

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

AVALIAÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO NA GESTÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM ARARAQUARA, SP

CAROLINA SULZBACH LIMA PERONI

SÃO CARLOS
2018

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

**AVALIAÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO NA GESTÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM ARARAQUARA, SP**

CAROLINA SULZBACH LIMA PERONI

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

Orientação: Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

SÃO CARLOS
2018



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 da candidata Carolina Sulzbach Lima Peroni, realizada em 26/04/2018:

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
UFSCar

Profa. Dra. Luciana Marcia Gonçalves
UFSCar

8/

Prof. Dr. Nilo de Oliveira Nascimento
UFMG

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Nilo de Oliveira Nascimento e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ao) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

DEDICATÓRIA

Ao meu vô Sérgio (*in memoriam*) e a minha avó Benedita pelo incentivo incondicional aos estudos, pela convivência, educação e por todos os ensinamentos que compartilharam comigo.

Ao meu marido, Sidinei, pelo amor, dedicação e cumplicidade de sempre

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida e pela presença e proteção constantes ao longo da minha existência. E por ter me proporcionado todo o necessário para a elaboração desse trabalho, que representa um sonho alcançado.

Ao meu orientador Prof. Bernardo pela motivação, dedicação, sabedoria e amizade em me conduzir ao crescimento intelectual, profissional e pessoal. Essa parceria me auxiliou a ampliar meus horizontes e minhas perspectivas, reforçando minha esperança em relações humanas mais fraternas e igualitárias.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – PPGEU da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de estudos ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

À Prefeitura Municipal de Araraquara, em especial aos engenheiros Vitor Molina, Bombarda e José Carlos (Zelão), à arquiteta Priscila e à secretaria de desenvolvimento urbano, Luciana Márcia Gonçalves, pela gentileza e boa vontade em auxiliar na obtenção de dados relevantes para a minha pesquisa.

Ao Departamento Autônomo de Água e Esgoto, em especial ao Braz e Rogério, pelo atendimento ágil e a atenção constante para o compartilhamento de dados e informações sobre as unidades de detenção e todo procedimento envolvido. À Regina pelo cuidado e tempo dispensado na organização dos projetos e no esclarecimento de cada documento.

Aos amigos do G-Hidro, Eliane, Leonardo, Sidnei e Carlos, pela companhia no laboratório, pela troca de conhecimentos e experiências e pelas conversas divertidas e diversas que nos fazia rir demais, mas também conhecer um pouco de cada um.

Ao Fábio Noel por topar enfrentar o clima quente da Morada do Sol para realizar os voos de drones das unidades de detenção. A experiência e o resultado foram incríveis!

Às meninas resenhas, Alinne, Camila, María Camila, María Gabriela e Pollyana, pela paciência e amizade ao longo desse período, assim como pelas conversas filosóficas e, muitas vezes, polêmicas que nos fazia enxergar como as diferenças são positivas e necessárias. Sentirei falta de vocês.

À Poliana e à Thais pela amizade e cumplicidade nos momentos de dificuldade e de realizações. Pelas dicas e conhecimentos destas doutorandas lindas e incríveis que se tornaram amigas muito queridas. Espero ter vocês por perto pra sempre.

Aos meus amigos e irmãos de alma, Silvana, Carina, Ademilson, Elaine e Marcelo, pela companhia e amizade, tão importantes pra mim; e pela compreensão dos muitos

momentos que estive ausente para a elaboração desta pesquisa. Em breve colocaremos em dia nossas conversas agradáveis e divertidas. Vocês são muito especiais pra nós!

Ao meu marido, Sidinei Magri (Nei), pela cumplicidade e compreensão, ao longo desse período, onde tive que me ausentar por vários momentos para me dedicar a essa pesquisa. Obrigada por compartilhar dessa fase tão importante para mim. Sem sua habilidade de se localizar, eu perderia mais tempo tentando me encontrar, durante as visitas *in loco*, do que analisando as unidades; você foi meu “GPS humano”, literalmente. Saiba que este trabalho é nosso!

À minha família que sempre incentivou os estudos e o aprimoramento constantes. Ao meu avô que, mesmo não estando mais encarnado, foi uma pessoa a frente do seu tempo e ao com uma memória invejável, que me fazia reviver junto com ele seu tempo de juventude e os acontecimentos históricos que marcaram sua vida. É pelo seu exemplo que hoje eu valorizo a companhia e o diálogo diário. Muito obrigada!!!

EPÍGRAFE

“A lei de ouro do comportamento é a tolerância mútua, já que nunca
pensaremos todos da mesma maneira, já que nunca veremos
senão uma parte da verdade e sob ângulos diversos...”.

Mahatma Gandhi

RESUMO

PERONI, Carolina S. L. (2018). Avaliação de Bacias de Detenção na Gestão de Águas Pluviais em Araraquara, SP – Brasil. 245p. Universidade Federal de São Carlos, 2018.

Na busca pela mitigação dos impactos da urbanização sobre o escoamento superficial e a infiltração das águas pluviais, surgem na década de 70 as técnicas compensatórias em drenagem urbana. Muito difundidas na América do Norte e Europa, estas técnicas no Brasil se fortaleceram a partir da década de 90, com destaque para a implantação de Bacias de Detenção, em especial nas regiões metropolitanas, únicas para o controle de vazões de pico com grandes tempos de retorno. Na última década, essa tendência se intensificou em cidades de médio porte, como é o caso do município de Araraquara, SP, que dispõe da obrigatoriedade de implantação destas bacias para novos loteamentos. Dentro desse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar 4 Sistemas de Bacias de Detenção (SBD) e 20 Bacias de Detenção (BD) implantadas e em fase de implantação no meio urbano de Araraquara, SP, quanto à inserção urbana, manutenção e integração destas unidades com seus entornos. Para alcançar tal objetivo foram identificados, caracterizados e mapeados os SBD e BD inseridos no município, a partir da utilização de imagens de satélite, visitas *in loco* e do *software* QGIS versão 2.14.13-Essen. Para a avaliação das unidades foram definidas variáveis que contemplam aspectos de observação direta das unidades com e sem o evento de precipitação; aspectos de projeto, construção e operação das unidades; e aspectos de percepção da população com relação às unidades. Ressalva-se a aplicação de entrevistas para a obtenção de dados, em especial, referentes aos projetos de engenharia e práticas de manutenção, bem como da aplicação de questionários para avaliar a percepção da população do entorno das unidades. A partir dessa metodologia constatou-se que as unidades de detenção estudadas, em sua maioria, estão inseridas na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, à montante da Represa das Cruzes (local de captação superficial). Observou-se uma tendência de implantá-las isoladas de seu entorno e sem sua integração com o espaço urbano, estando exclusivamente voltadas para a função hidrológica. No quesito de manutenção, estas se demonstram inadequadas, em grande parte devido ao excesso de vegetação dentro e ao redor das unidades e a presença de sedimentos em seu interior, assim como da depredação do alambrado e portão e a deposição de resíduos da construção civil, que indicaram ausência ou pouca frequência de práticas de manutenção. Constatou-se ainda o enchimento de mais da metade das unidades e seu esvaziamento em menos de 24 hs, não sendo observado ou relatado o transbordamento externo das unidades. Quanto ao dimensionamento observou-se a adoção de duas metodologias de cálculo do volume de detenção e a discrepância entre estes valores. Os custos de implantação calculados variaram de R\$ 32,16/m² a R\$ 75,13/m² e de R\$ 21,44/m³ a R\$ 25,88/m³. Já o custo de manutenção obtido foi de R\$ 333,00 por prática. A população do entorno, por sua vez, se mostrou favorável às unidades, desde que haja a manutenção frequente e a multifuncionalidade destes espaços, reforçando a necessidade de políticas públicas de incentivo a integração destas com seu entorno, favorecendo sua apropriação pela comunidade.

Palavras-chave: Gestão das Águas Pluviais; Técnicas Compensatórias; Bacias de Detenção.

ABSTRACT

PERONI, Carolina S. L. (2018). Assessment of Detention Basins in Stormwater Management in the Araraquara, SP - Brazil. 245p. Universidade Federal de São Carlos, 2018.

The quest for the mitigation of the impacts of urbanization on stormwater runoff and infiltration gave rise, in the 1970s, to the compensatory techniques on urban drainage. These techniques, which were widespread in North America and Europe, were strengthened in the 1990s, with emphasis on detention basins, which are unique for the control of peak flows with Great return times. In the past decade, this trend has intensified in medium-sized cities, such as the municipality of Araraquara, São Paulo, which requires the construction of these basins for new subdivisions. In this context, the present research has the objective of evaluating 3 Detention Basin Systems (DBS) and 20 Detention Basins (DB) constructed in the urban environment of the Municipality of Araraquara, SP, regarding urban insertion, maintenance and integration of these units with their environments. In order to reach this goal, the DBS and DB inserted in the municipality were identified, characterized and mapped using satellite images, on-site visits and the QGIS software version 2.14.13-Essen, respectively. Variables were defined for the evaluation of the units that include aspects of direct observation of the units with and without the precipitation event; aspects of design, construction and operation of the units; and aspects of population perception regarding units. It is necessary to use questionnaires to obtain data, particularly those referring to engineering projects and maintenance practices, as well as the perception of the population neighboring the units. This methodology is expected to identify similarities and discrepancies of insertion and the maintenance of the studied units. In a preliminary way, SBD and SB were found to be located in the Ribeirão das Cruzes sub-basin and distributed upstream of the Cruzes Dam (surface catchment point), even though this is a region susceptible to erosive processes and geotechnical risk. It was also observed a tendency to implant these units isolated from their surroundings, without their integration with urban space, and exclusively focused on the hydrological function. In terms of maintenance, the basins prove to be inadequate, largely due to the excess vegetation, as well as the presence of sediments inside them. The depredation of insulation structures (fence and gate) as well as the inadequate disposal of solid waste, especially those from demolition and civil construction, were other aspects commonly identified in the basins, which indicated absence or low frequency of maintenance practices. It was also verified the filling of more than half of the units and its emptying in less than 24 hours, not being observed or reported overflow of the units. Regarding the dimensioning, it was observed the adoption of two methodologies to calculate the volume of detention and the discrepancy between these values. The estimated costs of implementation varied from R\$32.16/m² to R\$75.13/m² and from R\$21.4/m³ to R\$25.8/m³. The maintenance cost was R\$333.00 per practice. The surrounding population was in favor of the units, as long as they have frequent maintenance and multifunctionality of these spaces, public policies are necessary to encourage its integration with their surroundings, favoring its appropriation by their community.

Keywords: Rainwater management; Compensatory techniques; Detention Basins.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Balanço Hídrico no Cenário Sem Urbanização (a) e Cenário Urbanizado (b).....	21
Figura 2 – Impacto da Urbanização sobre o escoamento	21
Figura 3 – Impacto da Urbanização.....	23
Figura 4 – Esquema dos Diferentes Tipos de Técnicas Compensatórias	29
Figura 5 – Bacia de retenção com espelho d’água e multiuso, em Belo Horizonte/MG	30
Figura 6 – Bacia de retenção seca e multiuso, em Porto Alegre/RS	31
Figura 7 – Trincheira de infiltração	32
Figura 8 – Trincheira ao longo do sistema viário	32
Figura 9 – Sistema Filtro–Vala–Trincheira de infiltração construído no campus da Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR	34
Figura 10 – Pavimentos permeáveis	35
Figura 11 – Pavimentos porosos.....	35
Figura 12 – Poço de infiltração construído no campus da UFSCar	36
Figura 13 – Perspectiva de um Plano de Infiltração no campus da UFSCar	36
Figura 14 – Telhado verde em Portland	37
Figura 15 – Espaços de Gerenciamento.....	38
Figura 16 – Esquema das tipologias de bacias de retenção a céu aberto	50
Figura 17 – Evolução do uso das bacias de retenção	57
Figura 18 – Desenho esquemático de um reservatório de retenção aberto	58
Figura 19 – Delimitação da área de aplicação do questionário (Continua)	66
Figura 20 – Localização do Município de Araraquara.....	70
Figura 21 – Densidade Demográfica do Estado de São Paulo, Região de Governo de Araraquara e Município de Araraquara – 1980-2016.....	71
Figura 22 – Grau de Urbanização do Estado de São Paulo, Região de Governo de Araraquara e Município de Araraquara – 1980-2016.....	71
Figura 23 – UGRHI Tietê-Jacaré com destaque para o município de Araraquara	72
Figura 24 – Sub-bacias Hidrográficas na Área Urbana de Araraquara/SP.....	74
Figura 25 – Distribuição de empreendimentos imobiliários em Araraquara/SP no período de 2006 a 2016	84
Figura 26 – Esquema da gestão das águas pluviais em Araraquara	87
Figura 27 – Distribuição Espacial dos SBD e das BD em Araraquara/SP	94
Figura 28 – Hietograma durante o evento de precipitação – Maio/2017	95
Figura 29 – Hietograma durante o evento de precipitação – Janeiro/2018	96
Figura 30 – Hidrograma após o evento de precipitação – Março/2017.....	96
Figura 31 – Hidrograma após o evento de precipitação – Janeiro/2018	97
Figura 32 – Localização do SBD Laura Molina 1	100

Figura 33 – Área do Parque Residencial Laura Molina com a indicação do SBD	101
Figura 34 – Localização do SBD Laura Molina 2	102
Figura 35 – Área do Parque Residencial Laura Molina com a indicação do SBD	103
Figura 36 – Localização do SBD Jardim Boa Vista II.....	104
Figura 37 – Área do Residencial Jardim Boa Vista II om indicação do SBD.....	105
Figura 38 – Localização do SBD Alamedas	106
Figura 39 – Área do Residencial Alamedas com a indicação do SBD	107
Figura 40 – Localização da BD Jardim do Valle	109
Figura 41 – Área do Jardim do Valle com a indicação da BD.....	109
Figura 42 – Localização da BD Valle Verde	111
Figura 43 – Área do Residencial Valle Verde com a indicação da BD.....	111
Figura 44 – Localização da BD Buona Vita 1	113
Figura 45 – Área da gleba do Condomínio Buona Vita com a indicação da BD	114
Figura 46 – Localização da BD Buona Vita 2	115
Figura 47 – Área da gleba do Condomínio Buona Vita com a indicação da BD	116
Figura 48 – Localização da BD Portal das Tipuanas	118
Figura 49 – Área da gleba do Condomínio Portal das Tipuanas e a indicação da BD	118
Figura 50 – Localização da BD Quinta das Tipuanas.....	120
Figura 51 – Área da gleba do Condomínio Quinta das Tipuanas e a indicação da BD.....	120
Figura 52 – Localização da BD Ravena	122
Figura 53 – Delimitação do bairro Ravena com a indicação da BD	122
Figura 54 – Localização da BD Jardim Boa Vista.....	124
Figura 55 – Área do Jardim Boa Vista com a indicação da BD.....	124
Figura 56 – Localização da BD Jardim São Rafael II.....	126
Figura 57 – Área do Jardim São Rafael II com a indicação da BD.....	126
Figura 58 – Localização da BD Jardim dos Oitis	128
Figura 59 – Área do Jardim dos Oitis com a indicação da BD	129
Figura 60 – Localização da BD Vista do Horto.....	131
Figura 61 – Área do Residencial Vista do Horto com a indicação da BD	132
Figura 62 – Localização da BD Santa Luzia	134
Figura 63 – Área do Jardim Santa Luzia com a indicação da BD.....	134
Figura 64 – Localização da BD Maria Luiza IV.....	136
Figura 65 – Área do Jardim Maria Luiza IV com a indicação da BD.....	137
Figura 66 – Localização da BD Village Damha III 1	138
Figura 67 – Área dos Condomínios Damha I / Village Damha III-IV e da BD	139
Figura 68 – Localização da BD Village Damha III 2	140
Figura 69 – Área da gleba do Condomínio Residencial Village Damha III 2 e da BD.....	141

Figura 70 – Localização da BD Damha II	143
Figura 71 – Área da gleba do Condomínio Residencial Village Damha II.....	143
Figura 72 – Localização da BD São Bento 1	145
Figura 73 – Área do Delimitação do Jardim São Bento com a indicação da BD.....	145
Figura 74 – Localização da BD São Bento 2	148
Figura 75 – Área do Delimitação do Jardim São Bento com a indicação da BD.....	148
Figura 76 – Localização da BD Atlanta	150
Figura 77 – Área dos empreendimentos Atlanta com a indicação da BD	151
Figura 78 – Localização da BD Bella Vittá.....	153
Figura 79 – Área da gleba do Condomínio Bella Vittá com a indicação da BD	153
Figura 80 – Orifício de saída acoplado ao vertedor triangular quebrado	167
Figura 81 – Erosão nos taludes internos da quarta bacia do SBD 4.....	167
Figura 82 – Estrutura de entrada – Tipo A	172
Figura 83 – Estrutura de entrada – Tipo B	172
Figura 84 – Estrutura de entrada – Tipo C	173
Figura 85 – Estrutura de entrada – Tipo D	173
Figura 86 – Estrutura de saída – Tipo A.....	173
Figura 87 – Estrutura de saída – Tipo B.....	173
Figura 88 – Estrutura de saída – Tipo C.....	174
Figura 89 – Estrutura de saída – Tipo D.....	174
Figura 90 – Dispositivo de lançamento na margem – Tipo A	175
Figura 91 – Dispositivo de lançamento no leito – Tipo B	175
Figura 92 – Dispositivo de lançamento na margem – Tipo C – Vista 1.....	175
Figura 93 – Dispositivo de lançamento na margem – Tipo C – Vista 2.....	175
Figura 94 – Funcionários roçando a rampa de acesso (frente) e o fundo (atrás) da BD.....	177
Figura 95 – Funcionário roçando o fundo da BD – Detalhe vegetação	177
Figura 96 – Funcionário roçando a crista da BD	178
Figura 97 – Funcionário munido da roçadeira e EPI's	178
Figura 98 – Materiais de apoio e reposição	178
Figura 99 – Bags para o acondicionamento da vegetação	178

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Causas e efeitos da urbanização.....	24
Quadro 2 – Comparação entre Drenagem Urbana Tradicional e Soluções Alternativas.....	28
Quadro 3 – Critérios para projeto de bacias de detenção.....	53
Quadro 4 – Ações de manutenção na bacia de detenção	54
Quadro 5 – Custos de implantação, reconstituição e operação de bacias de detenção	55
Quadro 6 – Síntese dos métodos da pesquisa	60
Quadro 7 – Dados Gerais dos Sistemas de Bacias de Detenção (SBD) e das Bacias de Detenção (BD)	98
Quadro 8 – Avaliação dos SBD e das BD com base nas Variáveis do Grupo 1	156
Quadro 9 – Avaliação dos SBD e das BD com base nas Variáveis do Grupo 2	163
Quadro 10 – Dados dos projetos de engenharia dos SBD e das BD	168

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volumes de detenção calculados pela Lei Estadual e pela planilha do DAAE, com indicação dos valores adotados nos projetos	166
Tabela 2 – Custo de Implantação das Unidades de Detenção em relação ao valor do Sistema Tradicional de Drenagem e do Empreendimento	180
Tabela 3 – Custos de implantação das unidades de detenção em relação à área e ao volume detido.	180
Tabela 4 – Custo de mão-de-obra e equipamentos para manutenção de uma bacia de detenção	181

Sumário

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Considerações Gerais.....	17
1.2. Objetivos.....	19
2. ASPECTOS CONCEITUAIS	20
2.1. Impactos Hidrológicos da Urbanização.....	20
2.2. Sistemas Clássicos de Drenagem Urbana.....	25
2.3. Sistemas Alternativos de Drenagem Urbana	27
2.4. Legislação Relacionada à Gestão das Águas Pluviais	38
2.4.1. Legislação Federal	39
2.4.2. Legislação Estadual.....	44
2.4.3. Legislações Municipais.....	46
3. BACIAS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	48
3.1. Definição e Utilização	48
3.2. Tipos de Bacias de Detenção.....	50
3.3. Concepção e Projeto das Bacias de Detenção	51
3.4. Manutenção e Operação.....	53
3.5. Custos.....	55
3.6. Inserção Urbana das Bacias de Detenção	56
3.7. Percepção da População – Estudos Realizados	58
4. MÉTODOS.....	60
4.1. 1ª Fase – Revisão da Literatura.....	60
4.2. 2ª Fase – Caracterização do Município de Araraquara.....	61
4.3. 3ª Fase – Definição das Variáveis para Avaliação das Bacias de Detenção.....	62
4.4. 4ª Fase – Identificação e Caracterização das Bacias de Detenção.....	62
4.5. 5ª Fase – Avaliação da Percepção da População	65
4.6. 6ª Fase – Sistematização dos Dados, Discussão e Conclusões.....	68
5. MUNICÍPIO DE ARARAQUARA/SP	69
5.1. Breve Histórico.....	69
5.2. Aspectos Gerais	70
5.3. Aspectos Físicos	72
5.4. Legislação Municipal.....	75
5.5. Planejamento e Urbanização Recentes	82

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
6.1. Gestão das Águas Pluviais em Araraquara	86
6.2. Variáveis de Avaliação das Bacias de Detenção	90
6.3. Unidades de Detenção Avaliadas	93
6.3.1. Sistema de Bacia de Detenção Laura Molina 1	100
6.3.2. Sistema de Bacia de Detenção Laura Molina 2	102
6.3.3. Sistema de Bacia de Detenção Jardim Boa Vista II.....	104
6.3.4. Sistema de Bacia de Detenção Alamedas	106
6.3.5. Bacia de Detenção Jardim do Valle	109
6.3.6. Bacia de Detenção Valle Verde	111
6.3.7. Bacia de Detenção Buona Vita 1	113
6.3.8. Bacia de Detenção Buona Vita 2	115
6.3.9. Bacia de Detenção Portal das Tipuanas	117
6.3.10. Bacia de Detenção Quinta das Tipuanas.....	119
6.3.11. Bacia de Detenção Ravena.....	122
6.3.12. Bacia de Detenção Jardim Boa Vista	124
6.3.13. Bacia de Detenção Jardim São Rafael II.....	126
6.3.14. Bacia de Detenção Jardim dos Oitis.....	128
6.3.15. Bacia de Detenção Vista do Horto	131
6.3.16. Bacia de Detenção Santa Luzia	133
6.3.17. Bacia de Detenção Maria Luiza IV	136
6.3.18. Bacia de Detenção Village Damha III 1	138
6.3.19. Bacia de Detenção Village Damha III 2	140
6.3.20. Bacia de Detenção Village Damha II.....	142
6.3.21. Bacia de Detenção São Bento 1	145
6.3.22. Bacia de Detenção São Bento 2	147
6.3.23. Bacia de Detenção Atlanta	150
6.3.24. Bacia de Detenção Bella Vittá	153
6.4. Avaliação das unidades não associada a evento de precipitação.....	155
6.5. Avaliação das unidades associada a evento de precipitação.....	163
6.6. Aspectos de Projeto, construção, operação e manutenção.....	164
6.6.1. Dimensionamento	165
6.6.2. Construção.....	170
6.6.3. Dispositivos de Entrada e de saída d'água	171

6.6.4. Dispositivo de lançamento final.....	174
6.6.5. Operação e Manutenção das Bacias de Detenção.....	175
6.6.6. Custos de implantação, Operação e Manutenção.....	179
6.6.7. Integração urbana.....	182
6.7. Percepção da População.....	183
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	189
8. REFERÊNCIAS.....	194
APÊNDICES	202
APÊNDICE I – Roteiro de Entrevistas.....	203
APÊNDICE II – Questionário aplicado à população	206
APÊNDICE III – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Entrevista e Questionário)	208
APÊNDICE IV – Registros Fotográficos das Unidades de Detenção.....	213
ANEXOS	238
ANEXO I – Lei Estadual nº 12.526/2007	239
ANEXO II – Procedimentos para informações a viabilidades técnicas e aprovação de projetos de manejo sustentável e drenagem urbana (PMA e DAAE)	242

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Gerais

A população urbana mundial, no início do século XX, representava apenas 15% da população de todo mundo, se configurando como amplamente rural (TUCCI, 2015). Atualmente, cerca de 54% da população mundial reside em áreas urbanas, uma porcentagem que deve aumentar para 66% em 2050, incrementando mais de 2,5 bilhões de pessoas para populações urbanas (UNRIC, 2016).

Segundo Tucci (2015), o Brasil teve um crescimento significativo de sua população urbana, ao longo das últimas décadas. Seu processo de urbanização acelerado ocorreu após a década de 60, e junto com ele uma crescente população urbana sem infraestrutura e acesso aos equipamentos urbanos. No tocante aos recursos hídricos, vale ressaltar, a sobrecarga sobre o abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos domésticos, drenagem urbana e coleta e tratamento de resíduos sólidos, infraestruturas e serviços primordiais para manutenção da saúde pública.

Além disso, o processo de urbanização desordenado acarreta a impermeabilização do solo, desmatamento, desenvolvimento indisciplinado e ocupação de várzeas, consequências que interferem diretamente nos fenômenos do ciclo hidrológico, em especial na infiltração e escoamento superficial direto das águas pluviais (PORTO *et al*, 2015).

A concepção adotada até os dias de hoje, para o sistema convencional de drenagem urbana, que consiste na drenagem e evacuação rápida das águas pluviais por meio de galerias, vem se demonstrando ineficiente e oneroso ao poder público e à sociedade. Assim, faz-se necessária uma compreensão mais integrada da área urbana e das relações entre os sistemas que a compõe, com a atuação intensa do poder público para envolver aspectos institucionais, legais, tecnológicos e sociológicos (PORTO *et al*, 2015) para a concepção e implantação dos sistemas de drenagem urbana.

Essa visão mais ampla e integrada é preconizada na concepção das técnicas compensatórias, desenvolvida a partir dos anos 1970, com o intuito de minimizar os impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos, valorizando a presença da água no ambiente urbano e, sendo prevista a integração urbanísticas destas técnicas, com a criação de espaços de convivência e contemplação para a população, buscando a preservação dos recursos naturais envolvidos.

No Brasil, a utilização das técnicas compensatórias em drenagem urbana se caracterizou, em sua grande maioria, pela implantação de bacias de retenção de águas

pluviais para o amortecimento de cheias e, conseqüente, minimização da ocorrência de inundações urbanas. Seu início se deu nos anos 90 e nas regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba e Porto Alegre (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Embora não haja legislação brasileira específica para o emprego das técnicas compensatórias em drenagem urbana, há legislações que dispõem de instrumentos legais que conduzem ao seu uso. Alguns exemplos são a Lei Federal nº 10.257/2001, Estatuto das Cidades, que institui diretrizes gerais da política urbana (BRASIL, 2001), e a Lei Federal nº 11.445/2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico (BRASIL, 2007). Inclusive quanto a esta última, vale ressaltar que em seu inciso I do Art. 3º, são definidas as vertentes abrangidas no saneamento básico, bem como a definição de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, conforme pode ser observado a seguir, na íntegra:

“d) drenagem e manejo das águas pluviais: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.”

A partir dessa definição observa-se a contextualização de estruturas de detenção ou retenção, um tipo de técnica compensatória, pertencente ao conjunto de estruturas para o manejo das águas pluviais e que, portanto, podem ser preconizadas em planos e projetos.

Atualmente, a adoção de bacias de detenção em cidades de médio porte, como é o caso do município de Araraquara, vem se tornando uma tendência para minimizar os impactos da ocupação urbana sobre o escoamento superficial das águas pluviais. No referido município, a implantação das bacias de detenção é uma obrigação, prevista no Plano Diretor de Drenagem Urbana, para novos loteamentos na área urbana, a mais de 10 anos.

Ao longo desse período, Araraquara passou por um processo intenso de aprovação de loteamentos, em especial na região norte da cidade, a montante da Represa das Cruzes, ponto de captação superficial do município, desconsiderando as fragilidades dessa região de susceptibilidade à erosão e assoreamento. Com isso, a implantação das bacias de detenção também se intensificou, ultrapassando até o momento 24 unidades de detenção, decorrentes desse processo de expansão urbana.

Diante a expressiva utilização e quantidade de bacias de detenção na área urbana do município de Araraquara/SP e ausência de estudos sobre estas unidades pós-implantação, se demonstra como prioridade o mapeamento e caracterização destas unidades, sob os aspectos físicos, hidrológicos, ambientais, sanitários e socioeconômicos das mesmas, assim como o

conhecimento dos critérios de projeto utilizados para implantação, as práticas de manutenção e qual a percepção da população circunvizinha sobre estas unidades que, em alguns casos, estão implantadas defronte às residências. Com isso, espera-se conhecer o desempenho e a inserção urbana destas unidades pós-implantação em meio urbano.

1.2. Objetivos

O objetivo geral da presente pesquisa foi avaliar as Bacias de Detenção (BD) como unidades integrantes da gestão de águas pluviais no município de Araraquara, SP.

A fim de alcançar tal proposta foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar as condições de implantação e inserção das BD no meio urbano;
- Avaliar aspectos de projeto, de construção, de operação e de manutenção das BD;
- Avaliar os custos de implantação, operação e manutenção das BD;
- Avaliar o conhecimento, aceitação, percepção e sensibilidade da população quanto às BD.

2. ASPECTOS CONCEITUAIS

2.1. Impactos Hidrológicos da Urbanização

O processo de urbanização no Brasil, e nos demais países da América Latina, foi intenso, em especial, na segunda metade do século XX. A população urbana brasileira em 1940 era de 18,8 milhões de habitantes (26,3%) e, em 2000, ela passou para aproximadamente 138 milhões de habitantes (81,2%). Isso demonstra que, em 60 anos, os assentamentos urbanos foram ampliados para abrigar mais de 125 milhões de pessoas (MARICATO, 2000).

Segundo Christofidis (2010), junto com o processo de urbanização acelerado, ocorreu uma crescente população urbana sem acesso a infraestruturas de saneamento, transportes, educação e saúde; as quais, em muitos casos, se sobrecarregaram com a alta demanda atrelada a ausência de investimentos e instrumentos legais proporcionais ao crescimento populacional.

Para Tucci (2005), os principais problemas relacionados com a urbanização e a infraestrutura nos países em desenvolvimento, em especial da América Latina, são a grande concentração populacional em pequena área, o aumento da periferia das cidades e a existência da segregação do meio urbano em cidade formal e informal, no âmbito da gestão urbana. O autor ressalva que a regulamentação do uso e ocupação do solo consegue controlar apenas a cidade formal, onde estão estabelecidas áreas de médio e alto valor econômico. Já para cidade informal, composta pela população de baixo poder aquisitivo, a urbanização é espontânea e o planejamento urbano caracterizado pela análise de tendências desta ocupação.

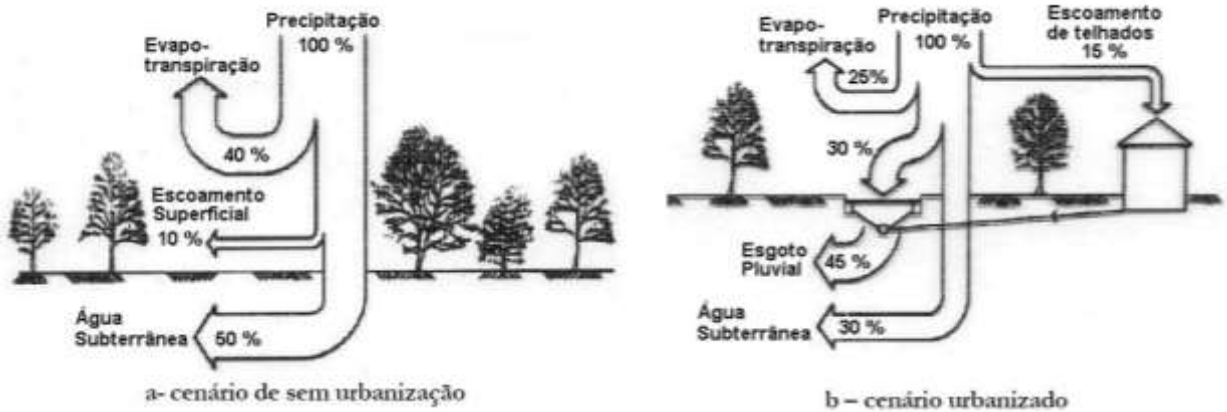
Maricato (2008) ressalva ainda que, o crescimento urbano brasileiro está acompanhado de muitos aspectos negativos, como a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, “*como beira de rios, de córregos, de lagoas, mangues, reservatórios de água potável, dunas, áreas de matas e florestas, encostas instáveis, várzeas etc*”. E Porto *et al* (2015), acrescenta ainda outras características, como altos índices de impermeabilização do solo, desmatamento e desenvolvimento indisciplinado.

Segundo Tucci (2005) a impermeabilização do solo e supressão da vegetação são fatores relevantes para a alteração do ciclo hidrológico e intensificação da ocorrência de inundações em área urbana. A água que antes infiltrava passa a escoar por galerias, aumentando o escoamento superficial de seis a sete vezes. Já o volume que escoava lentamente pela superfície do solo natural e ficava retido pela vegetação, após a urbanização, passa a escoar nos canais, que requerem maior capacidade de escoamento.

Na Figura 1 é apresentada a contraposição entre uma área pré-urbanização (a) e uma área urbanização (b), em termos de balanço hídrico. Dentre as variáveis do ciclo hidrológico

afetadas pela urbanização, em específico pelo aumento de áreas impermeáveis, destacam-se a infiltração e o escoamento superficial direto.

Figura 1 – Balanço Hídrico no Cenário Sem Urbanização (a) e Cenário Urbanizado (b)

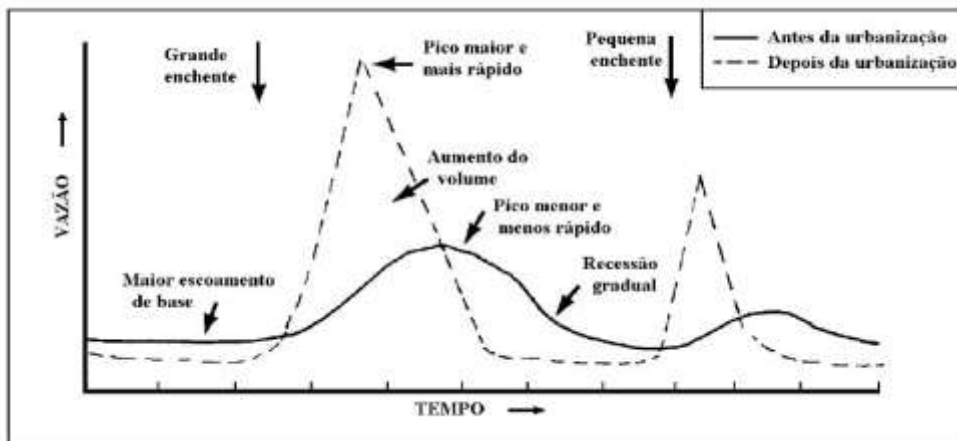


Fonte: OECD (1986) citado por TUCCI (2005)

Importante destacar que, a associação do aumento do escoamento superficial com as estruturas de drenagem urbana favorece o aumento de velocidade do escoamento, tendo como consequências a redução do tempo de deslocamento e o aumento da vazão máxima que, por sua vez, antecipa a ocorrência dos picos de vazão (TUCCI, 2005).

Na Figura 2 são apresentados hidrogramas antes e depois da urbanização, permitindo analisar a ocorrência e magnitude das enchentes.

Figura 2 – Impacto da Urbanização sobre o Escoamento



Fonte: SCHUELER (1987) citado por TUCCI (2005)

Segundo Tucci (2015), o escoamento superficial em excesso pode produzir dois tipos de enchentes que podem ocorrer de forma isolada ou integrada, a saber:

- **Enchentes de áreas ribeirinhas:** processo natural dos cursos d'água de ocuparem seu leito maior por causa da variabilidade espacial e temporal da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica. Normalmente, ocorrem em bacias grandes, superiores a 1000 km². A população é atingida por esse tipo de enchente, principalmente, por causa da ocupação inadequada do solo urbano. Essas condições de ocupação decorrem da ausência de restrição ao loteamento de áreas de risco no Plano Diretor Urbano; invasão de áreas ribeirinhas por população de baixa renda; e ocupação de áreas com risco médio de enchentes, devido a menor frequência de ocorrência.
- **Enchentes em razão da urbanização:** processo ocasionado pela urbanização, tendo sua frequência e magnitude elevados devido a impermeabilização do solo e implantação de galerias pluviais. Além disso, o desenvolvimento urbano pode ocasionar a obstrução do escoamento por meio de aterros, travessias, pontes e sistemas de drenagem inadequados, bem como obstruções nas tubulações e pontos de assoreamento. Estas enchentes ocorrem em bacias de pequeno porte, inferiores a 10km².

De acordo com Righetto (2009), inicialmente, as áreas mais afetadas por enchentes se localizam próximas dos cursos d'água. Com a expansão indisciplinada do solo urbano, os problemas se intensificaram e as enchentes se distribuíram ao longo das linhas do percurso natural do escoamento superficial, em função do relevo do terreno e do grau de impermeabilização da área de drenagem.

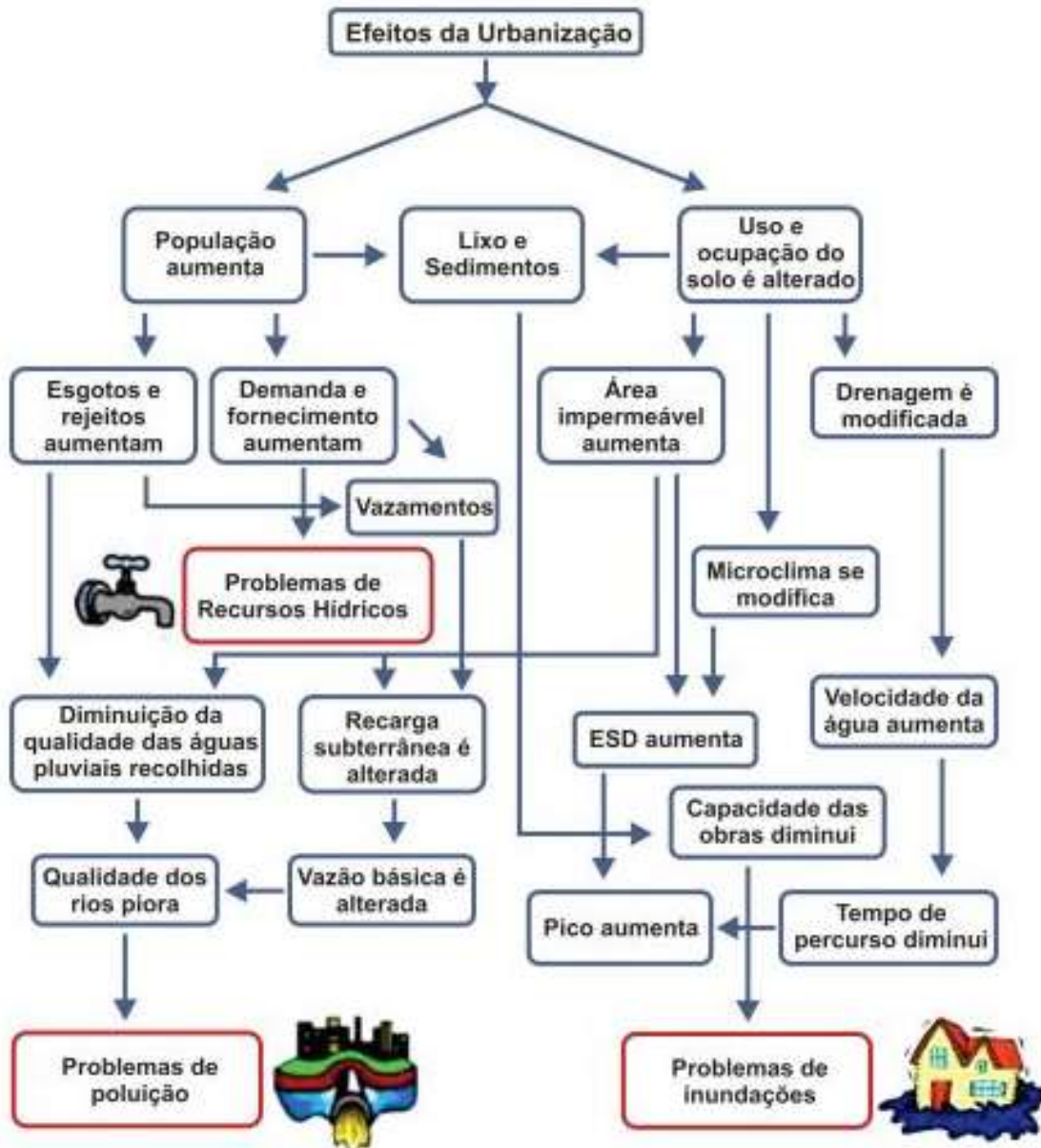
Pompêo (2000) enfatiza os diversos fatores que interferem na ocorrência de enchentes provocadas pela urbanização: *“excessivo parcelamento do solo e conseqüente impermeabilização das grandes superfícies, a ocupação de áreas ribeirinhas tais como várzeas, áreas de inundação frequente e zonas alagadiças, a obstrução de canalizações por detritos e sedimentos e também as obras de drenagem inadequada”*. Além de tratar sobre a necessidade do planejamento urbano na orientação da expansão urbana, considerando a relevância das questões sociais tanto na expansão urbana quanto na efetividade dos fatores acima citados.

Outro ponto destacado por Baptista, Nascimento e Barraud (2015), refere-se aos custos com implantação e ampliação da drenagem urbana, cada vez mais significativos. Os danos mundiais relativos às inundações foram os mais significativos e de maior risco ambiental, no período de 1988-1997, quando os custos foram da ordem de 250 bilhões de

dólares. No Brasil, de acordo com os referidos autores, estima-se que os gastos com obras e danos relativos a inundações seja um valor anual médio superior a 2 bilhões de dólares.

Além dos impactos diretamente relacionados às variáveis do ciclo hidrológico, a urbanização acarreta também problemas referentes à geração de resíduos sólidos e esgoto, ao carreamento de sólidos e a poluição, conforme Figura 3, fatores que podem comprometer a quantidade e qualidade da água.

Figura 3 – Impacto da Urbanização



Fonte: SÃO PAULO (Cidade), 2012

Milograna (2001) apresenta outros efeitos da urbanização, conforme o Quadro 1, de acordo com as causas decorrentes do processo de ocupação e o crescimento populacional.

Quadro 1 – Causas e efeitos da urbanização

Causas	Efeitos
Impermeabilização	Maiores picos de vazões.
Revestimentos das redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Geração de resíduos sólidos urbanos	Entupimentos das galerias e degradação da qualidade da água.
Implantação de redes de esgoto sanitário deficientes	Degradação da qualidade da água e moléstias de veiculação hídrica nas inundações.
Desmatamentos e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes; maior erosão; assoreamento em galerias e canais.
Ocupação das várzeas e fundos de vale	Maiores picos das vazões; maiores prejuízos; moléstias de veiculação hídrica; maiores custos de utilidades públicas.

Fonte: MILOGRANA, 2001

Além dos impactos sobre o ciclo hidrológico, a urbanização desordenada promove a mudança nos regimes de chuvas, concentração da poluição do ar, do solo, da água e sonora, impermeabilização excessiva, elevação da temperatura e, depredação de áreas externas às cidades para atender as necessidades impostas à ampliação e manutenção da malha urbana (CHRISTOFIDIS, 2010).

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud 2015, a intensificação do processo de urbanização, com seus impactos ambientais e hidrológicos, vem evidenciando a complexidade e relevância das águas pluviais em termos sanitários, ambientais, paisagísticos e técnicos. Isso pode levar a questionamentos e debates sobre os aspectos técnicos e até mesmos jurídicos e organizacionais, atualmente utilizados. Resultando em uma visão integrada da gestão das águas urbanas, a fim de sintonizar a drenagem urbana com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Diante desse contexto, a minimização dos impactos provenientes da urbanização está cada vez mais distante das soluções tradicionais, requerendo o reencontro da natureza nas cidades, como uma condição para garantir sua permanência sem grandes problemas (CARVALHO e BRAGA, s.d.).

2.2. Sistemas Clássicos de Drenagem Urbana

O sistema clássico de drenagem urbana é a solução tradicionalmente adotada pela grande maioria das cidades brasileiras para drenar as águas pluviais da área urbanizada. Basicamente, esse sistema consiste na remoção rápida das águas pluviais em excesso no meio urbano, evitando a ocorrência de inundações urbanas, acúmulo de água e o escoamento excessivo em termos de volume e velocidade.

São Paulo (2012) ressalva que os programas de drenagem urbana, dentro do contexto de desenvolvimento global de uma região, devem ser orientados pelos seguintes objetivos:

- Redução da exposição das pessoas e equipamentos urbanos ao risco de inundação;
- Redução sistemática do nível de danos provocados pelas inundações;
- Preservação das várzeas não urbanizadas, de maneira a minimizar as interferências com a sua capacidade de armazenamento, com o escoamento das vazões de cheias, com os ecossistemas aquáticos e terrestres e com a interface entre as águas superficiais e subterrâneas;
- Proteção da qualidade ambiental e o bem-estar social;
- Minimização dos processos de erosão e sedimentação;
- Incentivo da utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação.

O Sistema Clássico de Drenagem Urbana é dividido em dois sistemas: Microdrenagem e a Macrodrenagem, os quais devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados.

A microdrenagem urbana é praticamente definida pelo sistema de condutos de águas pluviais em nível de loteamento. De acordo com Bidone e Tucci (2015) os principais termos utilizados para o dimensionamento da microdrenagem são os seguintes:

- **Galerias:** canalizações públicas cuja função é conduzir as águas pluviais originárias das bocas-de-lobo e de ligações particulares;
- **Poço de Visita:** dispositivo localizado em pontos convenientes das galerias, para permitir a mudança de direção, de declividade e diâmetro, assim como a inspeção e limpeza das canalizações;
- **Trecho:** parte da galeria situada entre dois poços de visita;
- **Bocas-de-lobo:** dispositivos responsáveis pela captação das águas pluviais, localizados em pontos convenientes das sarjetas;
- **Tubos de ligações:** canalizações que conduzem as águas pluviais captadas pelas bocas-de-lobo para as galerias ou os poço de visita;

- **Meios-Fios:** elementos de concreto ou pedra, implantados entre o passeio e a via pública, em paralelo com o eixo da rua e com sua face superior no mesmo nível do passeio;
- **Sarjetas:** faixas da via pública, localizadas em paralelo e ao lado do meio-fio, cuja função é receptor as águas pluviais das ruas;
- **Sarjetões:** calhas inseridas nos cruzamentos de vias públicas, destinadas a orientar o fluxo de águas que escoam pelas sarjetas;
- **Conduitos Forçados:** canalizações destinadas à condução das águas pluviais coletadas, sem que a seção transversal dos condutos esteja completamente preenchida;
- **Estações de bombeamento:** estrutura utilizada quando não há condições de escoamento por gravidade. É responsável pelo transporte de água de um canal de drenagem para outro em nível elevado.

A macrodrenagem na área urbana se caracteriza pela rede de drenagem natural pré-existente. É composta pelos cursos d'água naturais ou artificiais, presentes em vales e talvegues. Suas estruturas são responsáveis pela condução final das águas pluviais da microdrenagem (MARTINS, 2015).

Segundo Martins (2015), a demanda das interferências na macrodrenagem surgem a medida que as obras de microdrenagem vão sendo realizadas, acabando por aumentar as vazões afluentes aos receptores originais. Além disso, a implantação ou ampliação das vias de macrodrenagem podem decorrer da ocupação dos leitos secundários dos cursos d'água; aumento da taxa de aporte de sedimentos, devido ao desmatamento e manejo inadequado dos terrenos; saneamento em áreas alagadiças e ampliação da malha viária em vales ocupados.

Ainda de acordo com o mesmo autor, as obras de macrodrenagem se constituem na retificação e ampliação das seções de canais naturais, construção de canais artificiais ou galerias de grandes dimensões, bem como estruturas de controle, dissipadores de energia, proteção contra erosão e assoreamento, amortecimento de pico, travessias e estação de bombeamento.

Importante destacar que é necessária uma compreensão mais integrada da área urbana e das relações entre os sistemas que a compõe, com a atuação intensa do poder público para envolver aspectos institucionais, legais, tecnológicos e sociológicos (PORTO *et al*, 2015) para a concepção e implantação dos sistemas de drenagem urbana.

2.3. Sistemas Alternativos de Drenagem Urbana

Desde os anos 1970, vem sendo desenvolvidas Técnicas Compensatórias de drenagem – em diferentes concepções quanto ao porte e localização das estruturas –, sobretudo na Europa e na América do Norte, com o objetivo de compensar ou minimizar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico urbano, agregando benefícios à qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Para CHAMPS (2009), citado por CHRISTOFIDIS (2010), desde 1980, significativas mudanças estão sendo realizadas na engenharia de drenagem, incorporando grande avanço nos procedimentos de planejamento e gestão das águas pluviais:

“ ...os serviços urbanos de drenagem passaram a adotar técnicas de inclusão de águas pluviais na paisagem urbana ao preconizar a manutenção dos cursos d'água em seus leitos naturais, ou seja, não adotar a canalização de escoamento rápido”. (CHAMPS, 2009).’ “

No Quadro 2 são contrapostos sistemas de drenagem urbana tradicional com as soluções alternativas, de maneira a exemplificar a evolução do manejo das águas pluviais do ponto de vista socioambiental e urbanístico.

No princípio, as técnicas compensatórias buscavam apenas o amortecimento das vazões por meio de estruturas de armazenamento ou de infiltração das águas pluviais, promovendo redução do escoamento superficial. Com ganho de experiência na aplicação destas técnicas, observou-se que a poluição de origem pluvial também poderia ser reduzida a partir destas soluções (RIGHETTO, 2009).

Embora ainda o foco das técnicas compensatórias em drenagem sejam os processos de armazenamento e infiltração, atualmente, há outras tipologias que abrangem a reutilização (microrreservatório), interceptação e a evapotranspiração (telhados ou coberturas verdes) da água pluvial (RIGHETTO, 2009). Além disso, novos esforços vêm sendo realizados para uma melhor inserção urbanísticas destas soluções, com vistas a permitir usos múltiplos, como áreas de lazer e prática de esportes, áreas verdes, praças, jardins etc, em conjunto com a função hidrológica (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

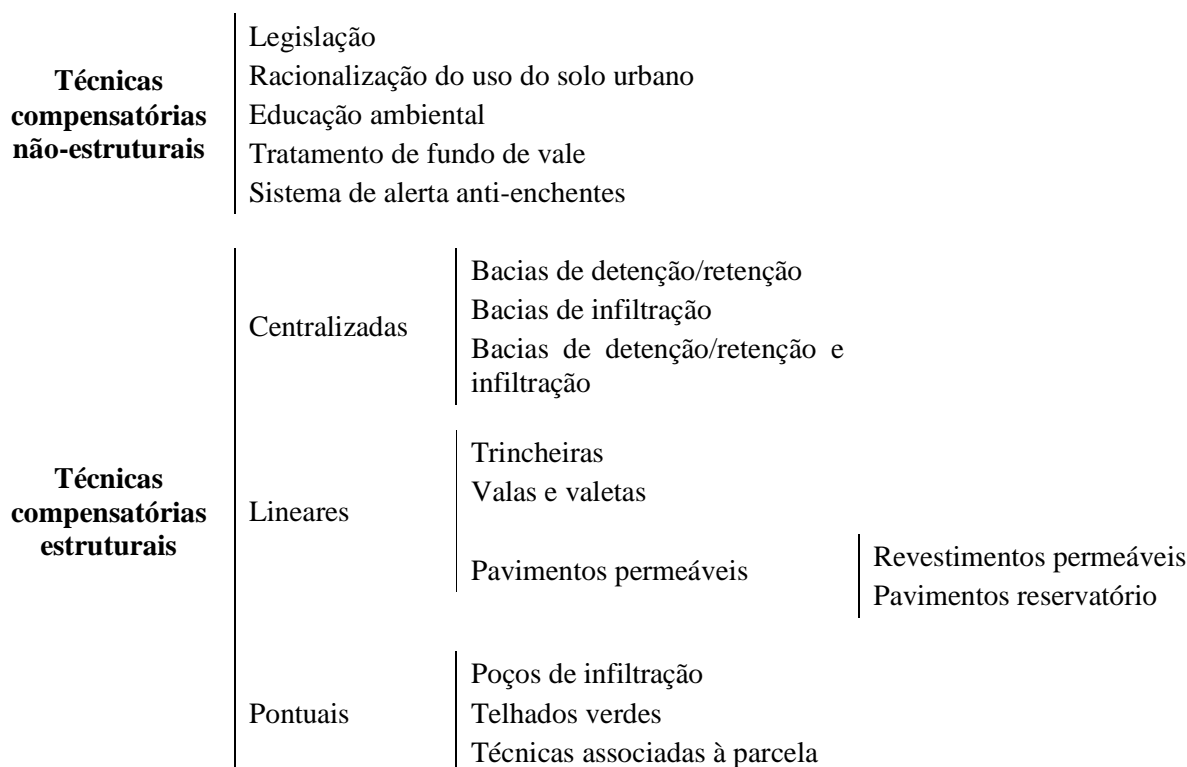
Quadro 2 – Comparação entre Drenagem Urbana Tradicional e Soluções Alternativas

Drenagem Urbana Tradicional	Soluções Alternativas
Drenagem rápida das águas pluviais	Favorecimento à infiltração, ao armazenamento e ao aumento do tempo de percurso do escoamento
Redes subterrâneas, canalização de cursos d'água naturais	Valorização da presença da água na cidade, busca de menor interferência sobre o sistema natural de drenagem
Associação do sistema de drenagem ao sistema viário	Desenvolvimento de soluções técnicas multifuncionais, combinando o sistema de drenagem com a implantação de áreas verdes, terrenos de esporte, parques lineares, etc.
Sistema de drenagem gravitacional, não controlado, configuração fixa da rede de drenagem	Sistema de drenagem controlado, possibilidade de alteração na configuração da rede de drenagem
Concepção e dimensionamento segundo um nível único de risco de inundação pré-estabelecido, para atender a um único objetivo	Concepção e dimensionamento segundo diferentes níveis de risco de inundação, para atender a objetivos diferenciados
Não previsão e inoperância em face de eventos de tempos de retorno superiores aos de projeto	Avaliação do funcionamento do sistema para eventos de tempos de retorno superiores aos de projeto, gestão do risco de inundação
Ênfase na garantia de condições de saúde pública e de conforto no meio urbano; Despreocupação com os impactos da urbanização sobre os meios receptores	Preocupação com a garantia de condições adequadas de saúde pública e conforto no meio urbano e de redução dos impactos da urbanização sobre os meios receptores

Fonte: NASCIMENTO, BAPTISTA E VON SPERLING, 1999

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), as técnicas compensatórias são distintas, basicamente, quanto ao seu caráter estrutural ou não-estrutural. Para este último, são recomendados procedimentos que favorecem o retardamento do escoamento, como por exemplo, regulamentação para o controle na fonte e uso e ocupação do solo, adoção de revestimentos de canais e pavimentos rugosos, e a sensibilização da população diante das consequências dos incrementos de vazão e do aumento de velocidade do escoamento superficial em áreas impermeáveis. Já para as técnicas estruturais, são três estruturas a destacar: centralizadas, lineares e pontuais, determinadas conforme sua função, formas de implantação e escala (Figura 4).

