

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

Avaliação da multifuncionalidade e de custos de técnicas compensatórias de drenagem na revitalização de áreas urbanas em Guarulhos, SP.

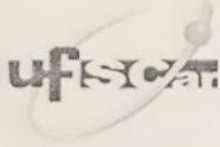
ALINNE PRADO DE OLIVEIRA

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

Orientação: Profa. Dra. Luciana Márcia Gonçalves

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 Alinne Prado de Oliveira, realizada em 28/06/2018:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luciana', written above a horizontal line.

Profa. Dra. Luciana Marcia Gonçalves
UFSCar

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Barbassa', written above a horizontal line.

Prof. Dr. Ademir Paceli Barbassa
UFSCar

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luciana', written above a horizontal line.

Profa. Dra. Luciana Bongiovanni Martins Schenk
USP

A Deus, soberano.

À minha família, apoiadores incondicionais.

Às pessoas incríveis que Deus tem me dado o privilégio de encontrar em meus caminhos...

Não tenho como agradecer POR TUDO!

Mas com as minhas mãos aos céus, louvo-te SENHOR!

RESUMO

Técnicas compensatórias de drenagem consistem em tecnologias de baixa complexidade construtiva e baixo impacto ambiental, que visam otimizar a infiltração, detenção e retenção de água de chuva, reduzindo o escoamento superficial e os altos investimentos em dispositivos hidráulicos da drenagem tradicional. Por tais características, foram utilizadas em projetos paisagísticos realizados nos últimos anos em áreas verdes na cidade de Guarulhos – SP com o intuito de solucionar a microdrenagem dos projetos, de valorizar o aproveitamento da água de chuva no meio urbano, bem como trazer melhorias nas condições ambientais (solo, microclima, maior diversidade de espécies de flora e fauna) de tais áreas. O objetivo deste trabalho consiste em analisar a implantação de técnicas compensatórias (TCs) em 3 (três) projetos realizados no município, sob o ponto de vista da funcionalidade hidrológica, inserção urbana, custos de implantação e manutenção, e apropriação do usuário. A partir do método de PULS - modelo hidrológico de simulação - de levantamentos de dados urbanísticos do entorno, visitas, registros fotográficos do local, elaboração de planilhas de custos e comparação com dados pré-existentes, e entrevistas aos usuários dos locais de estudo, foram obtidos resultados que demonstraram as potencialidades e as fragilidades de cada projeto de TC implantado nas áreas públicas. De modo geral, a avaliação apresentou que as TCs possuem boa aceitação pelo usuário, principalmente devido à capacidade de inserção urbana dos projetos realizados pela Prefeitura; que os custos de implantação e manutenção das TCs implantadas foram, em média, 16,25% menores do que os de uma possível implantação de drenagem convencional; e que o bom funcionamento hidrológico das estruturas revelou-se fundamental para a apropriação pelo usuário. O trabalho vem contribuir, portanto, na apresentação de aspectos relevantes de projeto de implantação de técnicas compensatórias em áreas verdes públicas das cidades, inclusive em áreas já consolidadas, capazes de promover melhorias urbanísticas, ambientais e, principalmente, de drenagem.

Palavras-chave: Drenagem Urbana Sustentável – Técnicas Compensatórias de Drenagem – Manejo de águas pluviais – Percepção Ambiental.

ABSTRACT

Best management practices consist of technologies of low constructive complexity and low environmental impact, which aim to optimize the infiltration, detention and retention of rainwater, reducing runoff and high investments in hydraulic devices of traditional drainage. For these characteristics, they were used in landscape projects carried out in recent years in green areas in the city of Guarulhos - SP, with the purpose of solving the microdrainage of the projects, of valorizing the utilization of rainwater in the urban environment, as well as bringing improvements in the conditions environmental (soil, microclimate, greater diversity of flora and fauna species) of such areas. The objective of this work is to analyze the implementation of best management practices (BMPs) in 3 (three) projects of green areas of the municipality, from the point of view of hydrological functionality, urban insertion, implementation and maintenance costs, and user appropriation. Based on the PULS method - hydrological model of simulation -, urban data collection of the surroundings, visits, photographic records of the place, elaboration of cost sheets and comparison with preexisting data, and interviews to the users of the places of study, results were obtained that demonstrated the potentialities and weaknesses of each BMP project implemented in public areas. In general, the evaluation showed that the BMPs have good acceptance by the user, mainly due to the urban insertion capacity of the projects carried out by the City Hall; that the implantation and maintenance costs of implanted BMPs were, on average, 16.25% lower than those of a possible conventional drainage implantation; and that the proper hydrological functioning of the structures has proved to be fundamental to the appropriation by the user. The work contributes, therefore, to the presentation of relevant aspects of the project of implantation of best management practices in public green areas of the cities, even in areas already consolidated, capable of promoting urban, environmental and, mainly, drainage improvements.

Keywords: Sustainable Urban Drainage – Best Management Practices - Stormwater management – Environmental Perception.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Alteração do ciclo hidrológico pela urbanização.....	16
Figura 2 – Foto de bacia de detenção – Belo Horizonte, MG.....	22
Figura 3 – Foto de estrutura de retenção de água de chuva.....	22
Figura 4 - Foto de pavimento permeável.....	22
Figura 5 – Foto de canal gramado no campus da UFSCar.....	22
Figura 6 – Foto de sistema Filtro-Vala-Trincheira de infiltração no campus da UFSCar.....	22
Figura 7 – Foto de telhado verde.....	22
Figura 8 – Foto de parque linear em Riga, Letônia.....	22
Figura 9 – Esquema do processo de seleção das TCs.....	24
Figura 10 - Evolução do perfil de umidade do solo.....	26
Figura 11 - Ordem de grandeza da condutividade hidráulica em diferentes solos.....	27
Figura 12 - Valores típicos de permeabilidade.....	28
Figura 13 - Condições de utilização, vantagens e inconvenientes dos métodos.....	30
Figura 14 – Gráfico demonstrativo do método de chuvas.....	31
Figura 15 – Valores para coeficientes de escoamento superficial, de acordo com as características detalhadas das diversas superfícies da bacia.....	32
Figura 16 – Tabela de coeficientes de escoamento superficial ponderado definido por Garotti e Barbassa (2010), para estudo de caso em Ribeirão Preto, SP - associados por tipos de uso do solo e densidade de ocupação.....	32
Figura 17 – Gráfico demonstrativo da curva das alturas de precipitação e acumuladas em 1 ano....	33
Figura 18 – Curvas para determinação da altura de água precipitada específica.....	33
Figura 19 - Os 12 critérios de qualidade para o espaço público com respeito à paisagem do pedestre.....	40
Figura 20 - Evolução da população e da frequência de inundações em Belo Horizonte.....	42
Figura 21 - Prejuízos causados pelas enchentes na cidade de São Paulo, em cinco anos.....	43
Figura 22- Estimativa de preços unitários médios.....	45
Figura 23 – Médias e desvios padrão de 30 reservatórios de detenção na RMSP.....	45
Figura 24 – Custos de implantação, reconstituição e operação de bacias de detenção.....	46
Figura 25 – Custos médios de diferentes tipos de revestimentos tradicionais – referência jan/2000.....	47
Figura 26 – Custos médios de diferentes tipos de revestimentos tradicionais – referência jan/2000.....	47

Figura 27 – Localização do município de Guarulhos, destacado em vermelho, no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo	53
Figura 28 – Mapa de bacias, sub-bacias e inundações em Guarulhos, SP	54
Figura 29 – Mapa de localização das sub-bacias das TCs, e também das TCs em estudo em Guarulhos, SP.....	55
Figura 30 – Planta baixa geral, simplificada, da área de lazer onde está implantada a TC Caxias....	56
Figura 31 – Corte esquemático das valas – TC Caxias.....	56
Figura 32 - Fotos das valas gramadas. Úmida e seca.....	57
Figura 33 – Fotos das valas gramadas. Úmida e seca.....	57
Figura 34 - Fotos das bacias de retenção, após chuva do dia anterior.....	57
Figura 35 – Fotos das bacias de retenção, após chuva do dia anterior	57
Figura 36 – Planta baixa geral, simplificada, da TC ParCão.....	58
Figura 37 – Corte esquemático do percurso da água de chuva – TC ParCão.....	59
Figura 38 – Fotos dos dispositivos (poços abertos) para desaceleração da velocidade da água e infiltração – TC ParCão.....	59
Figura 39 – Fotos dos dispositivos (poços abertos) para desaceleração da velocidade da água e infiltração – TC ParCão.....	59
Figura 40 – Fotos das valetas para condução, desaceleração e infiltração da água de chuva- TC ParCão.....	60
Figura 41 – Fotos das valetas para condução, desaceleração e infiltração da água de chuva- TC ParCão.....	60
Figura 42 – Planta do projeto de paisagismo sob Viaduto Cidade de Guarulhos	61
Figura 43 – Corte esquemático – TC Viaduto.....	61
Figura 44 – Fotos do paisagismo com espelhos d’água sob Viaduto.....	61
Figura 45 – Fotos do paisagismo com espelhos d’água sob Viaduto.....	61
Figura 46 – Mais fotos do paisagismo com espelhos d’água, sob Viaduto.....	62
Figura 47 – Mais fotos do paisagismo com espelhos d’água, sob Viaduto.....	62
Figura 48 – Mais fotos do paisagismo com espelhos d’água, sob Viaduto.....	62
Figura 49 –. Fotos, respectivamente, da entrada da água de chuva escoada da rua, e dos espelhos d’água sob Viaduto.....	62
Figura 50 – Fotos, respectivamente, da entrada da água de chuva escoada da rua, e dos espelhos d’água sob Viaduto.....	62
Figura 51 - Foto aérea e delimitação da sub-bacia CT 06-D, onde está localizada a TC ParCão e parte da TC Viaduto.....	75

