídricos.

Neste cenário de mudança de opiniões, o ciclo da água tornou-se determinante na avaliação e aprovação de projetos urbanos. Porém, com a estrutura setorializada e complexa de agências envolvidas para determinar o impacto sobre os recursos hídricos constituiu-se um sistema que por algumas vezes congelava os projetos de expansão e por outras liberava empreendimentos que afetavam seriamente o ambiente. Tal situação veio à tona com a aprovação de um projeto de subúrbio sobre uma área que englobava o sistema de áreas alagáveis mais primitivo da região, e detinha um precioso estoque de águas subterrâneas. Isso levou à busca por novas estratégias que rompessem com a polaridade de “ganha-se ou perde-se tudo”, em que ora as pressões dos movimentos ambientais barravam a aprovação de novos empreendimentos, ora a articulação política liberava as aprovações sem garantir a redução dos impactos. A partir disso foi proposta uma alternativa mais conciliadora que conduzisse a melhorias e adaptações dos projetos quando estes afetassem o ambiente aquático. Deste contexto surgiram as ideias do que seria conhecido como *Water Sensitive Urban Design* (WSUD).

Em 1987 formou-se um grupo interessado em investigar o potencial de uma abordagem mais **sensível**³ às questões dos recursos hídricos integrada ao desenvolvimento urbano. A maioria de seus membros era composta por servidores públicos que refletiam a preocupação institucional com a questão. Após sua formação o grupo se articulou com a Faculdade de Planejamento na Universidade de Curtin para aprofundar a pesquisa sobre o assunto. Isto manteve o grupo íntegro e fora das principais discussões políticas ambientais, mas também o deixou com poucos recursos. Tal impasse se dissolveu em 1988 com o convite do Conselho de Recursos Hídricos da Austrália Ocidental (WAWRC) para que o grupo trabalhasse sobre um de seus programas.

O grupo passou a discutir o que seria o Projeto Urbano Sensível à Água⁴, e a investigar oportunidades de otimizar a conservação, o balanço e a qualidade hídrica nos projetos de urbanização, em uma de pesquisa fundada coletivamente por agências de uso e ocupação e de recursos hídricos. Apesar da denominação "projeto", era reconhecido que o escopo abrangia ideologias e parâmetros institucionais que deveriam ser trabalhados para reformular a cultura conservadora vigente.

Os primeiros trabalhos focaram em estabelecer uma filosofia orientadora sobre os valores que seriam seguidos, e conceber a Política de Projeto Sensível à Água, que em um primeiro rascunho circulou entre agências chave, como o Departamento de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (DPUD). Este, em 1989, deu prosseguimento à proposta e produziu uma política baseada em princípios similares apresentada nas "Considerações de planejamento na região metropolitana para fontes de abastecimento público e áreas sensíveis aos recursos hídricos"⁵. A partir deste momento as agências somaram esforços e fundaram uma pesquisa conjunta.

Em 1990 foi lançado o relatório "Projeto Residencial Sensível à Água: uma investigação em seus propósitos e potenciais para a região metropolitana de Perth"⁶, que em sua apreciação e revisão pública teve resposta positiva quanto à recomendação da cooperação entre agências de governo, e atribuiu ao DPUD a responsabilidade de definir as orientações, sendo reconhecida a necessidade do WSUD para a região metropolitana como orientador do planejamento para Perth.

³Essa sensibilidade, como conceituada por Brown et al. (2008) pode se apresentar em diferentes níveis, em um contínuo que vai do viés mais utilitarista e sanitarista sobre os recursos hídricos até abordagens que pressupõem a conservação dos ecossistemas naturais no meio urbano aliada a sistemas de saneamento orientados pelo ciclo total das águas urbanas em arranjos descentralizados. A sensibilidade proposta em 1987 revela um contexto em que se questionava o paradigma da cidade drenada frente à necessidade de recuperar a qualidade das áreas naturais no meio urbano para melhorar a qualidade de vida, no paradigma da Cidade dos Cursos d'Água. Assim, a "sensibilidade", ou o "sensível a", traz uma conotação de "atenção à questão", e que reflete tanto um avanço na percepção da coletividade às questões ambientais no meio urbano quanto à proposição de um arcabouço de ferramentas que identificam as fragilidades do território e promovem a conservação de seus atributos (Wong, 2006).

⁴Água vista na perspectiva do ciclo total das águas urbanas, compreendendo a integração entre o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário e o manejo de águas pluviais.

⁵Department of Planning and Urban Development. **Planning Considerations in the Metropolitan Region for Sources of Public Water Supply and Sensitive Water Resource Areas**. Policy no. DC63 DPUD, Perth, 1989.

⁶Water Sensitive Urban Design Research Group. **Water Sensitive Residential Design**; An Investigation into its Purpose and Potential in the Perth Metropolitan Region. WAWRC, Perth, 1990.

Uso do termo WSUD no início dos anos 1990 servia para se referir a uma nova concepção australiana de desenvolvimento urbano integradora do planejamento de uso do solo com o planejamento e gestão de recursos hídricos. Seguiu um alinhamento com diversas frentes no panorama mundial que buscavam formas mais econômicas de desenvolvimento aliadas à redução dos impactos ambientais, com soluções para abastecimento, esgotamento e manejo de águas pluviais (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

A segunda fase da pesquisa, iniciada em 1991 focava na investigação dos fundamentos teóricos, estudos práticos e implicações políticas do conceito. Para tal, os consultores do grupo de trabalho se reuniram para preparar as orientações da política de WSUD. Em 1992 foram produzidos três artigos abordando: o estado da arte de outros países e dos estudos locais sobre práticas e experiências em gestão e conservação de águas pluviais; a análise da prática de gestão e planejamento de recursos hídricos e uso do solo na região metropolitana para incorporar as orientações ao processo de aprovação de loteamentos e a construção de um quadro preliminar de planejamento com recomendações e compilações de melhores práticas de planejamento e manejo (*Best Planning Practices – BPP* e *Best Management Practices – BMP*). Em 1993 um texto preliminar das orientações foi liberado para comentários gerais, apesar de, nesse momento, ter-se um governo conservador, que pôs de lado as pautas próximas da questão ambiental. A necessidade de implementar a política de WSUD foi reafirmada pelo Comitê Parlamentar de Gestão de Águas Subterrâneas. Esse organismo propôs uma rede para apoiar o envolvimento comunitário na gestão de bacias hidrográficas, que tinha o WSUD como uma ferramenta potencial. Em 1994 as orientações foram lançadas apenas na figura de um relatório de consultores e não numa política de fato. No início de 1996 iniciou-se o processo de adaptação das orientações para um manual de projetos urbanos.

Ao longo deste processo ocorreram momentos relevantes para disseminar o conceito do WSUD para outros atores e formar redes de pesquisadores. Em 1991, o conceito foi amplamente promovido quando o Instituto de Estudos Urbanos da Austrália Ocidental desenvolveu um seminário em WSUD. Em 1992, os consultores do grupo de trabalho foram convidados a apresentar um *workshop* em projetos de subúrbios para economia e melhoria de água. Em 1994 foi realizado um seminário do Projeto Sensível à Água no Painel Hidrológico do Instituto de Engenheiros e pela primeira vez foram aplicados os princípios de WSUD pelo Departamento de Planejamento e Águas no Corredor Sudoeste de Perth.

Da mesma forma, fatores de ordem ambiental tiveram importância ao atrair a população para a questão. Em 1991 o sistema de rios Murray Darling, localizado próximo ao estuário do rio Swan, sofreu eutrofização, e a mídia passou a discutir a questão da qualidade da água rural e urbana. Preocupado com o estuário, o governo realizou, por meio da Autoridade de Águas, um mapeamento das áreas alagáveis da planície costal de Swan em 1992. Mas no verão de 1992/1993 o processo de eutrofização do rio Swan se agravou, atraindo novamente a atenção da mídia, o que deu visibilidade ao desenvolvimento da Política de Proteção Ambiental do Canal Swan. A

implementação desta política, entretanto, foi comprometida com a entrada do novo governo em 1994, que produziu um vácuo de gestão no qual as ações relacionadas à política se procrastinaram.

Um dos entraves que limitou o impacto da política na década de 1990 foi a falta de informação e pesquisa quanto à operacionalização do conceito WSUD. Para cobrir essa lacuna de informações empíricas, o grupo de trabalho promoveu estudos sobre casos de sucesso e simulou o projeto de novas áreas seguindo os critérios do WSUD, comparando os resultados com simulações a partir da prática convencional. Os resultados mostraram tanto a viabilidade de implementar a ideia em um contexto urbano quanto sua necessidade para promover um desenvolvimento urbano menos impactante (Mouritz, 1996).

Apesar da não consolidação da política efetiva de WSUD, nos anos seguintes ao seu surgimento ele foi disseminado por meio de manuais de projeto baseados em seus conceitos, os quais foram adotados em algumas práticas de projetos urbanos no país. Estas aplicações, entretanto, eram focadas no manejo de águas pluviais sem considerar o panorama integrado de todo o ciclo hidrológico urbano, talvez pelo fato de que a condução inicial destas iniciativas foi realizada por profissionais relacionados à drenagem urbana (Fletcher et al., 2014).

Ao longo dos anos de 1990 e 2000, as principais contribuições se deram por meio de pesquisas nas universidades que buscaram concretizar os conceitos do WSUD, com destaque para os trabalhos de Tony Wong (Fletcher et al., 2014), o que levou a discussão para outras regiões da Austrália como Melbourne e Brisbane.

O interesse crescente pelo conceito promoveu a criação de redes de pesquisa em WSUD com envolvimento de pesquisadores de outros países, as quais disseminaram internacionalmente a abordagem, principalmente para o Reino Unido e a Nova Zelândia. Esse fato evidencia-se nas citações na literatura técnico-científica do termo WSUD, que, no período de 2010 a 2012, 22% estavam relacionadas a práticas europeias, o que aponta para um potencial do conceito de ser adaptado e aplicado em diferentes contextos. A abertura de um campo tradicionalmente associado à engenharia civil para abordagens voltadas à ecologia dos corpos hídricos e aos benefícios provenientes da melhoria da qualidade destes recursos é importante para a difusão dos conceitos. Por exemplo, 58% das citações ao WSUD realizadas no período de 2005 a 2012 estavam associadas aos termos "social" ou "econômico" (Fletcher et al., 2014).

Segundo Brown e Clarke (2007) o principal desafio atual é a institucionalização do WSUD, sendo que entre os entraves existentes destaca-se a insuficiência de conhecimento e habilidades profissionais para lidar com a abordagem, a resistência organizacional com arranjos institucionais inadequados, a falta de vontade política e a limitada legislação vigente, de modo que a implementação ainda depende de mudanças culturais em várias escalas organizacionais.

Como resposta a tais demandas e também como uma forma para consolidar o movimento de expansão do conceito, ocorreu em 2012 a fundação do Centro de Pesquisa Cooperativa para Cidades Sensíveis à Água (CRCWSC – *Cooperative Research Center for Water Sensitive Cities*), que congregou pesquisadores, agências de governo, organizações não governamentais e setor privado envolvidos na disseminação do WSUD pelas cidades da Austrália e de outros países

parceiros. O centro recebia recursos do governo para subsidiar suas atividades de pesquisa, que estavam estruturadas em quatro programas: sociedade, urbanismo sensível à água, tecnologias futuras, e estratégias de ação (CRCWSC, 2012).

2.2 A agenda política australiana para o WSUD

Na política e legislação australiana, o principal marco regulador no qual o WSUD se sustenta é o *National Water Quality Management Strategy*⁷ (NWQMS). Tal política instrui um quadro de gestão a nível nacional para a qualidade da água na Austrália, e se baseia em uma filosofia de desenvolvimento ecologicamente sustentável. O conceito de desenvolvimento ecologicamente sustentável adotado pela política é "desenvolver usando, conservando e valorizando os recursos comunitários, de forma que os processos ecológicos, dos quais a vida depende, sejam mantidos e a qualidade total da vida presente e futura seja aumentada" (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Uma vez formulados os objetivos para a qualidade da água no NWQMS, a manutenção e melhoria dessa qualidade tornou-se uma condição a ser buscada pelas iniciativas de desenvolvimento urbano sustentável, o que ocorreu com a proteção dos valores ambientais dos cursos d'água. As implicações da política não incidem apenas quanto à qualidade dos córregos e rios. Há em seus princípios uma abordagem sistêmica para a conservação das águas urbanas, de modo que a redução de impactos sobre os fluxos ambientais também é relevante (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Segundo Mouritz, Evangelisti e McAlister (2006), a percepção pelas autoridades de governo locais e estaduais australianas quanto à insustentabilidade do paradigma convencional de manejo das águas urbanas influenciou para a aceitação da proposta do WSUD a partir dos objetivos da NWQMS, pois desenvolveram-se diversas políticas em diferentes níveis alinhadas ao novo paradigma proposto. Na visão dos autores quanto à perspectiva política do WSUD, a maior implicação é enquanto viabilizador de diretrizes presentes no NWQMS, no que diz respeito às adequações de novos empreendimentos e na recuperação da qualidade de cursos d'água e bacias atendendo aos objetivos desta política.

2.3 Estudo operacional da abordagem

O termo *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) se articula com conceitos como o Desenvolvimento Ecologicamente Sustentável e a Gestão do Ciclo da Água, o primeiro enquanto um panorama mais amplo de questões próprias do desenvolvimento sustentável, porém focado em aspectos do meio biofísico. A partir da perspectiva holística de planejamento e ação trazida pela Gestão do Ciclo da Água, a qual preconiza a integração dos sistemas hídricos urbanos (abastecimento, esgotamento e manejo de águas pluviais), o WSUD aborda as relações de tais sistemas com o ambiente construído e a forma urbana (Wong, 2006).

⁷ Estratégia Nacional para a Gestão da Qualidade da Água (tradução livre)

Wong (2006), ressalta que as maiores chances de sucesso e obtenção de benefícios com a implementação de práticas WSUD devem ocorrer com o uso disseminado de novas tecnologias e sua integração com nas diferentes disciplinas dos profissionais projetistas, assim como por meio da melhoria em eficiência e projeto das soluções técnicas disponíveis.

A partir da análise dos manuais técnicos e bibliografia especializada foram sintetizados os elementos centrais que definem a proposta da abordagem WSUD e orientam suas práticas. Os principais resultados são apresentados no Quadro 6.

O conjunto de princípios reflete o direcionamento da Estratégia Nacional para a Gestão da Qualidade da Água na busca de ampliar as perspectivas de ocupação do território australiano, em que os sistemas urbanos deveriam dispor de infraestruturas capazes de mitigar seus impactos sobre a qualidade das águas, uma vez que a garantia de tal qualidade seria inviável dentro das tendências de ocupação vigentes no final do século XX (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Percebe-se a inserção de conceitos básicos da hidrologia no planejamento e projeto urbanos. Parte-se do uso da bacia hidrográfica enquanto unidade, possibilitando que a visão sobre todo o ciclo hidrológico se desenvolva na perspectiva de integrar as infraestruturas de saneamento. Com isso, permite-se a apropriação de processos hidrológicos naturais para minimizar os impactos que a ocupação urbana venha a causar sobre o território. Corrobora-se com os pressupostos de aproximação entre a gestão da água e o planejamento e projeto urbanos que orientaram a proposição do WSUD (Wong, 2007). É evidente a importância dos elementos naturais na paisagem para conformar um ambiente urbano mais agradável, sendo fundamental que o uso destes elementos nas estruturas de manejo de águas pluviais promova funções múltiplas ao espaço para aumentar sua relevância. Destaca-se o objetivo de redução dos custos com o desenvolvimento, pautado na redução dos investimentos com as estruturas convencionais de drenagem por se trabalhar a desconexão das edificações deste sistema, e por conduzir à concepção de um desenho urbano que minimiza a extensão e complexidade das infraestruturas necessárias. Demonstrar tais vantagens econômicas foi fundamental para garantir a difusão do WSUD (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Quadro 6: Síntese conceitual do WSUD. Fonte: Adaptado de Mouritz (1996), Victoria Stormwater Committee (1999), Lloyd et al. (2002), (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006) e JSCWSC (2009).

Aspectos conceituais	
<i>Princípios</i>	Inserir a hidrologia no planejamento urbano
	Gestão em nível de bacia hidrográfica
	O manejo total do ciclo hidrológico
	Mimetizar os processos naturais
	Controle da poluição na fonte
	Áreas de reserva devem ser integradas à paisagem urbana
	Vegetação como elemento de projeto
<i>Objetivos</i>	Reduzir a demanda por água potável com instalações eficientes e reuso de águas de chuva e cinzas
	Minimizar a produção de esgotos e tratá-los até um padrão aceitável para o reuso de efluentes e/ou lançamento em corpos receptores
	Assegurar a proteção da integridade ecológica dos corpos receptores mantendo o regime hidrológico da bacia
	Proteger os sistemas naturais e valorizá-los como elemento da paisagem urbana
	Aproximar as condições hidrológicas de pós-ocupação às de pré-ocupação
	Agregar valor ao reduzir custos de desenvolvimento e implantação de infraestrutura convencional
<i>Ferramentas</i>	Melhores Práticas de Planejamento: ferramentas de projeto sensíveis à água
	Melhores Práticas de Manejo: técnicas para a redução da demanda por água potável e técnicas para o manejo de águas pluviais

Das técnicas sugeridas, são apresentados dispositivos para o manejo das águas pluviais recorrentes no arcabouço de outras abordagens alternativas como LID e SUDS, uma vez que se consolidam de experiências que vêm sendo realizadas há alguns anos em diversos países e que são relatadas e compartilhadas com a comunidade científica mundial. Essa recorrência dos dispositivos também pode ter como provável causa os princípios que orientam as abordagens, pois como um todo defende-se a mimetização⁸ dos processos naturais com as técnicas e a conservação da hidrologia de pré-ocupação.

Porém, no WSUD é possível observar um escopo relativamente mais abrangente de técnicas. É muito frequente nos manuais a defesa de estratégias para reduzir a demanda por água potável e o incentivo à adoção de técnicas para o reaproveitamento e fontes variadas de água (águas cinzas e escuras), o que é coerente com a trajetória desta abordagem e com seu princípio de manejo total do ciclo hidrológico.

⁸ Relativo ao mimetismo, conceito advindo da Ecologia que diz respeito à capacidade de um organismo apresentar características que o confundam com outro (Ricklefs, 2010). No sentido utilizado pela discussão deve ser entendido como imitar, copiar ou simular os processos naturais do ciclo hidrológico (infiltração, retenção, evapotranspiração etc.) por meio de dispositivos de manejo de águas pluviais.

Em relação à principal condição enfrentada pela abordagem, o WSUD foi proposto para reduzir os riscos ao abastecimento de água com a constante ameaça de escassez hídrica e as incertezas causadas pelo cenário de mudanças climáticas (Coutts et al., 2013). Em que pese a característica árida do ambiente australiano, a situação de escassez tem forte relação com impactos provocados pelo padrão de urbanização desenvolvido, os quais incluem a degradação de mananciais, o desperdício e o subaproveitamento dos recursos hídricos disponíveis. A partir disso, definiu-se como foco a melhoria da qualidade dos ecossistemas aquáticos, aspecto que não era contemplado pelas práticas convencionais de drenagem. Tendo em vista que os efeitos que a urbanização impõe à hidrologia de uma bacia hidrográfica compõem, em geral, uma mesma dinâmica de alteração, independente das características distintas de cada localidade (Coffman, 1999), foram observados os impactos derivados da maior impermeabilização, como a redução do Tempo de concentração (T_c) da bacia, alteração do volume e velocidade de escoamento. A prevenção e a redução destes impactos se viabilizam com a conservação e recuperação das condições hidrológicas de pré-ocupação por meio da compensação do escoamento alterado pela impermeabilização.

Tal análise quantitativa se complementa com uma maior preocupação quanto a possibilidades de reuso e usos variados de fontes não potáveis. Ao se propor a enfrentar o risco de escassez utilizando fontes alternativas de abastecimento e promovendo a conservação no uso da água, o WSUD avança no contexto da promoção da sustentabilidade urbana, tendo em vista o sério desafio em responder às crises hídricas que muitas cidades enfrentaram a partir de 2014, como observado nas cidades do sudeste brasileiro (Jacobi, Cibim e Leão, 2015). Complementarmente, reunir em uma mesma proposta múltiplas necessidades para o bem-estar da população fortalece o potencial de difusão da abordagem e aumenta o interesse por sua viabilização (Morison e Brown, 2011).

Quanto aos objetos de atuação das abordagens, ou seja, os tipos de empreendimentos para os quais a abordagem se propõe, os manuais defendem a viabilidade de incorporar o WSUD em empreendimentos com diferentes finalidades de uso e configurações de densidade construtiva (com maior ou menor verticalização), seja em situações de expansão urbana ou na recuperação das áreas consolidadas. Essa aplicabilidade num escopo variado de situações se verifica a partir dos estudos de caso apresentados pelos manuais, que revelam a aplicação em escalas de projeto distintas, podendo ser para uma única edificação, um conjunto de edificações, ou mesmo um grande loteamento. Neste ponto, deve-se destacar a relevância das aplicações para situações urbanas consolidadas e que precisam de reabilitação, pois em geral se constituíram sobre as bases da visão convencional de drenagem e em muitos casos não chegam a apresentar uma infraestrutura básica (Tucci, 2008). Projetos de requalificação urbanos podem ser oportunos para inserir os conhecimentos do WSUD nas intervenções, garantir uma compensação do impacto na hidrologia local, renaturalizar os espaços para um alto desempenho ambiental e assim propiciar mais amenidade ao meio urbano (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006). Entretanto, deve-se atentar para que estes projetos apresentem um alto desempenho social além do desempenho ambiental,

no sentido de que não promovam a exclusão e segregação de classes sociais, ou degradem o patrimônio histórico-cultural de um local (Costa et al., 2012; Francisco, 2012).

Para a realização das abordagens propostas é necessário um quadro articulado entre planejamento de uso do solo, água e infraestruturas, buscando a integração de ações relacionadas às águas urbanas com demais objetivos pautados na sustentabilidade. Tal articulação deve ocorrer em diferentes escalas de planejamento, tendo em vista um horizonte amplo de ação (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006). Entende-se que a aplicação das abordagens pressupõe que órgãos públicos tenham uma articulação institucional que viabilize as condições favoráveis à experimentação e difusão dessas práticas (Bettini et al., 2015). Para a integração institucional, os autores recomendam que sejam consideradas ao menos as políticas básicas de planejamento australianas, tais: Instrumentos Estaduais (Política Estadual de Proteção Ambiental, por exemplo), Planos e Políticas Regionais ou Municipais (Plano Ambiental Regional, por exemplo), Planos de Governo Locais e Planos Diretores. Nestes instrumentos, devem ser estabelecidos objetivos, metas e critérios de desempenho, os quais podem se basear em padrões quantitativos e qualitativos de expectativa da integridade ecológica e de demandas da população. Medidas de monitoramento devem ser utilizadas para acompanhar o desempenho das ações a curto, médio e longo prazo, o que permite correções e adaptações dos critérios em resposta aos resultados alcançados e às futuras condições que se estabeleçam (técnicas, sociais, econômicas etc.). O processo de definição e acompanhamento das estratégias é dinâmico e evolutivo, no qual as respostas de cada ação devem ser analisadas para considerar possíveis ajustes, seja numa abordagem racional ou intuitiva, até que os objetivos de longo prazo estejam garantidos (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Esse papel da governabilidade assume distintas responsabilidades dependendo do nível político-administrativo. Em nível nacional cabe a responsabilidade pela definição do paradigma a ser seguido nas outras esferas, sendo necessária a articulação dos esforços e a disseminação da proposta. Existem iniciativas para uma ampla disseminação do WSUD pela Austrália, uma vez que a viabilização de Cidades Sensíveis à Água é um dos objetivos da Iniciativa Nacional pela Água estabelecida pelo governo Australiano (COAG, 2004). Nas esferas locais e regionais de governo reside a responsabilidade de implementar a abordagem, e Morison e Brown (2011) destacam o importante papel dos conselhos municipais para articulação das ações, as quais compreendem basicamente a exigência pela adoção das práticas e sua fiscalização. Atribuir às esferas locais de poder a responsabilidade em instituir as práticas alternativas é pertinente ao possibilitar que as demandas específicas de um contexto sejam adequadamente atendidas. Porém, a necessária difusão de tais soluções para contextos diversos depende muito de articulações intergovernamentais em escala regional com o respaldo de um convergente interesse sociopolítico coletivo, expresso em um pacto social mínimo (Morison e Brown, 2011).

Neste sentido o envolvimento da comunidade é crucial, na medida em que esta tem papel central na pactuação das ações a serem executadas para atender aos objetivos propostos, e que ao mesmo tempo deve estar consciente e de acordo com os custos e benefícios envolvidos no

processo. A existência de tal consciência é um fator que pode levar os membros da comunidade a questionar as necessidades e desejos para com o sistema, e assim implicar em mudanças nas estratégias adotadas. Por isso, o processo de implementação e monitoramento do WSUD deve ser eminentemente participativo, flexível e adaptativo (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Assumido o compromisso com o desenvolvimento da abordagem WSUD para o planejamento urbano, deve-se iniciar um processo de definição de objetivos, resultados esperados e critérios de projeto para a estratégia de gestão das águas urbanas adotada. Esta é uma etapa fundamental que deve prever a articulação de políticas nacionais, estaduais e regionais para a gestão de recursos naturais e gestão urbana, além de ser um momento de pactuação social. Uma vez estabelecidos os aspectos básicos que orientam as expectativas para com a abordagem, inicia-se a realização de estudos diagnósticos de pré-ocupação do território, englobando aspectos como condições geotécnicas, hidrológicas, ecológicas e de contaminantes, os quais subsidiarão a construção de critérios de planejamento e projeto e a definição das estratégias a serem adotadas. Tal conjunto de diagnósticos, prognósticos e estratégias de ação podem estar expressos em planos e diretrizes de projetos, elaborados com uma abrangência de escalas que pode englobar da dimensão metropolitana, à municipal, à vizinhança, à rua e aos lotes e edificações. A partir da definição das diretrizes de planejamento podem ser estudados os cenários de escolhas projetuais de implantação dos empreendimentos e de uso de BMP, as quais terão maior eficiência quando pensadas de forma integrada entre si (perspectiva chamada *treatment train*) e com o projeto urbano (promovendo a multifuncionalidade dos dispositivos e com tratamento paisagístico). Sinteticamente, este processo de definição da política e das estratégias de planejamento e projeto pode ser representado com o fluxograma da Figura 8.

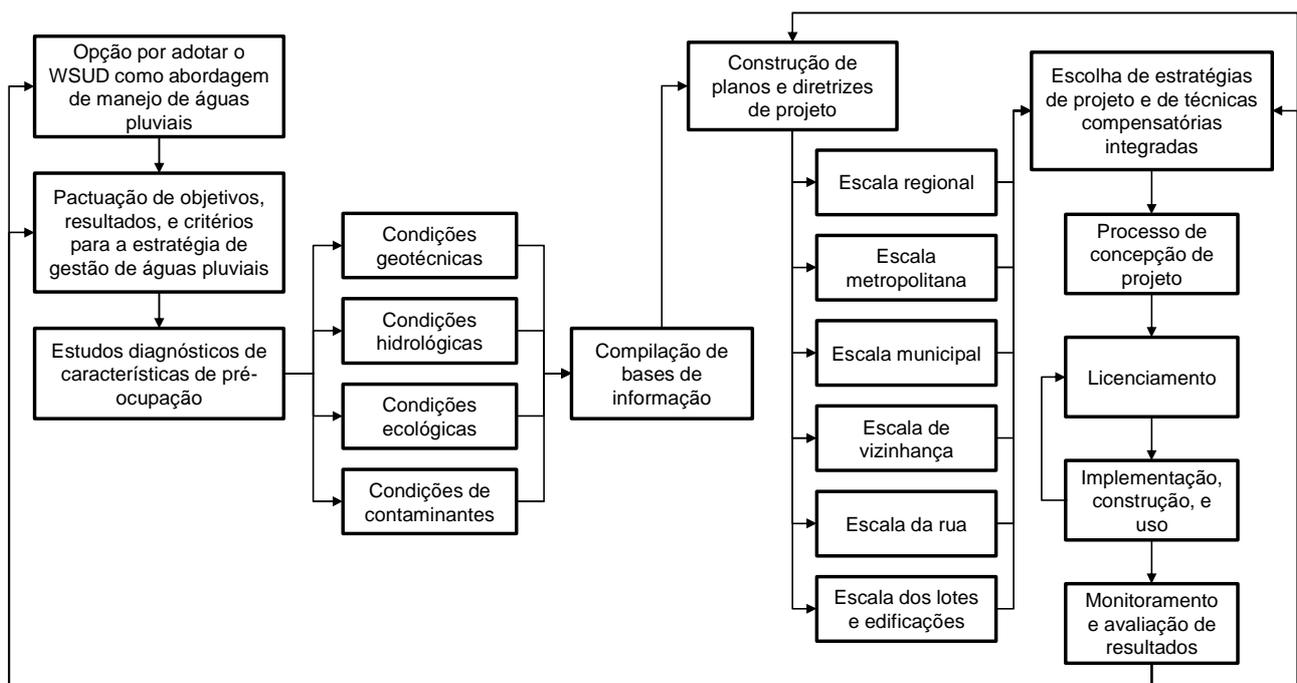


Figura 8: Quadro dos processos e produtos pertinentes ao planejamento e projeto urbanos que devem estar articulados para um bom desenvolvimento do WSUD. Fonte: Adaptado de Mouritz, Evangelisti e McAlister (2006).

Para orientar a elaboração dos planos, é proposto um conteúdo mínimo a ser desenvolvido, o qual apresentará um maior grau de detalhamento e precisão das informações técnicas conforme se aproxima da escala do lote e de edificação (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006). Tal conteúdo envolve:

- Princípios e objetivos
- Metas de qualidade e quantidade de água
- Condições ambientais existentes como balanço hídrico, ecossistemas hidricamente dependentes, e contaminação de solo e águas subterrâneas
- Conservação de águas, estratégias de uso adequadas à demanda
- Gestão de águas subterrâneas e superficiais - qualidade e quantidade, BMP estruturais e não estruturais
- Infraestruturas
- Questões para detalhamento futuro
- Quadro de monitoramento
- Implementação - responsabilidades e recursos financeiros disponíveis

O processo de concepção e implementação de um projeto WSUD deve combinar o conhecimento sobre as melhores práticas de planejamento (*Best Planning Practices – BPP*) e as melhores práticas de manejo (*Best Management Practices – BMP*). As BPP envolvem as etapas de análise dos atributos físicos e naturais do sítio e análise da capacidade de suporte. Na esfera **estratégica**, inclui-se a decisão por reserva de áreas naturais, destinação de infraestruturas, definição de políticas hidro sensíveis, ou criação de guias de *design* e outros procedimentos na estrutura administrativa municipal. No âmbito **do projeto**, estão envolvidos a identificação de áreas sensíveis no sítio, a definição de potencialidades para alocar cada dispositivo do sistema integrado, a identificação e proteção de bens a proteger (patrimônio ambiental, cultural, histórico) e a identificação de opções projetuais de alta eficiência hídrica (vias, residências, paisagem viária). Enquanto isso, as BMP envolvem o uso de elementos estruturais e não-estruturais com finalidades de prevenção, coleta, tratamento, afastamento, armazenamento e reuso na estratégia de gestão do recurso. A escolha das soluções e sua combinação pressupõe uma robusta avaliação, tendo em vista condições hidráulicas de operação e custos no ciclo de vida (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

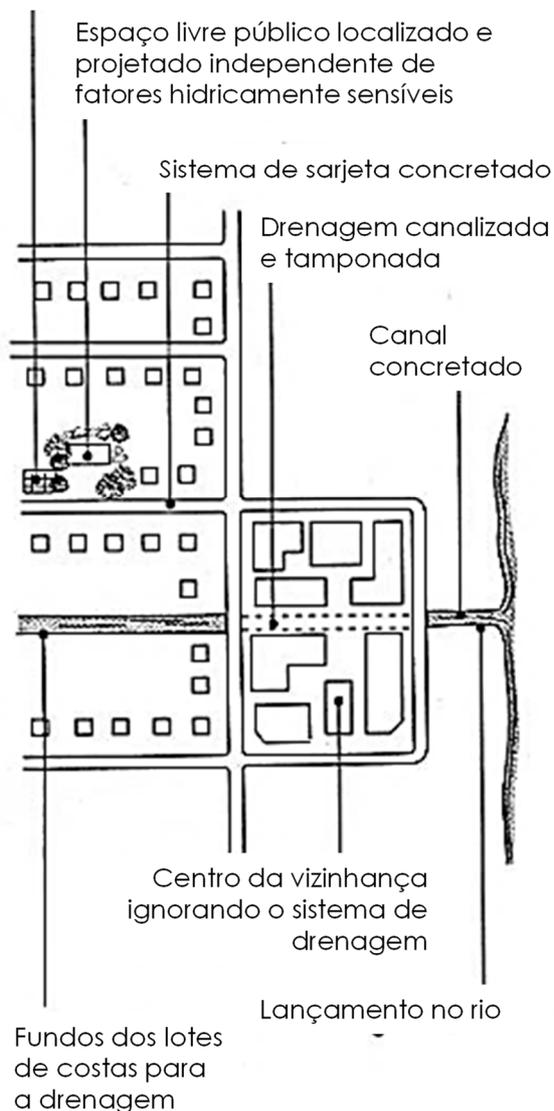
Ao analisar os métodos propostos para a aplicação da abordagem, são sugeridas diretrizes de projeto para a ocupação, técnicas de redução da demanda e técnicas de manejo de águas pluviais. Parte-se do princípio de intervir primeiramente nas etapas de planejamento de sítio e projeto urbano no âmbito das BPP, e para tanto são sugeridas noções norteadoras que permitam o exercício da visão holística e sistêmica, como:

- Eficiência no uso de recursos naturais;
- Conservação de recursos naturais;
- Planejamento e projeto sensíveis às restrições ambientais;
- Mimetização de processos naturais;

- Redes de espaços livres públicos;
- Leiaute de residências;
- Leiaute de vias;
- Paisagem viária.

Convencional

Bacia de retenção local cercada e com taludes declivosos



Hidricamente sensível

Bacia de retenção com taludes suaves e integrada aos espaços livres públicos

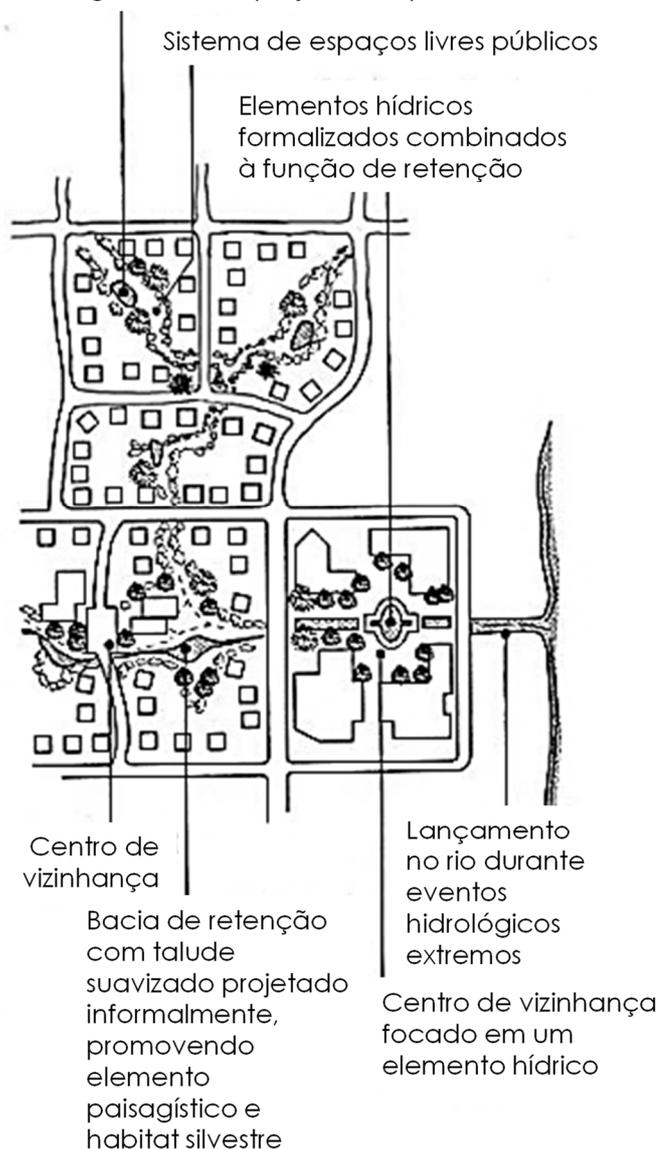


Figura 9: Concepção de rede de espaços livres públicos comparada entre abordagem convencional e hidricamente sensível. Fonte: Adaptado de Mouritz, Evangelisti e McAlister (2006).

A respeito da rede de espaços livres públicos (Figura 9), entende-se que as diversas infraestruturas de manejo do escoamento podem ser articuladas em uma rede multifuncional, eminentemente servindo de espaço público, mas que congregue funções de corredores de conservação, sistema de manejo de águas pluviais, equipamentos e espaços recreativos, o que traz potencial para ganhos sociais e econômicos. Acredita-se que tal estratégia traga vantagens

para maior fruição do espaço, tendo em vista a diversidade de atrativos que ele passa a fornecer, ao mesmo tempo em que ele serve para a melhoria da qualidade das águas urbanas, especialmente com o uso do elemento vegetal para retenção de partículas. Sabe-se também que tal associação envolve questões de saúde e segurança pública, as quais podem ser bem trabalhadas com a divulgação de informações e sinalização, estratégias básicas para prevenção de riscos (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Prevê-se, também, a integração dos projetos de edificações (leiaute) com as demandas do sistema de manejo de águas pluviais, e articulação destes com o sistema de espaços livres. As premissas que embasam essa relação envolvem uma ocupação mais compacta e menos dispersa, a proteção das áreas sensíveis e a redução das superfícies impermeabilizadas (Figura 10). Quanto ao leiaute de vias (Figura 11), a congruência à topografia e aos elementos naturais do sítio é uma abordagem fundamental. Sempre que possível sugere-se associar as vias com os espaços livres públicos, potencializando a atratividade visual e recreacional. Deve-se optar pelos desenhos com menor extensão impermeável, e nunca comprometer a segurança viária. Por fim, para composição da paisagem viária (Figura 11) é necessário compatibilizar as demandas dos sistemas de mobilidade com o projeto hidricamente sensível, e para isso propõe-se a redução de fachadas, a diminuição de recuos nos lotes, o uso de retenção local das águas pluviais em reservatórios alinhados ao passeio público e a implantação de um paisagismo hidricamente adaptado (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

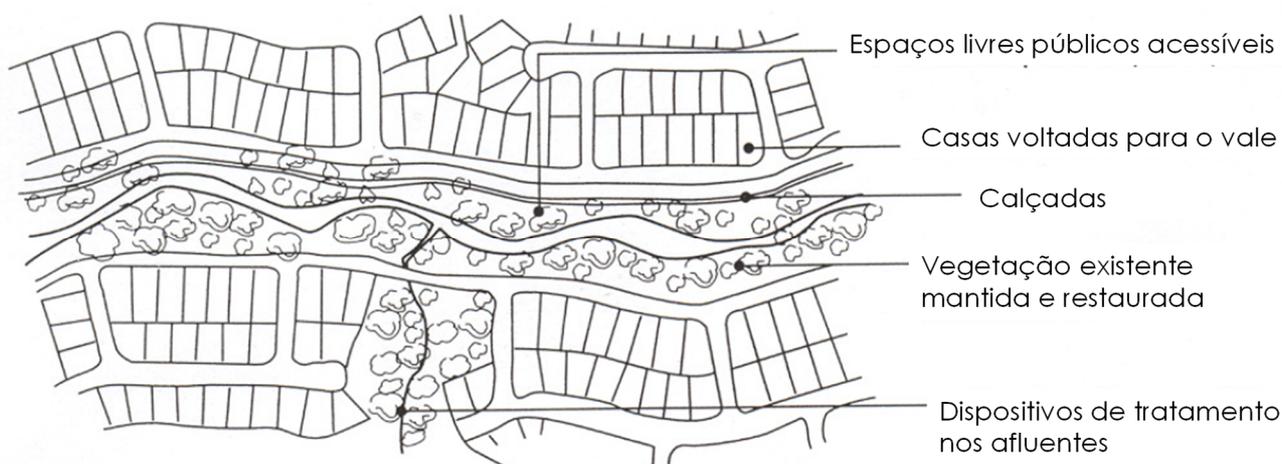
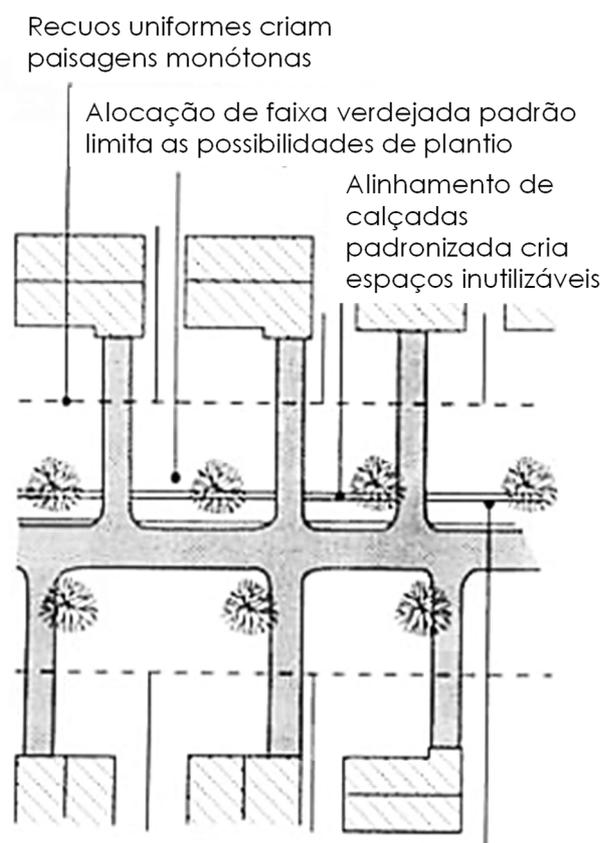


Figura 10: Concepção do leiaute de residências em uma abordagem hidricamente sensível.
Fonte: Adaptado de Mouritz, Evangelisti e McAlister (2006).

O emprego destas diretrizes visa reduzir os impactos ambientais causados com a urbanização desde a elaboração de planejamento e de projeto urbanos, prevendo que a apropriação dos recursos e processos naturais se dê de forma mais equilibrada e inteligente. Esta eficiência no uso de RN tem maior contribuição especificamente sobre o uso direto do recurso hídrico, pois prevê que sejam exploradas fontes alternativas para o abastecimento. Ao mesmo tempo está presente o pressuposto de integração das infraestruturas com os condicionantes

naturais na perspectiva da paisagem, na busca por uma maior biofilia no espaço urbano. Assim, são estudados diferentes desenhos até encontrar a proposta que consiga causar o menor impacto e compensar o máximo possível de efeitos negativos. Por isso considera-se que grande parte do esforço e contribuição do WSUD deve ser empreendido no projeto, minimizando a necessidade de complementação com técnicas compensatórias (JSCWSC, 2009). Há uma sinergia de influências entre o WSUD e o projeto, uma vez que o Leiaute e projeto serão influenciados pelos objetivos WSUD estabelecidos e pela escolha de soluções, as quais serão adaptadas a partir de considerações específicas do projeto (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006). Ou seja, a abordagem surge enquanto um panorama de ação do qual selecionam-se objetivos e estratégias, que serão inseridos no projeto e implementados a partir de adaptações e ajustes aos propósitos, escalas e limitações do empreendimento.

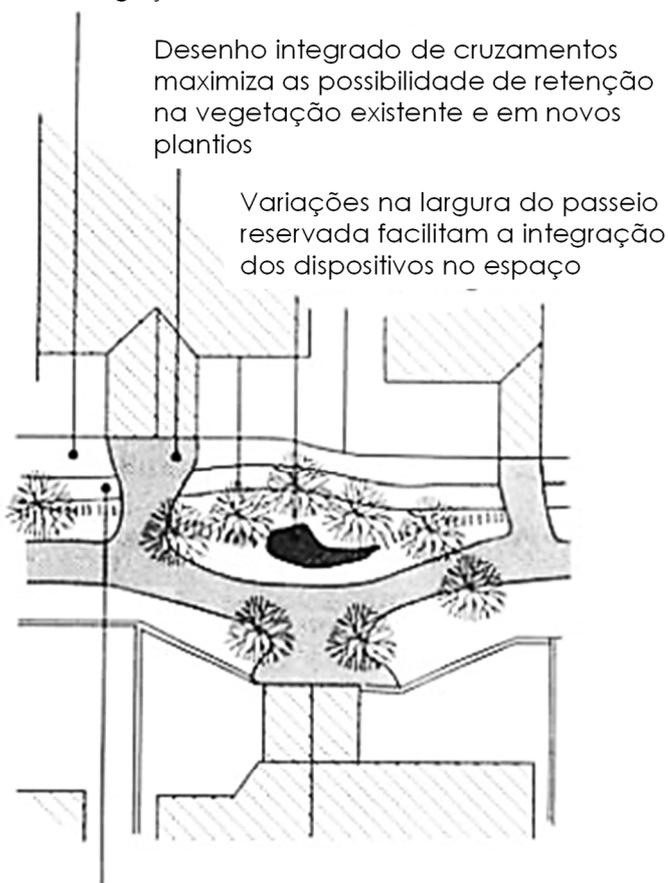
Convencional



Posicionamento imprevisível de cruzamentos limita a possibilidade de retenção na vegetação existente e em novos plantios

Hidricamente sensível

Recuos menores reduzem a área de irrigação



Alinhamento das calçadas congruente aos elementos naturais e ao manejo de águas pluviais criando espaços de fácil manutenção e irrigação eficiente

Figura 11: Concepção do Leiaute de vias de paisagem viária comparada entre a abordagem convencional e hidricamente sensível. Fonte: Adaptado de Mouritz, Evangelisti e McAlister (2006).

Quanto ao arcabouço de técnicas sugeridas pelo WSUD, ele é diverso e capaz de atender a diferentes situações dependendo da combinação e arranjo de dispositivos adotados. As técnicas, denominadas pelos manuais de BMP, se direcionam para a redução da demanda por abastecimento e para o manejo de águas pluviais (Quadro 7).

Assim como qualquer infraestrutura urbana, as técnicas empregadas precisam de manutenção para garantir que continuem atingindo os objetivos propostos, e por isso é necessário que seja realizado um monitoramento adequado do seu desempenho, o que é objeto de detalhamento nos manuais. Ainda que estas práticas estejam sendo testadas desde a década de 1990 de forma mais significativa, muitas vezes encontram-se condições nunca antes experimentadas nas quais se propõe um desenvolvimento com WSUD, e os resultados dos programas de monitoramento podem indicar possíveis adaptações para melhor atender aos diferentes cenários enfrentados. O manual nacional australiano de WSUD apresenta ainda um capítulo dedicado à avaliação de opções e riscos que pode contribuir muito para orientar uma escolha segura da abordagem e das técnicas (JSCWSC, 2009).

Quadro 7: Sistematização das Melhores Práticas de Manejo (BMP) propostas pelo WSUD. Adaptado de Lloyd et al. (2002)

Estratégias	Técnicas
<i>Redução da demanda (abastecimento)</i>	Instalações eficientes
	Ajustes eficientes
	Tanques de chuva
	Água reciclada reticulada
	Coleta e aproveitamento de água de chuva
	Tratamento e reuso de águas cinzas
	Formas de paisagismo
	Programas educacionais
<i>Manejo de águas pluviais</i>	Bacias de sedimentação
	<i>Swales e buffer strips</i>
	Biorretenção
	Filtros de areia
	<i>Wetlands</i>
	Lagoas e espelhos d'água
	Sistemas de infiltração
	Recarga direta de aquífero
	Pavimentos porosos
	Bacias de retenção
	Telhados verdes
	Recuperação de zonas ripárias

As figuras 12 a 16 a seguir ilustram algumas das técnicas sistematizadas. Informações detalhadas a respeito do seu funcionamento, riscos operacionais, necessidades de manutenção e condicionantes de projeto podem ser obtidas em diversos manuais, sendo recomendados: **Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design – A National Guide** (JCSWSC, 2009, apêndice B) e o **Australian Runoff Quality: A guide to Water Sensitive Urban Design** (Wong, 2006).



Figura 12: Exemplos australianos de implantação de Swales e Buffer Strips. Fonte: JCSWSC, 2009.