Figura 4 – Esquema dos Diferentes Tipos de Técnicas Compensatórias



Fonte: BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015

I. Técnicas de Controle Centralizado

As técnicas de controle centralizado correspondem, essencialmente, as bacias de retenção e de detenção, associadas com áreas de drenagem de maior porte. Estas estruturas permitem múltiplas configurações, com a associação ou não do armazenamento e infiltração, tendo como função o amortecimento de cheias no meio urbano, redução do volume de escoamento superficial e redução da poluição difusa de origem pluvial. A seguir são descritas a definição das referidas bacias (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015):

- **Bacias de retenção** são estruturas para o armazenamento das águas do escoamento pluvial por longo período, permitindo a sedimentação das partículas presentes na água. Estas estruturas possuem descargas de fundo fechadas durante eventos de chuvas, e que após a decantação pode ser aberta para drenar a água armazenada para uma estação de tratamento de esgoto ou para o meio natural, devendo ser removidos os sedimentos depositados no fundo da bacia.

- **Bacia de retenção** são estruturas que permitem por curto período o armazenamento de água de escoamento pluvial. A redução de poluentes nesta estrutura é complementar. Nestas bacias também há descarga de fundo, porém permanece aberta.

O emprego das técnicas de controle centralizado no Brasil se intensificou a partir dos anos 90, principalmente nas regiões metropolitanas de Porto Alegre, Curitiba, São Paulo e Belo Horizonte, com o principal objetivo de amortecimento de cheias. Estas técnicas são únicas no controle de vazões de pico com tempos de retorno grande, de até 100 anos, característica primordial para minimizar os impactos da urbanização sobre as vazões e velocidades do escoamento superficial (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Do ponto de vista urbanístico, Baptista, Nascimento e Barraud (2015) ressalva que, atualmente, há esforços para melhorar a integração destas estruturas com o projeto urbanístico local, a partir de usos múltiplos do espaço reservado (Figuras 5 e 6), valorização da presença da água em meio urbano entre outros, assim como de reduzir a poluição difusa de origem pluvial, porém muito pouco vem sendo efetivamente concretizado.

Como a presente pesquisa tem como estudo de caso Bacias de Retenção, estas serão detalhadas no Capítulo 4, denominado de Bacias de Retenção de Águas Pluviais.

Figura 5 – Bacia de retenção com espelho d'água e multiuso, em Belo Horizonte/MG



Fonte: BELO HORIZNTE, 2016

Figura 6 – Bacia de detenção seca e multiuso, em Porto Alegre/RS



Fonte: PORTO ALEGRE, 2016

II. Técnicas Compensatórias Lineares

As técnicas compensatórias lineares são estruturas cuja dimensão longitudinal possuir maior relevância do que sua largura e comprimento, o que favorece sua associação com o sistema viário, substituindo, muitas vezes, o sistema convencional de drenagem.

Estas técnicas abrangem estruturas denominadas de trincheiras, valas e valetas e pavimentos permeáveis e reservatórios, as quais serão descritas e ilustradas a seguir.

❖ Trincheiras de Infiltração e Detenção

Implantadas junto à superfície ou a pequena profundidade, não ultrapassando um metro, as trincheiras são técnicas compensatórias que visam recolher as águas pluviais, perpendicularmente ao seu comprimento, favorecendo o armazenamento temporário e/ou a infiltração (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Devido a sua versatilidade, as trincheiras podem ser utilizadas em canteiros centrais, estacionamentos, ao longo de sistemas viários, em jardins, passeios, áreas verdes e espaços esportivos (Figuras 7 e 8).

Figura 7 – Trincheira de infiltração



Fonte: Aquafluxus, 2016

Figura 8 – Trincheira ao longo do sistema viário



Fonte: Aquafluxus, 2016

O funcionamento destas estruturas se caracteriza pela entrada da água pela superfície da técnica ou por meio de um sistema convencional de drenagem urbana que coleta e direciona a vazão para a trincheira. Já quanto à evacuação das águas pluviais há duas maneiras distintas, conforme a tipologia da trincheira apresentada a seguir:

- *Trincheira de infiltração*: neste dispositivo a evacuação é realizada por infiltração da água no solo da base e das laterais da trincheira, reduzindo volumes de escoamento superficial. É recomendada uma distância vertical em zona não saturada de pelo menos um metro de profundidade do lençol freático, para assegurar uma camada razoável de infiltração.
- *Trincheira de retenção*: a evacuação neste caso é realizada pela descarga, a jusante, no meio natural ou no sistema convencional de drenagem, e tem como finalidade o rearranjo temporal de vazões.

As trincheiras de infiltração e de retenção são compostas com material granular graúdo, como pedra de mão, seixos e brita. É recomendada a utilização de geotêxtil na estrutura de infiltração, a fim de evitar passagem de finos e, conseqüente colmatção. Já para a estrutura de retenção, seu revestimento impermeável deve garantir a estanqueidade da estrutura (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

A implantação das trincheiras acarreta em diversos benefícios como hidrológicos; redução das dimensões do sistema convencional de drenagem; ganhos paisagísticos, devido a valorização do espaço urbano e demanda pequena de área; ganhos ambientais por causa da recarga do lençol freático e redução da carga de poluição de origem pluvial. Outro ponto positivo a destacar é a facilidade de implantação destas estruturas, embora haja dificuldades

e/ou inconvenientes quanto à necessidade de manutenção periódica, restrições de implantação em áreas com acentuada declividade e risco de poluição do lençol freático, para as trincheiras de infiltração (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

❖ **Valas, valetas e planos de detenção e infiltração**

Constituídas por simples depressões escavadas no solo, as valas, valetas e planos de detenção e infiltração têm como objetivo o armazenamento temporário e infiltração, cumprindo apenas a função hidráulica de condução das águas pluviais.

As valas e valetas são caracterizadas por dimensões longitudinais maiores que as dimensões transversais, sendo as valetas estruturas com pequena seção transversal. Já os planos de infiltração possuem dimensões longitudinais e transversais semelhantes, e profundidades reduzidas (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

O funcionamento destas estruturas compreende a entrada direta das águas pluviais por meio do escoamento superficial. Já a evacuação da água ocorre por infiltração ou deságue superficial no sistema de drenagem existente ou no corpo receptor.

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), a versatilidade destas estruturas é semelhante a das trincheiras, portanto sua utilização associadas ao sistema viário é comum. É comum a implantação de canaletas no fundo destas estruturas para auxiliar no escoamento dos volumes armazenados.

Segundo o mesmo autor, a aplicação destas técnicas acarreta no amortecimento das vazões afluentes e o rearranjo das águas, assim como na redução do volume de escoamento superficial por causa da infiltração e evapotranspiração. Além disso, há significativos ganhos paisagísticos e ambientais, devido à valorização do espaço e redução da poluição pluvial respectivamente; baixo custo de implantação e manutenção e redução de investimentos com a ampliação e até mesma implantação do sistema convencional de drenagem.

Vale ressaltar que os inconvenientes destas estruturas, assim como nas trincheiras, são: manutenção periódica e restrições de implantação em áreas com acentuadas declividades. Ademais, a possibilidade de estagnação das águas, podendo acarretar implicações sanitárias, e de erosão das estruturas (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015) (Figura 9).

Figura 9 – Sistema Filtro–Vala–Trincheira de infiltração construído no campus da Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR



Fonte: ROJAS GUTIERREZ, 2011

❖ Pavimentos permeáveis e reservatórios

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), em áreas densamente ocupadas cerca de 30% da área da bacia de drenagem são destinados ao sistema viário e a estacionamentos. A impermeabilização favorece na produção de escoamento superficial e, conseqüentemente, problemas de inundações urbanas. O controle deste escoamento pode ser minimizado no sistema viário a partir da adoção de pavimentos permeáveis e/ou pavimentos porosos.

De acordo com o mesmo autor, há três níveis diferentes de atuação dos pavimentos, conforme é apresentado a seguir:

- Pavimentos dotados de revestimentos superficiais permeáveis: reduzem a velocidade do escoamento superficial, retêm pequenos volumes na própria estrutura e infiltram parcela das águas pluviais (Figura 10).
- Pavimentos dotados de estrutura porosa: amortecem as vazões e alteram o desenvolvimento temporal dos hidrogramas. Compreendem os pavimentos porosos de retenção que desempenham papel de reservatório (Figura 11).
- Pavimentos dotados de estrutura porosa e de dispositivos para facilitar a infiltração: permitem a retenção temporária e a infiltração de parte das águas pluviais, portanto, resultam no amortecimento das vazões, redução dos volumes de escoamento superficial e alteração temporal dos hidrogramas.

Figura 10 – Pavimentos permeáveis



Fonte: ACIOLI, 2005

Figura 11 – Pavimentos porosos



Fonte: QUINTANA, 2016

Os princípios de funcionamento destes pavimentos constituem-se na entrada da água diretamente pela superfície do pavimento, no caso de revestimentos permeáveis, ou ainda pela utilização de difusores conectados ao sistema de drenagem urbana. Quanto a detenção temporária das águas, estas são armazenadas na própria estrutura do pavimento que passa a ser um reservatório. Por fim, a evacuação pode ser realizada por infiltração direta no solo ou ainda por difusores (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

De maneira geral, os pavimentos impermeáveis são construídos em concreto ou asfalto; pavimento semipermeável, em paralelepípedo, calçamento poliédrico ou blocos de concreto; e pavimentos permeáveis, em asfalto poroso e blocos de concreto vazado. Já o corpo do pavimento é semelhante entre os tipos de pavimentos, sendo composto por brita (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

As vantagens da aplicação dos pavimentos permeáveis são a recarga subterrânea de água e redução dos escoamentos, do ponto de vista hidrológico. Porém há, também, ganhos em termos de circulação viária (melhorias de segurança e conforto, redução da aquaplanagem, entre outros), ganhos ambientais (recarga do lençol e melhoria da qualidade da água) e redução de investimentos na implantação ou ampliação do sistema de drenagem convencional (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015). Já quanto aos inconvenientes, destaca-se a possibilidade de colmatagem da estrutura, tanto na superfície quanto no corpo do pavimento; e, também, a contaminação do lençol freático.

III. Técnicas Compensatórias Localizadas

As técnicas compensatórias localizadas requerem espaços localizados e reduzidos para drenarem áreas de pequeno e médio porte. Elas são classificadas em poços de infiltração,

telhados armazenadores ou telhados verdes e os reservatórios individuais, e que além do controle da produção de escoamento, possibilitam a utilização das águas pluviais (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

❖ Poços de infiltração

Os poços de infiltração são dispositivos pontuais com áreas superficiais pequenas que tem como objetivo encaminhar as águas pluviais diretamente ao subsolo. Escavados na forma cilíndrica ou retangular, com superfícies drenantes de pedras que variam bastante de acordo com seu porte e condições de infiltração do local.

A entrada de águas nos poços ocorre diretamente pelo escoamento superficial ou por meio de uma rede de drenagem. Geralmente, sua capacidade de armazenamento é pequena, justificando sua utilização com unidade complementar com outras obras de armazenamento (bacias), servindo como exutório, muitas vezes (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

A evacuação das águas, por sua vez, pode ocorrer de duas formas: infiltração no solo ou injeção no lençol subterrâneo, sendo esta última desaconselhada, pelos riscos de contaminação.

Os poços de infiltração, assim como as demais técnicas de infiltração, permitem a redução de vazões de pico e volumes de água para o sistema convencional de drenagem. Além disso, a discricção desta técnica, bem como necessidade de pequena área de ocupação, favorece a boa integração desta técnica com o meio urbano e aceitação da população (Figuras 12 e 13).

Figura 12 – Poço de infiltração construído no campus da UFSCar



Fonte: BARBASSA, ANGELINI SOBRINHA e MORUZZI, 2014

Figura 13 – Perspectiva de um Plano de Infiltração no campus da UFSCar



Fonte: VICENTE, 2015

❖ **Telhados armazenadores ou Telhados verdes**

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), a implantação de edificações é um fator relevante na impermeabilização do solo urbano, portanto, uma alternativa para a redução do escoamento superficial é o armazenamento provisório de águas pluviais nos telhados. Técnica que além dos benefícios hidrológicos, favorece na proteção térmica e isolamento da edificação. Entretanto sua execução deve ser criteriosa, a fim de garantir que a estrutura suporte as cargas previstas, bem como sua estanqueidade.

Assim como outras técnicas compensatórias (pavimentos permeáveis e reservatórios individuais), os telhados armazenadores ou telhados verdes requerem associação de outras técnicas para que seja alcançada a eficiência esperada da minimização dos impactos da urbanização nos processos hidrológicos urbanos (Figura 14).

Figura 14 – Telhado verde em Portland



Fonte: CITY OF PORTLAND, 2014

❖ **Reservatórios individuais**

Os reservatórios individuais são estruturas interessantes pela possibilidade de utilização das águas pluviais para usos domésticos, como irrigação, instalações sanitárias, entre outros, não sendo recomendada sua destinação ao consumo humano por questões sanitárias e de saúde pública (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

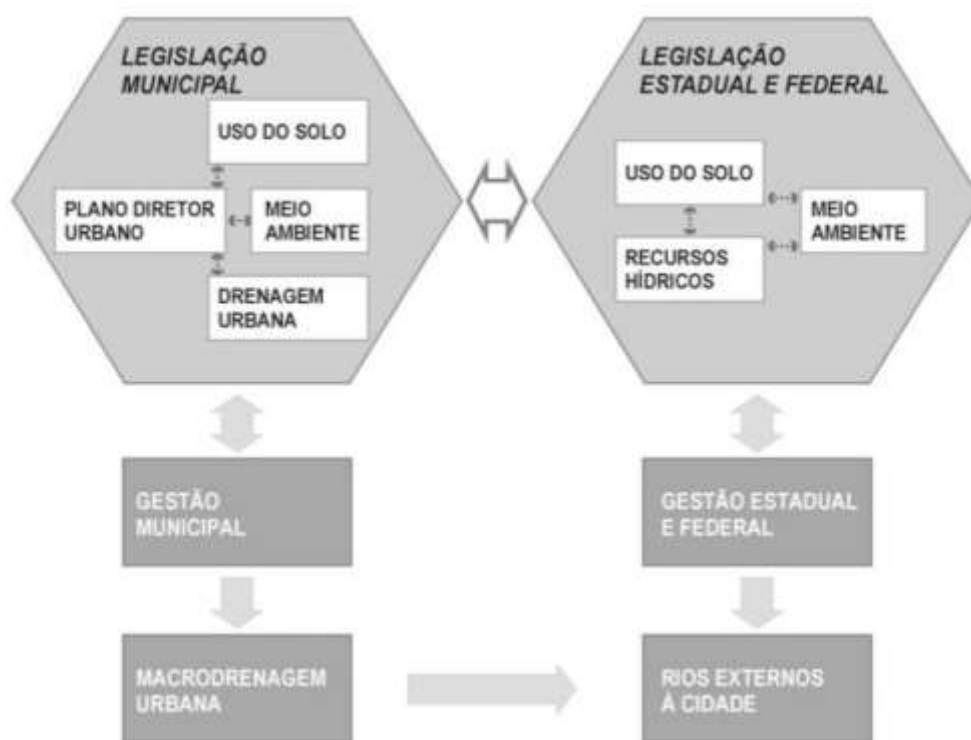
Estes reservatórios são estruturas que podem ser pré-fabricadas ou em alvenaria; concreto; a céu aberto ou enterrados; estarem localizadas dentro ou fora das edificações; e ainda conectadas ou não ao sistema de drenagem convencional.

Segundo os autores, o abastecimento destas estruturas pode ser realizado pela coleta de águas dos telhados. Enquanto que a evacuação das águas pode ocorrer por meio da infiltração ou descarga na rede pluvial. Sua manutenção consiste em sua evacuação completa e limpeza regular, pelo menos uma vez ao ano.

2.4. Legislação Relacionada à Gestão das Águas Pluviais

De acordo com Tucci (2005), as legislações envolvidas com as águas urbanas estão relacionadas com o uso do solo, recursos hídricos e licenciamento ambiental, nos níveis Federal, Estadual e Municipal, conforme Figura 15.

Figura 15 – Espaços de Gerenciamento



Fonte: TUCCI, 2005

Os níveis de gestão dos recursos hídricos estão interligados ao espaço geográfico em que estão inseridos. Ou seja, enquanto na esfera municipal a gestão se restringe ao estabelecimento de diretrizes ao ambiente interno das cidades, por meio dos planos diretores urbanos; as gestões estaduais e federais têm os planos de bacias hidrográficas em níveis federal e estadual, para definirem elementos externos ao município, como quantidade e qualidade das águas dos cursos d'água da bacia hidrográfica (DRUMOND, 2012).

Embora no Brasil, as legislações específicas para o controle das águas pluviais se encontrem nas esferas municipal e estadual, como no caso do Estado de São Paulo, existem leis federais que dispõem de diretrizes para a adequada gestão dos recursos hídricos quanto ao controle de impactos.

Nos itens seguintes são destacados aspectos relevantes sobre a gestão das águas pluviais, em especial na área urbana, buscando identificar diretrizes que proponham e/ou

incentivem a utilização de técnicas compensatórias em drenagem urbana ou propostas de desenvolvimento de baixo impacto, bem como assuntos correlatos a essa temática.

2.4.1. Legislação Federal

São objeto de análise as seguintes legislações federais: Constituição Federal, Parcelamento do Solo Urbano, Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, Criação da Agência Nacional de Água – ANA, Estatuto das Cidades, Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico e o Código Florestal.

- **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabelece como bens da União, os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio ou que banhem mais de um Estado (no Inciso III de seu art. 20º). Define a competência da União em instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, assim como a definição de critérios de outorga de direitos de seu uso (Inciso XIX do art. 21). E determina ainda, como competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, o registro, acompanhamento e fiscalização das concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos em seus territórios.

Ainda que a constituição não institua diretrizes específicas para a gestão das águas pluviais, no Inciso VIII de seu art. 30º, estabelece como competência dos municípios, a promoção do adequado ordenamento territorial, mediante o planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

- **Parcelamento do Solo Urbano**

A Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano (BRASIL, 1979). Em seu art. 3º, estabelece que o parcelamento do solo em zonas urbanas será permitido, para fins urbanos de expansão urbana ou urbanização específica, de acordo com o plano diretor ou aprovação de lei municipal. E, em parágrafo único, proíbi o parcelamento do solo nas seguintes situações:

- I – em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;*
- II – em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;*
- III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;*

IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;

V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.”

Dos requisitos urbanísticos para loteamentos, a lei descreve no inciso III de seu art. 4º que os loteamentos devem reservar uma faixa *non aedificandi* de 15 metros de cada lado ao longo das águas correntes. Esse trecho demonstra a preocupação em prevenir as ocupações inadequadas de áreas passíveis da ocorrência de inundações, bem como os danos à população resultante destes eventos.

▪ **Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH**

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e outros (BRASIL, 1997). Em seu art. 1º, observa-se que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas (inciso IV) e promover a gestão descentralizada e a participação integrada do Poder Público, usuários e comunidade (inciso VI).

Dos objetivos da PNRH, descritos no art. 2º, destacam-se o Inciso III – *“prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais”* e o Inciso IV – *“incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais”*. Ressalva-se que eventos hidrológicos críticos podem ser entendidos como enchentes, consequência do uso inadequado do solo (ALMEIDA, 2014).

No art. 3º, verifica-se ainda a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental (inciso III) e com a gestão do uso do solo (inciso V). Já no art. 5º, são instituídos os instrumentos da PNRH, sendo necessário o destaque para a utilização dos planos de recursos hídricos, essenciais para fundamentar e orientar a política nacional e o gerenciamento de recursos hídricos (DRUMOND, 2012).

▪ **Criação da Agência Nacional de Água – ANA**

A Lei Federal nº 9.984, de 17 de junho de 2000, institui sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da PNRH e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 2000).

No art. 4º, essa legislação trata sobre o planejamento e a promoção de ações destinadas a prevenção ou minimização dos efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema

Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios.

▪ **Estatuto das Cidades**

O Estatuto das Cidades, instituído pela Lei Federal nº 10.527, de 10 de julho de 2001, estabelece diretrizes gerais da política urbana (BRASIL, 2001) e tem como um de seus objetivos a ordenação e controle do uso do solo, de maneira a evitar (Inciso VI do art. 2º), a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental e a exposição da população a riscos de desastres.

De acordo com Drumond (2012), dentre os instrumentos previstos no art. 4º desta lei, destacam-se:

- **os instrumentos de planejamento municipal:** em especial, o plano diretor e a disciplina do parcelamento, do uso e ocupação do solo, que por meio do zoneamento podem definir critérios e parâmetros para restringir a ocupação e a impermeabilização do solo;
- **os institutos tributários e financeiros:** os incentivos e benefícios fiscais e financeiros podem ser utilizados pela Administração Pública para incentivar os cidadãos na execução de ações que reduzam os impactos oriundos da urbanização;
- **os institutos jurídicos e políticos:** a instituição de unidades de conservação permite a manutenção das condições naturais de terrenos em áreas urbanas; a outorga onerosa do direito de construir autoriza o aumento do coeficiente de aproveitamento pelo construtor desde que haja uma contrapartida; e as operações urbanas consorciadas, que sob a coordenação do poder público e participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, admitem transformações urbanísticas estruturais em uma área.

No art. 41º, o Estatuto da Cidade estabelece obrigatória a elaboração do Plano Diretor para cidades com mais de vinte mil habitantes. Almeida (2014), reforça a importância desta legislação, classificando-a como um dos maiores avanços para a implementação das ações de planejamento e gestão do espaço urbano.

▪ **Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico**

A Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece diretrizes para o saneamento básico (BRASIL, 2007) e para a política federal de saneamento básico (art. 1º).

Entre os princípios fundamentais destacam-se:

- a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento (inciso I);
- abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente (inciso III);
- a disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado (inciso IV) e
- a utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas (inciso VIII).

Em seu art. 3º, define a drenagem e manejo das águas pluviais como *“conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;”*. Incluindo mecanismos de detenção das cheias por meio de da detenção ou retenção das águas pluviais.

Ressalva-se no inciso IV do art. 3º, a definição estabelecida para controle social: *“conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico;”*. Percebe-se que o controle social é precário, independente das esferas administrativas, no tocante à integração do poder público com a comunidade para planejar e avaliar os serviços públicos de saneamento público.

Segundo Almeida (2014), os capítulos IV e VI, que tratam Do Planejamento e Dos Aspectos Econômicos e Sociais, respectivamente, destacam-se como avanços de caráter técnico, econômico e social.

Por fim, é previsto no art. 29º a cobrança pela prestação do serviço público de manejo das águas pluviais urbanas, devendo levar em consideração os percentuais de área impermeabilizada e a existência de estruturas de amortecimento ou de retenção da água pluvial, nos lotes urbanos, assim como o nível de renda da população atendida e as características dos lotes urbanos.

▪ **Código Florestal**

A Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e, portanto, institui o Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). No inciso II de seu art. 3º define Área de Proteção Permanente – APP como “*área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;*”.

Em seu art. 4º considera-se APP:

“I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d’água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;”.

2.4.2. Legislação Estadual

São objeto de análise as seguintes legislações do Estado de São Paulo: Constituição Estadual do Estado de São Paulo, Política Estadual de Recursos Hídricos e a Lei de Contenção de Enchentes e Destinação de Águas Pluviais.

▪ Constituição Estadual de São Paulo

A Constituição do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1989) possui uma seção única para os recursos hídricos (Seção II do capítulo IV), onde estabelece a criação legal do Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SIGRH, o qual deve assegurar, entre outras funções, a proteção das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro (inciso III) e a defesa contra eventos críticos, que ofereçam riscos à saúde e segurança públicas e prejuízos econômicos ou sociais (inciso V).

Ressalva-se que a constituição estadual estabelece ainda a cobrança pela utilização dos recursos hídricos, conforme as peculiaridades de cada bacia hidrográfica, com o intuito de garantir a implementação das ações previstas em se art. 205º, sendo algumas delas descritas anteriormente.

Em seu art. 206 estabelece a obrigação de programas permanente de conservação e proteção contra poluição e superexploração das águas subterrâneas, reservas valiosas para o atendimento da população e estratégicas para o desenvolvimento econômico-social.

Com o intuito de proteger e conservar as águas, bem como prevenir efeitos adversos, fica estabelecido no art. 210º que o Estado deverá incentivar os municípios a adotarem várias medidas, dentre as quais, ressalva-se as que instituem áreas de preservação das águas para abastecimento e ações de implantação, conservação e recuperação de matas ciliares.

Outro ponto relevante, é a obrigatoriedade por parte da constituição estadual da elaboração dos Planos Diretores a todos os municípios, com abrangência total de seus territórios municipais. Afinal, estes planos são norteadores para as leis municipais sobre o zoneamento, loteamento, parcelamento e uso e ocupação do solo, proteção do meio ambiente e índices urbanísticos (NAKAZONE, 2005).

▪ Política Estadual de Recursos Hídricos

A Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1991). Segundo Nakazone (2005), essa política antecedeu a

implantação da política nacional de recursos hídricos e redefiniu a prioridades de uso da água por meio da cobrança de custos ambientais e sociais dos beneficiários desse recurso.

Dentre os princípios estabelecidos na Política Estadual, em seu art. 3º, destacam-se: o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado (inciso I); a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento (inciso II); reconhecimento do recurso hídrico como um bem público de valor econômico (III); rateio de custos das obras de aproveitamento múltiplo entre os beneficiários (inciso IV); combate e prevenção das causas e efeitos adversos da poluição, das inundações, das estiagens, da erosão do solo e assoreamento dos cursos d'água (inciso V).

Em seu art. 8º, o Estado deve articular com a União, outros Estados vizinhos e municípios, sobre o aproveitamento e controle dos recursos hídricos em seu território, considerando, principalmente, o controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas (inciso II).

São instituídos como instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos a outorga de direitos de uso, as infrações e penalidades, a cobrança pelo uso dos recursos, o rateio de custos das obras e o plano estadual de recursos hídricos.

- **Política Estadual do Meio Ambiente**

A Política Estadual do Meio Ambiente (SÃO PAULO, 1997), instituída pela Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997, *“tem por objetivo garantir a todos da presente e das futuras gerações, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida (...)”* (art. 2º). Ainda nesse artigo, estabelece seus princípios, dos quais destaca-se: a realização do planejamento e zoneamento ambiental, conforme as características locais e regionais; informação da população sobre os níveis de poluição, a qualidade do meio ambiente, as situações de risco de acidentes etc; promoção da educação e conscientização ambiental da população; instituição de diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transporte.

- **Lei de Contenção de Enchentes e Destinação das Águas Pluviais**

A Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007 (SÃO PAULO, 2007), apresentada no Anexo I, estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. A partir desta, fica obrigatória a implantação de sistemas para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descoberto, em lotes, edificados ou não, que possuam área impermeabilizada superior a 500 m².

A capacidade do reservatório prevista para esse sistema é calculado conforme estabelecido no Art. 2º da referida lei:

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

*a) $V = 0,15 * Ai * IP * t$*

b) V = volume do reservatório em metros cúbicos;

c) Ai = área impermeabilizada em metros quadrados;

d) IP = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h;

e) t = tempo de duração da chuva igual a 1 (uma) hora.”

Embora seja definido que a utilização desta legislação se delimite em regiões de competência do Estado e nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, a mesma tem sido empregada no município de Araraquara para dimensionar os volumes das BD dos empreendimentos.

2.4.3. Legislações Municipais

O município de Belo Horizonte, MG, foi pioneiro na elaboração de legislações específicas sobre o manejo das águas pluviais, com a Lei nº 7.166, de 27 de agosto de 1996 que estabelece normas e condições para o parcelamento, ocupação e uso do solo urbano do município. Mesmo com as novas redações instituídas para essa lei municipal, permaneceu a compensação de áreas impermeáveis com a implantação de reservatórios na proporção de 30 L/m² de área impermeável (BELO HORIZONTE, 1996).

Já Niterói, RJ, instituiu disposições relativas à aprovação de edificações residenciais unifamiliares, a partir da Lei nº 1.620, de 22 de dezembro de 1997. A taxa de impermeabilização máxima em 90% para a zona urbana pode ser dispensada se as edificações demonstrarem soluções de acumulação e/ou aproveitamento de águas pluviais (NITERÓI, 1997).

O município de Guarulhos, SP, com a Lei nº 6.046, de 5 de novembro de 2004, estabelece o código de edificações e licenciamento urbano do Município de Guarulhos e prevê a obrigatoriedade da implantação de reservatórios de detenção das águas pluviais para imóveis com áreas superiores a 5.000 m² (GUARULHOS, 2004). Além disso, há a lei do IPTU Verde, instituída pela Lei nº 6.793/2010, que estabelece descontos acumulativos aos imóveis que implementarem medidas ambientais, tais como, área permeável, captação e reuso de água de chuva e telhado verde (GUARULHOS, 2010).

No município de Curitiba, PR, foi promulgada a Lei nº 10.785/2003 que institui sobre o Programa de Conservação e Uso Racional de Água nas Edificações (PURA). Este programa tem como objetivo incentivar a educação ambiental e o uso racional da água a partir da utilização de fontes alternativas. No art. 7º dessa lei fica estabelecido a captação de água da chuva em cisternas, para usos não potáveis, como por exemplo, rega de jardins e lavagem de pisos e veículos (CURITIBA, 2003).

O município de São Carlos, SP, possui a Lei nº 13.246, de 27 de novembro de 2003, que dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas, com área superior a um hectare. A aprovação destes empreendimentos está condicionada a apresentação do estudo de viabilidade técnica e financeira para a construção dos reservatórios de detenção ou retenção de águas pluviais, para prevenir a ocorrência de inundações (SÃO CARLOS, 2003).

Essa legislação determina ainda que, para reservatórios cobertos, a cobertura destas estruturas pode ser utilizada para jardins, campos de esporte entre outros. Enquanto que para os reservatórios elevados ou abertos, poderão ser previstos formas arquitetônicas para integrar essa unidade com seu entorno, bem como o reuso desta água para fins não-potáveis. Além disso, trata sobre a manutenção dos vertedouros, o dimensionamento dos reservatórios e a implantação da unidade de detenção no lote, com volume fixado em função da área do empreendimento.

No município do Rio de Janeiro, a partir do Decreto nº 23.940/2004, tornou-se obrigatório, nos empreendimentos com área impermeabilizada superior a 500 m² ou residenciais multifamiliares com mais de 50 apartamentos, a implantação de reservatórios que retardem o escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem urbana. Além de ser previsto o percentual de 30% de permeabilidade das áreas destinadas aos estacionamentos, a partir da utilização de piso drenante ou naturalmente permeável (RIO DE JANEIRO, 2004).

Por fim, o Decreto nº 18.611/2014, regulamenta o controle da drenagem urbana no município de Porto Alegre. Em seu art. 1º estabelece que toda nova ocupação urbana deverá considerar a aplicação do conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto, por meio da implantação de técnicas que privilegiem a infiltração e a reservação das águas pluviais. Institui ainda 20,8 L/(s.ha) como a vazão máxima específica de saída de superfícies impermeáveis para a rede pública. São previstos ainda a aplicação de pavimentos permeáveis e trincheiras de infiltração (PORTO ALEGRE, 2014).

3. BACIAS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

3.1. Definição e Utilização

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), as bacias de retenção são estruturas de armazenamento temporário e/ou de infiltração das águas pluviais, que possuem três principais funções relacionadas, de forma direta, com a drenagem das águas pluviais:

- Controlar as inundações pelo amortecimento de cheias em meio urbano;
- Reduzir o volume de escoamento superficial pelo armazenamento e infiltração das águas pluviais;
- Reduzir a poluição difusa no meio urbano.

De maneira geral, estas estruturas minimizam os impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos em áreas urbanas, através de um volume de espera (armazenamento e/ou infiltração), uma estrutura hidráulica de controle de saída e um vertedor de emergência (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015). Para Gribbin (2014), a liberação lenta da água é realizada por uma estrutura de saída que dispõe de um orifício ou vertedor, ou a combinação destes, para a regulação da vazão de saída.

A composição estrutural básica das bacias de retenção, segundo Nakazone (2005), consiste em estruturas de armazenamento, de entrada e de descarga, além de dispositivos de extravasão. A área destinada ao armazenamento da água pode ser constituída pelo próprio solo ou revestida dos mais variados materiais, com o aproveitamento ou a criação de depressões. Já as estruturas de entrada e de descarga ou saída podem ser por gravidade ou por bombeamento, sendo que este último acarreta custos com energia e práticas especiais para operação e manutenção. Por fim, os dispositivos de extravasão garantem a segurança do sistema no caso da ocorrência de eventos de precipitação de grandes magnitudes; e podem ou não estar acopladas às estruturas de descarga.

Nakazone (2005) ressalva cuidados especiais com o aporte de resíduos sólidos para o interior das bacias de retenção, indicando, como prática desejada e corriqueira, a implantação de gradeamento ou similares. O autor trata ainda sobre o entupimento das estruturas de saída, devido seus diâmetros pequenos; lembrando que estas estruturas são primordiais para o sistema, uma vez que controlam a vazão de saída, o volume detido e o nível d'água na bacia.

Baptista, Nascimento e Barraud (2015) esclarecem ainda sobre a localização das bacias de retenção: em série ou em paralelo ao sistema de drenagem. Nas bacias em série, o armazenamento é realizado pela construção de barramentos no talvegue do sistema de drenagem. Já as bacias em paralelo são escavadas lateralmente ao sistema de drenagem.

Quanto à escala espacial para inserção destas bacias, pode-se resultar em um número grande de pequenas bacias distribuídas pela área urbanizada, ou um número menor de bacias, porém com maior capacidade de armazenamento. Essa escolha dependerá da eficiência no controle de inundações e da poluição pluvial, com as características do local.

Para Tucci e Genz (2015), a bacia de retenção tem como vantagem a redução de custos, em comparação com grande quantidade de controles distribuídos, e quanto à operação e manutenção das unidades, bem como a facilidade de gerenciar sua construção. Para os mesmos autores as desvantagens estão na dificuldade de definir uma área adequada, o custo de aquisição da área e a oposição da população para reservatórios de grande dimensão.

De acordo com Righetto (2009), as bacias de retenção não são recomendadas para áreas de drenagem menores que 5 ha (hectares), além de requerem manutenção contínua devido a provável obstrução da estrutura de saída da unidade por matéria sólida. O autor ressalva ainda a redução do processo erosivo com a retenção do escoamento, como também a prevenção de impactos no corpo receptor, em especial sobre a vida aquática.

Por fim, Baptista, Nascimento e Barraud, 2015 ressalva sobre a importância da incorporação da poluição de origem pluvial nas fases de concepção, projeto e operação das bacias de retenção, uma vez que:

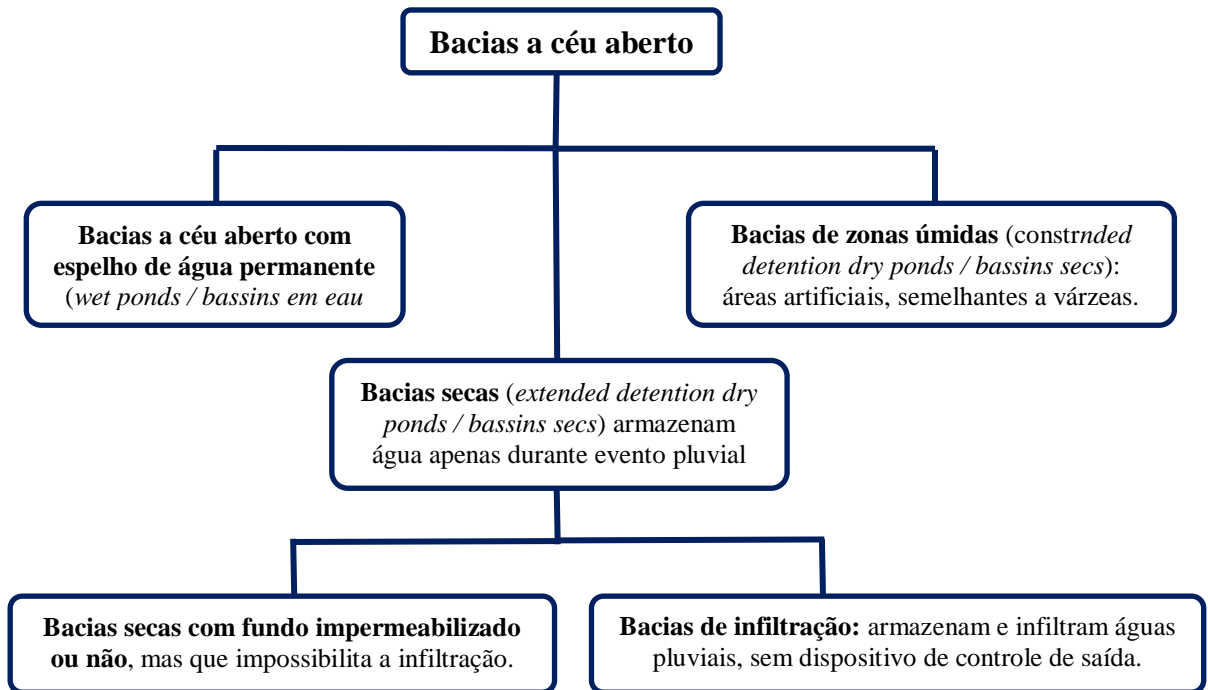
- A qualidade das águas dos corpos receptores poderá não ser assegurada apenas com infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos domésticos, já que a contribuição da poluição difusa de origem pluvial é significativa;
- As condições de funcionamento das bacias de retenção podem ser comprometidas pela poluição difusa pluvial, uma vez que esta pode acarretar na deposição de poluentes e resíduos sólidos, reduzindo a capacidade de amortecimento de cheias e podendo trazer riscos à saúde;
- Reduzir a poluição difusa pluvial em projeto e implantação das bacias de retenção resulta no controle de poluição nos corpos receptores e em facilidade de operação e manutenção destas estruturas;
- Não considerar os aspectos de controle de poluição e proteção dos corpos d'água para as bacias de retenção, é subutilizar o espaço urbano, não otimizando os recursos naturais envolvidos (água e solo) e os investimentos.

3.2. Tipos de Bacias de Detenção

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), a bacia de detenção é toda estrutura de acumulação temporária e/ou de infiltração de águas de escoamento pluvial, e sua eventual infiltração, inseridas no meio urbano, e que tenha capacidade superior as demais técnicas compensatórias que, também, desempenham a função de armazenamento, bem como se caracterize como reservatórios ou barragens cuja função seja o amortecimento de cheias, estando localizados fora do limite urbano.

As tipologias de bacias de detenção são estabelecidas de acordo com sua forma, uso e localização das unidades em relação ao sistema de drenagem. Quanto à forma, o referido autor, as bacias de detenção são divididas em bacias a céu aberto e bacias subterrâneas ou cobertas. A primeira possui subdivisões demonstradas na Figura 16. Enquanto que as bacias subterrâneas ou *underground reservoirs/bassins enterrés* são estruturas típicas de regiões densamente ocupadas que não possuem espaço para a implantação de estruturas a céu aberto.

Figura 16 – Esquema das tipologias de bacias de detenção a céu aberto



De acordo com suas funções hidrológicas, Baptista, Nascimento e Barraud (2015) classifica as bacias de detenção em bacias de tempestades (*storm basins/bassin d'orage*); bacias de decantação (*settling tanks/bassins de décantation*) e bacias de detenção (*detention basins/bassins de retenue*). As primeiras são utilizadas em redes unitárias de esgotamento

sanitário e pluvial para o armazenamento temporário de parte ou todo escoamento durante o evento de precipitação. O volume que esta unidade armazena é conduzido, posteriormente, para a estação de tratamento de esgotos, impedindo a poluição dos cursos d'água. Por essa razão, essa bacia é, também, chamada de bacia de retenção, na qual o a água é retida por longo tempo.

As bacias de decantação e bacias de retenção são utilizadas em sistemas separadores de drenagem urbana. Enquanto a primeira tem a função de decantar sedimentos provenientes da água pluvial, a segunda amortece as cheias e controla a poluição difusa (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Para o presente trabalho a tipologia utilizada é bacia a céu aberto, do tipo seca e, quanto à função hidrológica, definida como bacia de retenção.

3.3. Concepção e Projeto das Bacias de Retenção

A concepção e o projeto de bacias de retenção é um processo complexo que requer uma visão holística para sua melhor eficiência, portanto é essencial que no corpo de técnicos responsáveis haja engenheiros hidrólogos, hidráulicos e geotécnicos, urbanistas, geógrafos e sociólogos, assim como representantes do poder público e usuários (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

As principais etapas para a concepção e projeto das bacias são:

- Estudo de diagnóstico e formulação do problema;
- Definição de objetivos do projeto
- Definição de um elenco de alternativas;
- Escolha da solução;
- Projeto Executivo;
- Elaboração do manual de projeto, construção e operação da bacia de retenção.

Segundo os referidos autores, a etapa de estudo de diagnóstico e formulação do problema compreende, inicialmente, estudos de diagnósticos de sistemas de drenagem existentes e dos meios receptores. Posteriormente, é definido se a bacia de retenção deverá contribuir para resolver problemas de insuficiência de capacidade de drenagem em sistemas pré-existentes; ou se deverá integrar um projeto de urbanização para mitigar impactos futuros da urbanização quanto aos processos hidrológicos e qualidade de água dos corpos receptores.

E por fim, faz-se necessária a coleta de dados para construção de cenários e modelagem do sistema em análise.

Os produtos desta etapa são: escopo detalhado dos estudos de diagnóstico e de concepção a ser desenvolvida, uma definição preliminar dos objetivos potenciais a serem alcançados com a implantação de uma bacia de retenção e o elenco de dados e informações a serem disponibilizados para permitir a realização dos estudos de diagnóstico. Este diagnóstico é composto por características físicas da bacia hidrográfica, uso do solo atual e futuro e o cadastro do sistema de drenagem pluvial (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Outra etapa de relevância indicada pelos citados autores é a análise dos locais potenciais para implantação e escolha do tipo de bacias de retenção. Essa análise é realizada segundo critérios físicos, urbanísticos, econômicos e ambientais, que conduzem a escolha do tipo de bacia de retenção e dos usos complementares a implantar junto às bacias, se conveniente.

Righetto (2009) destaca ainda o tempo de funcionamento da unidade, parâmetro de concepção, que corresponde ao tempo de enchimento e o tempo de descarga ou tempo gasto para o esvaziamento da estrutura. Esse parâmetro pode ser utilizado de duas formas: variável de volume e variável de concepção. A primeira consiste na imposição de uma vazão de saída para calcular o volume de armazenamento; enquanto que a segunda consiste na utilização do tempo de descarga para fixar a vazão de saída. Segundo o mesmo autor e Baptista, Nascimento e Barraud (2015), o tempo de descarga, de maneira geral, deve ser inferior a 24 horas.

O projeto completo de uma bacia de retenção envolve projetos estruturais, estudos geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos. Inclusive estes últimos visam determinar o volume útil de armazenamento, a vazão de saída para fins de controle de cheias e a vazão de projeto do vertedor, como elemento de emergência (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Projetos de bacia em áreas não urbanizadas há uma certa liberdade quanto à definição do volume útil e vazão de saída devido a disponibilidade de área. Já em áreas urbanizadas as restrições são maiores e acarreta na adoção de tempos de retorno inferiores aos recomendados na literatura.

O volume útil e vazão de saída são determinados para eventos de tempos de retorno de 10 e 20 anos para bacias com área de algumas dezenas de hectares; para bacias maiores devem adotar tempos de retorno entre 50 e 100 anos. Além disso, outra recomendação

importante é que para o caso de barragens em terra com altura inferior de 30 m e situadas a montante de áreas urbanas, o vertedor de emergência deve ser dimensionado para tempo de retorno igual a 1000 anos (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Nascimento, Baptista e von Sperling (1999) aponta critérios a serem considerados no projeto de uma bacia de detenção urbana (Quadro 3) e ressalva que alguns pontos são de difícil equacionamento devido “a inexistência de estudos sistemáticos, a ‘posteriori’, das experiências sobre o uso desta técnica.”

Quadro 3 – Critérios para projeto de bacias de detenção

Critério	Elementos de análise	
Funcional	Primária	Vazão de pico, forma do hidrograma, características de reservação e descarga.
	Secundária	Área e perímetro do reservatório, controle do assoreamento, acessos.
Ambiental	Proteção	Qualidade da água, ecologia aquática, controle de insetos.
	Urbanismo	Inserção paisagística, equipamentos de lazer, convivência, acesso de veículos e pedestres, estacionamento.
Construtivo	Praça de trabalho, acessos, disponibilidade de materiais e mão de obra.	
Operacional	Inspeção e manutenção do reservatório e das estruturas hidráulicas, remoção de sedimentos e lixo, manutenção dos equipamentos urbanos	
Legal	Regulamentação de uso como equipamento urbano, regulamentação quantitativa e qualitativa das águas afluentes.	

Fonte: Nascimento, Baptista e von Sperling, 1999

3.4. Manutenção e Operação

A manutenção das bacias de detenção, segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), deve compreender atividades preventivas e corretivas, bem como ações emergenciais para caso de poluição acidental. As ações a serem realizadas para as principais estruturas e dispositivos das bacias de detenção estão sintetizadas no Quadro 4.

De acordo com Canholi (2005), a manutenção das bacias de detenção deve garantir o adequado desempenho da função hidráulica e a integridade física das estruturas ao longo da vida útil da bacia, bem como o conforto e segurança de pessoas. Além disso, o adequado estado de conservação das bacias evita a proliferação de insetos, favorece no aspecto visual agradável e cria várias possibilidades de multiuso do espaço para atividades de recreação e lazer.

Quadro 4 – Ações de manutenção na bacia de detenção

Estruturas	Ações de manutenção
Estruturas hidráulicas (comportas e outras estruturas de regulação de vazões; sensores de nível d'água e outros equipamentos de monitoramento hidrológico)	Ação preventiva: retirada de obstruções, sobretudo resíduos sólidos. Recomenda-se a vistoria destas estruturas após cada evento pluvial e durante esse evento manter uma equipe permanente mobilizada para estas ações.
Dispositivos de pré-tratamento (caixas de areia, grades, decantadores e estruturas de retenção de óleos e graxas)	Condições operacionais necessárias consistem na remoção de sedimentos, resíduos sólidos, óleos e graxas, com frequência a ser analisada a partir de observação do funcionamento da estrutura.
Limpeza do corpo d'água (Bacias secas e Bacias dotadas de espelho d'água)	Ações de manutenção preventiva e ordinária consistem na remoção de resíduos sólidos, em particular os flutuantes. Além de iniciativas de educação e sensibilização de usuários e da população circunvizinha (instalar cestos de lixo e a instalação de placas educativas à preservação da qualidade ambiental da área). Outro ponto importante é quanto ações para controle do assoreamento e vistorias regulares para reduzir a presença e crescimento excessivo de vegetação. Estas bacias devem ser esvaziadas uma vez a cada 5 a 10 anos, permitindo a manutenção das estruturas, renovação da massa d'água, contato da massa presente no fundo com a atmosfera e controle da população piscícola, quando existente.
Limpeza do corpo d'água (Bacias subterrâneas)	Maior dificuldade de acesso e da insalubridade do meio. Remoção de resíduos sólidos de maneira manual ou mecanizada. Estas bacias podem estar equipadas com dispositivos que possibilitem a manutenção corrente.
Tratamento de áreas verdes	Risco elevado de ocorrência de poluição acidental de diferentes tipos. É recomendado, portanto, que desde a concepção, as bacias contenham dispositivos que visem facilitar o controle da poluição acidental, seguindo normas e recomendações por órgão responsável e/ou realizando estudos complementares que possibilite identificar possíveis atividades e indústrias com potencial de poluição acidental, assim como mapas de vulnerabilidade dos corpos receptores, laboratórios de análise da qualidade da água, recursos humanos e estrutura de gestão municipal e estadual, e rede hospitalar para tratar problemas de contaminação por produtos tóxicos.

Fonte: Adaptado de Baptista, Nascimento e Barraud, 2015

Segundo Fonseca (2006), a manutenção das bacias de detenção é uma prática obrigatória para garantir o adequado desempenho e vida útil das unidades, sendo fundamental o estabelecimento de programas de manutenção e monitoramento das bacias. Estes programas devem considerar as cargas de poluentes provenientes dos aportes de precipitação, destacando-se resíduos sólidos orgânicos dispostos nas vias públicas, com fração de resíduos da demolição e construção civil, resíduos de veículos automotores, ligações clandestinas de esgoto cloacal, entre outros.

Para Canholi (2005), na elaboração de projetos ou manuais de manutenção e operação das bacias de detenção, devem ser considerados aspectos relativos à segurança e proteção de

peçoas; à estética ou paisagismo; à inclusão de patamares para multiuso da área, à remoção de sedimentos; e rampas de acesso para a limpeza mecanizada.

3.5. Custos

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), as bacias de detenção podem apresentar custos expressivos, a depender da área de drenagem que controlam. Desta forma, tantos os custos com implantação, manutenção e operação são dinâmicos, variando de acordo com o porte da obra e tipo da bacia.

Moura (2004) apresentou os custos de implantação, manutenção e operação, e a vida útil do sistema de drenagem urbana tradicional e de técnicas compensatórias em drenagem urbana, incluindo as bacias de detenção. Ressalva-se que os custos são apresentados em Reais e baseados no Índice Nacional de Custos na Construção, calculado pela Fundação Getúlio Vargas, com data base em janeiro de 2000.

No Quadro 5, Baptista, Nascimento e Barraud (2015) adapta os custos elaborados por Moura (2004), e os apresentados de forma resumida, o que facilita a análise dos custos para as tipologias de bacias de detenção abordadas no estudo citado.