Figura 52 - Mapa cadastral com delimitação e dados físicos da sub-bacia CT 06-D, onde está localizada a TC ParCão e parte da TC Viaduto.....	76
Figura 53 - Delimitação da microbacia de contribuição da TC ParCão.....	77
Figura 54 - Implantação geral da TC ParCão, sobre levantamento planialtimétrico, com indicações dos elementos em projeto.....	78
Figura 55 - Foto da estrutura 3 – TC ParCão, com indicação do ponto de rompimento da estrutura e de extravasão. Presença de rachão vindo com o escoamento superficial.....	81
Figura 56 - Foto das erosões (indicadas por seta vermelha) ocasionada pelo rompimento da estrutura 3 – TC ParCão.....	81
Figura 57 - Foto aérea do entorno construído e delimitação da sub-bacia CT 06/07-D, onde está localizada parte da TC Viaduto.....	82
Figura 58- Mapa cadastral com delimitação e dados físicos da sub-bacia CT 06/07-D, onde está localizada parte da TC Viaduto.....	83
Figura 59 - Ilustração e delimitação da microbacia de contribuição da TC Viaduto.....	83
Figura 60 - Implantação geral da TC Viaduto.....	84
Figura 61-Foto aérea do entorno e delimitação hachurada da sub-bacia BQ 05-E, onde está localizada TC Caxias.....	86
Figura 62 – Mapa cadastral com delimitação e dados físicos da sub-bacia BQ 05-E, onde está localizada TC Caxias.....	86
Figura 63 – Delimitação da área de contribuição da TC Caxias.....	88
Figura 64 - Implantação Geral - TC Caxias.....	88
Figura 65 - Mapa de Zoneamento de região próxima à TC ParCão.....	93
Figura 66 -Fotos do entorno da TC ParCão: Vista panorâmica do Bosque Maia (foto maior à esquerda), área residencial próxima ao acesso do ParCão (direita superior),e Avenida Paulo Faccini (esquerda inferior).....	94
Figura 67 - Mapa de Zoneamento de região próxima à TC Viaduto.....	98
Figura 68 - Fotos do entorno da TC Viaduto: Viaduto Cidade de Guarulhos (esquerda superior), Avenida Paulo Faccini (direita superior), Centro Educacional Adamastor (esquerda inferior) e Faculdade Anhanguera (direita inferior).....	99
Figura 69 - Foto da visão geral da TC Viaduto – bacia de infiltração – no período de construção (2011, à esquerda) e atualmente (2017, à direita) – Guarulhos, SP.....	102
Figura 70 - Fotos que ilustram alguns aspectos de projeto observados: bancos, deck de madeira, pessoas sentadas nas pedras, sombra da vegetação, transparência da água nos espelhos, presença de peixes, uso de “entulho” nas bordas – TC Viaduto - Guarulhos, SP.....	103
Figura 71 - Mapa de Zoneamento de região próxima à TC Caxias.....	104

Figura 72 - Fotos do entorno da TC Caxias: Supermercados Irmãos Lopes (esquerda superior), CEU Presidente Dutra (direita superior e inferior), e Praça Orobó Presidente Dutra (esquerda inferior).....	105
Figura 73 - Custos de implantação (R\$/m ³) de poço de infiltração de Moura (2004), em destaque somente os itens contabilizados para TC ParCão e alteração para 1/3 de material de preenchimento.....	112
Figura 74 - Custos de implantação (R\$/m ²) de canal revestido em enrocamento de Moura (2004), em destaque somente os itens contabilizados para TC ParCão.....	113
Figura 75 - Custos de manutenção (R\$/m ²) de canal revestido em enrocamento de Moura (2004), em destaque itens contabilizados para TC ParCão.....	113
Figura 76 - Projeto-tipo de descida de água de aterros em degraus – Escada Hidráulica. Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).....	115
Figura 77 - Tabela de dimensões e consumos médios de serviços, para execução da escada hidráulica. Em destaque, tipo definido para área.....	115
Figura 78 - Projeto-tipo de dissipador de energia aplicado para saída de escada hidráulica. Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).....	116
Figura 79 - Tabela de dimensões e consumos médios de serviços e materiais, para execução de saída de escada hidráulica. Em destaque, tipo definido para área TC ParCão.....	116
Figura 80 - Comparativo entre custos totais de implantação : TC x Drenagem convencional.....	118
Figura 81 - Comparativo entre custos totais de manutenção: TC x Drenagem convencional.....	119
Figura 82 - Síntese dos custos de implantação e manutenção das TCs, com destaque para os valores para bacia de infiltração em amarelo.....	123
Figura 83 -Custos de manutenção anuais das redes tubulares, em destaque os valores utilizados para drenagem convencional na área da TC Viaduto.....	125
Figura 84 -Comparativo entre custos totais de implantação : TC Viaduto x Drenagem convencional.....	126
Figura 85 - Comparativo entre custos totais de manutenção: TC Viaduto x Drenagem convencional.....	126
Figura 86 - Síntese dos custos de implantação e manutenção das TCs, com destaque para os valores para bacia de infiltração e valas gramadas em amarelo.....	130
Figura 87 - Custos de manutenção anuais das redes tubulares.....	131
Figura 88 - Comparativo entre custos totais de implantação: TC Caxias x Drenagem convencional.....	134
Figura 89 - Comparativo entre custos totais de manutenção: TC Caxias x Drenagem convencional.....	134

Figura 90 - Gráficos de percentuais das respostas, geral e por perfil pesquisado, da questão 4 acerca da preocupação com água parada na TC.....	138
Figura 91 - Gráficos de percentuais das respostas, geral e por perfil pesquisado, da questão 5 sobre a presença de odores provocados pela TC.....	139
Figura 92 - Gráficos com percentuais de respostas, geral e por tipo de resposta, respectivamente, demonstrando os percentuais por perfil de usuário – TC Caxias.....	142
Figura 93 - Gráficos de percentuais das respostas, geral e por perfil pesquisado, da questão 4 acerca da preocupação com água parada na TC Caxias.....	143
Figura 94 - Gráficos de percentuais das respostas obtidas na questão 2, acerca do conhecimento prévio da função da TC ParCão.....	146
Figura 95 - Gráficos de percentuais das respostas obtidas na questão 2, acerca do conhecimento prévio da função da TC ParCão.....	146
Figura 96 - Gráficos de percentuais das respostas, geral e por perfil pesquisado, da questão 4 acerca da preocupação com água parada na TC ParCão.....	147

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de aspectos de projeto a serem avaliados	68
Quadro 2 - Roteiro de Observação de Vistoria, página 1 – TC ParCão.....	94
Quadro 3 - Roteiro de Observação de Vistoria, página 1 – TC Viaduto.....	99
Quadro 4 – Roteiro de Observação para Vistoria, página 1 – TC Caxias.....	105
Quadro 5 – Caracterização e resultados da avaliação de inserção urbana sobre as TCs.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Planilha de custos de implantação de TC ParCão – Guarulhos, SP.....	112
Tabela 2 – Planilha de custos de manutenção da TC ParCão – Guarulhos, SP.....	113
Tabela 3 – Custos de implantação e manutenção de MOURA (2004), reajustados para janeiro de 2018, de acordo com índice de preços de obras públicas (IPOP) – Tabela FIPE – TC ParCão.....	113
Tabela 4 – Custos totais de Implantação e Manutenção: Moura(2004) x TC ParCão.....	114
Tabela 5 –Custos totais (R\$/m ²) de Implantação e Manutenção dos dispositivos: Moura(2004) x TC ParCão.....	114
Tabela 6 - Planilha de custos de implantação de drenagem convencional para TC ParCão – Guarulhos,SP.....	117
Tabela 7 - Planilha de custos de manutenção de drenagem convencional para TC ParCão Guarulhos,SP.....	118
Tabela 8 - Planilha de custos de implantação da TC Viaduto – Guarulhos, SP.....	121
Tabela 9 - Planilha de custos de manutenção da TC Viaduto – Guarulhos, SP.....	122
Tabela 10 - Custos de implantação e manutenção de MOURA (2004), reajustados para janeiro de 2018, de acordo com índice de preços de obras públicas (IPOP), por tipo de serviço – Tabela FIPE.....	123
Tabela 11 - Custos totais (R\$/m ²) de Implantação e Manutenção dos dispositivos: Moura(2004) x TC ParCão.....	123
Tabela 12 - Planilha de custos de implantação de drenagem convencional para área da TC Viaduto – Guarulhos, SP.....	124
Tabela 13 – Custos de manutenção de Moura (2004), com valores reajustados para janeiro de 2018 - índice IPOP, calculado de 2,61.....	125
Tabela 14 – Planilha de levantamento de custos de manutenção da drenagem convencional para área da TC Viaduto – Guarulhos, SP.....	125