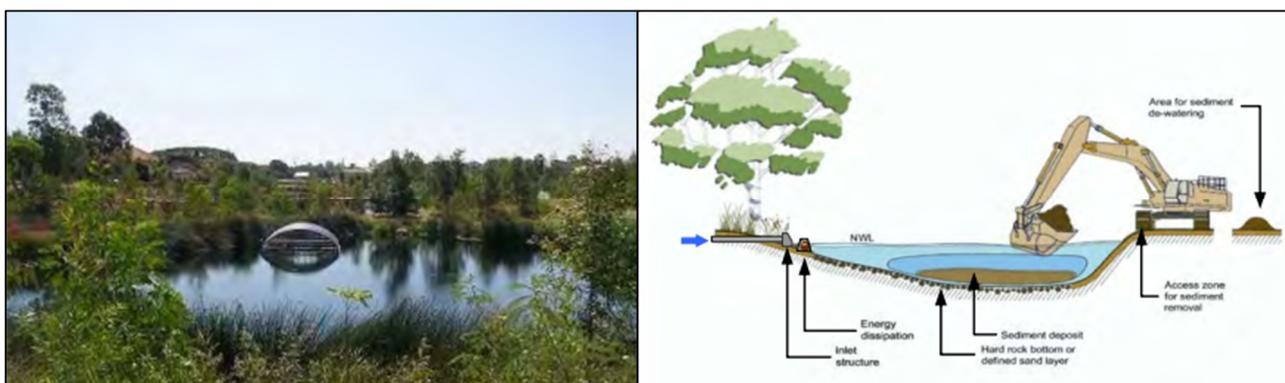


Figura 13: Exemplo australiano de bacia de sedimentação e esquema de funcionamento. Fonte: JCSWSC, 2009.



Figura 14: Exemplos australianos de wetlands construídos e perfil marginal. Fonte: JCSWSC, 2009.



Figura 15: Exemplos australianos de sistemas de biorretenção. Fonte: JSCWSC, 2009.

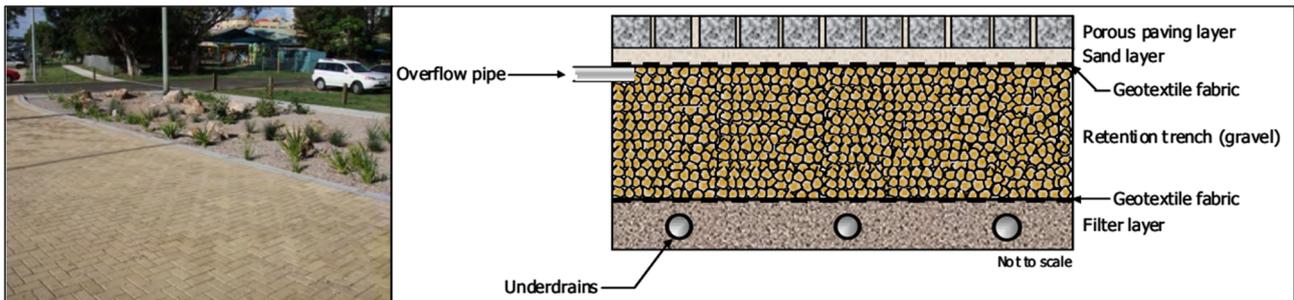


Figura 16: Exemplo australiano de pavimento poroso e perfil das camadas componentes do sistema. Fonte: JSCWSC, 2009.

Segundo Wong (2006), quanto à definição das técnicas a serem aplicadas, de modo geral, as condições do sítio associadas às características do poluente a ser removido determina a técnica de tratamento mais apropriada (aspecto qualitativo), enquanto que condições climáticas determinam o projeto hidrológico e hidráulico (aspecto quantitativo), que por consequência afeta a eficiência de remoção da poluição. Ao uso combinado e associado de diferentes técnicas, cada qual atuando sobre um conjunto de poluentes, que de modo integrado garantem a remoção de toda a carga poluidora das águas pluviais, denomina-se cadeia de tratamento (*treatment train*, tradução livre). A ordem das técnicas e processos ao longo da cadeia depende das características da poluição. Em geral, devem ser removidos os materiais de maior partícula, para depois tratar os finos e solúveis eficientemente. Deve-se considerar ainda a proximidade dos dispositivos à fonte, e sua distribuição ao longo da bacia. Busca-se incentivar o tratamento na fonte tendo em vista o princípio de que existe mais eficiência e economia na estratégia de controlar a poluição na sua origem do que remover os poluentes do sistema de águas pluviais (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Mouritz, Evangelisti e McAlister (2006) propõem que a escolha pelo uso de técnicas siga a priorização hierárquica de desempenho a seguir:

1. **Medidas de retenção e restauração:** reter ou restaurar elementos valiosos existente em um sistema de águas pluviais, como os canais naturais, várzeas e vegetação ripária, por meio de políticas, planos e projetos urbanos apropriados;
2. **Controle da fonte e medidas não estruturais:** técnicas que visam a mudança do comportamento humano para reduzir o montante de poluentes que entram no sistema

de águas pluviais, por meio de educação comunitária, fortalecimento de conselhos e governos locais, e atividades de operação e manutenção;

3. **Controle da fonte e medidas estruturais:** técnicas que visam reduzir a quantidade e melhorar a qualidade das águas pluviais na sua fonte ou próximo a ela, por meio de infraestruturas para o reuso dessas águas ou promoção de processos físicos naturais como infiltração.
4. **Medidas in line:** técnicas instaladas em infraestruturas do sistema pluvial para manejar a qualidade e quantidade das águas antes da sua descarga nos corpos receptores.

A articulação das BMP na cadeia de tratamento pode garantir que os objetivos do WSUD sejam atingidos e apresentar resultados de tratamento mais eficientes. Diversas são as opções de combinação entre as técnicas, mas em geral pode-se considerar que existem três níveis a serem trabalhados para se obter os melhores resultados (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006):

- **Medidas de tratamento primário:** remoção de resíduos sólidos, poluentes e sedimentos grossos. Exemplos: armadilhas de resíduos, poluentes e sedimentos grosseiros, e coletor de óleo.
- **Medidas de tratamento secundário:** remoção de sedimentos e remoção parcial de metais pesados e bactérias: Exemplos: filtros vegetados, valas vegetadas, bacias de detenção extensas, filtros de areia/biorretenção, trincheiras de infiltração, poços e bacias de infiltração.
- **Medidas de tratamento terciário:** remoção de nutrientes, bactérias, sedimentos finos e metais pesados: Exemplos: lagoas artificiais, wetlands construídos, córregos urbanos.

Pela natureza dos poluentes, as partículas mais grossas podem ser retidas em técnicas que suportem uma vazão de entrada mais elevada, pois dependem majoritariamente de processos físicos de filtração e sedimentação. Conforme o tamanho das partículas se reduz, as técnicas empregadas demandam de maior tempo para realizarem o tratamento, e não suportam um aporte massivo de água, pois os processos físicos de sedimentação são mais longos, bem como os processos químicos e biológicos de degradação, os quais também dependem de condições ambientais favoráveis para o estabelecimento dos organismos (biofilmes e vegetais). Desta forma, o emprego de técnicas como *wetlands* para o polimento das águas pluviais necessita de uma área maior e de longo tempo de detenção (Wong, 2006).

Quanto às interações com diferentes campos do conhecimento em razão das muitas considerações existentes na etapa de planejamento e projeto e que têm grande foco na sensibilidade às restrições ambientais, a equipe de projeto deve levar em conta diferentes aspectos da infraestrutura urbana, envolvendo a arquitetura, o urbanismo, o paisagismo, o saneamento, mobilidade, geotécnica, e a hidrologia ao pensar tipologias e materiais para o sistema viário e para as calçadas, o projeto dos lotes e sua ocupação, o manejo das águas urbanas de modo global (incluindo-se o abastecimento e esgotamento sanitário), assim como assegurar questões de saúde pública.

Muitas considerações são possíveis sobre a conservação dos atributos ambientais, estabelecendo forte relação com as ciências naturais, especialmente a ecologia. Todas essas questões devem ser combinadas em um projeto de espaços livres públicos que promova maior integração entre os elementos do ambiente construído com sua matriz natural existente. Além disso, é destacada a importância do envolvimento da comunidade usuária das estruturas do WSUD, para informar sobre as vantagens dos sistemas, viabilizar uma melhor aceitação das propostas e definir claramente as responsabilidades. Por conta da necessidade de equalizar questões de diversos campos disciplinares, o sucesso dos projetos dependerá necessariamente de equipes multi e interdisciplinares (Wong e Brown, 2009). Porém, ainda que a concepção de propostas embasadas pelas abordagens seja conduzida por equipes de tal forma compostas, há que se considerar que esse processo seja aberto a contribuições de atores interessados (moradores, organizações da sociedade civil, academia, empreendedores etc.) e se dê de forma transparente, o que não se verifica claramente enquanto proposta nos manuais analisados.

Não é apontada uma metodologia única para a condução de um projeto, mas são aconselhadas estratégias como: realizar avaliações sobre condições do local de implantação, atender à participação comunitária, priorizar processos colaborativos ao invés de cadeias hierárquicas, realizar *brainstormings* e aceitar ideias inovadoras, considerar fatores para além da fase de construção, realizar avaliações de condições e potencialidades passadas e futuras para a área, analisar os problemas nos contextos ambientais, sociais e econômicos (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Se as recomendações e práticas presentes nos manuais forem corretamente implementadas podem ser concebidos empreendimentos de maior sustentabilidade ambiental urbana. Áreas sensíveis e relevantes, como remanescentes vegetais, solos frágeis, encostas declivosas, zonas ripárias e áreas alagáveis deverão ser preservadas por não serem adequadas à ocupação, ao passo que cumprem melhor outras funções mantendo suas características naturais. Das áreas objeto de ocupação, espera-se um impacto muito reduzido, seja pelo uso de práticas de conservação do sítio durante a fase de implantação seja pela realização de um projeto congruente aos condicionantes ambientais. Tal aspecto é muito mais significativo do ponto de vista da hidrologia da bacia hidrográfica, para a qual propõe-se a mínima alteração das suas características de pré-ocupação. Considera-se ainda que com a adoção de práticas de conservação da água podem ser atingidas também melhores condições de segurança hídrica para além das estabelecidas com o equilíbrio dos ecossistemas nas bacias hidrográficas. O que tais possibilidades implicam na busca por práticas e abordagens promotoras da sustentabilidade urbana é que seja possível conciliar a conservação e o uso racional de recursos naturais com a necessidade de ampliação dos territórios urbanizados, os quais muito provavelmente apresentarão maior resiliência (Herzog, 2013).

2.4 Considerações gerais: imbricações entre o WSUD e seu contexto de origem

Ao analisar o contexto do surgimento do WSUD e as características do conceito após sua concepção, é possível tecer paralelos de influência ou ao menos destacar condicionantes sem os quais o processo poderia ter caminhado de forma distinta.

A constituição de uma situação histórica de crise em Perth para a urbanização e sustentabilidade dos ecossistemas na região evidenciou os problemas advindo do modelo em curso, baseado no ideário suburbano que transformava a paisagem original e pensava ser possível solucionar qualquer restrição ambiental por meio da técnica. Justamente a proposta adotada no novo conceito tenta inverter essa lógica, pois considera os condicionantes naturais do território e tenta aproveitá-los enquanto infraestrutura a partir de uma análise sensível à água. Nesta mudança é ainda mais relevante o fato de que as questões das águas, especialmente as pluviais, e a análise de seu potencial como elemento da paisagem urbana, passam a ser consideradas no planejamento da ocupação.

A reprodução deste mesmo cenário de crise na Austrália contribuiu para dar visibilidade aos problemas que surgiam como resposta ao modelo até então implementado. Os casos de eutrofização dos rios e estuários, destacados pela mídia, aproximaram a questão à população e fizeram dessa uma pauta de ação do governo. Considera-se que isso influenciou para que entre os princípios e objetivos do WSUD surgisse a preocupação em preservar e conservar tanto a qualidade das águas pluviais quanto dos ecossistemas. As propostas estavam focadas não somente na resolução do desequilíbrio do balanço hídrico, mas na promoção da qualidade do sistema como um todo, haja vista o interesse em aproveitá-los como espaços para as relações sociais.

Da mesma forma, uma das preocupações era a questão do abastecimento da população, tendo em vista a insuficiência do ambiente para suprir a crescente demanda, o risco com a exploração dos reservatórios subterrâneos, e o paradigma adotado que rejeitava as grandes intervenções estruturais centralizadas para o sistema de saneamento. Novamente o modelo dos subúrbios teve sua influência, pois acentuou fortemente as implicações sobre a demanda de abastecimento, com a profusão dos gramados irrigados. Nesta perspectiva, a estratégia adotada pelo novo modelo foi a descentralização do sistema e a resolução local das demandas, pautada em captação, tratamento e reuso de águas pluviais. Incorporou-se ainda o uso das espécies nativas adaptadas ao clima da região na concepção dos espaços e infraestruturas verdes.

Esta estratégia já se encontrava como uma alternativa no contexto da gestão integrada de bacias hidrográficas, paradigma que se tentava disseminar e implementar antes do WSUD, o que pode ter contribuído para que fosse incorporado no novo conceito. Por meio dessa perspectiva da gestão integrada de bacias que se estruturou um aparato institucional capaz de promovê-la, sem o qual não haveria o espaço necessário para o avanço na discussão de um modelo de planejamento e gestão sensível à água. Sem o suporte do Conselho de Recursos Hídricos da Austrália Ocidental para o grupo de trabalho formado e sem a articulação entre as agências do

governo por ele promovida, o processo provavelmente não teria se dado da mesma forma. Tal importância é destacada por Fletcher et al. (2014), que indicam que o contexto institucional da região de origem de uma abordagem condiciona seu escopo e aplicação, de modo que abordagens baseadas em paradigmas holísticos são esperadas em regiões com arranjos institucionais mais descentralizados e integrados.

Além desse arranjo institucional, foi fundamental a existência de um corpo técnico no setor público capacitado e atento aos problemas em curso, conscientes da necessidade de alternativas e engajados na discussão e elaboração de um novo modelo. Sem dúvidas, o apoio que este grupo teve pelas instituições de pesquisa contribuiu muito para a construção de um conceito mais aprimorado, de modo que a articulação entre os pesquisadores envolvidos no processo possibilitou a formação das redes que posteriormente disseminariam o conceito, como o CRCWSC (*Cooperative Research Center for Water Sensitive Cities*).

Por fim, o Estado também teve seu papel ao passo que criou o arranjo institucional e as políticas que seriam necessários para o desenvolvimento de um modelo alternativo de urbanização. Entretanto, também foi responsável por desacelerar o processo quando a mudança de governo inseriu uma pauta muito mais conservadora que restringiu o avanço das questões ambientais, dentre elas a proposição do WSUD como de fato uma política para o país.



CAPÍTULO 3

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS



O CAPÍTULO 2 FOI DEDICADO À ANÁLISE DO OBJETO DE ESTUDO DA PESQUISA, O WSUD. NESTE SERÃO RELATADAS AS INFORMAÇÕES OBTIDAS SOBRE O OBJETO EMPÍRICO, O MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS. PRETENDE-SE COMPREENDER AS RELAÇÕES DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DESTE TERRITÓRIO COM A CONJUNÇÃO DOS ATUAIS CONFLITOS COM AS ÁGUAS PLUVIAIS E IDENTIFICAR OS ASPECTOS LEGAIS, INSTITUCIONAIS E PRÁTICOS QUE TÊM ORIENTADO A REALIZAÇÃO DOS SEUS SISTEMAS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.

3.1 Análise histórica da urbanização em São Carlos e suas relações com as águas pluviais

O município de São Carlos (SP) representa um exemplo de cidade em que a urbanização associada às práticas convencionais da drenagem produziu uma situação crítica de convívio com as inundações (Mendes e Mediondo 2007; Marotti et al., 2014). Para compreender como tal situação se conformou neste território foi investigado como se deu a ocupação urbana em São Carlos na perspectiva de suas bacias hidrográficas desde a formação do núcleo urbano original. Com isso foram traçadas relações com as alterações no sistema hidrológico das bacias e as ocorrências de eventos de inundações. E para ajudar a entender tais relações foram registradas e

sistematizadas as práticas para o manejo de águas pluviais adotadas pelo município dentro desta temporalidade, o que forneceu indicativos sobre a evolução do contexto.

3.1.1 A ocupação urbana nas bacias hidrográficas de São Carlos

São Carlos é um município de 241 mil habitantes (Brasil, 2015), presentes majoritariamente na mancha urbana principal. Os dados e discussões apresentadas sobre a influência da urbanização nas bacias hidrográficas do município tratam especificamente do território compreendido pela mancha urbana principal, tendo em vista a concentração populacional e maior presença de conflitos com as águas pluviais. O perímetro urbano que definia a mancha urbana principal de São Carlos possui até a data desta pesquisa (novembro de 2016), 7.996,3 ha (Figura 17), no qual estão contidos a maioria dos parcelamentos do solo para fins urbanos, além dos vazios que ainda não foram fortemente alterados pelo processo de urbanização. Alguns constituem-se em áreas de risco à ocupação ou são áreas de proteção ambiental. A delimitação do perímetro urbano recobre, total ou parcialmente, o território de 10 bacias hidrográficas (Figura 17 e Tabela 1).

Tabela 1: Bacias hidrográficas da área urbana de São Carlos. Fonte: Elaborado pelo autor.

Bacia	Área total	Área inserida no perímetro urbano	
	ha	ha	%
Monjolinho	4608,82	2403,28	52,1
Água Fria	2649,75	365,75	13,8
Feijão*	1929,58	482,75	25,0
Gregório	1859,51	1555,56	83,7
Água Quente	1316,24	1148,67	87,3
Santa Maria do Leme	1149,00	496,57	43,2
Cancã*	907,93	225,15	24,8
Mineirinho	578,27	484,50	83,8
Tijuco-Preto	339,67	339,67	100,0
Medeiros	184,21	184,21	100,0

*Sub-bacia da bacia do canal principal

À exceção da bacia do córrego do Feijão, todas são subsistemas afluentes da bacia do córrego do Monjolinho, o qual, junto ao córrego do Feijão, são afluentes do rio Jacaré-Guaçú. A área da bacia do Monjolinho considerada pelo estudo (4.608,82 ha) corresponde à porção de todo o seu sistema subtraída das demais bacias discretizadas, tendo como exutório a convergência de seu corpo hídrico principal com o córrego Água Fria. Ressalta-se que esta seleção corresponde ao contexto do objeto de estudo, onde concentram-se os principais conflitos urbanos com as águas pluviais, e por isso fez-se tal recorte.

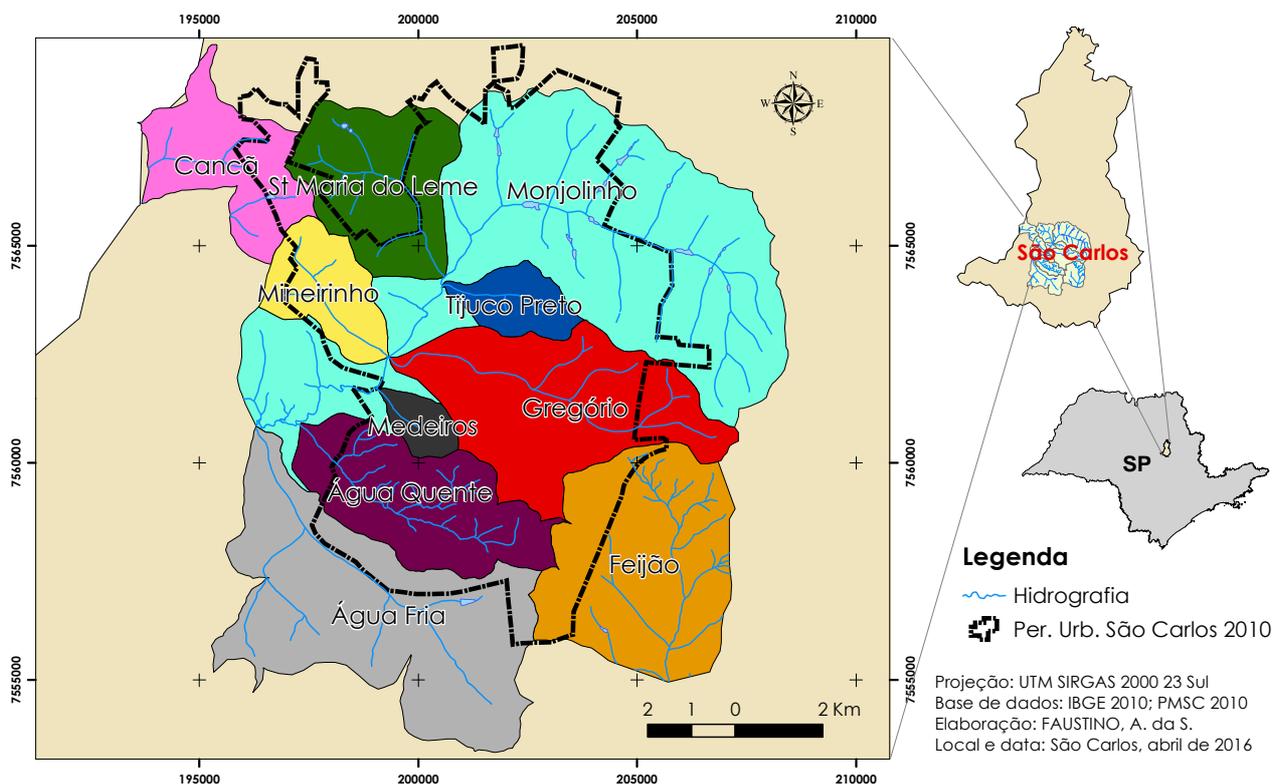


Figura 17: Mapa de localização do perímetro urbano de São Carlos e das bacias hidrográficas analisadas. Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da Figura 18 é possível observar os padrões de ocupação urbana em cada bacia hidrográfica conforme imagem de satélite de 2014.

A caracterização do crescimento da mancha urbana de São Carlos pautou-se no mapeamento dos parcelamentos de solo para fins urbanos desde a instalação do quadrante de malha ortogonal original em 1857. As principais referências das quais obteve-se os dados foram Mendes (2005) e Lima (2007), sendo a segunda a principal fonte sobre os processos socioeconômicos que atuaram em cada período. As informações da periodicidade não coberta por estas pesquisas (2005 a 2015) foram extraídas do banco de dados da Prefeitura de São Carlos sobre os loteamentos aprovados no município (São Carlos, 2016), além de análises temporais com imagens do Google Earth entre 2005 e 2015. Os resultados da análise da expansão urbana sobre o território das bacias encontram-se nas Figura 19 e Figura 20.

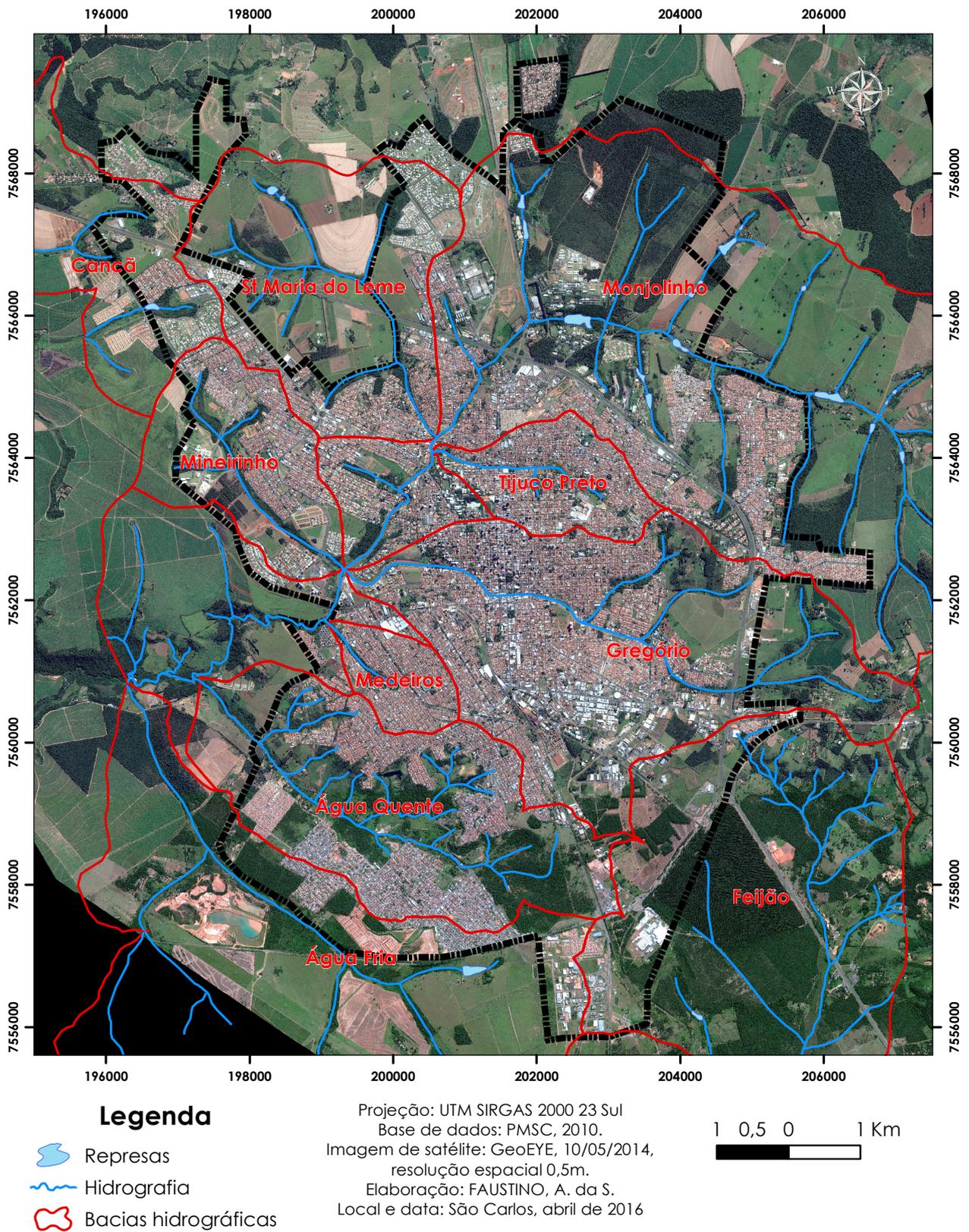
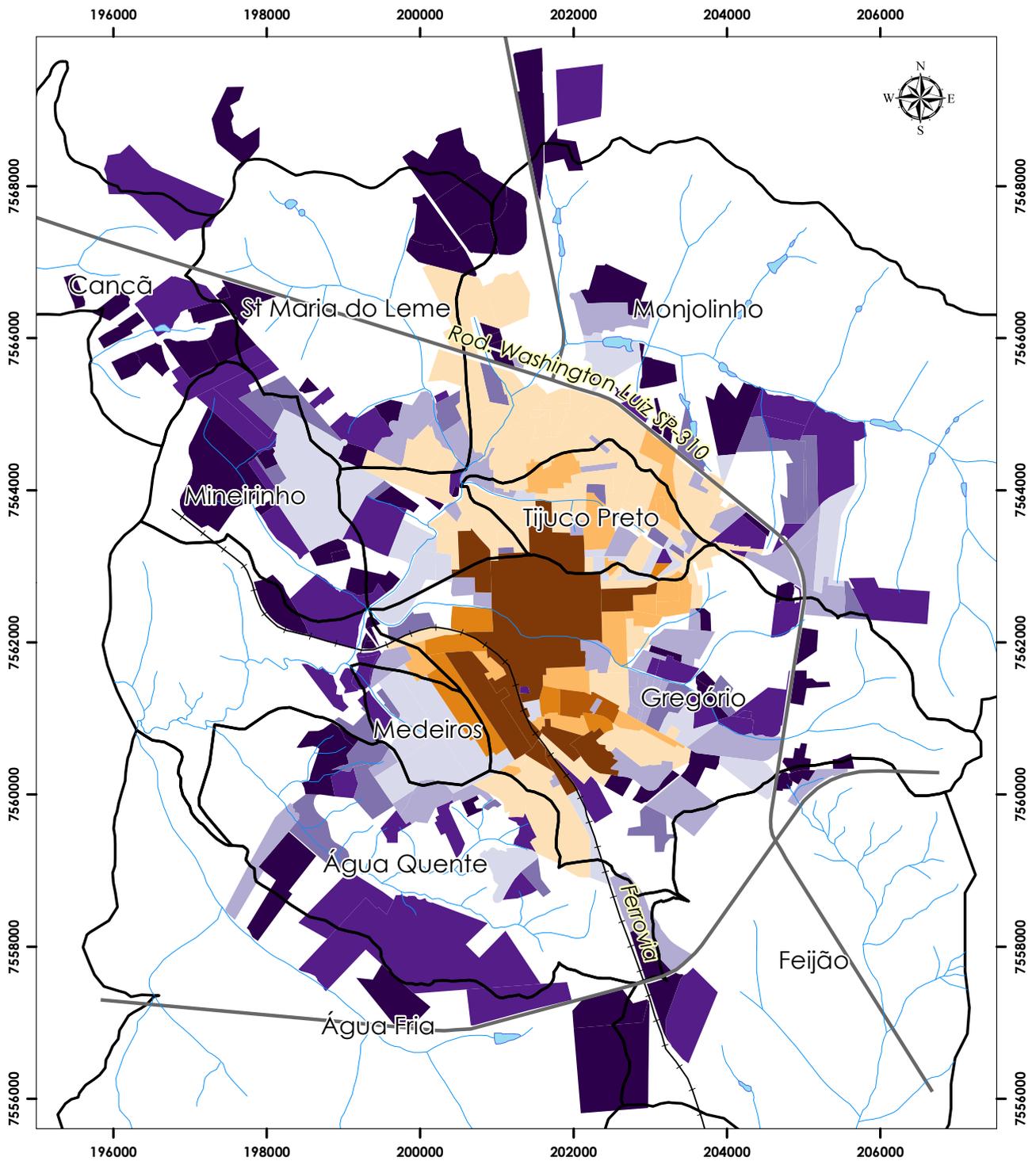


Figura 18: Mapa dos padrões de ocupação urbana em cada bacia em relação ao ano de 2014. Fonte: Elaborado pelo autor.



Legenda

Expansão Urbana

- | | | | |
|--|-------------|--|-------------|
| | 1857 - 1900 | | 1961 - 1970 |
| | 1901 - 1920 | | 1971 - 1980 |
| | 1921 - 1940 | | 1981 - 1990 |
| | 1941 - 1950 | | 1991 - 2000 |
| | 1951 - 1960 | | 2001 - 2014 |

- | | |
|--|----------------------|
| | Ferrovia |
| | Rodovia |
| | Bacias hidrográficas |
| | Represas |
| | Hidrografia |

1 0,5 0 1 2 3 Km

Projeção: UTM SIRGAS 2000 23 Sul
 Base de dados: PMSC, 2010; MENDES, 2005;
 LIMA, 2007; Google Earth, 2005, 2010, 2014.
 Elaboração: FAUSTINO, A. da S.
 Local e data: São Carlos, abril de 2016

Figura 19: Mapa da expansão urbana de São Carlos sobre suas bacias hidrográficas. Fonte: Elaborado pelo autor.

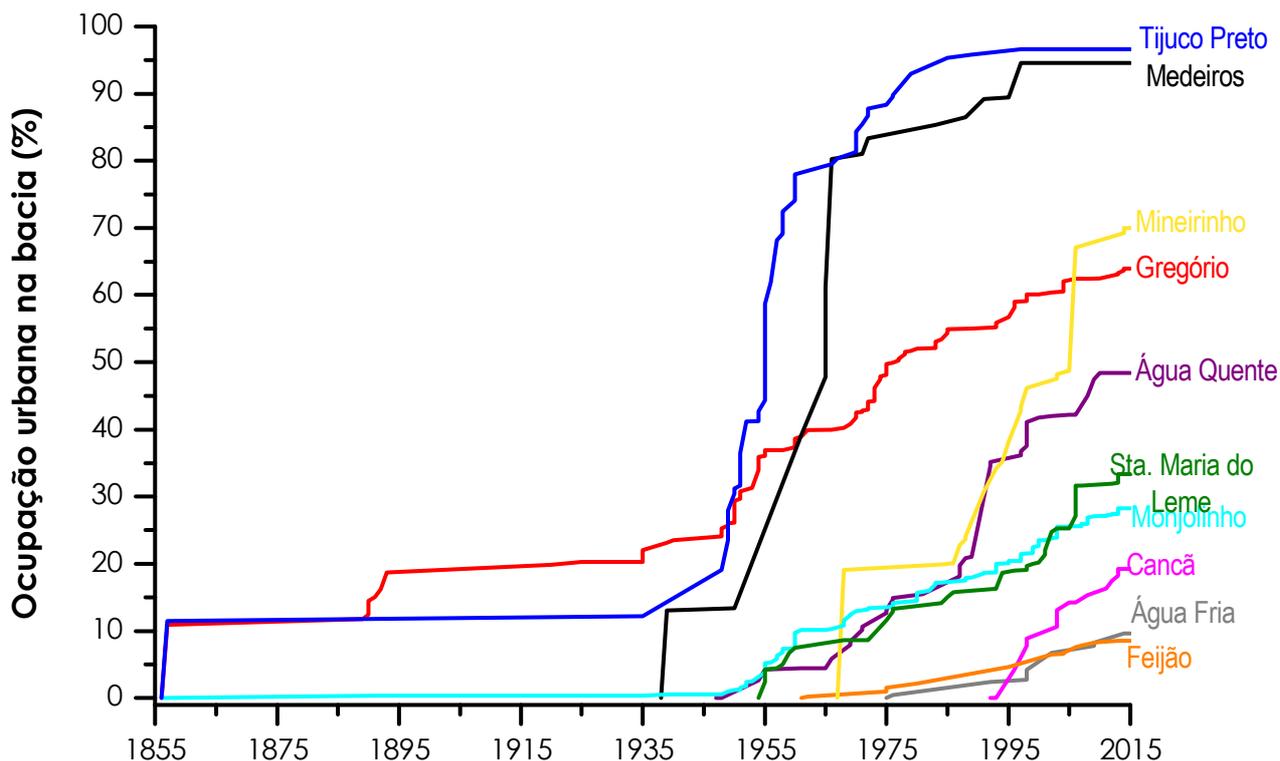


Figura 20: Gráfico da evolução da taxa de ocupação urbana das bacias hidrográficas. Cores correspondem à Figura 17. Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo de ocupação do território que conduziu a este cenário teve como marco inicial de conformação do contexto urbano a doação de terras da sesmaria do Pinhal, pertencente à família Botelho, para a Igreja em 1851. Estas terras, controladas pela Câmara Municipal e pela Igreja, compreendiam o entorno do núcleo comercial, localização do atual Mercado Municipal, e da capela construída em homenagem ao santo protetor da família Botelho. O primeiro traçado viário, que compunha a malha ortogonal do centro da cidade, foi realizado em 1857, e abrangia uma porção de território significativa sobre a qual a ocupação urbana se consolidou ao longo do século XIX. A autonomia política deste núcleo inicial se deu em 1865 com a sua elevação à categoria de vila, a Vila de São Carlos do Pinhal. O florescimento econômico esteve relacionado ao desenvolvimento da economia cafeeira no município ao longo do século XIX, que associado à instalação da ferrovia em 1883, promoveu um forte crescimento da população, pois aproximou a área urbana da rural e conectou o município com outros núcleos e cidades da região. A expansão urbana neste período foi condicionada pela doação e venda de terras do núcleo inicial e pelos primeiros loteamentos, a partir de propriedades privadas que não pertenciam à Câmara ou à Igreja (Lima, 2007).

Neste período compreendido no século XIX, as principais bacias ocupadas foram a do Gregório e do Tijuco Preto. Embora a malha ortogonal original tenha atingido parte da bacia do Monjolinho, compreendeu uma porção pouco expressiva, de modo que a bacia só começou a ser efetivamente ocupada a partir da década de 1940 (Figura 19). Segundo Lima (2007), o aumento

da população e área urbana foi intensificado também pela chegada dos imigrantes europeus, o que levou, entre 1901 e 1930, ao crescimento populacional de 330%. Tal contingente tendeu a migrar para o núcleo urbano na medida em que a economia agrária do café entrou em colapso e deu lugar para a economia industrial. As primeiras unidades fabris surgiram no final do século XIX, muito associadas ainda à agricultura. Mas, com o declínio do café a partir de 1920 as fábricas se multiplicaram, todas concentradas na área urbana. Neste período, as pressões iniciais da ocupação se concentraram sobre os sistemas do Tijuco Preto, com uma ocupação próxima a 10% desta bacia até a década de 1930, e especialmente do Gregório, principal bacia ocupada no período, pois em suas margens germinaram os primeiros assentamentos urbanos de São Carlos. Este último atingiu até a década de 1930 uma ocupação de 20% (Figura 19).

A intensificação do processo de industrialização foi responsável por retomar o crescimento urbano, com a migração campo-cidade se acentuando após 1940, de modo que em 1960 75,1% da população do município vivia em território urbano. Tal adensamento populacional saturou a área urbana consolidada, o que, somado à crise do sistema de aluguéis vigente até então, pressionou a produção de novos loteamentos populares a partir da década de 1940 em São Carlos (Lima, 2007). Neste período, constata-se um real crescimento da área urbana, evidenciado com o aumento da ocupação nas bacias do Gregório e do Tijuco Preto, sendo que na última houve um crescimento exponencial da ocupação até a década de 1955. Também surgem novas ocupações na bacia do Monjolinho, e inicia-se o processo nas bacias do Medeiros e Água Quente (Figura 19).

No período entre 1930 e 1959 o acréscimo em área urbana foi de 927,61 hectares, um crescimento de 254,62%. Neste momento de grande valorização da terra urbana, o mercado imobiliário cresceu e se aqueceu com a abertura e venda de novos lotes, sendo apoiado pela Prefeitura Municipal. Entre 1950 e 1959, a reestruturação da Rodovia Washington Luís, que interligou o município com importantes cidades da região como Araraquara, Rio Claro e São Paulo, tornou-a o principal eixo de transporte de pessoas e escoamento de mercadorias, em detrimento da ferrovia, o que conformou um novo sentido de expansão do tecido urbano, de modo que os arruamentos de novos loteamentos se prolongaram até atingirem a rodovia (Lima, 2007). Este processo teve seus maiores efeitos sobre a bacia do Tijuco Preto, que ao início dos anos de 1960 atingiu 74% de ocupação urbana (250 ha), e sobre a bacia do Monjolinho, com cerca de 10% de ocupação, mas que representava 445,8 ha. Ressalta-se que novos loteamentos no entorno da área urbana até então consolidada representaram um significativo crescimento da ocupação na bacia do Gregório também, que em 1960 estava 38,4% ocupada, o que correspondia a 713,6 ha, a maior concentração de solo urbano (Figura 19).

O crescimento do paradigma rodoviarista e a profusão do automóvel no período trouxeram novas possibilidades de dispersão urbana na medida em que áreas antes distantes puderam ser acessadas mais facilmente, contribuindo para “uma ocupação urbana extensiva e de baixa densidade”. Lima (2007) destaca que as mudanças no Código de Posturas (1929) e na Lei de Habitação (1948) flexibilizaram os parâmetros para os novos loteamentos, o que permitiu uma ação dos empreendedores pouco preocupada com o espaço público, pois buscavam maior

rentabilidade na comercialização dos lotes. Isso reduziu a reserva de espaços coletivos como os espaços livres de lazer, o que pode ter aumentado a taxa impermeabilização nos loteamentos. Dentre as flexibilizações, também constava a redução do tamanho mínimo do lote, repercutida por todos os loteamentos, o que também pode levar ao aumento da impermeabilização do solo. Neste período, marcado pela expansão dispersa, as redes de infraestrutura urbana também tiveram que ser ampliadas, dentre elas a drenagem, o que aumentou significativamente os gastos do poder público, e que possivelmente pode ter conduzido a uma precarização dos sistemas instalados, especialmente nos loteamentos populares mais afastados do centro da cidade.

Tendo em vista o expressivo crescimento urbano neste período entre 1940 e 1950 e a flexibilização no regimento urbanístico, é provável que tenha se instaurado um cenário de forte pressão sobre principais bacias ocupadas, especialmente com a alteração das características do regime hidrológico.

Entre 1960 e 1977 o crescimento da cidade passou a ser orientado com base na nova estrutura de planejamento urbano do município, que permitiu a redefinição de um padrão urbano a partir da criação de normas legais urbanísticas. Foram marcantes neste período: a criação do Escritório Técnico do Plano Diretor em 1960, que, vinculado ao gabinete do prefeito, foi responsável pela elaboração do primeiro Plano Diretor (PD) de São Carlos; e a aprovação, em 1968, do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, que controlou o crescimento urbano de forma mais concentrada na região central (Lima, 2007). Neste período a bacia do Medeiros foi a mais impactada, que no início da década de 1970 estava 80% ocupada (149 ha). Na bacia do Mineirinho surgiu o Jardim Santa Felícia, tornando-a a bacia com maior ocupação inicial, pois tal loteamento ocupou 20% de seu território, o que perfazia 110 ha (Figura 19).

Entretanto, entre 1971 e 1977, tornou-se mais ativa a categoria de loteadores especulativos em São Carlos, que empreendiam fora dos padrões urbanísticos vigentes, constituindo um embate entre controle e descontrole, no qual a municipalidade enfraquecida após intervenções arbitrárias nos anos de ditadura militar pouco encontrava-se articulada para fazer valer suas leis. O avanço do setor automobilístico continuou alterando os padrões de deslocamento e habitação, o que permitiu maior capilaridade pelo território e tornou o processo de expansão exponencial, exigindo adequações do sistema viário para comportar essa expansão orientada ao automóvel. Como resultado houve a construção das avenidas marginais nos córregos do Gregório, do Monjolinho e do Tijuco Preto na década de 1970, as quais compunham parte do anel perimetral (Figura 21) proposto para contornar o núcleo urbano (Lima, 2007), descaracterizando fortemente os fundos de vale afetados (Mendes e Mediondo, 2007).

Desde a elaboração dos primeiros marcos legais municipais que buscaram uma maior regulação e controle da expansão urbana, a partir de 1962, foi possível exigir a instalação de infraestruturas básicas pelos empreendedores, bem como segurar a dispersão da cidade com a definição do perímetro urbano e do zoneamento, regulamentando o aproveitamento do uso do solo. Apesar das ilegalidades ainda praticadas no período, este controle teve um efeito importante. Porém em 1977 a lei municipal nº 7.821 destituiu o prazo de três anos de revisão do perímetro, que

passou a ser alterado a cada solicitação de novo loteamento (Lima, 2007). Este descontrole institucionalizado da expansão se refletiu no crescimento da ocupação pelos anos seguintes em todas as bacias ao longo das décadas de 1980 e 1990. Nas bacias do Tijuco Preto e Medeiros, as taxas atingiram 96,6% e 94,5%, consolidando um cenário de completa urbanização. Também surgiram loteamentos em bacias até então praticamente livres de ocupação urbana, como a do Cancã, Feijão e Água Fria (Figura 19).

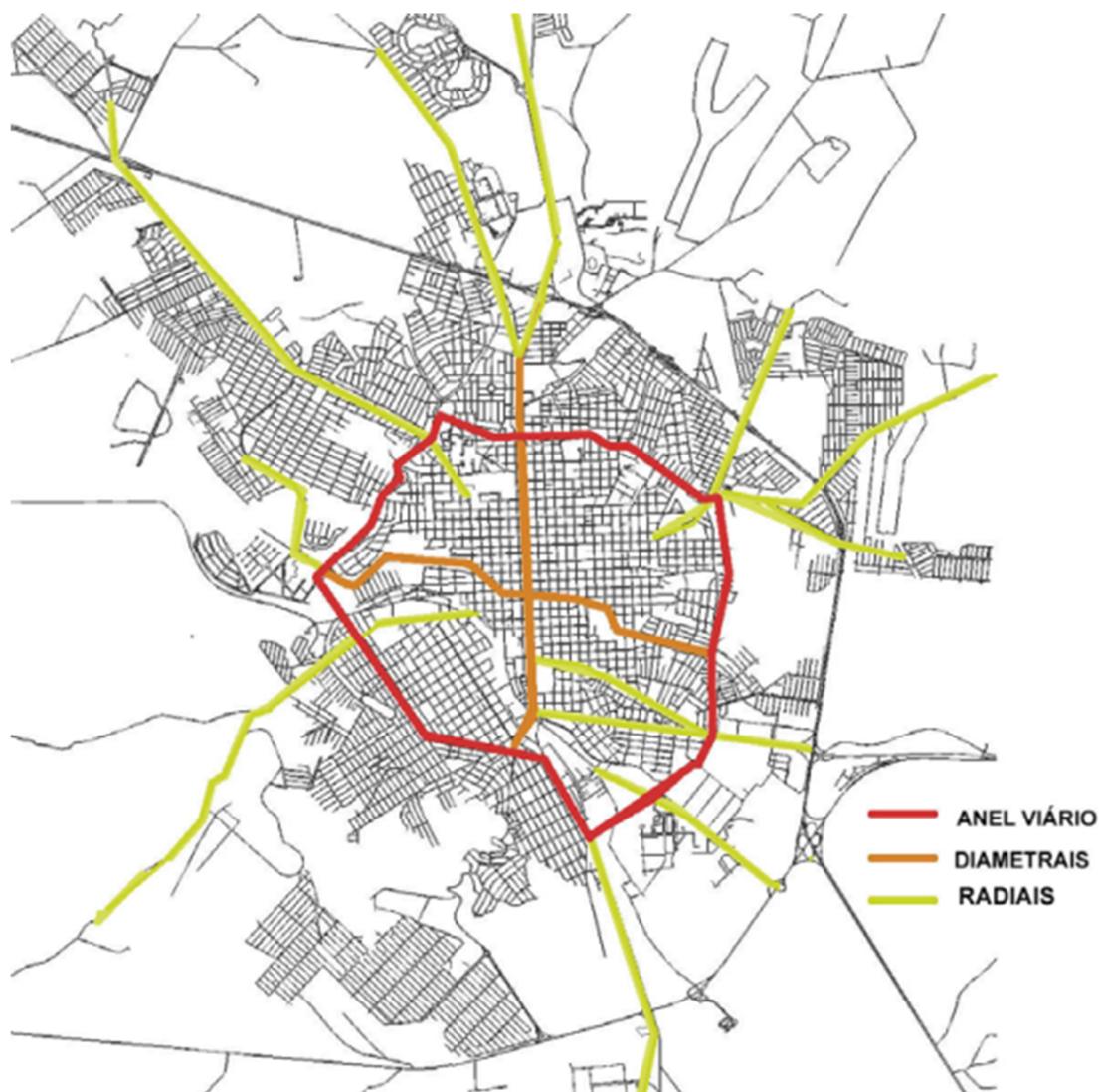


Figura 21: Reconstituição esquemática da proposta do anel viário de São Carlos. Fonte: Anelli, 2007.

Tal dinâmica somente sofreu alteração em 2005, ano em que foi aprovado um novo Plano Diretor do Município de São Carlos pela lei municipal nº 13.961, embasado nos princípios trazidos pelo Estatuto das Cidades e munido de novos instrumentos para o controle da expansão urbana, como a outorga onerosa de alteração do uso do solo (São Carlos, 2005). A efetividade desse controle constata-se na mudança de tendência de crescimento das curvas na Figura 20. Posteriormente à promulgação do novo Plano Diretor, também foi revisado o arcabouço legal urbanístico complementar como o Código de Obras e Edificações (São Carlos, 2011), alterando as regras vigentes desde a década de 1970.

3.1.2 O histórico de inundações: relações com a ocupação urbana

Os resultados da ocupação urbana espalhada, de baixa densidade, especulativa e precária de infraestrutura que se deu em São Carlos ao longo do século XX, marcada especialmente nas décadas de 1950, 1960 e 1970, instaurou na cidade um cenário de frequentes conflitos com as águas pluviais representados pelas inundações. Essa conjuntura tem intrínseca relação com a forma com a qual São Carlos urbanizou um território, que ambientalmente era excepcional, pois apresentava ricos mananciais, grande imbricação de vale, uma posição de altitude privilegiada na região etc., em um processo que destruiu as potencialidades que o território apresentava. Entende-se que morfologicamente este é um relevo inapropriado para a ocupação como se sucedeu, tendo em vista os vales que se encontram e as declividades que eles apresentam em alguns trechos (Entrevista Ricardo Martucci).