Quadro 5 – Custos de implantação, reconstituição e operação de bacias de detenção

Tipo de Bacia	Vida Útil (anos)	Custos		
		Implantação (R\$/m ³)	Reconstituição (R\$/m ³)	Operação (R\$/m ³)
Abertas gramadas	10 – 15	28,91	2,38	-
Abertas em concreto	30	35,69	0,16	-
Enterrada em concreto	30	119,63	1,00	0,93
Infiltração	5-10	23,00	3,28	-

Fonte: Baptista, Nascimento e Barraud, 2015

Moura (2004) descreve que a manutenção das bacias de detenção gramadas compreende a retirada dos resíduos sólidos dentro da bacia, carreados pelo escoamento superficial, e a manutenção da grama. Ambas as práticas devem ocorrer bianualmente. Para a retirada de resíduos sólidos o custo apresentado foi de R\$ 190/ano por hectare de área drenada para a bacia, enquanto que a reconstituição da grama, afetada pela primeira prática, tem um custo de R\$ 12,56/ano por metro cúbico de bacia.

Para as demais bacias as práticas de manutenção consistem na retirada de resíduos sólidos e reconstituição do revestimento da bacia. De maneira geral, o custo com a retirada de sólidos foi semelhante a bacia de detenção gramada. A variação de custo foi observada na reconstituição do revestimento, sendo de R\$ 12,09/ano por metro cúbico de bacia aberta em concreto, de R\$ 22,17 por metro cúbico de bacia enterrada em concreto e de R\$ 2,67/ano por metro cúbico de bacia de infiltração.

3.6. Inserção Urbana das Bacias de Detenção

De acordo com Baptista, Nascimento e Barraud (2015), o uso principal das bacias de detenção é o controle de inundações e da poluição de origem pluvial. Porém há usos distintos que não chegam a definir novas tipologias para estas bacias, e sim uma nova abordagem dessas estruturas dentro do meio urbano. Assim, faz-se distinção entre bacias de detenção de caráter apenas hidrológico e bacias de detenção multifuncionais, cujos principais usos são:

- **Bacias com espelho d'água permanente:** podem estar associadas com áreas verdes, reservas ecológicas, espaços para a realização de atividades de lazer e sua incorporação em projeto urbanístico, buscando valorizar a presença da água no meio urbano.
- **Bacias secas:** podem estar associadas com áreas verdes, praças públicas e espaços para prática de esportes como quadras e velódromos.

As bacias de detenção uni-funcionais ou apenas de caráter hidrológico podem acarretar a vários problemas de funcionamento e operação, tornando-se áreas de deposição de resíduos sólidos e proliferação de vetores de doenças. Portanto, sua combinação com usos complementares, amortiza o elevado custo do solo urbano e favorece a manutenção destas estruturas, pela apropriação da população por estes espaços e, também, pelo compartilhamento de serviços entre os setores técnicos públicos das áreas de drenagem pluvial e parques e jardins (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2015).

Segundo Nascimento, Baptista e von Sperling (1999), a inserção das bacias de detenção como equipamento urbano, pode desencadear a valorização das “*condições cênicas*” do espaço e criar opções de lazer. De acordo com o mesmo autor, é necessário um enfoque ampliado no emprego destas estruturas, em decorrência de duas vertentes:

- A incidência de poluição, sedimentos, resíduos sólidos e assoreamento das unidades e, ainda, dos problemas provocados pelo uso indevido destes espaços pela população

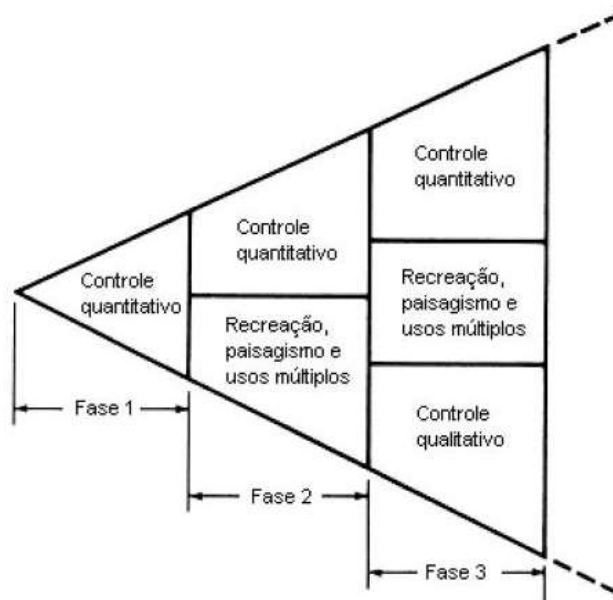
demonstram a inviabilidade técnica e operacional das bacias de retenção, implantadas apenas com a finalidade hidrológica;

- Maior demanda pela melhoria da qualidade ambiental, no tocante aos corpos d'água, em meio urbano.

Segundo Nakazone (2005), a tendência de implantação de bacia de retenção no Brasil se caracteriza como unifuncional, ou seja, previsto apenas o amortecimento das cheias. Entretanto, por anseios da população este cenário está se modificando, caminhando para os usos multifuncionais das bacias, de maneira a valorizar o espaço e a população no entorno.

Na Figura 18 é apresentada a evolução dos usos multifuncionais para as bacias de retenção apresentada por McCuen, Welsh e Rawls (1983) e adaptado por Nakazone (2005).

Figura 17 – Evolução do uso das bacias de retenção



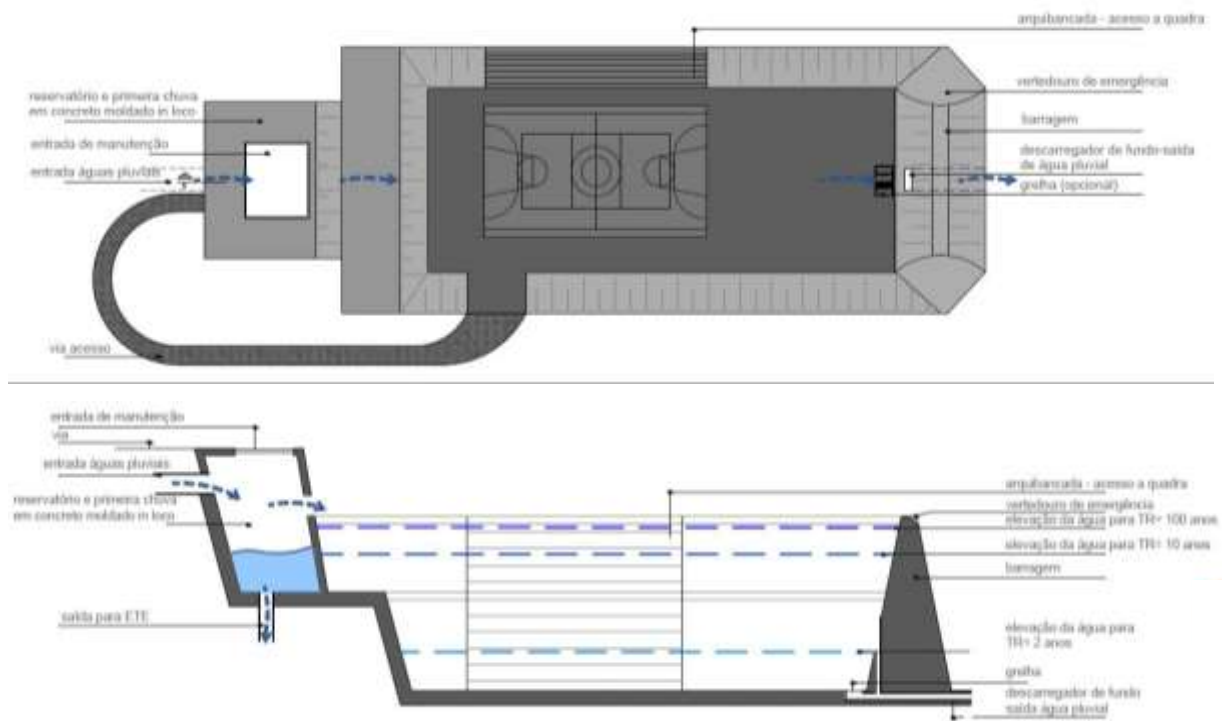
Fonte: Adaptado por NAKAZONE, 2005

Para Fonseca (2006), a integração urbana das bacias de retenção podem criar inúmeras opções de lazer, como áreas para a prática de esportes e para contemplação. Para as bacias de retenção seca, é comum a sobreposição espacial de funções, incorporando a função de amortecimento de cheias, durante o evento de precipitação, com áreas de prática de esportes, praças públicas, parques poliesportivos entre outros.

Mota (s.d.) apresentou um desenho esquemático de um reservatório de retenção aberto (Figura 18) que, embora seja apenas uma referência projetual, exemplifica a proposição do multiuso destas unidades, com a implantação da quadra poliesportiva. Além de representar as

várias possibilidades de criação de espaços de lazer, sobrepostos a função hidrológica das bacias de detenção.

Figura 18 – Desenho esquemático de um reservatório de detenção aberto



Fonte: MOTA, s.d.

Para Cruz *et al* (2001), o grande desafio da gestão das águas pluviais em meio urbano é solucionar os problemas de inundações urbanas, em conjunto com a criação de espaços integrados e bem adaptados que melhorem também a qualidade de vida população

Desta forma, percebe-se a complexidade da das bacias de detenção, em termos de concepção, dimensionamento e gestão, demonstrando a real necessidade de equipes multidisciplinares que, com uma visão holística, incorporem aspectos hidrológicos, ambientais e urbanísticos nos projetos destas unidades, de maneira a permitir a adequada inserção ambiental das bacias de detenção (NASCIMENTO, BAPTISTA E VON SPERLING, 1999).

3.7. Percepção da População – Estudos Realizados

De acordo com Macedo e Magalhães Júnior (2011), as pesquisas amostrais com a população residente no entorno da área onde será realizado determinado projeto, pode auxiliar na identificação de valores e percepções sobre as intervenções e de atitudes sociais, favorecendo as ações de mobilização social por parte dos planejadores.

Almeida (2014) avaliou, por meio da ótica dos usuários envolvidos com o espaço, a aplicação de técnicas compensatórias em drenagem urbana em duas áreas distintas: Área de Estudo I – campus UFSCar (filtro-vala-trincheira, poço de infiltração, bacia de retenção, plano de retenção e canal em grama) e Área de Estudo II – Condomínio Residencial Montreal (poço de infiltração). A avaliação foi realizada por meio de questionários que abordaram aspectos legais; aspectos ambientais e urbanísticos; aspectos quanto ao projeto; aspectos relativos à construção, manutenção e operação das técnicas.

O estudo concluiu que em ambas as áreas de estudo a aceitação da legislação e das técnicas, superaram as expectativas. A ausência de conhecimento e informação dos entrevistados sobre as práticas das técnicas compensatórias reforçaram a necessidade por investimentos em estudos, pesquisas e divulgação pelo poder público e privado. Vale ressaltar que na área I, os entrevistados sugeriram a identificação das técnicas existentes, com informações de denominação técnica da estrutura, seus benefícios e a qual edifício esta vinculada.

Outro estudo interessante refere-se a pesquisa socioambiental intitulada de “Revitalização da bacia de detenção do Vilarinho”, realizada junto a comunidade residente no entorno da bacia, que abrange os bairros Lagoinha, Maria Helena, Piratininga, Leticia, Leblon e Mantiqueira, região Venda Nova, em Belo Horizonte (SEIDI *et al*, 2007).

Para esse local estava prevista a implantação de zona úmida artificial (*wetland*), como dispositivo de descontaminação, e a inclusão da população ribeirinha. Segundo Seidi *et al* (2007), a percepção socioambiental dos moradores é um fator importante para as intervenções sociais e técnicas coerentes com os anseios dos moradores, buscando que os mesmos se apropriem do espaço e preserve a unidade.

De acordo com esse estudo, que se utilizou de questionário para a coleta de dados, a percepção da evolução do meio ambiente na bacia de detenção foi classificada como positiva para 48% dos entrevistados, embora a presença de resíduos sólidos e odores desagradáveis permaneçam. Já quanto à saúde, cerca de 53% consideraram risco de contrair doença na área inundável da bacia. Quanto ao parâmetro de recuperação da bacia para uso dos moradores, 89% dos entrevistados acreditaram nessa melhoria, o que reflete em um anseio da população por ações positivas que alterem a área.

Dentre os equipamentos solicitados pela população, em sua maioria, foram praça e pista de caminhada, sendo citado, também, campo de futebol e parques. Quanto às prioridades pós-obras, a segurança e a manutenção foram os aspectos mais relevantes para a população.

4. MÉTODOS

Os métodos realizados para a presente pesquisa consistem em 6 (seis) fases, os quais estão sintetizados no Quadro 6. Em seguida cada fase é descrita em detalhes. Vale destacar que, a partir desse ponto, o termo Bacia de Detenção será abreviado com a sigla BD.

Quadro 6 – Síntese dos métodos da pesquisa

FASE	RECURSO UTILIZADO	PRODUTO
1. Revisão da Literatura	Pesquisa em livros, artigos, e legislações.	Base teórica sobre o tema de pesquisa.
2. Caracterização do Município de Araraquara	Pesquisa documental, consulta aos órgãos públicos.	Dados gerais sobre Araraquara, com ênfase nas estruturas organizacionais para aprovação e fiscalização de novos empreendimentos e manutenção das unidades de detenção de águas pluviais.
3. Definição das Variáveis para Avaliação das BD	Pesquisa na literatura e observação da realidade.	Variáveis definidas.
4. Identificação e Caracterização das BD	Imagens do Google Earth, <i>software</i> QGIS, visitas <i>in loco</i> , consultas aos órgãos públicos e entrevistas com técnicos, empreendedores, construtores e síndicos de condomínios.	Identificação, mapeamento, registros fotográficos e informações sobre projetos de engenharia, práticas de implantação e manutenção das BD, e seus custos.
5. Avaliação da Percepção da População	Elaboração e aplicação de questionário.	Percepção da população sobre as BD.
6. Sistematização dos Dados, Discussão e Conclusões	Quadros, gráficos, tabelas, discussão com base na literatura.	Texto com resultados, discussão, conclusões e recomendações.

4.1. 1ª Fase – Revisão da Literatura

A Revisão da Literatura foi a primeira fase desenvolvida para a presente pesquisa. Primeiramente, todo conteúdo obtido teve como objetivo estabelecer maior familiaridade com os conceitos, potencialidade e fragilidades da Implantação e Inserção de Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana (TC) em meio urbano, em especial das Bacias de Detenção (BD).

A revisão bibliográfica, apresentada no capítulo 2, contemplou três etapas distintas utilizadas para o desenvolvimento da base teórica deste trabalho, a saber:

- **Etapa 1 – Urbanização e Drenagem Urbana:** inicialmente, foi tratado como o processo de urbanização interfere no ciclo hidrológico, mais especificamente no escoamento superficial e na infiltração, intensificando a ocorrência das inundações urbanas. Foram apresentados os objetivos e características dos Sistemas Clássicos e Alternativos de Drenagem Urbana, sendo que neste último foram abordadas as tipologias das TC.
- **Etapa 2 – Legislação relacionada à Gestão de Águas Pluviais:** foram apresentados e discutidos alguns pontos das legislações em nível Federal, Estadual e Municipal, com o intuito de demonstrar como a Gestão das Águas Pluviais vem sendo abordada pela legislação brasileira, nas referidas esferas. Vale destacar que no âmbito municipal, nesta fase, foram abordadas legislações referentes a outros municípios brasileiros, com exceção da cidade de Araraquara, caracterizada em detalhes no capítulo 6.
- **Etapa 3 – Bacias de Detenção (BD) de Água Pluvial:** foram abordados temas relevantes para a caracterização, tipologias, concepção e projeto, integração urbana, manutenção/operação, custos e percepção da população sobre as BD.

4.2. 2ª Fase – Caracterização do Município de Araraquara

A Caracterização do Município de Araraquara, segunda etapa da presente pesquisa, consistiu na descrição de pontos relevantes da cidade que vão desde o meio físico até a estruturação dos órgãos públicos para aprovação de loteamentos e, por conseguinte, das BD, foco deste trabalho.

Os pontos relevantes abordados nesta fase são apresentados a seguir:

- **Breve histórico e Aspectos Gerais:** foram descritas a história resumida do município, bem como a localização, população, municípios limítrofes, densidade demográfica, grau de urbanização e índices socioeconômicos.
- **Aspectos Físicos:** foram descritas características da hidrografia, clima, geologia, pedologia e vegetação dominantes no município de Araraquara.
- **Legislação Municipal:** foram descritas as leis municipais relacionadas com a temática do planejamento e gestão das águas. As legislações da esfera Municipal abordadas foram Plano Diretor de Araraquara, Política Municipal de Saneamento Básico e Plano Diretor de Drenagem Urbana de Araraquara.

- **Planejamento e Urbanização Recentes:** foi realizada uma breve descrição histórica do processo de implantação do plano diretor e do processo mais recente de urbanização do município, relacionando-o com as premissas estabelecidas no Plano Diretor de Araraquara.
- **Gestão das Águas Pluviais:** foram descritas características da gestão do sistema de drenagem urbana do município e do processo de implantação das bacias de retenção como uma alternativa para minimizar os impactos da implantação de novos loteamentos na área urbana do município. Além disso, foi elaborado um fluxograma das atividades relacionadas com a aprovação de projetos, fiscalização de obras e manutenção do sistema de drenagem urbana convencional e da drenagem urbana sustentável. Estes dados foram obtidos junto a Secretaria de Obras Viárias e Drenagem Urbana e a Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Prefeitura Municipal de Araraquara (PMA) e ao Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAAE).

4.3. 3ª Fase – Definição das Variáveis para Avaliação das Bacias de Detenção

A terceira fase da presente pesquisa foi composta pela definição de variáveis que possibilitassem a avaliação das BD. Tal definição foi feita com base em informações da bibliografia consultada, considerando os principais aspectos que permitiram avaliar as unidades em estudo, em cenários distintos de funcionamento e sob diferentes visões.

4.4. 4ª Fase – Identificação e Caracterização das Bacias de Detenção

A quarta fase do presente trabalho consistiu na identificação e caracterização das BD implantadas ou em fase de implantação, sendo que estas unidades foram, inicialmente, identificadas por meio das seguintes etapas:

- **Etapa 1 – Identificação Preliminar dos SBD e das BD:** consistiu na análise de imagens do Google Earth e em visitas *in loco* para a identificação preliminar das BD implantadas ou em fase de implantação no município de Araraquara. Estas visitas foram realizadas com o objetivo inicial de confirmar o posicionamento e existência das unidades, porém serviram também para realizar os primeiros acervos fotográficos destas unidades.
- **Etapa 2 – Obtenção de Informações juntos aos Órgãos Públicos Municipais:** foram realizadas visitas à Prefeitura Municipal (PM) e ao Departamento Autônomo de

Água e Esgoto (DAAE), ambos no município de Araraquara. Na PM, especificamente, na Secretaria de Desenvolvimento Urbano, foi obtida a relação de loteamentos aprovados na cidade e quais implantaram as BD; permitindo quantificar as unidades construídas ou em fase de implantação. Já no DAAE, no setor de engenharia, foram disponibilizados os anexos do Plano Municipal de Saneamento (PMSB) de Araraquara, que incluem documentos referentes as diretrizes para o dimensionamento e implantação dos projetos de drenagem urbana convencional e das bacias de retenção. Assim, como foram disponibilizados os projetos de engenharia das bacias de retenção, utilizadas para a provação destas unidades pelo referido setor. Ainda no DAAE, no setor de Meio Ambiente (extinta Secretaria de Meio Ambiente), foram disponibilizados arquivos, no formato *shape*, dos cursos d'água do município e suas sub-bacias de contribuição, bem como as Áreas de Preservação Permanente (APP) e os maciços de vegetação.

- **Etapa 3 – Mapeamento das BD:** consistiu na elaboração do Mapa de Distribuição Espacial das BD, por meio da utilização do software livre QGIS versão 2.14.13-Essen e dados disponibilizados pelo Departamento de Meio Ambiente, em formato *shape*, obtidos na Etapa 2.

Posteriormente, a fase de caracterização das BD foi composta por observação direta *in loco*, avaliação dos projetos de engenharia das BD e aplicação de entrevistas e questionários.

A observação direta *in loco* consistiu em visitas *in loco* em BD, sendo realizada a documentação fotográfica de cada unidade e a observação de seus aspectos físicos, das peculiaridades de seu entorno, de seus dispositivos de entrada e saída de água, da sua localização e do estado de conservação e manutenção (presença de lâmina d'água, vegetação e de resíduos sólidos dentro da unidade). Importante destacar que as visitas *in loco* ocorreram em períodos sem o evento de precipitação e durante a ocorrência da precipitação; e, também, após 12 horas da ocorrência da precipitação.

A Avaliação dos Projetos de Engenharia das BD consistiu na análise do método de cálculo, da disposição locacional da unidade, de recomendações técnicas para a implantação e manutenção das unidades, bem como os valores envolvidos nestas fases. A coleta destes dados foi possível a partir da disponibilização dos projetos de engenharia pelo DAAE, como descrito anteriormente, e, também, pela aplicação de Entrevista Semi-Estruturada aos agentes envolvidos com as etapas de projeto e implantação (dimensionamento e construção das

unidades, aprovação do projeto, fiscalização da obra), bem como do pós-implantação (venda dos lotes e manutenção das BD).

Diante o exposto, os agentes envolvidos nas fases de implantação e pós-implantação das BD foram agrupados em 5 (cinco) públicos alvos, como descrito a seguir:

- **Público Alvo 1 – Síndicos dos Condomínios:** definidos devido ao conhecimento que estes agentes possuem quanto às práticas de manutenção das BD e o respectivo custo desta atividade, bem como demais ocorrências sobre operação ou percepção dos condôminos sobre as unidades. Foram convidados a participar da entrevista, os síndicos de todos os condomínios;
- **Público Alvo 2 – Técnico de Construtora:** escolhido a partir da necessidade de se obter dados sobre custos e peculiaridades enfrentadas no canteiro de obras para a implantação das unidades de detenção. Foram convidados à participar da entrevista as construtoras que estavam em fase de implantação das BD;
- **Público Alvo 3 – Empreendedor:** definido para se conhecer se há uma abordagem específica com interessados em adquirir lotes no empreendimento, sobre as BD. E também obter dados sobre custos e práticas de manutenção durante a fase de comercialização de lotes. Para isso foram convidados a participar da entrevista, empreendedores que estivessem em fase de comercialização de lotes e as unidades de detenção já em operação;
- **Público Alvo 4 – Técnico da PM de Araraquara:** escolhido para obter dados sobre a organização e estrutura quanto à aprovação de loteamentos, responsabilidades sobre a drenagem urbana e as BD. Para isso foram definidos 1 (um) técnico da Secretaria do Desenvolvimento Urbano e 1 (um) técnico do Setor de Obras Viárias e Drenagem Urbana; e
- **Público Alvo 5 – Técnico do DAAE:** escolhido para obter dados sobre a aprovação dos projetos das BD e a fiscalização das obras de implantação das mesmas. Para isso foi definido 1 (um) técnico do setor de engenharia para tratar sobre a aprovação e fiscalização de projetos.

As entrevistas foram compostas por um roteiro com perguntas principais, que podiam ser complementadas de acordo com as circunstâncias do momento da entrevista. Este instrumento foi aplicado aos cinco públicos alvos, sendo prevista a utilização de gravador de áudio para registro das informações realizadas durante a entrevista, sem que haja

disponibilização deste material. O roteiro de entrevista abordou aspectos relativos ao projeto, à construção, à integração e à manutenção das BD, bem como dos custos envolvidos. Ressalva-se que este instrumento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética.

A aplicação da entrevista foi precedida de uma clara e breve apresentação sobre a finalidade da entrevista, a qual instituição a pesquisadora está vinculada, o caráter sigiloso dos resultados e a importância dos dados para a comunidade (MANZINI, 1990/1991). Além disso, os entrevistados (públicos alvo) foram comunicados sobre os possíveis riscos dessa abordagem, assim como do seu poder de escolha para participação ou não da pesquisa.

A comunicação com os públicos alvo foi realizada previamente, com o agendamento de uma data e horário para a aplicação deste instrumento nas dependências de seu ambiente de trabalho, sendo privado ou público. A análise dos dados coletados por meio das entrevistas foi realizada de maneira qualitativa, buscando manter o sigilo quanto ao entrevistado e quanto ao empreendimento, porém destacando as práticas e abordagens relatadas sobre as fases de implantação e pós-implantação das BD.

4.5. 5ª Fase – Avaliação da Percepção da População

A quinta fase da pesquisa previu a avaliação da percepção da população sobre as BD, por meio da aplicação de questionários. Foram definidos como público alvo, a população residente em loteamentos abertos e cuja residência estivesse defronte às unidades ou muito próximas a elas.

Na Figura 19 são indicadas as unidades estudadas e as residências nas quais a população foi convidada a participar da aplicação do questionário. Ressalva-se que as delimitações ilustradas foram baseadas unicamente na localização das moradias em relação às unidades de detenção.

Figura 19 – Delimitação da área de aplicação do questionário (Continua)

*Sistema de Bacia de Detenção
Laura Molina 1*



*Sistema de Bacia de Detenção
Laura Molina 2*



*Sistema de Bacia de Detenção
Jardim Boa Vista II*



Bacia de Detenção Verde Valle



Bacia de Detenção Valle Verde



Bacia de Detenção Jardim Boa Vista



Bacia de Detenção São Rafael



Bacia de Detenção Jardim do Oitis



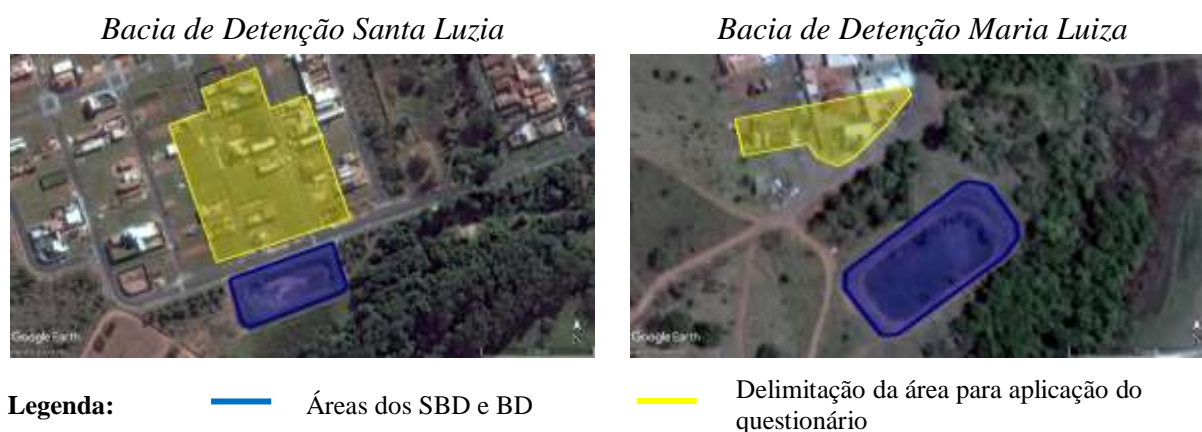
Legenda:

— Áreas dos SBD e BD

— Delimitação da área para aplicação do questionário

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

Figura 19 – Delimitação da área de aplicação do questionário (Fim)



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

O questionário elaborado é apresentado no Apêndice II desta dissertação, sendo composto por 11 questões, em sua maioria, perguntas fechadas. Este instrumento abordou aspectos ambientais, sanitários, de segurança e econômicos em suas questões, porém também previsto um campo aberto para o entrevistado relatar fatos não contemplados no questionário, mas referentes às BD. Com isso, esperou-se obter dados sobre como estas unidades de detenção estão sendo vistas, percebidas e integradas pela população.

A aplicação do questionário teve como início uma breve e clara apresentação sobre a finalidade do questionário, a qual instituição a pesquisadora estava vinculada, o caráter sigiloso dos resultados e a importância dos dados para a comunidade (MANZINI, 1990/1991). Além disso, a população foi informada sobre os possíveis riscos dessa abordagem, assim como do seu poder de escolha para participação ou não da pesquisa. A aplicação dos questionários foi realizada de porta a porta, com a presença da pesquisadora e não sendo necessária a identificação do entrevistado.

A análise dos dados obtidos, por meio dos questionários, foi realizada de maneira qualitativa, buscando descrever a percepção e o sentimento da maioria dos entrevistados quanto às unidades de detenção. Isso possibilitou a discussão e contextualização dos resultados obtidos.

Importante destacar que a metodologia de elaboração e aplicação do questionário, bem como a análise dos dados obtidos a partir deste instrumento de coleta de dados, foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética. Além disso, seguindo uma recomendação do referido comitê, foi solicitado a cada entrevistado a leitura e um visto no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, o qual continha informações gerais sobre a pesquisa, a

pesquisadora, a instituição de ensino, o sigilo das informações e do entrevistado, entre outros. O modelo deste termo pode ser analisado no Apêndice III.

4.6. 6ª Fase – Sistematização dos Dados, Discussão e Conclusões

A sexta e última fase da presente pesquisa caracterizou-se pela sistematização e análise dos dados obtidos, possibilitando realizar discussões e conclusões a cerca dos SBD e BD estudados. Essa fase teve como objetivo compilar todos os dados, de maneira objetiva e didática, a fim de possibilitar a compreensão sobre a distribuição espacial das BD implantados em Araraquara, suas características físicas e estado de conservação, bem como a percepção da população quanto a estas estruturas em seu cotidiano, e o conhecimento prático, dos demais públicos alvos envolvidos, quanto à implantação e operação destas unidades, ou seja, quanto ao estado de conservação destas unidades no pós-implantação.

5. MUNICÍPIO DE ARARAQUARA/SP

5.1. Breve Histórico

No século XVIII, em uma viagem de exploração pelo rio Tietê, um astrônomo português, avistou uma região, até então ocupada somente pelos índios guaianá, chamada por estes de Aracoara (de ará, dia, e coara, toca ou morada). Foi então sob o nome de Campos de Aracoara ou Sertão de Aracoara, que entrou para a história a área compreendida entre a margem direita do rio Piracicaba até os confins do norte e oeste do Estado de São Paulo, incluindo os municípios de Araraquara, São Carlos e região (IBGE, 2017 e ARARAQUARA, 2017).

A região se tornou rota estratégica, por dois momentos, embora estivesse distante dos centros urbanos da época. O primeiro momento foi no início do século XVIII com a descoberta de ouro em Mato Grosso. E o segundo foi no século XIX, por ocasião da Guerra do Paraguai (1864-1870), a região era um dos caminhos para as tropas brasileiras irem até o Mato Grosso e, de lá, para as frentes de luta no Paraguai (IBGE, 2017).

Embora estes dois momentos da história tenham favorecido o processo de ocupação da região, o mesmo foi efetivo a partir da tomada de posse das terras pelos brancos, entre eles Pedro José Neto que parece ter sido o primeiro a se estabelecer na região, em 1790, de acordo com os registros. Destaca-se que essa ocupação ocorria em paralelo ao sistema de distribuição legal de terras, as sesmarias, que se iniciou em 1811 (IBGE, 2017).

Em 1812, Pedro José Neto ergueu uma capela na sesmaria do Ouro, em louvor a São Bento, e ao seu redor iniciou o povoado do Município de Araraquara, anteriormente denominado como bairro de São Bento d' Araraquara. Em 1817, esse bairro conquistou o status de freguesia, tendo como base de sua economia a pecuária e culturas de subsistência. Já em 1832 foi elevado à condição de vila e instituiu a primeira legislatura da Câmara Municipal. O primeiro café na região foi plantado nesta época, por José Joaquim Sampaio, que plantou também a primeira forragem (capim gordura roxo) e as primeiras laranjeiras (lisas e tangerinas), vindas de Minas Gerais (ARARAQUARA, 2012).

A primeira metade do século XIX foi caracterizada pela plantação de cana-de-açúcar, milho, fumo e algodão, e por rebanho constituído, em sua maioria, de suínos e bovinos. A plantação do café substituiu a de cana-de-açúcar e cereais, por volta de 1850.

A chegada da ferrovia e dos imigrantes, entre eles italianos, portugueses, japoneses e espanhóis, que substituíram o trabalho escravo, ocorreu em 1884-1885. A participação da região no complexo do café acelerou seu desenvolvimento econômico e social. Por sua vez, a

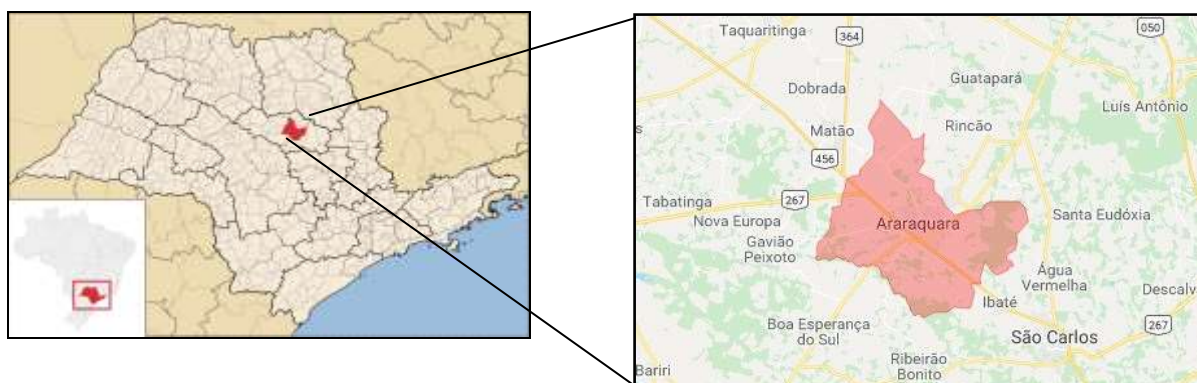
vinda dos imigrantes alterou a vida sociocultural de Araraquara, permanecendo até a atualidade.

Araraquara foi elevada à categoria de cidade em 6 de fevereiro de 1889, pela Lei Provincial de nº. 7. Atualmente, o município é formado pelos distritos de Araraquara e Bueno de Andrada e conhecido por sua arborização urbana, ruas limpas, inúmeras praças e alto nível de qualidade de vida.

5.2. Aspectos Gerais

O município de Araraquara está localizado no centro geográfico do Estado de São Paulo, a 21°47'31" de latitude, 48°10'52" de longitude e a uma altitude de 664 metros, e distante 277 quilômetros da capital (Figura 20). Segundo estimativas do IBGE, no ano de 2016, o município contava com 228.664 habitantes em uma área de 1.003,63 km² (IBGE, 2017), dos quais cerca de 80 km² correspondem à área urbana.

Figura 20 – Localização do Município de Araraquara



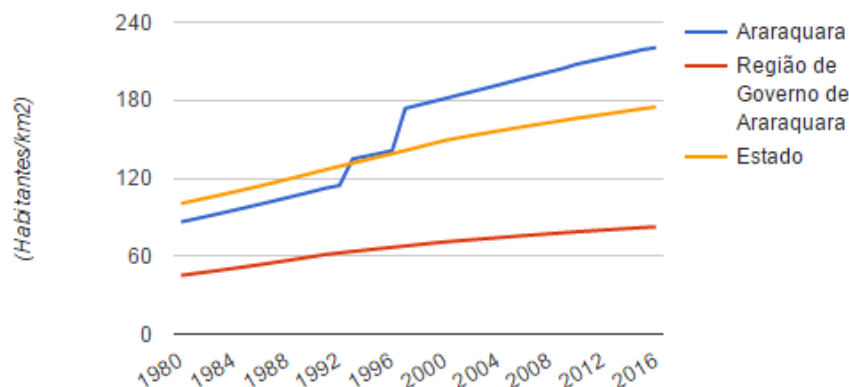
Fonte: Adaptado de IBGE, 2017 e ATLAS BRASIL (2013)

Araraquara está inserida na Região de Governo de Araraquara (RGA), pertencente à Região Administrativa Central do Estado de São Paulo. A RGA é composta por 19 municípios, a saber: Américo Brasiliense, Araraquara, Boa Esperança do Sul, Borborema, Cândido Rodrigues, Dobrada, Fernando Prestes, Gavião Peixoto, Ibitinga, Itápolis, Matão, Motuca, Nova Europa, Rincão, Santa Ernestina, Santa Lúcia, Tabatinga, Taquaritinga e Trabiju. Os mais populosos são Araraquara e Matão.

Os municípios limítrofes com Araraquara são Américo Brasiliense, Motuca, Rincão e Santa Lúcia (ao Norte); Boa Esperança do Sul, Ribeirão Bonito (ao Sul); Ibaté e São Carlos (a Leste) e Gavião Peixoto e Matão (a Oeste).

Segundo São Paulo (2017), o município de Araraquara possui uma densidade demográfica de 220,40 habitantes/km², valor superior a densidade média da RGA, que é de 82,46 habitantes/km², e a do Estado igual a 174,68 habitantes/km². Na Figura 21 é possível observar a densidade demográfica do município, em comparação com o Estado e RGA, no período de 1980 a 2016.

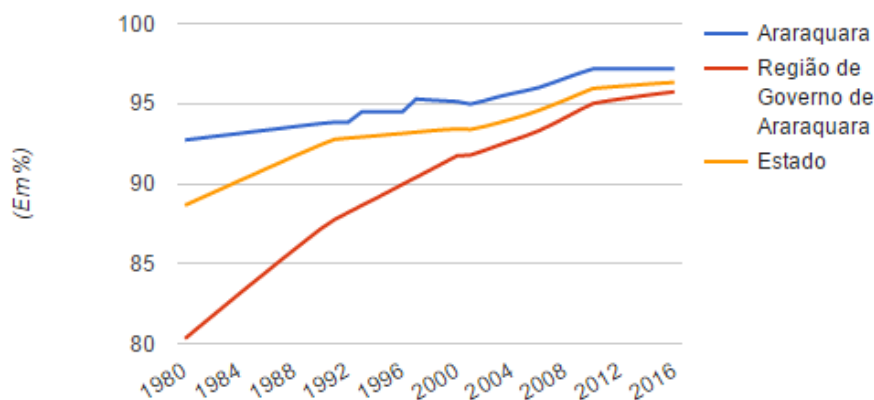
Figura 21 – Densidade Demográfica do Estado de São Paulo, Região de Governo de Araraquara e Município de Araraquara – 1980-2016



Fonte: São Paulo (Estado), 2017

Quanto ao Grau de Urbanização do Município, a Figura 22 demonstra a evolução da urbanização em Araraquara ao longo do período de 1980 a 2016 e de maneira comparativa com a RGA e o Estado. No ano de 2016, Araraquara contava com grau de urbanização igual a 97,16%, superando tanto a RGA, que tinha grau igual a 95,73%, quanto o Estado que possuía grau de 96,36%. Esse dado reforça que mesmo com extensa área rural, a população rural de Araraquara é insignificante, em termos estatísticos (NOVARETTI, 2009).

Figura 22 – Grau de Urbanização do Estado de São Paulo, Região de Governo de Araraquara e Município de Araraquara – 1980-2016



Fonte: São Paulo (Estado), 2017

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Araraquara foi de 0,815 para o ano de 2010, valor considerado alto, superior ao índice estadual que é de 0,783, colocando o município em 14ª posição em nível nacional (ATLAS BRASIL, 2013). Além disso, o município está enquadrado no Grupo I – Municípios com nível elevado de riqueza e bons níveis nos indicadores sociais, segundo o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) de 2012 (SEADE, 2017).

Araraquara ocupa a 11ª posição em nível nacional e 9ª posição em nível estadual no ranking do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM). No ano de 2013, esse índice era de 0,884, representando alto desenvolvimento nos critérios de educação e saúde, e desenvolvimento moderado no critério de emprego e renda (FIRJAN, 2013).

5.3. Aspectos Físicos

O município de Araraquara está localizado na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI Tietê-Jacaré (UGRHI 13) que possui 11.779 km² de área de drenagem e têm como cursos d'água principais o Rio Tietê, Rio Jacaré-Guaçu e Rio Jacaré-Pepira (SÃO PAULO, 2016). A UGRHI 13 é apresentada na Figura 23.

Figura 23 – UGRHI Tietê-Jacaré com destaque para o município de Araraquara



Fonte: São Paulo, 2016

Araraquara possui 148 sub-bacias hidrográficas, divididas em dois principais cursos d'água: Ribeirão das Cruzes e Ribeirão do Ouro (ARARAQUARA, 2014a); os quais se estendem, praticamente, por toda malha urbana do município, no sentido nordeste para sudeste. Segundo Menzori e Falcoski (2017), a rede hídrica urbana de Araraquara é extensa e diversificada, tendo *“uma configuração essencialmente incólume ao processo de urbanização”*, no que diz respeito à preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP).

A sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Ouro, na área urbana, tem como afluentes os Córregos do Pinheirinho, Vieira, Água Branca, Servidão e Paiva. Araraquara se formou ao redor de seus afluentes, localizados na região central, cujas várzeas foram, ao longo do tempo, totalmente ocupada e urbanizada. O Córrego do Pinheirinho ou Caixa d'Água, até o ano de 1940, foi o manancial superficial do município, abrigando a primeira estação de tratamento de água. Sua desativação foi em decorrência do crescimento da cidade e da demanda pelo consumo de água potável (OLIVEIRA, 2017).

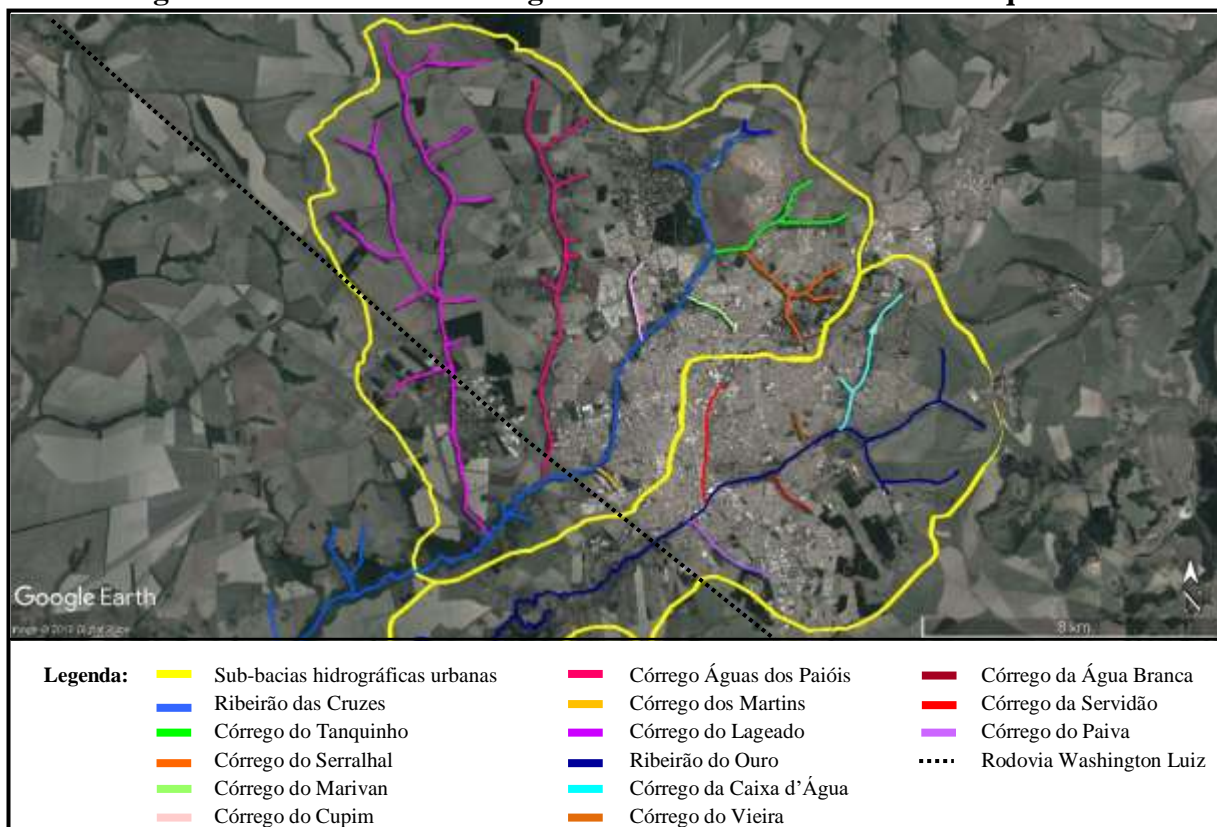
Por sua vez, a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão das Cruzes, no perímetro urbano, tem como afluentes os Córregos do Tanquinho, Serralhal, Marivan, Águas do Paiol, Cupim, Martins e Lageado. Em 1945, na seção inicial desta sub-bacia, foi construído um barramento para o abastecimento público, a Represa das Cruzes, responsável por 33% da demanda de água da cidade. Após alguns anos, em 1980, na seção média dessa sub-bacia foi implantado outro barramento para abastecimento público de água, porém no córrego Águas do Paiol, o qual contribui em 8% da demanda de água do município (OLIVEIRA, 2017).

Na Figura 24 são indicadas as duas sub-bacias hidrográficas da área urbana do município de Araraquara.

Vale destacar ainda que, mais de 66% da demanda de água de Araraquara é proveniente do Aquífero Guarani. Em toda cidade, desde 2016, havia 24 poços profundos em operação e um desativado. Ressalva-se a vulnerabilidade desta região quanto a aspectos de contaminação e excesso de captação das águas subterrâneas, requerendo sua inserção em programas de planejamento e gestão ambiental (OLIVEIRA, 2017).

Segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI (2018), toda parte central do Estado de São Paulo, região onde está localizada Araraquara, possui o clima do tipo Cwa, conforme classificação climática de Köppen. Esse clima é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C.

Figura 24 – Sub-bacias Hidrográficas na Área Urbana de Araraquara/SP



Fonte: ARARAQUARA (2015) e Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo Araraquara (2014a), o município possui chuvas médias anuais de 1.300 mm. O período chuvoso ocorre de outubro a março, sendo de dezembro a fevereiro o intervalo mais chuvoso, enquanto que o período de estiagem está compreendido de abril a setembro. Além disso, as temperaturas médias anuais oscilam de 21 °C a 23 °C, sendo que em janeiro ficam compreendidas entre 29 °C e 32 °C, enquanto que em julho variam de 11 °C a 13 °C.

Geologicamente, o município se encontra em uma área compreendida pelo planalto ocidental, planalto arenítico-basáltico, formado pelo derrame de lavas, processadas durante o triássico ou jurássico, com a intercalação de camadas de arenito do mesozoico. Desta forma, as formações geológicas existentes na região são: Formação Serra Geral (basalto toleíticos) e Formação Botucatu (arenito fino e médio), além da predominância de sedimentos da Formação Adamantina, sedimentos associados aos fundos de vales e de sedimentos arenosos inconsolidados (coberturas recentes) (ARARAQUARA, 2014a).

Ainda de acordo com Araraquara (2012), a área urbana do município está localizada em região, predominantemente, de latossolos vermelhos e latossolos vermelhos amarelos.

Estes solos possuem elevada permeabilidade interna e baixa capacidade adsorptiva, sendo classificados como pouco filtrantes.

Araraquara possui dois biomas predominantes em sua área: o bioma Mata Atlântica, representado pelas Florestas Estacionais Semidecíduais, e o bioma Savana, representado pelo Cerrados. As florestas são compostas por vegetação condicionada a estacionalidade climática e pela queda das folhas durante o período seco. Por sua vez, o cerrado inclui fitofisionomias variáveis desde campo limpo, avançando para campo sujo. Na região de Araraquara esse último bioma foi permanecia preservado até por volta de 1960-70 quando houve sua substituição pela cultura da cana-de-açúcar (ARARAQUARA, 2012).

5.4. Legislação Municipal

No âmbito municipal, é objeto de análise o Plano Diretor, Política Municipal de Saneamento Básico e Plano Municipal de Saneamento Básico – Drenagem Urbana, todos do município de Araraquara.

▪ Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara - PDDPA

A lei complementar nº 850, de 11 de fevereiro de 2014, estabelece a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara – PDPUA, revoga a Lei Complementar nº 350/05 e alterações e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara – PDDPA, conforme estabelece o § 3º do art. 40 do Estatuto da Cidade (ARARAQUARA, 2014b).

Vale destacar, porém, que em 20 de outubro de 2017, foi promulgada a Lei Complementar nº 858 que altera a lei anterior (Lei nº 850/2014), no que é pertinente ao uso e ocupação do solo. Desta forma, no presente item, as considerações se basearam na Lei 850/2014, com exceção dos trechos alterados pela Lei 858/2014, os quais tiveram a referência de tal lei.

Em seu art. 77 são instituídas oito diretrizes do Sistema Municipal de Drenagem Urbana, dentre as quais se destacam três, relacionadas com lagoas de contenção, que são descritas a seguir, na íntegra:

“II - os serviços de Limpeza do sistema serão realizados pela Secretaria de Obras e Serviços Públicos da Prefeitura de Araraquara, ou através de concessão;

III - a manutenção do sistema de drenagem inclui a limpeza e desobstrução dos cursos d'água, várzeas, canais e galerias, e as obras

civis de recuperação dos elementos de canalização construída bem com o desassoreamento das lagoas de contenção existente;

VI - promover campanhas públicas educativas para o uso, manutenção e limpeza do sistema de drenagem, curso d'água, canais e galerias, bem como a preservação das faixas sanitárias, várzeas e fundos de vale;”

Das ações estratégicas para o Sistema Municipal de Drenagem Urbana, no art. 78 estabelece-se a realização de projetos e obras de lagoas de contenção (inciso I), assim como a implantação e regularização de sistemas de retenção de água pluvial e de programas de reuso da água para determinadas atividades, reduzindo a sobrecarga temporária do sistema público de drenagem urbana.

Da Estrutura Urbana, Modelo Espacial e Uso do Solo (Título III), a referida lei estabelece, em art.111, os objetivos das redes hídricas e corredores de integração ecológica – CIECO, sendo um deles a “*ampliação de áreas verdes permeáveis ao longo dos fundos de vale, com dispositivos de retenção controlada das águas pluviais e controle de enchentes*”.

Em seu art. 123º define o Zoneamento Urbano constituído por duas categorias de uso do solo: ZAMB – Zonas Ambientais e ZEUS – Zonas de Estruturação Urbana Sustentável. E no primeiro parágrafo institui que o zoneamento urbano está definido no Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano (Redação dada pela Lei Municipal nº 858/2014).

De acordo com a nova redação dada pela Lei ° 858/2014, o zoneamento urbano de Araraquara, definido no Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano é constituído pelas seguintes categorias de uso e ocupação solo:

➤ **ZAMB – Zonas Ambientais**

- ZOPA – Zonas de Proteção Ambiental;
- ZAUS – Zonas Ambientais de Uso Sustentável e
- ZORA – Zonas de Conservação e Recuperação Ambiental.

➤ **ZEUS – Zonas de Estruturação Urbana Sustentável**

- **ZOPRE – Zona Predominantemente Residencial:** subdividida em ZOPRE AEIU – Áreas de Especial Interesse Urbanístico; ZOPRE AEIS – Áreas de Especial Interesse Social; e ZOPRE APRM – Áreas de Proteção de Mananciais.
- **ZOEMI – Zonas Especiais Mistas:** subdividida em ZOEMI AEIU ACOP – Área da Cidade Compacta de Ocupação Prioritária; ZOEMI AEIU ACITE – Área da Cidade

de Transição e Expansão Urbana; e ZOEMI AEIS AEIRA – Áreas Especiais de Interesse Ambiental de Recarga; e

- **ZEPP – Zonas Especiais de Estruturação Predominantemente Produtivas:** subdividida em ZOPI – Zona de Produção Industrial; ZEPIS – Zona Especial de Produção Industrial Sustentável; e ZOPAG – Zona de Produção Agrícola.

Cada categoria listada possui uma descrição detalhada sobre seus usos e tipos de ocupação do solo. Porém, com o intuito de destacar pontos pertinentes à presente pesquisa, a seguir são descritas as características de algumas zonas em que os loteamentos e as unidades de detenção estudadas estão compreendidos:

- **ZAMB – ZORA:** caracterizada por áreas territoriais com características de uso e ocupação definidas por áreas de risco geotécnico, áreas de vegetação permanente e APRM – Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais. Dentre os usos admitidos, destacam-se os que promovam atividades de recreação e lazer, parques urbanos, vivenciais, ecológicos, bem como sistemas de áreas verdes e espaços públicos municipais.
- **ZOPRE – AEIU:** as ZOPRE são áreas e fragmentos urbanos destinados ao uso residencial com predominância de habitações unifamiliares e multifamiliares, com densidades construtivas e populacionais variáveis, diversificação tipológica e classificação viária local. As Áreas de Especial Interesse Urbanístico são de uso predominante residencial.
- **ZOEMI – AEIU – ACOP:** representa a maior subdivisão territorial do zoneamento e modelo espacial previsto pelo PDDPA. É uma das zonas prioritárias e estratégicas de indução e consolidação do processo de urbanização, estimulando a edificabilidade do solo urbano, por meio de instrumentos do Estatuto da Cidade, previstos em Lei, e a ocupação de imóveis ociosos, não utilizados ou subutilizados, seguindo o conceito de cidade sustentável.