Tabela 15 - Planilha de custos de implantação da TC Caxias – Guarulhos, SP.....	129
Tabela 16 - Planilha de custos de manutenção da TC Caxias – Guarulhos, SP.....	129
Tabela 17 – Custos de implantação e manutenção de Moura (2004), com valores reajustados para janeiro de 2018 – índices IPOP.....	131
Tabela 18 - Custos totais (R\$/m ²) de Implantação e Manutenção das estruturas da TC Caxias, por Moura(2004).....	131
Tabela 19 - Custos totais de Implantação e Manutenção: Moura(2004) x TC Caxias.....	132
Tabela 20 - Planilha de custos de implantação de drenagem convencional – TC Caxias.....	133
Tabela 21 - Planilha de custos de manutenção de drenagem convencional – TC Caxias.....	134
Tabela 22 – Tabelas de respostas de cada perfil entrevistado na TC Viaduto.....	136
Tabela 23 – Tabelas de respostas de cada perfil entrevistado na TC Caxias.....	141
Tabela 24 – Tabelas de respostas de cada perfil entrevistado na TC ParCão.....	144

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Hidrograma TC ParCão – Relação entre vazão de entrada (m ³ /s) x tempo (min).....	78
GRÁFICO 2 – Equações do Reservatório 1 – TC ParCão.....	78
GRÁFICO 3 – Equações do Reservatório 2 – TC ParCão.....	79
GRÁFICO 4 – Equações do Reservatório 3 – TC ParCão.....	79
GRÁFICO 5 – Balanço de vazões de entrada e saída dos reservatórios (m ³ /s) x tempo (min) – TC ParCão.....	80
GRÁFICO 6 – Hidrograma TC Viaduto – Relação entre vazão de entrada (m ³ /s) x tempo (min).....	85
GRÁFICO 7 – Equações da bacia de infiltração – TC Viaduto.....	85
GRÁFICO 8 – Balanço de vazões de entrada e saída dos reservatórios (m ³ /s) x tempo (min) – TC Viaduto.....	86
GRÁFICO 9 – Hidrograma TC Caxias – Relação entre vazão de entrada (m ³ /s) x tempo (min).....	89
GRÁFICO 10 – Equações da bacia de retenção 1 – TC Caxias.....	90
GRÁFICO 11 – Equações da bacia de retenção 2 – TC Caxias.....	90
GRÁFICO 12 – Equações da bacia de retenção 3 – TC Caxias.....	90
GRÁFICO 13 – Balanço de vazões de entrada e saída das bacias (m ³ /s) x tempo (min) – TC Caxias.....	91

Sumário

1.	Introdução.....	16
2.	Objetivos	18
2.1	Objetivos Específicos.....	18
3.	Revisão Bibliográfica	19
3.1	Os Efeitos da Urbanização	19
3.2	As Técnicas Compensatórias.....	22
3.3	Função hidrológica da técnica compensatória.....	26
3.4	A importância da inserção urbana das técnicas compensatórias.....	37
3.5	Custos de Implantação e Manutenção	44
3.6	A apropriação pelo usuário em relação às técnicas compensatórias.....	51
4.	Materiais e Métodos	55
4.1	Caracterização do Município: Guarulhos, SP.....	55
4.2	Áreas de estudo.....	57
4.2.1	Valas gramadas e bacias de retenção: TC Caxias.....	58
4.2.2	Dispositivos de amortecimento e infiltração: TC ParCão.....	60
4.2.3	Espelhos d'água com lâmina d'água permanente e bacia de infiltração: TC Viaduto..	62
4.3	Metodologia para avaliação da funcionalidade hidrológica.....	64
4.4	Metodologia para avaliação da inserção urbana.....	68
4.5	Metodologia para avaliação de custos de implantação e manutenção.....	71
4.6	Metodologia para avaliação da apropriação pelo usuário.....	72
5.	Resultados Alcançados.....	76
5.1	Resultados: Funcionalidade Hidrológica.....	76

5.1.1	TC ParCão.....	76
5.1.2	TC Viaduto	83
5.1.3	TC Caxias.....	88
5.2	Resultados: Inserção Urbana.....	93
5.2.1	TC ParCão.....	93
5.2.2	TC Viaduto	98
5.2.3	TC Caxias.....	104
5.2.4	Avaliação geral da inserção urbana das TCs.....	109
5.3	Resultados: Custos de Implantação e Manutenção.....	111
5.3.1	TC ParCão.....	111
5.3.2	TC Viaduto	120
5.3.3	TC Caxias.....	127
5.4	Resultados: Apropriação pelos usuários.....	134
5.4.1	TC ParCão: avaliação das entrevistas.....	135
5.4.2	TC Viaduto: avaliação das entrevistas	139
5.4.3	TC Caxias: avaliação das entrevistas.....	144
5.4.4	Avaliação geral da apropriação pelos usuários às TCs.....	147
6.	Conclusões Finais	152
6.1	TC ParCão.....	152
6.2	TC Viaduto.....	154
6.3	TC Caxias.....	154
6.4	Conclusão Geral.....	156
7.	Referências Bibliográficas	160
8.	Apêndices.....	165

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A escassez hídrica comumente vivida em diversos municípios ressalta a importância sobre a preocupação com a questão da água e os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos no país. O exemplo mais recente e drástico que podemos destacar é o ocorrido no ano de 2015 na maior região metropolitana do país – Região Metropolitana de São Paulo - devido ao grande desgaste político/social/econômico vivida pela maior e mais desenvolvida cidade brasileira.

Pela primeira vez, ao longo da existência de dados hidrológicos, o Sistema Cantareira, que abastece cerca de nove milhões de habitantes na região metropolitana de São Paulo, chegou a um nível abaixo de 10% de sua capacidade, passando a extrair água do chamado volume morto – água das represas que fica abaixo do nível de captação de suas comportas. (PARLATORE, 2016). Tal fato é uma drástica consequência da elevada concentração populacional e urbana que sobrecarrega a disponibilidade dos recursos naturais existentes.

Neste contexto, é que dentre os diversos efeitos ocasionados pelo processo de urbanização das cidades brasileiras, podemos destacar a prática da retirada da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo urbano. Tais práticas comprometem o ciclo hidrológico das cidades, que têm buscado soluções conhecidas como “higienistas” para a drenagem da água da chuva: construção de canais e condutos impermeáveis de rede de águas pluviais, a fim de evacuar rapidamente a água de chuva do meio urbano, aumentando a velocidade e a quantidade do escoamento superficial, diminuindo assim a infiltração, a evaporação, e outros fenômenos naturais fundamentais para o ciclo hidrológico. A chamada crise hídrica também é fruto deste modelo em que ações antrópicas despreocupadas com a preservação ambiental ocasionam alterações no ciclo hidrológico cujas consequências causam prejuízos à vida urbana, porém, passíveis de serem minimizados.

Diferente da prática tradicional na drenagem urbana, algumas experiências internacionais têm avançado no manejo sustentável das águas pluviais, buscando prevenir e minimizar os efeitos da urbanização na drenagem urbana com uma metodologia que aborda os impactos de uma forma integrada, desde a concepção do projeto (TUCCI, 2007), com medidas não estruturais e técnicas compensatórias estruturais mais econômicas, de menor impacto ambiental, e que auxiliam no desenvolvimento sustentável das áreas. É dentro deste contexto que a drenagem das áreas urbanas vem desempenhando um papel cada vez mais relevante dentro do planejamento urbano e das obras de infraestrutura das cidades, pois é ela quem administra o impacto das águas de chuva no meio urbano, fundamentais para o bom desempenho do ciclo hidrológico nas cidades (BAPTISTA et al., 2011).

A cidade de Guarulhos faz parte da Região Metropolitana de São Paulo e é hoje a segunda cidade mais populosa do Estado (IBGE, 2016). Como a maior parte dos centros urbanos do país, possui

diversos desafios sociais, ambientais, de infraestrutura e, entre eles, de drenagem urbana a serem solucionados. A cidade possui áreas acidentadas e com maior cobertura vegetal numa contínua faixa ao norte, que alimentam os diversos cursos d'água que percorrem os terrenos com relevos mais suavizados, contendo extensas planícies de inundação, onde se encontram as áreas mais urbanizadas e onde ocorrem, conseqüentemente, as enchentes (PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008).

Voltados à questão ambiental, alguns projetos de implantação de novas áreas verdes/lazer e intervenções paisagísticas para requalificação de áreas urbanas, realizados pela Prefeitura de Guarulhos, apresentaram soluções de drenagem sustentável em microescala (técnicas compensatórias) como alternativas para reduzir o escoamento superficial destas áreas para a rede de águas pluviais, colaborando assim para um manejo adequado da água de chuva nos centros urbanos e também buscando soluções de menor impacto e maior qualidade ambiental.

A cidade de Guarulhos foi escolhida não somente por eu ter nascido nela, mas porque após minha formação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual Paulista – UNESP - em Bauru, SP no ano de 2007, retornei à cidade de Guarulhos onde passei no concurso público da Prefeitura e onde até hoje trabalho, desde 2008, como arquiteta.