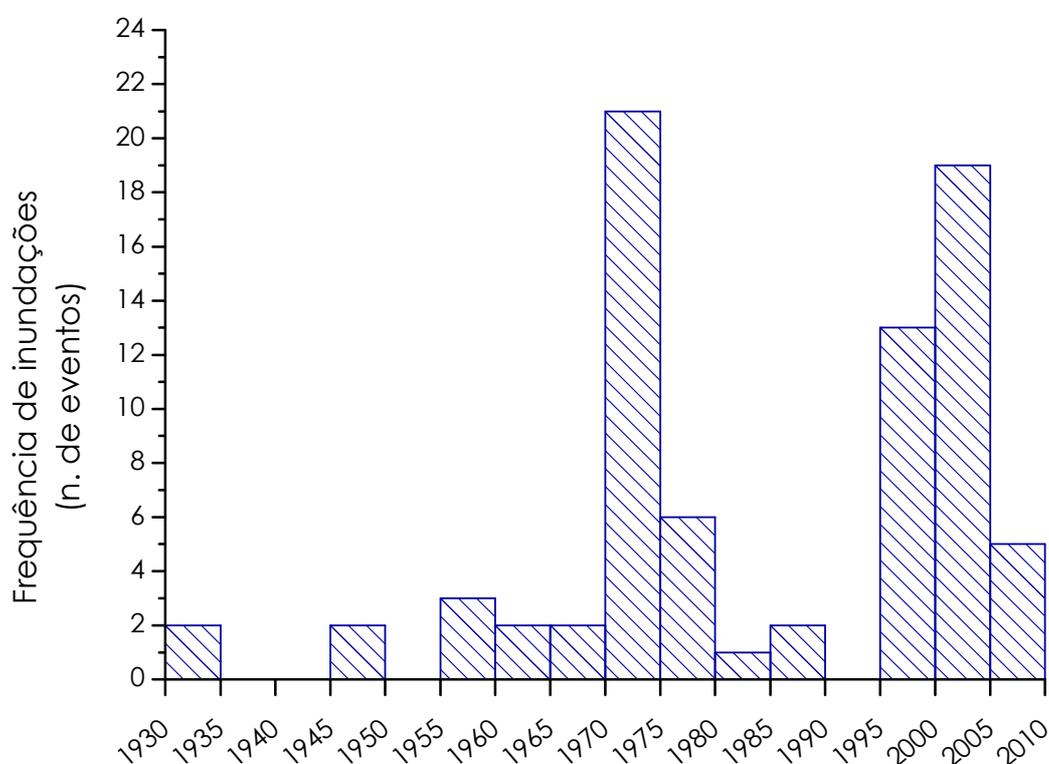
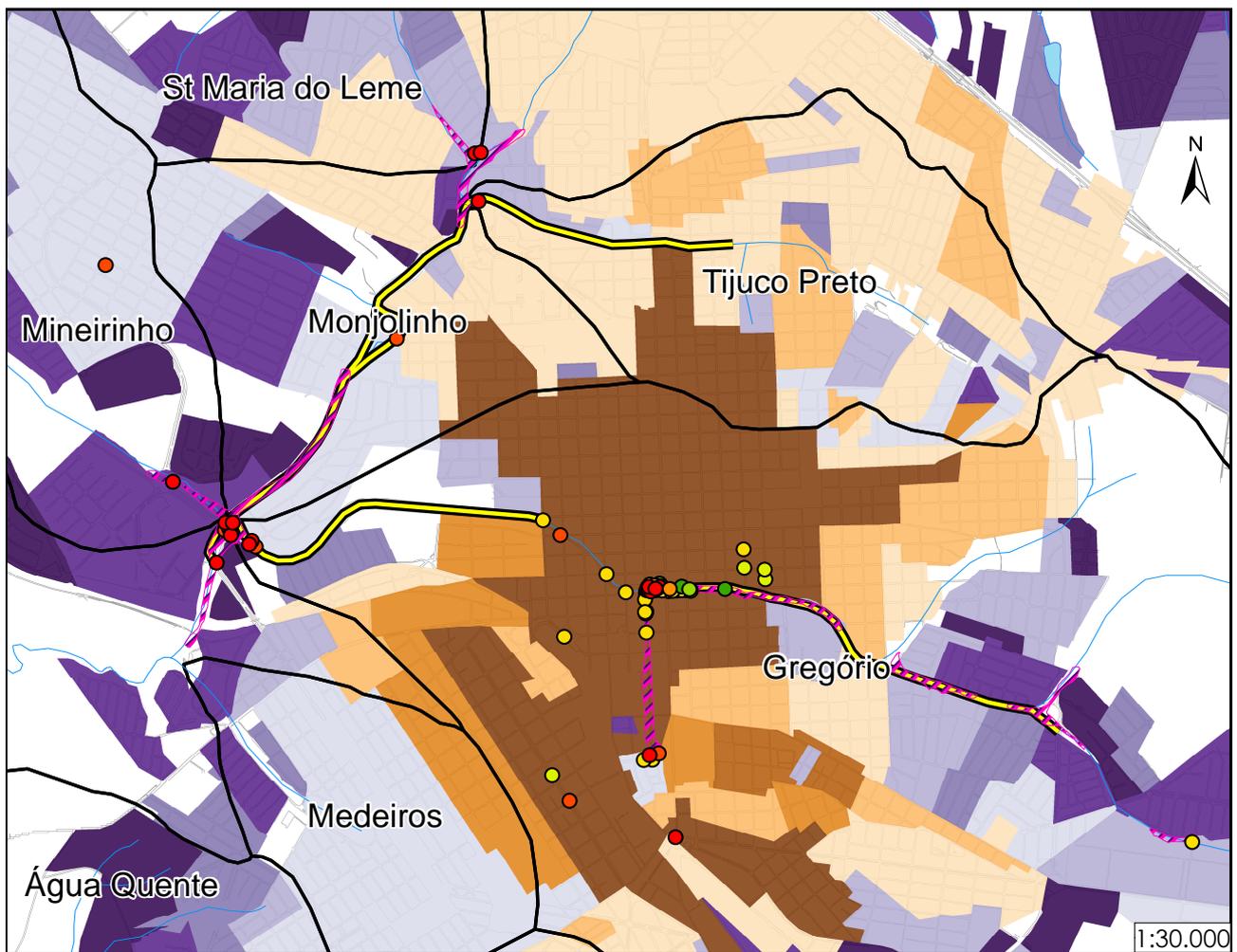


Figura 22: Gráfico da frequência dos eventos de inundações registrados em São Carlos. Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico da Figura 22 mostra essa resposta na elevada frequência de inundações entre 1970 e 1975, que decai em seguida, mas torna a se elevar a partir de 1995, contexto de alta urbanização em muitas bacias. A Figura 23 apresenta as principais criticidades em relação às águas pluviais no município.

O córrego do Gregório é o curso d'água em que mais frequentemente esses eventos ocorrem e que há mais tempo são observados (Mendes e Mediondo 2007; Marotti et al., 2014). A configuração desta alta criticidade produziu-se com a característica da sua ocupação e grande porte da bacia. Foi nela onde iniciou a formação do contexto urbano do município, o que hoje

representa 64% do território da bacia, equivalente a 1.188,8 ha de solo urbanizado. O volume de escoamento gerado neste sistema, que naturalmente era considerável, foi intensificado e sobrecarregou a capacidade de vazão de seus canais. As inundações frequentes demandaram respostas do poder público, que foram pautadas nos conceitos higienistas da engenharia convencional, implicando na execução de obras que descaracterizaram as feições naturais do córrego, como sua retificação, canalização e tamponamento. Tal processo conduziu a e foi reforçado com a implantação das avenidas marginais na década de 1970, que cercaram os córregos do Gregório, do Monjolinho e do Tijuco Preto (Figura 23). Esse sistema de avenidas marginais visava reestruturar a expansão urbana, lançando mão dos terrenos de várzea em fundos de vale pelo menor custo envolvido com desapropriações, ao mesmo tempo em que se executavam-se obras de retificação e canalização dos córregos para ampliação da capacidade de drenagem. Repetia-se assim a prática de associação entre os sistemas viários e hídricos como se concebeu no Plano de Avenidas de Prestes Maia em São Paulo (1930), ação recorrente das políticas urbanas na década de 1970 subsidiada com recursos do PLANASA (Plano Nacional de Saneamento Básico), ainda que já existisse desde 1965 o Código Florestal demandando a proteção das Áreas de Preservação Permanente (Anelli, 2007; Travassos, 2007)



Legenda

Expansão Urbana	1961 - 1970	Pontos de inundação	1971 - 1980
1857 - 1900	1971 - 1980	1932 - 1940	1981 - 1990
1901 - 1920	1981 - 1990	1941 - 1950	1991 - 2000
1921 - 1940	1991 - 2000	1951 - 1960	2001 - 2005
1941 - 1950	2001 - 2014	1961 - 1970	Áreas de Inundação DC
1951 - 1960			Av. Marginal
			Hidrografia
			Bacias hidrográficas

Projeção: UTM SIRGAS 2000 23 Sul / Base de dados: PMSC, 2010; MENDES, 2005; LIMA, 2007; Google Earth, 2005, 2010, 2014; Defesa Civil de São Carlos, 2015
 Elaboração: FAUSTINO, A. da S. / Local e data: São Carlos, abril de 2016

Figura 23: Criticidades sobre as águas pluviais levantadas para São Carlos e conformação de áreas de risco. Fonte: Elaborado pelo autor.

Mendes e Mediondo (2007) analisaram os casos de inundações registradas entre 1932 e 2005 no município, mostrando que 79,5% destas se deram na bacia do Gregório (Figura 24), grande parte concentrada na região do Mercado Municipal. A recorrência e intensidade destes eventos tem grande impacto nas atividades desenvolvidas na região, especialmente as comerciais (Marotti et al., 2014). Nesta bacia, o mapa de riscos da Defesa Civil de São Carlos detectou cinco áreas sujeitas a inundações em 2015 (DCSC, 2015).

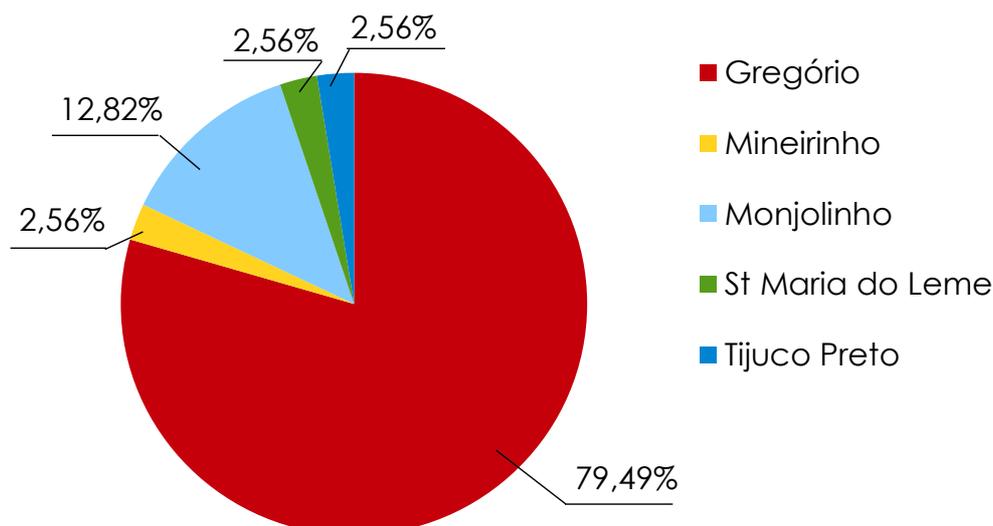


Figura 24: Gráfico da ocorrência de eventos de inundações registradas entre 1971 e 2005 em relação às bacias hidrográficas. Fonte: Elaborado pelo autor.

A bacia do Tijuco Preto, apesar de passar por uma rápida ocupação e se encontrar totalmente urbanizada, não apresenta a mesma criticidade observada no Gregório. É uma bacia muito menor e com melhor capacidade de escoamento, de modo que as contribuições da sua ocupação sobre a formação de enchentes muito provavelmente são sentidos a jusante no córrego do Monjolinho. A partir de 1990, na área de confluência entre os córregos Monjolinho, Santa Maria do Leme e Tijuco Preto, foram registradas inundações, que se acomodam sobre o Parque do Kartódromo e cercanias (Mendes e Mediondo, 2007. DCSC, 2015), processo resultante da significativa contribuição de escoamento das áreas urbanizadas destas bacias.

Todas as pressões atuantes nestes pontos convergem para a região da rotatória do Cristo, onde os córregos Gregório e Mineirinho tributam no Monjolinho. É uma região que tem a vazão limitada por um estrangulamento do canal, fazendo com que as águas que ali chegam em volume concentrado e alta velocidade extravasem e tomem conta das avenidas marginais que cercam todo o sistema. Assim como no Kartódromo, as inundações ali tornaram-se mais frequentes a partir da década de 1990, e conformam uma grande área de risco (Mendes e Mediondo 2007; DCSC, 2015).

A bacia do Medeiros, ainda que muito urbanizada como a do Tijuco Preto, não exerce pressão sobre as áreas de inundação, pois seu córrego tributa no Monjolinho, a jusante do estrangulamento e dos outros pontos críticos. Ademais, a presença do Parque do Bicão nos fundos de vale deste córrego amortece os efeitos de eventuais extravasamentos de canal. Entretanto, todas as pressões que o sistema desta bacia sofre são transferidas para outras localidades.

Na bacia do Água Quente, as pressões da ocupação não conduziram às inundações como o maior conflito, mas sim aos riscos de deslizamentos em função do solo muito arenoso e das altas declividades nas encostas da bacia (Pons, 2006). O aporte concentrado e rápido das águas pluviais

nessas encostas tem desencadeado grandes processos erosivos, como voçorocas, o que transporta muitos sedimentos para os corpos hídricos e impacta o ecossistema.

Do conjunto de bacias urbanizadas, as dos córregos Água Fria, Feijão e Cancã representam as menores contribuições para o conflito com as águas pluviais na área urbana, tendo em vista a menor ocupação que apresentam quando comparadas às demais bacias, e por seus córregos não tributarem sobre áreas que passam por enchentes e inundações frequentemente. Entretanto, tal fato não exclui que a ocupação atual e futura destas bacias desencadeie os mesmos fenômenos em outras localidades que hoje representam um contexto rural, reproduzindo os processos de alteração da dinâmica hidrológica que se sucederam nas bacias ocupadas e conduziram às criticidades vivenciadas nas áreas consolidadas.

3.1.3 Práticas de manejo de águas pluviais na trajetória de gestão urbana do município

A partir do levantamento da legislação local (Quadro 8), junto à plataforma *online* da Câmara Municipal de São Carlos⁹, que aborda as ações do poder público sobre as águas pluviais (1954 a 2016) foi possível avaliar a aproximação das práticas adotadas a cada um dos estágios evolutivos de sensibilidade à água (Brown et al., 2009). As informações deste levantamento foram cruzadas com os relatos registrados pelas entrevistas com atores chave da gestão municipal, cujo conteúdo encontra-se sistematizado no Apêndice 4.

Quadro 8: Retrospecto da legislação municipal de São Carlos relativa às águas pluviais e as abordagens de manejo (Brown et al., 2009) relacionadas. Fonte: Próprio autor.

Número da lei	Ano	Autor	Teor da lei	Abordagens sobre as águas pluviais
1.920	1954	Antonio Massei (Prefeito)	Abertura de crédito para obras de retificação do córrego do Gregório	Cidade Drenada
5.563	1967	Antonio Massei (Prefeito)	Abertura de crédito para obras de canalização do córrego do Gregório	Cidade Drenada
7.125	1972	Antonio Teixeira Vianna (Interventor Federal)	Abertura de crédito para obras de canalização de águas pluviais e retificação de córrego	Cidade Drenada
7.300	1974	Mário Maffei (Prefeito)	Operação de crédito para obras de canalização dos córregos do Gregório e Simeão e implantação da Avenida Comendador Alfredo Maffei	Cidade Drenada
7.452	1975	Mário Maffei (Prefeito)	Contração de empréstimo para obras de retificação, pontes e avenidas marginais nos córregos do Gregório, Monjolinho e Tijuco Preto	Cidade Drenada

⁹ <http://www.camarsaocarlos.sp.gov.br/lei/?ent=70792>

Número da lei	Ano	Autor	Teor da lei	Abordagens sobre as águas pluviais
7.718	1977	Antonio Massei (Prefeito)	Abertura de crédito para obras de canalização de águas pluviais e retificação dos córregos do Gregório, Monjolinho e Tijuco Preto	Cidade Drenada
7.804	1977	Rubens Massúcio (Prefeito em exercício)	Abertura de crédito para obras de canalização de águas pluviais do córrego do Simeão	Cidade Drenada
8.926	1983	João Otávio Dagnone de Melo (Prefeito)	Empréstimo destinado à pavimentação, guias, sarjetas, galerias de águas pluviais e sistemas de saneamento	Cidade do Abastecimento, Cidade do Esgotamento e Cidade Drenada
9.247	1984	João Otávio Dagnone de Melo (Prefeito)	Autoriza a realização de serviços de terraplanagem, capa asfáltica, drenamento ed águas pluviais, colocação e guias e sarjetas	Cidade Drenada
10.753	1993	Rubens Massucio Rubinho (Prefeito)	Celebra convênio para a macrodrenagem do Município	Cidade Drenada
10.937	1994	Rubens Massucio Rubinho (Prefeito)	Autoriza convênio para execução de obras de drenagem de águas pluviais na rua 13 de maio	Cidade Drenada
10.941	1994	Rubens Massucio Rubinho (Prefeito)	Autoriza convênio para execução de obras de canalização do córrego do Tijuco Preto	Cidade Drenada
13.246	2003	Roberto Mori Roda	Dispõe sobre a construção de reservatório de retenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamento ou parcelamentos em áreas urbanas	Cidade dos Cursos d'Água e Cidade do Ciclo da Água
13.316	2004	José Pinheiro	Dispõe sobre a utilização de resíduos sólidos de materiais permeáveis (argila e barro) em ruas, estradas vicinais e como barreira de erosão de córregos e rios	Cidade dos Cursos d'Água
13.649	2005	Newton Lima Neto (Prefeito)	Proíbe o despejo de água pluvial na rede coletora de esgoto e o lançamento de esgoto na rede de águas pluviais	Cidade do Esgotamento, Cidade Drenada e Cidade dos Cursos d'Água
13.691	2005	Newton Lima Neto (Prefeito)	Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos	Cidade do Abastecimento, Cidade do Esgotamento, Cidade Drenada e Cidade dos Cursos d'Água

Número da lei	Ano	Autor	Teor da lei	Abordagens sobre as águas pluviais
13.944	2006	Newton Lima Neto (Prefeito)	Dispõe sobre a criação das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município - APREM	Cidade dos Cursos d'Água e Cidade do Ciclo da Água
14.040	2007	Newton Lima Neto (Prefeito)	Contrata operação de crédito para obras de drenagem	Cidade Drenada e Cidade dos Cursos d'Água
15.958	2011	Oswaldo Barba Duarte Filho (Prefeito)	Dispões sobre o código de Obras e Edificações do Município de São Carlos	Cidade Drenada, Cidade dos Cursos d'Água e Cidade do Ciclo da Água
16.035	2012	Oswaldo Barba Duarte Filho (Prefeito)	Altera dispositivos da Lei Municipal nº 13.944 de 2006 (APREM)	Cidade dos Cursos d'Água e Cidade do Ciclo da Água
17.005	2013	Paulo Automani (Prefeito)	Institui o Programa Municipal de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos e consolida o Plano Municipal de Saneamento Básico	Cidade do Abastecimento, Cidade do Esgotamento, Cidade Drenada e Cidade dos Cursos d'Água
17.720	2016	Paulo Automani (Prefeito)	Cria o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva e institui a sua obrigatoriedade nos imóveis localizados no Município	Cidade do Ciclo d'Água
18.053	2016	Paulo Automani (Prefeito)	Estabelece o Plano Diretor do Município de São Carlos e revoga a Lei Municipal 13.691/2005	Cidade do Abastecimento, Cidade do Esgotamento, Cidade Drenada e Cidade dos Cursos d'Água

As práticas de manejo de águas pluviais empregadas ao longo do século XX no município de São Carlos foram fortemente orientadas pelos preceitos higienistas que se repercutiram no saneamento brasileiro desde o início do século. Mendes e Mediondo (2007) relataram que durante a década de 1970, foram executadas as principais obras de retificação e canalização no Córrego do Gregório, em resposta ao significativo crescimento urbano que ocorreu em sua bacia nas décadas anteriores. Desde este momento foram empregadas predominantemente medidas estruturais intensivas pautadas no higienismo.

Percebe-se que o paradigma da Cidade Drenada predominou entre as práticas até os anos 1990, sendo que as intervenções realizadas se tratavam da execução de infraestruturas convencionais de drenagem e majoritariamente de retificações e canalizações dos principais córregos urbanos para reduzir a problemática das inundações (Quadro 8).

Por quase toda a trajetória de desenvolvimento urbano do município predominaram os paradigmas que visavam a drenagem das águas pluviais. Há que se considerar que a gestão pública até início dos anos 1990 não possuía um arranjo institucional das suas pastas que permitisse ações estruturadas e integradas, pois dividia-se entre diretorias e assessorias nas quais as atribuições

eram muito mescladas. O arranjo em secretarias surge a partir da gestão Mello, em 1996. Ainda assim, o quadro profissional disponível para trabalhar com as questões de águas pluviais era escasso, fosse na concepção de projetos estruturantes ou na avaliação dos projetos de loteamento urbano, pois não havia a figura de técnicos especializados nesta função ou que permitisse maior integração entre os projetos infraestruturais, urbanísticos e ambientais. O próprio arcabouço de diretrizes e normas legais e técnicas para orientar a concepção e avaliação dos projetos era deficiente, pois regia majoritariamente aspectos edilícios e sanitários, como o Código Sanitário Estadual, não se discutindo aspectos próprios da ocupação do solo ou de drenagem numa escala mais ampla de planejamento (Entrevista Alberto Engelbrecht).

Mesmo no início dos anos 2000 a situação encontrada na SMOSP era de um escasso corpo técnico, composto por apenas um engenheiro, além do secretário, que era responsável pela abertura de licitações para as obras públicas e o seu acompanhamento, não havendo a elaboração direta de projeto pela secretaria e sem a figura do profissional arquiteto (Entrevista Renato Anelli), que também não compunha o quadro da SMH DU (Entrevista Ricardo Martucci). Sobre os projetos executados, entende-se que não se fazia muito além da implantação do sistema convencional com lançamento direto nas áreas naturais, sendo causa de muitos dos problemas de erosão da cidade (Entrevista Paulo Vaz).

Constatava-se a insustentabilidade no manejo de águas pluviais que a tradicional prática de drenagem vinha conformando, perante as ainda recorrentes enchentes no centro da cidade nas proximidades do Mercado Municipal e na rotária do Cristo, mesmo após as ações de macrodrenagem empregadas ao longo do século XX. Esta situação se mostrava como fundamental motivador para a busca de propostas alternativas, uma vez que as intervenções convencionais implicariam em obras cada vez mais custosas e complexas, e que continuariam a transferir os problemas para jusante (Entrevista Paulo Vaz; Entrevista Alberto Engelbrecht; Entrevista Renato Anelli).

Pelo retrospecto da legislação municipal, observa-se que a hegemonia da concepção de Cidade Drenada começa a se alterar em 2003, com a promulgação da lei municipal 13.246 que estabelecida a obrigatoriedade de construção de reservatórios de retenção e detenção nos novos empreendimentos para compensar seus impactos hidrológicos e assegurar maior proteção aos ecossistemas fluviais. Isto representa uma primeira inflexão na perspectiva da Cidade dos Cursos d'Água, condicionando a possibilidade do avanço no sentido dos demais estágios evolutivos. Nos anos seguintes a legislação ainda rege dentro da perspectiva da Cidade Drenada, porém surgem com recorrência as aproximações à Cidade dos Cursos d'Água e à Cidade do Ciclo da Água. Destaca-se, portanto, que a partir de 2000 as orientações do poder público passam por um período virtuoso de resignificação das políticas públicas municipais, com fortes implicações para as práticas de manejo de águas pluviais (Quadro 8).

Com a gestão que assumiu o governo municipal entre 2001 e 2004 surgiu uma nova postura voltada à recuperação da qualidade ambiental da cidade, perspectiva que orientava a filosofia de governo e a construção de suas políticas (Entrevista Renato Anelli; Entrevista Paulo Vaz). Um dos

indutores para esta mudança de postura foi a condenação da Prefeitura Municipal de São Carlos em segunda instância, em dezembro de 2000, por ventura da implantação de trechos das avenidas marginais sobre as áreas de APP de córregos sem que os procedimentos para licenciamento ambiental tivessem sido realizados (Anelli, 2007). Em 2001 há a posse do novo Executivo, que perante esta intimação judicial decidiu por acolher as demandas ao invés de contestá-las, formulando para isso o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) que ficou conhecido como TAC das Marginais¹⁰. Tal situação foi de certa forma favorável à compreensão de se corrigir os impactos que vinham sendo causados aos fundos de vale, uma vez que parte dos secretários e do corpo técnico formado para atuar na nova gestão era composta pelos atores que faziam parte do movimento (Associação de Proteção Ambiental de São Carlos – APASC) que impulsionou a ação civil contra a municipalidade anteriormente (Entrevista Renato Anelli).

Destaca-se o papel do poder Judiciário, especialmente na figura do Ministério Público de Meio Ambiente de fiscalizar o cumprimento das políticas ambientais e urbanas (neste caso especialmente do código florestal) e aplicar sanções quando necessário (Entrevista Paulo Vaz). Essa pressão constituiu uma janela de oportunidade para o poder municipal propor novas respostas. A atuação do Ministério Público também foi importante na criação de diálogos e condução de negociações, por exemplo nos casos em que foi necessária a desapropriação de terrenos para recuperação da APP na marginal. Houve inclusive a formação de uma jurisprudência em que se decidiu pelo pagamento das áreas em APP com um valor abaixo do praticado no mercado imobiliário, tendo em vista sua vocação para outros fins que não os de construção (Entrevista Renato Anelli).

Os projetos elaborados e as práticas empregadas em decorrência do TAC intentaram novas abordagens para o manejo das águas pluviais, mas com especial preocupação aos sistemas fluviais. Isto se deu ao evidente conflito entre a alocação de vias de grande fluxo do sistema viário junto aos corpos hídricos, que ocasionaria intensa degradação dos atributos ambientais na região ripária e traria mais exposição da população ao risco de enchentes por aproximar as vias das áreas inundáveis. Os princípios que nortearam a ação da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOSP) foram de compatibilizar a execução de bons projetos de infraestrutura urbana, especialmente do sistema viário e de drenagem, com a garantia de maior conservação ambiental e redução dos impactos das intervenções (Entrevista Renato Anelli).

Neste sentido os projetos apresentados envolveram o afastamento das vias marginais em alguns trechos para liberação de área de APP buscando garantir os 30 metros exigidos pela legislação federal para constituir parques lineares (trecho da avenida Francisco Pereira Lopes e trecho da avenida Comendador Alfredo Maffei), a renaturalização do canal de um trecho de curso

¹⁰ Para construir esse acordo o então prefeito Newton Lima criou uma comissão especial coordenada pelo professor Ricardo Martucci que era o Secretário Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano, onde foi avaliada a situação das APP dos córregos do município. Na proposta do TAC foram consolidadas ações de compensação que se embasavam na reversibilidade ou não dos fundos de vale naturalizados, na sua funcionalidade para a macrodrenagem e suas relações com a mobilidade urbana. Os projetos concebidos foram englobados no Plano de Mobilidade Urbana Ambientalmente Sustentável, que tentou abordagens com uma integração mais harmônica entre as demandas dos sistemas de mobilidade com os sistemas ambientais (Anelli, 2007).

d'água com o uso de técnicas de impacto ambiental reduzido que encontrava-se tamponado para execução das avenidas marginais (córrego do Tijuco Preto), o controle de processos erosivos avançados em área de nascente também com o uso de técnicas de baixo impacto, e a contenção de margens de canais urbanos altamente erodíveis em função dos volumes de água transportados durante os eventos chuvosos (Anelli, 2007; Entrevista Renato Anelli).

O caso de destamponamento e recuperação de canal é reconhecido como uma das primeiras experiências desta prática no Brasil (Anelli, 2005). O projeto constituiu-se em um parque linear, no qual foram utilizadas ecotécnicas¹¹ para promover a recuperação do canal original do córrego de forma naturalizada e integrada à paisagem, contemplando ainda a revegetação de suas margens, implantação de ciclovias, passeio de pedestres e mobiliário urbano (São Carlos, 2012). A intervenção situou-se em um trecho de montante na bacia do referido córrego, tendo pouco efeito para a contenção de inundações. Entretanto, constituiu um marco para o manejo de águas pluviais no município, tendo em vista que advogou pela recuperação das paisagens fluviais da área urbana e de sua qualidade ambiental, o que permite o resgate de relações mais harmônicas entre a população e as águas urbanas (Herzog, 2013).

Entende-se como um dos fatores que deu vazão à proposição de estratégias inovadoras foi a aproximação efetiva entre a gestão pública e o saber técnico da academia que beneficiou a prática no poder público, uma vez que professores das universidades de São Carlos (Universidade de São Paulo e Universidade Federal de São Carlos) ocuparam cargos no Executivo e permitiram a criação de parcerias com as instituições (Entrevista Paulo Vaz). Nesta prerrogativa, discussões e estudos que antes se limitavam ao espaço acadêmico puderam ser desenvolvidas nas intervenções públicas sobre a cidade concreta (Entrevista Renato Anelli);

A maioria destas ações apresentaram o aspecto inovador de reduzir os impactos ambientais produzidos pelas obras, inclusive com a reversão de quadros avançados de degradação para uma condição mais controlada e equilibrada de saúde para os ecossistemas (Entrevista Renato Anelli).

Do ponto de vista dos projetos de parcelamento do solo para fins urbanos, uma vez que a SMH DU era responsável pela aprovação dos novos projetos, a postura da chefia foi fundamental para induzir a novas práticas e modos de ocupação, no sentido de evitar a degradação de áreas com significativo valor ambiental. Portanto, a negociação com os empreendedores era a principal forma de condicionamento da expansão e tentativa para melhoria dos projetos. Neste processo, os responsáveis pelas avaliações dos projetos na secretaria orientavam os empreendedores e propunham novas soluções até atingir um grau satisfatório para os projetos poderem ser aprovados, o que se aproxima da figura da **discricionariedade** (Entrevista Sandra Silva). Nas negociações com os empreendedores, buscava-se promover parques lineares pela cidade, aproveitando as potencialidades dos fundos de vale, pautando-se na recuperação das suas condições ambientais

¹¹ Uso de paliçada de eucalipto não tratado, associada à hidrossemeadura sobre geomanta e revegetação para estabilização das margens e do leito, materiais degradáveis a médio prazo que conservam a permeabilidade do solo e permitem a infiltração das águas pluviais que podem reabastecer o lençol freático. Buscou-se ainda a garantia de que a passagem do córrego sobre a travessia do sistema viário tivesse um espaço tal que permitisse seu funcionamento enquanto um corredor ecológico (Anelli, 2007).

e na revegetação. Entre 2003 e 2004, em decorrência da Lei Municipal 13.246 de 2003 (São Carlos, 2003), passou a ser imposto ao empreendedor que os projetos apresentassem soluções para a contenção das águas pluviais no próprio empreendimento, seguindo uma postura preventiva em relação à questão (Entrevista Ricardo Martucci).

Porém, esta era uma forma de regulação que exigia grande esforço pessoal de cada profissional e produzia um desgaste significativo, além de depender quase que exclusivamente da capacidade dos técnicos da prefeitura em avaliar os projetos, enxergar problemas e propor soluções. Uma das argumentações que se utilizava com os empreendedores era que os projetos, ao tomarem partido das questões ambientais e estarem tecnicamente mais elaborados, teriam um valor agregado ao m² muito superior, refletindo em maior lucratividade com a comercialização dos lotes. Esta dinâmica perdurou até 2005, e a partir de então a aprovação dos empreendimentos esteve condicionada às mudanças advindas com a existência do Plano Diretor. Até 2005 o arcabouço que embasava as exigências projetuais envolvia a Lei municipal 6.910 de 1972 (que dispunha sobre as edificações), a Lei Federal 6.766 1979 (diretrizes para o parcelamento do solo), a Lei Orgânica do Município (que embasava a exigência de EIA/RIMA), e a Lei Federal 4.771 de 1965 (código florestal brasileiro). Com a promulgação do Plano Diretor em 2005 foram estabelecidos parâmetros urbanísticos e ambientais para a ocupação de cada zona, os quais começaram a consubstanciar a elaboração de diretrizes para o parcelamento do solo. As primeiras diretrizes que foram emitidas pela secretaria tinham o caráter de ressaltar as potencialidades e vulnerabilidades do território perante a proposta do empreendimento (Entrevista Sandra Silva).

Em função da alta qualidade do conteúdo e da estrutura presente nas diretrizes, houve uma repercussão direta na qualidade dos projetos após o seu uso (Entrevista Ricardo Martucci) e também foi possível aprimorar os procedimentos de avaliação que existiam até então (Entrevista Alberto Engelbrecht), sendo que tais instrumentos ainda são utilizados nos mesmos moldes.

Um marco para melhoria em geral dos projetos também foi a entrada dos projetos Dahma em 2000 pelo grupo Encalço, mostrando bons projetos e trazendo propostas de soluções que a prefeitura passou a buscar nos empreendimentos de outros casos (Entrevista Alberto Engelbrecht).

A partir dos marcos legais estabelecidos em decorrência do Plano Diretor de 2005 e tendo em vista os novos conceitos, práticas e procedimentos estabelecidos nas secretarias, a principal implicação para os projetos do ponto de vista dos dispositivos de manejo de águas pluviais adotados foi a concepção de reservatório de retenção e detenção dentro da área do empreendimento para que contivessem localmente os excedentes em escoamento produzidos com a impermeabilização. Além disso, os projetos sempre eram orientados para respeitar os limites mínimos exigidos em Áreas de Preservação Permanente (Entrevista Sandra Silva; Entrevista Paulo Vaz; Entrevista Alberto Engelbrecht). Outro aspecto relevante foi que a partir de 2001 se exigiu que os projetos apresentassem dissipadores de energia nos lançamentos para reduzir os impactos com erosões dos canais e formação de assoreamento (Entrevista Paulo Vaz).

De fato, muitas mudanças foram advindas do processo de formulação e aprovação do Plano Diretor. Para sua elaboração diversos esforços foram empregados a partir de 2001 para

elaborar bases temáticas e levantamento técnicos sobre o território de São Carlos e o cenário urbano que se vivia, ação que constituiu um dos primeiros estudos de caráter amplo e detalhado sobre o município, e que por muito tempo orientou ações do poder público e mesmo das pesquisas nas universidades. Esse processo levou cerca de um ano e meio para que se atingisse uma produção satisfatória de informações para embasar o plano (Entrevista Sandra Silva).

A estruturação do plano foi fundamental para criar ferramentas e induzir novas práticas. Destacam-se o instrumento específico de proteção das APPs (Áreas de Especial Interesse Ambiental – AEIA), o Art. 103 que ressignificou as formas de se solucionar o manejo de águas pluviais nos projetos de expansão urbana (pautando-se na conservação das características das bacias hidrográficas anteriores à urbanização), a criação de um arcabouço legal e de políticas que orientaram a ocupação ambientalmente sensível (Leis Municipais 13.944 de 2006, 15.958 de 2011 e 17.005 de 2013) e o fortalecimento dos conselhos municipais, com a retomada do COMDEMA e a criação do COMDUSC (Entrevista Renato Anelli; Entrevista Paulo Vaz; Entrevista Sandra Silva).

Com a formulação deste aparato conceitual, legal e de procedimentos que as ações de estruturação das secretarias promoveram, foi necessário qualificar também o quadro técnico dos profissionais que iriam operar tais instrumentos. Destaca-se que tanto no âmbito da SMOSP quanto da SMH DU foram abertos concursos para ampliar o escopo de profissionais, especialmente abrindo vagas para arquitetos em ambas as secretarias, assim como foram realizadas ações para capacitar os profissionais existentes (Entrevista Renato Anelli; Entrevista Ricardo Martucci).

A respeito da atuação da SMOSP e da SMH DU sobre as questões do manejo de águas pluviais urbanas naquele período, buscou-se uma atuação pautada em diferentes horizontes de planejamento. Primeiramente, era necessário fornecer respostas a demandas urgentes do sistema de drenagem, fosse pela garantia do bom desenvolvimento das atividades urbanas, fosse pela necessidade de garantir o respaldo da população nas proposições de projetos alternativos. Para isso, estruturou-se um perfil de ação que até então era mais deficiente, o do planejamento a médio e longo prazo. Esta escala de intervenção embasava ações preventivas para induzir a um cenário futuro em que as ações emergenciais fossem menos recorrentes. Nestas estratégias de longo prazo estavam ancoradas obras de macrodrenagem, recuperação ambiental dos fundos de vales, nascentes e da bacia hidrográfica como um todo (Entrevista Renato Anelli; Entrevista Ricardo Martucci).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento de São Carlos (São Carlos, 2012), os corpos d'água que apresentavam problemas críticos quanto à drenagem no município em 2012 eram: rio Monjolinho, córrego Santa Maria Madalena (Santa Maria do Leme), córrego do Tijuco Preto, córrego do Mineirinho, córrego do Gregório, córrego do Medeiros, e córrego da Água Quente. Nas bacias destes córregos, a partir de 2005, foram realizados estudos diagnósticos pela municipalidade que identificaram os problemas recorrentes e os aspectos que condicionavam a sua ocorrência, de forma que se encontrou como criticidades: extravasamento de canal; microdrenagem deficiente; erosão e deslizamento. Este conjunto de categorias totalizava 41

críticidades, para as quais, em 2012, havia a indicação de que 40% já apresentavam projetos de melhorias em execução ou em solicitação de recursos.

Ao analisar as ações previstas para resolução das criticidades e seus respectivos projetos (São Carlos, 2012), constata-se que as intervenções apresentavam majoritariamente um caráter corretivo sobre os problemas encontrados na área urbana consolidada. O Quadro 9 sintetiza as ações elencadas para cada criticidade detectada. Ressalta-se que neste conjunto de medidas propostas existem técnicas que não seguem o caráter corretivo da drenagem urbana tradicional, como: reservatórios de detenção, destamponamento e recuperação de canal e recuperação ambiental urbana do córrego.

Quadro 9: Intervenções propostas pelo Executivo no Plano Municipal de Saneamento (2012) para as criticidades com águas pluviais. Fonte: São Carlos, 2012.

Criticidade	Ações previstas ou realizadas
<i>Extravasamento de canal</i>	Reconstrução de canal
	Canalização
	Melhoria na microdrenagem
<i>Microdrenagem deficiente</i>	Bacias de detenção
	Melhoria na microdrenagem
	Destamponamento e recuperação de canal
	Canalização
	Contenção de erosões
<i>Erosão</i>	Recuperação Ambiental Urbana do córrego
	Canalização
	Contenção de margens
	Recuperação de galerias
<i>Deslizamento</i>	Sem projeto

Os reservatórios de detenção promovem o controle das águas pluviais ao aumentar a permanência temporária das águas na bacia, em vez de conduzi-las a jusante com um rápido escoamento (Baptista et al., 2005). Entretanto, os reservatórios como foram propostos em São Carlos constituem intervenções centralizadas, o que conforma os denominados "piscinões", ao passo que abordagens mais descentralizadas pela bacia e integradas ao uso recreacional podem promover maior resiliência (Coffman, 1999).

Apesar dos avanços no paradigma de manejo das águas pluviais presentes nas propostas acima destacadas, a maioria das ações indicadas pela municipalidade constituem obras convencionais de drenagem urbana. Tais obras justificam-se na inexistência ou insuficiência dos sistemas de drenagem nas áreas com criticidade, o que implica na necessidade de adequações infraestruturais. Porém, as escolhas projetuais foram orientadas nas práticas da engenharia convencional "dura", que endereçam os conflitos vigentes de forma pontual, mas que em médio

e longo prazo não alteram os processos que formam e intensificam estes mesmos conflitos, em especial os padrões de uso e ocupação do solo e as práticas de gestão (Tavanti e Barbassa, 2010).

A definição de diretrizes para o uso e ocupação do solo que interagem com as questões de drenagem urbana coube essencialmente ao Plano Diretor do município de 2005. Em meio aos artigos do plano, constavam propostas importantes para conduzir melhorias em infraestruturas básicas de manejo de águas pluviais, ao mesmo tempo em que davam abertura para que novas práticas e técnicas fossem incorporadas no arcabouço de projeto no município, como poços de infiltração, bacias de retenção, pavimentos permeáveis, dentre outros (São Carlos, 2005).

Entende-se que o instrumento do plano diretor de drenagem urbana tem responsabilidade em definir estratégias para o manejo das águas pluviais que não se limitem somente às medidas estruturais, e que esse conjunto de medidas não-estruturais pode versar, por exemplo, sobre o zoneamento de áreas de risco, definição de parâmetros de ocupação e edificação, projetos de formação e capacitação técnica, sensibilização da população e envolvimento comunitário. Para o caso estudado, entretanto, as propostas apresentadas no relatório final do Plano Diretor de Drenagem Ambientalmente Sustentável de São Carlos estavam fortemente voltadas à execução de grandes reservatórios, de retenção em sua maioria (21 dispositivos ao todo), ao longo dos canais das bacias hidrográficas críticas, e pouco explorava o uso das medidas não-estruturais (São Carlos, 2012). Uma análise detalhada sobre o Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável será desenvolvida em tópico posterior.

3.2 Análise do arcabouço legal relativo à gestão de águas pluviais em São Carlos

Na perspectiva de discutir a implementação de projetos de ocupação sensíveis aos atributos ambientais do território, analisou-se na legislação federal, estadual e municipal os instrumentos urbanísticos que poderiam ser aplicados e contribuir para viabilizar tais propostas. Da mesma forma, foram evidenciados os elementos de gestão e projeto essenciais para o desenvolvimento da proposta que não encontram respaldo na legislação vigente. Nesta análise foram consultados o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257 de 2001), a Lei Federal de Parcelamento do Solo (Lei nº 6.766 de 1979), a Lei Estadual paulista nº 12.526 de 2007, o Plano Diretor Municipal de São Carlos (Lei nº 18.053 de 2016), o Código de Obras e Edificações Municipal de São Carlos (Lei nº 15.958 de 2011), a Lei Municipal nº 13.246 de 2003 e a Lei Municipal nº 17.729 de 2016.

3.2.1 Lei Federal nº 10.257 de 2001 - Estatuto da cidade

O Estatuto da Cidade, lei que estabelece a Política Urbana do Brasil, foi promulgado em 2001, mas resultou da luta dos movimentos sociais pelo direito à moradia e à cidade que se intensificou com o fim da Ditadura Militar em 1985. A primeira grande conquista deste processo ocorreu com a inscrição dos artigos 182 e 183 na Constituição Federal de 1988, estabelecendo as bases da Política Urbana nacional, e que seriam posteriormente regulamentados pelo Estatuto da

Cidade. Tal processo de retomada do estado de direitos e redemocratização das políticas nacionais ocorreu no Brasil após 1988 (Silva, 2011) e esteve articulado com trajetórias semelhantes em outros países, principalmente os da América Latina.

Dentre as diretrizes gerais que orientam a política urbana, no Art. 2º há convergências com as proposições do WSUD ao trazer: a garantia ao saneamento ambiental; o controle dos efeitos negativos da urbanização sobre o meio ambiente; a adoção de padrões de produção, consumo e expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental do território; o estímulo ao uso de sistemas operacionais, padrões construtivos e aportes tecnológicos que favoreçam o uso racional dos recursos naturais; e a garantia à gestão democrática e participação popular no processo de planejamento e desenvolvimento urbanos (Brasil, 2001).

Quanto aos instrumentos apresentados pelo estatuto, destacam-se:

- Planos nacionais, regionais e estaduais de ordenamento do território
- Planejamento de regiões metropolitanas
- Plano Diretor
- Disciplina de parcelamento, do uso e ocupação do solo
- Zoneamento ambiental
- Planos, programas e projetos setoriais
- Incentivos e benefícios fiscais e financeiros
- Desapropriação
- Instituição de unidades de conservação
- Direito de preempção
- Operações urbanas consorciadas
- Estudo prévio de impacto ambiental (EIA) e estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV)

Percebe-se que o Estatuto da Cidade traz como principais contribuições a fundamentação de diretrizes muito alinhadas aos princípios do WSUD e a instituição de instrumentos que contribuem na concepção e realização de projetos que estejam pautados pela abordagem. Entretanto, há uma lacuna na estrutura estabelecida pelo estatuto, pois enquanto ele apresenta importantes diretrizes para a garantia de direitos sociais, as quais são acompanhadas por instrumentos que levam à prática de transformações da estrutura urbana que assegure tais direitos, esta mesma coerência não se dá no campo dos direitos ambientais. São estabelecidas diretrizes que abordam questões da sustentabilidade urbana, da conservação dos recursos naturais e da compatibilidade entre expansão urbana e capacidade suporte dos ecossistemas, porém estas não têm respaldo por instrumentos específicos que possam assegurar a efetivação das diretrizes.

Ressalta-se que no capítulo III do Estatuto da Cidade, que trata dos Planos Diretores, há a obrigatoriedade de que o conteúdo destes planos seja compatível com as disposições presentes nos planos de Recursos Hídricos formulados de acordo com Lei Federal nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), o que fundamenta um aspecto essencial para o sucesso das

estratégias WSUD, a integração entre as políticas de uso e ocupação do solo, especialmente do urbano, com as políticas de uso e conservação dos recursos naturais, especialmente os hídricos.

3.2.2 Lei Federal nº 6.766 de 1979 - Parcelamento do Solo Urbano

Esta lei, promulgada no final da década de 1970, em meio ao auge do planejamento urbano tecnocrático no Brasil, buscou disciplinar parâmetros para o parcelamento para fins urbanos, definindo critérios a respeito da abertura de vias, tamanho de lotes, reserva de áreas públicas, delimitação de faixas não edificáveis, dentre outros. Apesar da promulgação ter ocorrido décadas antes do estabelecimento das bases vigentes da Política Urbana brasileira (função social da propriedade e da cidade), desde então foram realizadas alterações ao texto da lei, que em parte incorporaram questões fundamentais à sua atualização e em parte podem ter contribuído para fragilizar a norma em alguns aspectos (Silva, 2011; Ferreira e dos Santos, 2015).

Reflexos desse processo de ajustes e permanência de fragilidades aparecem no uso do conceito de “escoamento de águas pluviais” (art. 2º, 3º e 7º), tradicionalmente ligado à concepção convencional da drenagem urbana, ao invés de uma abordagem abrangente como o “manejo de águas pluviais”, a qual induz a práticas inovadoras como a captação, o tratamento, o uso e a infiltração das águas. Essa incongruência conceitual aos pressupostos do WSUD fica evidente na redação do artigo 3º, que proíbe o parcelamento em terrenos alagadiços, mas permite-o uma vez adotadas as medidas para o escoamento das águas. A partir da visão WSUD, os terrenos alagadiços não devem ser ocupados para garantir a proteção ecológica e para a segurança da população contra inundações, mas podem ser destinados à instalação de dispositivos de manejo das águas pluviais, como *wetlands* construídos.

Um grande potencial presente nas disposições da lei é permitir ao poder público definir para o loteador as diretrizes de uso do solo, do leiaute dos lotes, do sistema viário, dos espaços livres e das áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário (Art. 6º), além de apresentar a localização de elementos como: traçado viário, equipamentos urbanos e áreas livres de uso público, faixas sanitárias para escoamento de águas pluviais e áreas não-edificáveis (Art. 7º).

Tais diretrizes podem ser cristalizadas por meio de coeficientes urbanísticos e edifícios, mas também permitem uma abordagem na concepção de um desenho de projeto e especificações técnicas de modo mais integrado e coordenado em pressupostos coletivamente pactuados. A partir desta inserção, o WSUD poderia ser orientador dos projetos de ocupação do solo. A apresentação de tais diretrizes fica dispensada caso elas estejam descritas no Plano Diretor (Art. 8º), demonstrando uma alternativa integradora com outro instrumento importante para o planejamento urbano municipal. Entretanto, esta possibilidade não limita ou restringe a emissão das diretrizes no intuito de detalhar o que se apresenta no plano, entendendo que cada situação de sítio apresenta condições que devem ser consideradas para a concepção de uma boa implantação urbanística. A figura das diretrizes permite a definição da localização de vias coletoras e expressas interligando o sistema de mobilidade, do posicionamento e distribuição das áreas verdes e institucionais, das dimensões mínimas destes espaços, da implantação das infraestruturas

sanitárias, dentro outros parâmetros. Esse empoderamento do poder público na definição de critérios e diretrizes aos projetos é reforçado em outros artigos.

A respeito da reserva de Áreas de Preservação Permanente em meio urbano, a lei prevê que ao longo dos corpos hídricos seja salvaguardada uma faixa de 15 metros não-edificável, salvo maiores exigências de legislação específica (Art. 4º). Este é um aspecto essencial para a proteção dos ecossistemas ripários, tendo em vista sua importância para a estabilidade dos canais, melhoria da qualidade das águas superficiais, e provisão de habitat para a fauna e flora. Representa também um contraponto ao tamponamento dos cursos d'água e ocupação de suas margens com vias e edificações, práticas amplamente realizadas em diversos córregos e rios urbanos nas cidades brasileiras ao longo do século XX (Jacobi et al., 2015).

Faixas não edificáveis também podem ser exigidas para a instalação de equipamentos públicos de coleta de águas pluviais, abastecimento de água e serviços de esgoto (Art. 5º). Esta prerrogativa poderia ser utilizada para a definição de áreas destinadas à instalação de dispositivos de BMP, concebidos para condução, tratamento, detenção e retenção das águas pluviais.