Vale destacar ainda, os usos estabelecidos para o **CIECO – Corredor de Integração Ecológica**, apresentados no Mapa 13, descrito anteriormente: destinado a sistemas de espaços abertos; proteção do ambiente natural; unidade de comércio e serviços; proteção e conservação de mananciais para futuro abastecimento público; preservação de APPs, recuperação e conservação da mata ciliar; parques lineares e caminhos verdes; projetos

paisagísticos; projetos cicloviários – PROCICLOS; parques vivenciais e equipamentos de lazer e recreação.

No tocante dos parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo (art. 128), a adoção de medidas mitigadoras para retenção, infiltração ou aproveitamento de água pluvial possibilita que o Índice de Ocupação – IO possa atingir seu valor máximo de 70%, com exceção das zonas ZAMB – ZOPA (Zonas Ambientais – Zona de Proteção Ambiental), ZAUS (Zonas Ambientais de Uso Sustentável) E ZORA (Zonas de Conservação e Recuperação Ambiental). Além disso, o Índice de Permeabilidade – IP, definido em 30%, em ZOPRE AEIS (Áreas Especiais de Interesse Social), em ZOPRE APRM (Área de Proteção e Recuperação de Mananciais) e, em ZOEMI AEIS-AEIRA (Área Especial de Interesse Ambiental de Recarga do Aquífero) pode chegar até 20% (Redação dada pela Lei Municipal nº 858, de 2014).

▪ **Política Municipal de Saneamento Básico de Araraquara**

A Lei nº 8.335, de 03 de novembro de 2014, institui a Política Municipal de Saneamento Básico (ARARAQUARA, 2014c). No inciso VIII, do art. 3º, define que e serviços públicos de manejo de águas pluviais urbanas compreende drenagem, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias e tratamento e destinação final.

Em seu art. 4º estabelece ser dever do Poder Público e da coletividade a promoção e preservação de um ambiente salubre, que é um direito de todos. Em parágrafo único, define que *“ambiente salubre é aquele em que o estado de qualidade ambiental é capaz de prevenir a ocorrência de doenças relacionadas ao meio ambiente e de promover as condições favoráveis ao pleno gozo da saúde e do bem-estar da população.”*. Ressalva-se ainda o direito garantido a todos de exigir dos responsáveis medidas preventivas, mitigadoras, compensatórias ou reparadoras para garantir essa qualidade.

Em específico sobre os serviços públicos de manejo das águas pluviais urbanas, fica estabelecido, no art. 14º, que o Município deverá incentivar o aumento da permeabilidade do solo, especialmente de estacionamento e passeios públicos, a fim de diminuir o volume de águas encaminhadas aos sistemas de drenagem.

Já, no art. 15º, fica estabelecido o sistema de cobrança para proprietários de lotes urbanos que direcionarem suas águas para o sistema público de drenagem, em decorrência da impermeabilização total ou parcial de seu lote. Essa cobrança prevista deverá ser

regulamentada por legislação específica e considerar o percentual de impermeabilização e a existência de dispositivos de retenção ou detenção de águas pluviais, em cada lote urbano.

Dentre os objetivos dessa política, vale destacar a disponibilização de serviços públicos de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado. Assim como da minimização dos impactos ambientais decorrentes da implantação e desenvolvimento de ações, obras e serviços públicos de saneamento básico, em especial aos recursos hídricos.

Por fim, o Plano Municipal de Saneamento Básico e os planos setoriais de cada elemento do saneamento ambiental, são instrumentos da presente lei (art. 15º) e essenciais para sua eficiente implementação.

- **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) - Drenagem Urbana**

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Araraquara – PMSB se compõe em quatro volumes, cada qual com uma vertente do saneamento ambiental: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais (ARARAQUARA, 2014a).

O Plano de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais, vertente do saneamento básico relacionada a pesquisa, compreende o Volume III do Plano de Saneamento Básico do município de Araraquara e é composto por dois volumes, sendo um a parte teórica (relatório) e o outro a parte gráfica. Ambos referem-se a setembro de 2012.

No capítulo de proposição de ações estruturais para o controle das bacias urbana, o PMSB de Araraquara propõe a execução de reservatórios atenuadores de enchentes, para solucionar a insuficiência de diversas travessias existentes na rede de drenagem municipal. Além disso, destaca a problemática do processo de erosão e assoreamento no Córrego do Cupim e o Córrego Marivan, ambos afluentes do Ribeirão das Cruzes.

Para a sub-bacia do Córrego do Cupim foram recomendadas as seguintes medidas mitigadoras dos efeitos da ação antrópica:

- **Com relação às superfícies ainda permeáveis:** uso de pavimentação de calçadas e leitos carroçáveis permeáveis ou semi-permeáveis; manutenção das áreas rurais; exigir a implantação de bacias de detenção de águas pluviais nos novos loteamentos; limitar as áreas impermeáveis dos novos loteamentos.
- **Com relação ao lançamento de águas pluviais no curso d'água:** execução de redes de galerias pluviais nas áreas urbanizadas, procurando evitar a concentração dos

lançamentos em poucos pontos; execução de dissipadores de energia nos lançamentos das águas pluviais.

- **Com relação ao combate à erosão do curso d'água:** recuperação da mata ciliar com a delimitação das áreas de APP dos talwegues perenes e intermitentes; tratamento das áreas em que os taludes estejam instáveis ou que houve rebaixamento da calha abaixo do nível pré-existente; execução de escadas dissipadoras de energia ao longo do talvegue; execução de reservatórios “in line” ao longo do talvegue, secos ou com espelho d'água de maneira a amortecer os picos de vazões.

Como medidas compensatórias para essa sub-bacia foi proposto a execução de bacias de detenção *in line* ou *out-line*, buscando neutralizar os incrementos dos picos de vazões com relação à situação pré-urbanização. Já para o córrego do Marivan não foram propostas nenhum tipo de medida, devido à ausência de estudos nesta área.

No Anexo C do PMSB de Araraquara está contido o manual de drenagem e manejo das águas pluviais de Araraquara, o qual contempla estudos hidrológicos para a determinação da vazão de projeto, estudos hidráulicos para o dimensionamento e metodologias de cálculos para os elementos da microdrenagem. Além disso, possui um capítulo único para as medidas mitigatórias, no qual estão inclusas medidas não estruturais, técnicas compensatórias (trincheiras de infiltração, planos de infiltração, bacias de percolação e pavimentos permeáveis) e medidas convencionais – estruturais, como “Detenção *in situ*”, Bacias de Detenção, obras de retenção e “polders”.

O manual define ainda procedimentos para o cálculo de dispositivos de detenção das águas pluviais, propostos pela Gerência de Projetos e Planejamento Estratégico do DAAE de Araraquara. Não há impedimentos para a adoção de outra metodologia de cálculo, desde que seja justificada e esteja em conformidade com as normas vigentes.

A seguir é apresentada a metodologia de cálculo sugerida pelo DAAE:

1º) Equação de chuva intensa de Araraquara

$$I_{(mm/h)} = 32,4618 \times (t + 15)^{-0,868} + 2,1419 \times (t + 15)^{-0,582} \times \left(-0,4772 - 0,901 \times \ln \left(\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right) \right) \times 60$$

Tipo do empreendimento	Obras Civis	Loteamentos
Tr = tempo de retorno (anos)	10	10
t = tempo de concentração (min)	10	30
I = intensidade da chuva (mm/h)	153,10	96,20

2º) Vazão gerada pelo empreendimento

$$Q_{(m^3/h)} = \frac{C \times I \times A}{1000}$$

Onde: C = coeficiente de escoamento superficial;
I = intensidade pluviométrica (mm/h)
A = área de contribuição (m²)

3º) Vazão da área pré-urbanizada

$$Q_{1(m^3/s)} = \frac{C \times I \times A}{\frac{1000}{3600}}$$

Onde: C = 0,20 para campo, pasto etc

4º) Vazão da área pós-urbanizada

$$Q_{2(m^3/s)} = \frac{C \times I \times A}{\frac{1000}{3600}}$$

Onde: C = 0,30 para jardins ou áreas verdes;
C = 0,60 para pavimento poroso ou bloco intertravado;
C = 0,65 para áreas dos lotes (valor médio)
C = 0,95 para telhados e pisos impermeabilizados;
Ce_q = proporcional às áreas do empreendimento

5º) Volume de detenção das águas pluviais

$$V_{det} = (Q_2 - Q_1) \times t \times 60$$

Onde: t = tempo de duração da chuva de projeto
(min)

OBS: O volume de água pluvial detido deve escoar para o sistema público com vazão de até 100% de Q₁.

6º) Vazão do orifício de descarga do reservatório de detenção

$$Q_{(m^3/s)} = C_d \times A \times (2 \times g \times H)^{\frac{1}{2}} = 4,43 \times C_d \times A \times H^{\frac{1}{2}}$$

Onde: C_d = coeficiente médio de descarga = 0,62;
A = área do orifício (m²);
g = aceleração da gravidade = 9,81 m/s²
H = diferença de cota entre soleira do vertedor ao eixo do orifício (m)

OBS: a vazão a ser adotada para o dimensionamento do orifício de descarga do reservatório de detenção deverá ser igual à vazão gerada na área nas condições de pré-urbanização (Q₁).

7º) Vazão do vertedor/extravasador deverá ser maior ou igual a vazão gerada pela área pós-urbanizada

$$Q_{(m^3/s)} = C_v \times L_b \times H^{\frac{3}{2}} \times (2 \times g)^{\frac{1}{2}} = 4,43 \times C_v \times L_b \times H^{\frac{3}{2}}$$

Onde: C_v = coeficiente de vazão = 0,41 a 0,50 (vertedor de soleira normal);
L_b = largura da base do vertedor (m);
H = lâmina d'água sobre a soleira do vertedor (m)

O armazenamento e uso das águas pluviais são previstos para fins não potáveis no empreendimento, desde que o sistema disponha de uma câmara distinta da detenção. Assim como, a existência de dissipadores de energia nas tubulações de entrada e de saída (após a caixa vertedora) do reservatório de detenção.

5.5. Planejamento e Urbanização Recentes

No âmbito nacional, Araraquara foi uma das cidades pioneiras na implantação de um processo de planejamento urbano, apesar da falta de cultura do planejamento para municípios de pequeno e médio porte. Ressalva-se que tal processo foi promovido por proprietários de terras, e investidores e lideranças locais que debateram sobre os destinos e as regras de ocupação das áreas urbanas araraquarenses, se antecipando ao poder público local. Na década de 40, esse movimento fomentou discussões e proposições a serem realizadas pelo poder público municipal (GONÇALVES, 2010).

Uma comissão para a elaboração do Plano Diretor de Araraquara foi criada em 1955, porém, segundo Toledo (2015), não foi identificada a atuação dessa comissão (1956 a 1960), embora houvesse registros de trabalhos preliminares do plano, como cadastramento aerofotogramétrico e imobiliário, e a elaboração da planta cadastral e planialtimétrica da cidade. Vale destacar que na década de 1960, os pesquisadores da área de urbanismo tinham conhecimento sobre a legislação estadual que instituiria a necessidade de desenvolvimento de Planos Diretores para obtenção de recursos estaduais por parte dos municípios.

Assim, a partir de meados de 1961 e com o assessoramento jurídico do Centro de Pesquisas e Estudos Urbanísticos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (CEPEU-FAU), foi sancionada a Lei nº 1077, de 9 de dezembro de 1961, estabelecendo sobre a criação da Comissão do Plano Diretor e outras providências, dando prosseguimento a elaboração do referido plano. Assim, em 22 de dezembro de 1963 foi entregue o Plano Diretor de Araraquara, o qual acabou vigorando somente a partir de 1971, sendo revisto em 1985 para a inserção de regras de zoneamento, uso e ocupação do solo.

Segundo Balestrini (2016), o primeiro plano diretor de Araraquara, pós Estatuto da cidade, teve início em 2001 e se estendeu até 2005, sendo promulgado pela Lei nº 350/2005 e denominado de Plano de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental (PDPUA). Esse plano tinha como metas a participação democrática, inclusão social e a produção de uma cidade moderna, por meio de instrumentos urbanísticos inovadores.

Outro aspecto do PDPUA, destacado pelo mesmo autor, é a tentativa de integração entre planos, projetos e ações, com a participação popular, bem como a exigência de procedimentos operacionais entre gestão territorial ambiental e urbana, adotando como unidade territorial de planejamento as bacias hidrográficas. Além disso, introduz a gestão consorciada, privilegia as gestões participativas de planejamento e orçamento, e reconhece a relevância de formar e capacitar o quadro de profissionais.

O PDPUA de 2005, embora reconhecido com um plano inovador e um dos 12 melhores planos no cenário estadual, não recebeu o tratamento esperado pelas administrações posteriores, de 2005 a 2014. E ao longo de nove anos de vigência, sofreu 13 alterações, das quais nove foram especificamente no Mapa 13, que se refere ao zoneamento urbano. Estas alterações ocorreram em sessões da Câmara, aprovadas em primeira votação e sem registro de audiências públicas (BALESTRINI, 2016).

O autor trata ainda que estas mudanças foram realizadas para permitir o aumento dos índices de construção nos lotes, facilitar a implantação de indústrias e mudanças no zoneamento. Exemplifica ao tratar sobre a redução da área de proteção sobre o Aquífero Guarani em 6,7 km² (Lei Complementar 496/2008), bem como o avanço do zoneamento industrial em áreas de recuperação ambiental (Lei Complementar nº 830/2011), sem haver justificativas sobre tal mudança.

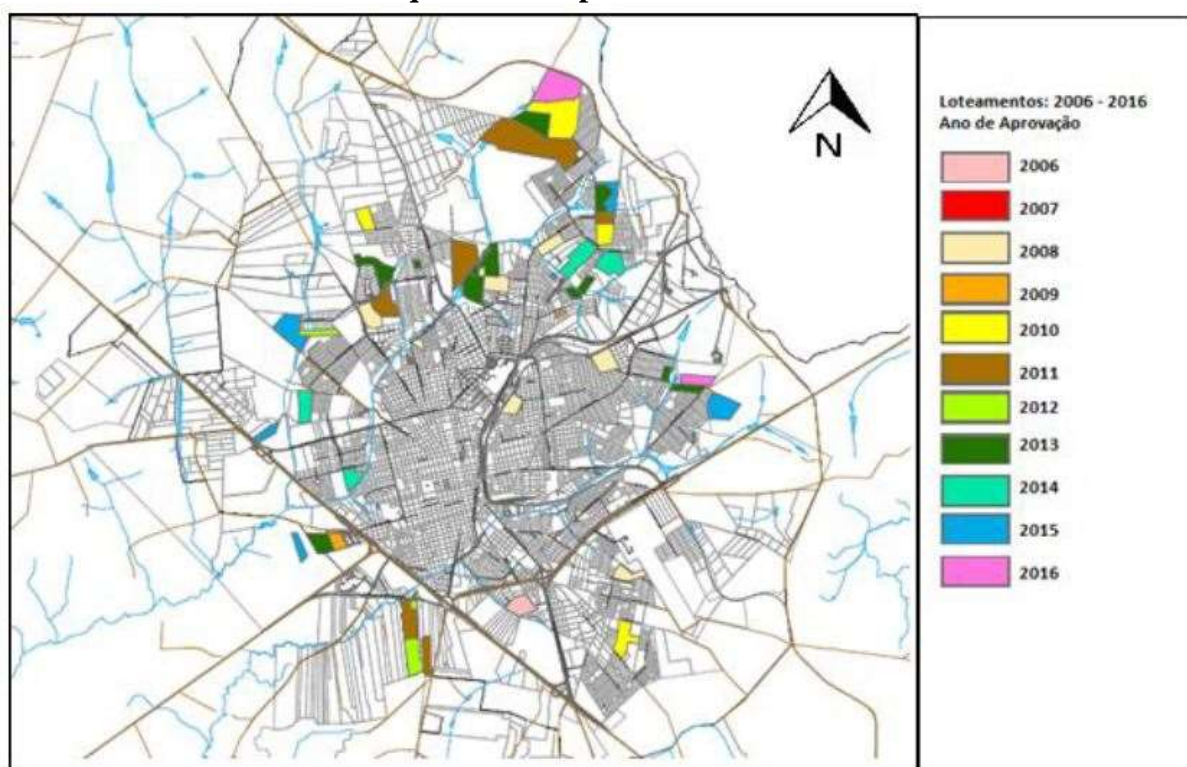
De acordo com Oliveira (2017), no período de 2006 a 2016, foram aprovados 34 empreendimentos pelo Grupo de Análises e Aprovação de Projetos Habitacionais do Estado de São Paulo – GRAPROHAB, totalizando 14.878 lotes urbanos. Grande parte das solicitações de aprovação se caracterizou por condomínios de alto padrão e habitações de interesse social, localizados no sentido do eixo norte do município.

Na Figura 25, Oliveira (2017) ilustra a distribuição dos empreendimentos imobiliários no entorno da área urbana, porém com predominância no quadrante norte do município.

A zona norte do município, caracterizada pela expansão urbana dos últimos anos, foi classificada no PDPUA de 2005 como uma região susceptível a processos erosivos e de risco geotécnico, onde o percentual de impermeabilidade não deveria ultrapassar os 50% e as atividades deveriam ser controladas. Nesta zona há a Área de Recuperação e Proteção Ambiental – APRM, que deveria ter uma ocupação restrita a fim de proteger os mananciais superficiais; recuperar, conservar e proteger as matas ciliares; permitir o desenvolvimento de atividades de agroecologia com assentamentos sustentáveis (OLIVEIRA, 2017).

No PD de 2014, foram alterados os índices de ocupação e de permeabilidade desta zona, sendo desprezadas suas características físicas de susceptibilidade a processos erosivos, mesmo estando visível o processo de assoreamento da Represa das Cruzes (OLIVEIRA, 2017).

Figura 25 – Distribuição de empreendimentos imobiliários em Araraquara/SP no período de 2006 a 2016



Fonte: OLIVEIRA, 2017

Importante destacar que após a promulgação do PDPUA de 2005, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano, em 2006, criou o GRAPOARA – Grupo de Análise e Aprovação de Projetos e Diretrizes Urbanísticas de Araraquara, com o intuito de integrar as secretarias municipais, bem como órgãos estaduais, como a CETESB, buscando tornar o processo inteligente, ágil e transparente. Entretanto, após três meses de sua implementação e com a troca de comando na Secretaria de Desenvolvimento Urbano, o GRAPOARA foi cancelado, provavelmente, por motivos políticos. Assim, a aprovação dos empreendimentos voltou a ser discutido por empreendedores e proprietários, sem a participação da sociedade e da observância das diretrizes do PDPUA (BALESTRINI, 2016).

O processo de aprovação de empreendimentos imobiliários no município de Araraquara, atualmente, se inicia com a entrega dos documentos e projetos na Secretaria de Desenvolvimento Urbano, a qual distribui para as demais secretarias a respectiva parte do

projeto a ser analisada. Por exemplo, para a Secretaria de Obras e Serviços Públicos são encaminhados os projetos da infraestrutura de todo empreendimento. A aprovação do empreendimento está condicionada à aprovação de todos os respectivos setores da PMA.

Além das secretarias municipais, o DAAE também participa desse processo, ficando responsável pela análise e aprovação do projeto do sistema de manejo sustentável das águas pluviais, as bacias de retenção, e da fiscalização da obra. É atribuição desse departamento avaliar a viabilidade técnica do empreendimento quanto a disponibilidade de infraestrutura sanitária urbana que garanta o atendimento da referida área.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa consistiu na avaliação de 24 unidades de detenção de águas pluviais implantadas na área urbana do Município de Araraquara, sendo destas 4 Sistemas de Bacias de Detenção (SBD) e 20 Bacias de Detenção (BD).

A utilização das siglas SBD e BD foi definida para abreviar a nomenclatura das unidades estudadas e, assim facilitar a identificação das mesmas e teve, também, o intuito de diferenciar a composição das unidades. Assim, a sigla SBD indica a existência de bacias de detenção operando em série, portanto, sendo um sistema composto por mais de uma bacia, enquanto que a sigla BD representa uma única bacia.

Desta forma, para a avaliação dos SBD e das BD, foi essencial a junção de resultados obtidos a partir da aplicação das variáveis de avaliação definidas, das entrevistas e dos questionários, assim como dos registros fotográficos e da análise dos projetos de engenharia de cada unidade estudada. Esse conjunto de dados e análises possibilitou a elaboração do presente capítulo, com a apresentação dos resultados e discussões a cerca da pesquisa.

Portanto, os resultados apresentados neste capítulo consistem na descrição das variáveis de avaliação definidas para caracterizar os SBD e as BD e na contextualização e caracterização das unidades estudadas, a partir de seus registros fotográficos. Além disso, a aplicação das variáveis em cada uma das BD possibilitou a discussão sobre cada unidade, demonstrando aspectos relevantes e comuns nas fases de construção, implantação e pós-implantação das BD.

6.1. Gestão das Águas Pluviais em Araraquara

A caracterização da gestão das águas pluviais no município de Araraquara foi realizada a partir da aplicação de entrevistas com técnicos da Secretária de Obras e Serviços Públicos (SOSP) e da Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SDU), da Prefeitura Municipal de Araraquara – PMA, bem como do setor de engenharia do DAAE.

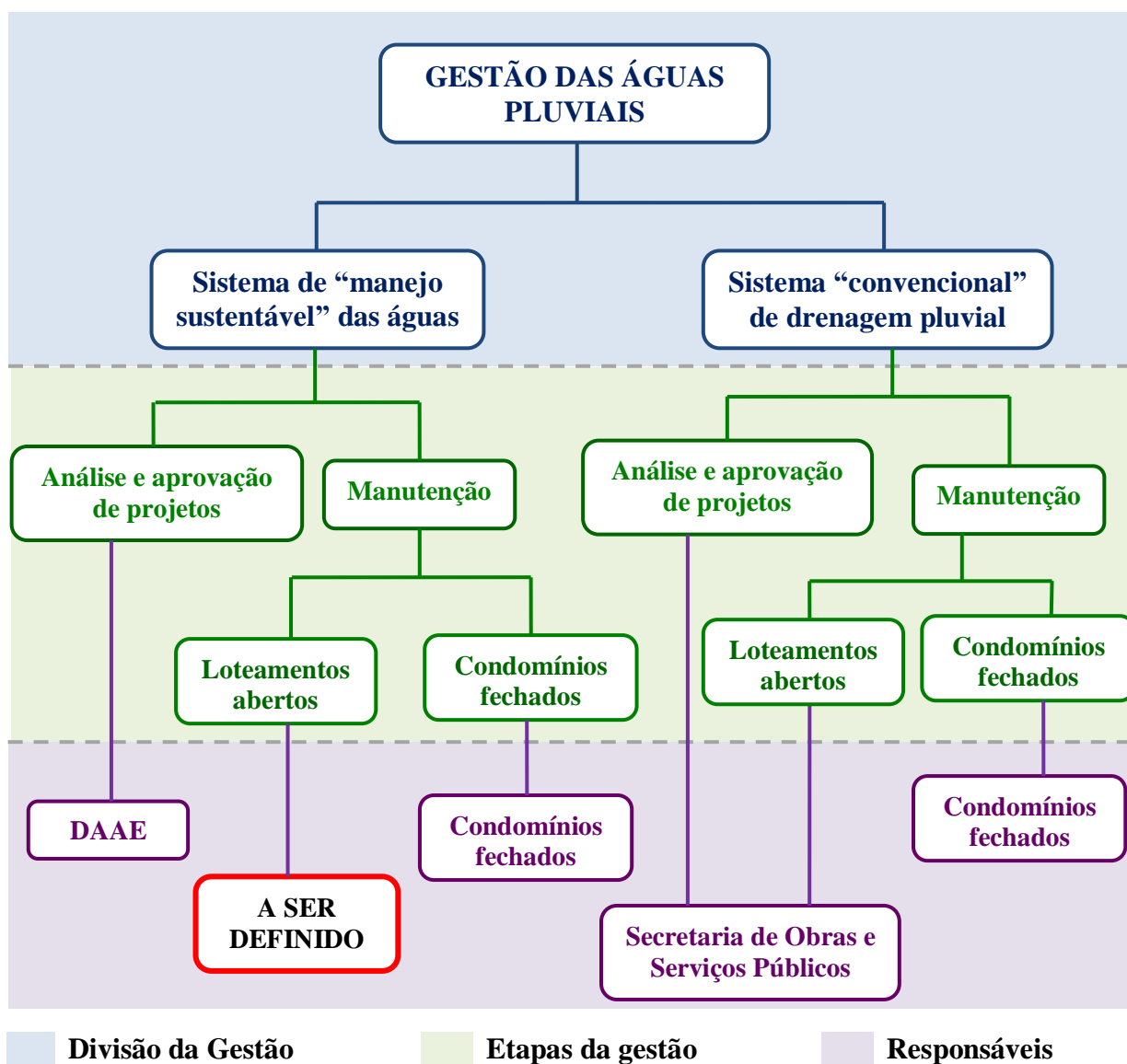
Todos os entrevistados relataram sobre as duas nomenclaturas utilizadas para a gestão das águas pluviais no município, também empregadas no Plano de Drenagem Urbana, assim como sobre os responsáveis por cada sistema, conforme demonstrado a seguir:

- **Sistema de manejo sustentável das águas pluviais:** compreende estruturas de detenção de águas pluviais a serem implantadas em novos empreendimentos. A análise e aprovação dos projetos e a fiscalização das obras de implantação desse sistema fica a cargo do DAAE;

- **Sistema convencional de drenagem pluvial:** compreende redes de galerias pluviais, sarjeta, bocas-de-lobo, dissipadores de energia, canais etc. A análise e aprovação de projetos, fiscalização da implantação da obra e manutenção são de responsabilidades da Secretaria de Obras e Serviços Públicos.

Na Figura 26 é ilustrado um esquema da organização vigente da gestão das águas pluviais no município de Araraquara.

Figura 26 – Esquema da gestão das águas pluviais em Araraquara



Segundo o entrevistado da SOSp, antes de 1997 o município não possuía uma lei que obrigava o empreendedor a implantar a infraestrutura urbana no loteamento, como sistemas de abastecimento de água, de coleta e afastamento de esgotos, drenagem urbana, iluminação pública, pavimentação, entre outros, antes de iniciar sua comercialização.

Após a promulgação da Lei nº 16/1997, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano – loteamentos e desmembramentos no Município de Araraquara tornou-se obrigatória a elaboração e apresentação dos projetos de engenharia da infraestrutura urbana do empreendimento a ser aprovado. Assim como, da interligação dos mesmos com o sistema público existente, sem ocasionar ônus ao poder público municipal e garantindo a disponibilidade de tais serviços à futura população do loteamento.

Ainda de acordo com o entrevistado da SOSp, foi nesse contexto, que as discussões sobre a implantação de estruturas de retenção de águas pluviais se iniciou entre os técnicos e gestores municipais. E, por volta do ano 2007, foi definido que toda drenagem convencional deveria estar interligada a uma estrutura de retenção das águas pluviais, antes de seu lançamento no curso d'água ou no sistema público de drenagem urbana existente. Essa obrigatoriedade foi solicitada aos novos loteamentos. Com isso, ficou a cargo da PMA a análise e aprovação de projetos, fiscalização das obras de implantação e manutenção do sistema convencional de drenagem urbana. Enquanto que o sistema de manejo sustentável se tornou atribuição do DAAE.

O entrevistado forneceu uma cópia do Ofício nº 366/GE (Anexo III), enviado pela Gerência de Engenharia do DAAE à Secretaria de Obras e Serviços Públicos, na data de 08 de novembro de 2007. Neste ofício foi especificado que o DAAE se responsabilizaria pelos processos de viabilidade técnica e aprovação de projetos dos sistemas de manejo sustentável das águas pluviais em empreendimentos no município de Araraquara. Enquanto que o sistema convencional de drenagem pluvial ficaria a cargo da PMA. Ressaltando que um não isentaria a realização do outro, informação a ser destacada para o loteador.

Embora não haja nenhuma especificação sobre a manutenção do sistema de manejo sustentável das águas pluviais neste ofício, para o entrevistado o DAAE, tendo parte das atribuições destinadas a esse sistema, deveria incorporar a fase de manutenção das unidades pós-implantação, como ocorre com o sistema tradicional de drenagem pluvial sob a responsabilidade da PMA.

O entrevistado relatou ainda que, embora não haja manutenção do sistema de manejo sustentável das águas pluviais por parte da Prefeitura nem do DAAE, essa questão vem sendo

discutida pelos técnicos e gestores da PMA, buscando uma alternativa adequada, a ser apresentada posteriormente ao DAAE, para sua inserção na lei orçamentária municipal.

O técnico da SDU, por sua vez, relatou informações semelhantes às apresentadas. E explicou que há um regimento interno elaborado pelos empreendedores e avaliado pelo DAAE, que discrimina os bens públicos a serem entregues para o departamento após a entrega do empreendimento imobiliário. Dentre estes bens públicos, estão as bacias de retenção de águas pluviais, indicando segundo o entrevistado, que a responsabilidade por estas é do DAAE.

Vale destacar que todos os empreendimentos imobiliários elaboram esse regimento interno, porém no caso de condomínios fechados, há um acordo definindo que práticas de manutenção das unidades de retenção fiquem a cargo do condomínio. A discussão, portanto, segue quanto às bacias de retenção de águas pluviais implantadas em loteamentos abertos.

O técnico entrevistado do DAAE, por sua vez, responsável pela análise e aprovação dos projetos do sistema de manejo sustentável das águas pluviais, confirmou que o DAAE não realiza manutenção das unidades de retenção implantadas, por não ser sua responsabilidade essa atividade. Ressaltou que é atribuição da autarquia a aprovação de projetos e fiscalização da obra de implantação desse sistema. Durante a entrevista, explicou sobre o processo de análise dos projetos das bacias de retenção, o qual é apresentado no item 6.5.

Outro ponto relatado foi a fase de vistoria técnica da infraestrutura sanitária implantada pelo DAAE, após a conclusão da obra e no momento de entrega do empreendimento imobiliário para a autarquia. Diferentemente dos sistemas de água e esgoto, a vistoria da drenagem urbana depende da ocorrência de precipitação, portanto não há garantia que a mesma ocorra.

Importante destacar que toda infraestrutura implantada, tanto em loteamentos abertos como em condomínios fechados, mesmo após a sua finalização, ficam por volta de cinco anos sob a responsabilidade da construtora que a executou, ou seja, do responsável técnico pela obra. Assim, dentro desse prazo, qualquer ocorrência de falha de projeto ou de execução da obra, o responsável técnico será acionado e ficará a cargo dele o reparo.

6.2. Variáveis de Avaliação das Bacias de Detenção

As variáveis de avaliação definidas para caracterizar os SBD e as BD foram sistematizadas em quatro grupos distintos, conforme será apresentado a seguir:

a) Grupo 1 – Aspectos de Observação Direta das Bacias de Detenção, não associado a evento de precipitação

Este grupo consistiu em variáveis que possibilitaram caracterizar aspectos físicos (concentração e presença de estruturas de isolamento e acesso), locais (visibilidade e localização em relação ao empreendimento imobiliário e suas respectivas áreas verdes e institucionais), ambientais e sanitários (presença de lâmina d'água, vegetação alta, resíduos sólidos, animais e vetores), e de funcionalidade das BD, a partir da observação visual das mesmas em períodos não associados ao evento de precipitação.

As variáveis definidas para esse grupo foram:

- **Posição relativa ao Condomínio:** indica a posição da bacia de detenção em relação ao condomínio a que estão interligadas, sendo classificadas em “dentro” ou “fora”, conforme sua localização quanto aos limites físicos do empreendimento (em geral concretizado na forma de muro ou cerca).
- **Posição relativa ao Loteamento:** indica a posição da bacia de detenção em relação ao loteamento a que está interligada, sendo classificadas em “dentro” ou “fora”, da área urbanizada do loteamento.
- **Posição relativa à Área Verde:** indica a posição da bacia de detenção em relação a área verde do condomínios ou loteamentos, sendo classificadas em “dentro” ou “fora”.
- **Posição relativa à Área Institucional:** indica a posição da bacia de detenção em relação a área verde do condomínios ou loteamentos, sendo classificadas em “dentro” ou “fora”.
- **Visibilidade:** indica se as bacias podem ser visualizadas a partir do nível do solo por pessoas presentes no seu entorno, sendo essa visibilidade classificada em “alta”, “média” e “baixa”.
- **Isolamento:** indica se existem estruturas que permitam ou impeçam a entrada e o acesso às bacias, sendo classificadas em “totalmente aberta”, “parcialmente aberta” ou “totalmente fechada”.

- **Conservação:** trata sobre o estado de conservação das bacias de detenção e de seus dispositivos de entrada e saída d'água, com vista a analisar a presença de resíduos sólidos, lâmina d'água, presença de animais e vetores e vegetação alta; aspectos que indicam a ausência ou não de manutenção. Nesse critério as bacias são classificadas em “adequada” (não foram observados a presença de nenhum dos aspectos citados), “parcialmente adequada” (observados até dois aspectos) ou “inadequada” (observados mais de 2 aspectos).
- **Uso Observado:** indica se SBD ou as BD estão apresentando usos adicionais ao amortecimento de cheias. Esse critério classifica as unidades em “somente hidrológica” ou “outro uso”.
- **Concentração:** retrata se a bacia de detenção é uma alternativa concentrada (mesmo havendo mais de uma unidade neste local) ou se há mais de uma bacia associada ao mesmo empreendimento, sendo classificadas em “concentrada” ou “distribuída”.

b) Grupo 2 – Aspectos de Observação Direta das Bacias de Detenção, associado a evento de precipitação

Neste grupo foram definidas variáveis que permitiram avaliar, a partir da observação visual, as condições de funcionamento das BD, quanto ao enchimento e esvaziamento das unidades, durante ou após a ocorrência de eventos de precipitação, bem como a existência de lâmina d'água permanente no interior das unidades.

Para esse grupo foram definidas as seguintes variáveis:

- **Nível d'Água:** retrata, a partir da observação visual durante o evento de precipitação, o nível d'água no SBD e na BD, a fim de identificar se ocorre o enchimento da unidade e se o nível de segurança é atingido ou mesmo excedido, com ocorrência de extravasamento no entorno.
- **Esvaziamento:** retrata, a partir da observação visual e após o evento de precipitação, se ocorre o esvaziamento completo da água no interior do SBD e da BD, dentro do tempo recomendado de até 24 horas após a ocorrência da precipitação.
- **Lâmina d'Água Permanente:** retrata, a partir da observação visual, sem a ocorrência do evento de precipitação, se o interior possui lâmina d'água permanente, indicando que o esvaziamento não ocorreu até as 24 hs.

c) Grupo 3 – Aspectos de Projeto, Construção e Operação das Bacias de Detenção

As variáveis deste grupo contemplaram aspectos relacionados ao projeto e à construção das BD, buscando analisar a metodologia de cálculo, recomendações sobre a operação e manutenção das referidas unidades, bem como os custos envolvidos com a implantação e manutenção das mesmas.

As variáveis definidas para esse grupo são:

- **Dimensionamento:** indica qual a metodologia de cálculo adotada para o dimensionamento das BD, bem como os critérios de projeto utilizados, a partir da análise dos projetos de engenharia das referidas unidades.
- **Dispositivos de entrada e saída d'água:** com essa variável busca-se caracterizar a forma como foram projetadas e implantadas as estruturas de entrada e saída d'água no interior das unidades (localização; dispositivos empregados; ocorrência de erosões e assoreamento).
- **Dispositivo de lançamento final:** com essa variável busca-se caracterizar a forma como foi projetado e com vem sendo realizado o lançamento final no curso d'água (proximidade e localização em relação ao curso d'água; dispositivos empregados; ocorrência de erosões e assoreamento).
- **Construção:** essa variável indica práticas realizadas na fase de implantação das unidades de detenção, buscando demonstrar as dificuldades dessa obra. Estes dados foram obtidos a partir da aplicação de entrevistas com construtoras, ainda em fase de obras.
- **Operação / Manutenção (O&M):** essa variável retrata recomendações e práticas de operação e manutenção dos SBD e das BD, observadas a partir da análise dos projetos de engenharia e da aplicação de entrevistas com os responsáveis pela operação e manutenção das unidades implantadas.
- **Custos de Implantação, Operação e Manutenção:** essa variável representa os custos envolvidos com a implantação, operação e manutenção das unidades de detenção, nas fases de obra e pós-implantação. Estes valores foram obtidos a partir da análise de algumas planilhas orçamentárias e da aplicação de entrevistas com os responsáveis pela conservação das unidades já implantadas.

- **Integração Urbana:** essa variável retrata, em nível de projeto de engenharia, se houveram iniciativas para favorecer a integração dos SBD das BD com seu entorno, assim como proposições de usos múltiplos para as mesmas. Estes dados foram obtidos a partir da análise dos projetos e aplicação de questionários com o poder público municipal e com técnicos de construtoras que estivessem implantando as referidas unidades no período de realização da presente pesquisa.

d) Grupo 4 – Aspectos de Percepção da População com relação às Bacias de Detenção

Neste grupo as variáveis definidas possibilitaram avaliar o conhecimento, aceitação, percepção e sensibilidade da população quanto aos aspectos ambiental e sanitário (presença de água, resíduos sólidos, vegetação, animais e vetores de doenças), social (insegurança), econômico (valorização imobiliária) e cultural (integração dos moradores com as unidades) das BD, implantadas defronte ou bem próximos às suas residências.

Para esse grupo foi elaborado um questionário composto por 11 questões, em sua maioria do tipo fechada (Apêndice II). O público alvo para este questionário foi a população residente defronte aos SBD e às BD implantadas e em operação.

6.3. Unidades de Detenção Avaliadas

A presente pesquisa identificou e avaliou 24 unidades de detenção de águas pluviais, implantadas na área urbana de Araraquara, sendo 4 SBD e 20 BD. A maioria destas unidades está implantada e em operação, com exceção do SBD Alamedas e das BD Vista do Horto, São Bento 1 e São Bento 2, os quais estão em fase de implantação.

A maioria destas unidades está inserida na Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão das Cruzes, a qual se destaca devido sua disponibilidade de água superficial para abastecimento público. São dois pontos de captação de águas superficiais nesta sub-bacia: um no Ribeirão das Cruzes (Represa das Cruzes) e o outro, em seu afluente, o Córrego Água dos Paióis.

As exceções são o SBD Alamedas e BD Bella Vittá, ambos inseridos na sub-bacia do Ribeirão do Ouro. O primeiro na margem direita de seu curso d'água principal, do qual definiu-se o nome da sub-bacia: Ribeirão do Ouro; e o segundo na margem esquerda do referido corpo d'água.

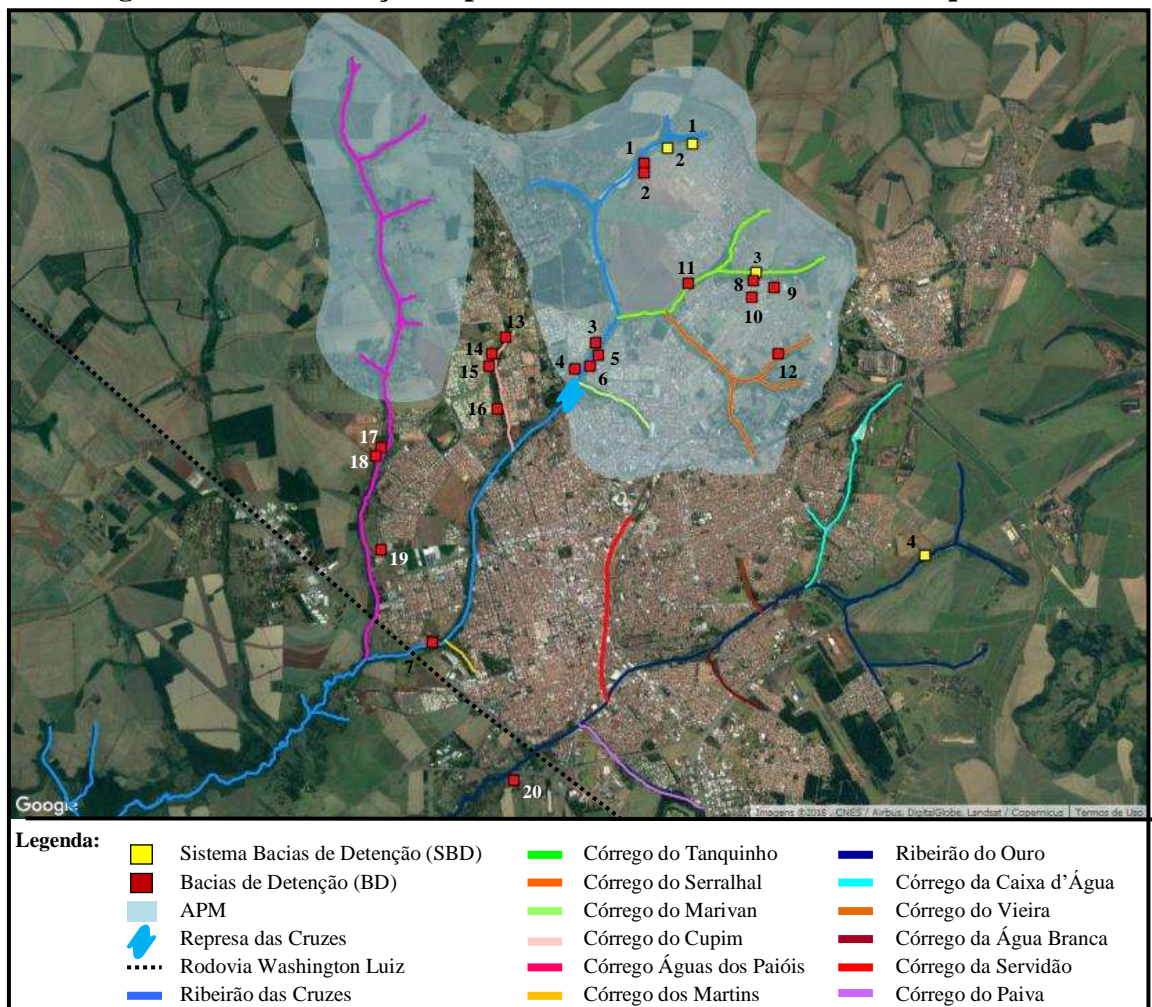
A distribuição dos SBD e das BD nos cursos d'água pertencentes às sub-bacias do Ribeirão das Cruzes e Ribeirão do Ouro ocorre da seguinte maneira:

- **Sub-bacia do Ribeirão das Cruzes:**
 - Ribeirão das Cruzes (curso d'água principal): 2 SBD e 7 BD;
 - Córrego do Tanquinho (afluente): 1 SBD e 4 BD;
 - Córrego do Serralhal (afluente): 1 BD;
 - Córrego do Cupim (afluente): 4 BD;
 - Córrego Águas dos Paióis (afluente): 3 BD.

- **Sub-bacia do Ribeirão do Ouro:**
 - Ribeirão do Ouro (curso d'água principal): 1 SBD e 1 BD.

A Figura 27 ilustra a distribuição espacial dos SBD e das BD com relação à rede hídrica urbana de Araraquara. Observa-se que a maioria destas unidades localiza-se à montante da Represa das Cruzes, próxima as nascentes do Ribeirão das Cruzes e de alguns de seus afluentes; assim como está inserida em Área de Proteção de Mananciais – APM.

Figura 27 – Distribuição Espacial dos SBD e das BD em Araraquara/SP



Fonte: ARARAQUARA (2015) e Autora (2018)

Ressalva-se que para observar as unidades de detenção, foram realizadas visitas *in loco* em três momentos distintos, a saber: sem a ocorrência, após (de 12hs até 24hs) e durante o evento de precipitação. As visitas associadas à ocorrência de eventos de precipitação ocorreram em março de 2017 e janeiro de 2018 (após a precipitação); e maio de 2017 e janeiro de 2018 (durante a precipitação).

Para informar os índices pluviométricos das visitas associadas aos eventos de precipitação, os hietogramas são apresentados nas Figuras 28 a 31.

Figura 28 – Hietograma durante o evento de precipitação – Maio/2017

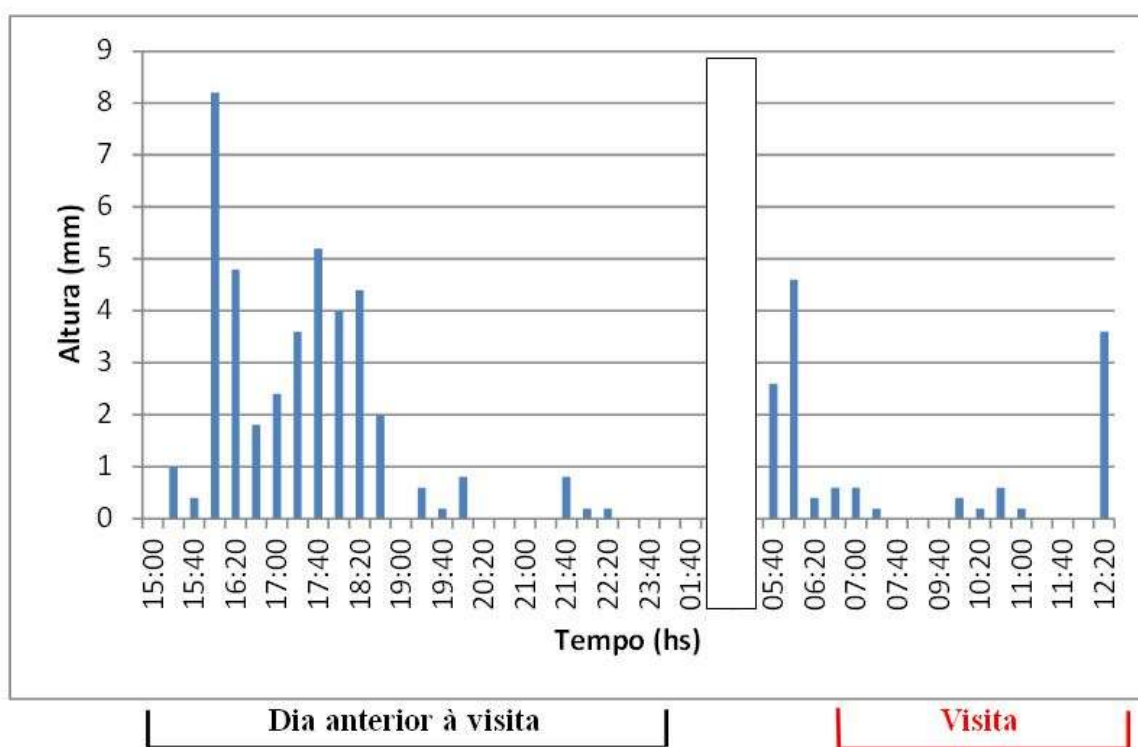
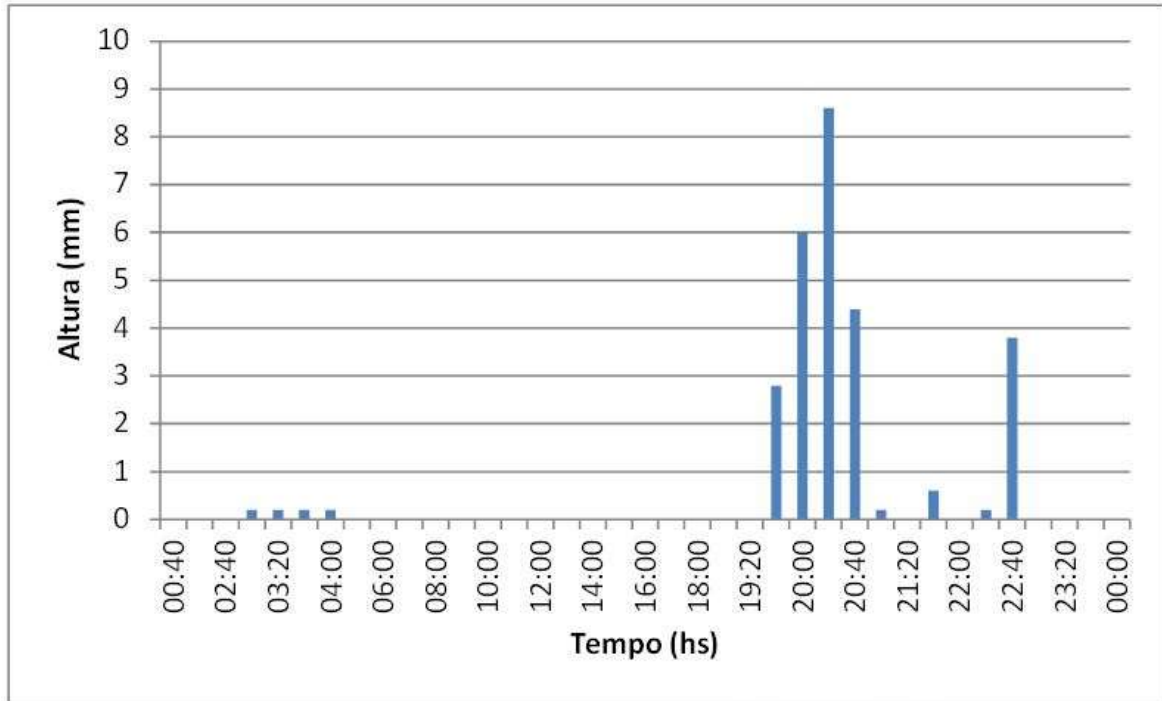
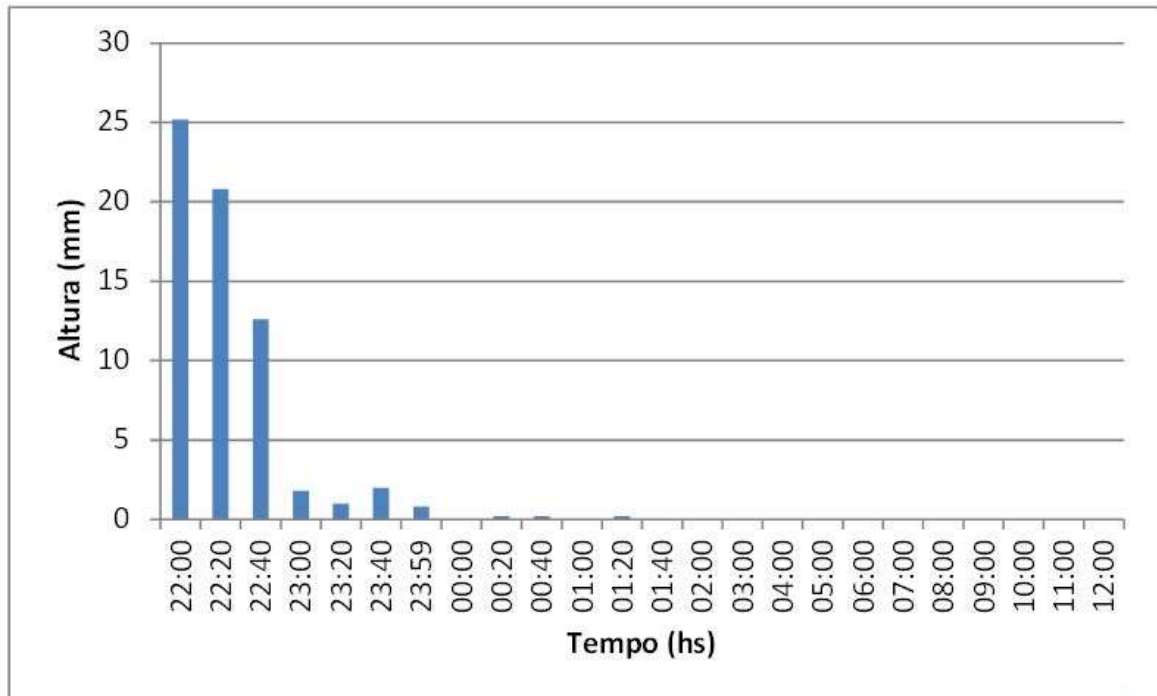


Figura 29 – Hietograma durante o evento de precipitação – Janeiro/2018



Visita

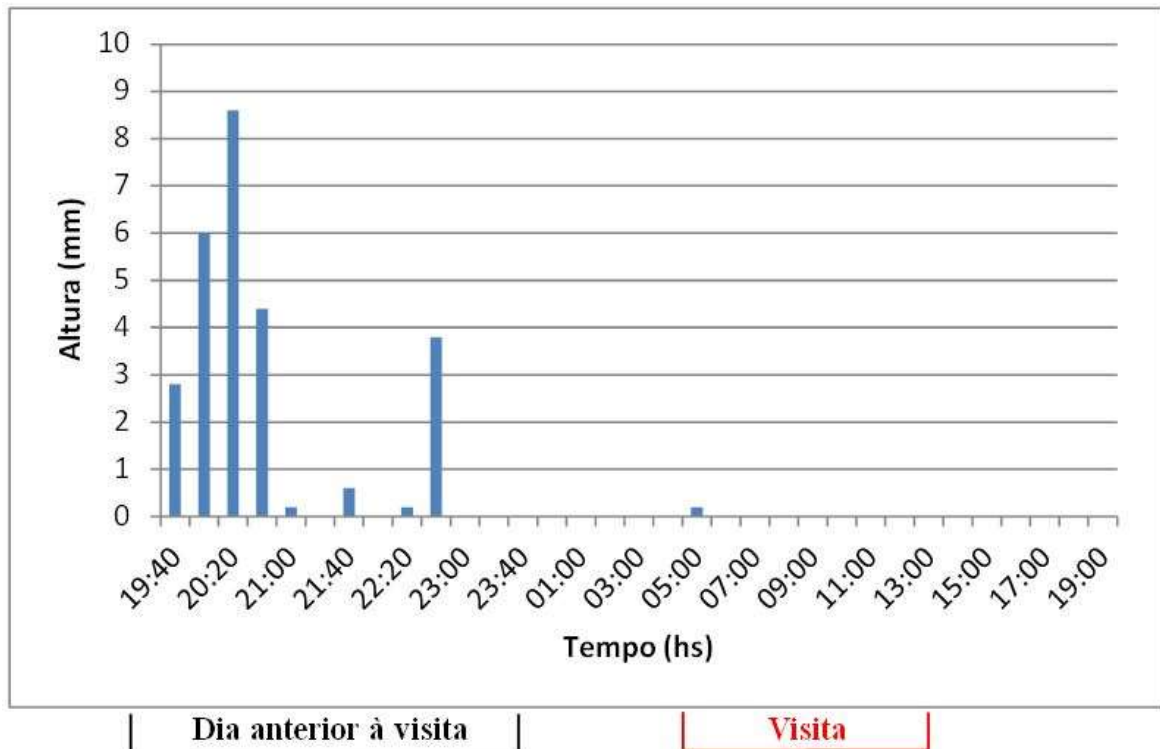
Figura 30 – Hidrograma após o evento de precipitação – Março/2017



Dia anterior

Visita

Figura 31 – Hidrograma após o evento de precipitação – Janeiro/2018



Os hietogramas apresentados são referenciados na caracterização de suas respectivas unidade de detenção, realizada nos itens 6.3.1 a 6.3.24.