A partir de 2009, tive o privilégio de começar a participar no desenvolvimento e execução de projetos de paisagismo para áreas urbanas. Este trabalho de pesquisa apresenta projetos paisagísticos desenvolvidos sob a orientação e coordenação do arquiteto e paisagista Luiz Henrique Rodrigues Zanetta que, durante sua atuação como Diretor do Departamento de Obras de Administração Direta e Manutenção (2009 – 2012) e como Secretário de Meio Ambiente (2013-2016) na Prefeitura de Guarulhos, buscou inserir na metodologia dos trabalhos e nas equipes (entre técnicos a operacionais) conceitos importantes de leitura e de desenho da paisagem. E dentro destes conceitos, a aplicação de práticas de sustentabilidade como, entre eles, o manejo da água de chuva na fonte e o reaproveitamento de materiais na execução de técnicas compensatórias de drenagem urbana, visando obras de menor impacto, áreas urbanas com maior qualidade ambiental e promovendo também uma gestão mais sustentável dos recursos públicos.

Alguns destes projetos foram destacados neste trabalho, a fim de avaliar as experiências em técnicas compensatórias de drenagem da administração pública da cidade de Guarulhos, quanto aos benefícios e/ou prejuízos de caráter hidrológico, inserção urbana, viabilidade de implantação/manutenção, e quanto à apropriação da população a estes novos conceitos aplicados de drenagem em áreas verdes da cidade.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar sob o ponto de vista da funcionalidade hidrológica, da inserção urbana, dos custos de implantação e manutenção, e da apropriação pelo usuário, 3 (três) técnicas compensatórias de drenagem implantadas durante a revitalização de áreas verdes urbanas públicas na cidade de Guarulhos - São Paulo.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São objetivos específicos desta pesquisa:

- Verificar o funcionamento hidrológico das técnicas compensatórias implantadas, para sua área de contribuição;
- Caracterizar aspectos de projeto das TCs a serem observados e avaliá-los do ponto de vista da inserção urbana, a fim de verificar as suas relações com a função da área verde/lazer, paisagem/entorno, percepção ambiental e do ponto de vista sanitário;
- Gerar dados a partir dos custos de implantação e manutenção das TCs executadas pela administração pública, com o intuito de se obter uma relação com os custos pré-existentes para TCs e também com os custos de uma drenagem convencional;
- Analisar a apropriação pelo usuário sobre as TCs implantadas em meio às áreas verdes públicas, visando compreender sua aceitação, relação e opinião acerca do uso de TCs em espaços públicos urbanos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 OS EFEITOS DA URBANIZAÇÃO

Com o desenvolvimento urbano, ocorre uma intensa impermeabilização do solo através da construção de telhados, ruas, calçadas, pátios, estacionamentos, entre outros. Dessa forma, a parcela da água de chuva que infiltrava no solo natural (não ocupado) passa a escoar pela rede de drenagem, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas e nas ondulações naturais do terreno, com a urbanização, passa a escoar nos condutos e canais impermeáveis, exigindo maior capacidade de escoamento das seções, e consequentes custos maiores de investimentos (TUCCI et al, 1995).

A representação das alterações introduzidas no ciclo hidrológico pela urbanização pode ser ilustrada pela Figura 1:

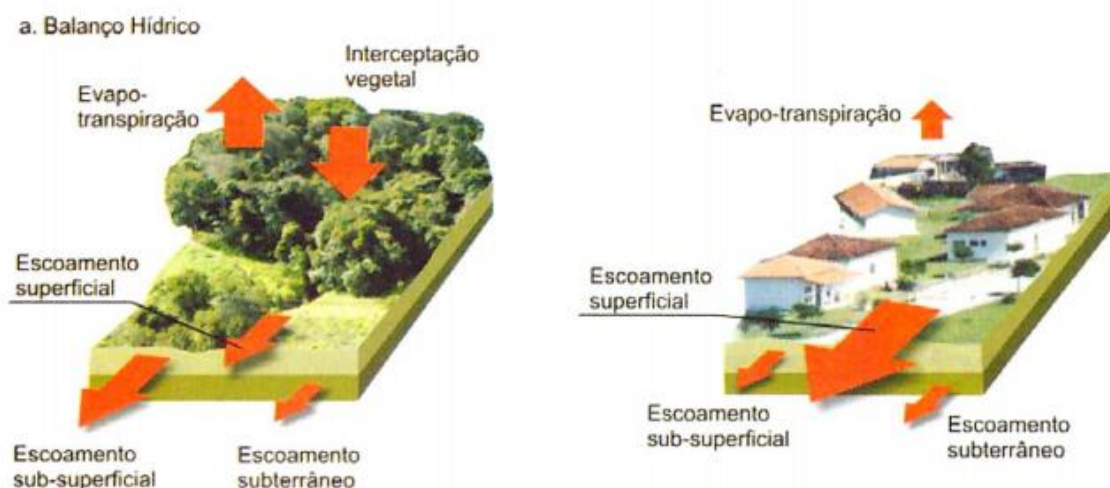


Figura 1 – Alteração do ciclo hidrológico pela urbanização (TUCCI, 2007).

Como consequências das alterações sobre o ciclo hidrológico, podemos destacar:

- Redução da infiltração no solo, e consequente alimentação do aquífero.
- Aumento do escoamento superficial, que podem provocar enchentes.
- Aumento da velocidade do escoamento superficial, reduzindo o tempo de deslocamento.
- Redução da evapotranspiração devido à substituição da cobertura natural por áreas impermeáveis, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração como ocorre pelas folhagens e pelo solo.

Tais consequências contribuem para o aumento de prejuízos econômicos, sociais e ambientais nos centros urbanos. A maioria destes problemas é consequência de uma visão distorcida do controle das águas pluviais por parte da comunidade e profissionais técnicos, que ainda priorizam projetos localizados, sem uma visão da bacia e dos aspectos sociais e institucionais das cidades.

A tendência da urbanização, na macrodrenagem urbana, ocorre no sentido de jusante para montante dos rios, devido a dependência histórica da humanidade com os cursos d'água e características de relevo. Quando um loteamento é projetado, os municípios exigem apenas que o projeto de drenagem das águas pluviais seja eficiente no sentido de escoar a água do loteamento. Quando não há controle dessa urbanização ou não há ampliação da capacidade da macrodrenagem, as enchentes aumentam, com perdas sociais e econômicas. Normalmente, o impacto da vazão máxima sobre o restante da bacia não é avaliado, e a combinação do impacto dos diferentes loteamentos produz aumento da ocorrência de enchentes a jusante. Esse processo ocorre, através da sobrecarga da drenagem secundária (condutos) sobre a macrodrenagem (rios e canais) que atravessa as cidades. As áreas mais afetadas, devido à construção das novas habitações a montante, são as mais antigas, localizadas à jusante, próximas aos cursos d'água. (TUCCI et al., 1995).

Muitas cidades de médio e grande porte do país sofrem as consequências deste modelo de sistema de drenagem e regulamentação da ocupação urbana. Depois que o espaço está todo ocupado, as soluções disponíveis de drenagem são mais caras, tais como canalizações, diques com bombeamentos, reversões e barragens, entre outras. Com isso, o poder público passa a investir uma parte significativa do seu orçamento para sanar os problemas de apenas uma parcela da cidade que sofre devido à negligência da ocupação do solo (TUCCI et al., 1995).

Atualmente, enfoques relativamente recentes têm defendido a necessidade de valorizar as águas pluviais como um recurso, e não como um deflúvio. A partir da década de 1970, em especial na Europa e na América do Norte, surge o conceito de “tecnologias alternativas” ou “compensatórias” de drenagem, que busca minimizar ou até mesmo neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, beneficiando a população em termos de qualidade de vida, preservação ambiental e segurança (BAPTISTA et al, 2011).

Durante a maior parte do século XX, as regulamentações existentes relacionadas às águas pluviais, tratavam apenas do controle de volumes a jusante, a fim de evitar inundações. Porém, em 1972 foi criado o *Clean Water Act* (CWA), primeira lei federal americana sobre a questão da poluição da água, a qual previa regulamentação para os problemas existentes de qualidade da água, como o controle das descargas pontuais de efluentes e a adequação da qualidade dos corpos d'água. Em 1987, a *United States Environmental Protection Agency* (US EPA) criou o programa de águas pluviais do *National Pollution Discharge Elimination System* (NPDES). Em sua primeira fase, este programa obrigou as cidades com mais de 100.000 habitantes a separar os sistemas de drenagem de

águas pluviais e de esgotamento sanitário e tornou obrigatória a permissão para descarte das águas pluviais nos corpos hídricos. Em 1999, o programa estendeu sua ação sobre os municípios menores e tornou obrigatória a adoção de medidas de manejo de águas pluviais por quem tivesse permissão de descarte. Pesquisadores começavam a dar valor ao controle dos escoamentos oriundos das chuvas próximo a sua fonte, surgindo, então, uma ferramenta de planejamento denominada *Low Impact Development* (LID) nos Estados Unidos (TUCCI e MELLER, 2007).