Em que pese o interesse do setor imobiliário de desenvolver projetos urbanos com a maior margem de lucro possível, o qual se baseia amplamente no aproveitamento do potencial construtivo do solo (Rolnik e Klink, 2011), a ação propositiva do Estado em fazer uso de tais prerrogativas de projeto seria essencial para a concepção de boas propostas WSUD e a garantia dos resultados esperados em melhoria da integridade dos ecossistemas e qualificação do habitat humano.

3.2.3 Lei Estadual paulista nº 12.526 de 2007 – Contenção de enchentes e destinação de águas pluviais

Esta norma estadual promulgada em 02/01/2007 estabelece a implantação de estruturas para captação e retenção de águas pluviais nos lotes que tenham área impermeabilizada maior que 500 m², estejam eles edificados ou não. Esta diretriz se propõe a reduzir a sobrecarga hidrológica nas bacias altamente urbanizadas, visando minimizar a ocorrência de inundações e prover alternativas ao abastecimento de água potável (Art. 1º).

A Lei condiciona a aprovação de licenças no âmbito do estado de São Paulo para os parcelamentos do solo e desmembramentos, o que conforma um amplo espectro de empreendimentos obrigados e cumpri-la. Além da necessidade de implantação de reservatórios, fica exigido o emprego de pisos drenantes em 30% da área de estacionamentos e similares.

O teor desta norma demonstra aproximações às abordagens da Cidade dos Cursos d'Água e da Cidade do Ciclo da Água, e, portanto, um mecanismo potencializador da difusão destas concepções para os municípios paulistas.

3.2.3 Lei Municipal nº 18.053 de 2016 - Plano Diretor do Município de São Carlos

O principal instrumento de gestão urbana do município de São Carlos, seu Plano Diretor promulgado em dezembro de 2016, é a primeira revisão legalmente instituída do Plano Diretor de

2005 (Lei Municipal 13.619 de 2005), o qual era constituído nas bases trazidas pelo Estatuto da Cidade, e representou um importante marco para o ordenamento territorial, especialmente quanto à aprovação e controle do uso e ocupação do solo urbano (Schenk e Peres, 2014). A elaboração do plano de 2005 foi fruto de um intenso processo de estudo das características físicas e socioeconômicas do território que se iniciou em 2001, e consolidou diversos acordos e negociações entre os segmentos da sociedade que atuam na construção do espaço. A lei que entrou em vigor no início de 2017 se estabeleceu a partir das bases temáticas, conceitos, princípio e instrumentos que se consolidaram pela norma anterior, mantendo aspectos de sua estrutura e regramentos, mas atualizando-os às dinâmicas contemporâneas do município.

A lei 18.053 de 2016 traz dentre seus princípios a função social da cidade, função social da propriedade e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (Art. 2º) e condiciona o cumprimento de ambas funções sociais à promoção de usos do solo compatíveis com a preservação ambiental e à recuperação dos recursos e bens naturais do município. Define ainda que:

Direito ao Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado é o direito sobre o patrimônio ambiental, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, constituído por elementos do sistema ambiental natural e do sistema urbano de forma que estes se organizem equilibradamente para a melhoria da qualidade ambiental e bem-estar humano (São Carlos, 2016, Art 2º, inciso III, § 11).

Também condiciona o cumprimento da função social da propriedade ao seu aproveitamento e uso e ocupação compatíveis com a preservação, a recuperação, e a manutenção ou melhoria da qualidade do meio ambiente, entendidos como o controle da poluição do ar, da água, do solo, da destinação dos resíduos, da fluidez de drenagem das águas pluviais e dos corpos d'água, a maior permeabilidade do solo, a maior preservação da sua cobertura vegetal e da vegetação significativa existente (Art 2º, inciso III, § 7). Percebe-se uma convergência entre os princípios trazidos pelo plano com princípios apresentados pelo WSUD, e a importante vinculação destes com o cumprimento da função social da cidade e da propriedade.

Os instrumentos da política urbana propostos pelo Plano Diretor são os mesmos do Estatuto da Cidade, mas inclui Áreas de Especial Interesse Ambiental (AEIA), destinadas: à proteção e recuperação dos mananciais, nascentes e corpos d'água; à preservação de áreas com vegetação significativa e paisagens naturais notáveis; áreas de reflorestamento e conservação de parques e fundos de vale (Art. 72). Para além das Áreas de Preservação Permanentes (APP) (regradas pela Lei Federal 12.651 de 2012), o plano traz em seu Art. 137 a instituição de Faixas Verdes Complementares (FVC), que se posicionam contíguas às APP, em largura variável de 10 a 50 metro a depender da zona urbana, e que se destinam "a ampliar a faixa de proteção ambiental dos corpos d'água, incrementar a permeabilidade do solo urbano, servir de suporte para a implantação das bacias de retenção de águas pluviais, ou para a implantação de projetos específicos como Parques Lineares".

Na perspectiva WSUD, as AEIA e FVC poderiam ser utilizadas para definir áreas hidrologicamente sensíveis e com potencial estratégico para a preservação das condições de pré-ocupação, as quais deverão ser respeitadas pelos processos de parcelamento e qualificadas para tanto.

Dentre as diretrizes para o parcelamento, o Plano Diretor exige a destinação de 7% do loteamento para áreas públicas de lazer (Art. 132), e recomenda-se que nos casos de parcelamentos que envolvam APPs essas áreas sejam dispostas na delimitação das FVC. Este conjunto de disposições respalda a exigência de algumas BMP e reforça a importância da estratégia de infiltração das águas pluviais no solo, o que representa um marco inicial para a difusão de práticas de manejo das águas para além da drenagem convencional. Porém, ressalta-se que o arcabouço de técnicas possíveis de serem empregadas é amplo e variado, e tal diversidade é fundamental para conceber o melhor conjunto de dispositivos para cada condição de sítio.

Quanto à concepção do sistema de drenagem perante o Plano Diretor, ele é entendido como o conjunto de poços de infiltração, bacias de retenção, dissipadores de energia, pavimentos permeáveis e demais componentes do sistema, os quais devem ser projetados e implantados garantindo que a vazão de escoamento anterior à ocupação seja mantida após a urbanização, reduzindo seus impactos nos fundos de vale e corpos d'água (Art. 137). Permite-se com esse artigo uma pluralização maior de técnicas inovadoras que podem ser utilizadas para o manejo das águas pluviais, atendendo à exigência de que se mantenha a característica de vazão das bacias presente em sua condição de pré-ocupação. Este é um princípio fundamental para a concepção dos projetos urbanos, e que apresenta uma diretriz objetiva quanto à um aspecto específico a ser salvaguardado. Entretanto, diferentes estratégias podem ser adotadas para atendê-lo, desde soluções descentralizadas, urbanisticamente integradas e harmoniosas à paisagem, até soluções concentradas, localizadas e monofuncionais.

Relacionando-se aos demais coeficientes urbanísticos de ocupação dos lotes, é estabelecido no Art. 153 o coeficiente de permeabilidade (CP), um percentual da área do lote que deve exercer a função de permeabilidade, e varia conforme a zona, mas que minimamente é de 15%. A reserva destes espaços poderia estar articulada à instalação de BMP destinadas à infiltração, como poços e jardins de biorretenção.

Do ponto de vista do licenciamento dos empreendimentos, o Art. 158 elenca como critério para elegibilidade de um empreendimento ser considerado impactante ao ambiente construído e natural, e passível de EIV e RIVI, aqueles que tragam risco à integridade dos recursos naturais e comprometam o sistema e controle da drenagem, por serem de atividades incômodas. A inclusão de aspectos de desempenho sobre o manejo das águas pluviais e conservação das áreas naturais a serem avaliados durante os processos de licenciamento dos empreendimentos é uma potencialidade para melhor aproximá-los do WSUD.

Quanto aos aspectos de organização institucional e participação social na gestão, existe a previsão de um Sistema Municipal de Gestão e Planejamento, o qual deve ter processos

participativos (Art. 219 e 220), e entende-se a figura deste sistema como uma possibilidade para a avaliação integrada e legitimação social das propostas WSUD.

3.2.4 Lei Municipal nº 15.958 de 2011 - Código de Obras e Edificações

Na lei municipal 13.691 de 2005, o artigo 240 determinou a elaboração de um código de obras e edificações para a regulamentação, complementação e gestão do Plano Diretor. A partir disto, foi revisto o arcabouço normativo municipal relativo às posturas urbanísticas para a execução de obras, ocupação dos lotes e passeios públicos, ao que se incorporou atualizações e alinhamentos às diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor, e resultou na promulgação da lei municipal 15.958 de 2011.

Das bases conceituais apresentadas pela lei, destaca-se a menção às áreas permeáveis, obrigatórias nos lotes e que promovam a infiltração das águas pluviais, além da inclusão de poços de infiltração enquanto dispositivos para retenção ou detenção como um elemento da infraestrutura de drenagem (Art. 4º). Posteriormente é reforçado pelo artigo 88 que as águas coletadas pelas edificações sejam direcionadas aos poços antes de lançadas no sistema convencional.

Do ponto de vista construtivo e das técnicas sugeridas, é requisitado que o projeto apresente elementos de sustentabilidade obrigatórios e opcionais, sendo que os obrigatórios incluem a reserva de área permeável e a instalação de poço de infiltração (Art. 79), e de caráter opcional o reuso das águas residuais ou de chuva desde que atendidos parâmetros de qualidade mínimos (Art. 80). Complementarmente, o artigo 120 prevê que na faixa livre do passeio público podem ser executados pisos permeáveis, desde que permitam condições seguras para a circulação dos usuários.

Como parte do processo de licenciamento de obras a Prefeitura Municipal fornece diretrizes para os projetos de obras e edificações (Art. 13), as quais são diferenciadas quanto ao tipo de empreendimento e característica do imóvel, podendo englobar: parâmetros de uso e ocupação do solo, parâmetros construtivos, restrições ambientais e restrições do loteamento (Art. 14). Outra etapa do licenciamento diz respeito à emissão do Certificado dos Elementos ou Sistemas de Sustentabilidade Ambiental, que atesta a execução de dispositivos de sustentabilidade (Art. 41). Além disso, para a emissão do Certificado de Conclusão de Obra (ou Habite-se), o qual autoriza o uso da edificação, é necessário um auto de vistoria sobre o sistema de drenagem urbana que certifique a conformidade de seus elementos (Art. 43). Entende-se que tais procedimentos de orientação de projeto, vistoria e licenciamento sejam estratégicos para o estabelecimento de diretrizes voltadas ao WSUD e o monitoramento do cumprimento ou não das mesmas.

3.2.5 Lei Municipal nº 13.246 de 2003 – Reservatórios nos lotes

Esta norma legal municipal foi a primeira a apresentar conceitos e técnicas alinhados à tendência contemporânea no manejo de águas pluviais, estando fortemente baseado nas intervenções no lote para controle na fonte. Para isso responsabiliza o empreendedor e/ou

proprietário para a construção dos dispositivos de detenção, retenção e infiltração das águas pluviais em seus projetos e reformas (Arts. 2º, 6º, 9º, 11 e 12). Com isso, torna-se um relevante instrumento para o avanço na compatibilização de responsabilidades entre o poder público e os municípios.

Considera-se de grande importância também que a lei exija os estudos de impacto ambiental para os projetos de reservatórios (Art. 3º), em consonância com o princípio do desenvolvimento sustentável. Além disso, articula a exigência da construção dos dispositivos de retenção e detenção com o licenciamento dos empreendimentos e obras (Art. 12), fundamental para assegurar ao município e ao órgão licenciador que possam exigir do particular o cumprimento da norma legal através de seu poder discricionário.

Entende-se que esta norma representa uma das peças fundamentais para a gestão de águas pluviais no município de São Carlos, tendo em vista sua influência sobre a microescala dos lotes. Com isso, possui um grande potencial para a consecução de melhores perspectivas para o meio ambiente, a sociedade e a economia, pois reduz a desnaturalização do ciclo hidrológico além de aumentar a segurança hídrica, já que promove a recarga das águas subterrâneas e assim reduz os volumes escoados durante as precipitações, implicando na diminuição dos eventos de enchentes e alagamentos, o que por sua vez contribui para uma cidade mais segura e confortável para sua população e garante a conservação do patrimônio público e privado.

Deve-se considerar, entretanto, a complexidade existente na sua implementação, a qual é a princípio vinculada com a emissão do Habite-se pela SMH DU, quando se verifica a execução dos reservatórios. Porém, reside uma grande fragilidade após a emissão do certificado, pois a estrutura institucional vigente não conta com um sistema de monitoramento destes dispositivos, exceto via denúncias, tornando dependente dos proprietários e usuários a manutenção dos dispositivos, sendo que em alguns casos ocorre a sua desativação (Almeida, 2014).

3.2.6 Lei Municipal nº 17.729 de 2016 – Captação e aproveitamento de água de chuva

Esta é a norma legal mais recente aprovado no município com implicações para o manejo de águas pluviais, e tem como principal inovação e centralidade da sua regulamentação as práticas de reuso destas águas. Fundamenta-se nos princípios de uso racional dos recursos naturais, combate ao desperdício e preservação ambiental (Art. 1º), ao mesmo tempo em que busca assegurar segurança sanitária com estas práticas vedando os usos potáveis, mas permitindo o aproveitamento para requerimentos menos exigentes, como descargas em vasos sanitários, lavagem de áreas externas, abastecimento de piscinão, irrigação de jardins etc. (Art. 2º).

Para isso, torna obrigatória apenas para os imóveis com área construída superior a 140 m² a implantação de sistema de captação e aproveitamento da água de chuva, composto por uma rede própria, sistemas de tratamento e um reservatório de volume mínimo de 2 m³, sendo que tais estruturas devem ser apresentadas nos projetos arquitetônicos junto aos memoriais de cálculos hidráulicos (Art. 3º). Para a fiscalização da correta execução destes sistemas, condiciona-se a

expedição do Habite-se à avaliação dos projetos e estruturas, similar à proposta que a Lei Municipal nº 13.246 de 2003 apresenta. Portanto, aplicam-se as mesmas condicionantes a este novo instrumento, de modo que as questões de monitoramento do correto uso dos sistemas após o licenciamento das obras não são previstas na estrutura institucional vigente, dependendo da responsabilidade dos usuários.

3.3 Planejamento e Gestão das águas pluviais em São Carlos

Neste tópico será caracterizada a estrutura institucional vigente na gestão pública de São Carlos que conduz e orienta as práticas de manejo de águas pluviais. Considera-se que as ações estão articuladas em três escalas de intervenção:

Gestão do sistema municipal de águas pluviais (macro drenagem): escala que analisa o sistema de águas pluviais como um todo na perspectiva das bacias hidrográficas ocupadas pela condição urbana, e considera as perspectivas futuras de crescimento do perímetro urbano. Deve, portanto, integrar-se com as políticas de desenvolvimento urbano (mobilidade, habitação, saneamento, meio ambiente etc.), trabalhando na relação entre as formas de ocupação urbana e as respostas dos sistemas hídricos e ambientais para conceber sua conservação e a compatibilização com as demandas dos sistemas urbanos. Situa-se enquanto escala que articula as demais e induz a seus detalhamentos.

Gestão das intervenções a nível de bairros e sub-bacias (micro drenagem): nesta escala são definidas as diretrizes para a ocupação do território a ser urbanizado, orienta-se os projetos de novos parcelamentos e observa-se a correta implantação de dispositivos que garantirão a eficiência do sistema de manejo de águas pluviais com conservação do desempenho hidrológico e ambiental das bacias.

Gestão local e descentralizada de águas pluviais: escala que intervém nas ações sobre os lotes e edificações, exigindo as infraestruturas básicas do sistema de manejo de águas pluviais e os dispositivos complementares que promoverão a captação, tratamento, uso e infiltração das águas no seu local superficial de origem.

Cada escala apresenta requerimentos específicos de regulação (instrumentos), um quadro institucional para sua gestão e um conjunto de atribuições e responsabilidades entre os diferentes atores e usuários. Na escala de gestão do sistema municipal de águas pluviais, o Plano de Drenagem destaca-se como o instrumento chave que orienta as ações, enquanto que a escala de gestão das intervenções a nível de bairros e sub-bacias tem forte relação com os procedimentos de licenciamento dos projetos de expansão urbana, e a gestão local e descentralizada de águas pluviais traz implicações diretas aos projetos de edificações e intervenções nos lotes urbanos.

Uma síntese das atribuições e responsabilidades presentes em cada escala é proposta no Quadro 10.

Quadro 10: Síntese do sistema de gestão de águas pluviais urbanas em cada escala. Fonte: Elaborado pelo autor.

Sistema de gestão de águas pluviais urbanas			
Aspectos	Escala municipal	Escala de bairros e sub-bacias	Escala local
Principal instrumento regulador	Plano Diretor de Drenagem	Licenciamento de parcelamentos do solo	Licenciamento de obras e edificações
Órgão público gestor	SMOP	SMHDU	SMHDU
Função	Definição dos fundamentos da política municipal de manejo de águas pluviais; Previsão das infraestruturas de macrodrenagem;	Indução e condicionamento do processo de ocupação; Execução das infraestruturas de microdrenagem; Execução dos dispositivos compensatórios do impacto da ocupação	Atendimento dos coeficientes de ocupação; Execução dos dispositivos para manejo de águas pluviais no lote
Tecnologias empregadas	Reservatórios de detenção; Canais; Piscinões; Medidas não-estruturais	Reservatórios de detenção	Poço de infiltração; Cisterna de águas pluviais
Responsabilidade de implementação	Responsabilidade majoritária do poder público (SMOP)	Responsabilidade entre empreendedor e poder público (SMHDU)	Responsabilidade entre munícipe e poder público (SMHDU)
Responsabilidade de manutenção	SMOP e SMSP	SMSP	Munícipe usuário

O processo de licenciamento dos projetos de parcelamento do solo para fins urbanos no município de São Carlos tem como instituição centralizadora a Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano. Nela os empreendedores iniciam tal processo com a entrada de um pedido de diretrizes para o parcelamento do solo, a partir de um projeto básico do empreendimento. Com base nas diretrizes devem ser detalhados os projetos executivos dos diferentes sistemas infraestruturais (urbanístico, viário, água, esgoto, águas pluviais e arborização) e apresentados os Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV) e Relatórios de Impacto de Vizinhança (RIVI), os quais são encaminhados para os órgãos responsáveis fazerem avaliações (Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito - SMTT, Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE, Secretaria Municipal de Obras Públicas - SMOP e Coordenadoria de Meio Ambiente - CMA) e discutidos perante os conselhos municipais pertinentes (CONDUSC e CONDEMA) e por audiências públicas para aprovação do EIV/RIVI. Caso os projetos recebam aprovação pelas entidades municipais eles devem ser encaminhados pelo empreendedor para avaliação perante o GRAPROHAB (Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais), órgão que congrega as entidades estaduais que têm responsabilidade na avaliação e aprovação de projetos habitacionais (Secretaria de Habitação do estado de São Paulo, Companhia Ambiental do estado de São Paulo - CETESB,

Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano - EMLASA e Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP). Uma vez atingidas as exigências de todos os órgãos competentes e aprovados os projetos o empreendedor é licenciado para a execução das obras, as quais serão fiscalizadas novamente pelos órgãos responsáveis por cada infraestrutura e se contempladas as diretrizes dos projetos aprovarão o recebimento dos sistemas pela Prefeitura Municipal. Atendidos estes procedimentos o empreendedor pode registrar os lotes subdivididos em cartório e comercializa-los. Estes procedimentos estão ilustrados na Figura 25.

Dentro desta estrutura, as etapas sensíveis para consideração de aspectos relativos às águas pluviais tradicionalmente são a fase de emissão de diretrizes para o parcelamento, a avaliação, a aprovação, a fiscalização e o recebimentos das infraestruturas de manejo de águas pluviais pela SMOP. No caso das diretrizes, sua importância reside em ser o protocolo a partir do qual o empreendimento desenvolverá os parâmetros urbanísticos de projeto (coeficiente de aproveitamento, coeficiente de permeabilidade, coeficiente de cobertura vegetal, reserva de áreas verdes e institucionais). Além disso, determinam as áreas ambientalmente sensíveis e demais sistemas protegidos por legislação que devem ser respeitadas pelo projeto, e trazem as especificações para concepção do sistema e dos dispositivos de manejo de águas pluviais. A respeito do acompanhamento da SMOP sobre os projetos, este se faz essencial para atestar que eles seguem as diretrizes estabelecidas para as águas pluviais e de que há conformidade nas estruturas implantadas, havendo para isso um profissional específico dentro do órgão.

Apesar do procedimento anteriormente descrito ser considerado padrão no âmbito das secretarias municipais, na realidade a tramitação de cada processo pode variar e depende a circunstância de cada secretaria responsável pela avaliação dos projetos. Buscando formalizar a estrutura do licenciamento para os parcelamentos do solo a SMH DU iniciou em 2014 a elaboração de uma minuta de decreto que regulamente esta questão, o qual indica os procedimentos e competências para aprovação, os elementos e formas de apresentação dos projetos, a ordem de avaliação por cada órgão, a fiscalização e aprovação definitiva dos empreendimentos. Esta minuta ainda se encontra em revisão pela SMH DU (SMH DU, 2014).

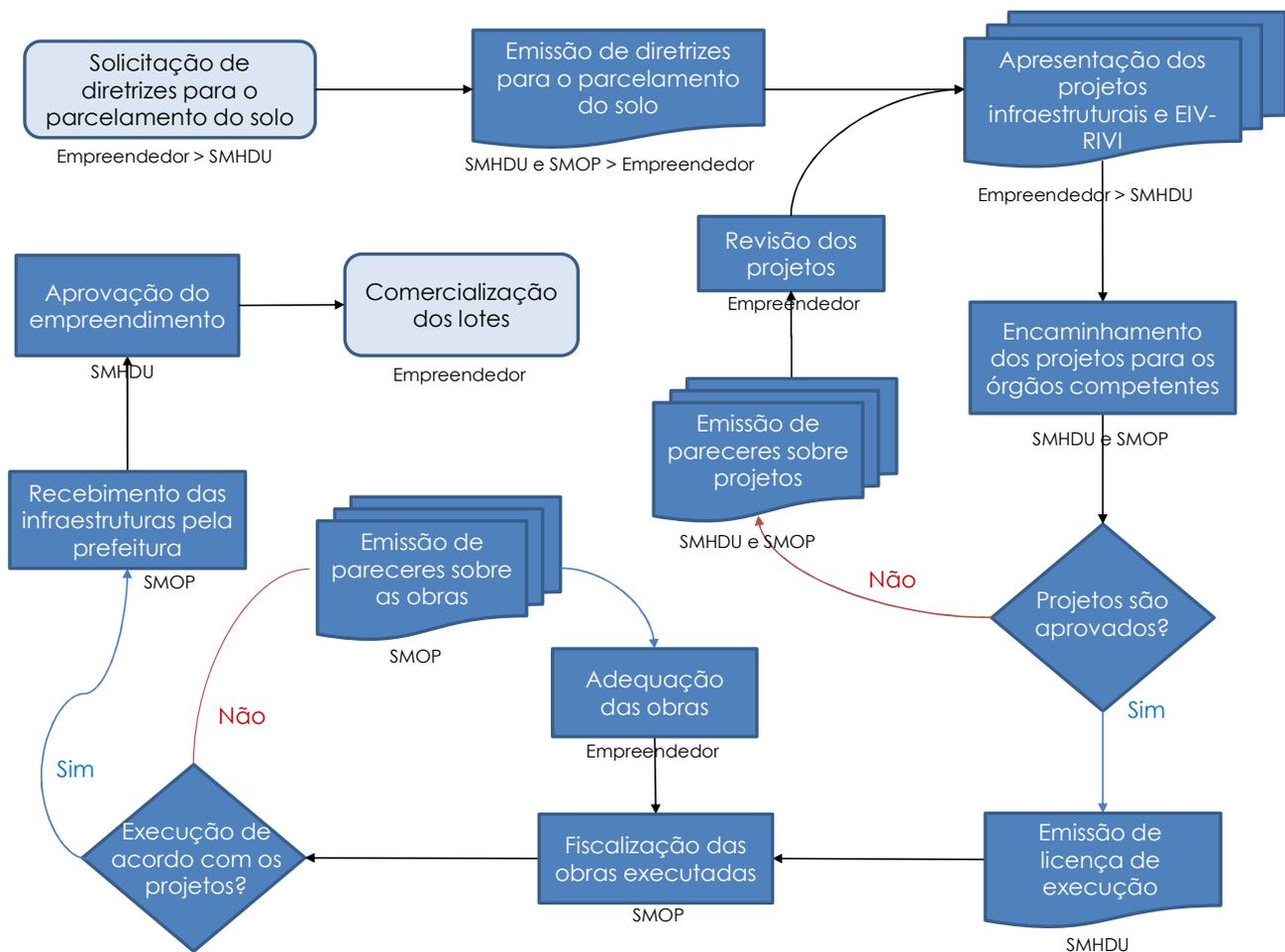


Figura 25: Fluxograma de procedimentos seguidos no processo de licenciamento de empreendimentos de parcelamento do solo para fins urbanos no município de São Carlos. Fonte: Elaborado pelo autor.

A estrutura de licenciamento de obras e edificações (Figura 26) é similar ao sistema anterior, sendo o proprietário do lote, acompanhado do profissional técnico, responsável por apresentar os projetos à SMHDU, a qual realizará as avaliações, aprovações, fiscalizações e emissões de licenças. Este processo é regido pelo Código de Obras e Edificações. O projeto deverá estar de acordo com as diretrizes de ocupação do solo para edificações, que seguem o que se estabelece no Plano Diretor do Município a respeito dos coeficientes urbanísticos e ambientais de ocupação. O atendimento às exigências legais é atestado com a emissão da licença de Aprovação do Projeto Arquitetônico, sendo que o proprietário se torna autorizado a dar início às obras e intervenções no lote a partir da Licença de Execução. A partir de então o poder público realiza fiscalizações sobre as obras para garantir que as infraestruturas tenham sido implantadas de acordo com os projetos, sendo que neste processo são emitidos certificados como o Certificado de Área Construída, Certificado dos Elementos ou Sistemas de Sustentabilidade Ambiental e o Certificado de Conclusão de Obra ou “Habite-se”, este que é aprovado somente após o auto de vistoria referente ao sistema de drenagem urbana e dos elementos de sustentabilidade ambiental adotados pelo projeto. A principais infraestruturas de manejo de águas pluviais que são fiscalizadas neste processo dizem respeito aos dispositivos convencionais de coleta, condução e lançamento das águas no sistema

público de drenagem, complementados pela reserva de área permeável, por reservatório de retenção no lote, por lixeiras adequadamente dimensionadas para coleta seletiva (elementos exigidos pelo Código de Obras e Edificações) e pelo sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais para construções residenciais e comerciais acima de 140 m² (Lei Municipal 17.729/2016).

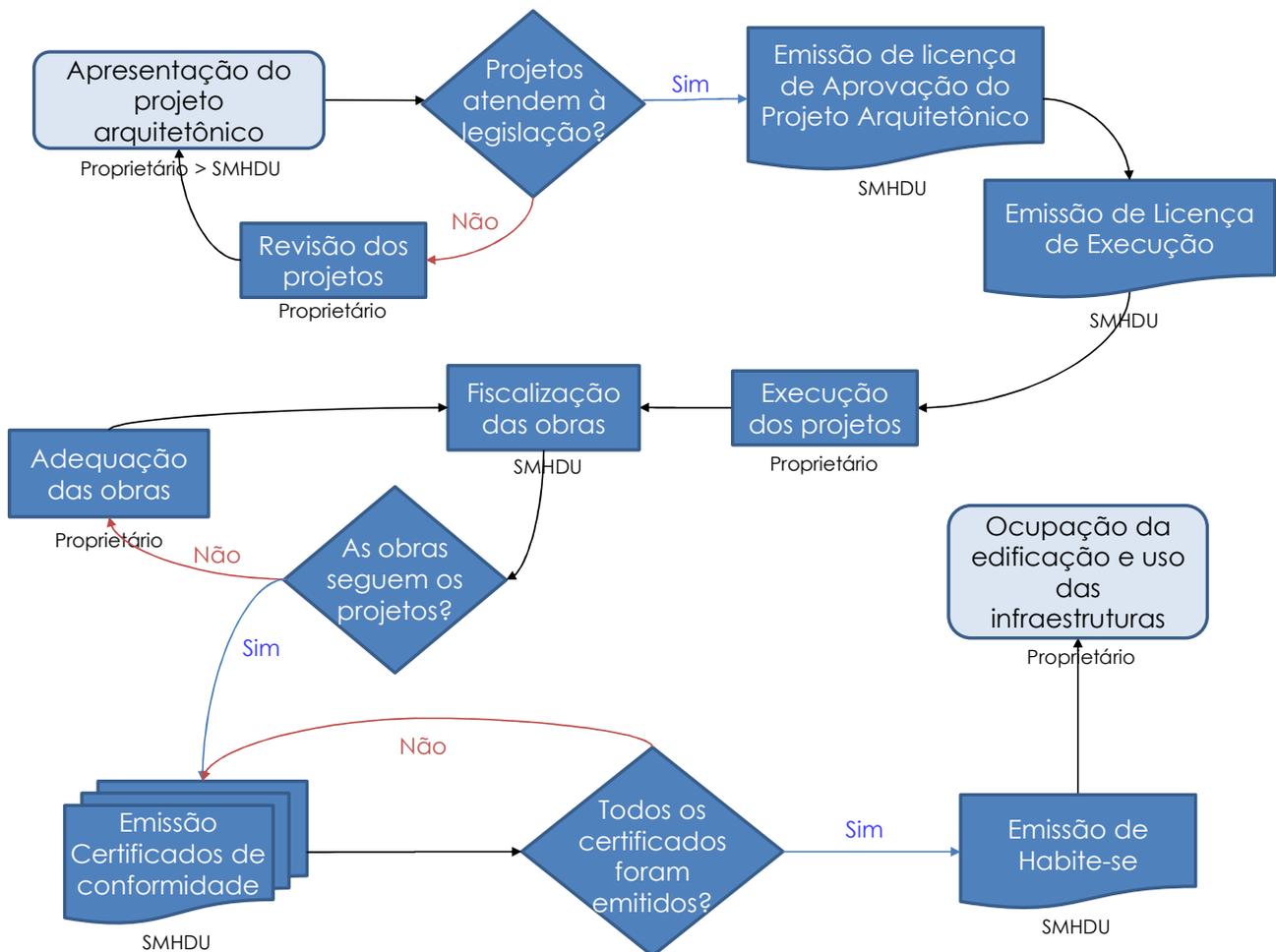


Figura 26: Fluxograma do processo de licenciamento de obras e edificações no município de São Carlos. Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.1 Análise do Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos

Dentre os instrumentos que orientam a gestão de águas pluviais urbanas o Plano de Drenagem tem uma posição central, uma vez que deve apresentar os princípios, objetivos e diretrizes que irão orientar a ação do poder público sobre a questão. Cabe a ele promover a integração com as demais políticas urbanas, como a de habitação, mobilidade, saneamento e de meio ambiente, entendendo que a adequada resolução dos conflitos relacionados às águas pluviais pressupõe desta integração (Tucci, 2002). A partir desta premissa, o Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos (SMOP, 2011) foi analisado

enquanto instrumento norteador da gestão de águas pluviais no contexto são-carlense. Para orientar esta análise foi concebido o protocolo no Apêndice 5.

A elaboração do plano teve como antecedentes a promulgação de políticas que induziram tal processo, como o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257 de 2001) e a Política Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445 de 2007) a nível federal, e no contexto são-carlense o Plano Diretor Municipal (Lei nº 13.691 de 2005), que em seu Art. 240, inciso VII condicionava a regulamentação, gestão e complementação da política urbana municipal à elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbana.

Além dos pressupostos legais, a condição hidrológica do território urbanizado de São Carlos, ao conformar a ocupação em áreas com risco de enchentes e alterar os regimes hídricos dos fundos de vale, tornou as recorrentes situações de alagamentos e inundações e a formação de processos erosivos em nascentes e margens dos canais enquanto indutores da elaboração do Plano de Macrodrenagem, instrumento para trazer soluções e remediações destas criticidades.

Desta forma, em 2009 é firmado um contrato (Processo nº 6.954/2007) entre a Prefeitura Municipal com a SHS Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda, empresa que se responsabilizou pela elaboração do Plano de Macrodrenagem, o qual foi desenvolvido e apresentado em 2011 no relatório de três volumes "Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos" e que traz o "Programa Municipal de Drenagem". O teor deste documento foi promulgado enquanto instrumento da política municipal com a Lei Municipal nº 17.005 de 2013 que, além de instituir o Programa Municipal de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos, consolida o Plano Municipal de Saneamento Básico junto a outros dispositivos legais que tratam da matéria. Todo o conteúdo do plano foi publicado pelo Diário Oficial de São Carlos em 23 de janeiro de 2014, incluindo seus anexos e planilhas orçamentárias. O estudo se orientou na "busca por soluções no controle e prevenção de cheias e demais eventos críticos em macrodrenagem urbana" (SMOP, v. I, p. 12, 2011).

O conteúdo do plano se organiza na definição do território considerado nas análises e na apresentação das bases de informação adotadas, seguindo com a introdução das diferentes metodologias para modelagem hidráulico-hidrológica, a partir das quais foram projetadas as medidas estruturais e não-estruturais para resolução dos conflitos detectados. Por fim, propõe um Manual de Drenagem Urbana que deve orientar a ação do poder público sobre a gestão da drenagem e apresenta um orçamento para as obras elaboradas nos anteprojetos (SMOP, 2011).

Quanto à apresentação das bases de informação utilizadas a respeito do território envolvido no perímetro urbana foram constatadas inconsistências. Por exemplo, o mapa de áreas públicas não contempla todas as áreas públicas existentes e o mapa de sub-bacias urbanas apresenta erros de delimitação dos divisores de águas. O relatório do Plano de Drenagem reconhece a defasagem nas bases cartográficas utilizadas, que em sua maioria foram organizadas para a elaboração do plano diretor por volta de 2002. Entretanto, não realiza atualizações para além das imagens de satélite, deixando o esforço de outras atualizações para a próxima revisão do plano diretor de drenagem (SMOP, 2011).

Para simular o comportamento hidrológico das bacias foi utilizada a metodologia americana do SCS (*Soil Conservation Service*) com o parâmetro CN (*Curve Number*, ou curva número) para determinar as vazões máximas de projeto, tendo por base a carta pedológica, o mapa de uso e ocupação elaborado a partir de imagem de satélite (cenário atual) e os coeficientes da Lei de Zoneamento enquanto indutores da condição urbana futura (cenário futuro). As modelagens e simulações utilizadas na elaboração do estudo foram realizadas com o DrenÁgua2009, modelo hidráulico-hidrológico da própria empresa (SMOP, 2011). Uma vez que o Plano de Drenagem se baseou nos coeficientes de ocupação determinados pelo Zoneamento Urbano, condicionou a sua revisão às eventuais modificações no Zoneamento, de modo que mudanças propostas em uma revisão do Plano Diretor deveriam acompanhar uma compatibilização ao Plano de Drenagem. Sem essa compatibilização as bases nas quais os modelos foram calibrados perdem sua validade e assim as estruturas apresentadas pelo Plano de Drenagem podem não responder como deveriam.

Nos documentos de caracterização o plano identifica enquanto criticidades áreas com deficiência alta e baixa de drenagem, áreas de alagamento (inundações) e áreas com processos erosivos, todas observadas no contexto do território já urbanizado (SMOP, 2011). Entretanto, o que se desenvolve a respeito das técnicas propostas, principalmente nas medidas estruturais, se orienta majoritariamente na compensação das alterações nas vazões dos canais para controle das inundações. Como os dispositivos adotados consistem de reservatórios e adequações em canais, áreas à montante da instalação das estruturas que sofram com problemas de erosão acabam sem propostas diretas de intervenções a serem realizadas. Tal situação verifica-se na bacia do córrego da Água Quente, na qual o plano propõe apenas um reservatório centralizado na foz da bacia, mas dada a condição geológica e de uso e ocupação são frequentes os processos erosivos nas cabeceiras e nascentes. Comparativamente, as deficiências em microdrenagem do tecido urbano consolidado não receberam diretrizes claras para manejo dos volumes que escoam superficialmente em grande concentração e velocidade, uma vez que as estruturas propostas constituem intervenções na macrodrenagem.

O plano traz um procedimento para definição das soluções tecnológicas possíveis, sobre as quais se orientou:

- Passo 1 – Definir controle hidrológico requisitado;
 - Infiltração
 - Frequência da descarga
 - Volume
 - Recarga da água subterrânea
- Passo 2 – Avaliar as dificuldades/limites do sítio
 - Espaço disponível
 - Características de infiltração do solo
 - Nível do lençol freático
 - Declividade

- o Modelo de drenagem
- Passo 3 – Descrição das práticas possíveis
 - o Oportunidades e Limitações
- Passo 4 – Avaliar medidas possíveis em várias configurações
 - o Desenvolver lista de medidas potenciais, número, dimensões e volume
 - o Avaliação hidrológica iterativa
- Passo 5 – Selecionar uma configuração e projetar: configuração ótima

Entretanto, estes passos são apresentados depois de já se definir o uso dos reservatórios *in-line* e *off-line* como a principal medida a ser empregada, o que compromete fundamentalmente as possibilidades adaptativas do projeto que seriam estudadas nos passos 3 e 4 do procedimento, por exemplo. Não são apresentados ou discutidos resultados de nenhuma das etapas processuais, apenas definem-se os dispositivos projetados. Essa limitação do arcabouço de soluções pode ter relação com a falta de clareza do plano a respeito dos princípios e objetivos que orientar as proposições, os quais não são apresentados explicitamente (SMOP, 2011).

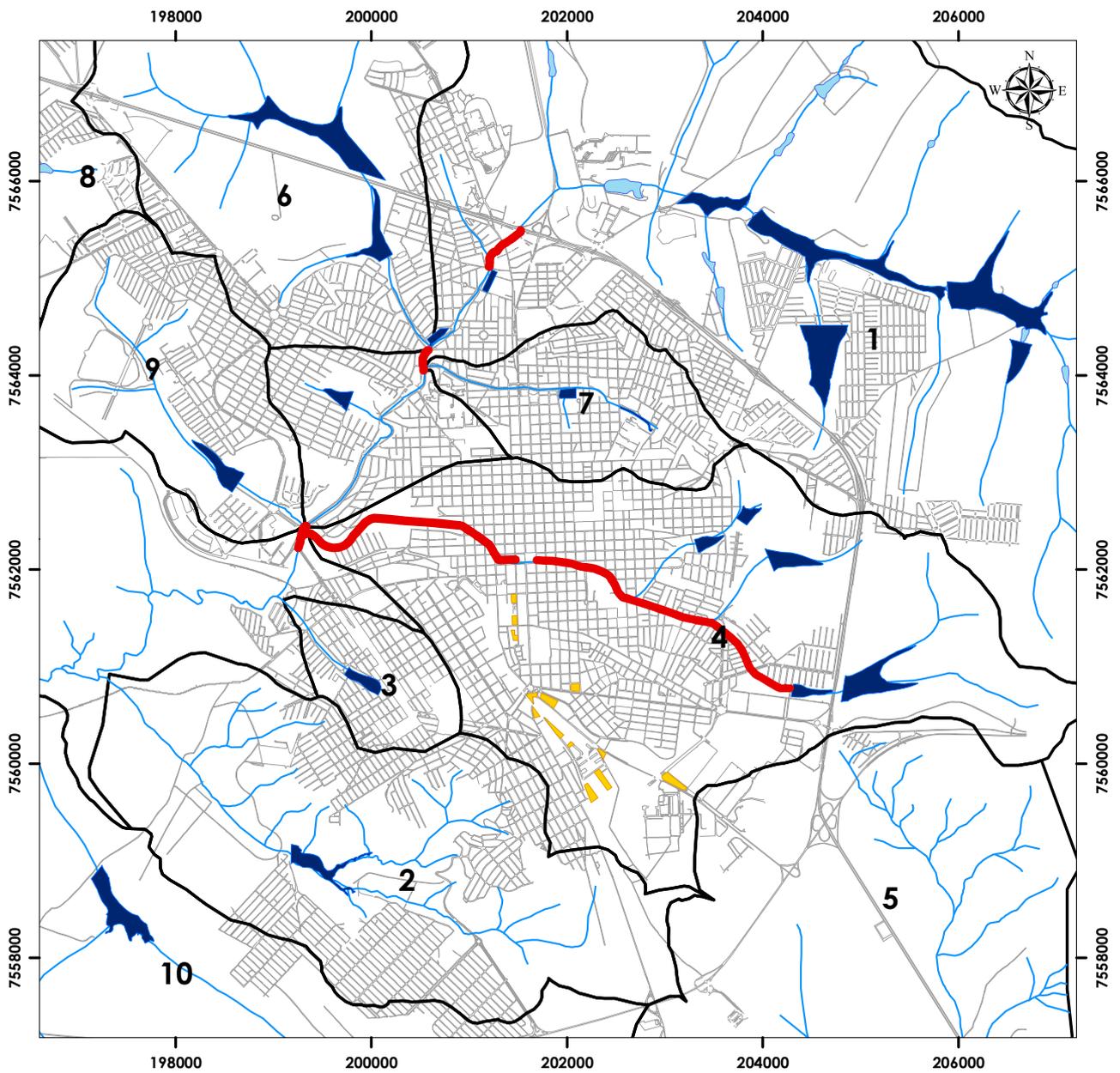
Em relação às medidas propostas pelo plano, pode-se discuti-las enquanto medidas estruturais e não-estruturais.

Medidas Estruturais

- Reservatórios *on-line* de retenção (definidos no âmbito do plano como reservatórios que quando fora do período de amortecimento dos volumes escoados mantêm-se secos) majoritariamente e em alguns reservatórios já existentes foram concebidas alterações que os configurassem como reservatórios de retenção (definidos no âmbito do plano como reservatórios que quando fora do período de amortecimento dos volumes escoados mantêm-se com uma lâmina d'água que pode cumprir fins paisagísticos e recreacionais).
- Reservatório *off-line* (para onde desviam-se os volumes durante o evento chuvoso e posteriormente aos picos de vazão liberam-se por bombeamento).
- Estruturação e ampliação nos canais dos principais córregos urbanos para melhoria da sua capacidade de vazão.
- Além dos reservatórios propuseram-se dispositivos para controle de erosões e assoreamento, o aterro hidráulico e a escada hidráulica (sem explicações sobre a estrutura).

Fica evidente a preocupação técnica com o desempenho hidráulico e hidrológico dos dispositivos, mas é praticamente inexistente uma preocupação com a conservação dos atributos naturais do território e seus ecossistemas ou de uma implantação que seja paisagística e urbanisticamente mais harmoniosa.

Na Figura 27 apresenta-se a localização das principais medidas estruturais propostas pelo plano.



Legenda

Bacias hidrográficas

- 1 - Monjolinho
- 2 - Água Quente
- 3 - Medeiros
- 4 - Gregório
- 5 - Feijão
- 6 - Santa Maria do Leme
- 7 - Tijuco Preto
- 8 - Cancã
- 9 - Mineirinho
- 10 - Água Fria

Vias

Hidrografia

Represas

Estruturas do PMD

Reservatórios

Piscinões Simeão

Canais

0 0,5 1 2 Km



Projeção: UTM SIRGAS 2000 23 Sul
 Base de dados: PMSC, 2010; SMOP, 2011.
 Elaboração: Faustino, A. da S.
 Local e data: São Carlos, março de 2017

Figura 27: Localização das estruturas propostas pelo Plano Municipal de Drenagem e sua inserção nas bacias hidrográficas. Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses elementos compõem um conjunto de 21 reservatórios de detenção e retenção, 10 trechos de canais no córrego do Monjolinho e do Gregório e 13 reservatórios do tipo piscinão

subterrâneo para contenções na bacia do Simeão, afluente do Gregório. A sugestão locacional destas estruturas, principalmente dos reservatórios de detenção e retenção, implica na ocupação de áreas com usos diversos para a acomodação das águas. Em alguns casos afetam áreas ocupadas com edificações, como na região do Jardim Maria Stella Fagá e no Parque do Bicão, sendo que todos implicam em intervenções na APP e no canal. Apesar de tais intervenções, o plano não propõe medidas mitigadoras destes impactos. Algumas estruturas são embasadas em engenharia dura, construindo reservatórios com inexpressiva harmonização paisagística, por exemplo os reservatórios piscinão propostos para a bacia do Simeão. Alguns encontram-se sobre áreas consolidadas de complexa intervenção, como os reservatórios do Kartódromo e do Parque do Bicão, mas principalmente os canais propostos para o córrego do Gregório em sua passagem pela região central. Dada a necessidade de desapropriações para execução destas obras os custos acabam sendo muito elevados, especialmente no trecho 5 do canal do Gregório, onde foi previsto, além do canal, um parque linear recuperando os 30 metros de APP, e induzindo ao custo de R\$ 118.664.751,20 (26,69% do orçamento de todas as obras do plano). Destaca-se que dada a importância destas obras para o controle das inundações no município e tendo em vista suas proporções, é fundamental a articulação destas diretrizes com demais instrumentos de controle do uso e ocupação do solo.

Pela Tabela 2, observa-se que somados os custos estimados em 2011 dos anteprojetos para barramentos, canais e piscinões as obras do plano demandariam um investimento de R\$ 444.445.735,38 (SMOP, 2011). Considerando que o plano foi aprovado em 2013, verificou-se que o orçamento previsto para a SMOP pela Lei Orçamentária Anual de 2014 (Lei nº 17,010/2014) foi de R\$ 25.683.536,15 (São Carlos, 2013). Percebe-se a complexidade financeira e institucional que a realização das obras do plano implica, uma vez que somam mais do que 17 vezes o orçamento anual da secretaria municipal responsável pela sua execução. Reitera-se a perspectiva de que há um descolamento entre a proposição técnica apresentada e a realidade administrativa do município, inviabilizando que se constitua uma política pública factível para a gestão de águas pluviais.

Tabela 2: Estimativas de custos para implantação das obras estruturais propostas pelo Plano Municipal de Drenagem, a partir dos anteprojetos apresentados em 2011. Fonte: SMOP, 2011.