No Quadro 7 são apresentadas informações gerais sobre os Sistemas de Bacias de Detenção (SBD) e das Bacias de Detenção (BD) avaliados na presente pesquisa.

Quadro 7 – Dados Gerais dos Sistemas de Bacias de Detenção (SBD) e das Bacias de Detenção (BD)

Condomínio (Fechado)	Loteamento (Aberto)	Coordenadas		Ano de Implantação	Órgão Responsável	Curso d'Água		
		Lat.	Long.			Nome	Localização	
–	Laura Molina	21°43'5.27"S	48° 9'27.76"O	2011/2012	Prefeitura	Ribeirão das Cruzes	ME	
–	Laura Molina	21°43'7.66"S	48° 9'43.15"O	2011/2012	Prefeitura		ME	
–	Jd. Boa Vista II	21°44'19.15"S	48° 8'49.31"O	2014	Prefeitura	Córrego do Tanquinho	MD	
–	Alamedas	21°47'2.33"S	48° 7'10.97"O	Em implantação	Construtora	Ribeirão do Ouro	MD	
–	Jardim do Vale	21°43'16.28"S	21°43'16.28"S	2015	Prefeitura	Ribeirão das Cruzes	ME	
–	Vale Verde	21°43'22.11"S	48° 9'57.00"O	2014	Prefeitura		ME	
Buona Vita	–	21°44'58.38"S	48°10'27.26"O	2010	Condomínio		MD	
Buona Vita	–	21°45'14.16"S	48°10'40.28"O	2010	Condomínio		MD	
Tipuanas	–	21°45'5.78"S	48°10'25.58"O	2015	Condomínio		ME	
Tipuanas	–	21°45'11.57"S	48°10'30.70"O	2015	Condomínio		ME	
–	Ravena	21°47'49.45"S	48°12'6.05"O	2016	Prefeitura		MD	
–	Jd. Boa Vista	21°44'22.88"S	48° 8'50.23"O	2012	Prefeitura		Córrego do Tanquinho	ME
–	São Rafael II	21°44'27.32"S	48° 8'38.28"O	2012	Prefeitura			ME
–	Jd. dos Oitis	21°44'32.61"S	48° 8'51.17"O	2009	Prefeitura			ME
–	Santa Luzia	21°44'24.61"S	48° 9'30.03"O	2015	Prefeitura	Córrego do Serralhal	MD	
–	Vista do Horto	21°45'4.47"S	48° 8'34.90"O	Em implantação	Construtora		MD	

Legenda: (–) Não se aplica; (MD) Margem Direita; (ME) Margem Esquerda.

Continua...

Quadro 7 – Dados Gerais dos Sistemas de Bacias de Detenção (SBD) e das Bacias de Detenção (BD)

Condomínio (Fechado)	Loteamento (Aberto)	Coordenadas		Ano de Implantação	Órgão Responsável	Curso d'Água	
		Lat.	Long.			Nome	Localização
–	Maria Luiza IV	21°44'55.06"S	48°11'22.47"O	2009	Prefeitura	Córrego do Cupim	MD
Damha III	–	21°45'5.04"S	48°11'30.85"O	2010	Condomínio		MD
Damha III	–	21°45'12.12"S	48°11'32.36"O	2010	Condomínio		MD
Damha II	–	21°45'36.30"S	48°11'26.84"O	2010	Condomínio		MD
–	São Bento	21°45'58.44"S	48°12'38.23"O	Em implantação	Construtora	Córrego Água dos Paióis	MD
–	São Bento	21°46'3.04"S	48°12'41.26"O		Construtora		ME
Atlanta	–	21°46'56.74"S	48°12'38.66"O	2014	Condomínio		ME
Bella Vittá	–	21°49'7.33"S	48°11'16.79"O	2014	Condomínio	Ribeirão do Ouro	ME

Legenda: (–) Não se aplica; (MD) Margem Direita; (ME) Margem Esquerda.

Fonte: AUTORA, 2017

Fim.

6.3.1. Sistema de Bacia de Detenção Laura Molina 1

O Sistema de Bacia de Detenção (SBD) Laura Molina 1 é composto por duas bacias de detenção (BD) de águas pluviais em série, interligadas entre si, ou seja, uma bacia abastece a outra havendo apenas uma estrutura de saída. Esse conjunto de bacias, denominado na presente pesquisa como SBD, está inserido na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, à margem esquerda do referido ribeirão, nas proximidades de uma de suas nascentes, e à montante da Represa das Cruzes.

O acesso a este SBD é realizado pela Rua Carlos Augusto Donato, entre as Avenidas Olímpio Bolzan e José Satkauskas, no Parque Residencial Laura Molina (Figura 32).

Figura 32 – Localização do SBD Laura Molina 1



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Parque Residencial Laura Molina está localizado no extremo norte do município de Araraquara, ao lado do bairro Jardim Roberto Selmi Dei. É formado por três empreendimentos adjacentes denominados de Residencial Romilda Taparelli Barbieri, com 538 unidades, Residencial Anunciata Palmira Barbieri, com 485 unidades, e o Residencial Maria Helena Lepre Barbieri, com 338 unidades. Totalizando 1.361 unidades habitacionais de interesse social, financiadas com recursos do Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal (BALESTRINI, 2016).

Na Figura 33 é apresentada uma delimitação aproximada da área do bairro Laura Molina com a indicação do SBD Laura Molina 1.

Figura 33 – Área do Parque Residencial Laura Molina com a indicação do SBD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento está inserido ZOPRE – APRM, enquanto que o SBD localiza-se na ZAMB – ZORA. As características destas zonas foram realizadas no item 5.4.

O SBD Laura Molina 1 foi construído em decorrência da implantação do referido loteamento. Neste mesmo bairro há outro SBD, a ser descrito no item 6.2.2. Assim, a detenção da água pluvial tem o intuito de minimizar os impactos da urbanização sobre o Ribeirão das Cruzes, inclusive na Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município. Impactos estes oriundos da implantação do loteamento Laura Molina.

Para o reconhecimento e caracterização deste SBD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 1): primeiro (fevereiro/2017), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (janeiro/2018), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas das Figuras 29 e 31.

No primeiro dia de visita *in loco*, o objetivo principal foi confirmar a localização da unidade e, assim, identificar suas estruturas de entrada e de saída d'água, seus respectivos dissipadores de energia e elementos de isolamento e proteção das unidades. Porém neste SBD, em todas as visitas houve a mesma dificuldade em acessar e a visualizar as referidas estruturas, devido a grande quantidade de vegetação no interior e entorno do sistema.

Esse mesmo fator impossibilitou, também, a visualização da presença de lâmina d'água, não associada ao evento de precipitação; e do nível d'água no interior do SBD, durante e após o evento de precipitação. Tampouco foi possível avaliar o enchimento e esvaziamento da unidade. Contudo, em ambas as visitas, associadas à precipitação, foi possível escutar o escoamento da água.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, observou-se que cada bacia deste SBD possui, individualmente, alambrados no seu contorno e portões, que se mantiveram trancados, inibindo o acesso às unidades. Porém o entorno das mesmas se caracterizou pela deposição inadequada de resíduos sólidos diversos, predominando os resíduos de construção civil, de poda de árvores e eletrônicos.

6.3.2. Sistema de Bacia de Detenção Laura Molina 2

O Sistema de Bacia de Detenção (SBD) Laura Molina 2 é composto por três bacias de detenção (BD) de águas pluviais em série, interligadas entre si, da mesma forma que o SBD descrito antes. Inclusive estes sistemas estão distantes um do outro cerca de 300 metros, sendo unidades independentes. Esse conjunto de bacias, denominado como SBD, está inserido na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, à margem esquerda, nas proximidades de uma das nascentes do referido ribeirão, e à montante da Represa das Cruzes.

O acesso a este SBD é realizado pela Rua Carlos Augusto Donato com a Avenida Dalva Aparecida Cariolli Lôbo, na divisa entre o Parque Residencial Laura Molina e o Parque Residencial Jardim do Valle (Figura 34).

Figura 34 – Localização do SBD Laura Molina 2



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

A descrição do loteamento Parque Residencial Laura Molina foi realizada no item 6.2.1. Na Figura 35 é apresentada uma delimitação aproximada da área do bairro Laura Molina com a indicação do SBD Laura Molina 2.

Figura 35 – Área do Parque Residencial Laura Molina com a indicação do SBD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento está inserido ZOPRE – APRM, enquanto que o SBD localiza-se na ZAMB – ZORA. As características destas zonas foram realizadas no item 5.4.

A construção do SBD Laura Molina 2 decorreu da implantação do loteamento Laura Molina, como descrito no item 6.2.1, com vistas a minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Ribeirão das Cruzes, inclusive na Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município.

Para o reconhecimento e caracterização deste SBD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 2): primeiro (abril/2017), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (janeiro/2018), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 31.

No primeiro dia de visita *in loco*, o objetivo principal foi confirmar a localização da unidade e, assim, identificar suas estruturas de entrada e de saída d'água, seus respectivos dissipadores de energia e elementos de isolamento e proteção das unidades. Porém neste SBD, foi possível visualizar apenas uma das três bacias que compõem esse sistema. Isso ocorreu

devido ao grande desnível do terreno, onde as demais bacias foram implantadas, dificultando sua observação. O excesso de vegetação, também, comprometeu essa visualização, uma vez que o mesmo impediu a aproximação às demais unidades.

Esse dois fatores, desnível do solo e grande quantidade de vegetação, impossibilitaram o registro das estruturas de entrada e de saída deste SBD, assim como da presença de lâmina d'água, sem a ocorrência de precipitação, e de resíduos sólidos no interior da unidade. Além disso, durante as visitas associadas ao evento de precipitação, não puderam ser observados os níveis d'água dentro da bacia, tampouco avaliados o enchimento e esvaziamento da unidade.

Mesmo que distante observou-se ainda que todas as bacias possuíam estruturas de isolamento independentes. A unidade mais analisada apresentava apenas as colunas para a fixação dos alambrados e portões, não havendo, portanto, inibição do acesso a esta unidade.

Em parte do entorno deste SBD foram observados plantios de árvores e a deposição excessiva e inadequada de resíduos sólidos de construção civil e volumosos.

6.3.3. Sistema de Bacia de Detenção Jardim Boa Vista II

O Sistema de Bacia de Detenção (SBD) Jardim Boa Vista II é composto por três bacias de detenção (BD) de águas pluviais interligadas entre si, com apenas uma estrutura de entrada e uma estrutura de saída, sendo que esta última lança suas águas no Córrego do Tanquinho. Esse conjunto de bacias está inserido na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes e situa-se na margem direita do Córrego do Tanquinho, afluente do referido ribeirão, e à montante da Represa das Cruzes.

O acesso a essa unidade é realizado pela Rua 6, próxima da Avenida José Luiz Toledo do Amaral, no bairro Jardim Boa Vista II (Figura 36).

Figura 36 – Localização do SBD Jardim Boa Vista II



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Residencial Jardim Boa Vista II está localizado no norte do município, ao lado do bairro Jardim Roberto Selmi Dei e do loteamento em implantação, Jardim Boa Vista III. Possui 353 lotes residenciais e comerciais. Na Figura 37 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento, com a indicação do SBD.

Figura 37 – Área do Residencial Jardim Boa Vista II om indicação do SBD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, essa área está compreendida na ZOPRE – AEIS, enquanto que o SBD está inserido na ZAMB – ZORA. As características destas zonas foram realizadas no item 5.4.

O SBD Jardim Boa Vista II foi construído devido à implantação do loteamento Jardim Boa Vista II. O objetivo desse SBD é de minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Córrego do Tanquinho e o Ribeirão das Cruzes, bem como a Represa das Cruzes, a jusante.

Para o reconhecimento e caracterização deste SBD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 3): primeiro (julho/2016), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (janeiro/2018), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 31.

Durante as visitas *in loco*, observou-se o excesso de vegetação no entorno e no interior deste SBD, com a presença de espécies gramíneas e árvores de grande porte. Com isso, não foi possível observar as estruturas de entrada e saída d'água, presença de resíduos sólidos e de

lâmina d'água. Além disso, nas visitas associadas ao evento de precipitação, não foi possível avaliar o nível d'água, nem o enchimento e esvaziamento desta unidade.

O entorno deste SBD caracterizou-se, também, por áreas de plantio de mudas, as quais, na proximidade com o portão de acesso da unidade, estavam com suas raízes expostas, provavelmente, devido ao carreamento do solo. Não foram observados resíduos sólidos.

6.3.4. Sistema de Bacia de Detenção Alamedas

O Sistema de Bacia de Detenção (SBD) Alamedas é composto por quatro bacias de detenção (BD) de águas pluviais em série, interligadas entre si, ou seja, uma bacia abastece a outra, havendo apenas uma estrutura de saída, da mesma maneira que os demais SBD. Esse conjunto de bacias está inserido na sub-bacia do Ribeirão do Ouro, à margem direita do referido ribeirão.

Como o loteamento Parque Alamedas estava em fase de implantação, não foi possível indicar nome de ruas mais próximas ao SBD, porém, o loteamento pode ser acessado pela Rua Ciro Augusto Corrêa, no bairro Altos de Pinheiros (Figura 38).



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Parque Alamedas está localizado ao lado do bairro Alto Pinheiros. Possui 800 lotes com usos residenciais e comerciais. Na Figura 39 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento e do SBD.

Figura 39 – Área do Residencial Alamedas com a indicação do SBD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento e o SBD estão inseridos na ZOPRE – AEIS. As características desta zona foram apresentadas no item 5.4.

O SBD Alamedas foi construído para minimizar os impactos da urbanização, decorrente da implantação do Residencial Alamedas, em especial, em pontos a jusante do Ribeirão do Ouro. Vale destacar que o Ribeirão do Ouro possui trechos urbanos, a jusante do SBD Alamedas, com frequentes ocorrências de inundações nos períodos chuvosos. Situação que requer cautela quanto à ocupação urbana a montante desse curso d'água.

Para unidades de detenção em fase de implantação, como é o caso do presente SBD, não houve registros associados a eventos de precipitação, uma vez que as análises poderiam não representar a realidade desta unidade após a finalização das obras do loteamento. Contudo, para esse SBD foram realizados dois registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 4), em junho/2017 e janeiro/2018, ambos não associados a evento de precipitação.

No primeiro registro fotográfico foi possível observar todas as estruturas existentes no interior das quatro bacias que compõem esse SBD. Cada bacia possuía uma estrutura de entrada e um dispositivo de interligação com a outra bacia, com exceção da última unidade, que possuía a estrutura de saída d'água do SBD, acoplada com o extravasor, para o lançamento final das águas pluviais no Ribeirão do Ouro. Todas estas estruturas eram constituídas em concreto.

Ressalva-se que o dispositivo de interligação consistia em uma tubulação de fundo acoplada a um vertedor triangular, provavelmente, para impedir que, em eventos intensos de precipitação, a água ultrapasse os taludes que separam cada unidade.

Outro ponto relevante observado é quanto aos dissipadores de energia das estruturas de entrada d'água. A primeira tubulação de entrada d'água no SBD estava direcionada para uma parede de concreto e, como continuação do muro de ala, havia um enrocamento de pedras, porém, visualmente, de pequena área se comparada com o diâmetro da tubulação de chegada. As demais tubulações de entradas se caracterizavam por um muro de ala, com um ou dois degraus e o enrocamento de pedras no fundo da bacia.

Observou-se, também, que todas as bacias possuíam rampas de acesso para a entrada de máquinas. E que proteção do solo, com o plantio de grama, estava sendo realizado apenas no talude, ficando ausentes o fundo das bacias e as rampas de acesso. Ainda quanto ao revestimento, vale informar que em muitos pontos as placas de grama estavam cedendo, ocasionando a exposição do solo dos taludes.

Como esse SBD estava em operação, simultaneamente, à execução das obras do loteamento, observou-se grande quantidade de sedimentos no interior das bacias. Porém, não foram visualizados resíduos sólidos nem lâmina d'água permanente. Ressalva-se que no entorno deste SBD estavam implantadas as colunas de concreto para futura fixação do alambrado e portão.

A tubulação de lançamento no Ribeirão do Ouro, durante a primeira visita, estava em fase de obras. Contudo, foi possível observação que a mesma não dispunha de estrutura de proteção do solo nem de dissipadores na saída da mesma para evitar processos erosivos nas margens do curso d'água, assim como o seu assoreamento, consequência do carreamento de sedimentos.

Já na segunda visita *in loco*, observou-se a grande quantidade de sedimentos no interior das bacias, destruição dos vertedouros dos dispositivos de interligação, vegetação alta próxima às estruturas e vários pontos de erosão nos taludes das bacias, em especial, próximos a rampa de acesso e a estrutura de entrada. Além disso, ainda não havia sido implantados alambrado e portão para inibir o acesso a este SBD.

6.3.5. Bacia de Detenção Jardim do Valle

A Bacia de Detenção (BD) Jardim do Valle está inserida na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, na margem esquerda desse curso d'água e a montante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. Essa BD está implantada na Rua Carlos Augusto Donato, entre as Avenidas Paulo Mussi e Santiago Maia, no bairro Jardim do Valle (Figura 40).

Figura 40 – Localização da BD Jardim do Valle



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Residencial Jardim do Valle está localizado no extremo norte do município de Araraquara, entre o Parque Residencial Laura Molina e o Valle Verde. Esse bairro é composto por 560 moradias de interesse social, destinadas às famílias com renda de até R\$ 1.600,00.

Na Figura 41 é apresentada uma delimitação aproximada do Jardim do Valle, demonstrando a localização da BD em relação ao bairro.

Figura 41 – Área do Jardim do Valle com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento está inserido na ZOPRE – APRM, enquanto que a BD localiza-se na ZAMB – ZORA. As características desta zona foram apresentadas no item 5.4.

A BD Jardim do Valle foi construída, devido à implantação do referido loteamento, para minimizar os impactos do acréscimo dessa urbanização, em especial, no Ribeirão das Cruzes e na Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município.

Para o reconhecimento e caracterização desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 5): primeiro (abril/2017), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (janeiro/2018), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 31.

No primeiro dia de visita *in loco*, o objetivo principal foi confirmar a localização da unidade e, assim, identificar suas estruturas de entrada e de saída d'água e elementos de isolamento e proteção das unidades, bem como analisar as características de seu entorno. Embora o excesso de vegetação no interior e entorno do sistema, foi possível visualizar algumas destas estruturas, permitindo a caracterização dessa unidade.

A única estrutura de entrada d'água da BD Jardim do Valle era constituída em concreto, com muro de ala e um degrau para dissipar a energia da água. Devido à presença de lâmina d'água nesta estrutura, não foi possível visualizar se havia outro tipo de dissipador de energia, como por exemplo, enrocamento de pedras no fundo da bacia. Enquanto que a estrutura de saída desta BD, não pode ser visualizada, devido à vegetação em excesso no interior.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, não foi observado o enchimento desta BD nem marcas de indicação nas estruturas. Inclusive a própria estrutura de saída não foi visualizada devido ao excesso de vegetação no interior da BD.

Em todas as visitas, verificou-se a depredação de grande parte do alambrado e a ausência de portão, para inibir o acesso a BD. Estes fatores são essenciais para a proteção da população e da unidade. Outra questão observada foram pontos de queimada da vegetação no entorno da BD e ausência de resíduos sólidos no interior e no entorno.

6.3.6. Bacia de Detenção Valle Verde

A Bacia de Detenção (BD) Valle Verde está inserida na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, na margem esquerda desse curso d'água e a montante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. Está implantada na Rua Profª. Fanny Adele Marracini Muniz, entre as Avenidas Santiago Maia e Doracy Fernandes Luiz, no bairro Valle Verde (Figura 42).

Figura 42 – Localização da BD Valle Verde



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Residencial Valle Verde está localizado no extremo norte do município de Araraquara, e tem como bairros limítrofes o Residencial Jardim do Valle, Parque Residencial Laura Molina e Jardim Roberto Selmi Dei. Esse bairro é composto por mais de 1.400 moradias de interesse social, destinadas às famílias com renda de até R\$ 1.600,00.

Na Figura 43 é apresentada uma delimitação aproximada do Valle Verde, demonstrando a localização da BD em relação ao bairro.

Figura 43 – Área do Residencial Valle Verde com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o referido loteamento e sua BD estão inseridos na ZOPRE – APRM. As características desta zona foram apresentadas no item 5.4.

A BD Valle Verde foi implantada para minimizar os impactos da urbanização, decorrente da inserção do referido loteamento, em especial, ao longo do Ribeirão das Cruzes e na Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município.

Para o reconhecimento e caracterização desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 6): primeiro (abril/2017), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (janeiro/2018), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 31.

No primeiro dia de visita *in loco*, o objetivo principal foi confirmar a localização da unidade e, assim, identificar suas estruturas de entrada e de saída d'água, seus respectivos dissipadores de energia e elementos de isolamento e proteção das unidades, bem como analisar as características de seu entorno. Porém neste dia não foi possível acessar a unidade e visualizar suas referidas estruturas, devido a grande quantidade de vegetação no interior e entorno da bacia.

Observou-se também a deposição inadequada de resíduos sólidos no entorno da BD Valle Verde, além da existência de alambrado, em todo perímetro da unidade, e do portão, elementos que inibem o acesso a BD. No interior da bacia não foram observados resíduos sólidos.

Contudo durante as demais visitas, verificou-se que a vegetação estava em menor quantidade no entorno, o que permitiu se aproximar da BD e de visualizar, parcialmente, suas três estruturas de entrada d'água e sua estrutura de saída, todas constituídas em concreto. Ressalva-se que estas estruturas não foram bem visualizadas por causa da vegetação excessiva que ainda permanecia no interior da unidade.

As estruturas de entrada eram compostas por muro de ala e o único tipo de dissipador de energia observado foi do tipo blocos de impacto, presente na estrutura com menor quantidade de vegetação e, portanto, melhor visualizada. Enquanto que a estrutura de saída era acoplada ao extravasor e possuía duas tubulações de fundo. Vale destacar que próximo a essa saída, observou-se a deposição de sedimentos, o que pode impedir o escoamento adequado da água até a tubulação de saída.

Outro ponto relevante foi que, em ambos os registros associados ao evento de precipitação, observou-se a presença de lâmina d'água em pontos distantes da estrutura de saída. Isso pode indicar irregularidades no nível de fundo da bacia, decorrentes da deposição de sedimentos, como citado anteriormente.

Quanto ao entorno da BD, observou-se, em todas as visitas, o plantio de culturas, em pequena área, e estacionamento de vários carros no lado da unidade adjacente à rua. Inclusive no lado oposto, mais distante das residências, foi verificada a maior concentração de resíduos sólidos desta unidade. Por fim, foram identificados pontos isolados e pequenos de queimada.

6.3.7. Bacia de Detenção Buona Vita 1

A Bacia de Detenção (BD) Buona Vita 1 está inserida na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, na margem direita desse curso d'água e da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. Esta BD está implantada as margens da Avenida Oswaldo Gonçalves de Jesus, próximo ao Loteamento Residencial e Comercial Agre Araraquara (Buona Vita), responsável por essa unidade (Figura 44).

Figura 44 – Localização da BD Buona Vita 1

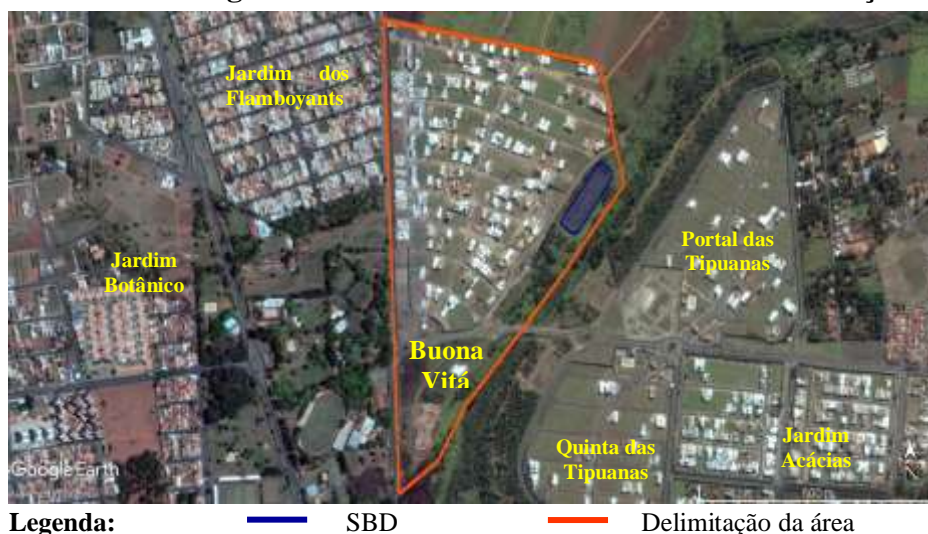


Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Condomínio Buona Vita é um loteamento fechado de alto padrão implantado em 2010. Seu entorno é caracterizado pela grande ocupação de condomínio fechados, como o Portal das Tipuanas, Quinta das Tipuanas e Jardim dos Flamboyants, estando também próximo do bairro Jardim Botânico. Esse condomínio compreende 565 lotes, sendo 548 residenciais e 17 comerciais.

Na Figura 45 é apresentada uma delimitação aproximada da gleba onde foi implantado o Condomínio Buona Vita, assim como a indicação da BD Buona Vita 1.

Figura 45 – Área da gleba do Condomínio Buona Vita com a indicação da BD



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento está inserido na ZOPRE – APRM, enquanto que a BD localiza-se na ZAMB – ZORA. As características desta zona foram apresentadas no item 5.4.

A BD Buona Vita 1 foi construída devido à implantação do referido condomínio, com o intuito de minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Ribeirão das Cruzes, em especial, a Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município e muito próxima a esse empreendimento. Vale ressaltar que para esse condomínio foi implantada outra BD, descrita no item 6.2.8.

Para o reconhecimento e caracterização desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 7): primeiro (março/2016), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (janeiro/2018), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 31.

No primeiro dia de visita *in loco*, o objetivo principal foi confirmar a localização da unidade e, assim, identificar suas estruturas e seus elementos de isolamento e proteção. Porém o excesso de vegetação no entorno, embora não tenha impedido a aproximação até a BD, foi um fator que interferiu na observação do interior na unidade. Com isso foi possível visualizar apenas a estrutura de saída, acoplada ao extravasor e constituída em concreto. Além disso,

verificou-se alambrado em todo o perímetro da BD, assim como o portão que permaneceu trancado em todas as visitas.

Nas demais visitas realizadas, a vegetação excessiva impediu a aproximação da mesma. Desta forma, não foram observados os níveis d'água durante e após o evento de precipitação, assim como as demais estruturas relevantes para caracterização dessa unidade.

Quanto à deposição de resíduos sólidos no interior e no entorno da BD, não foram observados pontos concentrados ou isolados em nenhuma das visitas. A presença de sedimentos e lâmina d'água no interior dessa unidade foram outros aspectos impossibilitados de análise devido ao excesso de vegetação, assim como a verificação da rampa de acesso.

6.3.8. Bacia de Detenção Buona Vita 2

A Bacia de Detenção (BD) Buona Vita 1 está inserida na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, na margem direita desse curso d'água e da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. Esta BD está implantada as margens da Avenida Oswaldo Gonçalves de Jesus, próximo ao Loteamento Residencial e Comercial Agre Araraquara (Buona Vita), responsável por essa unidade (Figura 46).

Figura 46 – Localização da BD Buona Vita 2



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

A descrição do Condomínio Buona Vita foi realizada no item 6.2.7. Na Figura 47 é apresentada uma delimitação aproximada da gleba onde foi implantado o Condomínio Buona Vita, assim como a indicação da BD Buona Vita 2.

Figura 47 – Área da gleba do Condomínio Buona Vita com a indicação da BD



Legenda:  SBD  Delimitação da área

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio e a BD estão inseridos na ZOPRE – APRM. As características desta zona foram apresentadas no item 5.4.

A BD Buona Vita 2, juntamente com a BD Buona Vita 1, foi implantada em decorrência do condomínio Buona Vitta, e tem por objetivo minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Ribeirão das Cruzes, em especial, a Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município e muito próxima a esse empreendimento.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 8): primeiro (julho/2016), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Segundo informações do DAAE, a BD Buona Vita 2 é utilizada para a deposição dos sedimentos retirados do fundo da Represa das Cruzes, a qual vem enfrentando o processo de assoreamento desde 2015. Vale destacar que esse processo se intensificou após a ocupação urbana à montante da represa, com a implantação dos loteamentos Jardim do Valle, Valle Verde e demais condomínios fechados, todos abordados nessa pesquisa.

Desde a primeira visita foi possível observar as pilhas de sedimentos no interior da bacia, provenientes da Represa das Cruzes, e a presença de lamina d'água permanente,

mesmo em períodos de estiagem. Além disso, observou-se o excesso de vegetação no entorno da unidade e a presença de espécies arbóreas de maior porte ao redor e no interior da BD. Em nenhuma visita foram identificados resíduos sólidos no entorno ou interior dessa bacia.

Na BD Buona Vita 2 foram visualizadas duas estruturas de entrada (Estrutura I e Estrutura II) ao todo, constituídas em concreto. Na Estrutura I foi verificada a presença de dissipador de energia do tipo bloco de impacto e escada hidráulica. Enquanto que na Estrutura II não foi possível verificar se havia algum dispositivo para dissipar a energia da água, devido a ausência de acesso a mesma. Ressalva-se que não foi identificada nem visualizada a estrutura de saída desta BD.

Durante a segunda visita, logo após o evento de precipitação, foram registrados os níveis que a água alcançou na Estrutura I. Por sua vez, durante a precipitação, foi registrado ainda na referida estrutura parte da mesma submersa, demonstrando que o enchimento desta unidade. Importante destacar que ambos os registros foram essenciais para verificar o esvaziamento e enchimento, respectivamente, dessa unidade, mesmo ela tendo lâmina d'água permanente.

Quanto as estruturas de isolamento e proteção, a BD Buona Vita 2 estava cercada em todo seu perímetro por alambrado. Já o portão de acesso foi visto somente durante a primeira visita e totalmente aberto. Nas demais visitas, no lugar do portão havia uma barreira com solo e uma vala, provavelmente, para inibir o acesso de veículos no interior da unidade.

Uma particularidade dessa BD foi registrada durante a segunda visita, quando foram observadas pessoas pescando no interior da unidade. Segundo elas, essa prática é comum entre outros membros da família que constataram a existência de peixes na água que permanece na bacia.

6.3.9. Bacia de Detenção Portal das Tipuanas

A Bacia de Detenção (BD) Portal das Tipuanas está inserida na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, na margem esquerda desse curso d'água e da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a essa unidade é realizado pela Avenida Rosa D'Ângelo Merlos, defronte ao Condomínio Portal das Tipuanas (Figura 48).

Figura 48 – Localização da BD Portal das Tipuanas



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Condomínio Portal das Tipuanas é um loteamento fechado de alto padrão que possui 234 lotes residenciais e comerciais. Seu entorno é caracterizado pela grande ocupação de condomínios, como o Buona Vita, Quinta das Tipuanas, Jd. Acácias e Jd. Bounganville.

Na Figura 49 é apresentada uma delimitação aproximada da gleba onde foi implantado o Condomínio Portal das Tipuanas, assim como a indicação da BD Portal das Tipuanas.

Figura 49 – Área da gleba do Condomínio Portal das Tipuanas e a indicação da BD



Legenda: ■ SBD ■ Delimitação da área

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio está inserido na ZOPRE – APRM, enquanto que a BD localiza-se na ZAMB – ZORA. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD Portal das Tipuanas foi construída para minimizar os impactos da urbanização sobre o Ribeirão das Cruzes, em especial, a Represa das Cruzes, responsável por parte do

abastecimento de água superficial do município e muito próxima a esse empreendimento. Essa urbanização foi decorrente da implantação do Condomínio Portal das Tipuanas.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 9): primeiro (julho/2016), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Desde a primeira visita realizada, foi possível se aproximar e visualizar todas as estruturas dessa unidade. No interior da unidade, observou-se que a proteção do solo, com o plantio de grama, se estendia pelos taludes, fundo da bacia e rampa de acesso. Outro ponto a destacar foi à ausência de resíduos sólidos no interior e entorno da BD, bem como a inexistência de lâmina d'água permanente dentro da unidade.

A BD Portal das Tipuanas possuía uma estrutura de entrada e uma estrutura de saída da água, ambas em concreto. O dispositivo de entrada era composto por muro de ala, escada hidráulica e blocos de impacto em concreto. A estrutura de saída, por sua vez, possui uma tubulação de fundo acoplada com o extravasor.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, foi observada a existência de alambrado em todo o perímetro da BD, e do portão, o qual se manteve trancado em todas as visitas, inibindo acesso de pessoas não autorizadas no interior da unidade.

Foi possível caminhar no entorno da bacia e observar as práticas de reflorestamento, bem como foi a tubulação de saída da bacia e o canal que direciona a água até o Ribeirão das Cruzes. Este canal possuía, antes do lançamento no ribeirão, blocos de impacto em concreto para dissipar a energia da água, minimizando os riscos de erosão no ponto de deságue.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, foi observado o enchimento e esvaziamento desta unidade, com saída da água pela tubulação de fundo, não sendo registrado o extravasamento nem transbordamento da água.

6.3.10. Bacia de Detenção Quinta das Tipuanas

A Bacia de Detenção (BD) Quinta das Tipuanas está inserida na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, na margem esquerda desse curso d'água e da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a essa unidade é realizado pela Avenida Rosa D'Ângelo Merlos, próximo ao Condomínio Quinta das Tipuanas (Figura 50).

Figura 50 – Localização da BD Quinta das Tipuanas



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Condomínio Quinta das Tipuanas é um loteamento fechado de alto padrão que possui 238 lotes residenciais e comerciais. Seu entorno é caracterizado pela grande ocupação de condomínios como o Buona Vita, Portal das Tipuanas, Jd Acácias e Jr Bounganville.

Na Figura 51 é apresentada uma delimitação aproximada da gleba onde foi implantado o Condomínio Quinta das Tipuanas, assim como a indicação da BD Quinta das Tipuanas.

Figura 51 – Área da gleba do Condomínio Quinta das Tipuanas e a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio está inserido na ZOPRE – APRM, enquanto que a BD localiza-se na ZAMB – ZORA. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD Quinta das Tipuanas foi construída devido à implantação do referido condomínio, porém recebe contribuição dos condomínios Jd. Acácias e Jd. Bounganville.

Assim, a existência dessa BD visa minimizar os impactos da urbanização, ocasionada pela implantação dos referidos condomínios, sobre o Ribeirão das Cruzes e, em especial, sobre a Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município e muito próxima a esse empreendimento.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 10): primeiro (julho/2016), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Na BD Quinta das Tipuanas, desde a primeira visita, foi possível se aproximar e visualizar as estruturas dessa unidade. De início, observou-se em seu interior, a presença de grama nos taludes, fundo da bacia e rampa de acesso. Além da ausência de resíduos sólidos no interior e entorno da BD, e de sedimentos e de lâmina d'água permanente dentro da BD.

A BD Quinta das Tipuanas possuía três estruturas de entrada e uma estrutura de saída da água, todas em concreto. Cada estrutura de entrada possuía muro de ala com os seguintes dissipadores de energia: degraus em concreto, enrocamento de pedras e blocos de impacto em concreto. A estrutura de saída, por sua vez, possuía duas tubulações de saída de fundo, posicionadas em lados distintos da estrutura de concreto, acopladas com o extravasor.

Ao caminhar pelo entorno da BD, observou-se o alambrado em todo perímetro da unidade e a presença de portão que se manteve trancado em todas as visitas. Outro ponto observado foram as práticas de reflorestamento no entorno e o ponto de desague na margem esquerda do Ribeirão das Cruzes. Este consistia em um canal em concreto, com degraus e enrocamento de pedras para minimizar a ocorrência de erosão.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, foi observado o enchimento e esvaziamento desta unidade, com saída da água pela tubulação de fundo, não sendo registrado o extravasamento nem transbordamento da água.

6.3.11. Bacia de Detenção Ravena

A Bacia de Detenção (BD) Ravena está inserida na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes, na margem direita do Ribeirão das Cruzes e à jusante da Represa Cruzes. O acesso a essa unidade é realizado pela Rua José Maria Paixão, no Residencial Ravena (Figura 52).

Figura 52 – Localização da BD Ravena



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O loteamento Ravena é um empreendimento aberto que está em fase de comercialização de seus lotes. Ele é composto por lotes residenciais e comerciais que totalizam mais de 250 lotes. Esse loteamento está localizado ao lado do bairro Jardim Universal e próximo ao Jardim Morumbi (outra margem do Ribeirão das Cruzes)

Na Figura 53 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento Ravena, com a indicação da BD.

Figura 53 – Delimitação do bairro Ravena com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento e a BD estão inseridos na ZOEMI-AEIU-ACOP. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD Ravena foi construída devido à implantação do loteamento Ravena e do loteamento Tivoli, a ser implantado, futuramente, entre o Jardim Universal e o Ravena. Com o intuito de minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Ribeirão das Cruzes.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 11): primeiro (janeiro/2017), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Desde a primeira visita, foi possível se aproximar da BD Ravena e visualizar seu interior e entorno, uma vez que não havia excesso de vegetação. Observou-se no interior da unidade, a proteção dos taludes e do fundo da BD com o plantio de grama. A rampa de acesso, por sua vez, era revestida por pedra britada. Além disso, não foram observados resíduos sólidos nesta unidade, nem a presença de sedimentos e lâmina d'água permanente.

A BD Ravena possuía uma estrutura de entrada e uma estrutura de saída d'água, ambas em concreto. A estrutura de entrada consistia em duas tubulações de chegada, conectadas no mesmo muro de ala, com degraus e blocos de impacto de concreto. A estrutura de saída, por sua vez, possuía duas tubulações de fundo acopladas ao extravasor, que era coberto por uma tela, em formato piramidal, provavelmente para inibir a entrada de resíduos sólidos, bem como seu acúmulo na superfície da tela, e o acesso acidental nesta unidade.

Ao percorrer no entorno da BD foi observada a existência de alambrado e de portão, o qual se manteve trancado em todas as visitas realizadas, assim como as práticas de reflorestamento. Além disso, observou-se o ponto de desague na margem direita do Ribeirão das Cruzes, o qual consistia em uma tubulação conectada ao muro de ala, com um único bloco de impacto, em concreto. Ressalva-se a grande quantidade de sedimentos presentes nesta tubulação e no Ribeirão das Cruzes, onde poucos metros a jusante havia pontos de assoreamento.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, não foram registrados o enchimento e esvaziamento do nível d'água (N.A.) no interior da BD Ravena. Porém foi possível registrar a marca do N.A. na estrutura de saída.

6.3.12. Bacia de Detenção Jardim Boa Vista

A Bacia de Detenção (BD) Jardim Boa Vista está inserida na sub-bacia do Córrego do Tanquinho, na margem esquerda desse curso d'água e a montante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a essa unidade é realizado pela Rua C com a Rua Maurício Galli, no bairro Jardim Boa Vista (Figura 54).

Figura 54 – Localização da BD Jardim Boa Vista



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O loteamento Jardim Boa Vista é um bairro localizado na região norte do município, ao lado dos bairros Jardim Roberto Selmi Dei, Jardim dos Oitis e Jardim São Rafael II. Possui 210 lotes residenciais e comerciais. Na Figura 55 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento, com a indicação da BD.

Figura 55 – Área do Jardim Boa Vista com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento e a BD estão inseridos na ZOPRE – AEIS. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD Jardim Boa Vista foi construída em decorrência da implantação do referido loteamento, com o intuito de minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Córrego do Tanquinho, Ribeirão das Cruzes e, em especial, sobre a Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município, a jusante desse empreendimento.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 12): primeiro (janeiro/2018), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 30.

Desde a primeira visita, houve dificuldades para se aproximar da BD Jardim Boa Vista e visualizar suas estruturas internas, devido a grande quantidade de vegetação, resíduos de podas e árvores de grande porte no interior e entorno dessa unidade. Porém, foi possível visualizar as estruturas de entrada e de saída, ambas em concreto, sendo que na primeira registraram-se resíduos sólidos, carreados pelo escoamento da água, e excesso de sedimentos e de vegetação.

A estrutura de entrada d'água da BD possuía muro de ala com dissipadores de energia do tipo degraus e blocos de impacto em concreto. Enquanto que a estrutura de saída, visualizada a distância, estava parcialmente encoberta pela vegetação, sendo possível observar apenas o extravasor da mesma.

A BD não possui alambrado em seu contorno nem portão para inibir o acesso à unidade, apenas as colunas para fixação dos referidos elementos. Outro ponto relevante foi a impossibilidade de analisar seu entorno e observar seu desague no Córrego do Tanquinho, devido ao excesso de vegetação. Porém foi observado pontos de erosão, com início próximo à rua e sentido para a bacia, bem como restos mortais de animais de pequeno porte.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, foi observado o enchimento desta unidade nas proximidades da estrutura de saída. O esvaziamento por sua vez não pode ser observado devido ao excesso de vegetação, porém como não foi observada permanência de lâmina d'água, durante a visita sem a ocorrência de precipitação, pode-se supor o funcionamento da estrutura de saída das águas pluviais.

6.3.13. Bacia de Detenção Jardim São Rafael II

A Bacia de Detenção (BD) Jardim São Rafael II está inserida na sub-bacia do Córrego do Tanquinho, na margem esquerda desse curso d'água e a montante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a essa unidade pode ser realizado pelo cruzamento da Rua Valquir Ascensão Ramos Barbieri com a continuação da Rua Maurício Galli, no bairro Jardim São Rafael II (Figura 56).

Figura 56 – Localização da BD Jardim São Rafael II



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O loteamento Jardim São Rafael II é um bairro localizado na região norte do município, ao lado dos bairros Jardim Boa Vista, Jardim Roberto Selmi Dei e Jardim dos Oitis. Possui 623 lotes residenciais e comerciais. Na Figura 57 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento, com a indicação da BD.

Figura 57 – Área do Jardim São Rafael II com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento e a BD estão inseridos na ZOPRE – AEIS. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD Jardim São Rafael II foi construído devido a implantação do loteamento São Rafael II, com o intuito de minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Córrego do Tanquinho, Ribeirão das Cruzes e, em especial, sobre a Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município, a jusante desse empreendimento.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 13): primeiro (julho/2016), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 30.

Em todas as visitas foi possível se aproximar da BD São Rafael II e visualizar seu interior e seu entorno. Assim, observou-se a presença de vegetação alta em alguns pontos dentro da unidade, bem como de árvores e arbustos próximos às estruturas de entrada e de saída d'água da BD. Além disso, foi observada grande quantidade de resíduos sólidos no interior e no entorno da unidade, e a presença de animais domésticos dentro da BD, como cavalos e cães.

A BD São Rafael II possuía uma estrutura de entrada e uma estrutura de saída d'água, ambas em concreto. A estrutura de entrada continha a tubulação conectada ao muro de ala com dissipadores de energia do tipo degraus e blocos de impactos, todos em concreto. Enquanto que na estrutura de saída, observou-se apenas o extravasor, que provavelmente devia estar acoplado à tubulação de fundo, encoberta pela vegetação durante as visitas.

Importante destacar a existência de erosão dentro da BD São Rafael II, próximo à estrutura de entrada d'água. Parte do talude desmoronou e o solo estava sendo carregado para o interior da bacia. A partir disso foi possível perceber, também, que por onde a água caminha até a estrutura de saída, havia marcas de erosão no fundo da bacia, no percurso de escoamento de água.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, observou-se a ausência de alambrado em quase todo seu entorno e de portão para inibir o acesso à unidade, havendo apenas as colunas para fixação dos referidos elementos. Outro ponto a destacar é a existência de rampa de acesso.

Como a BD São Rafael II está implantada em um lote urbano, distante do ponto de lançamento no Córrego do Tanquinho, não foi possível registrar o local de desague dessa unidade. Provavelmente, as águas pluviais são encaminhadas por meio de tubulação subterrânea até o referido curso d'água.

Observou-se que as calçadas ao redor da unidade não estavam concretadas e possuíam grande quantidade de solo exposto e de vegetação. Outro ponto a destacar é que as calçadas são locais frequentes para a deposição de resíduos sólidos e materiais de construção, como pedra britada e areia. Situação que impossibilita o uso destas calçadas pela população.

Durante o terceiro registro, observou-se o corte da vegetação no interior da BD São Rafael II, porém sem a retirada destes resíduos. Isso impediu a observação da tubulação de saída no fundo da bacia, bem como avaliar se ocorria o enchimento e esvaziamento, durante a ocorrência do evento de precipitação. Embora fosse possível escutar o escoamento d'água na estrutura de saída.

6.3.14. Bacia de Detenção Jardim dos Oitis

A Bacia de Detenção (BD) Jardim dos Oitis está inserida na sub-bacia do Córrego do Tanquinho, margem esquerda desse curso d'água e a montante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. Essa BD ocupa toda quadra limitada pela Rua José Maria Ferreira Brandão, Rua Prof. Manoel Cerqueira Leite, Avenida Jerônima Marques Barbosa e Avenida D, no bairro Jardim dos Oitis (Figura 58).

Figura 58 – Localização da BD Jardim dos Oitis



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O loteamento Jardim dos Oitis é um bairro localizado na região norte do município, ao lado dos bairros Jardim Boa Vista, Jardim Roberto Selmi Dei e Jardim São Rafael II. Possui

451 lotes residenciais e comerciais. Na Figura 59 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento, com a indicação da BD.

Figura 59 – Área do Jardim dos Oitis com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento e a BD estão inseridos na ZOPRE – AEIS. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD Jardim dos Oitis foi construída em decorrência da implantação do loteamento Jardim dos Oitis, com o intuito de minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Córrego do Tanquinho, Ribeirão das Cruzes e, em especial, sobre a Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município, a jusante desse empreendimento.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 14): primeiro (julho/2016), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 30.

Desde a primeira visita, não houve dificuldades para se aproximar e acessar a BD Jardim dos Oitis, visualizando todas suas estruturas internas e externas. Inclusive no interior dessa unidade havia uma espécie de árvore conhecida popularmente como Paineira, cujo nome científico é *Chorisia speciosa (Bombacaceae)* (IBF, 2017). Vale destacar que, no momento da escavação dessa BD, a referida árvore já existia no local e devido ao seu porte e

espécie ela foi mantida. Isso justifica a equidade do nível da base da árvore com o cume dos taludes da BD.

Durante o primeiro registro observou-se que a vegetação no interior da bacia estava escassa e seca. Nos demais registros essa característica se modificou, e o excesso de vegetação se tornou um ponto desfavorável para a observação desta unidade e de suas estruturas, em especial, durante as visitas associadas ao evento de precipitação.

Outros pontos relevantes observados foram a existência de rampa de acesso, a deposição inadequada de resíduos sólidos de construção civil, com maior frequência, no entorno da unidade. E a grande quantidade de sedimentos dentro da unidade e depositados nas estruturas de entrada d'água da BD.

A BD Jardim dos Oitis possuía duas estruturas de entrada d'água e uma estrutura de saída d'água, todas em concreto. As estruturas de entrada, denominadas de estrutura de entrada I e estrutura de entrada II, possuíam a tubulação acoplada ao muro de ala com dissipadores de energia do tipo degraus e blocos de impacto, em concreto.

A estrutura de saída, por sua vez, possuía uma tubulação de fundo conectada ao extravasor, o qual continha escada hidráulica para dissipar a energia da água, no caso de sua utilização ser necessária. Ressalva-se que durante as visitas, observou-se que o escoamento de água pela tubulação de saída exercia grande impacto na parede defronte ao escoamento, danificando a estrutura. Além disso, a proximidade dessa estrutura com a rua e a ausência de isolamento e proteção da mesma, foram fatores preocupantes que deveriam ser evitados em uma área urbanizada, predominantemente residencial.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção no entorno da BD Jardim dos Oitis, observou-se a ausência de alambrado em quase todo seu entorno. Não foi observada, também, a existência de portão para inibir o acesso à unidade.

Como a BD Jardim dos Oitis estava inserida no meio do bairro, seu lançamento não foi registrado, o qual provavelmente realiza-se no sistema público de drenagem urbana. Seu local de implantação favoreceu a análise de seu entorno, onde se observou a ausência de calçadas pavimentadas, fator que dificulta a mobilidade da população nesta área.

Durante as visitas, associadas ao evento de precipitação, não foi possível avaliar o enchimento e esvaziamento da BD Jardim dos Oitis. Porém, foi possível verificar o escoamento intenso da água, proveniente da estrutura de entrada até a tubulação de saída. Além disso, durante estes registros, observou-se a vazão de água constante na tubulação de saída.

Uma particularidade da BD Jardim dos Oitis foi a utilização de parte de seu interior, mais próximo das estruturas de entrada, para a plantação de árvores frutíferas e hortaliças, por um morador do bairro. Essa mesma pessoa realiza a manutenção parcial da BD e busca inibir a depredação do alambrado restante e da deposição inadequada de resíduos no interior e entorno da BD, realizada por outros moradores.

6.3.15. Bacia de Detenção Vista do Horto

A Bacia de Detenção (BD) Vista do Horto está inserida na sub-bacia do Córrego do Tanquinho, na margem direita do curso d'água e a montante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a essa bacia pode ser realizado pela Rua Dalvio Antônio de Souza, no bairro Jardim Adalberto (Figura 60).

Figura 60 – Localização da BD Vista do Horto



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Residencial Vista do Horto está localizado a norte do município, ao lado do bairro Jardim Adalberto Roxo. Possui 369 lotes sendo 356 residenciais e 13 comerciais. Na Figura 61 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento e da BD.