Na Austrália, o reconhecimento da problemática das águas pluviais aconteceu na década de 1960, quando se iniciou o tratamento do manejo das águas pluviais de forma integrada com áreas verdes destinadas à recreação. Nos anos 1990, a interação entre pesquisadores e o governo resultou em pesquisas relacionadas ao tema e no aumento da prática do *Water Sensitive Urban Design* (WSUD). O problema das grandes secas na Austrália fez com que a sua percepção em relação às águas pluviais mudassem, valorizando ainda mais o seu manejo adequado e a preservação dos ecossistemas (TUCCI e MELLER, 2007).

No Brasil ainda não há base regulamentar específica direcionada ao emprego de técnicas compensatórias. Porém o assunto não é totalmente ignorado pelo poder público. O Ministério das Cidades exige para os projetos relacionados à drenagem urbana, apoiados pela União, que sejam atendidos os Princípios de Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas. Tais princípios têm como fundamento o conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2012). Há também legislações nas esferas federal, estadual e municipal que podem conduzir ao uso de técnicas compensatórias, considerando os objetivos de controle de escoamento, redução da poluição difusa e de seu impacto sobre os meios receptores. Uma dessas leis é a Lei Federal nº 10.257 de 2001, que apresenta o Estatuto da Cidade e contém instrumentos de política urbana com potencial para serem usados como controle dos impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico e os recursos hídricos, como os planos de ordenação territorial, a possibilidade de instituição de unidades de conservação ou o direito de preempção. Há também a Lei Federal nº 11.445 de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, a qual abre novas perspectivas institucionais para a concepção e gestão de águas pluviais. Alguns municípios do país também já possuem leis específicas que obrigam a adoção de reservatórios de retenção de águas pluviais em determinados empreendimentos.

A cidade de Guarulhos, por exemplo, estabeleceu no Código de Obras municipal – Lei 6.046 de 2004 – a obrigatoriedade de reservatórios de retenção de água pluvial para imóveis acima de um hectare, com a possibilidade de reutilização desta água. E através da Lei 6.793/2010, criou o IPTU Verde que incentiva medidas ambientais, entre elas a captação e o reaproveitamento da água de chuva, e a preservação de áreas permeáveis nas edificações da cidade. A lei estabelece desconto de 1% no IPTU aos imóveis com área permeável entre 5 a 10%, e desconto de 2% para os que

possuem área permeável acima de 10%. Além disso, as edificações podem acumular outros descontos como: 3% para implantação de telhado verde, 3% para captação de água de chuva, 3% para reuso de água de chuva, dentre outros referentes a árvores plantadas na calçada, aquecimento solar, construções com materiais sustentáveis, utilização de energia passiva, energia eólica e separação de resíduos sólidos.

Enfatiza-se que as alterações de regime causadas pela urbanização (aumento de volumes de escoamento no período chuvoso e redução de vazões de período seco) implicam em comprometimento significativo de uso dos recursos hídricos. Dentro dessa linha, valoriza-se, por exemplo, a recuperação de cursos d'água e o aproveitamento de águas de chuva mesmo em áreas onde não há problemas de escassez.

Dentre as alternativas para abordagem do problema das cheias urbanas destacam-se as técnicas compensatórias, as quais constituem em medidas de controle de escoamento da água de chuva na fonte de geração, aplicadas de forma difusa na bacia hidrográfica. Tais estruturas têm o objetivo de aumentar a parcela da água pluvial retida ou infiltrada, recuperando ou minimizando os efeitos decorrentes do escoamento excessivo, gerado pela ocupação urbana.

No Brasil, estão sendo observados significativos avanços em pesquisa e em aplicação de técnicas compensatórias no manejo das águas pluviais urbanas. Alguns exemplos de resultados, trabalhos e literaturas publicados sobre o tema foram abordados ao longo deste trabalho.

3.2 AS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS (TCs)

Para minimizar os efeitos negativos da urbanização sobre os processos hidrológicos, as técnicas compensatórias ou técnicas alternativas de drenagem trazem um novo conceito, inicialmente na Europa e na América do Norte a partir dos anos de 1970, para o manejo das águas pluviais, com benefícios para a qualidade de vida e a preservação ambiental nos espaços urbanos (BAPTISTA et al, 2011). Estas alternativas diferem dos dispositivos clássicos de drenagem comumente utilizados nas cidades, pois consideram os impactos da urbanização de forma global, levando em consideração a bacia hidrográfica como base de estudo. O termo compensatório faz referência ao objetivo principal de tais técnicas de procurar compensar ou minorar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.

Tais técnicas não convencionais de controle são usadas como solução frente ao aumento do escoamento superficial de água de chuva e também, em alguns casos, da carga de poluição difusa, possibilitando melhorar as condições de drenagem e qualidade da água, agregando melhor relação

custo-benefício. As técnicas não convencionais usadas no manejo da água em áreas urbanizadas são classificadas em dois tipos: técnicas não-estruturais e estruturais (BAPTISTA et al, 2011).

As técnicas não estruturais utilizam meios naturais para reduzir a geração do escoamento e a carga poluidora; esta não contempla obras civis, mas envolvem ações sociais e urbanísticas para modificar padrões de comportamento da população, tais como meios legais, sanções econômicas e programas educacionais. São denominados sistemas de controle na fonte, pois atuam no local ou próximo das fontes de escoamento, estabelecendo critérios de controle do uso e ocupação do solo nessas áreas.

As técnicas estruturais, por sua vez, consistem em obras de engenharia destinadas à infiltração ou retenção temporária do escoamento. Elas permitem o controle quali-quantitativo da vazão gerada na bacia, seja pelo armazenamento temporário do volume escoado, seja pela redução da carga poluidora gerada pelo escoamento.

Atualmente, a importância das medidas preventivas de caráter não estrutural tem se intensificado, englobando um conjunto de regras de controle do uso e de ocupação do solo. Sua eficiência em solucionar o problema da drenagem na fonte, traz benefícios ambientais aos espaços urbanos, além de pulverizar os custos com obras de drenagem, evitando a necessidade de implantação de obras mais caras no futuro.

No Brasil, pela Lei Federal nº 11.445/2007 que estabeleceu novas diretrizes para o saneamento básico, definiu-se que o manejo de águas pluviais urbanas corresponde ao 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. Em seu art. 36, cita que “a cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva”, introduzindo assim os conceitos da drenagem urbana sustentável.

O Ministério das Cidades é quem gerencia o programa de apoio de drenagem urbana sustentável, viabilizando ações necessárias à implantação ou melhoria de sistemas para recuperação, prevenção, controle ou minimização dos impactos provocados por enchentes urbanas. O programa contempla execução de obras que privilegiem a redução, retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais por meio de reservatórios de amortecimento de cheias, adequação de canais para a redução da velocidade de escoamento, sistemas de drenagem por infiltração, implantação de parques lineares, recuperação de várzeas e renaturalização de cursos d’água.

Atualmente, há um baixo índice de projetos desta natureza aprovados junto aos órgãos financiadores, o que pode estar relacionado a falta de técnicos capacitados para elaborar projetos considerando as técnicas compensatórias, uma vez que são propostas relativamente novas no Brasil

e exigem uma mudança de concepção sobre a drenagem urbana, o manejo e interferências nos cursos hídricos.

As técnicas compensatórias, se adequadamente concebidas, construídas e mantidas, são tecnicamente mais eficientes ao longo do tempo que os métodos convencionais de drenagem, uma vez que são capazes de reduzir muitos dos efeitos adversos sobre o ambiente causados pelo escoamento de águas pluviais, através dos seguintes efeitos de sua implantação:

- Redução do escoamento superficial, diminuindo o risco de inundações;
- Redução dos volumes adicionais de escoamento, que tendem a ser aumentados como resultado da urbanização, o que pode aumentar o risco de inundação e a degradação na qualidade da água;
- Facilitação dos processos de recarga do lençol freático para minimizar os impactos sobre os aquíferos e a vazão de base do rio na bacia receptora;
- Redução das concentrações de poluentes nas águas pluviais, protegendo, assim, a qualidade dos cursos d'água;
- Amortecimento de vazamentos acidentais, impedindo a descarga direta de altas concentrações de contaminantes no curso d'água;
- Redução do volume de água de chuva nas redes de drenagem em sistemas unitários, reduzindo, assim, descargas de águas poluídas nos cursos d'água;
- Contribuição para a melhoria do valor ambiental e estético de áreas urbanas consolidadas; e
- Criação de habitats para a vida animal/vegetal e oportunidade para o aumento da biodiversidade no espaço urbano.

As técnicas compensatórias contribuem efetivamente para a melhoria da qualidade de vida nas cidades, como a recuperação e a preservação do meio ambiente com a redução das cargas de poluição de origem pluvial. Segundo Baptista et al. (2011), o emprego destas tecnologias compensatórias em drenagem urbana também possibilita a continuidade do processo de crescimento urbano sem novos grandes investimentos em infraestrutura de drenagem, pois possibilitam a modulação desse sistema em função do crescimento e tratamento combinado das questões de drenagem pluvial com outras questões urbanísticas. Seu uso vai, inquestionavelmente, de encontro às condições necessárias para o desenvolvimento sustentável em áreas urbanas.