Estrutura	Código	Local	Custo de anteprojetos - 2011	% do total global
Barramento - Soleira	B01.3	Córrego do Douradinho - foz	R\$ 2.674.046,51	0,602
Barramento - Soleira	B07.3	Rio Monjolinho - montante do Pq. Res. Maria Stella Fagá	R\$ 8.117.720,25	1,826
Barramento - Creager	B10.3	Rio Monjolinho - montante da confluência com Córrego Martinha	R\$ 16.968.158,29	3,818
Barramento - "Bico de Pato"	B20.3	Rio Monjolinho - UFSCar	R\$ 1.188.915,64	0,268

Estrutura	Código	Local	Custo de anteprojetos - 2011	% do total global
Barramento - Creager	B32.5	Córrego do Mineirinho - montante da Av. Bruno Ruggiero	R\$ 9.130.767,56	2,054
Barramento - Soleira	B83.5	Córrego do Gregório - R. Roberto Martinez (Educativa)	R\$ 1.977.929,37	0,445
Barramento - Soleira	B84.5	Córrego do Sorregotti	R\$ 5.513.705,36	1,241
Barramento - Creager	B85.5	Rio Monjolinho - Estrada Mun. Guilherme Scatena	R\$ 5.169.978,68	1,163
Caixa de Reservação	B86.5	Rio Monjolinho - montante da Al. Das Violetas	R\$ 25.813.892,88	5,808
Barramento - Soleira	B87.5	Córrego Santa Maria do Leme - Rod. Washington Luiz	R\$ 17.184.789,15	3,867
Barramento - Soleira	B88.5	Córrego Santa Maria do Leme - confluência com Córrego Cambuí	R\$ 9.910.086,56	2,230
Caixa de Reservação	B89.5	Rio Monjolinho - confluência com Córrego Santa Maria do Leme	R\$ 34.972.175,16	7,869
Barramento - Creager	B90.5	Córrego Tijuco Preto - Av. Araraquara	R\$ 4.475.457,42	1,007
Caixa de Reservação	B91.5	Córrego Tijuco Preto - atrás da Estância Suíça	R\$ 36.146.132,34	8,133
Barramento - Soleira	B92.5	Córrego Paraíso - continuação da R. Eugênia Acácio	R\$ 6.144.285,72	1,382
Barramento - Creager	B93.5	Córrego do Gregório - Rod. Washington Luiz	R\$ 7.210.666,22	1,622
Barramento - Soleira	B94.5	Córrego do Medeiros - Bicão	R\$ 5.705.509,44	1,284
Barramento - Creager	B95.5	Córrego da Água Quente	R\$ 23.158.672,86	5,211
Barramento - Creager	B96.5	Córrego da Água Fria - Estrada Mun.	R\$ 12.947.772,70	2,913
Barramento - Soleira	B97.5	Córrego do Lazzarini	R\$ 1.869.573,84	0,421
Barramento - Soleira	B98.5	Córrego do Lazzarini	R\$ 2.035.407,22	0,458
Barramento - Soleira	B99.5	Córrego Ponte de Tábua - R. Monsenhor Romeu Tortorelli	R\$ 4.334.566,70	0,975
Total barramentos			R\$ 242.650.209,87	54,596
Canal Concreto Armado	1 - G1	Córrego do Gregório	R\$ 1.786.397,99	0,402
Canal Concreto Armado	2 - G2	Córrego do Gregório	R\$ 4.084.184,59	0,919
Canal Concreto Armado	3 - G3	Córrego do Gregório	R\$ 8.134.791,79	1,830
Canal Concreto Armado	4 - G4	Córrego do Gregório	R\$ 14.745.765,27	3,318
Canal Concreto Armado + Pq. Linear	5 - G5	Córrego do Gregório	R\$ 118.664.751,20	26,699
Canal Concreto Armado	6 - G6	Córrego do Gregório	R\$ 13.578.696,28	3,055

Estrutura	Código	Local	Custo de anteprojetos - 2011	% do total global
Canal Concreto Armado	7 - G7	Córrego do Gregório	R\$ 8.430.381,70	1,897
Canal Concreto Armado	1 - M1	Rio Monjolinho	R\$ 5.627.098,09	1,266
Canal Concreto Armado	2 - M2	Rio Monjolinho	R\$ 3.474.511,08	0,782
Canal Concreto Armado	3 - M3	Rio Monjolinho	R\$ 3.768.947,50	0,848
Total canais			R\$ 182.295.525,49	41,016
Reservatório piscinão	P01	Córrego do Simeão	R\$ 3.345.816,15	0,753
Reservatório piscinão	P02	Córrego do Simeão	R\$ 2.408.141,55	0,542
Reservatório piscinão	P03	Córrego do Simeão	R\$ 2.649.993,35	0,596
Reservatório piscinão	P04	Córrego do Simeão	R\$ 742.716,51	0,167
Reservatório piscinão	P05	Córrego do Simeão	R\$ 423.839,30	0,095
Reservatório piscinão	P06	Córrego do Simeão	R\$ 1.562.657,98	0,352
Reservatório piscinão	P07	Córrego do Simeão	R\$ 816.549,16	0,184
Reservatório piscinão	P08	Córrego do Simeão	R\$ 2.478.581,88	0,558
Reservatório piscinão	P09	Córrego do Simeão	R\$ 1.155.580,68	0,260
Reservatório piscinão	P10	Córrego do Simeão	R\$ 1.329.187,18	0,299
Reservatório piscinão	P11	Córrego do Simeão	R\$ 844.485,83	0,190
Reservatório piscinão	P12	Córrego do Simeão	R\$ 885.393,11	0,199
Reservatório piscinão	P13	Córrego do Simeão	R\$ 857.057,34	0,193
Total piscinões			R\$ 19.500.000,02	4,387
Total geral			R\$ 444.445.735,38	

Medidas não-estruturais

- Sugere busca por financiamentos de planos, projetos e obras junto ao FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo), orçamento municipal, dotações de bancos e agências de fomento, repasses estaduais e federais além de financiamento externos para a execução do Plano. Apresenta aspectos gerais para o financiamento e obras com recursos do Comitê de Bacia Hidrográfica do Tiete-Jacaré, por exemplo, além de outros órgãos a nível estadual e federal, incluindo aqueles de pesquisa, e bancos e instituições internacionais como Banco Mundial e ONU.
- Sugere a manutenção e capacitação de um corpo técnico na Prefeitura Municipal responsável pela gestão da drenagem urbana que operacionalize as ações do plano, implemente e fiscalize as políticas e dispositivos legais relacionados. Recomenda um programa de treinamento que abrange temáticas variadas da gestão da drenagem urbana.

- Nos aspectos da gestão reconhece a competência da Secretaria de Obras Públicas para a administração da questão, e propõe a capacitação de seus técnicos para coordenar e gerenciar as ações previstas no plano.
- Nos aspectos financeiros sugere a implantação da Taxa de Manutenção de Drenagem, para arrecadação de recursos junto aos municípios que se destine ao custeio da manutenção das estruturas e dispositivos. Seguindo a linha dos instrumentos econômicos, sugere o fornecimento de descontos em IPTU ou outros impostos municipais quando adotadas técnicas compensatórias nos lotes e loteamentos.
- Nos aspectos legais apresenta artigos, incisos e parágrafos de normais legais municipais que abordam o tema. Menciona a importância da participação popular para o gerenciamento do sistema, mas somente indica a criação de programas de educação ambiental.
- Diretrizes para Projetos: visa orientar a ação dos técnicos da Prefeitura Municipal no fornecimento de diretrizes para os projetos de micro e macrodrenagem. Coloca como responsabilidade da municipalidade a execução das medidas estruturais em áreas consolidadas, mas para as zonas de expansão sugere a ação em responsabilidade compartilhada entre a Prefeitura e o Empreendedor/Proprietário, ou totalmente para o empreendedor. Apresenta informações básicas e sugestões de métodos para o dimensionamento de estruturas como: trincheiras de infiltração, plano de infiltração, pavimentos permeáveis, bacias de retenção, bacias de retenção e polders.

A respeito dos instrumentos e mecanismos para viabilizar a implementação do plano, ele apresenta um orçamento das obras estruturais (barramentos, canais e piscinões) a nível de anteprojeto. Apresenta algumas possibilidades de fontes de financiamento com agências e órgãos públicos e privados, além de instrumentos econômicos para regulação do serviço de drenagem, porém não detalha tecnicamente nenhuma proposta ou determina a criação de instrumentos específicos. Propõe a criação de um programa de capacitação do corpo técnico municipal, especialmente da Secretaria de Obras Públicas para gestão do Plano de Drenagem.

Um dos principais instrumentos apresentados pelo plano para orientar as ações do poder público a respeito do manejo de águas pluviais é o **Manual de Drenagem Urbana**. Este manual é proposto para:

(...) estabelecer diretrizes básicas para os projetos de microdrenagem urbana no Município, e orientar os profissionais da Prefeitura, prestadores de serviços e empreendedores, que atuam nas áreas de planejamento, projetos de drenagem urbana, planejamento e controle do uso do solo, como também projeto, análise e aprovação de novos empreendimentos (SMOP, vol II, p. 205, 2011).

O documento define o sistema de macrodrenagem de São Carlos como as bacias hidrográficas, seus fundos de vale e canais, destacando a responsabilidade do DAEE

(Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo) para aprovação de intervenções neste sistema. Apresenta métodos para definição das vazões de projeto, define como os parâmetros básicos os períodos de retorno e coeficientes de escoamento superficial a serem seguidos em situações distintas, e adota a equação de chuva de Araraquara (SP) fornecida pelo DAEE. Define o sistema de microdrenagem como a coleta e condução das águas pluviais precipitadas sobre as superfícies impermeáveis, sendo as galerias seu principal elemento, acompanhadas por bocas coletoras, sarjetas, poços de visita, dissipadores de energia, descidas d'água em degraus e outros elementos. Posteriormente traz detalhadamente os métodos para dimensionamento destas e os parâmetros em que os projetos devem ser apresentados (SMOP, 2011).

Destaca como impactos da urbanização sobre estes sistemas: aumento do escoamento superficial, redução da evapotranspiração, do escoamento subterrâneo e do lençol freático, aumento da produção de resíduos sólidos e deterioração da qualidade das águas superficiais, principalmente devido à poluição difusa (SMOP, 2011). Foca-se, entretanto, no controle das enchentes urbanas (aspecto quantitativo) enquanto principal consequência da urbanização. Como estruturas alternativas propõe planos de infiltração, valas de infiltração, bacia de percolação (lote), pavimentos permeáveis, controles de entrada (telhados verdes), reservatórios de retenção, reservatórios de detenção, e medidas para controle da poluição difusa (estruturais e não-estruturais). Por fim elenca os dispositivos legais que têm relação com a questão da ocupação urbana e as implicações sobre as bacias hidrográficas (âmbito Federal, Estadual e Municipal), mas não discute o teor diretamente relacionado (SMOP, 2011).

Considerando a proposta das medidas estruturais e não-estruturais indicadas pelo Plano, bem como o conteúdo do Manual de Drenagem Urbana, é possível detectar enquadramentos nas perspectivas da Cidade Drenada, da Cidade dos Cursos d'Água e da Cidade do Ciclo da Água. Porém, ainda que sejam sugeridos diferentes dispositivos para o manejo das águas pluviais, os projetos elaborados ancoram-se basicamente em reservatórios de detenção e retenção, técnicas que atuam nas duas perspectivas mais avançadas, mas que no caso do Plano atendem à demanda de proteção a inundações. De fato, praticamente nenhuma medida que vise a restauração do equilíbrio ecossistêmico e da qualidade das águas urbanas é apresentada de modo prático e objetivo.

O que demonstra tal viés quantitativo das ações propostas e a ausência da preocupação com os aspectos qualitativos é a inexistência de parâmetros de qualidade da água e de critérios a serem atendidos neste sentido. Por exemplo, a fixação de níveis máximos de sedimentos, nutrientes e compostos orgânicos presentes nas águas pluviais lançadas nos córregos, que quando seguidos e monitorados refletem a eficácia das ações adotadas e induzem a revisões das estratégias (Tucci, 2016).

Ao mesmo tempo, não são propostas medidas que visem a conservação das águas pluviais enquanto recurso para abastecimento humano, o que se desenvolveria em projetos de cisternas ou de recargas induzidas de aquíferos. Ainda que a condição hídrica de São Carlos não seja crítica para o abastecimento, investir em fontes alternativas para usos não potáveis (como regas de jardins

e limpeza de áreas externas) traz benefícios por aumentar a resiliência do sistema e reduzir a demanda por tratamento de água potável, processo que implica no lançamento periódico de efluentes das estações de tratamento nos cursos d'água.

O condicionamento do Plano de Drenagem ao Plano Diretor representa uma interação entre estas políticas, mas se dá de uma forma reativa, ou seja, o Plano de Drenagem responde a diretrizes trazidas pelo Plano Diretor. Porém, seria pertinente, ao menos a nível de recomendações, que o Plano de Drenagem trouxesse uma postura proativa, no sentido de indicar quais formas de ocupação são compatíveis com um desenvolvimento urbano ambientalmente equilibrado do ponto de vista das águas pluviais. Poderiam ter sido indicadas zonas que não deveriam ser ocupadas (como áreas de risco de inundação, ou de relevante desempenho ambiental), ou propostos de coeficientes e tipologias de ocupação, entendendo que o modo que se conforma a ocupação urbana das bacias hidrográficas é fator determinante para seu desempenho hidrológico.

A respeito da implementação do Plano de Drenagem, em consulta aos técnicos da SMOP, verificou-se que as obras propostas não se encontram em contratação de projeto ou em execução. Um dos argumentos fornecidos pelos servidores foi a apresentação dos projetos no Plano de Drenagem apenas a nível de anteprojeto, sendo ainda necessário o desenvolvimento dos projetos executivos (informação verbal)¹².

Investigou-se ainda o nível de implementação do Manual de Drenagem Urbana. Dentre os procedimentos que têm sido seguidos pela SMOP há a figura das Diretrizes de Drenagem Urbana de São Carlos, documento que tem orientado a avaliação da secretaria sobre os projetos de parcelamento do solo para fins urbanos, proposta que se sobrepõe à do manual. Na última versão destas diretrizes (SMOP, 2015) há um teor mais objetivo do que o presente no manual, de modo que as recomendações se apresentam próximas à realidade projetual, explicitando as exigências técnicas e possibilidades locais de estruturas, por exemplo. Além disso, as diretrizes listam os materiais básicos a serem apresentados para avaliação dos projetos, como plantas topográficas georreferenciadas, nivelamento de vias públicas, projeto de urbanização e condições do curso d'água receptor (SMOP, 2015).

Com esta estrutura, observa-se que a avaliação da conformidade dos projetos de drenagem se dá *a posteriori* da concepção urbanística e viária, sendo que estes dois elementos são determinantes na conformação da situação hidrológica. Portanto, uma postura que busque reduzir os impactos da ocupação de modo mais próximo à sua origem deveria envolver a avaliação e reconfiguração da implantação urbanística e viária no intuito de obter a melhor solução possível, com geração de menores impactos e economia de recursos (infraestruturas) (Coffman, 1999).

As diretrizes obrigam o estudo de toda bacia de contribuição para o dimensionamento do sistema. Define também a equação de chuva, o tempo de retorno, o tempo de concentração, o método para cálculo das vazões, e os coeficientes de escoamento superficial (com parâmetros

¹² Informação fornecida por engenheiros da Secretaria Municipal de Obras Públicas de São Carlos em fevereiro de 2017.

mais restritivos) com distinções do que é apresentado no manual em geral. Seguem então com definições para o dimensionamento das infraestruturas convencionais de drenagem, e para a compensação do excedente em volume e de vazão produzido pelo empreendimento exigem explicitamente os reservatórios de retenção, os quais devem contar com dispositivos para evitar processos erosivos nas suas entradas e saídas. Este é um aspecto no qual o manual traz um conteúdo mais diversificado, uma vez que apresenta diferentes dispositivos que podem ser combinados em um sistema de manejo de águas pluviais promovendo captação, tratamento, uso e infiltração no solo deste recurso, enquanto que as diretrizes se restringem aos reservatórios de retenção.

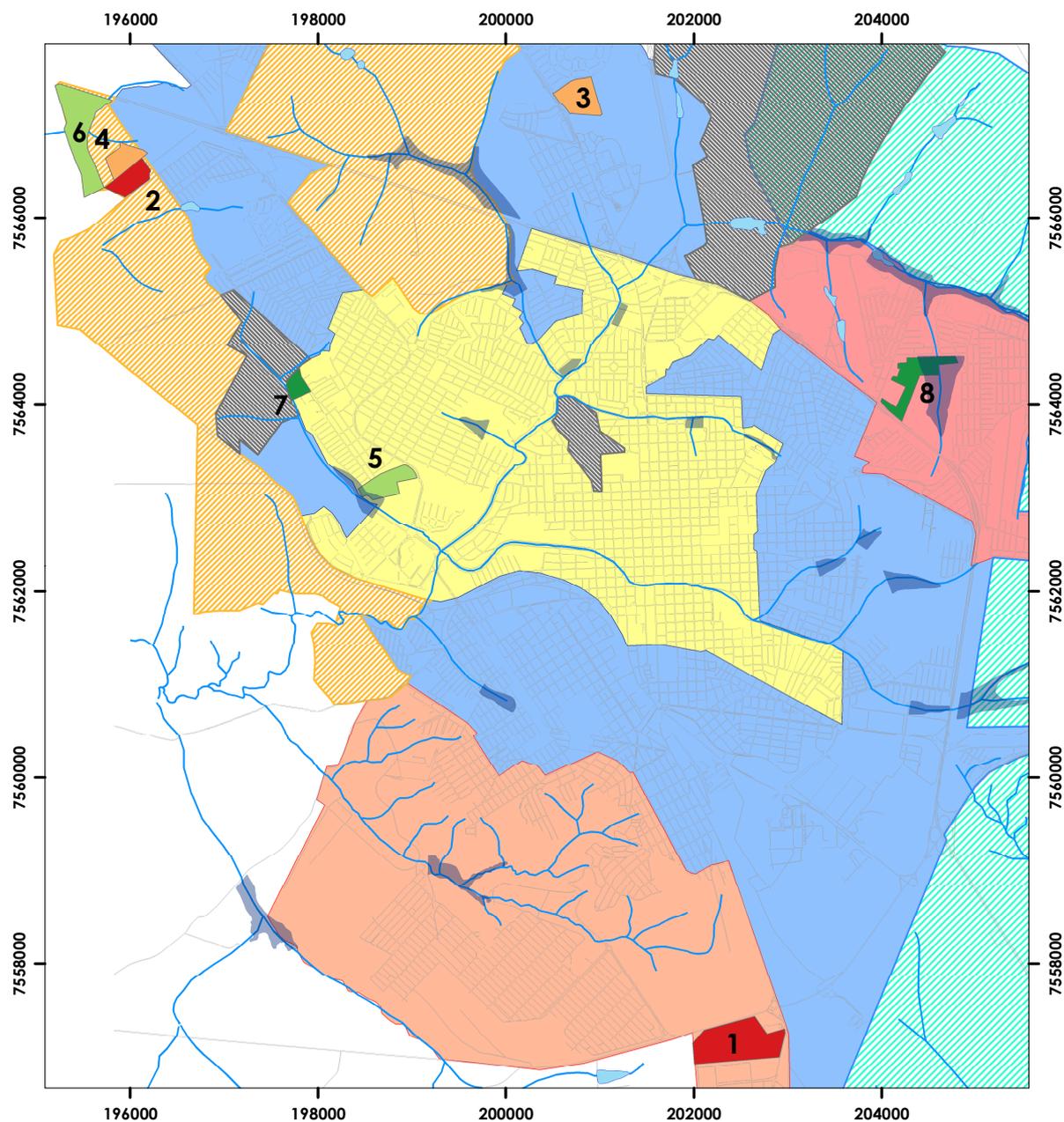
Em relação à revisão do plano, a Lei Federal de Saneamento Básico fixa em seu Art. 19, inciso V, parágrafo 4º, que os planos de saneamento deverão ser revistos em prazo não superior a quatro anos. Entretanto, o plano de drenagem não tece considerações sobre seu prazo de vigência e revisão (SMOP, 2011), mas entendendo que sua promulgação se deu junto ao Plano Municipal de Saneamento Básico em 2013, perante a determinação da legislação federal o período de revisão teria 2017 como seu prazo máximo.

3.4 Ações de manejo de águas pluviais em voga

Para determinar quais medidas têm sido adotadas pelo poder público para regulação dos efeitos da urbanização sobre a hidrologia das bacias hidrográficas, considerou-se os processos de licenciamento de parcelamento do solo para fins urbanos que tenham sido aprovados a partir de 2009. O período selecionado visou revelar as práticas mais atuais e consolidadas dentro da questão, uma vez que importantes normas municipais se estabeleceram em 2003, 2005 e 2011. Os documentos foram buscados junto à SMH DU principalmente, mas também consultados no âmbito da SMOP, os quais foram caracterizados a partir de protocolos de análise (Apêndice 1) quanto à localização, à situação de licenciamento, ao conjunto de diretrizes emitidas pelo poder público para aprovação, aos projetos apresentados pelos empreendedores, às estruturas de manejo de águas pluviais presentes e à integração urbanística e ambiental destas estruturas. Os resultados destas análises são apresentados nos Quadros 11, 12, 13 e na Figura 28.

Quadro 11: Relação dos parcelamentos de solo analisados, ordenados cronologicamente pela data de aprovação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Nome do empreendimento	Proprietário	Número do processo	Tipo de empreendimento	Área (m ²)	Inserção no zoneamento (PD 2005)	Situação	Decreto de aprovação
Parque Novo Mundo	RPS Engenharia Ltda.	12.340/2000	Loteamento de uso misto (residencial, comercial e industrial) com Habitação de Interesse Social	344.191,44	Zona 3A - Recuperação e Ocupação Controlada	Aprovado	nº 408 de 18/09/2009
Moradas São Carlos I	Rodobens Negócios Imobiliários SA	16.721/2009	Loteamento residencial unifamiliar	96.542,00	Zona 4B - Regulação e Ocupação Controlada	Aprovado	nº 544 de 27/11/2009
Village Damha III	Empreendimentos Imobiliários Damha São Carlos III SPE Ltda	19.396/2010	Condomínio residencial horizontal unifamiliar	453.600,00	Zona 2 - Ocupação Condicionada	Aprovado	nº 260 de 16/06/2011
Parque dos Flamboyant	Infratec Empreendimentos Imobiliários Ltda.	19.321/2003	Loteamento residencial de Habitação de Interesse Social	109.305,07	Zona 4B - Regulação e Ocupação Controlada	Aprovado, porém aguarda parecer final da CMA	nº 361 de 03/08/2011
Residencial Reserva Aquarela	INPAR Projeto 105 SPE Ltda.	33.009/2011	Condomínio residencial horizontal unifamiliar	91.485,39	Zona 1 - Ocupação Induzida	Aprovado	nº 677 de 19/12/2012
Jardim Araucária	Roberto Pereira de Souza / Jardim Araucária SPT Ltda.	28.655/2011	Loteamento residencial de Habitação de Interesse Social	300.249,00	Zona 4B - Regulação e Ocupação Controlada	Aprovado	nº 642 de 14/11/2012
Residencial Monte D'Oro	MRV Prime XXXIX Incorporações SPE Ltda	7.238/2016	Condomínio residencial vertical multifamiliar	23.016,76	Zona 1 - Ocupação Induzida	Em avaliação	-
Jardim Larine	Frauke Larine, Rodolfo Larine e Ademar Larine	14.786/2015	Loteamento de uso misto (residencial de industrial)	164.330,71	Zona 3B - Recuperação e Ocupação Controlada	Em avaliação	-



Legenda

Parcelamentos avaliados

Ano de aprovação

- 2009
- 2011
- 2012
- Em avaliação
- Reservatórios PMD
- Represas
- Hidrografia
- Vias

- 1 - Parque Novo Mundo
- 2 - Moradas São Carlos 1
- 3 - Village Dahma III
- 4 - Parque dos Falmboyant
- 5 - Residencial Reserva Aquarela
- 6 - Jardim Araucária
- 7 - Residencial Monte D'Oro
- 8 - Jardim Larine

Zoneamento PD 2005

- 1 - Ocupação Induzida
- 2 - Ocupação Condicionada
- 3A - Recuperação e Ocupação Controlada
- 3B - Recuperação e Ocupação Controlada
- 4B - Regulação e Ocupação Controlada
- 5 - Proteção e Ocupação Restrita
- Campus Universitários

Projeção: UTM SIRGAS 2000 23 Sul
 Base de dados: PMSC, 2005, 2010; SMOP, 2011.
 Elaboração: FAUSTINO, A. da S.
 Local e data: São Carlos, março de 2017

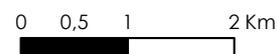


Figura 28: Mapa dos empreendimentos recentes avaliados e sua localização em relação ao zoneamento do Plano Diretor de 2005 e aos reservatórios projetados pelo Plano Diretor de Drenagem de 2011. Fonte: Elaborado pelo autor.

As propostas urbanísticas encontradas foram variadas, envolvendo loteamentos com controle de acesso às vias internas (Village Dahma III, Moradas São Carlos I, Residencial Reserva Aquarela e Parque Monte D'Oro) e com acesso livre às vias (Parque Novo Mundo, Parque dos Flamboyant, Jardim Araucária e Jardim Larine), empreendimentos que atingem um público de maior poder aquisitivo (Village Dahma III) e empreendimentos de Habitação de Interesse Social (Parque Novo Mundo e Jardim Araucária), dentre outros aspectos. Pode-se observar pela Figura 28 que eles se distribuem em diferentes zonas de acordo com o Plano Diretor Municipal de 2005, o que implica em diretrizes distintas para o parcelamento do solo. Por exemplo, o Jardim Larine, empreendimento ainda em avaliação, localiza-se na Zona 3B, a qual se insere em Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais – APREM (Lei nº 13.944/2004), e, portanto, possui diretrizes ambientalmente mais protetivas para conservar os recursos hídricos, exigindo adequações pelos empreendimentos que ali se proponham.

Destaca-se que quando a alocação dos parcelamentos é comparada com a proposição dos reservatórios de controle da macrodrenagem do Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável existem sobreposições, nos casos da proposta de implantação do Jardim Larine e do Residencial Reserva Aquarela, sendo que este já foi executado. Esta constatação traz o indicativo de que as políticas de uso e ocupação do solo no município não têm incorporado adequadamente as diretrizes para execução destes reservatórios, promovendo situações de conflito entre os instrumentos de planejamento.

Quadro 12: Diretrizes emitidas e propostas adotadas para compensação de impactos sobre águas pluviais nos empreendimentos analisados (Parte 1). Fonte: Elaborado pelo autor.

Empreendimento	Emissão da diretriz para parcelamento do solo	Diretriz emitida	Aprovação do projeto	Implicações para os cursos d'água
Parque Novo Mundo	Não consta clara e objetiva expedição de diretriz urbanística. O que se apresentam são certificados de conformidade pela SMH DU de que o projeto se encontra apto à aprovação.	Não consta	30/01/2012	Não há cursos perenes atravessando o empreendimento, mas prevê dissipadores de energia para o lançamento no córrego receptor.
Moradas São Carlos I	Não há emissão de diretrizes neste processo, pois se inicia com reformulações de projeto e memorial a partir de um processo anteriormente já aprovado (15.583/2006)	Não consta	06/10/2011	Não há cursos perenes atravessando o empreendimento, mas prevê dissipadores de energia para o lançamento no córrego receptor.
Village Damha III	05/02/2010	Apresenta os parâmetros e coeficientes urbanísticos e viários a serem seguidos. Exige que a implantação garanta a integridade dos recursos naturais na área. Exige a priorização de pavimentos permeáveis, recomenda incorporar os indivíduos arbóreos existentes ao projeto, exige reservatório para compensação do impacto hidrológico de acordo com o Art. 103 do PD.	11/10/2011	Não há cursos perenes atravessando o empreendimento, mas prevê dissipadores de energia para o lançamento no córrego receptor.

Empreendimento	Emissão da diretriz para parcelamento do solo	Diretriz emitida	Aprovação do projeto	Implicações para os cursos d'água
Parque dos Flamboyant	04/07/2006	Foi a segunda diretriz emitida, pela qual os projetos foram aprovados. Apresentava os parâmetros e coeficientes urbanísticos e viários a serem seguidos, e exigia a execução de alguns dispositivos de compensação de impacto sobre as águas pluviais, priorizando pavimentos permeáveis. Anexava diretrizes gerais para drenagem urbana.	12/03/2010	As APPs foram salvaguardadas e revegetadas, e previu-se dissipadores de energia nos lançamentos.
Residencial Reserva Aquarela	04/01/2012	Apresenta os parâmetros e coeficientes urbanísticos e viários a serem seguidos. Destaca a necessidade de preservação da integridade dos recursos naturais na área, exigindo dispositivo de compensação do impacto hidrológico conforme Art. 103 do PD. Recomenda a incorporação de árvores existentes no projeto.	11/06/2012	As APPs foram salvaguardadas, tendo as áreas públicas sido alocadas contíguas a elas.
Jardim Araucária	03/12/2010	Apresenta os parâmetros e coeficientes urbanísticos e viários a serem seguidos. Dá ênfase à necessidade de compatibilização das infraestruturas com a capacidade de suporte dos recursos naturais. Exige a salvaguarda das metragens de APP (30 e 50m). Exige de acordo com o Art. 103 do PD a implantação de dispositivos para compensação dos impactos hidrológicos, priorizando pavimentos permeáveis.	09/04/2012	As APPs foram salvaguardadas e revegetadas, à exceção de um trecho em que foi realizada transposição do córrego com via, e previu-se dissipadores de energia nos lançamentos.

Empreendimento	Emissão da diretriz para parcelamento do solo	Diretriz emitida	Aprovação do projeto	Implicações para os cursos d'água
Residencial Monte D'Oro	20/10/2015	Dá ênfase à necessidade de que a implantação do empreendimento não comprometa as infraestruturas urbanas, especialmente em relação às condições ambientais e aos sistemas viários e de drenagem urbana. Exige o cumprimento do Art. 103 do PD, e que se execute a construção de poços de infiltração de acordo com o Código de Obras e Edificações. Exige a manutenção das APPs vegetadas (30 e 50 m). Diretrizes da CMA exigem a utilização de pavimentos permeáveis.	Projeto ainda não aprovado. Último projeto apresentado em 28/11/2016	O projeto resguarda a APP, inclusive APP de área brejosa, salvaguarda ainda outras áreas vegetadas, e prevê dissipadores de energia no lançamento de águas pluviais.
Jardim Larine	29/09/2015	Destaca a localização em APREM e apresenta as diretrizes correspondentes para cuidados ambientais especiais para preservação dos mananciais. Exige as metragens de SAPRE 01 e 02 a partir do corpo hídrico. Exige elementos do sistema de drenagem de acordo com o Art. 103 do PD, e o reservatório de detenção. Exigia presença de pavimentos permeáveis.	Projeto ainda não aprovado. Último projeto apresentado em 27/09/2016	Não há cursos perenes atravessando o empreendimento, mas prevê dissipadores de energia para o lançamento no córrego receptor.

Quadro 13: Diretrizes emitidas e propostas adotadas para compensação de impactos sobre águas pluviais nos empreendimentos analisados (Parte 2). Fonte: Elaborado pelo autor.

Empreendimento	Estruturas de manejo de águas pluviais apresentadas	Volume retido em reservatório (m³)	Vazão efluente do reservatório (m³/s)	Custo dos dispositivos compensatórios (R\$)	Integração urbanística e paisagística das estruturas
Parque Novo Mundo	Apresenta sistema convencional de drenagem e dois reservatórios de detenção. Não prevê poços de infiltração ou reuso.	Não apresenta	Não apresenta	Não apresenta	Os reservatórios são de acesso livre e apresentam cobertura gramada.
Moradas São Carlos I	Apresenta sistema convencional e a compensação dos volumes em reservatório de detenção de empreendimento adjacente (Parque dos Flamboyant). Não prevê poços de infiltração, pavimentos permeáveis ou reuso.	2.626,85	Não apresenta	Não apresenta	O reservatório é externo ao empreendimento, próximo à APP e área institucional, mas não prevê projeto de integração.
Village Damha III	Apresenta sistema convencional de drenagem, dois reservatórios lineares de detenção e poços de infiltração por lote. Não prevê reuso.	1,5 (poço padrão) e 2.099,91 (reservatórios)	Não apresenta	Não apresenta	Um reservatório é interno e outro é externo ao empreendimento, ambos cercados, alinhados às vias, e apresentam cobertura gramada.
Parque dos Flamboyant	Apresenta sistema convencional e um reservatório de detenção. Não prevê pavimentos permeáveis. É apresentado esquema básico de poço de infiltração, mas sem alocação nos lotes.	2.626,85	1,89	Não apresenta	O reservatório está posicionado entre APP e área institucional, mas não prevê projeto de integração.
Residencial Reserva Aquarela	Apresenta sistema convencional de drenagem, um reservatório de detenção e poços de infiltração nos lotes. Não prevê pavimentos permeáveis ou reuso.	5,3 (poço padrão) e 1.751 (reservatório)	2,97	85.000,00 (reservatório)	O reservatório é interno ao empreendimento, não articulado ao sistema de lazer, cercado e com cobertura gramada.

Empreendimento	Estruturas de manejo de águas pluviais apresentadas	Volume retido em reservatório (m³)	Vazão efluente do reservatório (m³/s)	Custo dos dispositivos compensatórios (R\$)	Integração urbanística e paisagística das estruturas
Jardim Araucária	Apresenta sistema convencional e um reservatório de retenção. Não foram incorporados pavimentos permeáveis, poços de infiltração ou reuso nos projetos.	9.482,74	2,91	Não apresenta	Os reservatórios encontram-se contíguos às APPs e ao sistema de recreio, apresentando cobertura gramada.
Residencial Monte D'Oro	Apresenta sistema convencional e um reservatório de retenção. Não foram incorporados pavimentos permeáveis, poços de infiltração ou reuso nos projetos.	256,5	Não apresenta	Não apresenta	O projeto não prevê integração, estando o reservatório localizado ao final dos estacionamentos e constituindo-se de uma caixa profunda sem cobertura vegetal.
Jardim Larine	Apresenta sistema convencional e um reservatório de retenção. Não foram incorporados pavimentos permeáveis nos projetos, sendo que estes encontram-se aprovados pela SMTT. Não prevê poços de infiltração ou reuso.	4.370,76	1,08	84.943,44	O reservatório localiza-se na SAPRE 02 e é cercado por alambrado, apresentando cobertura vegetal.

De modo geral, constata-se que há a figura das Diretrizes de Parcelamento para Fins Urbanos para praticamente todos os empreendimentos, e este se mostra como o principal instrumento de orientação e condicionamento dos projetos, servindo também como o parâmetro de avaliação destes, especialmente por congregar em um único documento as exigências de outros instrumentos presentes no arcabouço legal do município. Desta forma, as diretrizes reforçam a necessidade de conservação dos atributos naturais do território, aspecto apresentado pelo Plano Diretor de 2005 e pela Lei nº 13.246/2003, por exemplo, principais dispositivos legais para exigir o uso de estruturas que compensem os impactos hidrológicos da ocupação. As diretrizes ainda trazem o reforço à necessidade de salvaguarda das Áreas de Preservação Permanente e sua recomposição quando degradadas.

Perante este arcabouço, verifica-se que nos empreendimentos analisados garantiu-se o respeito às faixas de APP legalmente protegidas, assegurando ainda o controle sobre as formas de lançamento de águas pluviais nos córregos receptores por meio da presença de dissipadores de energia. A respeito do sistema de manejo de águas pluviais, há sempre a previsão do sistema convencional para coleta e condução das águas pelas vias e galerias projetadas, sendo em todos os casos previsto ao menos o reservatório de detenção para controle da vazão (Figura 29). A prática de exigir esta estrutura dos empreendimentos é a que tem sido adotada há mais tempo, e que foi reforçada tanto pelo Plano Diretor de 2005 quanto pela Lei nº 13.246/2003. Entende que a exigência dos reservatórios seja a maior repercussão consolidada para os projetos em voga, ainda que tal estrutura trate mais das questões quantitativas (controle da vazão) e menos das qualitativas (controle da poluição difusa) (Entrevista Paulo Vaz).

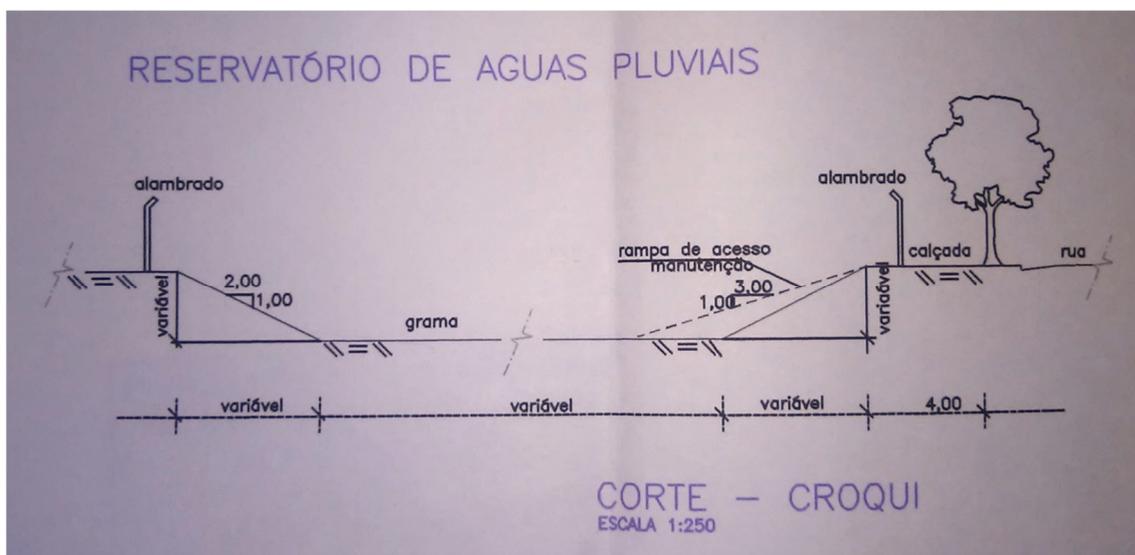


Figura 29: Corte do reservatório de detenção apresentado para o Residencial Reserva Aquarela. Fonte: INPAR PROJETO, 2012.

Outras tipologias de técnicas, como mecanismos de captação e reuso de águas pluviais, poços de infiltração e pavimento permeáveis, são pouco frequentes. Os pavimentos, mesmo que as diretrizes de projeto tragam recomendações para seu uso, dificilmente são incorporados. No

caso do Jardim Larine, por exemplo, a SMH DU exigiu que fossem empregados nas vias de baixo fluxo, tendo em vista a inserção em área de APREM, porém os projetos iniciais não os apresentaram, e mesmo assim receberam aprovação pela SMTT.

Os poços de infiltração, os quais devem ser apresentados nos sistemas de águas pluviais dos lotes segundo a Lei nº 15.958/2011, são exibidos nos projetos de apenas alguns empreendimentos, e surgem como o esquema básico de poço a ser executado em cada lote (Figura 30), mas não são considerados no dimensionamento de desempenho hidrológico da área, o qual se baseia sempre nos reservatórios de retenção.

Para além de medidas de controle de impactos e proteção dos ecossistemas hidricamente sensíveis não surgem outros dispositivos de manejo, como a previsão de captação e reuso das águas pluviais para fins não potáveis, ainda que a legislação municipal tenha recentemente incorporado sua obrigatoriedade pela Lei nº 17.729/2016. Acredita-se que é necessário ainda um período maior de vigência deste novo instrumento para que surjam propostas nele embasadas, ainda que a busca de fontes alternativas de abastecimento seja um preceito para promover maior resiliência urbana e se alinhar na perspectiva de Cidades do Ciclo da Água.

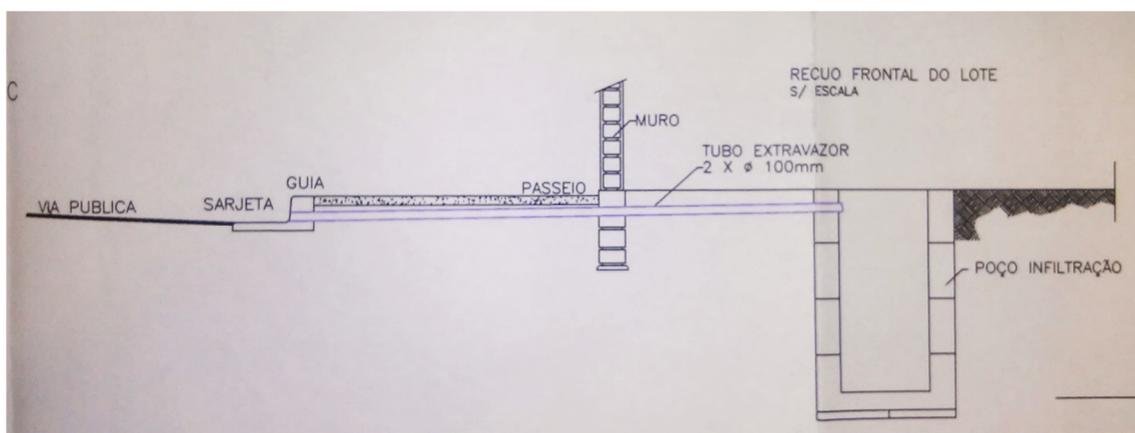


Figura 30: Representação da implantação de poço de infiltração no lote para o Residencial Reserva Aquarela. Fonte: INPAR PROJETO, 2012.

A respeito da integração urbanística e ambiental das estruturas, verifica-se que esta potencialidade é pouco explorada nos casos considerados. O próprio acesso aos dispositivos é limitado, pelo seu confinamento ao espaço interno de empreendimentos com controle de acesso, ou seja, pela presença de cercas ao redor dos reservatórios de retenção (Figura 29). Essa é uma questão que perpassa a segurança pública e sanitária em função dos riscos em que um habitante desavisado pode se encontrar se estiver nestas estruturas durante seu funcionamento, mas tal aspecto pode ser abordado por meios como a comunicação e educação comunitária, uma vez que a perspectiva de usos integrados para essas técnicas tem sido indicada como indutor de melhores soluções (Coffman, 1999).

Além da questão das formas de acesso às estruturas, a sua alocação, em geral, se resume ao posicionamento mais à jusante possível na área projetada, de modo desconexo da implantação

urbanística e na maioria das vezes associada às APPs e às áreas públicas (Figura 31). O tratamento paisagístico que os reservatórios recebem é a cobertura com gramado, mas sem incorporar outras espécies e estratos vegetais, seja pelo desempenho ambiental ou estético. Há forte influência neste aspecto da visão de que o uso de área do empreendimento para alocação das estruturas de manejo acarrete em perda de lucratividade pela menor comercialização de lotes, conformando uma área restrita para os reservatórios. Entretanto, estes poderiam ser pensados não apenas em uma única estrutura, como se mostra mais comum, mas na perspectiva da cadeia de tratamento, articulando reservatórios menores distribuídos ao longo do parcelamento, aumentando seu potencial de integração urbanística. Desta forma, cria-se um valor que pode ser agregado ao empreendimento, além da economia gerada com a redução da infraestrutura convencional que precisaria ser instalada, um dos elementos que mais impacta no custo final das obras (Entrevista Paulo Vaz).

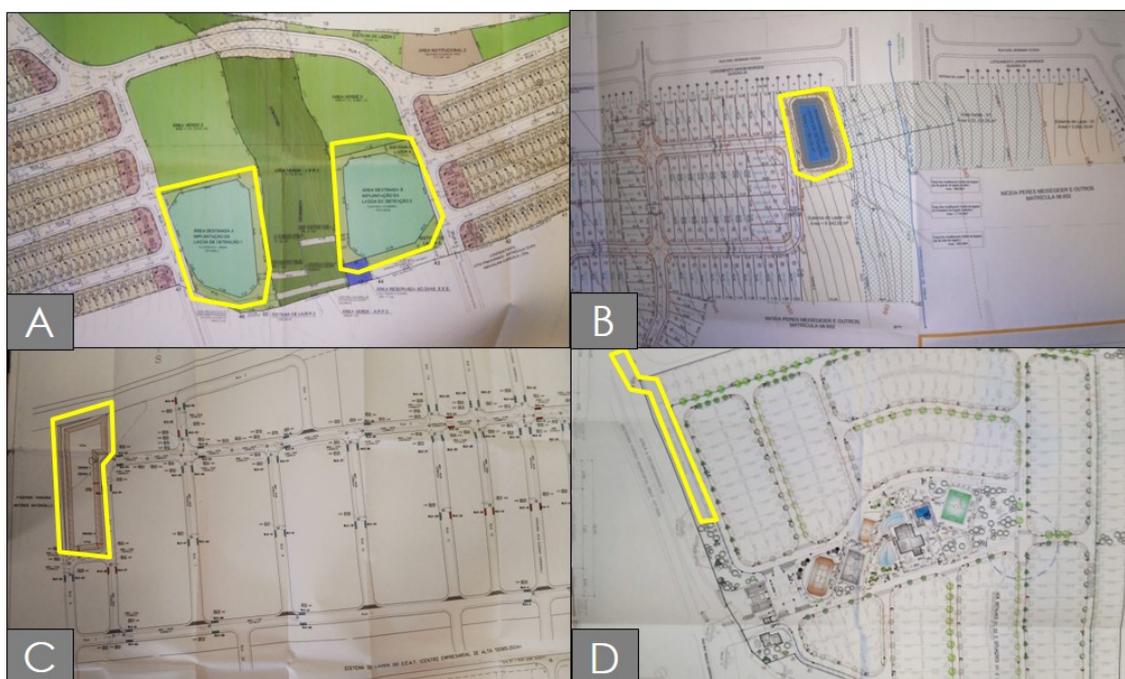


Figura 31: Alocação dos reservatórios de detenção para o Parque dos Flamboyant (A), Jardim Larine (B), Parque Novo Mundo (C) e Village Dahma III (D). Fonte: RPS Engenharia, 2012; Camengon Projetos e Execução, 2016; JMF Projetos e Consultoria, 2009; Ville Projetos de Engenharia, 2011.

Outro aspecto da implantação urbanística e ambiental diz respeito à incorporação da vegetação existente enquanto elemento de projeto. Percebe-se que os indivíduos arbóreos e maciços vegetais que se localizam nas APPs e áreas públicas em geral são preservados, porém aqueles presentes nas áreas em que ocorrerá a implantação viária são suprimidos, e se desenvolvem projetos de recomposição vegetal e arborização urbana para mitigação dos impactos. Esta prática é tida como padrão, mesmo nos casos em que existe compatibilidade entre a proposta urbanística e a localização das árvores (Figura 32). Os projetos poderiam incorporá-las enquanto elementos de harmonização paisagística, tendo em vista o porte maduro que podem

apresentar, servindo inclusive como elementos integradores para estruturas de manejo de águas pluviais em escala local, como bacias de biorretenção.

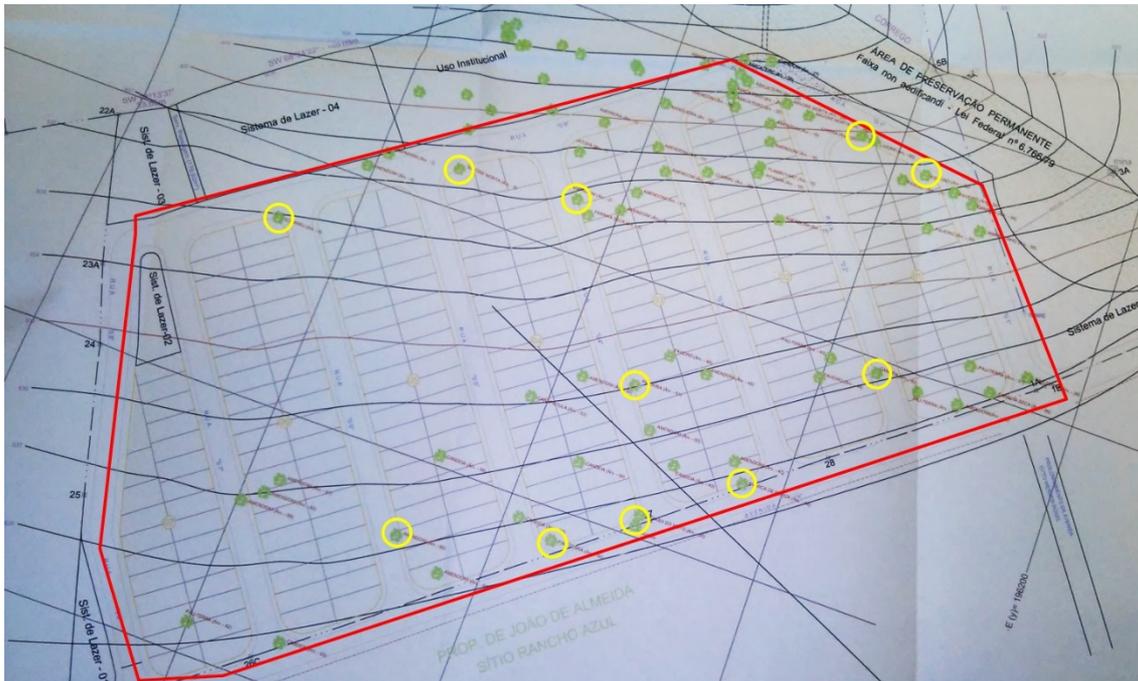


Figura 32: Indivíduos arbóreos removidos (vermelho) para implantação do Parque dos Flamboyant e indicação dos que poderiam ser incorporados ao projeto. Fonte: Adaptado de Infratécnica Engenharia e Construções, 2011.

A análise dos processos de aprovação revela que algumas práticas alternativas já têm sido adotadas de fato na implantação dos empreendimentos, marcadamente os reservatórios de retenção, os quais trazem significativa melhoria na compensação do impacto hidrológico quantitativo (vazão) após a urbanização. É possível afirmar que o desenvolvimento dos novos loteamentos pautados por esta prática não levaria à conformação do mesmo cenário que o modelo de ocupação adotado ao longo do século XX produziu para a cidade. Porém, a forte dependência apenas desta tipologia limita as possibilidades projetuais e de manejo de águas pluviais, tendo em vista que os aspectos qualitativos de controle da poluição difusa não são incorporados, o que não torna plena a conservação dos ecossistemas hidricamente sensíveis. Ao mesmo tempo, ainda não se registram práticas que visem o aproveitamento dessas águas para usos com baixo requerimento sanitário, aspecto que pode reduzir a pressão da exploração sobre os mananciais superficiais e subterrâneos.

Além destas questões, fica evidente que a articulação das ações entre as diferentes escalas de gestão das águas pluviais encontra-se fragilizada, seja pelo dimensionamento hidrológico dos parcelamentos que não considera as infraestruturas nos lotes, seja com a incompatibilidade de reserva de área para a macroestruturas compensatórias.