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio está inserido ZOPRE – APRM, enquanto que a BD localiza-se na ZAMB – ZORA. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

Figura 61 – Área do Residencial Vista do Horto com a indicação da BD



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

A BD Vista do Horto foi construída em decorrência da implantação do referido loteamento, com o intuito de minimizar os impactos da urbanização sobre o Córrego do Tanquinho, Ribeirão das Cruzes e, em especial, sobre a Represa das Cruzes, responsável por parte do abastecimento de água superficial do município, a jusante desse empreendimento.

Para unidades de detenção em fase de implantação, como é o caso da presente BD, não houve registros associados a eventos de precipitação, uma vez que as análises poderiam não representar a realidade desta unidade após a finalização das obras do loteamento. Contudo, para essa BD foram realizados dois registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 15): em julho/2017 e janeiro/2018, ambos não associados a evento de precipitação.

Em ambas as visitas, não houve dificuldades para acessar a BD Vista do Horto e visualizar suas estruturas implantadas. Na primeira visita observou-se grande quantidade de sedimentos no interior da bacia; solo exposto em áreas a montante da BD, decorrentes da movimentação de terra das obras do loteamento; e ausência de alambrados e portão. Essa unidade continha rampa de acesso, estruturas de entrada d'água, estrutura de saída d'água e proteção dos taludes com grama.

A BD Vista do Horto possuía uma estrutura de entrada d'água e uma estrutura de saída d'água. A estrutura de entrada d'água consistia em uma tubulação conectado ao muro de ala com pequenos degraus para dissipar a energia da água. O destaque dessa estrutura foi a ausência de outros dissipadores de energia para evitar a ocorrência de processos erosivos no fundo e taludes da BD. A estrutura de saída d'água, por sua vez, consistia em uma tubulação de fundo acoplada ao extravasor. Nessa estrutura observou-se a marca d'água, indicando o

alcance do nível d'água na unidade. Ressalva-se ainda que os taludes de ambas as estruturas, de entrada e de saída, não possuíam cobertura vegetal, estando o solo exposto.

O trecho de lançamento d'água no Córrego do Tanquinho estava em fase de implantação, porém foi possível registrar os poços de visita (PV) construídos, em concreto, entre a bacia e o curso d'água devido ao elevado desnível do terreno. Inclusive estes PV não possuíam qualquer tipo de proteção (cobertura/fechamento) para evitar acidentes. Ressalva-se que a área estava totalmente aberta e acessível a qualquer pessoa.

A saída da tubulação, responsável pelo deságue no córrego, estava acoplada ao muro de ala com dissipadores de energia do tipo degraus e blocos de impacto. Essa estrutura estava implantada a poucos metros do leito do Córrego do Tanquinho e apresentava ao seu redor solo exposto e sedimentos entre os dissipadores de energia.

Durante a segunda visita a essa BD, observou-se a implantação do alambrado em seu entorno e a instalação do portão. Além da construção de dissipadores de energia do tipo blocos de impacto na estrutura de entrada d'água.

Os PV posicionados entre a BD e o Córrego do Tanquinho foram fechados com uma tampa de concreto e o solo no seu entorno estava coberto com vegetação gramínea em adequado estado de conservação. Por fim, o ponto de desague das águas no referido curso d'água ainda apresentava grande quantidade de sedimentos, os quais estavam perceptíveis também no leito do córrego do Tanquinho.

6.3.16. Bacia de Detenção Santa Luzia

A Bacia de Detenção (BD) Jardim Santa Luzia está inserida na sub-bacia do Córrego do Serralhal, margem direita desse curso d'água e a montante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a essa unidade pode ser realizado pela Rua João Maria Bellini, entre as Avenidas Primo Zavanelia e Luiz Carlos Machado, no bairro Santa Luzia (Figura 62).

Figura 62 – Localização da BD Santa Luzia



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Jardim Santa Luzia está localizado a norte do município, entre os bairros Jardim Indaiá e Serra Azul. Possui 461 lotes residenciais e comerciais, e está em fase de vendas de lotes. Na Figura 63 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento e da BD.

Figura 63 – Área do Jardim Santa Luzia com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento e a BD estão inseridos na ZOPRE – APRM. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD Santa Luzia foi construída devido à implantação do referido loteamento, com o intuito de minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Córrego do Serralhal, Ribeirão das Cruzes e, em especial, a Represa das Cruzes, ponto de captação superficial do município, a jusante do empreendimento.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 16): primeiro (julho/2017), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (janeiro/2018), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 31.

Na BD Santa Luzia, desde a primeira visita, não houve dificuldades para se aproximar e visualizar todas as estruturas da BD. Em todas as visitas, foi observada grande quantidade de sedimentos no interior da BD e lâmina d'água permanente nas proximidades das estruturas de entrada d'água, indicando que os sedimentos carregados com a água pluvial estão impedindo que a mesma escoe até a estrutura de saída.

A BD Santa Luzia possuía duas estruturas de entrada d'água e uma estrutura de saída d'água, todas em concreto. As estruturas de entrada d'água (Estrutura de Entrada I e Estrutura de Entrada II) continham o muro de ala sem dissipadores de energia aparentes. A estrutura de saída d'água, por sua vez, era constituída por uma tubulação de saída no fundo da bacia, acoplado ao extravasor. Essa tubulação era envolta por um gradeamento para retenção de sólidos carregados com a água pluvial. Ressalva-se que durante a primeira visita esse gradeamento estava completamente obstruído.

Não foram identificados resíduos sólidos no interior e no entorno da BD Santa Luzia, apenas no gradeamento da tubulação de saída, como descrito anteriormente. Ressalva-se que no entorno da unidade havia áreas de plantio de árvores, as quais podem futuramente se integrar a APP do Córrego do Serralhal.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, observou-se que a BD Santa Luzia estava totalmente cercada por alambrados e seu portão se manteve trancado em todas as visitas realizadas. Vale destacar que o alambrado possuía uma pequena abertura, pelo qual foi possível adentrar a unidade para realizar o registro fotográfico detalhado.

Observou-se ainda o ponto de lançamento da BD Santa Luzia no Córrego do Serralhal, constituído por uma tubulação conectada ao muro de ala, com dissipadores de energia do tipo blocos de impacto em concreto. Verificou a proximidade dessa estrutura de lançamento com o leito do curso d'água, bem como pontos de assoreamento as margens do curso d'água após o ponto de desague da BD.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, foi observado enchimento da BD e presença de lâmina d'água próxima as estruturas de entrada. Não foram observados o extravasamento da água nem o transbordamento da unidade.

6.3.17. Bacia de Detenção Maria Luiza IV

A Bacia de Detenção (BD) Maria Luiza IV está inserida na Sub-bacia do Córrego do Cupim, na margem direita do curso d'água e a jusante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a esta unidade pode ser realizado pela Avenida 04, no bairro Jardim Maria Luiza IV (Figura 64).

Figura 64 – Localização da BD Maria Luiza IV



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Jardim Maria Luiza IV está localizado a norte do município, ao lado o bairro Cidade Jardim. Possui mais e 830 lotes residenciais e comerciais. Na Figura 65 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento e da BD.

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento e a BD estão inseridos na ZOEMI-AEIU-ACOP. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD Maria Luiz IV foi construída em decorrência da implantação do loteamento Maria Luiza IV. Seu objetivo é minimizar os impactos dessa urbanização sobre o Córrego do Cupim, afluente do Ribeirão das Cruzes.

Figura 65 – Área do Jardim Maria Luiza IV com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 17): primeiro (janeiro/2018), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Desde a primeira visita, não houve dificuldades para se aproximar da BD Maria Luiza IV. Porém, devido ao excesso de vegetação, em especial na primeira visita, a identificação e visualização das estruturas foi comprometida, sendo possível observar com mais detalhes a estrutura de saída.

A BD Maria Luiza IV possuía uma estrutura de entrada d'água e uma estrutura de saída d'água. A estrutura de entrada não foi possível visualizar, detalhadamente, porém observou-se grande quantidade de sedimentos e presença de lâmina d'água permanente próxima a mesma. A estrutura de saída, por sua vez, consistia em uma estrutura retangular com abertura retangular no fundo da bacia e outra abertura acima, além do extravasor no topo do referido dispositivo.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, observou-se que a BD Maria Luiza IV estava totalmente cercada por alambrados e seu portão se manteve trancado em todas as visitas realizadas. Vale destacar que havia um portão adicional, de pequenas dimensões (para acesso de pessoas), fixado junto ao alambrado, ficando trancado em todas as visitas.

Não foram identificados resíduos sólidos no interior da BD, apenas no entorno da unidade com a deposição inadequada de resíduos sólidos de construção civil. No entorno

ainda, havia vários pontos com excesso de vegetação, impedindo percorrer ao redor da unidade e, assim, registrar o ponto de lançamento no Córrego do Cupim.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, foi observado o enchimento da BD Maria Luiza IV (durante um evento) e seu esvaziamento (logo após um evento), não sendo registrados o alcance do nível do extravasor nem o transbordamento da unidade.

Uma particularidade desta BD foi a presença de animais domesticados no interior e no entorno da unidade, observados durante todas as visitas, como cavalos e vacas.

6.3.18. Bacia de Detenção Village Damha III 1

A Bacia de Detenção (BD) Village Damha III 1 está inserida na sub-bacia do Córrego do Cupim, margem direita desse curso d'água e a jusante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a esta unidade pode ser realizado pelo cruzamento da Av. Dom Carlos Carmelo com a Av. Deputado Federal Mário Eugênio, próximo a lateral do Residencial Village Damha III (Figura 66).

Figura 66 – Localização da BD Village Damha III 1



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Residencial Village Damha III 1 é um condomínio fechado de alto padrão que possui 450 lotes residenciais. Seu entorno é caracterizado pela grande ocupação de condomínios Damha. Na Figura 67 é apresentada uma delimitação aproximada da gleba onde foi implantado o Condomínio Village Damha III e IV, assim como a indicação da BD.

Figura 67 – Área dos Condomínios Damha I / Village Damha III-IV e da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio está compreendido na ZOEMI-AEIU, enquanto que a BD está inserida no CIECO – Corredor de Integração Ecológica. As características destas zonas foram descritas no item 5.4.

A BD Village Damha III 1 foi construída em decorrência da implantação dos condomínio Village Damha III, com o intuito de minimizar os impactos da urbanização sobre o Córrego do Cupim, provocada pela implantação destes condomínios. Para a detenção das águas pluviais destes condomínios há outra BD descrita no item 6.3.19.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 18): primeiro (janeiro/2018), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Na BD Village Damha III 1, desde a primeira visita, não houve problemas para se aproximar e visualizar as estruturas dessa unidade. Embora houvesse excesso de vegetação no interior da unidade, foi possível observar as estruturas de entrada e saída d'água, e a rampa de acesso, bem como as condições dos taludes e do fundo da unidade.

A BD Village Damha III 1 possuía uma estrutura de entrada e uma estrutura de saída da água, ambas em concreto e posicionadas uma defronte a outra. A estrutura de entrada consistia em uma tubulação acoplada ao muro de ala, com dissipadores de energia do tipo degraus, em concreto. A estrutura de saída d'água, por sua vez, continha uma tubulação de

fundo conectada a estrutura do extravasor, também em concreto. Ressalva-se que os taludes de ambas as estruturas de entrada e saída, apresentavam solo exposto, podendo carrear sedimentos para o interior da unidade.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, foi observado alambrado, em todo o perímetro da BD, e o portão, o qual se manteve trancado em todas as visitas, inibindo acesso de pessoas não autorizadas no interior da unidade.

No entorno da BD Village Damha III 1 foram observadas áreas de plantio de mudas, com solo totalmente exposto, com pontos de erosão, situação que pode comprometer o desenvolvimento das mudas. Não foi possível visualizar o ponto de lançamento da água no córrego do Cupim, devido a dificuldades de acessar a margem desse curso d'água.

Durante as visitas associadas aos eventos de precipitação, foi observado o enchimento da unidade e a marca do nível d'água (N.A.) na estrutura de saída. Porém, não foi registrada saída d'água pelo extravasor nem o transbordamento da unidade; apenas a presença de lâmina d'água nas proximidades da estrutura de entrada.

6.3.19. Bacia de Detenção Village Damha III 2

A Bacia de Detenção (BD) Village Damha III 2 está inserida na sub-bacia do Córrego do Cupim, margem direita desse curso d'água e a jusante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a esta unidade pode ser realizado pelo cruzamento da Av. Dom Carlos Carmelo com a Av. Deputado Federal Mário Eugênio, próximo a lateral do Residencial Village Damha III (Figura 68).

Figura 68 – Localização da BD Village Damha III 2



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

A descrição do Residencial Village Damha III foi realizada no item 6.3.18. Na Figura 69 é apresentada uma delimitação aproximada da gleba onde foi implantado o Condomínio Village Damha III, assim como a indicação da BD.

Figura 69 – Área da gleba do Condomínio Residencial Village Damha III 2 e da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio está compreendido na ZOEMI-AEIU, enquanto que a BD está inserida no CIECO – Corredor de Integração Ecológica. As características destas zonas foram descritas no item 5.4.

A BD Village Damha III 2 foi construída em decorrência da implantação dos condomínio Village Damha III. Além deste, essa unidade recebe as águas pluviais do condomínio Damha I. Essa detenção tem o intuito de minimizar os impactos da urbanização sobre o Córrego do Cupim, provocada pela implantação destes condomínios.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 19): primeiro (janeiro/2018), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Na BD Village Damha III 2, desde a primeira visita, não houve problemas para se aproximar e visualizar as estruturas dessa unidade. Assim, verificou-se a existência de rampa de acesso e cobertura vegetal em quase toda área dos taludes; a ausência de resíduos sólidos

no interior e entorno da bacia. E da presença de lâmina d'água próximas às estruturas de entrada e de grande quantidade de sedimento dentro da unidade.

A BD Village Damha III 2 possuía duas estruturas de entrada e uma estrutura de saída da água, todas em concreto. Cada estrutura de entrada consistia em uma tubulação acoplada ao muro de ala, com dissipadores de energia do tipo degraus, em concreto. A estrutura de saída d'água, por sua vez, continha uma tubulação de fundo conectada a estrutura do extravasor, também em concreto. Ressalvam-se ainda medidas de contenção nos taludes da estrutura de saída d'água desta BD.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, observou-se a existência de alambrado, em todo o perímetro da BD, e do portão, o qual se manteve trancado em todas as visitas, inibindo acesso de pessoas não autorizadas no interior da unidade.

O entorno da BD Village Damha III 2 foi caracterizado por áreas de plantio de mudas e resíduos de construção civil, como pedras e partes de tubulação de concreto. Não foi possível visualizar o ponto de lançamento da água no córrego do Cupim, devido a dificuldades de acessar a margem desse curso d'água.

Durante as visitas associadas aos eventos de precipitação, foi observado o enchimento desta BD e a saída pela tubulação de fundo. Não foram registrados, durante estas visitas, a saída d'água pelo extravasor nem o transbordamento da unidade. Vale ressaltar o acúmulo de água no interior da BD, próximo à estrutura de entrada da unidade.

6.3.20. Bacia de Detenção Village Damha II

A Bacia de Detenção (BD) Village Damha II está inserida na sub-bacia do Córrego do Cupim, margem direita desse curso d'água e a jusante da Represa das Cruzes, ponto de captação de água superficial. O acesso a esta unidade pode ser realizado pelo cruzamento da Av. Dom Carlos Carmelo com a Av. Deputado Federal Mário Eugênio, a jusante das BD Village Damha III (Figura 70).

Figura 70 – Localização da BD Damha II



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Residencial Village Damha II é um condomínio fechado de alto padrão que possui 400 lotes residenciais. Seu entorno é caracterizado pela grande ocupação de condomínios Damha. Na Figura 71 é apresentada uma delimitação aproximada da gleba onde foi implantado o Condomínio Village Damha II, assim como a indicação da BD.

Figura 71 – Área da gleba do Condomínio Residencial Village Damha II com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio está compreendido na ZOEMI-AEIU, enquanto que a BD está inserida no CIECO – Corredor de Integração Ecológica. As características destas zonas foram descritas no item 5.4.

A BD Village Damha II foi construída devido a implantação dos condomínios Village Damha I e II, com o intuito de minimizar os impactos da urbanização sobre o Córrego do Cupim, provocada pela implantação deste condomínio.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 20): primeiro (julho/2017), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (janeiro/2018), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (janeiro/2018), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Na BD Village Damha II, desde a primeira visita, houve problemas para se aproximar e visualizar as estruturas dessa unidade, devido ao excesso de vegetação no interior e entorno da unidade. Porém as estruturas de entrada d'água puderam ser registradas por causa de uma abertura no alambrado, próxima as mesmas. Enquanto que a estrutura de saída não foi visualizada.

A BD Village Damha II possuía duas estruturas de entrada e uma estrutura de saída da água, todas em concreto. As estruturas de entrada foram denominadas de Estrutura de entrada 1, maior diâmetro, e Estrutura de entrada 2, menor diâmetro, ambas possuem dissipadores de energia do tipo degraus em concreto, com o acréscimo de blocos de impacto para a estrutura 1 e da deposição de pedras para a estrutura 2. Ressalva-se ainda que foi registrada a deposição de sedimentos e presença de lâmina d'água na estrutura 1, enquanto que na outra entrada dessa BD, observou-se o excesso de vegetação e presença de lâmina d'água, também.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, observou-se que essa BD estava cercada parcialmente por alambrado. Havia no alambrado uma placa de identificação com os dizeres: “PROPRIEDADE PARTICULAR. PROIBIDO A ENTRADA E PROIBIDO NADAR”. Não foi identificado o portão de acesso à unidade.

Durante as visitas associadas aos eventos de precipitação, não foi possível observar o enchimento e esvaziamento desta unidade, apenas a presença de lâmina d'água em uma das estruturas de entrada da unidade, durante a visita realizada após o evento de precipitação.

6.3.21. Bacia de Detenção São Bento 1

A Bacia de Detenção (BD) São Bento 1 está inserida na Sub-bacia do Córrego Água dos Paióis, na margem direita desse curso d'água e a jusante do ponto de captação realizado no Córrego Água dos Paióis. Esta unidade está implantada nas margens da Rua Roque Piedade de Oliveira, no Jardim São Bento, ainda em obras. O acesso a esse loteamento aberto é realizado pela Avenida Augusto Bernardi, no bairro Jardim Águas do Paiol (Figura 72).

Figura 72 – Localização da BD São Bento 1



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Jardim São Bento, localizado próximo do bairro Águas do Paiol, está em fase de vendas de lotes. Na Figura 73 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento e da BD.

Figura 73 – Área do Delimitação do Jardim São Bento com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento está compreendido na ZOEMI-AEIU-ACOP, enquanto que a BD está inserida no CIECO – Corredor de Integração Ecológica. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD São Bento é responsável pela detenção das águas pluviais provenientes da área de contribuição do referido loteamento. Dessa maneira, essa detenção tem como intuito minimizar os impactos da urbanização sobre o Córrego Águas do Paiol, provocada pela implantação deste loteamento.

Para unidades de detenção em fase de implantação, como é o caso da presente BD, não houve registros associados a eventos de precipitação, uma vez que as análises poderiam não representar a realidade desta unidade após a finalização das obras do loteamento. Contudo, para essa BD foram realizados dois registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 21): em janeiro/2017 e junho/2017, ambos não associados a evento de precipitação.

Em ambas as visitas, não houve dificuldades para acessar a BD São Bento 1 e visualizar suas estruturas, implantadas até aquele momento. Durante a primeira visita observou-se que grande parte dos taludes e do fundo da BD não estavam protegidos com cobertura vegetal; havia solo exposto em áreas a montante da BD, decorrentes da movimentação de terra das obras do loteamento, e ausência de alambrados e portão. Essa unidade continha rampa de acesso, estruturas de entrada d'água e estrutura de saída d'água, sendo que estas estavam em fase de implantação. Além do ponto de lançamento na margem do Córrego Águas dos Paióis, já implantado nesse momento.

Na segunda visita, por sua vez, as estruturas de entrada e de saída estavam implantadas e em operação, e havia cobertura vegetal nos taludes da BD São Bento 1, estando ausentes os elementos de isolamento e proteção. Observou-se também o excesso de sedimentos presentes no interior da BD e nas estruturas de entrada e saída d'água, assim como no ponto de lançamento.

A BD São Bento possuía duas estruturas de entrada d'água e uma estrutura de saída d'água, todas em concreto. Destaca-se que havia uma estrutura de entrada (entrada 1) localizada mais próxima do ponto de saída da bacia, enquanto que a outra estrutura (entrada 2) estava posicionada mais ao meio da unidade. As estruturas de entrada eram constituídas por tubulações acopladas a muros de alas com dissipador de energia do tipo degraus, em concreto. A estrutura de saída d'água, por sua vez, era composta por uma tubulação de fundo, conectado a um muro de ala, em concreto.

O ponto de lançamento d'água no Córrego Água dos Paióis se caracterizava pelo desague das águas na margem do referido curso d'água, estando distante do seu leito. Essa estrutura constituía-se de uma tubulação conectada ao muro de ala com degrau em concreto. Outros tipos de dissipadores de energia não foram observados. Ressalva-se que nessa estrutura havia solo exposto e empilhado nas laterais da tubulação, presença de sedimentos e ponto de afloramento do lençol freático na lateral esquerda da estrutura.

Segundo informações do corpo técnico da construtora responsável pela implantação da BD e do loteamento São Bento, durante a execução da unidade, ocorreu em seu interior, o afloramento do lençol freático que cessou sem a necessidade de intervenção com medidas de engenharia. Contudo, durante a segunda visita, estava em elaboração um estudo para avaliar a necessidade de implantar drenos no fundo da bacia.

Quanto aos resíduos sólidos, os mesmos não foram observados no interior nem no entorno da BD, em ambas as visitas. Situação esperada, uma vez que as residências estavam em fase de obras, não havendo moradores no local, com exceção do canteiro de obras.

A previsão de entrega do loteamento Jardim São Bento estava prevista para fevereiro de 2018, porém o prazo foi adiado devido à ocorrência de precipitações. Ressalva-se que para a entrega final do loteamento, será realizada a retirada dos sedimentos presentes nas estruturas e no interior da BD, assim como demais ações de limpeza geral da estrutura e a instalação do alambrado e portão.

6.3.22. Bacia de Detenção São Bento 2

A Bacia de Detenção (BD) São Bento 2 está inserida na Sub-bacia do Córrego Água dos Paióis, na margem direita desse curso d'água e a jusante do ponto de captação realizado no Córrego Água dos Paióis. Esta unidade está implantada nas margens da Rua Roque Piedade de Oliveira, no Jardim São Bento, ainda em obras, distante da BD São Bento 2 cerca de 100 metros. O acesso a esse loteamento aberto é realizado pela Avenida Augusto Bernardi, no bairro Jardim Águas do Paiol (Figura 74).

Figura 74 – Localização da BD São Bento 2



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

A descrição do residencial Jardim São Bento foi realizada no item 6.3.21. Na Figura 75 é apresentada uma delimitação aproximada da área do loteamento e da BD.

Figura 75 – Área do Delimitação do Jardim São Bento com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o loteamento está compreendido na ZOEMI-AEIU-ACOP, enquanto que a BD está inserida no CIECO – Corredor de Integração Ecológica. As características destas zonas foram apresentadas no item 5.4.

A BD São Bento é responsável pela detenção das águas pluviais provenientes da área de contribuição do referido loteamento. Dessa maneira, essa detenção tem como intuito

minimizar os impactos da urbanização sobre o Córrego Águas do Paiol, provocada pela implantação deste loteamento.

Para unidades de retenção em fase de implantação, como é o caso da presente BD, não houve registros associados a eventos de precipitação, uma vez que as análises poderiam não representar a realidade desta unidade após a finalização das obras do loteamento. Contudo, para essa BD foram realizados dois registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 22): em janeiro/2017 e junho/2017, ambos não associados a evento de precipitação.

Em ambas as visitas, não houve dificuldades para acessar a BD São Bento 2 e visualizar suas estruturas, implantadas até aquele momento. Durante a primeira visita observou-se que grande parte dos taludes e do fundo da BD não estavam protegidos com cobertura vegetal; havia solo exposto em áreas a montante da BD, decorrentes da movimentação de terra das obras do loteamento, e ausência de alambrados e portão. Essa unidade continha rampa de acesso e suas estruturas de entrada e de saída d'água estavam em fase de implantação.

Na segunda visita, por sua vez, as estruturas de entrada e de saída estavam implantadas e em operação, e havia cobertura vegetal, em grande parte dos taludes da BD São Bento 2, estando ausentes os elementos de isolamento e proteção. Observou-se também o excesso de sedimentos presentes no interior da BD e o ponto de lançamento d'água no Córrego Águas dos Paióis.

A BD São Bento possuía uma estrutura de entrada d'água e uma estrutura de saída d'água, todas em concreto. Estas estruturas estavam implantadas uma de frente a outra. A estrutura de entrada consistia em uma tubulação acoplada ao muro de ala com dissipador de energia, em concreto, do tipo degraus e colchão com a deposição de vários corpos de prova para concreto. A estrutura de saída d'água, por sua vez, era composta por uma tubulação de fundo, conectada a um muro de ala, em concreto. Importante destacar que essa estrutura estava acima do nível de fundo da bacia, impossibilitando o escoamento da água. Embora não se saiba o motivo dessa diferença de cota, o mais provável é que foi uma medida adotada para evitar o entupimento da saída, levando em conta a deposição de sedimentos no fundo da unidade.

O ponto de lançamento d'água no Córrego Água dos Paióis se caracterizava pelo desague das águas na margem do referido curso d'água, estando distante do seu leito. Essa estrutura constituía-se de uma tubulação conectada ao muro de ala com a disposição de corpos de prova para dissipar a energia d'água. Observou-se ainda que esta estrutura estava abaixo do

nível do terreno, não sendo possível o escoamento d'água para o curso d'água e favorecendo a permanência de lâmina d'água na estrutura e ao seu redor.

Quanto aos resíduos sólidos, os mesmos não foram observados no interior nem no entorno da BD, em ambas as visitas. Situação esperada, uma vez que as residências estavam em fase de obras, não havendo moradores no local, com exceção do canteiro de obras.

Como já descrito no 6.2.21, na entrega final do loteamento Jardim São Bento será realizada a retirada dos sedimentos presentes nas estruturas e no interior da BD, assim como demais ações de limpeza geral da estrutura e a instalação do alambrado e portão.

6.3.23. Bacia de Detenção Atlanta

A Bacia de Detenção (BD) Atlanta está inserida na Sub-bacia do Córrego Água dos Paióis, na margem esquerda do curso d'água e a jusante do ponto de captação no Córrego Água dos Paióis. O acesso a essa unidade é realizado pela Avenida Governador Orestes Quércia com a Rua Maria Marcelina de Campos, no loteamento Atlanta (Figura 76).

Figura 76 – Localização da BD Atlanta



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O empreendimento denominado de Atlanta para a presente pesquisa consiste em um conjunto de loteamentos abertos horizontais e verticais, localizado a leste do município, ao lado dos bairros Lupo I e Lupo II. Na Figura 77 é apresentada a delimitação aproximada da área do conjunto Atlanta com a indicação da BD.

Figura 77 – Área dos empreendimentos Atlanta com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio e a BD estão inseridos na ZOEMI-AEIU-ACOP. As características desta zona foram apresentadas no item 5.4.

A BD Atlanta foi construída devido à implantação do loteamento Parque Atlanta. Tem como intuito minimizar os impactos da urbanização sobre o Córrego Água dos Paióis, provocada pela implantação deste loteamento.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 23): primeiro (janeiro/2017), sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo (março/2017), após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro (maio/2017), durante o evento de precipitação. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 28 e 30.

Desde a primeira visita, não houve dificuldades para se aproximar da BD Atlanta e visualizar suas estruturas internas e seu entorno. Vale destacar que foi possível observar as melhorias realizadas nesta unidade se comparados o primeiro e segundo registro. Esse fato reforça as possibilidades de revitalização e adequação de unidades de detenção em precário estado de conservação.

A BD Atlanta possuía uma estrutura de entrada e uma estrutura de saída d'água, ambas em concreto. A estrutura de entrada consistia em uma tubulação conectada ao muro de ala com dissipadores de energia, em concreto, do tipo degraus e blocos de impacto.

A estrutura de saída, por sua vez, durante a primeira visita, consistia, unicamente, em uma tubulação de fundo exposta e apoiada ao solo, sem estrutura de extravasão. Em suas

proximidades, observaram-se pontos expressivos de erosão nos taludes e no fundo da BD, sendo que neste último a erosão se iniciava desde a estrutura de entrada. No entanto, a partir da segunda visita, observaram-se melhorias significativas na estrutura de saída, com a implantação do extravasor com gradeamento, para a retenção de resíduos sólidos, acoplado à tubulação de fundo.

Quanto aos elementos de isolamento e proteção, observou-se que a BD Atlanta estaca totalmente cercada por alambrado, em adequado estado de conservação; e, embora houvesse portão para inibir o acesso à unidade, o mesmo não se encontrou trancado, permitindo adentrar a BD.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, foi possível observar o enchimento e esvaziamento da BD Atlanta. Na visita realizada logo após a precipitação, registrou-se o nível em que a água alcançou a partir da marca de resíduos sólidos presentes nos taludes e, também, na tela de cobertura do extravasor da BD. Isso indicou que houve saída d'água pelo extravasor. Já na visita realizada durante a ocorrência de precipitação, a BD estava cheia, porém sem resíduos sólidos no gradeamento do extravasor, mesmo havendo resíduos sobre a água e talude. Em ambas as visitas, o transbordamento da unidade não foi registrado.

Importante destacar que, mesmo havendo grande quantidade de resíduos sólidos retida no gradeamento do extravasor, observou-se a retirada dos mesmos, entre a segunda e terceira visita, demonstrando que há um acompanhamento regular desta unidade, fator importante para manter a BD em condições adequadas de operação e manutenção.

Outro ponto relevante observado foi a presença de lâmina d'água próximo a estrutura de entrada e de sedimentos no fundo da BD. Ressalva-se ainda a grande quantidade de resíduos sólidos carreados pela água pluvial, como anteriormente descrito.

O entorno da BD Atlanta foi caracterizado por áreas de plantio de mudas, com pontos isolados de excesso de vegetação, os quais não foram observados em todas as visitas. Vale destacar ainda que, devido à distância dessa unidade até o ponto de lançamento no Córrego Água dos Paióis, não foi possível visualizar e caracterizar o local de desague desta bacia.

6.3.24. Bacia de Detenção Bella Vittá

A Bacia de Detenção (BD) Bella Vittá, está inserida na Sub-bacia do Ribeirão do Ouro, na margem esquerda do curso d'água e a jusante do SBD Alamedas, anteriormente apresentado. O acesso a essa unidade é realizado pela Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros – SP-255, km 84 (Figura 78).

Figura 78 – Localização da BD Bella Vittá



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

O Condomínio Bella Vittá é um condomínio fechado, localizado ao lado do condomínio Jardim Maria Luiza II e próximo ao bairro Campus Ville. Ainda está em fase de venda de lotes, sem construções até o momento. Possui 352 lotes, sendo 348 residenciais e 4 comerciais. Na Figura 79 é apresentada uma delimitação aproximada da gleba onde foi implantado o Condomínio Bella Vittá, assim como a indicação da BD.

Figura 79 – Área da gleba do Condomínio Bella Vittá com a indicação da BD



Legenda: — SBD — Delimitação da área do bairro

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Segundo o Mapa 13 – Mapa Estratégico do Modelo Espacial e Zoneamento Urbano / Anexo I da Lei Complementar Proposta do PDDPA, o condomínio e a BD estão inseridos na ZOEMI – AEIU. As características desta zona foram apresentadas no item 5.4.

A BD Bella Vittá é responsável pela detenção das águas pluviais provenientes da área de contribuição do referido condomínio. Dessa forma, essa detenção tem como intuito minimizar os impactos da urbanização sobre o Ribeirão do Ouro, provocada pela implantação deste loteamento.

Para o reconhecimento desta BD e de seu entorno foram realizados três registros fotográficos (Apêndice IV, Folha 24): primeiro, sem a ocorrência do evento de precipitação; segundo, após o evento de precipitação (de 12hs a 24hs após o evento); e o terceiro, durante o evento de precipitação. Todos realizados em janeiro de 2018. Os eventos de precipitação estão associados aos hietogramas apresentados nas Figuras 29 e 31.

Desde a primeira visita, houve dificuldade em visualizar as estruturas internas da BD Bella Vittá, devido a presença de árvores de médio e grande porte no interior e próxima as estruturas. Importante ressaltar que parte do entorno dessa bacia foi caracterizado por calçadas não pavimentadas e com presença de vegetação alta e arbustos.

Ressalva-se que, de maneira parcial, foi possível observar uma estrutura de entrada d'água da BD Bella Vittá, a partir de uma imagem aérea dessa unidade realizada por drone. Assim como, foi identificada a presença de sedimentos e de lâmina d'água no interior da bacia. Quanto aos elementos de isolamento e proteção, observou-se que a BD Bella Vittá estava totalmente cercada por alambrado e possuía portão, inibindo o acesso fácil à unidade.

Durante as visitas associadas ao evento de precipitação, não foram registrados o enchimento e esvaziamento desta unidade, nem identificados marcas que indicassem o nível que a água alcançou. Não foi registrado, também, o transbordamento da unidade.

Destaca-se que, dentre as bacias pertencentes aos condomínios fechados, a BD Bella Vittá foi a única unidade de detenção localizada ao lado do condomínio e próxima da entrada do empreendimento. Portanto, de fácil visualização aos futuros moradores.

Durante as visitas foi possível notar ainda que, parte do prédio destinado à sede social, fitness e salão de jogos, tinha uma de suas faces direcionadas para a BD. Além disso, nesse trecho a delimitação do condomínio se fazia com o próprio alambrado da BD Bella Vittá, permitindo sua visualização, mesmo que parcialmente, dentro do condomínio.

Essa localização da unidade, em relação ao condomínio, pode favorecer a frequência e regularidade das práticas de manutenção desta área, devido a solicitações dos condôminos,

assim como promover o incentivo à implantação de usos múltiplos para o aproveitamento desse espaço.

6.4. Avaliação das unidades não associada a evento de precipitação

A observação direta dos SBD e das BD, não associada a evento de precipitação, foi realizada a partir de visitas *in loco* nas unidades implantados e em fase de implantação, tendo como resultado o registro fotográfico de cada bacia.

Para essa fase da pesquisa, portanto, foram aplicadas as Variáveis de Avaliação do Grupo 1 – Aspectos de Observação Direta das BD e SBD, não associados a evento de precipitação, conforme pode ser observado no Quadro 8.

A partir destas variáveis foi possível observar que a maioria das unidades de detenção estão localizadas fora do loteamento ou condomínio a que pertencem, com exceção da BD 9 e BD 10. Além disso, a maioria está inserida nas áreas verdes dos respectivos loteamentos ou condomínios, com exceção das BD 9, BD 10, BD 13 e BD 20, localizadas nas áreas institucionais.

No nível do solo, a maioria das unidades apresentou alta visibilidade, sendo estruturas de fácil visualização. Quanto aos elementos de isolamento e proteção, metade das unidades de detenção está totalmente fechada, o que indica inibição para acessar as mesmas. Já quanto ao estado de conservação, observa-se um equilíbrio entre as unidades, embora a maioria possua condições inadequadas de conservação.

O uso observado para as unidades demonstrou que a função hidrológica é a mais frequente, com exceção BD 4, BD 9, BD 10 e BD 13. Por fim, quanto a concentração de unidades de detenção por loteamento ou condomínio, observou-se que a maioria dos empreendimentos imobiliários possuem uma única unidade de detenção, ou seja, a detenção das águas pluviais é realizada de maneira concentrada.

Quadro 8 – Avaliação dos SBD e das BD com base nas Variáveis do Grupo 1

Unidade	Posição Relativa				Visibilidade	Isolamento	Conservação	Uso Observado	Concentração
	Condomínio	Loteamento	Área Verde	Área Institucional					
SBD 1	–	Fora	Dentro	–	Alta	Totalmente fechada	Inadequada	Somente hidrológica	Concentrada
SBD 2	–	Fora	Dentro	–	Média	Parcialmente aberta	Inadequada	Somente hidrológica	Concentrada
SBD 3	–	Fora	Dentro	–	Baixa	Parcialmente aberta	Parcialmente adequada	Somente hidrológica	Concentrada
SBD 4	–	Fora	Dentro	–	Alta	Unidade em implantação		Somente hidrológica	Concentrada
BD 1	–	Fora	Dentro	–	Alta	Parcialmente aberta	Parcialmente adequada	Somente hidrológica	Concentrada
BD 2	–	Fora	Dentro	–	Alta	Totalmente fechada	Inadequada	Somente hidrológica	Concentrada
BD 3	Fora	–	Dentro	–	Média	Totalmente fechada	Parcialmente adequada	Somente hidrológica	Distribuída
BD 4	Fora	–	Dentro	–	Média	Parcialmente aberta	Inadequada	Outro uso (Pesca)	Distribuída
BD 5	Fora	–	Dentro	–	Alta	Totalmente fechada	Adequada	Somente hidrológica	Concentrada
BD 6	Fora	–	Dentro	–	Alta	Totalmente fechada	Adequada	Somente hidrológica	Concentrada
BD 7	–	Fora	Dentro	–	Alta	Totalmente fechada	Adequada	Somente hidrológica	Concentrada
BD 8	–	Fora	Dentro	–	Alta	Totalmente aberta	Inadequada	Somente hidrológica	Concentrada

Legenda: (–): Não se aplica

Continua...

Quadro 8: Avaliação dos SBD e das BD com base nas Variáveis do Grupo 1

Unidade	Posição Relativa				Visibilidade	Isolamento	Conservação	Uso Observado	Concentração
	Condomínio	Loteamento	Área Verde	Área Institucional					
BD 9	–	Dentro	–	Dentro	Alta	Parcialmente aberta	Inadequada	Outro uso (animais)	Concentrada
BD 10	–	Dentro	–	Dentro	Alta	Parcialmente aberta	Inadequada	Outro uso (plantação)	Concentrada
BD 11	–	Fora	Dentro	–	Alta	Unidade em implantação		Somente hidrológica	Concentrada
BD 12	–	Fora	Dentro	–	Alta	Totalmente fechada	Inadequada	Somente hidrológica	Concentrada
BD 13	–	Fora	–	Dentro	Média	Totalmente fechada	Parcialmente adequada	Outro uso (animais)	Concentrada
BD 14	Fora	–	Dentro	–	Alta	Totalmente fechada	Parcialmente adequada	Somente hidrológica	Distribuída
BD 15	Fora	–	Dentro	–	Alta	Totalmente fechada	Inadequada	Somente hidrológica	Distribuída
BD 16	Fora	–	Dentro	–	Baixa	Parcialmente aberta	Inadequada	Somente hidrológica	Concentrada
BD 17	–	Fora	Dentro	–	Alta	Unidades em implantação		Somente hidrológica	Distribuída
BD 18	–	Fora	Dentro	–	Alta			Somente hidrológica	Distribuída
BD 19	Fora	–	Dentro	–	Média	Totalmente fechada	Parcialmente adequada	Somente hidrológica	Concentrada
BD 20	Fora	–	–	Dentro	Alta	Totalmente fechada	Parcialmente adequada	Somente hidrológica	Concentrada

Legenda: (–): Não se aplica

Fim.

Assim, com base nas observações realizadas e das variáveis apresentadas no Quadro 8, apresenta-se a seguir comentários sobre as unidades avaliadas:

- **SBD 1:** o estado de conservação, com vegetação crescida e resíduos no interior da unidade, poderia prejudicar sua função hidrológica, com redução do volume útil e obstruções nas estruturas de saída da água. O excesso de vegetação e de resíduos sólidos no entorno indicaram ausência ou demora de práticas de manutenção e uma apropriação inadequada destes espaços por parte dos moradores. Apenas as estruturas de isolamento estavam em condições adequadas de uso. Ressalva-se que o aspecto de abandono desta área é um fator que dificulta sua integração com a área urbana e a aceitação por parte da população.
- **SBD 2:** o estado de conservação neste caso também se demonstrou-se desfavorável à função hidrológica. A ausência de manutenção da área induz um aspecto de abandono, o que pode favorecer a utilização inadequada destes espaços, pela população, como vem ocorrendo, com a deposição inadequada de resíduos sólidos e a depredação dos alambrados e portões.
- **SBD 3:** possui adequado estado de conservação apenas quanto a sua estrutura de isolamento, embora o portão não se mantivesse fechado para controlar o acesso. A questão do excesso de vegetação, por sua vez, demonstra que a execução de manutenção é esporádica o suficiente para o desenvolvimento de árvores de médio e grande porte no interior da bacia. Os demais aspectos, como sedimentos e lâmina d'água, e o estado das estruturas de entrada e saída d'água, elementos importantes para a operação desta unidade não foram identificados devido à vegetação em excesso.
- **SBD 4:** observa-se a ausência de práticas de manutenção e conservação deste sistema, o qual se demonstrou em completo estado de abandono apenas sete meses após sua implantação, período curto, porém suficiente para o comprometimento de estruturas essenciais ao adequado funcionamento hidrológico deste SBD.
- **BD 1:** apresenta inadequado estado de conservação, principalmente, quanto ao excesso de vegetação e a lâmina de água permanente próxima à estrutura de entrada, bem como a ausência de isolamento desta unidade com alambrado e portão. Observou-se deposição de resíduos sólidos no interior e nas proximidades desta BD. Embora tenham sido observadas práticas de manutenção no entorno, as mesmas não contemplam o interior da unidade.

- **BD 2:** nesta unidade não há práticas de manutenção frequentes em seu interior, uma vez que o excesso de vegetação foi verificado nas três visitas *in loco* realizadas. Como em outras unidades, observou-se também a deposição inadequada de resíduos sólidos no entorno dessa unidade. Embora essa BD esteja totalmente isolada, com alambrado e portão em adequadas condições de uso, ressalva-se que o estado de conservação desta unidade é precário e inadequado para uma área urbana, em termos estéticos, ambientais e sanitários, bem como para sua função hidrológica.
- **BD 3:** nesta unidade verificou-se seu inadequado estado de conservação, devido principalmente ao excesso de vegetação em seu entorno. Fator este que interferiu na visualização e análise das demais estruturas dessa unidade. Como pontos positivos, destacam-se seus elementos de isolamento e proteção, os quais existiam e estavam em boas condições de uso.
- **BD 4:** observou-se nesta unidade o excesso de vegetação no interior e no entorno e a presença de lâmina d'água permanente, mesmo sem o evento de precipitação; além de grande quantidade de sedimentos. Embora estivesse cercada em todo seu entorno, a ausência de portão, em boas condições para inibir o acesso à unidade, foi outro ponto negativo observado durante as visitas.
- **BD 5:** observou-se o adequado estado de conservação desta unidade, sem a presença de resíduos sólidos e de lâmina d'água, bem como de excesso de vegetação no interior e entorno da unidade. Os cuidados com as áreas de reflorestamento no entorno desta BD também foi um ponto positivo registrado durante as visitas. Desta forma, percebe-se que, nesse caso, práticas de manutenção são realizadas periodicamente, garantindo que seu funcionamento seja compatível com sua função hidrológica, assim como sua estética coerente com uma área urbana.
- **BD 6:** observou-se o adequado estado de conservação desta unidade, devido a ausência de resíduos sólidos, de lâmina d'água permanente e excesso de vegetação no interior e entorno da unidade. Outro ponto positivo, observado durante as visitas, foi o cuidado com as áreas de reflorestamento no entorno desta BD. Desta forma, as boas condições do interior e entorno desta unidade indicam que as práticas de manutenção são realizadas periodicamente, garantindo o adequado funcionamento e uma boa estética, coerente com uma área urbana.

- **BD 7:** esta unidade demonstrou adequado estado de conservação quanto à vegetação, aos elementos de isolamento e proteção, e a ausência de resíduos sólidos. Isso indica práticas de manutenção frequentes nesta unidade. Por outro lado, a quantidade de sedimentos no interior e no ponto de lançamento no Ribeirão das Cruzes, e a observação de pontos de assoreamento neste curso d'água, indicaram pontos negativos desta unidade, que necessitam de atenção. Assim como da permanência de lâmina d'água, provavelmente decorrente de pontos de deposição de sedimentos no interior da BD.
- **BD 8:** observou-se o precário estado de conservação desta BD, decorrentes do excesso de vegetação no entorno e interior da unidade, da presença de sedimentos e de resíduos sólidos no interior da unidade e da inexistência de elementos de isolamento e proteção. Essa situação demonstrou que práticas de manutenção são raras ou inexistentes nesta unidade, mesmo esta estando localizada a poucos metros de residências. Os riscos ambientais-sanitários existentes com a situação descrita dessa BD são fatores relevantes e preocupantes, em especial, por sua localização em área urbana.
- **BD 9:** observa-se que esta unidade demonstrou vários problemas decorrentes da ausência de manutenção e conservação do espaço. A ausência de isolamento da área favorece o uso inapropriado do local por parte da população, em especial com a deposição de resíduos sólidos de construção civil. Além disso, a ocorrência de vegetação e presença de sedimentos são fatores que podem comprometer o adequado funcionamento da bacia, devido a perda de volume útil e obstrução da tubulação de saída. Por fim, a manutenção esporádica destes espaços e a falta de conscientização da população podem favorecer a criações de espaços propícios à proliferação de vetores transmissores de doenças.
- **BD 10:** esta unidade apresentou condições inadequadas de manutenção e o uso impróprio da área por parte da população, devido a deposição de resíduos de construção civil. Porém, observou-se uma iniciativa positiva de um morador, demonstrando que estas unidades podem ser integradas à realidade urbana e atender as demandas da população. Isso sem comprometer sua função hidrológica e, ainda, incentivando a apropriação deste espaço pelos moradores, de maneira adequada e agradável.

- **BD 11:** observa-se que durante a execução das obras do loteamento Vista do Horto, a referida BD teve a função de minimizar o carreamento do solo até o Córrego do Tanquinho. Por essa razão, a implantação destas unidades é uma prática observada como comum entre as construtoras. Ressalva-se que o ponto de lançamento dessa BD, se comparadas com outras unidades de detenção descritas anteriormente, se demonstra inadequado quanto a manutenção e sua proximidade com o curso d'água. Por fim, se comparados os dois registros realizados, a BD Vista do Horto apresentou as estruturas necessárias para o funcionamento adequado. Resta observar, após a conclusão das obras, como se dará as práticas de manutenção por parte do poder público municipal.
- **BD 12:** o estado de conservação desta BD estava inadequado para o eficiente funcionamento hidrológico da unidade, em especial, devido ao excesso de sedimentos presentes no interior da unidade e da obstrução da tubulação de saída. Embora a particularidade do gradeamento na tubulação de saída, o estado observado deste dispositivo indicou a precariedade de práticas de manutenção desta bacia. O mesmo pode ser aplicado aos sedimentos presentes no interior da unidade e a, conseqüente, presença de lâmina d'água logo após as estruturas de entrada. Por fim, vale destacar quanto à localização da estrutura de lançamento da BD Santa Luzia próxima ao leito do Córrego do Serralhal.
- **BD 13:** ao longo das visitas realizadas foi observada a realização da manutenção desta BD13 quanto ao corte da vegetação no interior e entorno, assim como retirada do excesso de resíduos sólidos e adequado estado de conservação dos elementos de isolamento e proteção. O mesmo não foi observado para os sedimentos dentro da unidade e para a lâmina d'água que permaneceu após o evento de precipitação. Além disso, mesmo havendo portão para inibir o acesso fácil a unidade, a presença frequente de animais, dentro da BD, indica a utilização desta área por algum morador do bairro.
- **BD 14:** esta unidade apresentou boas condições de conservação quanto aos elementos de isolamento e proteção e a ausência de resíduos sólidos no interior e entorno da bacia. Porém, o excesso de vegetação, a presença de lâmina d'água permanente e pontos de solo exposto nos taludes, são pontos relevantes que podem comprometer o funcionamento hidrológico dessa estrutura.
- **BD 15:** esta unidade se demonstrou em boas condições de conservação quanto aos elementos de isolamento e proteção e a ausência de resíduos sólidos no interior e

entorno da bacia. Porém, a presença de sedimentos e lâmina d'água permanente no interior da BD e pontos de solo exposto nos taludes, são pontos relevantes que podem comprometer o funcionamento hidrológico dessa estrutura.

- **BD 16:** esta unidade apresentou condições inadequadas de conservação, em especial quanto ao excesso de vegetação, presença de sedimentos e de lâmina d'água no interior da BD. Até mesmos os elementos de isolamento e proteção, parte depredados ou inexistentes, indicaram a ausência de manutenção e conservação destes espaços.
- **BD 17:** unidade em fase de implantação. Possuía grande de sedimentos no fundo da bacia, assim como em suas estruturas de entrada e de saída. No dispositivo de lançamento no curso d'água, foram observados afloramento do lençol freático na lateral da estrutura e presença de solo exposto.
- **BD 18:** unidade também em fase de implantação, sendo característica a presença de sedimentos no fundo e nas estruturas internas da BD, em decorrência da movimentação de solo na obra de implantação do loteamento. No ponto de lançamento final do curso d'água, observou-se que esta estrutura estava abaixo do nível do solo, o que impediria o escoamento da água.
- **BD 19:** demonstrou pontos positivos quanto às práticas de melhorias de suas estruturas internas, assim como o adequado estado de conservação de seus elementos de isolamento e proteção, embora o portão se mantivesse aberto. Outra iniciativa que merece destaque foi a proposição de gradeamento no extravasor, o que minimiza o carreamento de resíduos sólidos para o curso d'água e, também, a obstrução das tubulações até o ponto de lançamento. Contudo, a presença de resíduos sólidos, em grande quantidade, de sedimentos e de lâmina d'água no interior da BD foram fatores que indicaram fragilidades nas práticas de manutenção, tanto no entorno quanto no interior da BD.
- **BD 20:** esta unidade apresentou excesso de vegetação em seu interior, bem como presença de sedimentos e lâmina d'água no fundo da bacia. Embora estes aspectos indiquem um inadequado estado de conservação desta unidade, a mesma possuía, em boas condições, os elementos de isolamento e proteção, não havendo registro de presença de resíduos sólidos.

6.5. Avaliação das unidades associada a evento de precipitação

A observação direta dos SBD e das BD, associada a evento de precipitação, foi realizada a partir de visitas *in loco* nas unidades implantadas e em fase de implantação, tendo como resultado o registro fotográfico de cada bacia. Para essa fase da pesquisa, portanto, foram aplicadas as Variáveis de Avaliação do Grupo 2 – Aspectos de Observação Direta das BD e SBD, associados a evento de precipitação, conforme observado no Quadro 9.

Quadro 9 – Avaliação dos SBD e das BD com base nas Variáveis do Grupo 2

Unidade	Nível d'água de enchimento			Esvaziamento		Lâmina d'água permanente
	Enchimento	Saída pelo Extravasor	Transbordamento no entorno	Até 24 horas	Após 24 horas	
SBD 1	*	*		*	*	*
SBD 2	*	*		*	*	*
SBD 3	*	*		*	*	*
SBD 4	Em implantação					
BD 1		*		*	*	*
BD 2						
BD 3	*	*		*	*	*
BD 4		*				
BD 5						
BD 6						
BD 7						
BD 8						
BD 9						
BD 10						
BD 11	Em implantação					
BD 12						
BD 13						
BD 14						
BD 15						
BD 16	*	*		*	*	
BD 17	Em implantação					
BD 18	Em implantação					
BD 19						
BD 20	*	*		*	*	

Legenda: ■ Ocorreu * Não definido

Diante da aplicação destas variáveis, observou-se que mais da metade das unidades de detenção foi registrado seu enchimento durante os eventos de precipitação, tendo seu esvaziamento ocorrido até as 24hs. A única exceção foi a BD 4, que possuía lâmina d'água permanente, devido à deposição de sedimentos provenientes do desassoreamento da Represa das Cruzes, como descrito anteriormente.

Não se observou o transbordamento de nenhuma das unidades avaliadas. Inclusive essa questão foi abordada no questionário aplicado à população, confirmando a não ocorrência desse fato nas unidades implantadas em loteamentos abertos.

Vale destacar que as unidades de retenção cujas variáveis não puderam ser definidas possuem aspectos semelhantes quanto ao seu estado de conservação. Todas estas possuem excesso de vegetação no interior ou no entorno, fator que impossibilitou a análise do nível que água alcançou durante os eventos de precipitação, assim como do esvaziamento das unidades.