Os tipos de soluções na drenagem sustentável, denominadas técnicas compensatórias (TCs), podem ser:

- Bacias de detenção, que amortecem as cheias e podem ser usadas tanto em pequena quanto em grande escala.
- Estruturas de retenção, para armazenamento temporário, implantadas em canteiros rebaixados, em áreas de estacionamento, áreas esportivas e outras áreas livres.

- Pavimentos permeáveis, que permitem o armazenamento temporário e/ou infiltração, em áreas de estacionamento, sistema viário, passeios, etc.
- Estruturas de infiltração, como trincheiras, valas, poços, valetas, etc.
- Canalizações com técnicas que favorecem a redução da velocidade do escoamento ou mesmo a detenção temporária da água de chuva.
- Tratamentos de fundos de vale, como parques lineares, destinados ao armazenamento temporário das cheias dos cursos d'água.

As Figuras 2 a 8 apresentam fotos de alguns exemplos de TCs:



Figura 2 e 3 – Fotos, respectivamente, de bacia de detenção – Belo Horizonte, MG e estrutura de retenção de água de chuva. Fonte: Baptista, 2014.



Figura 4, 5 e 6 – Fotos, respectivamente, de pavimento permeável no Viaduto Cidade de Guarulhos, canal gramado e sistema Filtro-Vala- Trincheira de infiltração no *campus* da UFSCAR. Fonte: Autora, 2018;Pereira, 2016; Lucas et al, 2015 adaptado de Gutierrez et al, 2010.



Figura 7 e 8 – Fotos, respectivamente, de telhado verde nos EUA e parque linear em Riga, Letônia. Fonte: Tavanti, 2009 apud CLEAN RIVER WORKS, 2002; pesquisa em <http://images.google.com>.

Diante de distintos aspectos, as boas práticas de manejo de águas pluviais devem ser abordadas de maneira multidisciplinar, com a participação de diversos profissionais, bem como contar com o envolvimento da população local para aceitação e uso adequado das estruturas alternativas de drenagem.

Inovações têm sido observadas, segundo Baptista et al (2011), como esforços desenvolvidos para promover uma melhor inserção urbanística de soluções compensatórias. Em alguns casos, procuram-se desenvolver usos múltiplos para, por exemplo, áreas destinadas ao amortecimento de cheias, associando-as a áreas verdes, parques, áreas de lazer e de esportes, e funções semelhantes. Em outros casos, quando múltiplos usos não são possíveis, procura-se ao menos assegurar a adequada inserção das soluções alternativas de manejo pluvial ao projeto urbano, valorizando as estruturas e a presença de água, que pode ser eventual, ou seja, em bacias de retenção secas ou permanentes (espelhos d' água).

3.3 FUNÇÃO HIDROLÓGICA DA TÉCNICA COMPENSATÓRIA

As técnicas compensatórias de drenagem tratadas no presente trabalho são medidas estruturais que consistem em soluções físicas e diretas de engenharia que, segundo Batista et al (2011), podem ser classificadas conforme seu funcionamento, que se resumem basicamente em 2 (dois) tipos: técnicas compensatórias de infiltração e técnicas compensatórias de retenção ou armazenamento, considerando que pode ocorrer ainda a combinação dos dois modos de funcionamento em uma única estrutura. Porém, há também soluções que promovem a interceptação e a evapotranspiração, como os telhados ou coberturas verdes, e o manejo de áreas verdes em meio urbano, com o foco na redução de escoamentos de origem pluvial (ELLIS, 2008). Técnicas estruturais valorizam a desconexão ou a não conexão de áreas impermeáveis ao sistema de drenagem, direcionando, sempre que possível, as águas de escoamento superficial para áreas verdes com suficiente capacidade de infiltração, aumentando assim, sua importante função na drenagem das cidades dada à redução do volume de escoamento na rede.

A escolha adequada das TCs

A escolha do tipo de TC a ser implantada, seja com função de infiltração ou de armazenamento em um dado local, depende de fatores urbanísticos, sociais, econômicos e ambientais. Segundo Righetto (2009), os critérios de análise são fundamentados essencialmente no confronto entre a tipologia da técnica e seus princípios de funcionamento e manutenção. Cada uma das diferentes técnicas deve ser confrontada com os vários requisitos e implicações pertinentes que podem ou não

limitar seu emprego, possibilitando a identificação das técnicas efetivamente viáveis para uma dada situação.

Segundo Baptista et al (2011), as dificuldades de um maior emprego das TCs no Brasil e também no exterior não estão ligadas a um possível desconhecimento de tais soluções, mas sim atreladas à dificuldade na escolha das técnicas adequadas e na avaliação das diferentes alternativas de sistemas viáveis, incorporando diversas técnicas associadas.

Em relação à viabilidade da TC, a primeira fase de escolha em um projeto é denominada de eliminação, na qual é possível eliminar as soluções não viáveis em determinadas situações de uso da área pretendida. A segunda fase se refere à decisão, em que os critérios de seleção baseiam-se nas funções ou usos almejados para a área, como partido urbanístico, exigências de proteção ambiental, restrições de manutenção, custo admissível para a obra, dentre outros. Assim, a decisão é fruto de um conjunto de critérios de comparação entre diversas características levantadas sobre a TC, a área de implantação, seus usuários, seu entorno, suas condições de execução e manutenção, representados pela Figura 9:

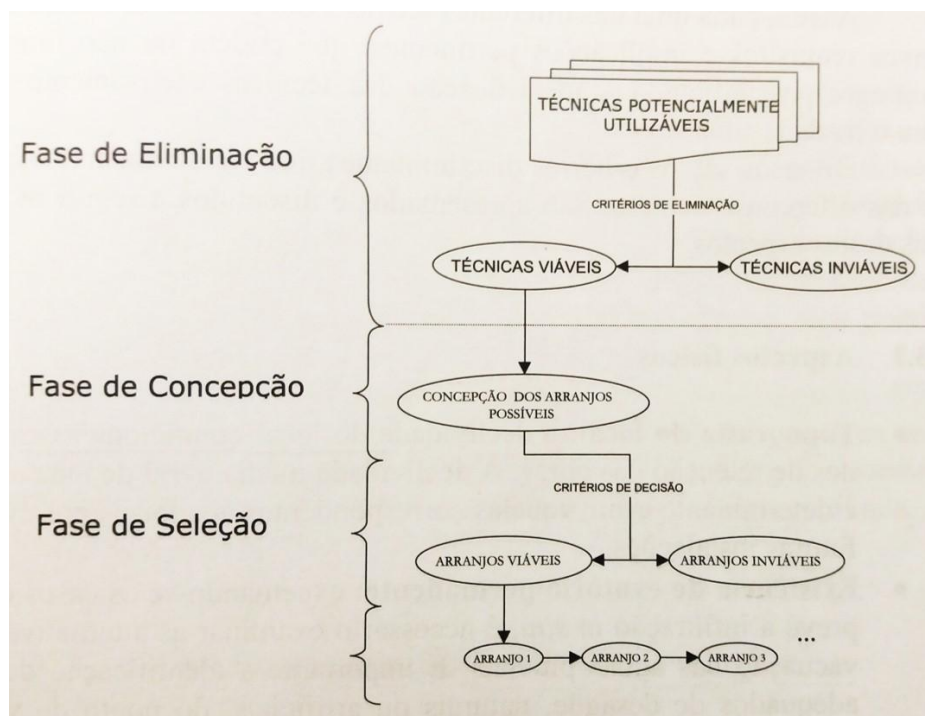


Figura 9. Esquema do processo de seleção das TCs (Adaptado de BARRAUD et al, 1999 apud BAPTISTA et al, 2011)

Para serem adequadamente concebidas, Batista et al (2011), definiu os principais aspectos, elencados abaixo, a serem considerados nos projetos de TCs:

1. Aspectos físicos da área: topografia do local, existência de exutório permanente, capacidade de infiltração no solo, estabilidade do subsolo, nível das águas subterrâneas, aporte permanente de água.
2. Aspectos urbanísticos e de infraestrutura: disponibilidade de espaço, legislação vigente, inclinação e forma dos telhados e redes existentes.
3. Aspectos ambientais e sanitários: risco de poluição, risco de água com finos e risco sanitário.
4. Aspectos sócio-econômicos: podendo também ser considerados aspectos culturais da comunidade, como a má ou boa percepção da técnica devido a presença de água, devido às práticas de descarte irregular de resíduos, etc.

Tais aspectos de projeto foram considerados nas análises a serem realizadas em cada estudo de caso do presente trabalho.

A função de infiltração

As técnicas como valas, poços, trincheiras e bacias de retenção, são estruturas que visam otimizar a infiltração de água de chuva no solo, em áreas reduzidas (na fonte) e sob condições controladas. A infiltração é o fenômeno de penetração da água nas camadas de solo mais próximas à superfície, por ação da gravidade, através dos vazios, até atingir uma camada de solo impermeável que a retém, formando então a água do solo, ou lençol freático. A capacidade de infiltração é condicionada por diversos fatores, como: condição da superfície, tipo e condição do solo, grau de umidade do solo, carga hidráulica, temperatura, textura do solo (presença de fissuras, etc), compactação do solo (por animais, pela chuva, etc.) e cobertura vegetal.