CAPÍTULO 4

POTENCIALIDADES E DESAFIOS PARA O WSUD EM SÃO CARLOS



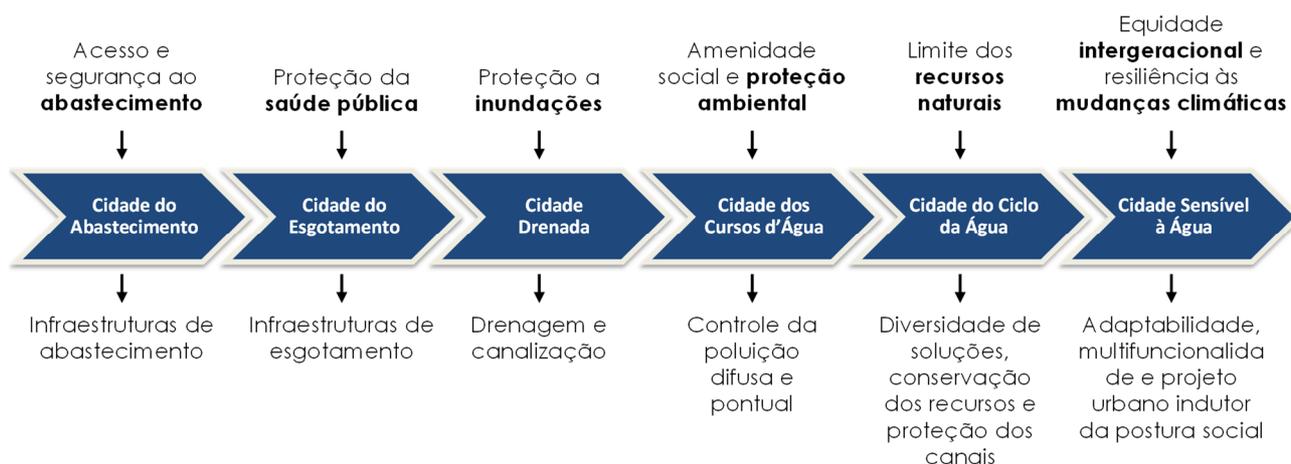
NESTE CAPÍTULO SÃO EXPLORADAS QUESTÕES A RESPEITO DO DESENVOLVIMENTO DA ABORDAGEM WSUD NA CIDADE DE SÃO CARLOS, ESTADO DE SÃO PAULO, ENQUANTO ALTERNATIVA PARA ORIENTAR A URBANIZAÇÃO, PARTINDO-SE DA COMPREENSÃO DO SISTEMA DE GESTÃO URBANA E DE ÁGUAS PLUVIAIS VIGENTE. RETOMA-SE CONCEITOS E RESULTADOS INVESTIGADOS NOS CAPÍTULOS ANTERIORES, A PARTIR DOS QUAIS SÃO SINTETIZADAS AS POTENCIALIDADE E DESAFIOS PARA A PROPOSTA E DISCUTE-SE PERSPECTIVAS PARA SUA INTEGRAÇÃO NA ESTRUTURA INSTITUCIONAL.

4.1 Tendências de evolução no manejo de águas pluviais em São Carlos

Com base nos dados históricos do município de São Carlos levantados na pesquisa e considerando o quadro evolutivo de sensibilidade à água de Brown et al. (2009) (Figura 33), percebe-se que da formação da cidade até seu desenvolvimento em meados do século XX, predominaram os dois primeiros estágios evolutivos a Cidade do Abastecimento e a Cidade do Esgotamento. Estes eram embasados por um contrato hidro-social no qual se entendia a necessidade de fornecer o abastecimento e o esgotamento sanitário a toda a população, tendo a municipalidade a responsabilidade por assegurar e fazer valer tal condição. A partir da década de 70, São Carlos evoluiu para o estágio da Cidade Drenada, tendo em vista que a dispersão da

ocupação urbana sobre suas bacias seguiu alterando as dinâmicas hidrológicas e tornando cada vez mais complexo o conflito com as inundações na região central. Nesse período, aplicaram-se os avanços que a hidrologia urbana trouxe à luz da época, os quais reforçavam conceitos higienistas que implicavam na instalação de condutos lineares para o rápido e eficiente escoamento das águas. Tal perspectiva fica evidente com a análise do prospecto legislativo acerca do manejo de águas pluviais até a década de 1990 (Quadro 8, p. 73).

Indutores sociopolíticos



Funções desempenhadas pelos serviços de saneamento

Figura 33: Quadro avaliativo do estágio evolutivo de cidades sensíveis à água. Fonte: Adaptado de Brown et al. (2009).

Esse conjunto de posturas consolidou a prática predominante para a gestão de águas urbanas, voltado à provisão de condições sanitárias mínimas ao funcionamento da dinâmica urbana e dependente de sistemas centralizadores para o manejo dos recursos naturais (Estações de Tratamento de Água e Esgoto e rede concentrada de macrodrenagem). Os padrões de ocupação desenvolvidos a partir destas perspectivas pouco integravam as áreas naturais enquanto elementos dotados de valores intrínsecos e potencializadores da sociabilização, sendo que os cursos d'água e fundos de vale eram adotados apenas enquanto estruturas para condução e afastamento das águas. O contrato hidro-social que respaldava estas práticas visava garantir o controle das condições ambientais para viabilizar o processo de urbanização e tinha o poder público enquanto principal responsável no fornecimento das infraestruturas que garantissem tais condições. Brown et al. (2009) relatam aspectos muito similares a estes na constituição dos mesmos paradigmas para as cidades australianas, em um processo que se desenvolveu ao longo do século XX e amadureceu na década de 1970.

Como relatado no Quadro 8, apresentado no capítulo 3 (p. 73), a primeira inflexão nesta trajetória formaliza-se legalmente em 2003 com a Lei Municipal nº 13.246, que apresentou uma proposta ainda enfocada na questão das inundações, porém com uma preocupação distinta a

respeito da conservação quantitativa do regime hidrológico das bacias e, conseqüentemente, com redução dos impactos de vazão nos canais. A postura adotada pela gestão pública a partir deste período ensejou a recuperação da qualidade ambiental dos fundos de vale que vinham sendo degradados marcadamente desde a década de 1970 para implantação de avenidas marginais, o que deixa clara a busca por compatibilizar de modo harmonioso a conformação do território urbanizado com a conservação de atributos naturais qualificadores de sua paisagem. As novas proposições que surgiram da municipalidade foram desencadeadas pela insuficiência do *modus operandi* vigente em responder às demandas da população, que se articulou por meio de movimentos sociais ambientalistas para barrar o prosseguimento das obras em fundos de vale que impactavam as APPs, resultando na condenação do poder Executivo. Tanto a ação popular como as medidas compensatórias desenvolvidas pela gestão pública em seguida estiveram lastreadas num conjunto de legislações capazes de amparar tais perspectivas.

Destacam-se os regramentos da Leis Federais nº 4.771 de 1965 (antigo código florestal) a respeito da proteção de ecossistemas ripários e nº 6.938 de 1981 (Política Nacional de Meio Ambiente) com diversas implicações para a racionalização no uso dos recursos naturais, mas também o conjunto de leis promulgadas após a Constituição Federal de 1988. Com a redemocratização do país, conformou-se um processo que atribuiu aos municípios maiores responsabilidades para o controle das atividades nos seus territórios, especialmente através de planos setoriais. Neste conjunto podem ser citadas as Leis Federais nº 9.433 de 1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), nº 10.257 de 2001 (Estatuto da Cidade), nº 11.445 de 2007 (Lei Federal do Saneamento Básico), nº 10.305 de 2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) e nº 12.587 de 2012 (Política Nacional de Mobilidade Urbana). A operacionalização deste aparato de atribuições depende eminentemente se um corpo técnico qualificado no setor público municipal, uma vez que é sua atribuição garantir a formulação, execução e revisão dos diversos planos legalmente instituídos. Neste contexto se inseriu a ressignificação das práticas de manejo de águas pluviais, tanto pelas imposições legais vigentes quanto pela renovação e ampliação de conhecimentos que decorreram das mudanças nas gestões em São Carlos a partir de 2000.

As práticas que se sucederam a partir das mudanças adotadas caminham em direção à abordagem de Cidade dos Cursos d'Água, em geral, tendo em vistas as intervenções realizadas na escala municipal e nas implicações para os novos parcelamentos de solo, que passaram a incorporar dispositivos de controle de vazão. Entretanto, esta abordagem não pode ser entendida como predominante na gestão de águas pluviais para São Carlos, pois os paradigmas do contrato hidro-social que regem as abordagens anteriores ainda são muito presentes, seja nas demandas da população ou mesmo nas práticas do poder público, haja visto o fraco avanço do Plano Municipal de Drenagem em direção às abordagens mais sensíveis,

Apenas muito tardiamente surgiram ações em direção à abordagem de Cidade do Ciclo da água, com a Lei Municipal nº 16.035 de 2016, influenciando na escala do lote, mas sem levar o debate para esferas mais amplas a respeito dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário do município. Entende-se que São Carlos se encontra entre os estágios da Cidade Drenada e Cidade

dos Cursos d'Água, mas depende ainda de outros avanços institucionais para direcionar-se às demais abordagens. Percebem-se inflexões iniciais nos campos normativos e regulativos, mas que somente poderão ser reforçadas e difundidas a partir de uma forte mudança na noção cognitiva vigente no contrato hidro-social. A busca por novos paradigmas na perspectiva de um desenvolvimento urbano mais sustentável dependerá de que outras práticas nos campos da Cidade dos Cursos d'Água, da Cidade do Ciclo da Água e da Cidade Sensível à Água sejam incentivadas e difundidas.

4.2 Aplicação do WSUD na bacia Santa Maria do Leme

Nesta etapa foi realizado um exercício prático de aplicação dos conceitos e ferramentas apresentados nos manuais de WSUD estudados, constituindo uma fase analítica em que se testou a viabilidade da abordagem no contexto são-carlense. Para isso, selecionou-se como objeto empírico a bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme (Figura 34). A aplicação envolveu a definição de objetivos, estratégias e ferramentas do arcabouço do WSUD que identificam as possibilidades de análise e proposição de intervenções na bacia, buscando relatar as contribuições e as limitações que o WSUD apresentou.

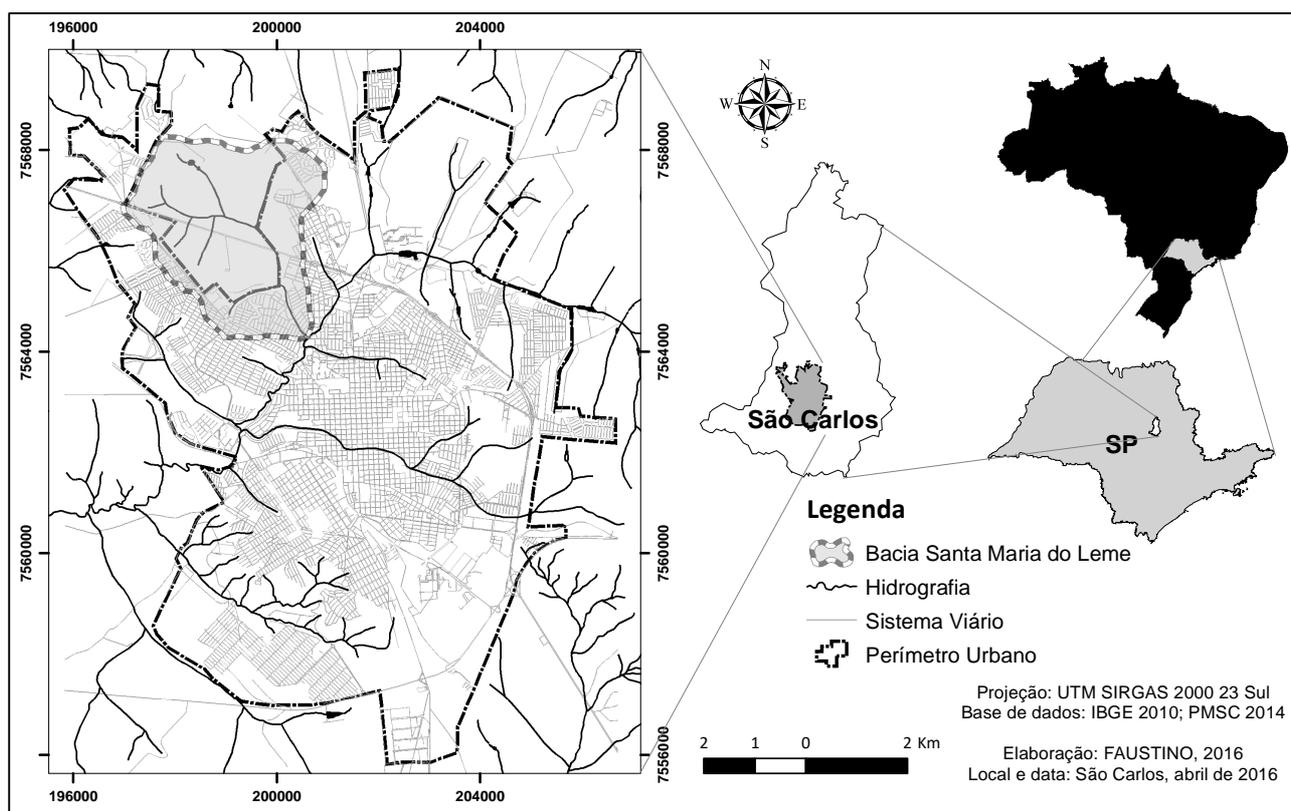


Figura 34: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme no território de São Carlos e sua inserção no estado de São Paulo, Brasil. Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.1 Procedimentos metodológicos

Para investigar as perspectivas vigentes da expansão urbano no município e avaliar as possibilidades de aproximação com o WSUD, selecionou-se como objeto de estudo a bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme. Esta é, perifericamente urbanizada, com uso predominantemente rural, mas que é denominada, de acordo com o Plano Diretor do município, como uma das zonas passíveis urbanização (São Carlos, 2016) e para a qual há diversos debates sobre as expectativas da sua ocupação.

A bacia foi descrita e caracterizada em seus aspectos físicos, destacando as principais fragilidades ambientais frente à ocupação urbana, especialmente as relacionadas ao manejo das águas pluviais, haja vista a conformação de uma área de risco de inundação no exutório do canal do córrego Santa Maria do Leme (DCSA, 2015). Esta análise se deu com o uso de geoprocessamento pelo software ArcGIS 10.1, a partir de informações de relevo, hidrologia, pedologia, cobertura vegetal e uso e ocupação, extraídas de cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo (IGC) em escala 1:10.000 (folhas SF-23-V-C-IV-3-SO-F e SF-23-Y-A-I-1-NO-B), de mapeamentos geotécnicos da região (Pons, 2006), e de uma imagem de satélite GeoEye (resolução espacial de 0,5 m, de 10/05/2014). A partir da identificação dos potenciais impactos ambientais ocasionados com a urbanização da bacia, adotou-se o WSUD como abordagem para reduzi-los.

4.2.2 Caracterização físico ambiental da bacia Santa Maria do Leme

A região pode ser classificada climaticamente pelo sistema de Köppen como Cwa, o que implica em um clima tropical de altitude com verão chuvoso e inverno seco, e temperatura média do mês mais quente superior a 22° C. Quanto à precipitação, a média anual para o município é de 1422,8 mm, sendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os de maior precipitação média mensal (CEPAGRI, 2016).

Os resultados das análises sobre os atributos físicos e de uso e ocupação da área de estudo são apresentados na Figura 35.

A hipsometria da bacia tem uma variação aproximada 80 metros, com uma cota mínima de 800 metros e uma cota máxima de 880 metros acima do nível do mar.

Em relação à geologia, na bacia são encontradas duas formações, a formação Itaqueri de modo mais representativo (74%) e também a formação Serra Geral (26%) que acompanha os fundos de vale, especialmente ao longo da margem direita do curso d'água principal. A formação Itaqueri é composta por arenitos, e, portanto, apresenta maior permeabilidade. Já a formação Serra Geral tem materiais de origem magmática, o que naturalmente a confere uma característica de baixa permeabilidade. Porém a formação Serra Geral possui significativa importância por se localizar imediatamente acima da formação Botucatu, que representa o aquífero Guarani, o que faz a formação Serra Geral agir como um condutor hídrico para o Guarani quando fraturada ou como camada selante quando alterada (Pons, 2016).

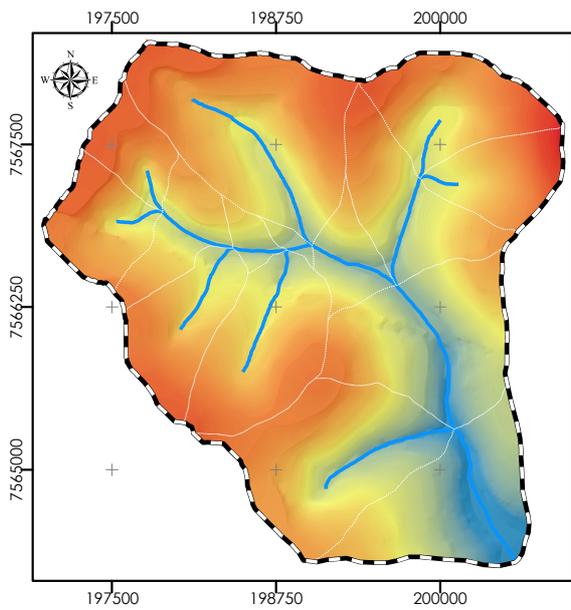
Ocorrem na bacia três tipos de materiais inconsolidados (camada de solo fragmentado acima do material geológico não alterado): Transportado Arenoso III (90%), Residual do Itaqueri (2%) e Residual do Serra Geral (8%). Pelas suas características de coeficiente de permeabilidade e taxas de infiltração, os materiais mais permeáveis são o Arenoso III e o Residual do Itaqueri, ambos de textura arenosa, enquanto que o Residual do Serra Geral apresenta uma textura argilosa e, assim, baixa permeabilidade (Pons, 2006).

Quanto à hidrografia, o principal corpo hídrico é o córrego Santa Maria do Leme, com uma extensão de 4.710,5 m. Ele possui seis cursos d'água como afluentes, sendo que quatro destes apresentam represamentos artificiais em seus canais. Pela sua origem antrópica, tais represamentos alteram as características naturais dos ecossistemas ripários nos trechos onde ocorrem, porém também contribuem para a regularização da vazão dos córregos, sendo que o represamento no córrego do Cambuí (último afluente do Santa Maria do Leme) opera atualmente como uma bacia de detenção *in line* para alguns empreendimentos que têm surgido nas proximidades.

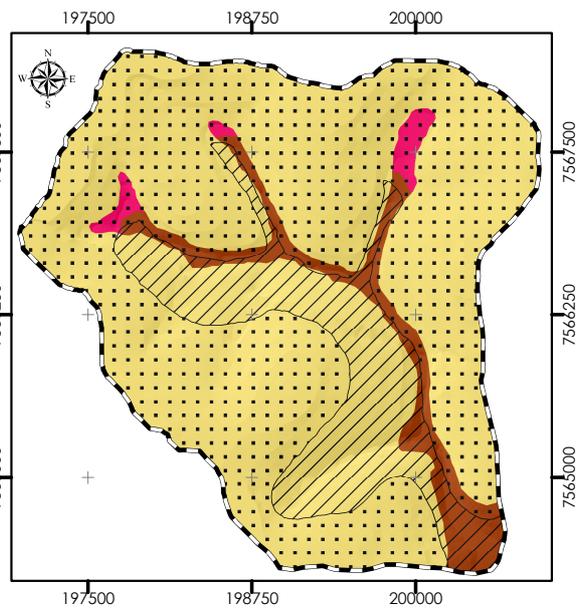
Quanto ao uso e ocupação da bacia, verifica-se que as áreas já urbanizadas se distribuem pelas bordas de nordeste a oeste (32%), enquanto que na região central e nas bordas de noroeste a norte encontram-se usos predominantemente rurais (55%). Considera-se a presença da Rodovia Estadual Washington Luís (SP - 310) (2%) um fator interveniente da fisiografia, uma vez que ela atravessa a bacia de leste a oeste, cruza três dos córregos perenes e assim conforma pontos de restrição da vazão. Além disso, a rodovia apresenta um risco potencial de contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, tendo em vista a possibilidade de acidentes com vazamento de combustíveis e outros poluentes. A quantidade de remanescentes vegetais e áreas com vegetação densa é baixa, apenas 11% da bacia, sendo que se distribuem predominantemente ao longo dos corpos hídricos e nascentes.

Ao analisar o uso e ocupação nas Áreas de Preservação Permanente (APP), observa-se que em muitos trechos não há a cobertura florestal adequada, inclusive na região mais próxima da foz da bacia, em que parte da urbanização invadiu o limite reservado para a APP.

A partir desta conjuntura física vigente, alguns processos naturais e antrópicos encontram-se acentuados na medida em que se intensifica a ocupação urbana, como a erosão de margens, modificação dos canais, degradação dos ecossistemas ripários e, principalmente, intensificação de inundações urbanas. As inundações são recorrentes próximo ao exutório da bacia, na região do Parque do Kartódromo, onde o córrego Santa Maria do Leme deságua no córrego do Monjolinho. Esta área é indicada pela Defesa Civil de São Carlos como área de risco médio de inundação (DCSC, 2015) e a contribuição em vazão realizada neste ponto tende a sobrecarregar outras regiões à jusante ao longo do córrego do Monjolinho, onde também frequentemente ocorrem inundações.

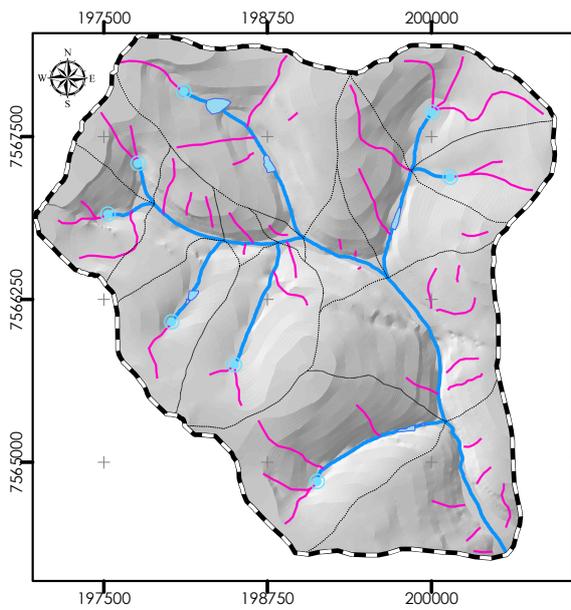


Hipsometria (m) Hidrografia
 Máximo: 880
 Mínimo : 800

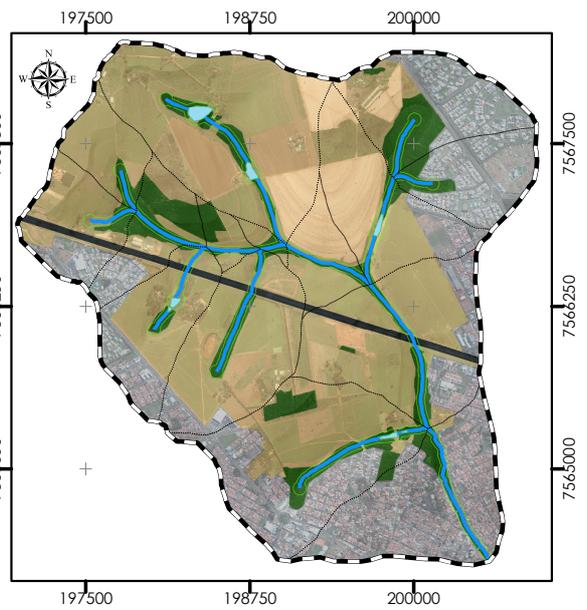


Formação Geológica

Itaqueri	Transportado Arenoso III
Serra Geral	Residual do Itaqueri
	Residual do Serra Geral



Bacia SML Cursos d'água
 Sub-bacias Linhas de drenagem
 Nascentes
 Represamentos



Uso e ocupação (2014)

APPs	Rodovia
Cursos d'água	Rural
Represamentos	Urbanizado
	Vegetação Densa



Projeção: UTM SIRGAS 2000 23 Sul
 Base de dados: Cartas Topográficas IGC (1990), 1:10.000
 Folhas: SF-23-V-C-IV-3-SO-F e
 SF-23-Y-A-I-1-NO-B ; PONS, 2006;
 Imagem de satélite: GeoEYE, 10/05/2014.
 Elaboração: Faustino, A. da S.
 Local e data: São Carlos, novembro de 2016

Figura 35: Mapas de caracterização da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme (SML). Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.3 Prognóstico para a urbanização futura da bacia

Tendo em vista as características da bacia hidrográfica do Santa Maria do Leme quanto à sua inserção urbanística e aos seus atributos físicos, a porção ainda rural deste território é indicada como Zona de Expansão Urbana de Maior Densidade pelo Plano Diretor do Município de São Carlos (Lei Municipal nº 18.053 de 2016).

Neste contexto, a principal tendência para o futuro da bacia é o aumento das áreas urbanizadas. Do ponto de vista hidrológico, tal sucessão tradicionalmente implica no aumento da impermeabilização e do escoamento superficial, na diminuição do tempo de concentração da bacia, no aumento da vazão de pico, na redução da qualidade das águas superficiais e na degradação dos ecossistemas hidricamente sensíveis (Baptista, Nascimento e Barraud, 2011).

Uma vez que tão mais intensos serão os impactos da urbanização sobre o regime hidrológico de uma bacia quanto maior for a substituição de superfícies naturalmente permeáveis por áreas impermeabilizadas (Baptista, Nascimento e Barraud, 2011), espera-se um efeito significativo sobre a bacia Santa Maria do Leme, considerando que as características geotécnicas indicam uma condição natural dos solos de alta permeabilidade. Ou seja, a condição natural em que grande parte da água precipitada tende a se infiltrar no solo seria substituída por uma situação quase plena de escoamento superficial, de modo mais drástico do que ocorreria com a ocupação urbana sobre solos menos permeáveis. O aporte em vazão que seria acrescido sobre os córregos certamente intensificaria as inundações que já ocorrem na bacia, e possivelmente levaria à formação de novas áreas de inundação, principalmente onde a vazão dos canais esteja restringida. Isso poderia ocorrer, por exemplo, nos pontos em que a rodovia Washington Luís cruza o córrego Santa Maria do Leme e alguns de seus afluentes (Pelissari, 2016).

Em relação à qualidade das águas, a bacia apresenta uma condição natural favorável à busca por padrões de qualidade elevados, pois suas nascentes e corpos hídricos constituem mananciais primários e no passado já foram utilizados para o abastecimento da população. Em um contexto de elevada urbanização, a qualidade das águas estará comprometida com a entrada de sedimentos, resíduos e contaminantes dissolvidos nas águas pluviais não tratadas, bem como com possíveis lançamentos clandestinos de efluentes, vazamentos e ligações cruzadas das redes de drenagem e de esgotos.

Combinados, as alterações em quantidade e qualidade das águas pluviais implicariam na redução da integridade dos ecossistemas ripários, afetando sua fauna e flora além de degradar a paisagem natural e urbana. A seguir, investigam-se estratégias que possam reduzir os impactos constatados.

4.2.4 Perspectivas alternativas de ocupação com impacto reduzido sobre as águas pluviais

Reconhecendo-se os potenciais impactos sobre as águas pluviais que o cenário de intensa urbanização trará para a bacia do córrego Santa Maria do Leme, foi proposta a investigação de

estratégias alternativas por meio do WSUD que promovam uma forma de ocupação mais harmônica aos atributos naturais do território e com sustentabilidade para os ambientes aquáticos.

A partir da premissa básica do WSUD de integrar aos processos de planejamento e projeto urbanos considerações do planejamento e gestão dos recursos hídricos para a conservação dos ecossistemas, surgem novas oportunidades para o ambiente construído que visam assegurar a qualidade e quantidade hídricas e a integridade dos ecossistemas (Mouritz, 2006):

- Detenção de águas pluviais (ao invés do afastamento);
- Coleta e uso de águas pluviais como recurso alternativo à potável;
- Uso de vegetação para tratamento da água (filtração e sedimentação);
- Paisagismo hídrico eficiente;
- Proteção de valores culturais, recreacionais e ambientais ligados à água;
- Descentralização da captação para usos variados;
- Descentralização dos sistemas de tratamento de esgoto.

Destaca-se aqui que induzir um novo paradigma de ocupação pautado na capacidade de suporte das bases naturais, especialmente os hídricos, e orientado por um olhar sistêmico do processo de urbanização deve ter como ponto de partida uma visão articulada sobre os projetos urbanos. Como indicado pelas bibliografias do WSUD no capítulo 2, é por meio das melhores estratégias de planejamento e projeto que a maior parte dos impactos ambientais e hidrológicos advindo da urbanização podem ser solucionados ou minimizados. Portanto, esta é uma etapa imprescindível para se repensar as formas de ocupação. A adoção das medidas mitigadoras, ou seja, de técnicas compensatórias, surge somente para lidar com os aspectos que não puderam ser endereçados nas etapas anteriores.

Considerando as alterações sobre a dinâmica hidrológica e o equilíbrio dos ecossistemas e os conflitos decorrentes desencadeados no contexto de intensa urbanização da bacia, buscou-se nos manuais técnicos de projeto de WSUD as contribuições que um modelo de ocupação pautado por esta abordagem poderiam trazer para reduzir e compensar os impactos verificados (Quadro 14).

Quadro 14: Sistematização dos impactos previstos para a ocupação urbana convencional da bacia e contribuições da abordagem WSUD para a sua redução. Fonte: Elaborado pelo autor.

Cenário de intensa urbanização	Princípios e objetivos do WSUD	Estratégias e tecnologias do WSUD aplicáveis
Aumento da impermeabilização	Mimetizar os processos naturais	Pavimentos permeáveis. Telhados verdes Sistemas de infiltração
Redução da infiltração	Aproximar as condições hidrológicas de pós-ocupação às de pré-ocupação Mimetizar os processos naturais	Sistemas de infiltração (poços, valas, bacias)

Cenário de intensa urbanização	Princípios e objetivos do WSUD	Estratégias e tecnologias do WSUD aplicáveis
Redução do tempo de concentração	Aproximar as condições hidrológicas de pós-ocupação às de pré-ocupação O manejo total do ciclo hidrológico Mimetizar os processos naturais	Swales Biorretenção Pavimentos permeáveis
Aumento da vazão	Aproximar as condições hidrológicas de pós-ocupação às de pré-ocupação O manejo total do ciclo hidrológico Mimetizar os processos naturais	Bacias de retenção Wetlands
Redução da recarga de lençol	Aproximar as condições hidrológicas de pós-ocupação às de pré-ocupação Mimetizar os processos naturais	Recarga direta de aquífero
Aumento da demanda por abastecimento	Reduzir a demanda por água potável com instalações eficientes e reuso de águas de chuva e cinzas	Coleta e aproveitamento de água de chuva Paisagismo hidricamente eficiente Instalações hidráulicas eficientes Educação ambiental comunitária
Redução da qualidade das águas pluviais	Controle da poluição na fonte	Filtros de areia Bacias de sedimentação Telhados verdes Swales Biorretenção
Redução da integridade dos ecossistemas ripários	Assegurar a proteção da integridade ecológica dos corpos receptores mantendo o regime hidrológico da bacia Proteger os sistemas naturais e valorizá-los como elemento da paisagem urbana	Recuperação de zonas ripárias Wetlands
Aumento das inundações	Gestão em nível de bacia hidrográfica Inserir a hidrologia no planejamento urbano Mimetizar os processos naturais	Sistemas de infiltração (poços, valas, bacias) Biorretenção Bacias de retenção
Aumento de danos sociais, ambientais e econômicos	Agregar valor ao reduzir custos de desenvolvimento	Planejamento e projeto sensíveis às restrições ambientais Eficiência no uso de recursos naturais

A proposição deste quadro não intenciona exaurir as possibilidades conceituais e técnicas para os problemas destacados, mas busca ilustrar o potencial da abordagem WSUD para tratá-los de modo sistêmico e integrado. Como demonstrado por diversos autores (Wong, 2006), entende-se que para a realização das abordagens propostas é necessário um quadro articulado entre planejamento de uso do solo, água e infraestruturas, buscando a integração de ações relacionadas às águas urbanas com demais objetivos pautados na sustentabilidade. Tal articulação deve ocorrer em diferentes escalas de planejamento, tendo em vista um horizonte amplo de ação.

Isso implica em alterações e adaptações sobre a estrutura de planejamento e projeto em vigor, com rebatimentos em diferentes escalas de intervenção urbana (Mouritz, 2006).

No campo institucional, a integração das ações parte de uma forte articulação entre as políticas de planejamento que tenham implicação sobre a dinâmica urbana e a conservação dos recursos hídricos. Dentro da estrutura de planejamento australiana, pesquisadores destacam a necessidade da inserção do WSUD nos Instrumentos Estaduais (Política Estadual de Proteção Ambiental, por exemplo), Planos e Políticas Regionais ou Municipais (Plano Ambiental Regional, por exemplo), Planos de Governo Locais, Planos Diretores, Diretrizes de Parcelamento e de Edificação. Os autores ainda ressaltam que nestes instrumentos, devem ser estabelecidos objetivos, metas e critérios de desempenho, os quais podem se basear em padrões quantitativos e qualitativos de expectativa da integridade ecológica e de demandas da população (Mouritz, 2006).

Destaca-se que o processo de definição e acompanhamento das estratégias é dinâmico e evolutivo, no qual as respostas de cada ação devem ser analisadas para considerar possíveis ajustes, seja numa abordagem racional ou intuitiva, até que os objetivos de longo prazo estejam garantidos. Neste sentido o envolvimento da comunidade é crucial, na medida em que esta tem papel central na pactuação das ações a serem executadas para atender aos objetivos propostos, e que ao mesmo tempo deve estar consciente e de acordo com os custos e benefícios envolvidos no processo. A existência de tal consciência é um fator que pode levar os membros da comunidade a questionar as necessidades e desejos para com o sistema e assim implicar em mudanças nas estratégias adotadas. Por isso o processo de implementação e monitoramento do WSUD deve ser eminentemente participativo, flexível e adaptativo (Mouritz, 2006).

Percebe-se a relevância para o sucesso de uma abordagem WSUD de se busque a integração dos conceitos e ações em toda a estrutura de planejamento urbano existente, e também de que é fundamental a construção de um plano que determine os critérios de desempenho a serem alcançados e articule as estratégias selecionadas. A partir dessa consideração reconhece-se que para o caso da bacia do córrego Santa Maria do Leme é necessário a elaboração de um Plano de Ocupação Específico que tenha como unidade de estudo a própria bacia hidrográfica.

4.3 Análise SWOT do WSUD para o contexto são-carlense

Considerando-se a análise ferramental do WSUD enquanto método para promover modos de ocupação urbana com impacto ambiental reduzido, especificamente o impacto sobre as águas pluviais junto à contextualização dos aspectos de gestão urbana do município que regulam as práticas vigentes desta questão, foram sistematizados aspectos indutores e limitantes para a conformação de uma estrutura de planejamento urbano integrada ao planejamento das águas pluviais. Como ferramenta de análise foi selecionada a matriz SWOT (FOFA): *Strengths* (Forças), *Weakness* (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades) and *Threats* (Ameaças). As perspectivas de desenvolvimento do WSUD em São Carlos foram pensadas a partir dos fatores internos e externos ao contexto de gestão municipal de águas pluviais, tendo em vista os fatores positivos e negativos

relacionados ao uso da abordagem (Figura 36). O uso do método SWOT intenciona construir um diagnóstico sistemático e compreensivo de produtos, tecnologias ou planejamentos para auxiliar o processo de tomada de decisões (Baycheva-Merger e Wolfslehner, 2016).

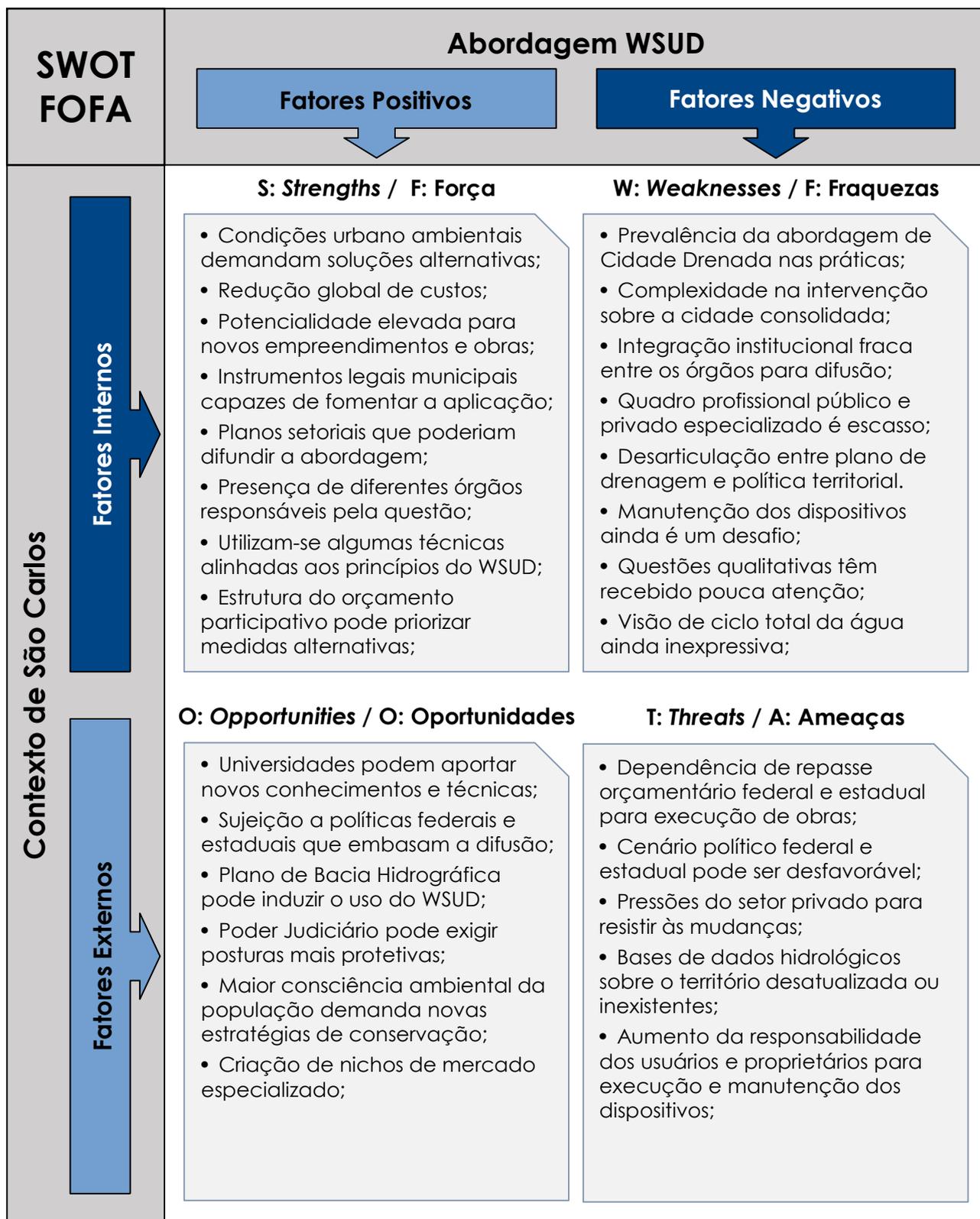


Figura 36: Análise SWOT das perspectivas de implementação do WSUD na gestão de águas pluviais urbanas de São Carlos. Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos fatores internos foram observadas questões diretamente relacionadas à gestão urbana e gestão de águas pluviais do município quando pensadas para o uso do WSUD, e que assim mostraram-se enquanto forças (aspectos positivos) ou fraquezas (aspectos negativos). Quanto às forças, é evidente a adequabilidade da proposição do arcabouço ferramental do WSUD para endereçar soluções de ocupação urbana e gestão dos recursos naturais em compatibilidade com a capacidade de suporte dos territórios, trazendo soluções alternativas às práticas que se difundiram ao longo do século XX e que constituíram os conflitos vigentes com as águas pluviais.

O uso da abordagem integradora tem sido destacado na literatura pelo seu potencial de reduzir custos com a urbanização na medida em que os atributos naturais do território são mais preservados. A compreensão dessa influência positiva depende também de uma visão holística do problema, uma vez que os ganhos são refletidos na redução da necessidade de medidas corretivas a médio e longo prazo (despoluição, uso de controles de enchentes, recuperação ambiental etc.) (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006).

Essa potencialidade inovadora é especialmente alta para a realização de novos parcelamentos do solo e para novos projetos de edificações, tendo em vista a estrutura de licenciamento que o município apresenta para estes empreendimentos, processo no qual exigências orientadas pela abordagem poderiam ser propostas. Considera-se factível tal inserção perante o arcabouço legal municipal que embasa os procedimentos de licenciamento, o qual apresenta normas que são compatíveis aos princípios e objetivos do WSUD, ainda que não os abarquem por completo, mas constituem um corpo mínimo a partir do qual dispositivos alternativos podem e são exigidos. A orientação pelo uso do método e suas técnicas também poderia estar respaldada nos planos setoriais de responsabilidade do poder público municipal, especialmente no Plano Diretor do Município e no Plano de Drenagem Urbana. Ambos instrumentos são presentes em São Carlos e trazem congruências com a proposta WSUD como o conjunto de técnicas do manual de drenagem urbana apresentado pelo Plano de Drenagem, mas entre si os planos possuem pouca integração, fator que é fundamental para efetivamente levar à mudança de paradigmas. Para a gestão deste aparato de normas, procedimentos e planos há uma estrutura institucional composta por órgão com diferentes competências que se relacionam à questão, com destaque para a SMH DU e a SMOP enquanto órgãos executores e fiscalizadores, mas também é relevante a figura dos conselhos municipais (CONDUSC e COMDEMA) enquanto espaços para a participação social e aporte de leituras técnicas especializadas. Isto ocorre no âmbito das avaliações sobre os projetos de empreendimentos, nos quais os conselheiros manifestam-se e fazem exigências aos empreendedores. Uma vez que a estrutura do conselho permite a representação das universidades dentre seus os cargos de conselheiros fica estabelecida uma forma de aproximação entre a academia e a prática da gestão pública (Entrevista Alberto Engelbrecht).

O que tal estrutura tem conseguido viabilizar de modo mais difundido é o emprego de técnicas alternativas como os reservatórios de retenção na escala dos parcelamentos, poços de infiltração e sistemas de aproveitamento de água de chuva nos lotes, sendo que das intervenções públicas realizadas se destacam os projetos de recuperação de fundos de vale, especialmente o

de renaturalização do córrego do Tijuco Preto, ainda que estas não sejam práticas recorrentes. Há que se considerar o papel das esferas locais de tomada de decisão neste processo, que nos casos de algumas obras inovadoras realizadas pela gestão pública foram viabilizadas pela destinação de orçamento municipal por meio da deliberação na esfera do Orçamento Participativo. Este instrumento de decisão local, descentralizada e coletivamente consentida sobre o investimento municipal infelizmente não se encontra mais em execução, apesar de no passado ter demonstrando potencial para viabilizar algumas intervenções e que tem o benefício se propiciar um maior debate público sobre as ações e induzir a uma pactuação coletiva pelas medidas alternativas (Entrevista Renato Anelli).

Ainda considerando os aspectos internos da gestão, porém olhando a partir das fraquezas, destaca-se que apesar dos avanços observados existe a prevalência da abordagem da Cidade Drenada nas práticas executadas, ainda que algumas ações caminhem na direção da Cidade dos Cursos d'Água este não é um paradigma plenamente instituído. Além disso, enquanto que a estrutura de gestão vigente apresenta um potencial significativo de aplicação do WSUD nos novos empreendimentos, há uma maior complexidade para lidar com as áreas já consolidadas pela ocupação, situação para a qual o Plano Municipal de Drenagem apresenta medidas estruturais centralizadas ancoradas na intervenção pela engenharia dura, e com muito fraca harmonização paisagística e urbanística dos projetos propostos. Dentre as práticas vigentes percebe-se que as questões de qualidade das águas pluviais não são praticamente exploradas, repercutindo num maior comprometimento da saúde dos ecossistemas hídricos, assim como pouco se considera a perspectiva de ciclo total da água, que envolveria a difusão do reuso de água de chuva, águas residuais e métodos alternativos para o tratamento de esgotos sanitários.

A respeito do organograma institucional vigente, entende-se que a difusão do WSUD depende de uma estrutura fortemente integrada entre os diversos órgãos que partilham responsabilidades para o manejo de águas pluviais, o que se mostra como um aspecto que precisa de aprimoramento para o contexto avaliado. Esta integração depende da qualificação do corpo técnico público, aspecto que foi reforçado a partir dos anos 2000, mas percebe-se que no âmbito da SMH DU e SMOP ainda existem poucos profissionais qualificados para a condução das estratégias propostas pelo método, condição que ocorre também dentre os profissionais atuantes no setor privado, tendo em vista que pouco se exploram as técnicas alternativas nos cursos de formação de Engenharia Civil e Arquitetura (Entrevistas Alberto Engelbrecht e Paulo Vaz).

Outro aspecto que se coloca como um forte desafio à difusão e efetividade das técnicas alternativas é a questão da manutenção das estruturas, condição fundamental para garantir seu correto funcionamento e prolongação do tempo de vida útil, mas que não é uma condição que a municipalidade tem conseguido garantir para os reservatórios de retenção já implantados (Entrevista Alberto Engelbrecht).

Considerando os aspectos externos à gestão municipal e os fatores positivos que conformam as oportunidades a serem exploradas, ressalta-se a existência, no município e na região, de universidades com cursos de graduação e pós-graduação especializados em questões relativas à

temática de águas pluviais, representando um arcabouço de conhecimento que pode ser explorado para viabilizar a difusão do WSUD, seja por meio das pesquisas realizadas ou pelos contatos e parcerias com o poder público. Tais parcerias poderiam se constituir enquanto *workshops* e cursos de capacitação para os profissionais e técnicos atuantes, por exemplo. A aproximação entre a gestão pública e a academia já se mostrou como um fator determinante para o avanço da gestão urbana em períodos anteriores (Entrevistas Paulo Vaz, Renato Anelli e Ricardo Martucci). Outro aspecto que se mostra enquanto potencialidade para embasar e subsidiar as ações orientadas na perspectiva WSUD são os fundamentos e instrumentos apresentados por políticas e leis ordinários federais e estaduais que regulam a questão urbana e ambiental, a partir das quais fundamentaram-se alguns dos principais instrumentos municipais. A Lei Federal de Saneamento Básico (Brasil, 2007, Art. 29, inciso III), por exemplo, estabelece instrumentos econômicos para financiar a gestão de águas pluviais:

Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços: (...) de manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.

Também poderia ser induzida a adoção das técnicas de WSUD perante o cumprimento de diretrizes do Plano de Bacia Hidrográfica, especialmente as relativas aos aspectos de qualidade dos cursos d'água, promovendo o tratamento da poluição difusa das águas pluviais. Na estrutura político-institucional australiana, a articulação entre os planos de uso e ocupação do solo e os planos de bacia hidrográfica foi um aspecto fundamental para consubstanciar a proposição do WSUD enquanto estratégia integradora de ações (Wong, 2006).

Para assegurar o cumprimento das diretrizes legais e dos Planos de Bacia Hidrográfica a figura do poder Judiciário é essencial, especialmente perante a atuação do Ministério Público, o que se mostrou no início dos anos 2000 enquanto prerrogativa para a alteração dos rumos nas práticas adotadas no município. Da mesma forma, a atuação do Judiciário respalda as exigências das secretarias municipais para a execução das infraestruturas nos empreendimentos em aprovação, fazendo valer o poder discricionário conferido aos órgãos públicos executores. Uma das principais formas de induzir o Ministério Público à ação é via provocações e denúncias pela população e sociedade civil organizada perante irregularidades. Neste processo é importante a existência de um nível elevado de consciência ambiental e coletiva na população, que tanto a faça ocupar os espaços de participação e demanda social, como as associações de bairro, quanto implique na realização dos seus compromissos individuais dentro do quadro de responsabilidades para o manejo das águas pluviais.

Por fim, destaca-se como uma oportunidade a partir do desenvolvimento do WSUD a criação e exploração de novos mercados, seja com a comercialização de matérias e produtos relacionados à implantação e manutenção das técnicas compensatórias, seja pela venda de

produtos imobiliários que incorporem o método e façam dele uma estratégia de divulgação e publicidade.

Sobre os fatores externos negativos constituídos de ameaças à implementação do WSUD em São Carlos, entende-se como um risco e uma condicionalidade complexos a dependência que muitas obras estruturais possuem de repasses dos orçamentos federal e estadual para sua viabilização, tendo em vista seu porte, como os dispositivos previstos pelo Plano Municipal de Drenagem. Essa condicionalidade a recursos externos pode trazer incertezas quanto à execução ou não das medidas previstas pelo plano, e tem sensibilidade à articulação política entre os diferentes entes federativos para viabilizar repasses e acordos, criando uma dependência de condições políticas favoráveis à perspectiva da abordagem.

Aponta-se como um fator relevante a resistência que o setor privado, especialmente o mercado imobiliário, pode apresentar a mudanças nos licenciamentos e exigências dos empreendimentos para adoção de medidas inovadoras de manejo que ofereçam algum risco à lucratividade com a comercialização dos lotes, questão que esteve presente quando passaram a ser exigidos os reservatórios de retenção em cada parcelamento de solo. Essa resistência pode se constituir enquanto pressão para a não adoção de medidas ambientalmente restritivas, o que depende, por outro lado, de profissionais no setor público empoderados para garantir o cumprimento dos compromissos coletivamente pactuados.

Outra ameaça detectada é a deficiência e ausência de bases de dados hidrológicos históricas e contínuas a partir das quais possam ser constituídos modelos adequadamente calibrados que demonstrem as respostas das bacias hidrográficas a diferentes cenários de ocupação, assim como atestem a efetividade das medidas sendo empregadas. A constituição de tais bases depende da existência de redes de monitoramento, pluviométricas e fluviométricas, e que inclusive realizem medições de qualidade das águas para acompanhar a evolução do controle da poluição difusa.