Observou-se que, de modo geral e no período estudado, as unidades vêm desempenhando sua função de deter as águas pluviais por um determinado tempo, garantindo sua função hidrológica, embora não tenha sido objeto deste trabalho realizar uma análise quantitativa mais detalhada de tal funcionamento.

6.6. Aspectos de Projeto, construção, operação e manutenção

Os projetos de engenharia das unidades de retenção avaliadas foram disponibilizados pelo Setor de Engenharia do DAAE. A partir desse material foi possível analisar a localização e dimensões das unidades, o nível de detalhamento dos projetos, o método de cálculo do volume de retenção, iniciativas de integração urbana, recomendações de manutenção e análise das estruturas de lançamento final.

Ademais dos projetos, a realização de entrevista com o responsável técnico pela aprovação dos projetos das bacias de retenção, no DAAE, foi relevante para se conhecer quais aspectos são verificados durante a análise dos projetos e quais são as principais fragilidades destes. Assim como de técnicos de construtoras em fase de implantação destas unidades.

Vale destacar que, embora todos os projetos dos empreendimentos imobiliários abordados nesta pesquisa tenham sido disponibilizados, alguns não indicavam as unidades de retenção ou não apresentavam suas dimensões e informações gerais. Motivo pelo qual em algumas unidades não são indicadas dimensões.

De maneira geral, os projetos contemplam o sistema convencional de drenagem urbana interligado com as unidades de retenção. Há o detalhamento das estruturas de entrada e de saída das águas pluviais dentro da bacia, com cotas topográficas, diâmetros e dissipadores de energia.

Outro ponto relevante foi a presença de rampas de acesso em todas as unidades, aspecto observado nas visitas *in loco*, para facilitar o acesso de máquinas no interior das

unidades. Assim como da indicação de alambrados no entorno das unidades, portão de acesso próximo às rampas e a proteção do solo dos taludes e fundo com grama.

Ressalva-se ainda que, em geral, a maioria das unidades de retenção não considera o fator de infiltração, com exceção da BD 4 (taxa de infiltração de 80 L/s), e a BD 12, na qual é previsto no projeto uma camada de 1,00 m de solo arenoso para a infiltração da água pluvial.

Dessa forma, com as informações contidas nos projetos e as obtidas na entrevista foi possível descrever as unidades de retenção conforme as variáveis estabelecidas no Grupo 3 – Aspectos de Projeto, Construção e Operação, as quais são detalhadas nos itens seguintes.

6.6.1. Dimensionamento

Durante a entrevista com o técnico do DAAE, responsável pela análise e aprovação dos projetos destas unidades, foi relatado que, para loteamentos horizontais, era indicada a determinação do volume de retenção pela equação de chuvas apresentada no item 5.4, recomendada no manual de drenagem urbana presente no Plano de Drenagem Urbana de Araraquara. Porém, afirmou que não havia a proibição de utilizar outros métodos de cálculo, desde que houvesse justificativa para isso.


Com a análise dos projetos de engenharia da maioria das unidades de retenção estudadas, observou-se que o método de cálculo do volume de retenção mais utilizado é o previsto na Lei Estadual nº 12.526/2007, descrita no item 2.4.2. Entretanto, nos projetos disponibilizados, não foram observadas justificativas pelo fato do método de cálculo escolhido ter sido diferente do proposto pelo manual disponibilizado pelo DAAE.

O entrevistado relatou ainda que os volumes de retenção calculados a partir da Lei Estadual resultavam em volumes inferiores aos obtidos com a equação de chuvas de Araraquara.

Para verificar essa informação, foram feitas comparações, a partir dos memoriais de cálculo disponíveis, calculando-se os volumes pelos dois métodos (Lei Estadual e planilha Excel disponibilizada pelo DAAE). Essa comparação foi realizada apenas para os projetos que utilizaram a Lei Estadual. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Volumes de detenção calculados pela Lei Estadual e pela planilha do DAAE, com indicação dos valores adotados nos projetos

Unidades de Detenção	Volume de Detenção (m ³)		Diferença (%)
	Planilha do DAAE (item 5.4)	Lei Estadual (item 2.4.2)	
SBD 4	5.418	2.256	41,66
BD 1	6.798	2.490	36,63
BD 2	5.685	2.490	43,80
BD 3	5.536,26	–	–
BD 4	7.486,02	–	–
BD 5	*	1.500,00	
BD 6	*	4.680,00	
BD 7	6.250	–	–
BD 11	*	1.400	
BD 16	9.200,00	–	–
BD 19	*	1.450,00	
BD 20	4.771,00	–	–

Legenda:  Volume adotado – Não se aplica * dados indisponíveis

Com base nos dados apresentados, verifica-se que dentre os 12 memórias de cálculo apresentados das unidades de detenção, 7 utilizaram o método de cálculo da Lei Estadual para determinar o volume de detenção. Além disso, nos casos onde foi possível determinar os volumes por meio dos dois métodos (SBD4, BD1 e BD2), observou-se diferenças significativas entre eles. Nestes casos, a fórmula da Lei Estadual resultou em um volume de detenção de 36% a 43% inferior à metodologia do DAAE.

Deve-se observar que o método de cálculo previsto pela Lei Estadual considera um índice pluviométrico de 60 mm/h e 1h de precipitação; enquanto que pelo método de cálculo proposto pelo DAAE, esse índice é de 96,2 mm/h e 30 min de precipitação.

Entretanto, estes valores, por si só, não justificam as diferenças observadas, uma vez que os critérios considerados nos dois métodos de cálculo são distintos. O cálculo do volume preconizado pela Lei Estadual não visa garantir que as condições de pré e pós ocupação sejam semelhantes, mas foram propostas para que uma certa quantidade de água pluvial de um evento sejam retidas e preferencialmente infiltradas (seus objetos explícitos são coberturas, telhados e pátios impermeabilizados). Assim, aplicar tal método ao cálculo das bacias de empreendimentos horizontais pode resultar em distorções. Como a aplicação destes métodos

em Araraquara não está prevista em uma norma legal, não fica claro o método a ser empregado (mesmo que o DAAE recomende uma planilha).

Outra questão observada foi que, embora os volumes de detenção daquelas três unidades tenham sido determinados pela fórmula da Lei Estadual, os orifícios de fundo e os extravasores destas unidades foram calculados pela metodologia do DAAE, demonstrando uma inconsistência quanto ao dimensionamento destes elementos, projetados para um volume distinto daquele correspondente ao método empregado.

Após essa verificação da metodologia de cálculo, foi possível compreender a degradação do estado de conservação do SBD 4, observado durante a 2ª visita. Nesse sistema, a passagem entre a primeira e a segunda bacia havia sido quebrada (Figura 80), indicando seu provável subdimensionamento. Esta constatação pode ser reforçada pela erosão surgida no talude interno da quarta bacia (Figura 81), indicando que em um determinado evento de precipitação, a água ultrapassou a divisão entre as bacias que compõem esse sistema.

Figura 80 – Orifício de saída acoplado ao vertedor triangular quebrado



Fonte: AUTORA, jan/2018

Figura 81 – Erosão nos taludes internos da quarta bacia do SBD 4



Fonte: AUTORA, jan/2018

Por sua vez, a planilha do Excel disponibilizada pelo DAAE, com a metodologia de cálculo, também apresentou algumas fragilidades que podem ser solucionadas com ajustes na mesma. Ao longo da utilização dessa planilha, foi possível observar que a etapa de cálculo do volume de detenção não remete diretamente às demais fases de dimensionamento, o que dificulta o manuseio e conferência por parte tanto do projetista quanto do técnico responsável pela análise e aprovação dos projetos.

No Quadro 10 são apresentadas algumas informações sobre as estruturas de entrada e de saída das unidades de detenção a depender da indicação no projeto de engenharia.

Quadro 10 – Dados dos projetos de engenharia dos SBD e das BD

Unidades de detenção	Área (m ²)	Volume (m ³)	H (m) ¹	Estrutura de entrada (mm)	Estrutura de saída de fundo - orifício		Estrutura de saída - extravasor
				Ø do Tubo de chegada (mm)	Tipo circular (Ø mm)	Tipo quadrado (m)	Ø tubulação (mm) ²
SBD 1	*	*	*	1500	*	*	1500
SBD 2	*	*	*	1500	*	*	1500
SBD 3	1.080,00	1.620,00	1,45	1200	250	*	800
SBD 4	1.504,00	2.256,00	2,00	1500	400	–	800
BD 1	1.778,54	2.490,00	1,25	600; 600 e 1000	300	–	1200
BD 2	1.778,54	2.490,00	1,00	1000; 1000 e 1000	300 ou 450	–	1200
BD 3	4.247,89	5.536,26	1,00	1000	–	0,34x0,30	1000
BD 4	3.743,01	7.486,02	1,90	1000 e 1200	–	0,39x0,20	1,5x1,5m
BD 5	*	1.500,00	*	1200	300	–	1200
BD 6	*	4.680,00	*	600; 600 e 1200	300	–	1200
BD 7	*	6.250,00	2,85	1500 e 800	300	–	1500
BD 8	1.656,00	2.650,00	1,10	800	200	–	800

Legenda: ¹ Diferença entre as cotas do extravasor e do eixo do orifício de saída
² Tubulação do extravasor para o lançamento final

* Informação ausente no projeto
 – Não se aplica

Continua...

Quadro 10 – Dados dos projetos de engenharia dos SBD e das BD

Unidades de detenção	Área (m ²)	Volume (m ³)	H (m) ¹	Estrutura de entrada (mm)	Estrutura de saída de fundo - orifício		Estrutura de saída - extravasor
				Ø do Tubo de chegada (mm)	Tipo circular (Ø mm)	Tipo quadrado (m)	Ø tubulação (mm) ²
BD 9	*	*	*	*	*	*	*
BD 10	*	4.700,00	1,40	600 e 800	200	–	1000
BD 11	2.389,93	1.400,00	1,15	800 e 1000	300	–	1200
BD 12	*	2.000,00	0,80	600 e 1200	400	–	800
BD 13	*	*	*	*	*	*	*
BD 14	*	2.500,00	*	1000	*	*	*
BD 15	*	3.335,00	*	1000 e 1200	*	*	2000
BD 16	*	9.200,00	*	800, 800 e 1500	400	–	1200
BD 17	3.596,56	10.803,45	*	1000 e 1200	450	–	
BD 18	396,56	790,65	*	600	150	–	
BD 19	*	1.450,00	0,80	1500	300 ou 400	–	1500
BD 20	*	4.771,00	*	1000 e 1200	800 ou 1000	–	1500

Legenda: ¹ Diferença entre as cotas do extravasor e do eixo do orifício de saída

² Tubulação do extravasor para o lançamento final

* Informação ausente no projeto

– Não se aplica

Fim

Durante o trabalho de elaboração do Quadro 10, foi possível observar a ausência de detalhamento dos projetos e da metodologia de cálculo realizada para a determinação do volume de detenção e das dimensões das tubulações de fundo e do extravasor. Em muitos projetos houve a divergência entre os diâmetros apresentados no cálculo e no desenho das unidades de detenção, gerando dúvida em alguns casos (BD 2, BD 19 e BD 20).

Além do mais, vários memoriais de cálculo e descritivo possuíam o conteúdo idêntico a outros, não havendo nem a alteração do nome do empreendimento imobiliário utilizado como modelo para o atual.

Quanto à análise dos projetos, o técnico entrevistado relatou que é observada a metodologia de cálculo utilizada e as estruturas apresentadas nos desenhos das unidades de detenção. Explicou ainda que, dificilmente, os projetos atendem as recomendações em uma primeira análise. Na maioria dos casos são realizadas até cinco revisões do projeto. Os problemas mais comuns citados referem-se à forma de apresentação, com desenhos graficamente inadequados, falta de detalhamento do projeto executivo e de indicação das cotas topográficas dos elementos constituintes. Quanto ao conteúdo propriamente dito, destacou a ausência de proposição dos dissipadores de energia nos projetos.

Esse técnico explicou ainda que após a aprovação dos projetos de engenharia das unidades de detenção, fica a cargo do DAAE a fiscalização da execução da obra, sendo sua responsabilidade verificar a compatibilização do projeto com a implantação.

6.6.2. Construção

A partir das entrevistas aplicadas às construtoras observou-se que o início da obra de implantação do empreendimento imobiliário ocorre com a locação e escavação da unidade de detenção, sendo precedidas apenas pela retirada da camada vegetal.

Segundo relatado por técnicos destas construtoras, estas unidades são executadas no início da implantação do loteamento, devido ao seu papel no recebimento das águas pluviais e dos sedimentos provenientes da execução do empreendimento como um todo, minimizando impactos no curso d'água, em especial, quanto ao assoreamento do mesmo. Entretanto, observou-se, em alguns casos, a presença de solo exposto no entorno das unidades em implantação, o que contraria a preocupação descrita nos relatos.

Os principais cuidados mencionados durante e após a implantação das unidades foram a sua conformidade com o projeto aprovado pelo órgão responsável, além de testes de compactação nas camadas de solo e a proteção dos taludes com grama.

Desde o início das obras, o empreendimento é fiscalizado pelo órgão público municipal, o qual verifica a execução das unidades implantadas, bem como após o término da obra, vistoria o local para receber formalmente as infraestruturas construídas no loteamento, inclusive as unidades de detenção. A formalidade dessa entrega é constituída pelo Recebimento Definitivo de Obras, um documento dirigido ao DAAE, com as especificações das infraestruturas implantadas e entregues ao poder público municipal.

Outro entrevistado relatou a necessidade de executar a obra da drenagem urbana no período de estiagem e, também, seguir corretamente os projetos estrutural e executivo, bem como garantir a adequada extravasão da água, buscando evitar a ocorrência de assoreamentos e demais prejuízos nos cursos d'água e nos bairros do entorno.

Vale destacar que antes da entrega final do empreendimento, as construtoras são responsáveis pela manutenção das unidades de detenção, a fim de que estas sejam entregues em adequadas condições de uso. Essa manutenção, geralmente, consiste na retirada de sedimentos do interior da unidade, desobstrução das tubulações de saída (fundo e extravasor) e corte de vegetação, se necessário.

6.6.3. Dispositivos de Entrada e de saída d'água

Os dispositivos de entrada e de saída d'água das unidades de detenção estudadas são constituídos em concreto, sendo as entradas acopladas com muros de ala e dissipadores de energia para minimizar a ocorrência de erosões no fundo das unidades. Enquanto que as estruturas de saída são compostas por uma ou mais tubulação de saída acoplada ao extravasor do tipo tulipa.

Na maioria dos projetos analisados, as referidas estruturas foram detalhadas, com indicação de cotas topográficas, nível d'água e dimensões, bem como os tipos de dissipadores de energia propostos.

Com estes dados de projeto foi possível comparar com a caracterização realizada durante as visitas *in loco* e observar que quase metade das unidades tiveram alterações de implantação destas estruturas. Vale destacar que os próprios projetos ressalvam a possibilidade de alterações na locação das estruturas, em decorrência das condições topográficas e do solo.

De maneira geral, foi comum verificar a alteração de posicionamento das referidas estruturas, incluindo da rampa e do portão de acesso. Além disso, em alguns casos observou-se diferença entre a quantidade de estrutura implantada e a projetada. Com exceção das

unidades de retenção projetadas para receber contribuições de loteamentos futuros, alguns projetos indicavam duas estruturas de entrada, enquanto que havia apenas uma implantada. Isso pode indicar falta de atualização do projeto final ou problemas na execução do projeto.

Outro ponto a destacar foi a frequente observação de pontos de erosão nos taludes próximos as estruturas de entrada e de saída e do acúmulo d'água e deposição de sedimentos, em especial nas entradas, que, em muitas unidades, impediam o escoamento da água até a tubulação de saída.

Os projetos recomendavam a proteção do solo dos taludes com o plantio de grama e a presença de dissipadores de energias nestas estruturas. Porém, ao analisar os memoriais descritivos, a ausência de recomendações sobre manutenção e conservação destas estruturas durante e pós-obra foi um ponto de que se destacou.

Nas Figuras 82 a 85 são apresentados os tipos de estrutura de entrada observados durante as visitas e na análise dos projetos. Na Figura 83 é possível analisar a deposição de sedimentos e acúmulo de água.

Figura 82 – Estrutura de entrada – Tipo A



Fonte: AUTORA, jan/2018

Figura 83 – Estrutura de entrada – Tipo B



Fonte: AUTORA, jul/2017

Figura 84 – Estrutura de entrada – Tipo C



Fonte: AUTORA, jan/2017

Figura 85 – Estrutura de entrada – Tipo D



Fonte: AUTORA, jan/2018

Nas Figuras 86 a 89 são apresentados os tipos de estruturas de saída observados durante as visitas e na análise dos projetos. Ressalva-se na Figura 86 a tela de proteção no formato piramidal na extravasor acoplado as tubulações de saída, assim como a Figura 86 que apresenta um extravasor com tela plana. Além disso, na Figura 87 o destaque é para o gradeamento que envolve a tubulação de saída, a qual não está visível devido a obstrução deste gradeamento por resíduos sólidos.

Os dois tipos de proteção foram alternativas únicas entre os projetos analisados e demonstram a atenção do projetista quanto a evitar acidentes (telas no extravasor) e obstrução, por resíduos sólidos, do extravasor (Tipo A) e da tubulação de saída (Tipo B).

Figura 86 – Estrutura de saída – Tipo A



Fonte: AUTORA, jan/2017

Figura 87 – Estrutura de saída – Tipo B



Fonte: AUTORA, jan/2018

Figura 88 – Estrutura de saída – Tipo C



Fonte: AUTORA, mar/2017

Figura 89 – Estrutura de saída – Tipo D



Fonte: AUTORA, jan/2018

6.6.4. Dispositivo de lançamento final

Os dispositivos de lançamento final das unidades de detenção, em sua maioria, desaguavam as águas pluviais nos cursos d'água, porém, observaram-se alguns poucos casos em que havia a interligação da unidade com o sistema público e convencional de drenagem urbana, sendo que estes não foram registrados como os demais.

Foram identificadas duas formas de lançamento das águas pluviais: na margem do curso d'água ou diretamente no seu leito. As estruturas de lançamento identificadas foram o canal aberto com dissipadores ao longo de sua extensão e o muro de ala acoplado na tubulação de lançamento, também, com dissipadores de energia.

Nas Figuras 90 e 93 são demonstrados alguns tipos de dispositivos de lançamento final registrados nas unidades de detenção e analisados em seus projetos de engenharia.

Vale destacar que em um dos projetado estava prevista a proteção das margens do curso d'água, sob a influência do lançamento final de uma unidade de detenção, com a implantação de muros de gabião. Durante as visitas realizadas não foi registrada a presença desta prática, inclusive que poderia minimizar a ocorrência de erosão e assoreamento.

Inclusive quanto aos dispositivos de lançamento final, vale destacar a quantidade de sedimentos presentes nestas estruturas e pontos de assoreamento no curso d'água. Duas características frequentemente observadas, em especial, nos dispositivos cujo lançamento se fazia no leito do curso d'água (Figura 91).

Figura 90 – Dispositivo de lançamento na margem – Tipo A



Fonte: AUTORA, mar/2017

Figura 91 – Dispositivo de lançamento no leito – Tipo B



Fonte: AUTORA, jan/2018

Figura 92 – Dispositivo de lançamento na margem – Tipo C – Vista 1



Fonte: AUTORA, mar/2017

Figura 93 – Dispositivo de lançamento na margem – Tipo C – Vista 2



Fonte: AUTORA, jan/2018

6.6.5. Operação e Manutenção das Bacias de Detenção

As práticas realizadas para a operação e manutenção dos SBD e das BD foram obtidas a partir de entrevistas com síndico de condomínios fechados; construtoras e/ou empreendedoras; e técnicos da Prefeitura Municipal de Araraquara (Secretária de Serviços Públicos e Obras) e do DAAE.

Vale ressaltar que o questionário aplicado à população residente nas proximidades das unidades de detenção, também contemplaram aspectos sobre a operação e manutenção das

mesmas, em especial, quanto à observação de realização e de frequência de práticas de conservação das referidas unidades, em empreendimentos abertos.

Dentre os oito condomínios contemplados nesta pesquisa, sete concordaram em participar da entrevista, sendo representados por síndicos ou associação de moradores. Enquanto que para as quatro construtoras, três concordaram em participar. Já para os órgãos públicos municipais, foram entrevistados um técnico responsável pela referida secretaria da Prefeitura Municipal e um técnico do DAAE.

Embora o número de entrevistados tenha sido positivo, apenas um destes detalhou as práticas de operação e manutenção que efetivamente são realizadas na BD, bem como permitiu o acompanhamento de uma equipe de manutenção, conforme é descrito a seguir.

O referido entrevistado representa uma Associação de Moradores de um condomínio fechado, responsável por duas BD, cuja criação foi realizada em 2015, juntamente com a entrega do condomínio. Desde a fase de implantação do empreendimento, a construtora responsável tinha conhecimento sobre a responsabilidade e obrigatoriedade de manutenção das BD, por parte do condomínio.

Atualmente, esta associação de moradores possui uma equipe de 8 funcionários, os quais são responsáveis pela manutenção do interior e exterior de ambos os condomínios (áreas gramadas das fachadas das residências e de espaços de convivência; calçadas internas e externas; podas em geral, coleta dos resíduos sólidos, entre outros). Assim como, do interior e entorno das BD; além das áreas verdes e das Áreas de Proteção Permanente (APP), das margens do Ribeirão das Cruzes.

Vale destacar que, a associação possui equipamentos e maquinários próprios para as referidas atividades, como por exemplo, roçadeiras costais, sopradores, trator multifuncional, e trituradores para madeiras. E que o planejamento das atividades é previamente definido, contemplando, para cada dia da semana, as práticas de manutenção a serem desempenhadas e a respectiva quantidade de funcionários.

Desta forma, a manutenção destas BD consiste basicamente na roçada do fundo, taludes e crista das bacias. Até o presente momento, não foi necessária a retirada de sedimentos e nem de resíduos sólidos, já que este último é pouco frequente, devido à limpeza e coleta regular de resíduos sólidos dentro dos condomínios.

Normalmente, a equipe designada para a manutenção destas bacias é formada por 4 (quatro) funcionários, metade para cada unidade, representando um tempo médio para execução igual a 2 (dois) dias para cada bacia de detenção. Outro ponto a destacar é a

frequência desta prática, por volta de 2 (duas) vezes por mês no período chuvoso, e 1 (uma) vez por mês na estiagem.

Cada funcionário é munido de uma roçadeira costal e equipamentos de segurança individual (EPI), como protetores solar e auricular, óculos, luva, chapéu, caneleira e sapato e vestimentas adequadas. Bem como de materiais de apoio e reposição, como carriola, garrafas térmica para água, gasolina e fio de *nylon* para as roçadeiras.

Após o término da roçada, toda vegetação é recolhida e acondicionada em *bags* brancos, sendo posteriormente encaminhados para a disposição adequada a custo do condomínio.

Em janeiro de 2018, foi registrada a realização de práticas de manutenção em uma das BD, com uma frente de trabalho composta por 4 funcionários e tempo estimado de finalização de 1 (um) dia, conforme pode ser observado nas Figuras 94 a 99.

Figura 94 – Funcionários roçando a rampa de acesso (frente) e o fundo (atrás) da BD



Fonte: AUTORA, jan/2018

Figura 95 – Funcionário roçando o fundo da BD – Detalhe vegetação



Fonte: AUTORA, jan/2018

Figura 96 – Funcionário roçando a crista da BD



Fonte: AUTORA, jan/2018

Figura 97 – Funcionário munido da roçadeira e EPI's



Fonte: AUTORA, jan/2018

Figura 98 – Materiais de apoio e reposição



Figura 99 – Bags para o acondicionamento da vegetação



Importante destacar que os moradores de ambos os condomínios perguntam com frequência sobre as BD. Isso, provavelmente, é resultado dos cuidados de manutenção e conservação das áreas verdes e das APP, locais próximos às bacias de detenção e que são bem frequentados pelos condôminos para caminhadas e passeios com animais de estimação.

Outro síndico, solicitado a participar da entrevista, relatou a ausência de conhecimento sobre a responsabilidade do condomínio em realizar práticas de manutenção e conservação nas duas BD interligadas às redes de drenagem pluvial do empreendimento. Explicou ainda que esse assunto estava em discussão com o DAAE e, ficando decidida a responsabilidade do condomínio, o mesmo iria iniciar a revitalização das duas BD e de seu entorno. Esse síndico relatou ainda que está mantendo contato com a associação de moradores, descrita anteriormente, para obter conhecimentos sobre a gestão e as práticas de manutenção desempenhadas por eles.

Um terceiro entrevistado responsável por outro condomínio fechado relatou não ter conhecimentos sobre os custos e as práticas relativas com a manutenção de suas unidades de detenção, uma vez que estas foram doadas para a municipalidade, em específico para o DAAE, após o término das obras de implantação do empreendimento imobiliário.

Para os técnicos dos órgãos públicos, as práticas de manutenção e conservação das unidades de detenção no caso de condomínios fechados deveriam ser realizadas pelo próprio empreendimento. Enquanto que para loteamentos abertos, essa responsabilidade recai sobre o poder público municipal. Contudo, os entrevistados confirmaram a ausência de manutenção destes espaços por parte da PMA e do DAAE.

O entrevistado da Secretaria de Obras e Serviços Públicos explicou ainda que a equipe de manutenção existente no município contava com 12 funcionários para atender toda a cidade, quanto à manutenção dos dispositivos de drenagem urbana, como bocas-de-lobo, poços-de-visita, cursos d'água, entre outros.

Por fim, as construtoras que participaram da entrevista relataram que as práticas de manutenção se resumiam na retirada de vegetação e sedimentos do fundo das BD, quando necessário, não indicando a periodicidade desse serviço, nem a quantidade de funcionários designados para essa função. Todos comentaram sobre a limpeza final da obra, onde previa a limpeza da BD, a fim de entregar o empreendimento e a unidade de detenção em condições plenas de operação.

6.6.6. Custos de implantação, Operação e Manutenção

Os custos de implantação, operação e manutenção das unidades de detenção foram obtidos a partir das entrevistas e de planilhas orçamentárias dos referidos projetos de engenharia, disponibilizados pelo DAAE e a Prefeitura Municipal de Araraquara.

Na Tabela 2 são apresentados os custos de implantação das unidades de detenção das águas pluviais, em relação aos custos do sistema de drenagem tradicional e ao valor total do empreendimento. Ressalva-se o sigilo quando aos empreendimentos cujos orçamentos estão sendo apresentados.

Tabela 2 – Custo de Implantação das Unidades de Detenção em relação ao valor do Sistema Tradicional de Drenagem e do Empreendimento

Caso	Ano base	Valores de implantação (R\$)			Relação do custo da BD com:	
		Bacia de Detenção	Drenagem Tradicional e Sustentável	Valor total do empreendimento	Sistema de Drenagem	Valor total da obra
1	2016	48.364,37	789.292,88	9.010.104,38	6,13%	0,64%
2	2016	123.210,49	1.276.215,44	8.069.397,51	9,65%	1,53%
3	2012	300.000,00	2.300.000,00	44.000.000,00	13,04%	0,68%
4	–	189.095,01	–	7.389.307,20	–	2,55%

Legenda: – Não informado

No caso 4, o técnico não soube informar o valor total de implantação do sistema de drenagem tradicional, porém, com base em outros projetos realizados pela construtora, relatou que a relação entre os custos das unidades de detenção com o sistema tradicional estava em torno de 1,5% a 3,0%, valor inferior aos demais.

Com base nas áreas e volumes das unidades de detenção foi possível calcular o custo de implantação destas unidades, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Custos de implantação das unidades de detenção em relação à área e ao volume detido

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Valores em reais (R\$)	48.364,37	123.210,49	300.000,00	189.095,01
Áreas (m²)	1.504,00	3.326,70	3.993,12	4.103,50
Custo de Implantação/m² (R\$)	32,16	37,04	75,13	46,08
Volume de detenção (m³)	2.256,00	4.990,00	11.594,10	8.207,00
Custo de Implantação/m³ (R\$)	21,44	24,69	25,88	23,04

Os custos de implantação calculados por metro quadrado das unidades variaram de R\$ 32,26 a R\$ 46,08, com exceção do caso 3, que apresentou o custo de R\$ 75,13, valor mais discrepante dentre os casos apresentados. Por sua vez, os custos de implantação definidos para

o volume de detenção variaram de R\$ 21,44/m³ a R\$ 25,88/m³. Estes valores resultaram inferiores ao apresentado por Moura (2004), que obteve valor de R\$ 28,91/m³ para custo de implantação de bacias abertas e gramadas, principalmente considerando a atualização monetária do mesmo.

Por sua vez, o custo envolvido com a manutenção das unidades de detenção pós-implantação foi obtido a partir das entrevistas, em especial com síndicos. O único caso que realçou em detalhes os valores de mão-de-obra e equipamentos envolvidos com a manutenção, considera em seus valores 2 funcionários, trabalhando 2 dias para concluir a manutenção de 1 bacia, 1 vez por mês. Para isso, têm os seguintes valores apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Custo de mão-de-obra e equipamentos para manutenção de uma bacia de detenção

Item	Discriminação	Preço Total (R\$)
* Mão-de-obra		
1.	2 Jardineiros registrados com o salário de R\$ 1.715,00 x 2 dias x 2 func.	228,67
* Materiais consumidos		
2.	5 litros/dia/func. gasolina (20,00 L x R\$ 4,20)	84,00
3.	40 ml de óleo 2 tempos a cada 5 litros de gasolina (200 ml)	3,20
4.	8 m/dia/func Nylon 3 mm (32 m x R\$ 0,54)	17,28
* Ferramentas necessárias		
5.	2 Roçadeiras Costais com acessórios	1.950,00/pç
* Equipamentos de Proteção Individual (EPI)		
6.	Óculos de segurança escuro	3,30 pç
7.	Luva vaqueta	11,50 pç
8.	Protetor auricular	0,60 pç
9.	Protetor facial	13,80 pç
10.	Avental de couro	21,75 pç
11.	Caneleira em Bedim	12,92 pç
12.	Botina de Segurança	52,90 par
13.	Touca Árabe, tipo boné	7,50 pç
14.	Protetor solar 4 kg (frasco de 4 kg)	280,46

A fim de obter um valor global de manutenção das unidades de detenção, considerou-se que os custos apresentados na Tabela 3 referem-se a uma limpeza por mês, com quatro funcionários trabalhando um dia para finalizar a manutenção destas áreas. Assim, o valor da limpeza/mês ficou em torno de R\$ 333,00. Ressalva-se que esta manutenção não considera os custos envolvidos com a retirada de resíduos sólidos, cujo custo apontado por Moura (2004) foi de R\$ 190/ano por hectare de área drenada.

6.6.7. Integração urbana

Com base nos projetos de engenharia das unidades de detenção estudadas, observou-se a ausência de proposições de usos múltiplos para estes espaços, reforçando a tendência nacional de implantar unidades de detenção unifuncionais, conforme afirmado por Baptista, Nascimento e Barraud, (2015).

Nascimento, Baptista e von Sperling (1999) ressaltam o enfoque amplo que se deve ter quanto ao emprego de bacias de detenção, considerando sua possível inviabilidade técnica e operacional resultante da presença de resíduos sólidos, sedimentos, poluição e assoreamentos nestas estruturas, bem como o seu uso indevido pela população.

Vale ressaltar que os problemas apontados pelos autores foram frequentes na maioria das unidades de detenção implantadas na área urbana de Araraquara, reforçando a necessidade de uma visão holística sobre a utilização destas técnicas, o desenvolvimento de seus projetos e a proposição de incentivos à multifuncionalidade.

Na Figura 18, apresentada no item 3.6, nota-se que estas unidades vêm sendo implantadas apenas para o controle quantitativo das águas pluviais (Fase 1), desperdiçando o aproveitamento destas áreas para a criação de espaços integrados e adaptados que melhorem a qualidade de vida da população (Fase 2) e permitam a melhoria da qualidade das águas (Fase 3).

Segundo o técnico entrevistado, as unidades estudadas são, em sua maioria, implantadas nas áreas verdes dos empreendimentos imobiliários. Inclusive contíguas ou muito próximas às APP dos cursos d'água, conforme observado durante as visitas *in loco* e relatados por alguns síndicos, estando distantes do convívio com a população.

6.7. Percepção da População

A percepção da população residente defronte e nas proximidades das unidades de detenção foi avaliada a partir da aplicação do questionário (Apêndice II), como descrito anteriormente, o qual possibilitou avaliar o conhecimento, a aceitação e a sensibilidade destes moradores quanto aos SBD e às BD. Vale recordar que a área de aplicação do questionário foi realizada nos bairros Laura Molina, Jardim Boa Vista, Jardim Boa Vista II, Verde Valle, Valle Verde, São Rafael, Jardim dos Oitis, Santa Luzia e Maria Luiza IV, em sua maioria compostos por ocupação de interesse social.

Ao todo 50 moradores, residentes e distribuídos nos referidos bairros, foram convidados a participar do questionário, embora a quantidade de residências visitadas tenha sido superior. Essa diferença ocorreu por dois fatores principais: a ausência de moradores no domicílio, no momento da abordagem, ou de morador maior de idade que pudesse responder as questões.

Não houve recusa de participação por parte dos entrevistados, tampouco a interrupção durante o questionário. Pelo contrário, foi característico o interesse dos moradores, relatando suas experiências, reclamações e sugestões sobre os SBD e as BD, assim como de saberem da existência de estudos sobre estas unidades e seu entorno.

Os moradores, quase que em sua totalidade, relataram saber da existência dos SBD e das BD próximos à sua residência, porém mais da metade considerou que desconhece a função da unidade. Àqueles que informaram saber da função, uma pequena parcela soube explicar com clareza a funcionalidade da bacia, sendo em alguns casos relatadas as funções de recebimento de água de chuva, mas também de esgotos.

Quanto à utilização dos SBD e das BD com outra finalidade, além da função hidrológica, a grande maioria dos moradores se demonstrou favorável à coexistência de outra estrutura junto à bacia. Relataram que dessa forma, haveria um melhor aproveitamento do espaço para atividades e serviços mais úteis à população. Muitas sugestões foram indicadas pelos participantes, como por exemplo, reaproveitamento da água, hortas comunitárias, praças com equipamentos para ginástica, lagoa recreativa, quadras de esportes, campos de futebol, parques para caminhada e plantação de árvores frutíferas.

Além disso, muitos moradores sugeriram a implantação de calçadas concretadas no entorno de alguns SBD e de algumas BD, visando à prática de caminhadas e corridas. Isso, juntamente, com as demais sugestões citadas, demonstra a necessidade dos moradores por espaços de convivência e lazer em seus bairros, destacando que o multiuso, em muitos casos,

pode ser integrado à função hidrológica das unidades de detenção implantadas, desde que planejado e incentivado.

Essa percepção da população quanto à ausência de áreas de convivência foi a última pergunta realizada no questionário e teve como resultado a confirmação de que a grande maioria dos moradores sente falta da existência de praças, parques e áreas verdes no bairro. Essa questão confirmou a tendência descrita anteriormente sobre a necessidade da população por espaços de recreação e lazer, sendo estes sugeridos pelos participantes como uma boa alternativa de implantação nos SBD e nas BD.

Vale destacar que uma pequena parcela dos moradores favoráveis ao multiuso sugeriu a construção de casas, creche e posto de saúde, na área onde estão implantadas os SBD e as BD. Estas respostas, embora minoria diante das demais sugestões, podem indicar imprecisão ou ausência de clareza na elaboração da pergunta (Questão 3: “Você acha que essa área, além de deter a água da chuva, poderia ser utilizada para outra finalidade?”) ou de falta de entendimento da questão por parte do participante, uma vez que tais sugestões não seriam compatíveis com a função hidrológica.

Um pouco mais da metade dos moradores consideram que a existência dos SBD e das BD é positiva para o bairro, porém foram quase unânimes quanto à necessidade de manutenção frequente destas áreas. Interessante notar que os participantes que consideraram estas unidades negativas explicaram que isso se deve, principalmente, pelo precário estado de conservação e pelas condições de abandono das mesmas. O que demonstra a ineficiência ou ausência de manutenção nos SBD e nas BD pertencentes ao poder público municipal.

Em relação à percepção dos moradores quanto aos problemas associados aos SBD e às BD, os entrevistados relataram os seguintes elementos, cuja ordem foi definida pela frequência com que foram citadas:

- 1. Insetos:** a presença de insetos nas residências foi relatada por 41 dos 50 moradores entrevistados. A predominância foi para incidência de pernilongos. Muitos moradores explicaram que a quantidade destes insetos é intensa a partir das 18hs00, sendo impossível permanecer na frente das residências e/ou na rua.
- 2. Vegetação alta:** esse problema foi relatado pela maioria dos moradores (38 moradores) e, também, registrado pelas visitas *in loco* dos SBD e das BD. Esse aspecto foi citado muitas vezes, como uma possível causa, associada à presença de água, para a grande quantidade de pernilongos.

- 3. Resíduos Sólidos:** assim como a vegetação, esse item foi citado pela maioria dos moradores (38 participantes) e, também, pôde ser identificado nos registros fotográficos dos SBD e das BD. Segundo os entrevistados, os resíduos de construção civil são os mais frequentes, mas há também resíduos volumosos, recicláveis e domésticos. Os próprios moradores relataram que é comum essa deposição inadequada no interior e, em especial, no entorno dos SBD e das BD. Alguns moradores explicaram que a retirada destes resíduos, pela Prefeitura de Araraquara, é frequente nas áreas adjacentes aos SBD e às BD, porém isso não se mantém nem por um dia. Em alguns bairros, os entrevistados relataram a vigilância deles e de outros moradores para inibir essa prática.
- 4. Insegurança:** o presente aspecto foi citado pela maioria dos moradores (35 pessoas) e está associado com ausência de iluminação adequada e de alambrados e portões. Vários relatos indicaram que a supressão dos alambrados e portões dos SBD e das BD é realizada pelos próprios moradores do bairro, que os utilizam para cercar suas residências ou outros imóveis não residenciais. Os entrevistados explicaram ainda que não há represálias por outros moradores, porque muitos consideram a proteção do imóvel mais útil do que a delimitação de uma área “abandonada” (no caso os SBD e as BD).
- 5. Presença de animais nocivos:** problema citado por 34 moradores, os quais relataram a presença frequente de sapo, cobra, rato e escorpião. Houve relato da morte de cachorro no quintal de uma casa, devido à picada de cobra. Esse acontecimento foi citado por vários moradores e associado à existência do SBD.
- 6. Presença de animais domésticos:** este problema foi relatado por 29 entrevistados. Os animais mais frequentes neste caso são cachorros e gatos (vivos e mortos) e cavalos. Muitos moradores explicaram que a ausência de alambrados e portão facilita o acesso destes animais, bem como a deposição de restos mortais dos mesmos pelos proprietários.
- 7. Água parada por muito tempo:** menos da metade dos moradores citaram esse problema (21 entrevistados). Num dos bairros, os entrevistados relataram que a água fica parada por vários dias, sendo juntamente com a vegetação, um local propício para a proliferação de pernilongos.

O único problema que não foi relatado por nenhum morador foi a ocorrência de transbordamentos dos SBD e das BD. Inclusive, na maioria dos entrevistados não foi relatado nem o enchimento total da unidade, com exceção de dois bairros, onde as bacias enchem e esvaziam rapidamente durante o evento de precipitação, de acordo com os entrevistados.

Os moradores foram questionados ainda sobre a permanência da água dentro dos SBD e das BD, em tempo superior às 24hs recomendadas. Do total de entrevistados, 24 moradores confirmaram que fica água parada no interior das unidades, resultado coerente com o observado no item anterior de “água parada por muito tempo”. Contudo, 15 moradores, uma quantidade expressiva, relatou não observar esse fator, não sabendo informar se água fica mais de um dia estagnada.

Mais da metade dos moradores relataram ausência de mau cheiro proveniente dos SBD e das BD (28 entrevistados). Porém, para os 21 moradores que indicaram sentir odor desagradável destas unidades, muitos justificaram essa ocorrência pela presença comum de animais em decomposição e de esgoto, sendo este último ocasionado por frequentes rupturas de tubulações de esgotos, nas proximidades, ocasionando o escoamento desse efluente para o interior das bacias.

Ressalva-se o relato de um morador sobre a relação entre a incidência de odor desagradável da bacia com a ocorrência de limpeza de residências. Segundo o entrevistado, os dias mais perceptíveis dessa relação são as sextas-feiras e aos sábados. A água proveniente da limpeza das casas e quintais carrega diversos compostos, inclusive matéria-orgânica de origem animal, como excrementos de animais domésticos, os quais são encaminhados para o interior das bacias. Além disso, há permanência de água parada próxima às estruturas de entrada d'água na unidade, dois fatores que juntos favorecem a mudança de cor da água e ocorrência de maus odores, após alguns dias, em decorrência da decomposição do material orgânico.

Outro fator importante abordado no questionário foi sobre a percepção da população quanto à valorização do bairro devido a presença dos SBD e das BD. A maior parte dos moradores (31 pessoas) discordou, em especial devido ao precário estado de conservação destas unidades, fator que, segundo eles, provoca a desvalorização do bairro, uma vez que ninguém quer residir próximo às áreas com excesso de vegetação e de resíduos sólidos.

Quanto às práticas de manutenção, menos da metade dos moradores relataram ter presenciado algum tipo de manutenção nas áreas dos SBD e das BD. A prática mais citada entre os entrevistados foi a retirada de resíduos sólidos, seguida pelo corte de vegetação e plantio de árvores. Contudo, estas atividades eram mais frequentes no entorno das unidades

do que em seu interior. Muitos moradores explicaram ainda que observaram algum tipo de manutenção na fase de implantação do loteamento e, que após isso, a manutenção ocorre de maneira irregular e demorada, ficando estas áreas abandonadas. Outras práticas de manutenção, como concerto e pintura de cercas e portões, assim como o controle de erosão, não foram observados pelos moradores entrevistados.

Vale destacar que um morador entrevistado afirmou que, por conta própria, realiza a capina e a plantação de árvores frutíferas e outras culturas no interior e no entorno de parte de uma BD. Os moradores residentes nas proximidades o auxiliam com recursos financeiros e outros, como inseticidas e mudas, buscando manter a área limpa. Pode-se observar que a parte cuidada apresenta melhores condições que o restante da unidade.

Segundo este mesmo morador, durante os eventos de precipitação, as águas pluviais costumam adentrar a BD por suas bordas, ocasionando a erosão das margens e taludes dessa unidade. Geralmente, isso está associado ao entupimento das bocas-de-lobo no entorno da BD. Esses sedimentos vindos dos processos erosivos, juntos com os provenientes das várias construções a montante, vêm ocasionando a formação de caminhos preferenciais para a água no interior da bacia, bem como o assoreamento da estrutura de saída d'água. O entrevistado relatou ainda que, por muitas vezes, retirou grande quantidade de sedimentos do fundo da bacia, para favorecer o caminhamento da água até o ponto de saída.

Como relatado anteriormente, esse morador cultivava plantações diversas dentro da BD, como por exemplo, banana, batata, goiaba, abobora e outros. Ele relata ainda que após o desenvolvimento destas e outras culturas, surgiram animais antes não visto na região: seriema, periquito e tucano. E isso vem favorecendo a adesão de outros moradores, a auxiliá-lo na manutenção deste espaço.

Por fim, todos os moradores, de todos os bairros citados anteriormente, foram questionados sobre a necessidade de conscientização da população sobre os SBD e as BD. E isso demonstrou que praticamente todos os entrevistados consideraram relevante o processo de informação dos moradores sobre estas unidades. Relataram ainda que isso pode auxiliar na redução de deposição inadequada de resíduos sólidos e, também, da depredação destas estruturas, tornando estes espaços mais limpos e em adequado estado de conservação.

O questionário previu um espaço para que os moradores sugerissem algo a mais sobre os SBD e as BD. Muitas vezes, os moradores fugiam do objetivo central do questionário e relatavam outros problemas referentes ao bairro, como ausência de creche, posto de saúde, linhas de ônibus próximas, coleta seletiva, iluminação inadequada e outros. Contudo, as

sugestões pertinentes à pesquisa foram muito semelhantes às realizadas quanto a multifuncionalidades dos SBD e das BD, reforçando que a proposição do multiuso pode favorecer a manutenção e conservação destas áreas. Isso, a partir da apropriação destes espaços por parte da população, auxiliando o poder público na resolução de problemas relacionados com a ausência de equipamentos urbanos de recreação, assim como do envolvimento dos moradores para manter em adequado estado de conservação estes locais.

Importante destacar que, durante a realização das entrevistas com síndicos e empreendedoras, foi possível obter alguns dados sobre a percepção dos moradores de condomínios e, também, de potenciais compradores de um imóvel. No primeiro caso, foi relatado que muitos moradores perguntam a finalidade dessa unidade e, nos casos onde havia manutenção frequentes, elogiavam pelas condições agradáveis do entorno, geralmente compostas por áreas verdes. Estes moradores tem o hábito de passear e caminhar por estas áreas.

No das empreendedoras, observou-se que as maquetes do empreendimento, com a distribuição dos lotes e toda infraestrutura, não indicava a implantação das unidades de detenção, demonstrando apenas uma área verde. Desta forma, os futuros moradores, ou seja, aqueles que estavam interessados na compra de um imóvel, questionavam sobre as unidades apenas quando iam caminhar pelo empreendimento. E as perguntas, de uma forma geral, consistiam na importância e o motivo de haver aquela estrutura, e se não havia perigo quanto à proliferação de pernilongos. Alguns moradores, ainda, questionavam se estas unidades seriam lagos para recreação e pesca, o que os incentivaria a comprar lotes mais próximos das mesmas.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A avaliação das 20 bacias (BD) e quatro sistemas de bacias de detenção (SBD) no município de Araraquara permitiu retratar como a implantação destas vem se intensificando, mesmo sem haver uma análise de sua funcionalidade e eficiência hidrológica, bem como da sua aceitação por parte da população do entorno.

A partir das observações diretas e da aplicação das variáveis de avaliação, observou-se que somente duas das unidades estudadas não estavam localizadas às margens dos cursos d'água urbanos. Foi predominante a inserção das unidades na sub-bacia do Ribeirão das Cruzes e a montante da Represa das Cruzes, local de captação superficial do sistema de abastecimento público, demonstrando a intensa expansão urbana numa área de proteção de mananciais e susceptível a processos erosivos.

Quanto à localização das unidades, observou-se uma tendência de implantá-las fora dos limites do condomínio e distante das residências. As exceções foram em loteamentos abertos, onde quatro unidades estavam inseridas em área densamente urbanizada e defronte de residências. Mesmos com distancionamento em relação às residências, as unidades apresentam, de maneira geral, alta visibilidade no nível do solo.

Quanto ao isolamento, metade das unidades demonstrou estar totalmente fechada, com alambrado e portão de acesso. As restantes encontravam-se parcialmente ou totalmente abertas, indicando o possível o acesso e o uso impróprio desse espaço.

Com relação ao estado de conservação, a maioria das unidades demonstrou ausência ou ineficiência de manutenção, com crescimento excessivo de vegetação e deposição de resíduos sólidos tanto em seu entorno quanto em seu interior, onde também observou-se depósitos de sedimentos. Dentre as 24 unidades observadas, apenas três apresentaram estado de conservação adequado, ou seja, mantinham a conservação da vegetação gramínea nos taludes e fundo das unidades, não sendo observada a presença de resíduos sólidos e sedimentos, além da conservação do alambrado e portão.

Durante as visitas *in loco*, observou-se que grande parte das bacias possuíam dissipadores de energia nas estruturas de entrada d'água, sendo frequente o registro de deposição de sedimentos e o acúmulo de água nestas estruturas. Para algumas unidades não foi possível realizar esta análise devido ao excesso de vegetação no interior e entorno da unidade, impedindo o acesso. Já para as estruturas de saída, foram observados orifícios de fundo (a maioria circulares), com predominância do extravasor retangular do tipo tulipa associado aos mesmos.

Dentre as estruturas de lançamento final registradas, observou-se que as mesmas eram constituídas por muros de ala com dissipadores de energia, em sua maioria, do tipo blocos de impacto. Os lançamentos ocorriam diretamente nas margens dos cursos d'água ou em seu leito. Em ambos os casos foram observados problemas relevantes como o carreamento do solo da margem para o curso d'água, e a presença de sedimentos na estrutura de lançamento e pontos de assoreamento no curso d'água.

Uma característica predominante nas unidades avaliadas foi sua função exclusiva de amortecimento de cheias, não havendo a proposição de outros usos, embora em quatro casos tenham sido observados usos adotados pela população, como a prática de pesca, presença de animais e o plantio de culturas.

Por meio de observação direta associada a evento de precipitação, foi possível constatar o enchimento de mais da metade das unidades, bem como seu esvaziamento em menos de 24 hs. Nas demais, as condições de acesso e falta de manutenção não permitiram uma comprovação direta. Uma única unidade apresentava lâmina d'água permanente, em função de sedimentos depositados em seu interior. Não foi observado ou relatado o transbordamento externo de nenhuma das unidades, embora em um dos SBD (ainda em implantação) haja indícios da passagem de água de uma bacia a outra por cima da berma.

Com relação aos projetos de engenharia, alguns deles demonstraram ausência de detalhamento gráfico e de memorial dos cálculos de dimensionamento do volume de detenção, diâmetro do orifício de fundo e extravasor. Foram também observadas divergências entre informações apresentadas nos memoriais de cálculo e os indicados na parte gráfica.

Quanto ao dimensionamento das unidades de detenção, observou-se a adoção de mais de uma metodologia de cálculo, embora o DAAE disponibilize uma planilha para tanto. Muitos projetos utilizaram a fórmula estabelecida pela Lei Estadual nº 12.526/2007 para a determinação do volume de detenção, embora esta seja destinada à retenção de águas provenientes de superfícies como coberturas e pátios impermeabilizados e não considere as vazões de pré e pós ocupação. Fazendo-se uma comparação entre os valores calculados pelas duas metodologias (nos casos em que havia dados disponíveis), foram obtidos volumes bem diferentes (30 a 40%).

Na fase de implantação dos empreendimentos imobiliários, a construção das unidades de detenção foi relatada como a primeira etapa do cronograma, devido à sua importância para o recebimento das águas pluviais e de sedimentos provenientes do canteiro de obras. Os principais cuidados relatados durante a construção referiam-se à conformidade com os

projetos, à execução no período de estiagem, a compactação do solo adequada e proteção dos taludes e fundo com grama.

Na pós-implantação, as unidades implantadas pelos condomínios têm sua manutenção atribuída aos mesmos, equanto que as localizadas em loteamentos abertos têm o poder público como responsável. Nesse segundo ponto, há uma divergência entre a PMA e o DAAE sobre essa responsabilidade, que não está claramente definida. Não havendo um consenso, muitas destas áreas ficam, literalmente, abandonadas, colocando em risco a segurança e a saúde da população.

Mesmo nos condomínios, nem sempre ocorrem práticas de manutenção. As que foram constatadas consistiam apenas na roçada do fundo, dos taludes e das cristas das unidades. Observou-se a atuação de equipe composta por até quatro funcionários que executam em um dia a manutenção, numa frequência de duas vezes por mês no período chuvoso e uma vez por mês no período de estiagem.

Com base nos orçamentos disponibilizados pelas construtoras, foi possível calcular custos de implantação das unidades de detenção com base em suas áreas e seus volumes de detenção para quatro casos. Tendo como base as áreas, três valores variaram de R\$ 32,16/m² a R\$ 46,08/m², havendo um valor discrepante de R\$ 75,13/m². Considerando os volumes como base, os quatro casos apresentaram uma convergência de custos, variando de R\$ 21,44/m³ a R\$ 25,88/m³, valor inferior ao obtido por Moura (2004).

Com relação aos custos de manutenção, foram obtidos apenas para duas unidades, operadas pelo mesmo responsável, tendo sido obtido o valor de R\$ 333,00 por prática de manutenção.

A partir da aplicação do questionário com 50 moradores do entorno das unidades (residentes defronte ou muito próximos), foi possível avaliar qualitativamente aspectos de percepção, conhecimento, sensibilidade e aceitação destes com relação às mesmas. A maioria dos entrevistados tinha conhecimento sobre a existência destas unidades, embora menos da metade soubesse sua função. Houve algumas poucas manifestações contrárias à função hidrológica e, por outro lado, a grande maioria se mostrou favorável a um possível aproveitamento destes espaços para outros usos, com sugestões de reaproveitamento d'água, implantação de hortas comunitárias, implantação de praças com equipamentos para ginástica, quadras de esportes, parques para caminhada, entre outros.