No interior do solo, o espaço disponível para a água se acumular e se movimentar é determinado pelos vazios existentes entre os grãos que compõem a estrutura do solo. O parâmetro capaz de especificar a máxima retenção de água no solo é a sua porosidade. O teor de umidade do solo será sempre menor ou igual à porosidade. O grau de saturação do solo é definido pela relação entre o volume de água e o volume de vazios da amostra.

À medida que a água infiltra pela superfície, as camadas superiores do solo vão se umedecendo de cima para baixo, alterando gradativamente o perfil de umidade.

Enquanto houver aporte (entrada) de água, o perfil de umidade evolui e tende à saturação em toda a profundidade, sendo a superfície, naturalmente, o primeiro nível a saturar.

Um perfil típico de umidade do solo, em que o seu teor decresce com a profundidade, pode ser representado conforme Figura 10:

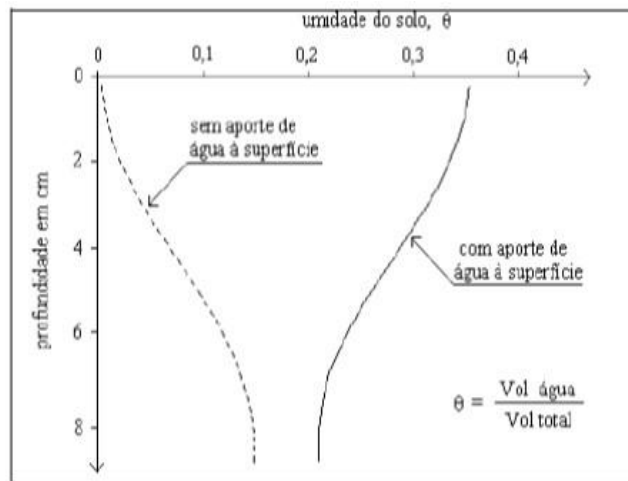


Figura 10. Evolução do perfil de umidade do solo (BARBOSA, A.R, 1999).

Quando cessa o aporte de água à superfície (isto é, deixa de haver infiltração), a umidade no interior do solo se redistribui, evoluindo para um perfil inverso com os menores teores de umidade próximos à superfície e os maiores nas camadas mais profundas (linha pontilhada da Figura 10). Nem toda a umidade é drenada para as camadas mais profundas do solo, já que parte é transferida para a atmosfera pela evapotranspiração.

Convém observar que nas camadas inferiores do solo geralmente é encontrada uma zona de saturação (lençol freático), mas sua influência no fenômeno da infiltração só é significativa se existir pouca profundidade.

Uma dificuldade à aplicação segura das TCs está na determinação e na manutenção das taxas de infiltração, que dependem de aspectos ligados ao solo, como umidade, profundidade do lençol freático e condutividade hidráulica. O carreamento de sedimentos para o interior destas estruturas de drenagem também interfere na taxa de infiltração real e no tempo de funcionamento e vida útil destas técnicas, pois podem ocasionar a colmatação da estrutura.

A colmatação é causada pela deposição de partículas (sedimentos) nos vazios do solo, que conduzem à diminuição da condutividade hidráulica e, conseqüentemente, a uma diminuição da capacidade de infiltração das estruturas. A longo prazo, a infiltração da TC pode vir a se tornar nula, comprometendo a solução de drenagem da água de chuva para o local. Desta forma, para aplicação de TC de infiltração é importante a adoção de medidas de prevenção e de correção (manutenção) da colmatação.

Como fator de prevenção, Environmental Protection Agency – EPA -orienta que, durante a fase de execução da TC, é necessário protegê-la do carreamento de sedimentos durante as chuvas, sendo recomendado medidas de contenção do escoamento superficial e isolamento da TC de infiltração, principalmente, até que a vegetação esteja desenvolvida para controlar a erosão, desgaste e transporte de finos. Além disso, para a implantação de TCs que utilizam agregados (britas) para

otimizar a infiltração, é recomendado que tais materiais sejam previamente lavados, para que seja minimizado o efeito da colmatação dos finos presentes neste tipo de material. Nos casos em que a TC tenha sido projetada para receber o escoamento de área com material pulverulento, é importante o uso de mantas geotêxteis, a fim de proteger a funcionalidade de infiltração da mesma.

Devido a todos estes agentes complicadores da caracterização da infiltração no solo, a literatura específica de técnicas compensatórias sugere a adoção da condutividade hidráulica do solo à saturação para dimensionamento das estruturas (BAPTISTA et al, 2011; TOMAZ, 2010; MARCHIONI & SILVA, 2011). Tal adoção é bastante conservadora, visto que se trata da mínima capacidade de infiltração no solo possível para um determinado tipo de agregado com perfil homogêneo, porém evita que seja considerada no dimensionamento uma capacidade de infiltração maior do que pode ocorrerem campo para determinada situação. Considerando estes aspectos, são propostas taxas de infiltração mínimas e máximas para a adoção de TCs com saída por infiltração e valores para seu dimensionamento.

Tomaz (2010) sugere que a taxa final de infiltração no solo deve estar entre 7,6 mm/h e 60 mm/h, ou seja, entre $2,1 \times 10^{-6}$ m/s e $1,67 \times 10^{-5}$ m/s, para que sejam adotadas técnicas compensatórias de infiltração de modo a evitar a contaminação do lençol freático pela percolação de poluentes e possibilitar a infiltração mínima para justificar a adoção da infiltração como mecanismo de esvaziamento da estrutura. Já Baptista et al (2011) recomenda apenas que não sejam utilizadas técnicas de infiltração em terrenos onde a capacidade de infiltração seja inferior a 10^{-7} m/s. Estes cuidados devem ser tomados para todas as TCs que envolvam infiltração no solo, como as valas de infiltração, bacias de retenção e pavimento permeável. Para a determinação da taxa de infiltração do solo para projeto, considerando um lençol freático profundo, pode-se aproximar a capacidade de absorção ou taxa de infiltração pela condutividade hidráulica do solo à saturação, supondo-se, implicitamente, que o gradiente hidráulico seja igual a 1 (BAPTISTA et al, 2011). Neste sentido, as Figuras 11 e 12 correlacionam o tipo de solo do local com a condutividade hidráulica e a sua aptidão à infiltração:

K (m/s)	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Tipos de solos	Seixos areia elementos sem nem finos		Areia seixos, grossa a fina		com areia areia		Areia muito fina, silte grosso a argiloso		Argila siltosa a argila homogênea		
Possibilidade de infiltração	Excelentes		Boas		Médias baixas		a		Baixas a nulas		

Figura 11. Ordem de grandeza da condutividade hidráulica em diferentes solos (MUSY & SOUTTER, 1991 apud BAPTISTA et al, 2011).

Argilas	$< 10^{-9}$ m/s
Siltes	10^{-6} a 10^{-9} m/s
Areias argilosas	10^{-7} m/s
Areias finas	10^{-5} m/s
Areia médias	10^{-4} m/s
Areias grossas	10^{-3} m/s

Figura 12. Valores típicos de permeabilidade (PINTO, 2002 apud MARCHIONI & SILVA, 2011).

A função de armazenamento

O uso de dispositivos de detenção e/ou retenção potencializa o armazenamento de água de chuva na bacia, amortece o pico do hidrograma, reduz o volume escoado para a rede de drenagem, e pode ainda reduzir a poluição difusa de origem pluvial nos cursos d'água. As principais TCs existentes que possuem tal função são as bacias de detenção (armazenamento temporário) e de retenção (armazenamento temporário ou de infiltração).

As bacias de detenção e retenção são projetadas para reter parte do volume escoado na bacia a montante, e permitir amortecer a vazão máxima escoada em decorrência da chuva na bacia, com o objetivo de impedir a inundação de áreas situadas à jusante. Esses sistemas são concebidos para funcionar “em série” com a rede de drenagem, esvaziando-se completamente entre eventos, a não ser as com espelho d'água permanente. As bacias secas, que armazenam água apenas durante as precipitações, não são eficientes na remoção de matéria sólida ou substâncias poluentes devido ao tempo de detenção curto desses sistemas. Estas são estruturas de amortecimento da vazão máxima lançada no corpo receptor, atenuando os efeitos da inundação e protegendo a rede de drenagem a jusante. Podem ser usadas nos períodos secos como áreas de recreação, tais como campos de futebol, parques, estádios etc.

Já os sistemas de retenção e o de detenção com espelho d'água permanente, são concebidos para armazenar o volume gerado na bacia, possibilitando também a melhoria da qualidade da água. Em um lago, cotas acima do nível permanente permitem a renovação da água entre eventos. Normalmente, esses sistemas dispõem de alta capacidade de retenção, bem maior do que o volume permanente no lago. Isso explica a alta eficiência no tratamento da água, além de proporcionar valorização paisagística e servir de habitat natural para a vida terrestre e aquática. Permitem também, graças ao seu volume, o depósito dos sólidos em suspensão e a dissolução de poluentes por decomposição, melhorando a qualidade da água numa ampla faixa de substâncias. Quanto ao aspecto construtivo, terrenos de declividade elevada resultam também em custos mais elevados para a implantação de bacias de detenção, uma vez que, muitas vezes, requerem a criação de volumes de espera muito significativos, por meio de escavações, obras de proteção de taludes, barramentos com altura elevada, obras de dissipação de energia hidráulica de grandes dimensões e custosas, entre

outros fatores. Um lençol d'água subterrâneo pouco profundo pode também reduzir os volumes de armazenamento de estruturas de detenção.