Por fim, destaca-se como uma última ameaça o aumento da responsabilidade dos usuários e proprietários para a execução e manutenção dos dispositivos de manejo que estejam sob sua responsabilidade. Este é um aspecto que deriva da transição para a abordagem de Cidades dos Cursos d'Água, em que se altera o contrato hidro-social vigente nos paradigmas anteriores a partir do qual o poder público tinha praticamente total responsabilidade no fornecimento das estruturas de saneamento. Tal processo de compartilhamento das responsabilidades entre os atores envolvidos é algo que precisa ser garantido para o sucesso da implementação do WSUD. Entretanto, esse nível de alteração sobre o contrato hidro-social demanda tempo, e mesmo a exigência de estruturas como os poços de infiltração nos lotes em São Carlos tem encontrado resistências para correta manutenção após o licenciamento das edificações (Entrevista Paulo Vaz).

Sinteticamente, as considerações de potencialidade e desafios para o WSUD em São Carlos revelam que este contexto apresenta questões para o manejo de águas pluviais que podem ser respondidas a partir do arcabouço técnico da proposta, e que algumas práticas já estão alinhadas aos seus princípios. Há também um conjunto normativo que respalda tais ações e pode ser

aprimorado para ampliar o seu escopo, especialmente no que diz respeito à uma maior integração entre o planejamento de uso e ocupação e a gestão dos recursos naturais. Os aspectos que se destacam enquanto condicionantes para a difusão da abordagem envolvem algumas questões técnicas, orçamentárias, culturais e principalmente institucionais, sobre as quais problematizações e propostas serão tecidas no tópico a seguir.

4.4 Perspectivas para a integração do WSUD na gestão urbana de São Carlos

Uma questão básica a ser considerada é que o conjunto de recomendações técnicas e projetuais proposto pelo WSUD (Melhores Prática de Planejamento composta por rede de espaços livre públicos, layout residencial, layout de vias, paisagem viária etc.) é estruturado principalmente para lidar com as implicações do modelo convencional australiano de ocupação do solo, essencialmente baseado na produção de paisagens suburbanas. Ou seja, grandes lotes com edificações de baixa densidade e verticalização, vias de baixo tráfego etc, que em geral constituem espaços urbanizados com áreas livres nos lotes, e faixas de serviço largas nas vias públicas, nos quais as técnicas podem ser implementadas. É essencial considerar os diferentes padrões de ocupação urbana encontrados nos municípios brasileiros, tendo em vista que os modelos mais próximos a subúrbios são típicos de empreendimentos de alto padrão.

No debate sobre a alocação das infraestruturas alternativas, um aspecto fundamental da discussão proposta pelos manuais WSUD é o espaço livre público, o qual é estruturante das diversas ferramentas de planejamento e projeto da ocupação propostas. Pensar as mesmas estratégias no contexto brasileiro envolve a reflexão sobre como estes espaços têm sido propostos, qualificados e utilizados nas cidades. Percebe-se a redução da dimensão pública e coletiva da vida urbana, acompanhada por um aumento dos espaços privados ou com diferentes níveis de controle de acesso, processos que se materializam na figura dos empreendimentos habitacionais fechados, os quais têm se proliferado enquanto um lucrativo produto mercadológico (Siqueira, Silva e Silva, 2016). Uma estratégia que se proponha mais alinhada à realidade vigente dos municípios brasileiros possivelmente deverá considerar uma dependência maior de dispositivos internos aos lotes, o que engloba toda a complexidade para a gestão do sistema. Já uma estratégia mais transformadora, que vise a estruturação das ações a partir dos espaços públicos, deverá considerar os complexos desafios envolvidos com a maior reserva e qualificação destes nos empreendimentos urbanos, bem como o desenvolvimento de ações compartilhadas para a gestão dos dispositivos.

Nesse tema insere-se o debate quanto às alterações realizadas no Código Florestal em 2012 (Lei Federal nº 12.651 de 2012) e as propostas de revisão da Lei Federal de Parcelamento do Solo Urbano, em que se permite a contabilização das APPs no percentual de reserva de áreas livres públicas exigidos dos empreendimentos. A estrutura normativa do município de São Carlos se mostra mais avançada frente a estas tendências de flexibilização nas normas federais, pois exige que as APPs, áreas públicas e áreas para alocação dos dispositivos de manejo de águas pluviais

não tenham sobreposição (Lei Municipal nº 18.053 de 2016, Art. 137), compreendendo a funcionalidade distinta de cada um destes espaços.

Em relação às implicações na adoção dos dispositivos pelos projetos urbanos permanecem questões a respeito da restrição ao potencial de edificação do solo urbano. A possível redução de lucro pelo menor aproveitamento com área construída pode ser revertida se o uso de técnicas demandantes de espaço (bacias de detenção e retenção) estiver em uma perspectiva multifuncional, incorporando funções recreativas e estéticas, criando assim potencial econômico a ser explorado na comercialização do solo (Mouritz, Evangelisti e McAlister, 2006). Esses aspectos apontam para outras questões, como a possibilidade de limitação da aplicação do WSUD em casos de empreendimento de interesse social realizados pelo poder público e como evitar a restrição de acesso para famílias de baixa renda, haja visto o caráter altamente especulativo do mercado imobiliário brasileiro. Tratam-se de externalidade do desenvolvimento urbano que historicamente têm sido absorvidas por populações vulneráveis, uma vez que habitam os espaços urbanos mais impactados pelo modelo convencional de ocupação (APPs e zonas de inundação, sujeitas à contaminação com os esgotos não tratados). A solução do mercado sugerida para incorporar tal externalidade automaticamente exclui essa população historicamente fragilizada de acesso a espaços urbanos agora concebidos para reduzir os aspectos ecológicos da problemática. Essa é ainda uma proposta insuficiente para garantir maior justiça social e atingir de modo mais integral um desenvolvimento urbano sustentável. Eis um risco de se analisar a problemática a partir de questões meramente ecológicas e técnicas.

A análise do arcabouço legal relativo ao planejamento e projeto urbanos em São Carlos revela que existem diretrizes, procedimentos e requisitos que se alinham aos princípios e estratégias adotadas pelo WSUD, o que indica potencialidades para o emprego da abordagem neste contexto. Porém, retomando os aspectos da estrutura organizacional para implementação de propostas WSUD (Figura 8) e os seus elementos aplicáveis à realidade da bacia do córrego Santa Maria do Leme para redução dos impactos de sua ocupação (Quadro 15), percebe-se que existem deficiências no arcabouço legal vigente.

Em relação aos princípios e conceitos que orientam as políticas analisadas, foi possível detectar sinergias com as bases e ideais do WSUD, porém apresentam uma natureza genérica, a qual viabiliza tais sinergias, mas que não explicita a totalidade do potencial que a alternativa possui. Da mesma forma, essa natureza não torna evidente aspectos fundamentais como a integração da gestão e planejamento de recursos hídricos ao planejamento e projeto urbanos e a inserção de questões hidrológicas o mais cedo possível na concepção dos projetos. Destaca-se ainda que as políticas de gestão urbana consideradas são amplas, e que a concepção de uma política específica ao tema pode trazer os detalhamentos ainda necessários à melhor realização da prática. Mesmo a principal política que orienta a gestão de águas pluviais urbanas em São Carlos não propõe uma estrutura integradora para conciliar a gestão do uso do solo com o controle das águas pluviais e conservação dos ecossistemas hidricamente sensíveis.

A respeito das tecnologias alternativas, também denominadas técnicas compensatórias, os manuais técnicos sugerem uma variedade tipológica e funcional de dispositivos que podem ser concebidos de modo integrado e complementar para garantir uma resposta eficiente, e permitir uma flexibilidade projetual que torne possível a concepção de cenários adaptados a diferentes situações. No caso estudado, as políticas têm induzido ao uso de reservatórios de detenção e retenção, poços de infiltração, reserva de áreas permeáveis nos lotes (com uma conotação mais genérica) e mais recentemente os sistemas de captação e aproveitamento de águas de chuva. Mas entende-se que a ampliação deste arcabouço técnico é fundamental para conduzir a abordagens mais maduras em direção à proposta WSUD, como o uso de *swales* (valas drenantes verdejadas) e biorretenções descentralizadas pelo tecido urbano para a condução e controle das águas em lugar de sarjetas e demais infraestruturas convencionais, o que implicaria na redução de custos para o projeto com a diminuição destas infraestruturas, por exemplo. Apesar do Plano Municipal de Drenagem sugerir um manual que apresenta maior diversidade de técnicas, as diretrizes pelas quais a SMOP tem orientado o licenciamento de novos empreendimentos é focada na execução de reservatórios de detenção.

Quanto à estrutura institucional e procedimental para a implementação dos projetos e técnicas, existe um potencial significativo agregado aos procedimentos de licenciamento dos empreendimentos e obras, entendendo que o poder público encontra respaldo para exigir os elementos cabíveis e condicionar a aprovação ou não dos projetos ao cumprimento de suas diretrizes. Novamente, tais questões são postas por um arcabouço amplo, porém já vigente, podendo ser melhor detalhadas com a formulação de políticas específicas para o tema.

A concepção de uma política que oriente o desenvolvimento urbano de modo integrado às questões de manejo total do ciclo hidrológico urbano pode melhor definir aspectos ainda nebulosos como os destacados nesta análise e preencher lacunas fundamentais. Ressalta-se a necessidade de conceber planos e diretrizes de projeto para diferentes escalas de intervenção, uma vez que até então existe maior respaldo para a escala municipal e de lotes e edificações. Porém, são fundamentais as ações nas escalas regional e metropolitana (quando cabível) para assegurar a conservação dos ecossistemas frágeis e a racionalização no uso dos recursos, bem como as ações nas escalas de vizinhança e rua, por qualificarem o espaço urbano em si enquanto habitat humano e permitirem a concepção adequada dos espaços públicos livres e naturalizados, vitais às funções almejadas pela abordagem WSUD.

Destaca-se a centralidade dos aspectos institucionais para a proposição de mudanças nos paradigmas vigentes. No contexto australiano, o arranjo das instituições públicas proposto ao longo do século XX enquanto resposta às demandas por saúde e segurança segmentou a gestão de uso do solo da de recursos hídricos enquanto orientadores das políticas. Como resultado desta estrutura as questões e atribuições sobre as águas urbanas se distribuíram entre diversas pastas e frentes de gestão, contexto no qual as águas pluviais não eram abordadas enquanto prioritárias. De tal maneira as demandas sanitárias do século XX orientaram a organização dos órgãos públicos, de modo que os arranjos vigentes constituem uma barreira à disseminação de abordagens alternativas.

Portanto, a transformação das entidades deve ser uma pauta de destaque para a implementação de novas propostas como o WSUD, ou corre-se o risco de que mesmo que se formulem políticas e planos inovadores as suas realizações práticas perpetuem soluções convencionais com os resultados já bem conhecidos. A esta dinâmica do sistema administrativo que impede mudanças concretas, mesmo sob discursos que advogam pela sustentabilidade, denomina-se “inércia institucional” (Brown, Mouritz e Taylor, 2006).

Compreendendo a importância da capacidade institucional para o desenvolvimento efetivo de uma abordagem WSUD, Brown, Mouritz e Taylor (2006) apresentam como aspectos a serem desenvolvidos:

- **Recursos humanos:** envolver o saber técnico e pessoal, suas habilidades e expertises para promover o WSUD.
- **Capacidade intra organizacional:** processos, sistemas culturais e recursos de uma organização para promover o WSUD.
- **Capacidade inter organizacional:** acordos, relações e redes de consultorias que se estabelecem entre as organizações para permitir que cooperativamente promovam o WSUD.
- **Normas institucionais externas e incentivos:** regulações, políticas e programas de incentivos que agem para encorajar o WSUD em uma dada região.

Para determinar a qualidade da capacidade institucional presente em uma região ou bacia os pesquisadores australianos têm recomendado uma abordagem prática e participativa que pode se dar através de *workshops* nos quais se discutam impedimentos e oportunidades de implementação a serem considerados, congregando relevantes profissionais de águas urbanas, gestores, formuladores de políticas e outros implementadores. A oportunidade de diálogo simultâneo com profissionais que distintas formações e escopos de atuação possibilita discussões tecnicamente mais ricas, novos aprendizados e a formulação de diagnósticos mais abrangentes e realistas, desde que se mantenha o foco na melhoria da capacidade gerencial. Atuar com a construção de conhecimento significa agir tanto sobre o conhecimento dos indivíduos quanto sobre o conhecimento das organizações, de modo que o aprendizado de um indivíduo seja refletido na formulação de práticas e rotinas dentro da organização e assim as melhorias conquistadas não sejam dependentes exclusivamente da ação daquele indivíduo (Brown, Mouritz e Taylor, 2006).

As ações adotadas na gestão pública de São Carlos no início dos anos 2000 para qualificação da capacidade institucional vigente foram determinantes para permitir projetos inovadores e criar instrumentos que orientam a política e gestão urbana desde então, com destaque para a estruturação dos processos de licenciamento de empreendimentos. Prosseguir com tal qualificação é um eixo de ação fundamental para viabilizar a difusão do WSUD e abordagens similares neste contexto, e envolve a formação contínua dos profissionais atuantes, o desenvolvimento de bases de informação detalhadas sobre o território, a constituição de equipes

multidisciplinares para condução e avaliação de projetos, o fortalecimento e melhoria da integração de ações nos órgãos responsáveis pela questão, o contínuo aprimoramento do arcabouço legal e o fortalecimento das estratégias de fiscalização de modo justo para garantir o cumprimento das diretrizes que se estabeleçam. Destaca-se que todas estas ações dependem de uma clara orientação política a partir do comando do poder Executivo que seja favorável ao desenvolvimento de abordagens sensíveis às restrições ambientais do território.



CONSIDERAÇÕES FINAIS



O modelo convencional de ocupação urbana que se adotou na constituição das cidades ao longo do século XX induziu ao tratamento das águas pluviais e dos espaços naturais de modo a assegurar funções sanitárias, porém desconfigurou as dinâmicas ecossistêmicas e hidrológicas, resultando em impactos para a qualidade de vida urbana e em danos sociais, econômicos e ambientais que se revelam nas inundações nas áreas centrais e na degradação dos fundos de vale. Esse processo replicou práticas adotadas no planejamento urbano das cidades brasileiras, com similaridade para outros contextos, como na Austrália.

As consequências do modo de ocupação urbana predatório naquele país comprometeram o equilíbrio dos ecossistemas hidricamente sensíveis dos quais dependiam as atividades humanas, impulsionando um processo de ressignificação de valores e práticas vigentes que culminou na proposição do *Water Sensitive Urban Design* (WSUD). Esta abordagem que busca integrar a visão de ciclo hidrológico total nos processos de gestão urbana fornece uma série de princípios, objetivos e estratégias que podem ser adotados para conduzir à melhoria da qualidade e quantidade das águas urbanas e conservação de ambientes frágeis. Para a criação do conceito e sua difusão por cidades australianas foi fundamental a articulação entre os órgãos envolvidos com o controle da ocupação territorial e do uso dos recursos naturais, bem como a aproximação com centros de pesquisa que realizaram demonstrações práticas das propostas e trouxeram aprimoramentos à sua institucionalização, sendo o alinhamento político dos governos às questões envolvidas considerado um fator determinante para o nível de implementação possibilitado.

A partir dos manuais e artigos que discutem as possibilidades de aplicação da abordagem é possível estabelecer um arcabouço ferramental vasto, robusto e ao mesmo tempo flexível, com possibilidade de inserção para diferentes contextos e situações, uma vez que as soluções se moldam às condições encontradas. Destaca-se a proposição de instrumentos orientadores do

planejamento do uso e ocupação do solo enquanto indutores de novas práticas de gestão das águas pluviais, para além de um simples conjunto de técnicas e dispositivos de manejo destas.

A abordagem abarca conceitos como a proteção de áreas que não apresentam vocação para o uso urbano, tais como as planícies de inundação e as áreas que ainda possuam cobertura vegetal natural, a investigação de alternativas para implantação de projetos urbanos para reduzir ao máximo os impactos hidrológicos causados, a consideração de conceitos e dinâmicas do ciclo hidrológico para a orientação dos projetos, a exploração do potencial das águas pluviais enquanto fonte de abastecimento e de outros mecanismos para reduzir a demanda por água potável, dentre outros. A partir destas bases os modos de ocupação territorial podem promover uma maior sustentabilidade ambiental quando comparados às práticas convencionais até então vigentes, e assim verifica-se o potencial do WSUD para orientar novas perspectivas de gestão das águas pluviais. Neste sentido demonstrou-se a aplicabilidade deste conceito no contexto são-carlense a partir do estudo prospectivo da urbanização da bacia Santa Maria do Leme, no qual revelaram-se as potencialidades das ferramentas de planejamento e gestão trazidas pelo WSUD. Pelo escopo diversificado das soluções propostas no arcabouço ferramental da abordagem entende-se que ela apresenta capacidade de replicação em outros contextos para além do município estudado. Sua concepção enquanto uma ferramenta alternativa de integração do planejamento urbano com o planejamento dos recursos hídricos a torna cabível para demonstrar mecanismos de resolução dos conflitos e criticidades relacionados à alteração hidrológica promovida pela urbanização, seja o controle de inundações, a recuperação da qualidade ambiental urbana, ou a provisão de fontes alternativas de abastecimento. Foram confirmadas a partir destas constatações as duas premissas relativas ao WSUD e seu potencial para aumentar a sustentabilidade urbana.

A análise das práticas de manejo executadas no município de São Carlos revelou que a sucessão de um processo de urbanização alheio às sensibilidades ambientais das suas bacias hidrográficas implicou na desconfiguração dos processos naturais que garantiam o seu equilíbrio ecossistêmico. As alterações mais marcantes envolveram o aumento das superfícies impermeáveis e redução do processo de infiltração natural, sobrecarregando os canais de drenagem com a concentração dos volumes de água escoada superficialmente e aumento dos picos de vazão. Tais alterações, associadas à ocupação urbana nos fundos de vale constituiu o frequente conflito com as inundações urbanas, sendo que o processo de degradação ambiental se intensificou a partir da década de 1970 com a estruturação do sistema viário às margens dos principais córregos urbanos, Gregório, Monjolinho e Tijuco Preto. Este mesmo processo de degradação dos fundos de vale foi o agente desencadeador de mudanças nessas tendências de ocupação, quando em 2001 uma nova gestão municipal acolheu a condenação judicial pela degradação das Áreas de Preservação Permanente dos córregos e desenvolveu projetos visando sua recuperação ambiental e compatibilização com as demandas do meio urbano.

Surgem a partir deste período práticas inovadoras para o contexto do município, como a renaturalização de trecho do córrego Tijuco Preto, a recuperação ambiental de processos erosivos em nascentes como a do córrego São Rafael e a compatibilização entre os sistemas viários e

hídricos em trecho marginal do córrego Monjolinho, projetos que derivavam da orientação daquela gestão municipal em constituir parques lineares nos fundos de vale de São Carlos. Na esfera institucional e normativa importantes mudanças foram estabelecidas, a iniciar com a estruturação das secretarias municipais, especialmente da Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano e da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, para as quais buscou-se maior qualificação do quadro profissional e técnico e a constituição e formalização de procedimentos. Junto a estas ações seguiu-se a promulgação de dispositivos legais municipais que ampliavam as perspectivas de manejo das águas para além da drenagem, trazendo implicações para os projetos de novos empreendimentos urbanos que precisaram controlar os impactos causados na hidrologia das bacias. Estes avanços têm implicação sobre as práticas em voga no município, com a ampliação das responsabilidades e compromissos entre poder público, empreendedores, proprietários e usuários no sistema de gestão das águas pluviais, especialmente sobre os processos de licenciamento de parcelamentos do solo e de obras e edificações.

O município conta ainda com um Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável, um importante instrumento para orientar as ações de planejamento e gestão. Em que pese o arcabouço e detalhamento técnico apresentado pelo documento, ele centraliza suas proposições em estruturas de macrodrenagem (reservatórios de detenção e retenção, canais e piscinões) sem traçar diretrizes a respeito das perspectivas de ocupação urbana do município, aspecto fundante dos conflitos estudados. Percebe-se que há pouca integração entre este instrumento e o Plano Diretor Municipal, fragilizando uma das prerrogativas para a implementação do WSUD.

Tendo em vista o organograma institucional vigente, o arcabouço normativo e procedimental e as realizações práticas para o manejo de águas pluviais no município, percebe-se que ainda predominam conceitos do paradigma da Cidade Drenada. Porém existem ações direcionadas na perspectiva da Cidade dos Cursos d'Água e Cidade do Ciclo da Água, demonstrando que há um potencial transformador neste contexto que pode ser melhor explorado. Estes resultados confirmam a premissa a respeito do planejamento urbano do município de São Carlos e sua tendência orientada pela engenharia sanitária convencional, porém destaca-se aqui que este não foi um processo absoluto, principalmente em função das ações emergente a partir dos anos 2000 que iniciaram a alteração do paradigma hegemônico.

Considerando os resultados sobre o arcabouço conceitual do WSUD e sobre as demandas do contexto são-carlense para a gestão de águas urbanas, confirmam-se as duas hipóteses estabelecidas pela pesquisa, sendo o WSUD uma abordagem viável que traz contribuições para aprimorar a questão do contexto analisado, desde que se atente para os aspectos chave encontrados.

O aproveitamento de tal potencial para o avanço dentro das propostas do WSUD perpassa pelo fortalecimento de aspectos institucionais e orçamentários que condicionam a gestão urbana. Destaca-se que a aproximação entre as ações do poder público com a academia pode dar vazão a inovações e à investigação que viabilizem as novas práticas, seja com o estudo das estruturas

administrativas, com a realização de projetos e obras a partir de novas tecnologias ou a condução de *workshops* e cursos de formação para fortalecer a capacidade institucional. Este último é um fator chave para viabilizar tais transformações, as quais dependem de maior integração dos agentes públicos dentro e entre órgãos, aprimoramento das bases de informação e desenvolvimento das capacidades de articulação e negociação entre os atores envolvidos.

As questões orçamentárias surgem enquanto limitantes para a realização de intervenções pelo poder público, tendo em vista a dependência por repasses federais e estaduais, como no caso das obras de macrodrenagem (estimadas em valores que sobressaem o orçamento municipal), assim como a inexistência de fundo próprio para a manutenção dos sistemas de águas pluviais, o que tem inviabilizado a conservação e limpeza das estruturas que têm sido mais adotadas, os reservatórios de retenção nos loteamentos. É necessário investigar as perspectivas de manutenção dos novos dispositivos sendo adotados, seja na esfera pública, que dependerá da ampliação da receita orçamentária para isso, seja na esfera privada, uma vez que as novas práticas aumentam a responsabilidade dos usuários dentro do sistema.

A partir da conjuntura acima exposta, salienta-se a relevância de que futuras pesquisas no campo da gestão de águas urbanas investiguem com profundidade os entraves institucionais e orçamentários existentes, e apontem novos caminhos para as abordagens pautadas em paradigmas sistêmicos e planejamento ambiental urbano.

Por fim, a respeito da situação vigente na gestão municipal, salienta-se que apesar das práticas adotadas ainda terem forte influência de um *modus operandi* pouco sensível à conservação dos atributos ambientais do território, tendo em vista a consolidação histórica deste arcabouço, existem possibilidades e potencialidades para o desenvolvimento de novas abordagens pautadas em princípios que expandem o contrato hidro-social estabelecido. O surgimento de novas práticas e a sua difusão mostra-se dependente da conformação de situações críticas a partir das quais uma conjuntura técnica, política, social e econômica pode encaminhar a transformação da realidade vigente. Esta dinâmica foi determinante para os avanços experienciados, e ainda pode viabilizar outras perspectivas.

Neste sentido, acredita-se que esta pesquisa tenha contribuído para revelar os processos que instituíram mudanças para o município de São Carlos, permitindo uma maior compreensão da complexidade envolvida no tensionamento de paradigmas há muito estabelecidos. Complementarmente discutiram-se as potencialidades que o arcabouço normativo e institucional vigente apresenta para a continuidade deste processo transformador. Sugere-se a consideração das bases conceituais e técnicas trazidas pelo WSUD, e sistematizadas por esta dissertação, enquanto uma diretriz capaz de potencializar a requalificação das relações entre os indivíduos e os ambientes construído e natural nas cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**. São Carlos: UFSCar, 132 p., 2014. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos;

ASSIGNMENT POINT. **Impermeabilização e o ciclo hidrológico** - Green Water Defense as Flood Mitigation Approach for Dhaka, 2017. Disponível em: <<http://www.assignmentpoint.com/wp-content/uploads/2015/12/city.jpg>>. Acesso: 20 mai. de 2017;

ANELLI, Renato L. S. Sistema Viário e Recuperação de Recursos Hídricos (córregos e nascentes) em São Carlos/SP. In: **Anais... Águas Urbanas - I Seminário Nacional Sobre Regeneração Ambiental de Cidades, 2005**, Rio de Janeiro. Águas Urbanas - I Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental de Cidades, 2005. v. único;

ANELLI, Renato L. S. Recuperação de cursos d'água e nascentes associada à revisão da ocupação viária estrutural de Fundo de Vale em São Carlos/SP (2001-2005). In: **Anais... APP Urbana 2007 - Seminário Nacional sobre o tratamento de áreas de preservação permanente em meio urbano e restrições ambientais ao parcelamento do solo, 2007**, São Paulo. APP Urbana 2007 - Seminário Nacional sobre o tratamento de áreas de preservação permanente em meio urbano e restrições ambientais ao parcelamento do solo, 2007, v. 1;

ARAUJO, Cristina P.; GATTAMORTA, Marco A. e SILVA, Sérgio B. Planejamento Ambiental: um novo olhar sobre a forma de planejar os usos no território. **Cadernos PROARQ**, Rio de Janeiro, n. 17, p. 89 – 103, 2011;

ASHLEY, Richard; LUNDY, Lian; WARD, Sarah; SHAFFER, Paul; WALKER, Louise; BROWN, Rebekah; KEATH, Nina e WONT, Tony. Transitioning to Water Sensitive Cities: Historical, Current and Future Transition States. In: International Conference on Urban Drainage, 11th, Edinburgh. **Anais...** Edinburgh, Scotland, UK, 2008. 10 p.;

BAPTISTA, M., NASCIMENTO, N., BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Brasil: ARBH, 2011;

BAYCHEVA-MERGER, Tanya e WOLFSLEHNER, Bernhard. Evaluating the implementation of the Pan-European Criteria and indicator for sustainable forest management – A SWOT analysis. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 1192-1199, 2016;

BETTINI, Yvette; BROWN, Rebekah R.; HAN, Fjalar, J e FARRELLY, Megan. Understanding institutional capacity for urban water transitions. **Tecnological Forecasting & Social Change**, v. 94, p. 65 – 79, 2015;

BERTONI, Juan C. e TUCCI, Carlos E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. Capítulo 5;

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Cidades@**, 2015. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=354890>, acesso em: maio de 2015.

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: dezembro de 2016;

_____. 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: dezembro de 2016;

_____. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 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/11445.htm>. Acesso em: abril de 2016;

BRITTO, Ana. L. N. de P.; LIMA, Sonaly, C. R. B. de; HELLER, Leo e CORDEIRO, Berenice de Souza. Da fragmentação à articulação: a Política Nacional de Saneamento e seu Legado Histórico. **R. B. Estudos Urbanos e Regionais**. v. 14, n. 1, p. 65 – 83, mai. 2012;

BROWN, Rebekah, MOURITZ, Mike e TAYLOR, André. **Institutional Capacity**. In.: WONG, Tony. **Australian Runoff Quality: a guide to Water Sensitive Urban Design**. New South Wales: Engineers Media, 2006. Chapter 5;

BROWN, Rebekah.; CLARKE, Jodi. **Transition to Water Sensitive Urban Design: the story of Melbourne, Australia**. Facility for Advancing Water Biofiltration, Monash University, 2007. 75p. relatório n. 07/1;

BROWN, Rebekah.; KEATH, Nina. e WONG, Tony. Urban water management in cities: historical, current and future regimes. **Water Science & Technology**, v. 59, n. 5, 2009;

BUENO, Laura Machado de Mello. Reflexões sobre o futuro da sustentabilidade urbana em um enfoque socioambiental. **Cadernos metrópole**, 2008. p. 99-121;

CASTRO, Leonardo Mitre Alvim de; BAPTISTA, Márcio Benedito e NETTO, Oscar de Moraes Cordeiro. Análise multicritério para avaliação de sistemas de drenagem urbana: proposição de indicadores e sistemática de estudo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 9, no. 4, p. 05-19, out./dez. 2004;

CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Campinas: Unicamp, 2016;

COFFMAN, Larry. S. **Low-Impact Development Design Strategies: An Integrated Design Approach**. Prince George's County, Maryland. Department of Environmental Resources, 1999. 150 p.

CAMENÇON PROJETOS E EXECUÇÃO. **Projeto da Rede de Drenagem – Jardim Larine**. São Carlos, 2016. Folha 01/03;

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMSMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992;

COUNCIL OF AUSTRALIAN GOVERNMENT'S (COAG). **Intergovernmental agreement On a national water initiative**. Austrália, 2004.

CORRÊA, Lucelinda Schramm. Cidades, práticas higienistas e produção do espaço urbano. In: Encontro Nacional dos Geógrafos, XVI, 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2010. p. 1-7;

COSTA, Carlos W.; DUPAS, Francisco A.; e PONS, Nívea A. D. Regulamentos de uso do solo e impactos ambientais: avaliação crítica do plano diretor participativo do município de São Carlos, SP. **Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 143 – 157, 2012;

COOPERATIVE RESEARCH CENTER FOR WATER SENSITIVE CITIES (CRCWSC), **Annual Report 2012 – 2013**. Victoria: Monash University, 2012. 46 p.;

COUTTS, Andrew M.; TAPPER, Nigel J.; BERINGER, Jason; LOUGHNAN, Margaret e DEMUZERE, Matthias. Watering our cities: The capacity for Water Sensitive Urban Design to support urban cooling and improve human thermal comfort in the Australian context. *Progress in Physical Geography*, vol. 37, n 1, p. 2-28, 2013;

DAVISON, A. Stuck in a Cul-de-Sac? Suburban history and Urban Sustainability in Australia. **Urban Policy and Research**. v. 24, n. 2, p. 201 – 216, jun. 2006;

DEFESA CIVIL DE SÃO CARLOS (DCSC). **Mapeamento de áreas de alto ou muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de São Carlos, SP**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2015. Relatório Técnico;

DUARTE, Fábio. **Planejamento Urbano**. Curitiba: Ibpex, 2007;

FERREIRA, Fabio D. e DOS SANTOS Samuel M. O direito à moradia urbana e a expropriação social no Código Civil de 2002. **Revista de Direito da Cidade**, v. 7, n. 2, 2015. p. 347-367;

FLETCHER, Tim. D.; SHUSTER, William; HUNT, William F.; ASLHEY, Richard; BUTLER, David; ARTHUR, Scott; TROWSDALE, Sam; BARRAUD, Sylvie; SEMADENI-DAVIES, Annette; BERTRAND-KRAJEWSKI, Jean-Luc; MIKKELSEN, Peter Steen; RIVARD, Gilles; UHL, Mathias; DAGENAIS, Danielle e VIKLANDER, Maria. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application os terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, 20 p., 2014;

FRANCISCO, Arlete M. Os desafios do planejamento urbano em áreas de fundo de vale consolidadas: o caso da microbacia do córrego do veado em Presidente Prudente, SP. In: Seminário de Áreas de Preservação Permanente Urbanas. **Anais...** Natal, 2012.

FRANCO, Maria de A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. 2 ed. São Paulo: Annablume, 2008;

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002;

GEOEYE. **Imagem de satélite**, composição RGB, resolução espacial 0,5m,, 10 de maio de 2014;

GEO CONCEIÇÃO. **Bacia hidrográfica**, 2017. Disponível em: <http://1.bp.blogspot.com/-SH0eV0vAmfk/TlDbP_tMDdl/AAAAAAAAABog/HOCfylo7cL4/s1600/CENTRO%2BDISPERSOR%2B1.JPG> . Acesso: 20 mai. de 2017;

GOOGLE EARTH. **Imagem de Satélite Landsat**. Imagem coletada em 4 de setembro de 2013;

HERZOG, Cecília Polacow. **Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza**. Rio de Janeiro: Mauad X – Inverd, 1 ed. 2013. 311 p.;

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão dos recursos hídricos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008;

INFRATÉCNICA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES. **Projeto de supressão arbórea – Parque dos Flamboyant**. São Carlos, 2011. Folha única;

INPAR PROJETO. **Projeto Drenagem de Águas Pluviais**. São Carlos, 2012. Reserva Aquarela, Folha 01/03;

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (IGC). **Mapeamento cartográfico em escala 1:10.000**. Folhas SF-23-V-C-IV-3-SO-F e SF-23-Y-A-I-1-NO-B, 1991;

JACOBI, Pedro R.; CIBIM, Juliana e LEÃO, Renata de S. Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 27 – 42, 2015;

JMF PROJETOS E CONSULTORIA. **Projeto de Drenagem de Águas Pluviais – Parque Novo Mundo**. São Carlos, 2009. Folha 01/03;

JOINT STEERING COMMITTEE FOR WATER SENSITIVE CITIES (JSCWSC). Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design: a national guide. [S.l.]: JSCWSC, 2009. 79 p.;

LACERDA, Norma. O campo do planejamento urbano e regional: da multidisciplinaridade à transdisciplinaridade. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 15, n.1, p. 77 – 93, 2013;

LANNA, Antonio E. Gestão dos Recursos Hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. Capítulo 19;

LIMA, Renata. P. **O processo e o (des)controle da expansão urbana de São Carlos (1857-1977)**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2007. Tese de Doutorado;

LLOYD, Sara. D.; WONG, Tony. H. F.; CHERTERFIELD, Christopher. J. **Water Sensitive Urban Design: A stormwater management perspective**. Victoria: Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, 2002. 44 p.;

PELISSARI Mário H. D. **Análise do manejo das águas pluviais no município de São Carlos: estudo da bacia do córrego Santa Maria do Leme**. São Carlos: UFSCar, 167 p, 2016. Dissertação (Mestrado).

MARSH, William M. **Landscape planning: environmental applications**. United States of America: Library of Congress Cataloging in Publication Data, 3 ed, 1997;

MAROTTI, Ana. C. B.; SANTOS, Karol. E. L.; MACERA, Leonardo. G.; de LIMA NEVES, Luiza.; GONÇALVES, Juliano. C. e PUGLIESI, Erica. Levantamento histórico e relatos de inundações do córrego do Gregório na região central do município de São Carlos-SP. **Revista Eixo**, v. 3, n. 1, 2014;

MCHARG, Ian L. **Design with nature**. New York: John Wiley & Sons, 1992;

MENDES, Heloisa. C. e MENDIONDO, Eduardo. M. Histórico da expansão urbana e Incidência de Inundações: O Caso da Bacia do Gregório, São Carlos-SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, n. 1, p. 17 – 27, 2007;

MENDES, Heloisa C. **Urbanização e impactos ambientais: histórico de inundações e alagamentos na bacia do Gregório, São Carlos – SP**. São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005. Dissertação de mestrado;

MORISON, Peter J. e BROWN, Rebekah R. Understanding the nature of public and local policy commitment to Water Sensitive Urban Design. **Landscape and Urban Planning**, v. 99, p. 83-92, 2011;

MOURA, Priscilla Macedo; BAPTISTA, Márcio Benedito e BARRAUD, Sylvie. Avaliação multicritério de sistemas de drenagem urbana. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, vol. 6, n. 1, p. 31-42, jan./jun. 2009;

MOURITZ, Mike J. **Sustainable urban water systems: policy and professional praxis**. Perth: Murdoch University, 1996. 515 p, Tese de Doutorado;

MOURITZ, Mike J.; EVANGELISTI, Marino e MCALISTER, Tony. Water Sensitive Urban Design. In.:WONG, Tony. **Australian Runoff Quality: a guide to Water Sensitive Urban Design**. New South Wales: Engineers Media, 2006. Chapter 4;

NAMUR, Marly e BOEIRA, Jurandir G. Reflexões sobre o papel do planejamento urbano no Brasil. In.:XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR. **Anais...** Salvador, 2005.

NASCIMENTO, S. Reflexões sobre a intersetorialidade entre as políticas públicas. **Serv. Soc. Soc.**, São Paulo, n. 101, p. 95 – 120, 2010;

PERES, Renata B. e SILVA, Ricardo S. Análise das relações entre o plano de bacia hidrográfica Tietê-Jacaré e os planos diretores municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos, SP: avanços e desafios visando a integração de instrumentos de gestão. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 349 – 362, 2013;

PONS, Nivea. A. D. **Levantamento e diagnóstico geológico-geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos – SP, com auxílio de geoprocessamento**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2006. Tese de doutorado;

PORTO, Rubem L.; FILHO, Kamel Z.; TUCCI, Carlos E. M. e BIDONE, Francisco. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. Capítulo 21;

RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza**. 6ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 546 p;

ROLNIK, Raquel; KLINK, Jeroen. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias? **Novos estudos-CEBRAP**, n. 89, p. 89-109, 2011.

ROLNIK, Raquel. **A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo**. 3 ed. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP, 242 p., 2013;

RPS[

[ENGENHARIA. **Localização Residencial Jardim Araucária**. São Carlos, 2012. Folha 01/03;

SANTOS, Angela M. S. P. Planejamento urbano: para quem e para quem? **Revista de Direito da Cidade**, v. 4, n. 1, p. 91 – 119, 2012;

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

SÃO CARLOS, Prefeitura Municipal. **Mapas – Loteamentos – Cidade – Distritos**, 2016. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/habitacao-morar/154835-mapas-loteamentos-cidade-distritos.html>, acesso em abril de 2016.

_____. **Plano Municipal de Saneamento – São Carlos/SP**, São Carlos, Coordenadoria de Meio Ambiente, 2012;

SÃO CARLOS, Município. Lei nº 13.246 de 2003. Dispõe sobre a construção de reservatório de retenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas. Disponível em: <<http://www.camaraaocarlos.sp.gov.br/portal/index.>>. Acesso em: abril de 2016;

_____. 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://www.camarasaocarlos.sp.gov.br/portal/index.>>. Acesso em: abril de 2016;

_____. Lei nº 15.958 de 29 de dezembro de 2011. Dispõe sobre o Código de Obras e Edificações do Município de São Carlos, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camarasaocarlos.sp.gov.br/portal/index.>>. Acesso em: abril de 2016;

_____. Lei nº 17.010 de 27 de dezembro de 2013. Dispõe sobre o orçamento do Município para o exercício de 2014. Anexo 6 – Programa de Trabalho por Órgão e Unidade;

_____. Lei nº 17.729 de 10 de fevereiro de 2016. Cria o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva e institui a sua obrigatoriedade nos imóveis localizados no Município, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camarasaocarlos.sp.gov.br/portal/index.>>. Acesso em: abril de 2016;

_____. Lei nº 18.053 de 19 de dezembro de 2016. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/habitacao-morar/166049-plano-diretor-estrategico.html>>. Acesso em: fevereiro de 2017;

SÃO PAULO, Estado. Lei nº 12.526 de 02 de janeiro de 2007. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=69472>>. Acesso em: fevereiro de 2017;

SCHENK, Luciana B. M. e PERES, R. B.. Agentes produtores e espaços livres na forma urbana de São Carlos, SP. In: Colóquio QUAPÁ-SEL, IX., 2014 **Anais...** Vitória: UFES, 16 p., 2014;

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO DE SÃO CARLOS (SMHDU). **Processo nº 16.451/14**. São Carlos: PMSC, 2014. Minuta de decreto;

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS DE SÃO CARLOS (SMOP). **Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos**. São Carlos: PMSC, volumes I, II e III, 2011;

_____. **Diretrizes para drenagem urbana**. São Carlos: PMSC, 17 p., 2015;

SILVA, Edna L. e MENEZES, Estela M. **Metodologia de Pesquisa e elaboração de Dissertação**. 3ª ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2005;

SILVA, Gerani F. N. e HORA, Karla E. R. O Plano Diretor Municipal e sua interface com a drenagem urbana. **Revista LABVERDE**, n. 7, p. 142-167, dez. 2013;

SILVA, Lucia S. e TRAVASSOS, Luciana. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos metrópole**, p. 27-47, 2008;

SILVA, Ricardo S. e SILVA, Eder R. Origens e matrizes discursivas da reforma urbana no Brasil. **Revista Espaço & Debates**, 2005, p. 144-156.

SILVA, Sandra R. M. **Transformações das abordagens urbanísticas e ambientais na gestão territorial brasileira**: confluências e divergências no direito de propriedade, nos instrumentos de gestão e no desenho institucional. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 2011. Tese de doutorado;

SILVEIRA, André. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. Capítulo 2;

SILVEIRA, André. L. L.; LOUZADA, José A. e BELTRAME, Lawson. F. S. Infiltração e Armazenamento no Solo. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009a. Capítulo 9;

SIQUEIRA, Bárbara V.; SILVA, Sandra R. M. e SILVA, Ricardo S. Novas configurações em periferias de cidades médias paulistas: a proliferação dos empreendimentos habitacionais com controle de acesso. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v.4, n.1, p.69 – 92, 2016;

STATE LIBRARY OF WESTERN AUSTRALIA. **The Waugul**. 2010;

TAVANTI, Débora R. e BARBASSA, Ademir P. Contribuições do planejamento urbano às questões hidrológicas e ambientais. In.: PLURIS 2010, **Anais...** 2010;

TRAVASSOS, Luciana R. F. C. O esgotamento do binômio: canalização de córregos e construção de avenidas de fundo de vale. In: XII Encontro Nacional da ANPUR, **Anais** do XII Encontro Nacional da ANPUR, Belém, 2007;

TUCCI, Carlos E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 5 – 27, 2002;

_____. Drenagem Urbana. **Cienc. Cult**, vol. 55, n. 4, p. 36-37. São Paulo out./dez. 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v55n4/a20v55n4.pdf>. Acesso: 15 fev. de 2015;

_____. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades - Global Water Partnership - World Bank – Unesco. 2005. 192 p.;

_____. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008;

_____. Interceptação. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009a. Capítulo 6;

_____. Escoamento Superficial. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009b. Capítulo 11;

_____. Controle de Enchentes. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009c. Capítulo 16;

_____. Regulamentação da Drenagem Urbana no Brasil. **REGA**, Porto Alegre, v. 23, n.1, p. 29-42, 2016;

TUCCI, Carlos. E. M. e BELTRAME, Lawson. F. S. Evaporação e Evapotranspiração. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009a. Capítulo 7;

TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos. **Parcerias Estratégicas**, [S.l.], n. 20, p. 689-708, jun. 2005. Áreas de Interesse Nacional;

UNITED NATIONS (UN). **A/RES/70/1 Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**, 2015. Disponível em:
<http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E>. Acesso: 14 jan. de 2017;

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Ciclo da Água**, 2017. Disponível em:
<<https://water.usgs.gov/edu/graphics/watercycleportuguesehigh.jpg>>. Acesso: 20 mai. de 2017;

VICTORIAN, STORMWATER COMMITTEE. Water Sensitive Urban Design. In: _____. **Urban Stormwater: Best Practice Environmental Management Guidelines**. Victoria: CSIRO Publishing, 2006. Chapter 5;

VILLAÇA, Flávio. Dilemas do Plano Diretor. In: CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima - Cepam, 1999. p. 237 – 247;

VILLE PROJETOS DE ENGENHARIA. **Projeto Urbanístico**. São Carlos, 2011. Drenagem de Águas Superficiais – Eco-Esportivo Damha III, Folha 01/10;

WONG, Tony H. F. **Australian Runoff Quality: A guide to Water Sensitive Urban Design**. New South Wales: Engineers Media, 2006. 244 p.;

WONG, Tony H. F. Water Sensitive Urban Design: the Journey Thus Far. **Environment Design Guide**, Des 11, 12 p., agosto de 2007;

WONG, Tony H. F. e BROWN, Rebekah. The water sensitive city: principles for practice. **Water Science & Technology**, v. 60, n. 3, 2009.

Apêndice 1

Protocolo de análise de processos de parcelamento do solo

Data: XX/XX/XXXX

Local: *Secretaria Municipal XXXXXX*

1. Nome do Parcelamento:

1.1. Número do Processo:

1.2. Nome do proprietário/empresa:

1.3. Profissional responsável:

2. Localização:

3. Área total:

4. Zona segundo Plano Diretor de 2005:

5. Data de início da tramitação: *XX/XX/XXXX*

6. Data de aprovação final:

7. Número do decreto de aprovação:

8. Data da primeira diretriz de projeto: *XX/XX/XXXX*

9. Considerações quanto à diretriz de projeto:

9.1. Quanto à implantação urbanística:

9.2. Quanto às recomendações e técnicas para águas pluviais:

10. Data de apresentação do projeto final aprovado: *XX/XX/XXXX*

11. Considerações quanto ao projeto final:

11.1. Quanto às recomendações e técnicas para águas pluviais:

11.1.1. *Poços:*

11.1.2. *Reservatórios:*

11.1.3. *Pavimento permeável:*

11.1.4. *Captação de água de chuva:*

11.1.5. *Biorretenção:*

11.1.6. *Conservação de atributos naturais:*

11.1.7. *Swales:*

11.2. Quanto à proteção de APP:

11.3. Quanto à implantação urbanística:

12. Parecer da Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano:

13. Parecer da Secretaria Municipal de Obras Públicas:

14. Parecer da Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito:
15. Parecer da Coordenadoria De Meio Ambiente:
16. Parecer do COMDUSC:
17. Parecer do COMDEMA:
18. Parecer da CETESB:
19. Parecer da GRAPROHAB:
20. Outras informações relevantes:

Apêndice 2

Roteiro de Entrevista

1. Em que período você esteve envolvido diretamente na gestão municipal de São Carlos?
2. Quais cargos e funções você assumiu neste período?
3. Até então, qual era a relação da sua secretaria/coordenadoria/autarquia com os projetos de drenagem e o manejo de águas pluviais no município?
4. Quais eram os paradigmas de manejo de águas pluviais vigentes que orientavam as propostas e implementações dos sistemas estruturais e não estruturais?

A figura abaixo ilustra diferentes paradigmas de manejo de águas urbanas (englobando as águas pluviais) com os indutores vigentes e as suas implicações práticas. É uma proposta australiana apresentada por Brown et al. (2009).



5. Enquanto esteve nos cargos mencionados você vivenciou mudanças nos paradigmas de manejo das águas pluviais?
6. Quais foram essas mudanças e os motivos que as impulsionaram?
7. Quais as implicações diretas dessas mudanças sobre os projetos de drenagem e as tecnologias adotadas?

8. Qual foi o papel da municipalidade, especialmente de sua secretaria, na condução daquele processo?
9. Que elementos você destacaria como facilitadores/impulsionadores daquele processo?
10. Que elementos você destacaria como barreiras/desafios daquele processo?
11. Quais as principais conquistas obtidas (aspectos institucionais, de planejamento e práticos)?
12. Algumas propostas não chegaram a ser implementadas? Quais e por quê?
13. O que você apontaria como repercussão daquelas transformações sobre as práticas em voga atualmente para o manejo das águas pluviais no município?
14. Há alguma outra consideração relevante sobre o tema que gostaria de relatar?

Apêndice 3

Termo de consentimento livre e esclarecido

São Carlos, XX de xxxxxx de 20XX

Prezado participante:

Sou mestrando do programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos. Estou realizando uma pesquisa sob supervisão do professor Ricardo Siloto da Silva, cujo objetivo é demonstrar as potencialidades e limitações de aplicação do *Water Sensitive Urban Design* na gestão e planejamento das águas pluviais urbanas do município de São Carlos (SP).

Sua participação envolve uma entrevista, que será gravada se assim o sr. permitir, e que tem a duração aproximada de uma hora e meia.

A participação nesse estudo é voluntária, e o sr. tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para o sr.

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pelo pesquisador, fone (16) 99244-9723, e-mail alexandre.mog@gmail.com.

Atenciosamente,

Pesquisador: Alexandre da Silva Faustino

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Entrevistado:

Apêndice 4

Relatório de entrevista com Prof. Dr. Renato Luiz Sobral Anelli

Entrevistador: Alexandre da Silva Faustino

Local: Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, SP.

Data: 01/02/2017

1. Qual a sua formação?

Arquiteto e Urbanista pela PUC Campinas e doutor pela FAU em História da Arquitetura com sanduíche em Veneza, sendo que suas pesquisas são mais orientadas ao projeto de edificações.

2. Em que período você esteve envolvido diretamente na gestão municipal de São Carlos?

Atuou na prefeitura municipal entre 2001 e 2004, a convite do prefeito recém-eleito Newton Lima para apoiar a proposta de governo trazida pela nova gestão.