Quase metade dos moradores considerou a existência destas unidades positiva para o bairro, porém foram unânimes quanto à necessidade de manutenção destas áreas. O precário

estado de conservação destas unidades foi o motivo pelo qual moradores consideraram a implantação destas unidades negativas, bem como um fator que desvaloriza o bairro (21 moradores).

Os moradores relataram os seguintes problemas associados às unidades: presença de insetos (41/50 moradores); vegetação alta (38/50); resíduos sólidos (38/50); insegurança (35/50); presença de animais nocivos (34/50); presença de animais domésticos (29/50) e água parada por muito tempo (21/50). Os moradores foram unânime quanto a necessidade de conscientização da população sobre a importância e relevância destes espaços, para minimizar o seu uso inadequado.

Conclui-se, portanto, que dentro do contexto urbano abordado, a prática de implantar bacias de retenção se caracteriza como um avanço na gestão das águas pluviais; embora tenha sido observada a precariedade na manutenção das áreas estudadas, bem como a ausência de integração urbana das mesmas. Desta maneira é primordial que na fase de planejamento e projeto destas bacias, esforços sejam feitos para integrar estas unidades com seu entorno, aproveitando estes espaços para suprir demandas de áreas de lazer, parques lineares, entre outros, nos períodos de estiagem, onde esta bacia não estará desempenhando sua função hidrológica.

Com base nas conclusões apresentadas, recomenda-se para futuros trabalhos a delimitação da área de estudo a fim de aprofundar a avaliação hidrológica das unidades de retenção, incluindo sua modelagem, fundamental para o conhecimento do desempenho destas estruturas. Além de estudos mais detalhados sobre a metodologia de cálculo para a determinação do volume de retenção mais adequado.

Como se trata de unidades cujo emprego é relativamente recente, é recomendado que os técnicos, tanto do poder público quanto dos empreendimentos, tenham oportunidade de capacitação para uma melhor utilização das BD, em termos de concepção, dimensionamento, aprovação, operação e manutenção.

Quanto à multifuncionalidade das unidades, ressalva-se que a tendência de inserção destas unidades em áreas verdes poderia favorecer a implantação de um espaço agradável à população e à área urbana, desde que houvesse a preocupação em nível de projeto de tornar estes espaços mais atrativos à comunidade, a partir da multifuncionalidades destas áreas e de seus entornos.

A implantação de estruturas e equipamentos no entorno destas unidades, como pistas de caminhada e corrida, cicloviárias, ou mesmos locais de contemplação, são ações positivas que

atraem o uso destes espaços pela população que, uma vez, apropriada destas áreas podem auxiliar na manutenção e conservação das mesmas. Além disso, outra potencialidade destas unidades seria a formação de corredores ecológicos ao longo dos cursos d'água, com a sobreposição espacial de funções recreativas, de preservação e do controle do amortecimento.

Para tanto, seria desejável a implementação de políticas públicas e de gestão participativa, a fim de preconizar a multifuncionalidade das unidades de detenção desde a fase de projeto, de maneira a favorecer sua integração urbana e sua aceitação e apropriação por parte da população.

Diante do exposto, ressalva-se a necessidade de intercâmbio de conhecimentos acerca de novas práticas quanto à implantação das bacias de detenção de maneira integrada ao seu entorno. Em muitos casos, essa nova concepção está mais atrelada à ausência de capacitação dos profissionais relacionados, bem como a conscientização da importância de uma equipe multidisciplinar, condições que iriam contribuir significativamente para a melhoria dos projetos urbanísticos em especial para a implantação das bacias de detenção.

8. REFERÊNCIAS

ACIOLI, L. A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

ALMEIDA, M. de F. **Aplicação de técnicas compensatórias na drenagem urbana, sob a ótica dos usuários do espaço: estudo de caso em São Carlos/SP**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2014.

AQUAFLUXUS. **Trincheira de infiltração**. Disponível em: <<http://www.aquafluxus.com.br/trincheiras-de-infiltracao/>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

ARARAQUARA. **Plano de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais**. PMA, 2012.

ARARAQUARA. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)**. PMA, 2014a.

ARARAQUARA. **Lei Complementar nº 850**, de 11 de fevereiro de 2014, Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara (PDDPA). PMA, 2014b.

ARARAQUARA. Lei nº. 8.335, de 3 de novembro de 2014. Institui a Política Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e dá outras providências. Câmara Municipal de Araraquara, 2014c. Disponível em:< <http://www.camara-arq.sp.gov.br/Siave/documento?sigla=lo&numero=8335>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

ARARAQUARA. GMA – Gerência de Monitoramento da Qualidade Ambiental. **Hidrografia (formato shape)**. Banco de dados da GMA/SMMA/PMA, 2015.

ARARAQUARA, Prefeitura Municipal. **História do Município de Araraquara**. Disponível em:<<http://www.araraquara.sp.gov.br/wp-content/uploads/2017/01/Hist%C3%B3ria.pdf>>. Acesso em: 08 jul 2017.

ATLAS BRASIL. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: Perfil do Município de Araraquara, SP (2013). Disponível em:< http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/araraquara_sp>. Acesso em: 27 abr. 2016.

BALESTRINI, M. **O Programa Minha Casa Minha Vida e o Marco Regulatório Urbanístico do Município: o caso de Araraquara**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. São Carlos, 2016.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2015. 2ª Edição, 318 p.

BARBASSA, A. P.; ANGELINI SOBRINHA, L.; MORUZZI, R. B. **Poço de infiltração para o controle de enchente na fonte: avaliação das condições de operação e manutenção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 91-107, abr./jun. 2014.

BELO HORIZONTE. Lei nº 7.166, de 27 de agosto de 1996. Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município. Disponível em:<<https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/lei-ordinaria/1996/716/7166/lei-ordinaria-n-7166-1996-estabelece-normas-e-condicoes-para-parcelamento-ocupacao-e-uso-do-solo-urbano-no-municipio>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte/MG: **Fundação de Parques Municipais: Parque Ecológico Primeiro de Maio**. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pidplc=ecptaxonomiamenuportal&app=fundacaoparque&tax=21504&lang=pt_br&pg=5521&taxp=0>. Acesso em: 25 mai. 2016.

BIDONE, F. ; TUCCI, Carlos E. M. **Microdrenagem**. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. La L.; BASTOS, M. T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2015. p. 77-106.

BRASIL. Lei nº. 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispões sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 dez. 1979. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm>. Acesso em: 18 jan. 2018.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 18 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 25 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº. 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm>. Acesso em: 25 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm>. Acesso em 25 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 2007 e retificado em 11 jan. 2007. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em 25 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em 25 jan. 2018.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302 p.

CARVALHO, P. F. de; BRAGA, R. **Da Negação à Reafirmação da Natureza na Cidade: o conceito de “renaturalização” como suporte à política urbana**. Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – UNESP. Rio Claro, s.d.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. **Clima dos Municípios Paulistas**. Disponível em:< <https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

CITY OF PORTLAND. **Portland Stormwater Management Manual. Bureau of Environmental Services**. Portland, Oregon. 2014. Disponível em: < <https://www.portlandoregon.gov/bes/64046>>. Acessado em: 25 mai. 2016.

CHRISTOFIDIS, H. V. **Drenagem Urbana Sustentável: Análise do uso do Retrofit**. Brasília. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, 2010. Disponível em:< http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12216/4/2010_HugoDoValeChristofidis.pdf>. Acesso em: 30 mai 2016.

CRUZ, M. A. S.; ARAÚJO, P. R.; AGRA, S. G.; SOUZA, V. C. B. de; COLLISCHONN, W. **Valorização da água no meio urbano: um desafio possível, (2001)**. Disponível em:< https://www.researchgate.net/publication/237404960_VALORIZACAO_DA_AGUA_NO_MEIO_URBANO_UM_DESAFIO_POSSIVEL>. Acesso em: 7 mar. 2017.

CURITIBA. Lei Municipal nº 10.785, de 18 de setembro de 2003. Cria no município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Curitiba, 18 de setembro de 2003. Disponível em:< <https://cm-curitiba.jusbrasil.com.br/legislacao/340030/lei-10785-03>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

DRUMOND, P. P. **Estudo da influência da reservação de águas pluviais em lotes no município de Belo Horizonte, MG: Avaliação hidráulica e hidrológica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro: Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal [Município de Araraquara], 2013. Disponível em:< <http://www.firjan.com.br/ifdm/consulta-ao-indice/ifdm-indice-firjan-de-desenvolvimento-municipal-resultado.htm?UF=SP&IdCidade=350320&Indicador=1&Ano=2009>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

FONSECA, P. L. da; NASCIMENTO, E. A. do; LONGO, O. C. **Gestão ambiental de bacias hidrográficas: medidas não convencionais no controle de cheias urbanas – principais aspectos, considerações e ações integradas**, in XIII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, 2006.

GONÇALVES, L. M. **Os vazios urbanos como elemento estruturador do planejamento urbano**. PLURIS, 2010. Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Luciana_Goncalves7/publication/306032432_Os_vazios_Urbanos_como_elemento_estruturador_do_planejamento_Urbano/links/57b274c408ae0101f17a5e43/Os-vazios-Urbanos-como-elemento-estruturador-do-planejamento-Urbano.pdf>. Acesso em: Fev. 2018.

GOOGLE EARTH. [Município de Araraquara]. Acesso em: 11 fev. 2018.

GRIBBIN, J. E. **Introdução à hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. [revisor técnico Marcelo Libânio; tradução Andrea Pisan]. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

GUARULHOS. Lei nº. 6.046, de 5 de novembro de 2004. Estabelece o código de edificações e licenciamento urbano do Município de Guarulhos. **Diário Oficial [do] Município**, Guarulhos, SP, 9 nov. 2004. Disponível em:< http://www.guarulhos.sp.gov.br/06_prefeitura/leis/leis_download/06046lei.pdf> . Acesso em: 20 ago. 2016.

GUARULHOS. Lei nº. 6.793, de 28 de dezembro de 2010. Dispõe sobre o lançamento, arrecadação e fiscalização do Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Município**, Guarulhos, SP, 29 dez. 2010. Disponível em:< <http://www.guarulhos.sp.gov.br/sites/default/files/06793lei.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

IBF, Instituto Brasileiro de Florestas. **Espécies nativas Brasileiras: Paineira Rosa**. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/lista-de-especies-nativas/365-paineira-rosa.html?lang=pt>>. Acesso em: 02 jul 2017.

IBGE. Cidades: Araraquara/SP. Disponível em:< <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=350320>>. Acesso em: 06 jul 2017.

MACEDO, D. R.; MAGALHÃES JR, A. P. Percepção social no programa de restauração de cursos d'água urbanos em Belo Horizonte. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 23 (1): 51-63, abr. 2011.

MANZINI, E. J. A entrevista na pesquisa social. *Didática*, São Paulo, v. 26/27, 1990/1991, p. 149-158.

MARICATO, Erminia. Globalização e política urbana na periferia do capitalismo. *Territorios* 18-19, Bogotá. Sección general, pag. 183-205, 2008.

MARICATO, Erminia. Urbanismo na Periferia do Mundo Globalizado: metrópoles brasileiras. *São Paulo Perspec.*, v. 14, n. 4, p. 21-33, Oct. 2000. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000400004>. Acesso em 06 jul 2017.

MARTINS, J. R. Obras de Macrodrenagem. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. la L. e BARROS, T. de Barros. **Drenagem Urbana**. 4 ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. 2015. p. 167-240.

McCUEEN, R. H.; WALES, S.G.; RAWLS W. J. **Controle of urban storwater runoff by detention and retention**. U.S. Departamento of Agriculture, Miscellaneous Publication nº 1428, 75 pp. Disponível em:< <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=umn.31951002908339r;view=1up;seq=2>>. Acessado em: mai de 2017.

MENZORI, I. D.; FALCOSKI, L. A. N. **Mapeamento e análise das áreas de preservação permanente e dos corredores de integração ecológica de Araraquara, SP**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 7-20, abr./jun. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000200143>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

MILOGRANA, J. **Estudo de Medidas de Controle de Cheias em Ambientes Urbanos [Distrito Federal]**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Brasília, 2001. Disponível em:< <http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/01/Jussan%C3%A3Milograna.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017.

MOTA, E. **Projeto Técnico: Reservatórios de Detenção**. Associação Brasileira de Cimento Portland; Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) e Soluções para Cidades, s.d. Disponível em:< http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_Reservatorios%20Deten_web.pdf>. Acesso em: Jan, 2018.

MOURA, P. M. **Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

NAKAZONE, L. M. **Implantação de reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais: a experiência da CDHU**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

NASCIMENTO, N. O.; BAPTISTA, M. B.; VON SPERLING, E. **Problemas de Inserção Ambiental de Bacias de Detenção em Meio Urbano**, in Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, volume 29, Rio de Janeiro, 1999, pp. 2242-2250.

NITERÓI. Lei nº. 1.620, de 22 de dezembro de 1997. Define disposições relativas à aprovação de edificações residenciais unifamiliares. **Diário Oficial [do] Município**, Niterói, RJ, 24 dez. 1997. Disponível em:< <https://leismunicipais.com.br/a/rj/n/niteroi/lei-ordinaria/1997/162/1620/lei-ordinaria-n-1620-1997-define-disposicoes-relativas-a-aprovacao-de-edificacoes-residenciais-unifamiliares>>. Acesso em 20 ago. 2016.

NOVARETTI, D. M. **Políticas públicas municipais de gestão ambiental-urbana: experiências institucionais na implementação de uma gestão plena em Santo André e Araraquara, SP**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR. São Carlos, 2009.

OLIVEIRA, S. C. **Ocupação Antrópica da Bacia do Ribeirão das Cruzes em Araraquara, SP: Análise e Proposições**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2017.

POMPÊO, César Augusto. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, nº 1, pag. 15-23, 2000.

PORTO ALEGRE. Decreto nº. 18.611, de 9 de abril de 2014. Regulamenta o controle da drenagem urbana e revoga os itens 4.8.6, 4.8.7 e 4.8.9 do Decreto nº 14.786, de 30 de dezembro de 2004 – Caderno de Encargos do DEP – e o Decreto nº 15.371, de 17 de novembro de 2006. **Diário Oficial [do] Município**, Porto Alegre, RS, 15 abr. 2014. Disponível em:< <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000033997.DOCN.&l=20&u=/netahtml/sirel/simples.html&p=1&r=1&f=G&d= atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em: 3 set. 2016.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal de Porto Alegre/RS. **Detenção – as bacias que ficam secas**. Disponível em:<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=69>. Acesso em: 25 mai. 2016.

PORTO, Rubem; ZAHED FILHO, Kamel; TUCCI, Carlos; BIDONE, Francisco. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L.;... [et al]. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. 2015. p. 805-847.

RIGHETTO, A. M. **Manejo de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 396p.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº. 23.940, de 30 de janeiro de 2004. Torna obrigatória, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. Disponível em:< <https://cm-rio-de-janeiro.jusbrasil.com.br/legislacao/917561/decreto-23940-04>>. Acesso em 27 ago 2016.

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

SÃO CARLOS. Lei nº. 13.246, de 27 de novembro de 2003. Dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas. Disponível em:< <https://leismunicipais.com.br/SP/SAO.CARLOS/LEI-13246-2003-SAO-CARLOS-SP.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

SÃO PAULO (Estado). Constituição Estadual, de 05 de outubro de 1989. Disponível em:< <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/constituicao/1989/compilacao-constituicao-0-05.10.1989.html>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº. 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 31 dez. 1991. Disponível em:< <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº. 9.509, de 20 de março de 1997. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 21 mar. 1997. Disponível em:< <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9509-20.03.1997.html>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

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. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 3 jan. 2007. Disponível em:< <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12526-02.01.2007.html>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

SÃO PAULO (Cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo das águas pluviais: aspectos tecnológicos; fundamentos**. São Paulo: SMDU, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE: Informações dos Municípios Paulistas [Perfil do Município de Araraquara]. Disponível em:< <http://www.perfil.seade.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SIGRH. Disponível em:< <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhtj/apresentacao>>. Acesso em: 20 set. 2016.

SEIDI, M.; PERUCCA, F.; BOUHMAD, K., KNAUER, S.; BONTEMPO, V.; NASCIMENTO, N. de O. *Social compliance for waste water treatment in urban areas of Belo Horizonte (Brazil)*. In Conferência Internacional Latinosa 2007. Cali Colômbia, 2007.

TOLEDO, R. A. de. **Trajetória do planejamento urbano: o plano diretor da década de 1950 e o reordenamento urbano de Araraquara-SP**. Sociedade e Cultura, v. 17, n. 2, 2015. Disponível em:< <https://revistas.ufg.br/fchf/article/view/38283/19400>>. Acesso em: Fev. 2018.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership – Wolrd Bank – Unesco 2005.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas**. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. La L.; BASTOS, M. T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2015. p. 15-36.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. **Controle do impacto da urbanização**. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. La L.; BASTOS, M. T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2015. p. 277-343.

UNRIC: Centro Regional de Informação das Nações Unidas. **Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050**. Nova York, 10 jul. 2014. Disponível em: <<http://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>>. Acesso em: 26 mai. 2016.

VICENTE, T. Z. **Análise de uso, apropriação e integração urbana das técnicas compensatórias em drenagem urbana na cidade de Ribeirão Preto-SP.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, 2015.

QUINTANA, Eduardo de J. V. **Pavimentos Porosos.** REVISTA CYT: Construcción y Tecnología en Concreto. México. Out. 2014. Disponível em: <<http://www.revistacyt.com.mx/index.php/contenido/posibilidades-del-concreto/299-pavimentos-porosos>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Roteiro de Entrevistas

O roteiro de entrevista, apresentado a seguir, faz parte de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar.

Tem-se como objetivo o levantamento de dados sobre a implantação, manutenção e os custos envolvidos com as bacias de retenção de águas pluviais, inseridas na área urbana de Araraquara/SP, sob a perspectiva dos agentes envolvidos diretamente com estas práticas, como síndicos, construtoras, empreendedoras, técnicos da prefeitura municipal de Araraquara e do Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAAE).

Agradecemos sua colaboração!

I – Em qual das seguintes opções o entrevistado se enquadra:

- 1. Síndicos (questões de 1 a 8).
- 2. Funcionário de Construtora (questões 9 a 14).
- 3. Funcionários de Empreendedoras (questões 15 a 18).
- 4. Funcionários da Prefeitura (ir para questões 19 a 26). Especificar: _____
- 5. Funcionários do DAAE (ir para questões 27 a 31). Especificar: _____

Roteiro de Entrevista

Síndicos
1. Especificar o condomínio: _____
2. A quanto tempo esta nesta função?
3. A manutenção da bacia de retenção é de responsabilidade do condomínio?
4. Quais as práticas de manutenção e operação realizadas na bacia de retenção?
5. Qual a periodicidade (frequência) da manutenção nos períodos secos e nos períodos chuvosos?
6. O condomínio possui equipamentos próprios para a realização desta manutenção?
7. Qual o custo desta manutenção para o condomínio?
8. É realizada a comunicação com os condôminos sobre estes espaços e os custos para a manutenção?

Funcionário da Construtora

9. Especificar o empreendimento: _____
10. Como a construtora foi informada sobre a obrigatoriedade de implantação das bacias de detenção?
11. No projeto destas unidades são recomendadas responsabilidades e práticas para a manutenção das mesmas?
12. Quanto à construção das bacias de detenção, em que fase da implantação do loteamento estas unidades têm seu início?
13. Quais os cuidados durante e após a execução da obra de implantação das bacias para preservar as estruturas?
14. Quanto a implantação dessa unidade incrementou no custo total do loteamento? E os custos com a manutenção?

Funcionário da Empreendedora

15. Especificar o loteamento: _____
16. Durante a venda de lotes, as bacias de detenção são apresentadas para os interessados? Se sim, ir para as questões 21 e 22?
17. Como estas unidades são apresentadas (importância e função)?
18. Qual a reação das pessoas sobre estas unidades?

Funcionário da Prefeitura

19. Desde quando se tornou obrigatória a implantação de bacias de detenção nos loteamentos novos a serem implantados no município de Araraquara?
20. A responsabilidade pela implantação das bacias de detenção é do empreendedor?
21. Qual o custo da unidade com relação ao custo total do empreendimento?
22. E após o término da obra, de quem é a responsabilidade pela manutenção destas unidades? (Se for a Prefeitura responder 23 a 25. Caso contrário, responder a questão 26).
23. Se a manutenção for realizada pela Prefeitura, qual o setor responsável?
24. Quais as práticas de manutenção realizadas para as bacias de detenção? Existe uma periodicidade? Qual?
25. Qual o custo médio para a realização da manutenção? E quantas pessoas são designadas para essa atividade?
26. Se não, responsabilidade da Prefeitura, de quem é a responsabilidade pela manutenção destas áreas?

Funcionário do DAAE

27. Qual o procedimento para avaliação e aprovação dos projetos das bacias de detenção? (quais são os critérios observados).

28. Os projetos atendem as recomendações, em uma primeira análise? Qual a qualidade dos projetos das bacias de detenção de um modo geral? (o que define um projeto de qualidade).

29. Após a aprovação das bacias de detenção, quais outras atribuições do DAAE quanto às bacias? (fiscalização da obra etc).

30. E após a conclusão das obras, o DAAE continua acompanhando as bacias de detenção? Se sim, até que momento?

31. O DAAE se responsabiliza pela manutenção das bacias de detenção como faz para a infraestrutura de abastecimento público e esgotamento sanitário?

APÊNDICE II – Questionário aplicado à população

O questionário, apresentado a seguir, faz parte de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU, do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar.

O objetivo da aplicação deste questionário é a identificação e análise da percepção e do conhecimento da população sobre as bacias de retenção, sob os aspectos hidrológicos, ambientais, sanitários, urbanísticos, sócio-econômicos e legais.

Agradecemos sua colaboração!

Questionário

1. Você conhece a bacia de retenção localizada próxima à sua residência?

a) Sim

b) Não

2. Você sabe qual a função desta bacia?

a) Sim

b) Não

Após as questões 1 e 2, explicar sobre o conceito e a função das bacias de retenção de águas pluviais.

3. Você acha que essa área, além de deter a água de chuva, poderia ser utilizada para outra finalidade?

4. Você considera que esta bacia de retenção é positiva para o seu bairro?

a) Sim

b) Não sei

c) Não

5. Você percebe algum problema associado com esta bacia de retenção?

<input type="checkbox"/>	Presença de animais domésticos
<input type="checkbox"/>	Presença de animais nocivos
<input type="checkbox"/>	Insetos
<input type="checkbox"/>	Lixo
<input type="checkbox"/>	Insegurança

<input type="checkbox"/>	Água Parada por muito tempo
<input type="checkbox"/>	Transbordamento
<input type="checkbox"/>	Vegetação alta
<input type="checkbox"/>	Outros: _____

6. Após a ocorrência de chuva, fica água parada por mais de um dia na bacia de retenção?

a) Sim

b) Não sei

c) Não

7. Essa área gera mau cheiro?

a) Sim

b) Não sei

c) Não

8. A existência dessa bacia de detenção valoriza seu bairro?

a) Sim

b) Não sei

c) Não

9. Você já observou algum destes tipos de manutenção nesta área?

Retirada de lixo

Controle de erosão

Corte de vegetação

Concerto e pintura de cercas e portões

Plantio de árvores

Outros: _____

10. É necessária maior conscientização dos moradores sobre esta bacia de detenção?

a) Sim

b) Não sei

c) Não

11. Você sente falta de espaços de convivência no seu bairro, como praças, parques, áreas verdes?

a) Sim

b) Não sei

c) Não

Agradecemos sua contribuição!

Para demais relatos e/ou sugestões sobre a bacia de detenção, utilize as linhas abaixo:

APÊNDICE III – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Entrevista e Questionário)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Entrevistas

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Avaliação do desempenho e da inserção urbana de bacias de retenção de águas pluviais implantadas em Araraquara, SP". Esta pesquisa tem por objetivo avaliar o desempenho e a inserção urbana das bacias de retenção de águas pluviais implantadas no meio urbano do município de Araraquara, SP.

As informações abaixo são necessárias para o seu esclarecimento:

1. Você foi selecionado para ser um participante voluntário e sua participação **não** é obrigatória.
2. A qualquer momento você pode tirar dúvidas, desistir de participar e retirar seu consentimento.
3. Sua recusa **não** trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição de ensino ou com o local do seu emprego.
4. Sua participação nesta pesquisa consistirá em participar de uma entrevista cujas questões referem-se ao dimensionamento, manutenção e custos envolvidos com a implantação das bacias de retenção.
5. Em relação ao conteúdo do roteiro da entrevista, ele foi elaborado buscando clareza e objetividade das questões, de modo a evitar possíveis constrangimentos ou desconfortos aos participantes, como estresse, irritação, incômodo pessoal, entre outros. Caso algum desconforto ocorra, você pode solicitar auxílio ao pesquisador, e pode se recusar a responder ou mesmo interromper a sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo à sua relação com a instituição de ensino ou com o pesquisador ou seu ambiente de trabalho (Prefeitura, DAAE, Condomínios etc).
6. A realização da entrevista será realizada pelo pesquisador de modo a minimizar possíveis riscos ao participante (exemplos: dano físico, material, psicológico, etc.), buscando fazer a abordagem em local visível e seguro, de maneira objetiva, com autorização e agendamento prévios. Não há obrigatoriedade em responder caso a situação seja expositiva e gere lembranças negativas, dentre outras medidas.
7. Em caso de eventuais despesas tidas pelos participantes em decorrência da pesquisa, haverá o direito ao ressarcimento. Bem como, haverá garantia de indenização diante de eventuais danos causados ao participante, decorrentes da pesquisa.
8. Os benefícios relacionados à sua participação são: melhor compreensão da percepção e aceitação da população sobre as bacias de retenção, identificação de aspectos positivos e negativos em relação ao tema, ampliação de informação sobre as bacias implantadas, contribuição no aprimoramento da pesquisa científica, auxílio para futuros estudos e obras correlatas, dentre outros.
9. Você poderá ter acesso aos resultados da pesquisa por meio dos artigos científicos publicados em congressos e/ou solicitá-los através do contato com o pesquisador pelo e-mail **carolina.peroni@yahoo.com.br**.
10. As informações sobre sua identificação obtidas por esta pesquisa são confidenciais e está assegurado o sigilo sobre sua participação.
11. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento posterior.



O presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido cumpre as exigências contidas no item IV.3 da Resolução CNS Nº 466 de 12 de dezembro de 2012.

Eng. Ambiental Carolina Sulzbach Lima Peroni – pesquisadora
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Comissão de Ética em Pesquisa – CEP - UFSCar
Contato – Instituição: Rodovia Washington Luiz, km 235A.
Caixa Postal 676 13565-905. São Carlos-SP. Tel.: 16-33518626 / 8028

Declaro que entendi as informações aqui expostas sobre minha participação na pesquisa, e concordo em participar.

Araraquara, 20/01/2018.

Assinatura do participante da pesquisa ou do seu Responsável

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Questionário

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Avaliação do desempenho e da inserção urbana de bacias de retenção de águas pluviais implantadas em Araraquara, SP". Esta pesquisa tem por objetivo avaliar o desempenho e a inserção urbana das bacias de retenção de águas pluviais implantadas no meio urbano do município de Araraquara, SP.

As informações abaixo são necessárias para o seu esclarecimento:

1. Você foi selecionado para ser um participante voluntário e sua participação **não** é obrigatória.
2. A qualquer momento você pode tirar dúvidas, desistir de participar e retirar seu consentimento.
3. Sua recusa **não** trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.
4. Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder a um questionário com 11 (onze) questões pertinentes à bacia de retenção implantada.
5. Em relação ao conteúdo do questionário a ser preenchido, ele foi elaborado buscando clareza e objetividade das questões, de modo a evitar possíveis constrangimentos ou desconfortos aos participantes, como estresse, irritação, incômodo pessoal, entre outros. Caso algum desconforto ocorra, você pode solicitar auxílio ao pesquisador, e pode se recusar a responder ou mesmo interromper a sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo à sua relação com a instituição ou com o pesquisador.
6. A aplicação do questionário será realizada pelo pesquisador de modo a minimizar possíveis riscos ao participante (exemplos: dano físico, material, psicológico, etc.), buscando fazer a abordagem em local visível e seguro, de maneira objetiva, sem longa permanência no local durante o preenchimento do formulário, sem obrigatoriedade em responder caso a situação seja expositiva e gere lembranças negativas, dentre outras medidas.
7. Em caso de eventuais despesas tidas pelos participantes em decorrência da pesquisa, haverá o direito ao ressarcimento. Bem como, haverá garantia de indenização diante de eventuais danos causados ao participante, decorrentes da pesquisa.
8. Os benefícios relacionados à sua participação são: melhor compreensão da percepção e aceitação da população sobre as bacias de retenção, identificação de aspectos positivos e negativos em relação ao tema, ampliação de informação sobre as bacias implantadas, contribuição no aprimoramento da pesquisa científica, auxílio para futuros estudos e obras correlatas, dentre outros.
9. Você poderá ter acesso aos resultados da pesquisa por meio dos artigos científicos publicados em congressos e/ou solicitá-los através do contato com o pesquisador pelo email **carolina.peroni@yahoo.com.br**.
10. As informações sobre sua identificação obtidas por esta pesquisa são confidenciais e está assegurado o sigilo sobre sua participação.
11. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento posterior.



O presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido cumpre as exigências contidas no item IV.3 da Resolução CNS Nº 466 de 12 de dezembro de 2012.

Eng. Ambiental Carolina Sulzbach Lima Peroni – pesquisadora
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Comissão de Ética em Pesquisa – CEP - UFSCar
Contato – Instituição: Rodovia Washington Luiz, km 235A.
Caixa Postal 676 13565-905. São Carlos-SP. Tel.: 16-33518626 / 8028

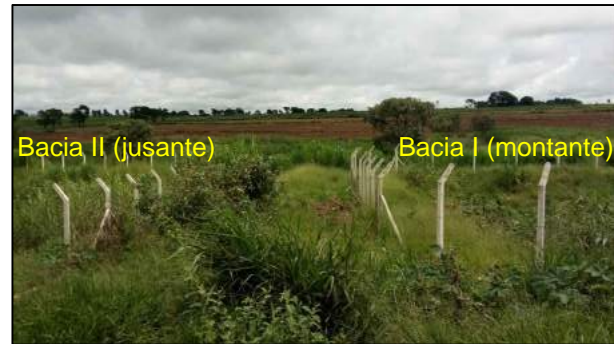
Declaro que entendi as informações aqui expostas sobre minha participação na pesquisa, e concordo em participar.

Araraquara, 28/12/2017.

Assinatura do participante da pesquisa ou do seu Responsável

APÊNDICE IV – Registros Fotográficos das Unidades de Detenção

Unidades	Folha
Sistema de Bacias de Detenção Laura Molina A	01
Sistema de Bacias de Detenção Laura Molina B	02
Sistema de Bacias de Detenção Jardim Boa Vista II	03
Sistema de Bacias de Detenção Alamedas	04
Bacia de Detenção Jardim do Valle	05
Bacia de Detenção Valle Verde	06
Bacia de Detenção Buona Vita A	07
Bacia de Detenção Buona Vita B	08
Bacia de Detenção Portal das Tipuanas	09
Bacia de Detenção Quinta das Tipuanas	10
Bacia de Detenção Ravena	11
Bacia de Detenção Jardim Boa Vista I	12
Bacia de Detenção São Rafael	13
Bacia de Detenção Jardim dos Oitis	14
Bacia de Detenção Vista do Horto	15
Bacia de Detenção Santa Luzia	16
Bacia de Detenção Maria Luiza IV	17
Bacia de Detenção Village Damha A	18
Bacia de Detenção Village Damha B	19
Bacia de Detenção Village Damha C	20
Bacia de Detenção São Bento A	21
Bacia de Detenção São Bento B	22
Bacia de Detenção Atlanta	23
Bacia de Detenção Bella Vittá	24



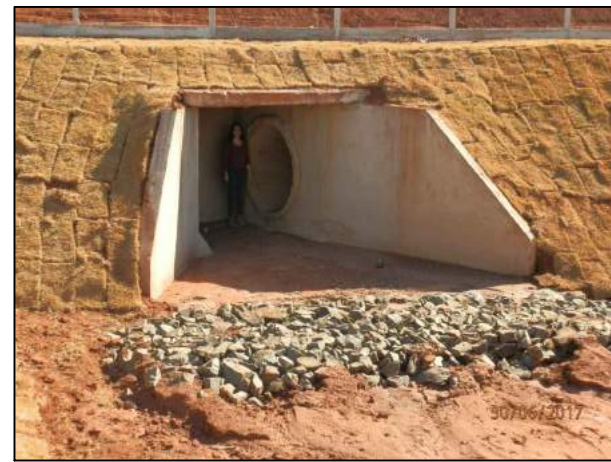
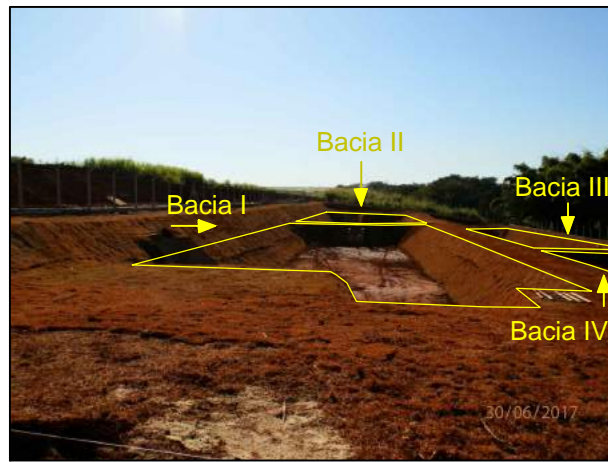
ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	01/24
UNIDADE:	Sistema de Bacia de Detenção Laura Molina 1	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	--
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	02/24
UNIDADE:	Sistema de Bacia de Detenção Laura Molina 2	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	--
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	03/24
UNIDADE:	Sistema de Bacia de Detenção Jd. Boa Vista II	ÁREA (m ²):	1.080,00	VOL (m ³):	1.620,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	04/24
UNIDADE:	Sistema de Bacia de Detenção Alamedas	ÁREA (m²):	1.504,00	VOL (m³):	2.256,00
				DATA:	02/2018



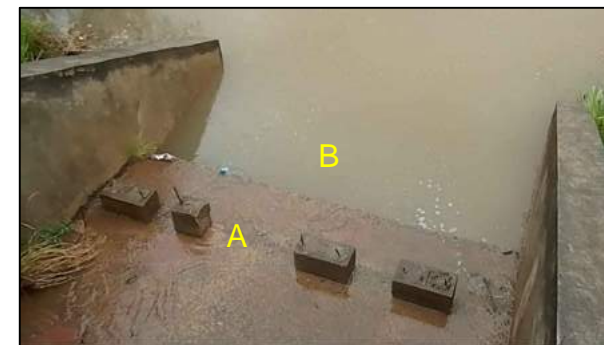
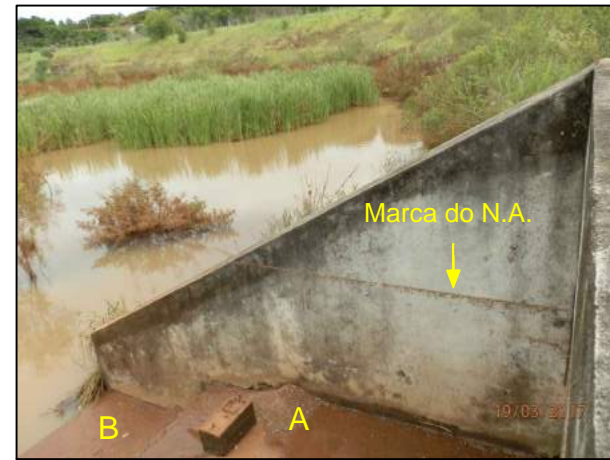
ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	5/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Jardim do Valle	ÁREA (m²):	1.778,54	VOL (m³):	2.490,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	6/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Valle Verde	ÁREA (m²):	1.778,54	VOL (m³):	2.490,00
				DATA:	02/2018



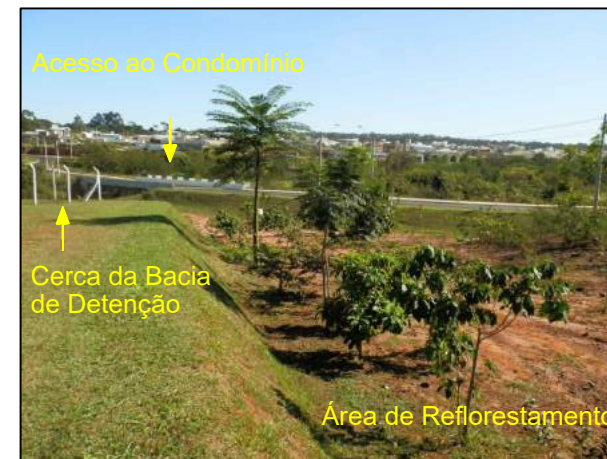
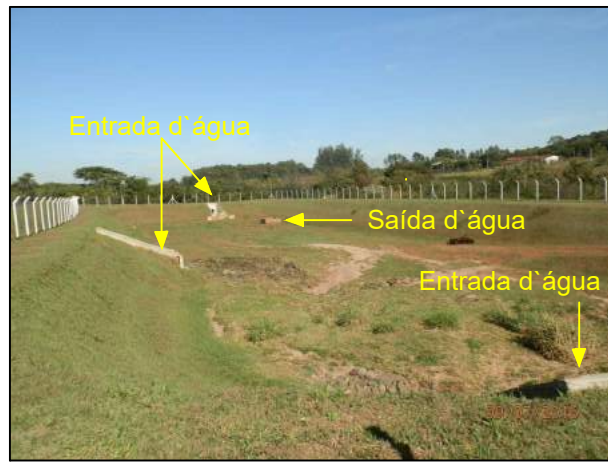
ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	7/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Buona Vitta 1	ÁREA (m²):	4.247,89	VOL (m³):	5.536,26
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	8/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Buona Vitta 2	ÁREA (m²):	3.743,01	VOL (m³):	7.486,02
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	9/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Portal das Tipuanas	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	1.500,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	10/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Quinta das Tipuanas	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	4.680,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	11/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Ravena	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	6.250,00
				DATA:	02/2018



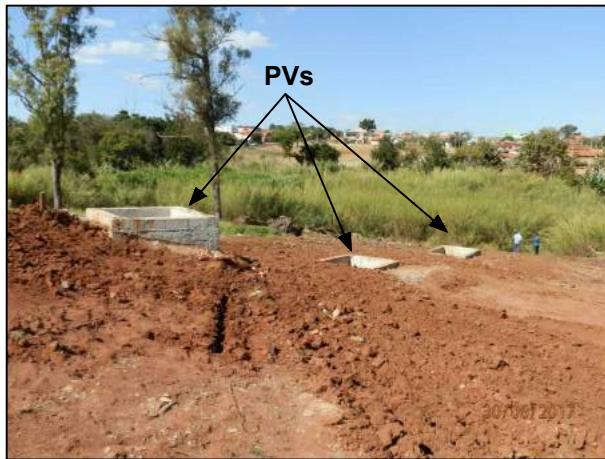
ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	12/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Jardim Boa Vista	ÁREA (m²):	1656,00	VOL (m³):	2.650,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	13/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Jardim São Rafael	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	--
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	14/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Jardim dos Oitis	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	4.700,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	15/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Vista do Horto	ÁREA (m²):	2.389,93	VOL (m³):	1.400,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	16/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Santa Luzia	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	2.000,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	17/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Maria Luiza IV	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	--
				DATA:	02/2018



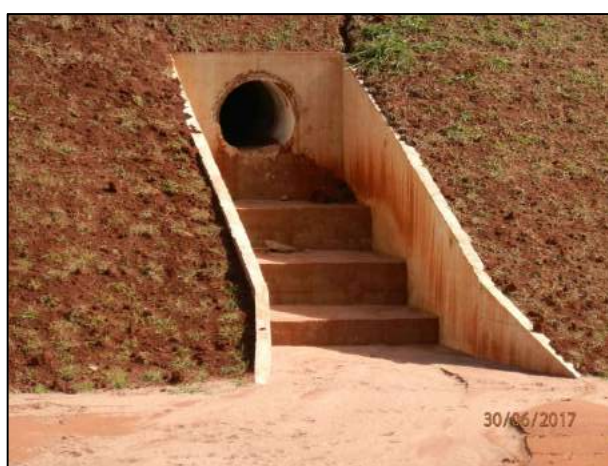
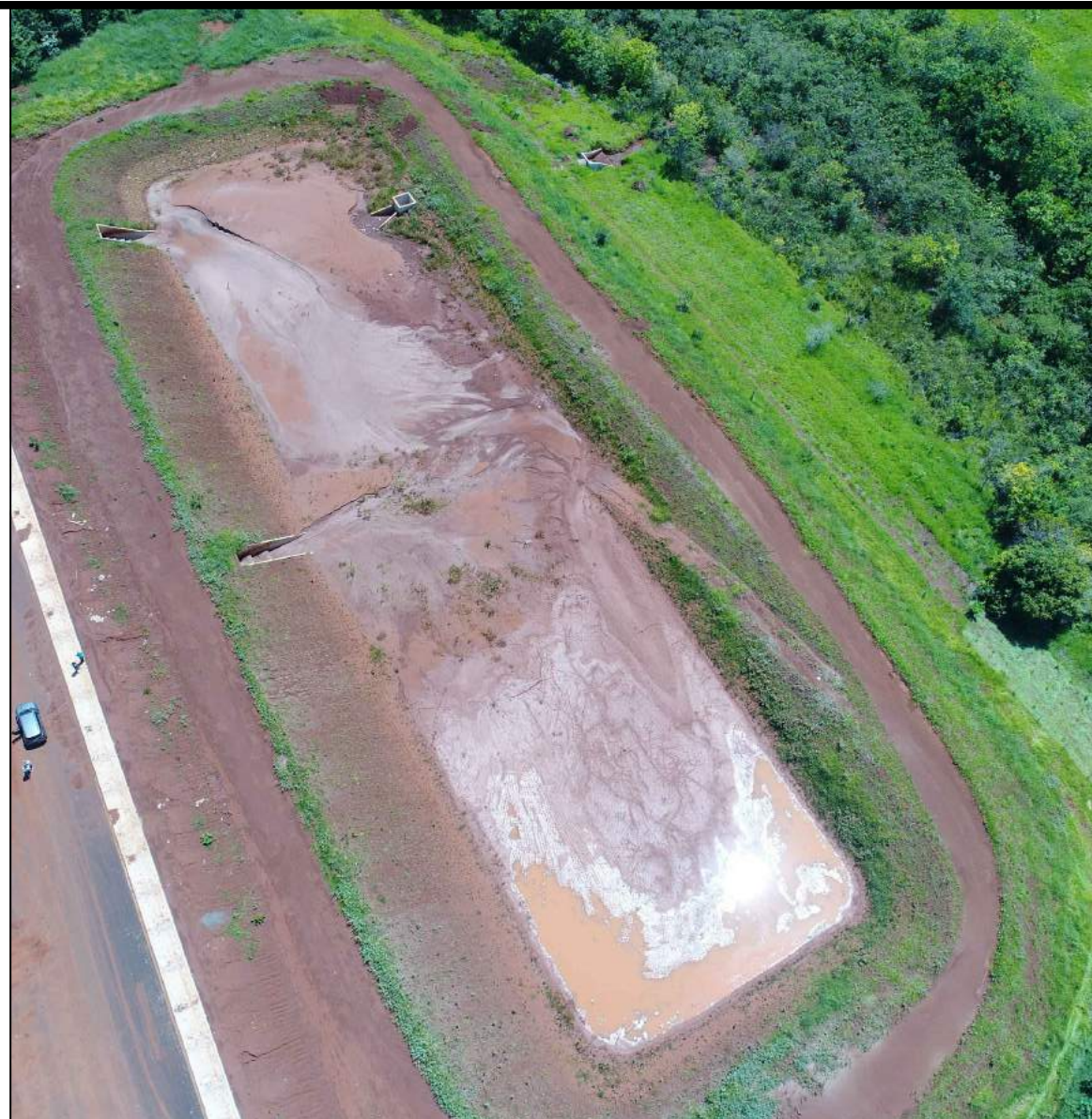
ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	18/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Village Dahma III 1	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	2.500,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	19/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Village Dahma III 2	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	3.335,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	20/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Village Dahma II	ÁREA (m²):	5.635,68	VOL (m³):	8.207,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	21/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Jardim São Bento 1	ÁREA (m²):	3.596,56	VOL (m³):	10.803,45
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	22/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção São Bento 2	ÁREA (m²):	396,56	VOL (m³):	790,65
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	23/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Atlanta	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	1450,00
				DATA:	02/2018



ASSUNTO:	Registros Fotográficos	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	24/24
UNIDADE:	Bacia de Detenção Bela Vitá	ÁREA (m²):	--	VOL (m³):	4.771,00
				DATA:	02/2018

ANEXOS

ANEXO I – Lei Estadual nº 12.526/2007



ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO

Secretaria Geral Parlamentar
Departamento de Documentação e Informação

LEI Nº 12.526, DE 02 DE JANEIRO DE 2007
(Projeto de lei nº 464, de 2005 do Deputado Adriano Diogo - PT)

Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais

O PRESIDENTE DA ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA:

Faço saber que a Assembléia Legislativa decreta e eu promulgo, nos termos do artigo 28, § 8º, da Constituição do Estado, a seguinte lei:

Artigo 1º - É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m² (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

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

II - controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III - contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

Parágrafo único - O disposto no “caput” é condição para a obtenção das aprovações e licenças, de competência do Estado e das Regiões Metropolitanas, para os parcelamentos e desmembramentos do solo urbano, os projetos de habitação, as instalações e outros empreendimentos.

Artigo 2º - O sistema de que trata esta lei será composto de:

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

a) $V = 0,15 \times A_{i} \times IP \times t$;

b) V = volume do reservatório em metros cúbicos;

c) A_{i} = área impermeabilizada em metros quadrados;

d) IP = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h;

e) t = tempo de duração da chuva igual a 1 (uma) hora.

II - condutores de toda a água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos ao reservatório mencionado no inciso I;

III - condutores de liberação da água acumulada no reservatório para os usos mencionados no artigo 3º desta lei.

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

Artigo 3º - A água contida no reservatório, de que trata o inciso I do artigo 2º, deverá:

I - infiltrar-se no solo, preferencialmente;

II - ser despejada na rede pública de drenagem, após uma hora de chuva;

III - ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

Artigo 4º - O disposto nesta lei será implementado no âmbito dos seguintes sistemas de atuação e articulação de ações dos poderes públicos:

I - Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH, instituídos pela Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991;

II - Política Estadual de Saneamento e Sistema Estadual de Saneamento - SESAN, instituídos pela Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992;

III - Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais - SEAQUA, instituído pela Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997.

Artigo 5º - As despesas decorrentes da execução desta lei correrão à conta das dotações orçamentárias próprias.

Artigo 6º - O Poder Executivo regulamentará esta lei no prazo de 60 (sessenta) dias, a contar da sua publicação.

Artigo 7º - Esta lei entra em vigor na data de sua publicação.

DISPOSIÇÃO TRANSITÓRIA

Artigo único - A adequação dos estacionamentos e similares ao disposto no parágrafo único do artigo 2º desta lei deverá ser feita em até 90 (noventa) dias, a contar da data da publicação desta lei.

Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo, aos 2 de janeiro de 2007.

a) RODRIGO GARCIA - Presidente

Publicada na Secretaria da Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo, aos 2 de janeiro de 2007.

a) Marco Antonio Hatem Beneton - Secretário Geral Parlamentar

ANEXO II – Procedimentos para informações a viabilidades técnicas e aprovação de projetos de manejo sustentável e drenagem urbana (PMA e DAAE)



DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTOS

Rua Domingos Barbieri, 100 – Caixa Postal, 380 – Telefone: (16) 3324-9555 – Fax: (16)3324-4571
CEP 14802-510 – ARARAQUARA – SP – CNPJ 44.239.770/0001-67 I.E. 181.323.924.112
e-mail - ufob@daae.araraquara.com.br Visite nossa página- www.daaeararaquara.com.br
Atendimento ao Usuário 0800 7701595

Araraquara, 08 de Novembro de 2.007.

Ofício 366/GE

À

Secretaria de Obras e Serviços Públicos

A/C : Eng.º Valter Ricardo Leo Rozatto

Conforme acordado em reunião, encaminhamos a Vossas Senhorias os procedimentos para informações a viabilidades técnicas e aprovação de projetos de manejo sustentável e drenagem pluvial.

Certos de podermos contar com a atenção de Vossas Senhorias, colocamo-nos a disposição para os esclarecimentos necessários.



Eng.º Artur de Lima Osório
Gerência de Engenharia



Eng.º José Braz Scognamiglio
Gerente de Engenharia

Ger. Drenagem

Comhecos e m...





DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTOS

Rua Domingos Barbieri, 100 – Caixa Postal, 380 – Telefone: (16) 3324-9555 – Fax: (16)3324-4571
CEP 14802-510 – ARARAQUARA – SP – CNPJ 44.239.770/0001-67 I.E. 181.323.924.112
e-mail - ufob@daae-araraquara.com.br Visite nossa página- www.daaeararaquara.com.br
ATENDIMENTO AO USUÁRIO 0800 7701595

PROCEDIMENTOS PARA INFORMAÇÕES A VIABILIDADES TÉCNICAS E APROVAÇÃO DE PROJETOS DE MANEJO SUSTENTÁVEL E DRENAGEM PLUVIAL

Considerando as atribuições do **DAAE** - Departamento Autônomo de Água e Esgotos na informação a processos de viabilidades técnicas e aprovação de projetos de **sistemas de manejo sustentável das águas pluviais** em empreendimentos no município de Araraquara;

Considerando as atribuições da **PMA** – Prefeitura Municipal de Araraquara na informação a processos de viabilidades técnicas e aprovação de projetos de **sistemas convencionais de drenagem pluvial** (rede de galerias pluviais, sarjeta, bocas-de-lobo, dissipadores, etc.), em empreendimentos no município de Araraquara;

Considerando que as informações nos processos de viabilidades técnicas e a aprovação de projetos de manejo sustentável das águas pluviais visam à manutenção das características naturais da área, contemplando a permeabilidade do solo e infiltração das águas, redução do escoamento superficial e detenção/retenção do excedente pluvial gerado pela efetivação do empreendimento;

Considerando que a aprovação dos projetos e a implantação de **sistemas de manejo sustentável** das águas pluviais **não elimina** escoamentos pluviais e sim promove uma redução e um controle na fonte geradora, é necessário que seja aprovado e implantado sistemas convencionais de drenagem pluvial;

Considerando que os sistemas de manejo sustentável das águas pluviais e os sistemas convencionais de drenagem pluvial são interdependentes e **não** devem constituir-se em soluções isoladas;

Ficam o DAAE e a PMA acordados em manter estreito relacionamento e troca de informações nos processos de informações de viabilidades técnicas e aprovação de projetos de sistemas de manejo sustentável e sistemas convencionais de drenagem pluvial;



DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTOS

Rua Domingos Barbieri, 100 – Caixa Postal, 380 – Telefone: (16) 3324-9555 – Fax: (16)3324-4571
CEP 14802-510 – ARARAQUARA – SP – CNPJ 44.239.770/0001-67 I.E. 181.323.924.112
e-mail - ufob@daeararaquara.com.br Visite nossa página- www.daeararaquara.com.br
ATENDIMENTO AO USUÁRIO 0800 7701595

Ficam acordados também em constar em todo processo de informação e aprovação as respectivas ressalvas:

“A APROVAÇÃO DO PROJETO DE SISTEMAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS PELO DAAE NÃO ISENTA A APROVAÇÃO JUNTO A PMA DO PROJETO DE SISTEMAS CONVENCIONAIS DE DRENAGEM PLUVIAL”

“A APROVAÇÃO DO PROJETO DE SISTEMAS CONVENCIONAIS DE DRENAGEM PLUVIAL PELA PMA NÃO ISENTA A APROVAÇÃO JUNTO ÀO DAAE DO PROJETO DE SISTEMAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS”

Departamento Autônomo de Água e Esgotos
Coordenadoria de Operações

Prefeitura Municipal de Araraquara
Secretaria de Obras e Serviços Públicos

*AO Superintendente
Para sua aprovação*

07/11/07
JULIO CESAR ARANTES PERRONI
Coordenador de Operações

A Gu. Esg.

JULIO CESAR ARANTES PERRONI
Coordenador de Operações

*COP
de Acord.
08/11/07*

WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE
SUPERINTENDENTE - DAAE