Antecedentes: Este período foi marcado por uma convergência de ações que impulsionaram mudanças nas perspectivas de gestão pública urbana. No âmbito das universidades havia o direcionamento de algumas pesquisas e experimentações projetuais que refletiam sobre temas urbanos e de infraestruturas com preocupação direta com a realidade de São Carlos, estando o prof. Renato envolvido nestas discussões que contavam com parceria com o prof. Fernando de Melo Franco. Tais reflexões foram trazidas para disciplinas no IAU-USP junto a considerações a respeito de planos municipais setoriais recém elaborados (1998 e 1999) em consultoria com professores da EESC. Concomitantemente, fazendo uso de sua posição enquanto chefe de departamento do IAU-USP buscou organizar os arquitetos de São Carlos no âmbito do Núcleo de Arquitetos do Brasil na intenção de provocá-los quanto a relação dos profissionais para com a cidade seguindo as reflexões anteriores. Nesta perspectiva, destaca-se o acompanhamento das críticas direcionadas ao processo de ocupação das marginais para execução do anel viário do município, implicando na degradação e ocupação das APPs de córregos urbanos. Diversas manifestações públicas na imprensa foram realizadas com o apoio do IAB dando voz às discussões que vinham se acumulando, culminando com a exigência, especialmente por parte dos arquitetos, da elaboração de um Plano Diretor.

3. Quais cargos e funções você assumiu neste período?

Foi Secretário de Obras e Serviços Públicos, secretaria que logo acumulou também a pasta de Trânsito e Transporte.

Ao assumir o governo, a nova gestão deparou-se com a intimação do Ministério Público para responder a um processo civil contra o projeto das avenidas marginais em função dos crimes ambientais que estavam sendo causados pelas obras nos fundos de vale e nas APPs para a

ocupação com o sistema viária. Perante esta intimação judicial a gestão decidiu por acolher as demandas ao invés de contestá-las, formulando para isso o Termo de Ajustamento de Conduta que ficou conhecido como TAC das Marginais. Tal situação foi de certa forma favorável à compreensão de se corrigir os impactos que vinham sendo causados aos fundos de vale, uma vez que parte dos secretários e do corpo técnico formado para atuar na nova gestão era composta pelos atores que faziam parte do movimento que impulsionou a ação civil contra a municipalidade anteriormente.

Neste contexto, as ações da Sec. de Obras e Serviços Públicos esteve direcionada ao cumprimento das exigências do TAC, que em geral envolviam obras voltadas ao controle das enchentes e à resolução de conflitos entre o sistema viário com o sistema hídrico.

4. Até então, qual era a relação da sua secretaria/coordenadoria/autarquia com os projetos de drenagem e o manejo de águas pluviais no município?

A situação encontrada na SMOSP era de um escasso corpo técnico, composto por apenas um engenheiro além do secretário, engenheiro que era responsável pela abertura de licitações para as obras públicas e seu acompanhamento, não havendo a elaboração direta de projeto pela secretaria e sem a figura do profissional arquiteto.

5. Quais eram os paradigmas de manejo de águas pluviais vigentes que orientavam as propostas e implementações dos sistemas estruturais e não estruturais?

Até então os paradigmas vigentes compreendiam a cidade do abastecimento, esgotamento e cidade drenada.

6. Enquanto esteve nos cargos mencionados você vivenciou mudanças nos paradigmas de manejo das águas pluviais?

Pode-se assumir que os projetos elaborados e as práticas empregadas intentaram novas abordagens para o manejo das águas pluviais, mas com especial preocupação aos sistemas fluviais. Isto se deu ao evidente conflito entre a alocação de vias de grande fluxo do sistema viário junto aos corpos hídricos, que ocasionaria intensa degradação dos atributos ambientais na região ripária e traria mais exposição da população ao risco de enchentes por aproximar as vias das áreas inundáveis. Os princípios que nortearam a ação da SMOSP foram de compatibilizar a execução de bons projetos de infraestrutura urbana, especialmente do sistema viário e de drenagem, com a garantia de maior conservação ambiental e redução dos impactos das intervenções.

Neste sentido os projetos apresentados envolveram o afastamento das vias marginais em alguns trechos para liberação de área de APP buscando garantir os 30 metros exigidos pela legislação federal, a recuperação ambiental de um trecho de córrego que encontrava-se tamponado com o uso de técnicas de baixo impacto para renaturalização do canal, o controle de processos erosivos avançados em área de nascente também com o uso de técnicas de baixo impacto, e a contenção de margens de canais urbanos altamente erodíveis em função dos volumes de água transportados durante precipitações.

A maioria destas ações apresentaram o aspecto inovador de reduzir os impactos ambientais produzidos pelas obras, inclusive com a reversão de quadros avançados de degradação para uma condição mais controlada e equilibrada de saúde para os ecossistemas. É detectável desta forma um avanço nas perspectivas da Cidade dos Cursos d'Água e Cidade do Ciclo da Água.

7. Quais foram essas mudanças e os motivos que as impulsionaram?

Mudanças estão bem apresentadas na questão 6.

Todas ações da SMOSP em relação ao manejo de águas pluviais partiam do tema central que eram as inundações recorrentes na região central da cidade, especialmente na baixada do mercado e na rotatória do Cristo. A pressão popular sobre o poder público para endereçar a problemática com as inundações agia tanto quanto uma demanda básica quanto uma prerrogativa para a busca de soluções técnicas alternativas. Um fator chave para respaldar as novas proposições foi a postura assumida do governo municipal (2001 – 2004) de desenvolver ações voltadas à recuperação da qualidade ambiental da cidade. Soma-se a isso a aproximação entre a gestão pública e as universidades, especialmente no corpo de secretários e cargos de confiança, que propiciou um novo aporte de conhecimento técnico e capacitação da gestão. Nesta prerrogativa, discussões e estudos que antes se limitavam ao espaço acadêmico puderam ser desenvolvidas nas intervenções públicas sobre a cidade concreta.

Destaca-se neste processo a presença do TAC das marginais, que tanto representou o papel do poder Judiciário, na figura do Ministério Público de Meio Ambiente, de fiscalizar o cumprimento das políticas ambientais e urbanas (neste caso especialmente do código florestal) e aplicar sanções quando necessário. Essa pressão constituiu uma janela de oportunidade para o poder municipal propor novas respostas. A atuação do Ministério Público também foi importante na criação de diálogos e condução de negociações, por exemplo nos casos em que foi necessária a desapropriação de terrenos para recuperação da APP na marginal. Houve inclusive a formação de uma jurisprudência em que se decidiu pelo pagamento das áreas em APP com um valor abaixo do praticado no mercado imobiliário, tendo em vista sua vocação para outros fins que não os de construção.

8. Quais as implicações diretas dessas mudanças sobre os projetos de drenagem e as tecnologias adotadas?

Os projetos buscaram para além do cumprimento de funções hidrológicas de drenagem e controle de inundações a possibilidade de restaurar os espaços naturais antes degradados, como no caso da ampliação das faixas de APP em trecho da marginal (av. Francisco Pereira Lopes), da renaturalização de trecho do córrego do Tijuco Preto e da recuperação ambiental em áreas de nascentes (como na nascente do córrego São Rafael).

No caso da ampliação da APP, em função da conjuntura hidrológica das bacias urbanizadas, a proposta de tratamento dos canais envolveu o emparedamento com concreto para contenção de erosões nas margens (confirmar de houve de fato no trecho USP), porém

acompanhado da reserva dos 30 metros de APP em suas margens com plantio de mudas para revegetação.

No caso da renaturalização, foi necessário trazer de volta ao céu aberto do trecho do curso d'água que se encontrava tamponado, e reestruturar a morfologia do canal buscando uma implantação naturalizada. Para isso, foram adotadas técnicas não convencionais de estabilização de taludes com material degradável (madeira) associada à hidrossemeadura sobre geomanta e revegetação com mudas. No projeto, buscou-se ainda a garantia de que a passagem do córrego sobre a travessia do sistema viário tivesse um espaço tal que permitisse seu funcionamento enquanto um corredor ecológico.

Tanto na ampliação da APP quanto na renaturalização, os projetos tiveram que envolver uma integração sólida entre o planejamento das infraestruturas de drenagem com as infraestruturas de mobilidade.

9. Qual foi o papel da municipalidade, especialmente de sua secretaria, na condução daquele processo?

A SMOSP, enquanto secretaria responsável pela contratação e execução das obras públicas teve protagonismo na proposição de novas soluções. Para a consecução das propostas, foi fundamental a maior aproximação das universidades com o poder público, além da abertura de novos cargos no corpo da secretaria e na qualificação dos profissionais atuantes.

10. Que elementos você destacaria como facilitadores/impulsionadores daquele processo?

O alinhamento político favorável às práticas promotoras da qualidade ambiental e a vontade das lideranças em pô-las em prática, apesar deste não ser um fator de influência direta. A qualificação técnica do quadro de cargos de confiança que se formou e a abertura para novos profissionais que se criou. A aproximação com as universidades, e não apenas pela figura dos profissionais contratados para a gestão pública, mas com a formação de parcerias que congregavam pesquisadores e professores enquanto consultores técnicos para os projetos e obras.

Considera-se também como impulsionador a resposta positiva da população aos projetos e intervenções, o que se atribui à forma de financiamento que se deu via Orçamento Participativo, permitindo a discussão e esclarecimento sobre as propostas.

Uma vez que o respaldo da população para as práticas desenvolvidas é fator fundamental para validar a ação do poder público, foi necessário trabalhar na perspectiva de que o ganho com as intervenções deveria ser visível para a cidade. Pelo caráter das obras, trazendo de volta os cursos d'água à paisagem e aproveitando para criar espaços de convívio, entende-se que houve tal respaldo.

11. Que elementos você destacaria como barreiras/desafios daquele processo?

A conformação do processo de ocupação urbana e a morfologia urbana que se constituiu, especialmente dos fundos de vale, enquanto fator desencadeador da necessidade de

intervenção. Também as travessias, especialmente sobre o Gregório, que apresentavam capacidade de vazão insuficiente tendo em vista a sua concepção na década de 1930, um outro contexto de ocupação da bacia.

Pela proximidade que se constituiu entre as infraestruturas viárias e as próprias edificações com os cursos hídricos, havia uma complexidade maior para a retomada do espaço de APPs em uma concepção mais naturalizada, e implicava-se em custos elevados dos projetos em vista da necessidade de desapropriações.

Além disso, as demandas urgentes da cidade também se colocavam como um necessário foco de ação para que se justificassem as intervenções inovadoras. O próprio perfil de atuação do poder público até então era para resolver os problemas que se mostravam nas demandas urgentes, de modo que não havia a figura de um planejamento de longo prazo que orientasse projetos estruturantes. Portanto, um desafio foi atender às ainda presentes demandas urgentes, mas inserir a dimensão de um pensamento a médio e longo prazo.

Uma barreira a ser destacada era a própria postura da equipe da Coordenadoria de Meio Ambiente e dos movimentos ambientalistas no município que adotavam um olhar demasiadamente conservacionista sobre as formas de intervenção e proposições para as APPs e fundos de vales, o que se colocou como um desafio de diálogo para defender a existência de espaços que conciliassem a vocação urbana e ambiental.

Outra barreira apontada foi a burocracia nos processos de financiamento, o que impossibilita a proposição, execução e entrega de obras em uma única gestão de 4 anos, pois muitas vezes apenas este processo leva mais de 6 anos. No caso da intervenção no canal do Gregório, os projetos foram submetidos em 2002 ao BNDS para financiamento de obras integradas entre o sistema viário e a drenagem, em função de uma diretriz do Plano de Mobilidade Urbana Ambientalmente Sustentável. Porém as obras foram entregues somente em 2012. Essa morosidade dificulta inclusive a reconsideração sobre as propostas, uma vez que quando os projetos se concretizam podem já ser considerados tecnicamente inferiores a outras formas de solução possíveis.

12. Quais as principais conquistas obtidas (aspectos institucionais, de planejamento e práticos)?

As intervenções que se concretizaram sobre o espaço físico são um marco fundamental, apesar da contínua deterioração das infraestruturas que dependem de manutenção contínua (especialmente das margens do trecho que foi renaturalizado).

Fundamental para permitir a continuidade de proposta com a mesma pauta, que se embasem na atuação de equipes multidisciplinares é a contínua qualificação do corpo técnico da prefeitura. A ação da secretaria de abrir novos concursos para aumentar as vagas de engenheiros capazes de desenvolver projetos próprios da prefeitura, além da abertura de vaga para arquitetos (o que antes não havia na secretaria) vai neste sentido.

A estruturação do plano diretor em 2005 também foi fundamental para criar instrumentos e induzir novas práticas, como o instrumento específico de proteção das APPs e o art. 103 que

ressignifica as formas de se solucionar o manejo de águas pluviais nos projetos de expansão urbana, pautando-se na conservação das características das bacias hidrográficas anteriores à urbanização.

13. Algumas propostas não chegaram a ser implementadas? Quais e por quê?

Estima-se que 10% dos projetos pensados não foram implantados. Projetos para o canal do Gregório por exemplo. Especialmente pela falta de recursos imediatos que pudessem ser aplicados. Com isso muitas propostas ficaram encaminhadas para a busca de financiamentos, o que não ocorreu na maioria dos casos.

14. O que você apontaria como repercussão daquelas transformações sobre as práticas em voga atualmente para o manejo das águas pluviais no município?

A demonstração prática de que outras possibilidades podem ser tentadas. Não se executam mais projetos com o caráter de ocupação das áreas em fundos de vale e de APP, as quais têm sido protegidas por instrumento específico a nível municipal que se instituiu a partir do plano diretor de 2005.

Uma importante repercussão foram os princípios que se incorporaram na SMOSP, a partir dos quais novas propostas puderam ser orientadas. Isto teve rebatimento inclusive sobre os projetos de loteamentos, uma vez que devem atender às diretrizes colocadas pela secretaria, e estando ela orientada em bases que visem soluções ambientalmente qualificadas.

Renato avalia, porém, que as práticas regrediram nas gestões mais recentes.

15. Há alguma outra consideração relevante sobre o tema que gostaria de relatar?

Nada a considerar.

Relatório de entrevista com Prof. Dr. Ricardo Martucci e Profa. Dra. Sandra R. M Silva

Entrevistador: Alexandre da Silva Faustino

Local: Escritório do Prof. Ricardo Martucci, São Carlos, SP.

Data: 14/02/2017

Obs.: Ricardo (R) e Sandra (S) estavam ambos presentes durante a entrevista.

1. Qual a sua formação?

R: Engenheiro Civil pela Universidade de São Paulo, e mestre e doutor em Arquitetura e Urbanismo e pela mesma instituição.

S: Arquiteta e Urbanista pela Universidade de São Paulo, e mestre e doutora em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos.

2. Em que período você esteve envolvido diretamente na gestão municipal de São Carlos?

R: Entre 2001 até 2008.

S: Entre 2001 e 2004.

3. Quais cargos e funções você assumiu neste período?

R: Secretário Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano.

S: Diretora do Departamento de Planejamento Territorial.

4. Até então, qual era a relação da sua secretaria/coordenadoria/autarquia com os projetos de drenagem e o manejo de águas pluviais no município?

R: Por meio das exigências técnicas e projetuais que os novos empreendimentos urbanos e rurais (casas, edifícios, loteamentos, condomínios, etc.) deveriam cumprir para serem aprovados e terem alvará de construção.

S: Não haviam arquitetos na secretaria.

5. Quais eram os paradigmas de manejo de águas pluviais vigentes que orientavam as propostas e implementações dos sistemas estruturais e não estruturais?

R: Até o início da nova gestão atuava-se ano máximo até a cidade drenada. Posteriormente todos eles passaram a ser empregados com maior ou menor intensidade dependendo da geomorfologia dos territórios e das características dos empreendimentos.

6. Enquanto esteve nos cargos mencionados você vivenciou mudanças nos paradigmas de manejo das águas pluviais?

R e S: Sim.

7. Quais foram essas mudanças e os motivos que as impulsionaram?

R: Mudanças: Processos de identificação e de recuperação de nascentes, proteção dos mananciais com vegetações maciças e canalização de alguns trechos.

S: Mudança: Passou-se a buscar um menor impacto dos empreendimentos sobre o sistema de águas pluviais, exigindo que alternativas técnicas fossem utilizadas nos próprios empreendimentos.

Inundações frequentes causadoras de danos materiais em várias regiões recortadas pelos rios e córregos que atravessam a cidade.

Parte-se do entendimento de que um desafio central era a forma com a qual São Carlos urbanizou um território que ambientalmente era excepcional, pois apresentava ricos mananciais, grande imbricação de vale, uma posição de altitude privilegiada na região etc., em um processo que destruiu a potencialidade que o território apresentava. Entende-se que morfológicamente este é um relevo inapropriado para a ocupação como se sucedeu, tendo em vista os vales que se encontram e as declividades que eles apresentam em alguns trechos.

8. Quais as implicações diretas dessas mudanças sobre os projetos de drenagem e as tecnologias adotadas?

R: Redução das inundações e recuperações ambientais e ecológicas.

Buscou-se promover parques lineares pela cidade, aproveitando as potencialidades dos fundos de vale, pautando-se na recuperação das suas condições ambientais e na revegetação.

Como a secretaria orientava suas ações na busca por reequilibrar o processo de ocupação urbana com as restrições e fragilidades ambientais do território, iniciaram-se entre 2003 e 2004 diálogos e negociações com os empreendedores para conceber projetos que reduzissem o impacto que causariam. Um caso emblemático foi um empreendimento MRV próximo à rotatória da educativa, região onde confluem afluentes do córrego do Gregório e que, portanto, tem susceptibilidade maior às inundações. Naquele momento foi imposto ao empreendedor que apresentasse soluções para a contenção das águas pluviais no próprio empreendimento, seguindo uma postura preventiva em relação à questão.

S: A principal implicação para os projetos do ponto de vista dos dispositivos adotados foi a concepção de reservatório de detenção e retenção dentro da área do empreendimento para que contivessem localmente os excedentes em escoamento produzidos com a impermeabilização. Além disso, os projetos sempre eram orientados para respeitarem os limites mínimos exigidos em Áreas de Preservação Permanente.

9. Qual foi o papel da municipalidade, especialmente de sua secretaria, na condução daquele processo?

R: Recuperar a medida do possível os indutores sociopolíticos citados anteriormente. Para isso a SMH DU seguiu uma postura de ação sobre 2 horizontes: primeiramente em relação às questões emergenciais que sempre surgem e precisam serem encaminhadas para o adequado funcionamento da cidade; mas, complementa-se tal ação com a ação preventiva que visa

garantir um futuro em que as ações emergenciais sejam menos recorrentes, ou seja, adota-se uma visão de planejamento para longo prazo. Nestas estratégias de longo prazo estavam ancoradas obras de macrodrenagem e de recuperação ambiental dos fundos de vales e nascentes.

S: Uma vez que a SMH DU era responsável pela aprovação dos novos projetos de loteamento, a postura da chefia foi fundamental para induzir a novas práticas e modos de ocupação, no sentido de evitar a degradação de áreas com significativo valor ambiental. Portanto, a figura da negociação com os empreendedores era a principal forma de condicionamento da expansão e tentativa para melhoria dos projetos, situação que perdurou até 2005. Neste processo, os responsáveis pelas avaliações dos projetos na secretaria orientavam os empreendedores e propunham novas soluções até atingir um grau satisfatório para os projetos poderem ser aprovados, o que se aproxima da figura da discricionariedade. Porém, esta era uma forma de regulação que exigia grande esforço pessoal de cada profissional e produzia um desgaste significativo, além de depender quase que exclusivamente da capacidade dos técnicos da prefeitura em avaliar os projetos, enxergar problemas e propor soluções. Uma das argumentações que se utilizava com os empreendedores era que os projetos ao tomarem partido das questões ambientais e estarem tecnicamente mais elaborados teriam um valor agregado ao m² muito superior, refletindo em maior lucratividade com a comercialização dos lotes. Esta dinâmica perdurou até 2005, e a partir de então a aprovação dos empreendimentos esteve condicionada às mudanças advindas com a existência do Plano Diretor. Até 2005 o arcabouço que embasava as exigências projetuais envolvia a lei municipal 6910/72 (que dispunha sobre as edificações), a lei federal 6766/79, a lei orgânica do município (que embasava a exigência de EIA/RIMA), e o código florestal. Com a promulgação do Plano Diretor diretrizes específicas puderam ser estabelecidas, e começaram a orientar a elaboração de Diretrizes para o Parcelamento do Solo.

S: As primeiras diretrizes que foram emitidas pela secretaria tinham o caráter de ressaltar as potencialidades e vulnerabilidades do território perante a proposta do empreendimento.

R: o professor ressalta a alta qualidade técnica presente nas diretrizes, que eram emitidas pela professora Sandra, e serviam como instrumento de aprendizado para os projetistas, com clara repercussão na qualidade dos projetos após o uso das diretrizes.

S: os esforços que a gestão realizou para melhorar o quadro técnico da secretaria.

A ação da secretaria esteve voltada também para o diálogo com o poder Legislativo, que muitas vezes questionava a secretaria a respeito de questões específicas. Havia então a preocupação de formular repostas tecnicamente bem elaboradas e de clara compreensão, o que era necessário para esclarecer conceitos que às vezes pareciam nebulosos por parte dos vereadores.

R: Destaca-se também o papel da secretaria nas discussões de Orçamento Participativo, a qual era responsável por elaborar e apresentar as bases de informação sobre as quais as propostas eram debatidas. A ação dos profissionais da secretaria que participavam das reuniões se direcionava para a abertura do olhar da população sobre o seu território, para compreender a necessidade das ações que visassem a conservação dos atributos ambientais.

10. Que elementos você destacaria como facilitadores/impulsionadores daquele processo?

R: Recursos Econômico e Financeiros e bons Projetos e excelentes Execução das Obras.

S: a qualidade do corpo técnico nos cargos de confiança e de secretários era fundamental para viabilizar discussões e avaliação integrada de propostas. Havia espaço para as necessárias articulação e ações integradas entre as secretarias, o que se mostrava uma base para viabilizar projetos inovadores.

11. Que elementos você destacaria como barreiras/desafios daquele processo?

R: Burocracia para liberações de recursos, continuação das Políticas Públicas Implantadas

S: a postura na qual se viam os profissionais da secretaria, de um lado negociando com os empreendedores para conseguir projetos com melhor desempenho técnico e ambiental, mas que ao mesmo tempo eram pressionados pelos agentes, conselheiros e organizações favoráveis à postura conservacionista para o ambiente, que buscavam garantir a conservação e restauração de áreas muitas vezes de alta complexidade, como a recuperação total das APPs do Gregório. Para eles, isso se mostrava presente pela figura do CONDEMA enquanto um conselho deliberativo, e que discutia a possibilidade de exigir a recuperação ambiental completa das marginais, demanda que nunca foi de fato proposta. Desta forma, a SMH DU tentava atuar de um modo conciliador entre as partes, buscando projetos que atendessem às demandas de ambos os lados.

No momento em que se inicia a emissão de diretrizes para os empreendimentos ocorreu um estranhamento e resistência inicial pelos empreendedores, mas que foram mudando de opinião em razão da alta qualidade técnica apresentada pelas diretrizes, que se tornaram instrumentos de aprendizado para os projetistas, levando posteriormente a elogiar a secretaria pela ação.

A falta de informações sobre o território era uma clara barreira para orientar as ações da secretaria, questão que começou a ser sanada a partir dos estudos preparatórios para o plano diretor.

R: A desqualificação e desmotivação do corpo técnico da secretaria foi um grande desafio e foco de ação da gestão, especialmente sobre os fiscais. Percebia-se o despreparo dos profissionais que atuavam como técnicos, e a ineficiência do trabalho que por eles era executado. Em geral os agentes públicos possuíam uma postura que não refletia a importância da boa atuação enquanto profissionais.

R: No âmbito das discussões de Orçamento Participativo, um dos principais pontos que os profissionais da secretaria precisaram se capacitar foi na adequação da linguagem, conceitos e discursos para conseguir dialogar com a população, que não compreendia os termos técnicos apresentados. Ao mesmo tempo, compreender as demandas trazidas pela população e endereçar uma reivindicação coletiva que respondesse às demandas trazidas e ao mesmo tempo atendessem às necessidades técnicas e ambientais que a secretaria visualizava para cada região foi um desafio. Por exemplo, como argumentar pela promoção de técnicas mais permeáveis para os pavimentos e superfícies em bairros de baixa renda nos quais a população reivindica o asfalto enquanto

infraestrutura para que cheguem em condições dignas em seus trabalhos e lares?

12. Quais as principais conquistas obtidas (aspectos institucionais, de planejamento e práticos)?

R: Algumas obras bem executadas nos córregos do centro da cidade, recuperação de nascentes, revegetações urbanas e rurais. Construções de Emissários despoluindo os córregos levando para a nova Estação de Tratamento de Esgoto e Resíduos Sólidos. Rigidez na aprovação de novos empreendimentos.

S: Em função da construção do Plano Diretor, diversos estudos técnicos foram empregados a partir de 2001 para elaborar bases temáticas e levantamento técnicos sobre o território de São Carlos e o cenário urbano que se vivia, ação que constituiu um dos primeiros estudos técnicos de caráter amplo e detalhado sobre o município, e que por muito tempo orientou ações do poder público e mesmo de pesquisas nas universidades. Esse processo levou cerca de um ano e meio para que se atingisse uma produção satisfatória de informações para embasar o plano.

O Plano Diretor representa uma das principais conquistas, além de outras leis específicas que também foram aprovadas, como das APREM. Após a aprovação do Plano Diretor foi fortalecida a figura dos conselhos municipais, resgatando os trabalhos com o COMDEMA que se encontrava paralisado, e com a criação do COMDUSC, os principais conselhos onde se discute a questão urbano-ambiental no município.

As ações voltadas à qualificação do corpo técnico da secretaria foram fundamentais para estruturar um conjunto tal de profissionais que pudessem operar os procedimentos estabelecidos. Envolveu a capacitação dos profissionais existentes, a abertura de vagas para ampliar os profissionais existentes e incluir novos que eram essenciais, entretanto inexistentes, como arquitetos, e cargos específicos voltados ao acompanhamento e aprovação de projetos.

S: a partir da organização dos procedimentos dentro da secretaria percebeu-se uma maior agilidade na avaliação e aprovação de projetos, refletida no número elevado de parcelamentos que foram aprovados a partir de 2001.

13. Algumas propostas não chegaram a ser implementadas? Quais e por quê?

R: Muitas. Não dá para enumerar. Basicamente havia projetos de parques lineares para todos os cursos d'água.

14. O que você apontaria como repercussão daquelas transformações sobre as práticas em voga atualmente para o manejo das águas pluviais no município?

R: Algumas permaneceram, mas outras por não ter continuidade nas Políticas Públicas Urbanas ou se consolidaram ou não foram implementadas. Permaneceram elementos das intervenções "cirúrgicas" realizadas na cidade consolidada, como a recuperação de vales, canais, nascentes e parques, como o Kartódromo, por serem projetos que foram edificadas. Entretanto, muitas das propostas que ficaram encaminhadas foram descontinuadas, ou não chegaram a ser contratadas para execução.

S: Na situação presente do Plano Diretor aprovado, ficou assegurada a proteção das APPs, e um crescimento com as faixas complementares para aumentar a proteção dos cursos d'água. As heranças do Plano Diretor de 2005 ainda persistem, sejam nos princípios que ele trouxe e foram incorporados pelo corpo técnico municipal e pelas secretarias, seja pelas propostas que mesmo após sua revisão persistem, e também com a estrutura e o corpo do plano que persiste.

15. Há alguma outra consideração relevante sobre o tema que gostaria de relatar?

R e S: Não.

Relatório de entrevista com Eng. Paulo Vaz

Entrevistador: Alexandre da Silva Faustino

Local: Escritório Ville Engenharia, São Carlos, SP.

Data: 17/02/2017

1. Qual a sua formação?

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de São Carlos, e mestre em Engenharia Urbana pela mesma instituição.

2. Em que período você esteve envolvido diretamente na gestão municipal de São Carlos?

De 2001 a 2011.

3. Quais cargos e funções você assumiu neste período?

Entrou em 2001 para realização do estágio de graduação. De 2001 a 2011 prestou consultoria técnica à SMOSP, e de 2005 a 2007 assumiu o cargo de Diretor de Obras Públicas. Em 2011 encerra-se a parceria com a prefeitura pela mudança de filosofia na gestão.

4. Até então, qual era a relação da sua secretaria/coordenadoria/autarquia com os projetos de drenagem e o manejo de águas pluviais no município?

Não sabe dizer como eram feitas as diretrizes e avaliações antes.

Sobre os projetos, entende que não se fazia muito além da implantação do sistema convencional com lançamento direto nas áreas naturais, sendo causa de muitos dos problemas de erosão da cidade.

5. Quais eram os paradigmas de manejo de águas pluviais vigentes que orientavam as propostas e implementações dos sistemas estruturais e não estruturais?

O da cidade drenada.

6. Enquanto esteve nos cargos mencionados você vivenciou mudanças nos paradigmas de manejo das águas pluviais?

Sim.

7. Quais foram essas mudanças e os motivos que as impulsionaram?

Apesar das exigências quanto à detenção serem legalmente formalizadas apenas em 2005, desde 2001, em função da filosofia da gestão, já se exigia nos termos de referência para os empreendedores a presença dos dispositivos que desempenhassem tais funções, e alguns loteadores começaram a fazer, ainda que de maneira não obrigatória.

Constatava-se a insustentabilidade do sistema de drenagem como era executado até então, o sistema tradicional, que não contribuía para a resolução da problemática das inundações nas regiões baixas, envolvendo obras cada vez mais drásticas que transferiam os problemas para jusante, de alto custo. Com a entrada da nova gestão de 2001 essa pauta ganhou espaço, sendo buscadas alternativas (detenção, infiltração, trabalhando com a água no local) para reduzir tal insustentabilidade.

8. Quais as implicações diretas dessas mudanças sobre os projetos de drenagem e as tecnologias adotadas?

A filosofia trazida pela nova gestão buscava abrir espaço para dispositivos que promovessem a infiltração e a detenção de modo descentralizado nas bacias. Em complemento aos projetos convencionais passaram a ser dimensionados dispositivos para controle das vazões, sendo os reservatórios de detenção a principal tipologia encontrada.

Foram executados projetos inovadores, envolvendo a renaturalização de trecho do Tijuco Preto (em função do TAC), com um resultado muito positivo (foi fiscal da obra, e achou melhor do que imaginava). Além disso teve o trecho do tijuco da episcopal até o solar dos engenheiros, que era tamponado, sofreu problemas estruturais que precisaram ser corrigidos, e complementarmente a prefeitura optou por deixá-lo aberto, embora não renaturalizado, mas já sendo um grande ganho. Além disso, o projeto das marginais novas, que onde foi possível buscou-se respeitar o limite de 30m da APP (pista do USP até o passeio São Carlos). Nenhum projeto contando com detenção foi executado.

Em relação aos processos erosivos, percebeu que a partir de 2001 se exigiu que os projetos apresentassem dissipadores de energia nos lançamentos para reduzir os impactos.

9. Qual foi o papel da municipalidade, especialmente de sua secretaria, na condução daquele processo?

Havia uma estrutura técnica muito enxuta na SMOSP até então. Com a entrada de novas pessoas, especialmente nos cargos de confiança, foi aberto espaço para a proposição de novos paradigmas e soluções. Pois traziam a visão da sustentabilidade e do gerenciamento a nível de bacia. Esse modo de ação teve implicações para implementar as novas estruturas e tecnologias.

Através dos termos de referência que especifica o que deve conter nos projetos de águas pluviais, que estipulavam parâmetros hidrológicos básicos como período de retorno, orientações aos projetos, o que apresentar, e dados que embasam o projeto, na maioria das vezes tradicional. Chegavam os projetos protocolados pela habitação, a qual remetia para a SMOSP dar pareceres específicos sobre os projetos de águas pluviais via a própria secretaria, ou via consultorias.

10. Que elementos você destacaria como facilitadores/impulsionadores daquele processo?

A filosofia do comando de governo e o rebatimento em suas políticas.

O conhecimento sobre a cidade que alguns profissionais possuíam, e também a entrada de novos profissionais nas secretarias. Destaca-se a maior proximidade que foi estabelecida com as universidades, permitindo um aporte de saberes técnicos que beneficiou a prática no poder público. Sem essa proximidade com a academia não teria sido possível mudar a concepção.

A ação da chefia das secretarias em buscar uma forte capacitação técnica do corpo de profissionais foi importante. Porém, a partir das gestões recentes isso foi se perdendo, especialmente no sentido de se buscar novos conhecimentos, não dizendo que os profissionais atuantes não tenham boa formação, mas carecem de visões de vanguarda.

Papel do Ministério Público em fiscalizar as ações do poder Executivo.

11. Que elementos você destacaria como barreiras/desafios daquele processo?

Paulo aponta que uma filosofia de governo (política de governo) que não esteja alinhada a esses ideais e propostas pode inviabilizar qualquer avanço e aprimoramento, o que aconteceu na última gestão.

A falta de capacitação efetiva do corpo técnico de carreira, profissionais que precisariam ser melhor capacitados para conseguirem operar tais filosofias. Essa deficiência advém desde a formação dos engenheiros e arquitetos que não são preparados para lidar com a temática, pois os cursos de engenharia não apresentam as matérias básicas e formação obrigatória que os capacitem a isso. Alguns como o de eng. Urbana da UFSCar ministram. O aprendizado acaba surgindo na vida profissional. Além disso, São Carlos tem problemas gravíssimos de erosão, por conta da fragilidade do solo e da presença dos parcelamentos antigos.

Inicialmente havia resistência dos empreendedores em aplicar os dispositivos nos projetos, pois não queria perder área para venda de lotes. Para os projetistas muitas vezes os empreendedores já estabelecem a localização do reservatório e da área que ele deve ocupar (dificultando a integração), resultando em reservatórios muito profundos.

12. Quais as principais conquistas obtidas (aspectos institucionais, de planejamento e práticos)?

(Primeiro) A filosofia de projeto e manejo de águas pluviais que se consolidou e está presente nas práticas dos técnicos da prefeitura, e os ganhos em resposta hidrológica que têm sido conquistados (Segundo). A resposta hidrológica é um grande ganho ambiental. (Terceiro) Percebe-se que há um maior envolvimento da população, mesmo leiga, com a questão pelo desenvolvimento de uma consciência maior (mesmo desconhecendo as leis), seja pelo interesse ou pela necessidade de economizar recursos (e daí lançar mão de técnicas para captação e uso de água de chuva). Há a implantação dos poços de infiltração nos lotes atualmente, mas algumas vezes, por falta de consciência, os usuários após terem conseguido a emissão de Habite-se tamponam e fecham os poços.

Ter ancorado nos planos, especialmente no Plano Diretor, os princípios que orientavam a ação da secretaria, marcadamente com a redação do Art. 103. Além disso, demais legislações

complementares que exigiam posturas mais protetivas, como a dos reservatórios nos lotes, o código de obras e edificações.

Destaca-se o papel do Ministério Público, observando os procedimentos adotados pelo poder públicos a respeito do escoamento de águas pluviais e dando respaldo aos projetos que eram executados. Com as exigências trazidas pelo Ministério Público melhorou-se muito.

Os novos paradigmas que se colocaram, os quais foram solidificados na figura dos planos e procedimentos presentes na secretaria, e também nos projetistas que foram contratados e passaram a elaborar e avaliar os projetos.

Hoje, os empreendedores já estão familiarizados com a necessidade dos projetos de retenção, e já tem apresentado tais estruturas nas propostas de parcelamento.

A estruturação técnica da secretaria.

13. Algumas propostas não chegaram a ser implementadas? Quais e por quê?

A falta de continuidade dos projetos que foram propostos impossibilitou expandir as propostas para outras áreas, como no córrego do Simeão (entre a Faber e o mercado), na rotatória do Cristo e na região do Aracy (renaturalizar o córrego do Água Quente). A prefeitura pensava em elaborar um grande pacote e pedir financiamento ao PAC ou BNDS.

Não sabe se o Plano Diretor ou de Macrodrenagem incorporou esses projetos.

O principal problema foi a falta de continuidade da gestão, ou ao menos da filosofia.

14. O que você apontaria como repercussão daquelas transformações sobre as práticas em voga atualmente para o manejo das águas pluviais no município?

Em relação aos projetos, eles têm desenvolvido as infraestruturas convencionais, e a retenção (reservatório) enquanto principal tipologia. Ele se recorda que apenas o Dahma Golf apresentou trincheiras de infiltração enquanto outra tipologia para além dos reservatórios de retenção.

Sobre as ações a respeito da cidade consolidada, aponta a existência do Plano de Macrodrenagem. Em relação ao Plano de Macrodrenagem, relatou a proposição dos reservatórios nas zonas pouco ocupadas (o que é um problema, por contribuírem na área de expansão), a proposição de ampliação dos canais (que seria a intervenção mais clara na área consolidada), ação que envolve desapropriações (processo complexo do ponto de vista social e econômico) e a descanalização do Gregório na região central (entendendo que isso seria o ideal, porém inviável). Não sabe informar sobre a atuação da secretaria atualmente em relação ao plano.

Entende que a exigência dos reservatórios seja a maior repercussão para os projetos atualmente. Porém, essa estrutura trata mais das questões quantitativas (controle da vazão) e menos das qualitativas (apesar de contribuir de certa forma), porém essa perspectiva sobre a qualidade ainda não está sendo bem desenvolvida.

15. Há alguma outra consideração relevante sobre o tema que gostaria de relatar?

Essas práticas são melhores implementadas quando têm associadas incentivos econômicos para fazer os municípios utilizá-las e mantê-las. A cobrança de uma taxa municipal de drenagem, por exemplo, é algo que pode arrecadar recursos para o poder público executar as manutenções necessárias, e servir como base de abatimento quando os usuários cumprirem as exigências legais, ou ainda um abatimento sobre o IPTU Verde. Santo André (SEMASA) tem praticado essa cobrança há algum tempo, provavelmente utilizando a área construída como parâmetro, e pode ser um caso interessante a ser estudado. Paulo entende que é um instrumento necessário para São Carlos, tendo em vista que no sistema de saneamento é a questão que custa mais caro, que ocasiona mais problemas e que não tem recursos, mas sua implementação seria muito difícil.

Quanto à forma de avaliação dos projetos de parcelamento pela prefeitura, esta tem ocorrido sem a orientação por um procedimento formalizado em relação à ordem das avaliações pelas secretarias, e em geral o processo acaba sendo moroso, acarretando em críticas pelos empreendedores. Paulo sugere que se estabeleça um grupo de avaliação de projetos que faça uma primeira análise integrada da proposta antes de qualquer aprovação e da formalização dos projetos, congregando representantes das secretarias de cada uma das áreas. Assim, podem ser buscadas soluções de implantação, projeto urbanístico (distribuição e posição de lotes e quadras) e viário que sejam mais favoráveis aos projetos de drenagem, pois questões importantes podem já ser resolvidas a nível de projeto, e no fundo a concepção para águas pluviais depende muito do desenho urbano. Ou seja, o parcelamento do solo já deveria ir para uma análise de águas pluviais antes mesmo de apresentar um projeto de drenagem. Cita o exemplo de Piracicaba, que trabalha com uma Comissão de Aprovação de Projeto (GILEU) para avaliação conjunta, composta por membros de diversas secretarias. Ações com esta proposta não foram de fato tentadas no município, apesar de em momentos esporádicos os técnicos serem chamados para um parecer ou outro.

Em relação à integração das estruturas com os projetos urbanísticos, avalia que seria benéfico se os dispositivos pudessem ser inseridos e integrados dentro da reserva para áreas verdes (10%), tendo em vista a característica de permeabilidade do reservatório, e a possibilidade de ter um melhor proveito paisagístico (o que não tem sido feito). Ele avalia que um próximo passo seja promover abordagens com maior preocupação ambiental e paisagística dentro dos projetos.

Atualmente ainda é um desafio a resolução dos problemas de erosão, seja dos lançamentos ou das erosões marginais (que se agravam quanto mais a expansão ocupa áreas rurais, aumentando o volume de água e a velocidade do escoamento). Alguns trechos terão que ser canalizados com concreto para garantir a contenção, como foi feito no gregório, e deverá ser feito no monjolinho.

Relatório de entrevista com Eng. Alberto Engelbrecht

Entrevistador: Alexandre da Silva Faustino

Local: Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano, São Carlos, SP.

Data: 23/02/2017

1. Qual a sua formação?

Engenheiro Agrimensor.

2. Em que período você esteve envolvido diretamente na gestão municipal de São Carlos? Quais cargos e funções você assumiu neste período?

Entrou na prefeitura em 1976 como topógrafo, ainda não formado (formou-se em 1977). Após formado exercia a profissão de topografia na prefeitura. A estrutura institucional na época era muito distinta (o arranjo em secretarias surge na gestão Mello, em 1996) até então as pastas eram organizadas em diretorias. A pauta da habitação era uma assessoria, composta pelo assessor e os técnicos, englobava questão financeira, de uma forma mais mesclada e sem distinção de atribuições.

Havia um setor de topografia, que prestava serviços para as demais diretorias, servindo à prefeitura sempre que precisasse de levantamentos.

Com a reestruturação em secretarias o Alberto fica na Habitação (1996). Desde então sempre ficou na Habitação. Entre 2012 e 2016 ficou afastado da secretaria por questões políticas, e foi encaminhando para a Defesa Civil, sem muita ligação com a atuação profissional dele.

3. Até então, qual era a relação da sua secretaria/coordenadoria/autarquia com os projetos de drenagem e o manejo de águas pluviais no município?

Até 2001:

Não havia a figura das diretrizes. O regramento seguido era de 1970, um Plano Diretor. Em 1970 o prefeito foi cassado, e nomeado um interventor, Antonio Teixeira Daviana (Embrapa), que possuía preocupação com questões de uso e ocupação do solo e de regramentos. Na época, a arquiteta Luiza Batalha trabalhou com a equipe para formular esse plano. Até então, o arcabouço era frágil, havia o Código Sanitário Estadual (estabelecida aspectos edíficos), e não tratava de ocupação, não abordava questões de drenagem. Entendia-se a necessidade de escoamento das águas, mas a legislação não orientava muito bem. Em 1970 foi feito um estudo para macrodrenagem pela empresa ESA, e seguia-se algo deste estudo para orientar os projetos. Os projetos chegavam, mas não eram analisados com olhar tão específico sobre a questão. A partir de uma época (não datou), o Alguerto Genevicius, professor que era nascido em São Carlos, se envolvia com as questões de drenagem, e foi trazido enquanto consultor da prefeitura pelo Mello, ficava na secretaria de Habitação assessorando a pasta de planejamento, e ele sim possuía formação mais específica para trazer alguma orientação a respeito de águas pluviais para os

projetos. Ele trouxe o Paulo Vaz para a prefeitura para que realizasse seu estágio, orientando o Paulo. O resultado nos projetos, a partir dos marcos legais e práticas vigentes, era a infraestrutura básica (convencional), e eram melhor analisados tecnicamente a partir do Alguerto e do Paulo Vaz, pois até então não havia na prefeitura profissionais especializados para lidar com tais questões.

A partir de 2001:

Alguerto faleceu, e o Paulo Vaz continuou trabalhando como consultor e entrando para a prefeitura. Paulo foi trazendo outros profissionais que conseguissem atuar. Existem poucos profissionais formados para isso no mercado, e poucos capacitados para avaliar.

4. Quais eram os paradigmas de manejo de águas pluviais vigentes que orientavam as propostas e implementações dos sistemas estruturais e não estruturais?

O da cidade drenada.

5. Enquanto esteve nos cargos mencionados você vivenciou mudanças nos paradigmas de manejo das águas pluviais?

Sim.

6. Quais foram essas mudanças e os motivos que as impulsionaram?

As recorrentes enchentes na baixada do mercado, de caráter secular. Ao longo do tempo as enchentes forma crescendo em proporção e tornaram-se mais frequentes.

A presença do TAC das Marginais também impulsionou a tomada de novas posturas, em resposta à implantação das Marginais na gestão do Mello.

Mudanças: o surgimento do novo Plano Diretor, a presença de legislação específica para drenagem, compondo a criação de um arcabouço legal básico, que antes não havia.

A emissão das diretrizes surge ancorada no arcabouço legal que se constituiu, e inicia com o trabalho da Sandra, que aprimorou os procedimentos que existiam antes, e é utilizado até hoje.

Um marco para melhoria em geral dos projetos foi a entrada dos projetos Dahma em 2000, mostrando boas soluções e trazendo algo exemplar que a prefeitura passou a buscar nos empreendimentos de outros casos.

7. Quais as implicações diretas dessas mudanças sobre os projetos de drenagem e as tecnologias adotadas?

Com a profissionalização da prefeitura a qualidade dos projetos foi muito aprimorada. Existiam mais exigências, mais arcabouço legal e técnicas a serem executadas.

8. Qual foi o papel da municipalidade, especialmente de sua secretaria, na condução daquele processo?

Abertura de concursos para aumentar e qualificar o quadro técnico, capaz de operar os procedimentos e as diretrizes existentes, tornando a secretaria mais profissionalizada, de modo expressivo a partir de 2001. Essa foi uma trajetória ascendente de melhoria da gestão e sua profissionalização, mas que nos últimos quatro anos esteve estagnada (entraram pessoas que não tinham bons conhecimentos, destacando a questão de que somente a presença do arcabouço legal não é suficiente para efetivar, muito depende de quem opera os processos).

9. Que elementos você destacaria como facilitadores/impulsionadores daquele processo?

A atuação dos conselhos, extremamente importante para respaldar as decisões da prefeitura e qualificar ainda mais as exigências, pois o conselho tem poder para exigir mudanças, e é uma figura que permite o aporte de técnicos de outros ambientes como as universidades para uma atuação mais próxima, que é muito mais complexo de ocorrer no corpo formal da prefeitura. Mesmo o COMDUSC, que se estruturou após o PD, sendo consultivo suas disposições são respeitadas e acatadas pela secretaria, pois sempre tem acrescentado com melhorias ao projeto.

10. Que elementos você destacaria como barreiras/desafios daquele processo?

Não havia nenhum arquiteto no quadro de funcionários até 2001.

Lidar com os empreendedores no momento em que se iniciaram as mudanças se mostrou um processo difícil pela resistência que havia. Portanto o processo de conscientização era algo desafiador, porém necessário.

11. Quais as principais conquistas obtidas (aspectos institucionais, de planejamento e práticos)?

Elaboração do Plano Diretor e de leis específicas para drenagem.

Profissionalização do quadro técnico da prefeitura.

Estruturação das diretrizes para projetos de parcelamento do solo.

Melhoria da qualidade em geral dos projetos.

12. Algumas propostas não chegaram a ser implementadas? Quais e por quê?

Desconhece.

13. O que você apontaria como repercussão daquelas transformações sobre as práticas em voga atualmente para o manejo das águas pluviais no município?

A formalização da emissão de diretrizes, que veio da atuação da Sandra Silva e do Ricardo Martucci e até hoje é molde para a prática vigente da secretaria.

Hoje os empreendedores já possuem uma postura amadurecida sobre a questão, e já lidam com naturalidade com as exigências da prefeitura, de modo que os projetos já são apresentados com as infraestruturas necessárias.

O que tem sido praticado de fato são os reservatórios, seguindo a diretriz do 103.

14. Há alguma outra consideração relevante sobre o tema que gostaria de relatar?

A atuação da GRAPROHAB a partir da década de 1990 começou a contribuir para a melhoria dos projetos, profissionalizando a avaliação dos projetos. Também com a CETESB, secretaria de habitação (que está observando questões da drenagem, que afinal tem responsabilidade pelo estado).

Em relação ao Plano de Macrodrenagem não tem conseguido se observar no âmbito da SMH DU se os projetos têm se compatibilizado às diretrizes do plano (sob responsabilidade do Alberto, que acabou de retornar), ou ainda se o PD as incorporou.

Atualmente, no campo dos projetos que competem à SMH DU e àquilo que diz respeito às águas pluviais, tem sido seguido o que a legislação apresenta, além de algumas percepções da prática.

Na percepção do Alberto, a questão de águas pluviais é algo que não tem fácil resolução e a prefeitura dificilmente conseguirá se estruturar para isso, pois a chave está no que vem após os projetos, a manutenção. Mesmo o projeto sendo bem elaborado e aprovado, com obras bem executadas, resta à prefeitura manter todas as infraestruturas para garantir seu desempenho. Isso se condiciona pela ausência de recurso financeiro e mão de obra que execute os serviços. Alberto avalia que a própria manutenção pode ser mais relevante do que o projeto em si. Perante a possibilidade de arrecadação de taxa específica para águas pluviais, Alberto entende que seja possível melhorar a questão da manutenção, desde que o recurso arrecadado seja destinado exclusivamente para isso. Para a proposição de um instrumento como este teria que ser envolvida a Secretaria de Ciência e Tecnologia, Serviço Públicos.

Apêndice 5

Protocolo de Análise do Plano de Macrodrenagem

1. Qual a contextualização e os antecedentes para elaboração do plano?
2. Quais as criticidades identificadas pelo estudo?
3. Quais soluções são empregadas nas propostas do plano?
 - a. Medidas Estruturais
 - b. Medidas Não-estruturais
4. Em que nível ele aborda os diferentes estágios evolutivos de sensibilidade?
5. O quanto as propostas permitem uma maior conservação ecossistêmica, conservação do recurso hídrico e redução dos riscos com inundações?
6. Quais perspectivas de urbanização são consideradas para a definição das propostas?
7. Que instrumentos e mecanismos ele apresenta para viabilizar sua implementação?
8. Que instrumentos e mecanismos ele apresenta para possibilitar inovações?
9. Qual a situação de implementação das diretrizes do plano?