Outro aspecto importante para implantação destas TCs é a disponibilidade de espaço urbano. Como mencionado anteriormente, essas soluções podem ser combinadas com a criação de áreas verdes e de terrenos para a prática de esportes, permitindo agregar valor aos terrenos destinados ao manejo das águas pluviais. Percebe-se que, mesmo sendo a principal função das bacias o controle de inundações, a implantação de um espelho d'água, lago ou qualquer outra área destinada a criar um volume de armazenamento de água em espaço urbano, conduz a outros usos e funções para o cotidiano da cidade.

Os métodos utilizados para o dimensionamento das estruturas de armazenamento podem ser os simplificados – método dos volumes ou método de chuvas – e os métodos baseados em modelos conceituais – método *PULS*.

Para o dimensionamento das estruturas de armazenamento, visando a redução do escoamento e controle de enchentes na drenagem urbana, Baptista et al. (2011), elaborou a tabela apresentada na Figura 13, relacionando os principais métodos, com suas respectivas características:

Método	Tipo de resultado	Hipóteses/dados necessários	Vantagens/Limites
Método das chuvas	Fornecer:	Vazão de saída constante	Facilidade de utilização (método manual)
	- um volume máximo de armazenamento	Coeficiente de contribuição constante	
	uma estimativa dos tempos de descarga e de funcionamento	Transferência instantânea da chuva à obra de retenção	Geralmente subestima volumes em relação ao método dos volumes para a mesma série de medidas
	Permite:	Necessita curvas IDF/PDF relativa a longos períodos	
dimensionamento de estruturas individuais ou a associação de estruturas			
Métodos dos volumes	Fornecer:	Vazão de saída constante	Facilidade de utilização (método manual)
	- um volume máximo de armazenamento	Coeficiente de contribuição constante	
	uma estimativa do tempo de descarga	Transferência instantânea da chuva à obra de retenção	Fornecer volumes mais corretos que o método das chuvas para a mesma série de medidas
	Permite:	Necessita de dados pluviométricos de longa duração	Difícil utilizar para associação de estruturas
dimensionamento de estruturas individuais			
Método PULS	Fornecer:	Vazões de saídas variáveis	Adaptado a uma grande gama de problemas
	Um ou vários hidrogramas de saída das estruturas	Necessita do acoplamento com modelos hidrológicos ou hidrogramas de entrada	
	A evolução dos volumes e alturas de água nas estruturas	Necessita chuvas de projeto ou chuvas históricas	Permite a simulação da dinâmica de enchimento das estruturas e do funcionamento das bacias controladas
	Um volume máximo de armazenamento e um tempo de descarga, se necessário		
	Permite:		Dificuldades para a modelagem de estruturas não controladas por dispositivos específicos (infiltração por exemplo)
	Planejamento		
	Diagnóstico e um estado existente		
Dimensionamento de estruturas individuais e associação de estruturas		Dificuldades para escolha da chuva de projeto representativas	
IDF: Intensidade - Duração - Frequência / PDF: Precipitação - Duração - Frequência			

Figura 13. Condições de utilização, vantagens e inconvenientes dos métodos (BAPTISTA et al, 2011)

Os métodos simplificados possibilitam dimensionar os volumes das TCs de armazenamento, pois são baseados nas hipóteses de que a vazão de saída da TC é constante e que ocorre a transferência instantânea da chuva à obra de retenção. Nestes casos, os fenômenos de transferência e de amortecimento decorrentes do escoamento superficial na bacia são, então, desconsiderados. Esta hipótese limita, portanto, a aplicação destes métodos apenas às bacias de pequena área – conforme recomendações das “Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São

Paulo”, elaborado pela Fundação Centro-Tecnológico de Hidráulica (FCTH), deve ser adotado como limite máximo em bacias de até 3 (três) km².

O método das chuvas consiste em sobrepor a curva da altura precipitada (quantidade de chuva) x duração desta precipitação, para o período de retorno escolhido para projeto, e a curva de esvaziamento. A máxima diferença entre estas curvas multiplicada pela área efetiva drenada resulta no volume de água a armazenar. A área de drenagem efetiva é obtida pelo produto da área total da bacia drenada pelo coeficiente de escoamento superficial (valor de 0 a 1). Abaixo, gráfico demonstrativo na Figura 14, da relação precipitação – duração:

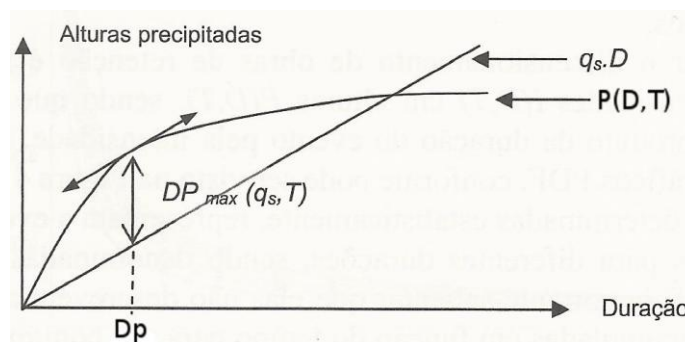


Figura 14. Gráfico demonstrativo do método de chuvas (BAPTISTA et al, 2011).

Onde:

D = duração da precipitação;

T = tempo de retorno;

P = altura de precipitação;

Q_s = vazão de saída do reservatório (constante);

DP = duração da precipitação que resulta em máximo volume de armazenamento, para determinado tempo de retorno de projeto;

$DP_{max}(q_s, T)$ = altura de precipitação a ser armazenada para determinado tempo de retorno de projeto.

Para cálculo da área efetiva, é necessária a definição do coeficiente de escoamento. Para isso, foram usadas tabelas (Figuras 15 e 16) com valores destes em função do uso e ocupação do solo e tipo de revestimento das superfícies da bacia, conforme tabelas apresentadas por Garoti e Barbassa (2010), referentes a estudo de caso na sub-bacia do córrego do Tanquinho em Ribeirão Preto, SP. Tais dados foram utilizados no presente trabalho por se tratar de uma área da cidade de Guarulhos com características de urbanização semelhantes às apresentadas em trabalho sobre Ribeirão Preto.

Telhados perfeitos sem fuga;	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas em bom estado;	0,85 a 0,90
Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas;	0,70 a 0,85
Para superfícies anteriores sem as juntas tomadas;	0,50 a 0,70
Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas;	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas;	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho;	0,15 a 0,30
Superfícies não-revestidas, pátios de estradas de ferro e terrenos descampados, parques, jardins, dependendo da declividade;	0,10 a 0,30
Do solo na natureza e do subsolo.	0,01 a 0,20

Figura 15. Valores para coeficientes de escoamento superficial, de acordo com as características detalhadas das diversas superfícies da bacia. Fonte: Garoti e Barbassa (2010) apud Villela e Mattos (1980).

Tipos de áreas Ai	Área (m ²)	Área construída diretamente conectada		Área livre impermeabilizada diretamente conectada		Área impermeabilizada não-conectada		Área livre permeável		C ponderado por A _i
		(%)	C _{adot} ¹	(%)	C _{adot} ²	(%)	C _{adot} ³	(%)	C _{adot} ⁴	
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11
A1-Institucional	73.151	54,34	0,825	20,4	0,775	5,08	0,2	20,18	0,1	0,64
A2-Comercio/indústria	8.889	67,26	0,825	9,53	0,775	8,84	0,2	14,38	0,1	0,66
A3-Misto/outros	9.347	77,97	0,825	21,71	0,775	0	0,2	0,32	0,1	0,81
A4-Residencial <125	2.072	77,45	0,825	20,63	0,775	0,58	0,2	1,33	0,1	0,8
A5-Residencial 125-200	12.701	54,34	0,825	25,44	0,775	10,58	0,2	9,64	0,1	0,68
A6-Residencial 200-300	63.689	56,76	0,825	33,92	0,775	4,8	0,2	4,51	0,1	0,75
A7-Residencial 300-400	16.387	48,82	0,825	20,4	0,775	11,46	0,2	19,32	0,1	0,6
A8-Residencial 400-600	15.630	49,53	0,825	23,94	0,775	8,21	0,2	18,32	0,1	0,63
A9-Residencial 600-1200	5.239	41,19	0,825	22,89	0,775	9,33	0,2	26,59	0,1	0,56
A10-Residencial >1200	4.778	48,55	0,825	18,33	0,775	3,47	0,2	29,65	0,1	0,58
A11-Verticalizado	10.146	54,64	0,825	37,83	0,775	0,53	0,2	7,01	0,1	0,75
A12-Vagos	5.523	0	0,825	0	0,775	0	0,2	100	0,1	0,1
A13-Áreas verdes	13.193	0	0,825	0	0,775	0	0,2	100	0,1	0,1
A14-Rua/calçada	58.007	0	0,825	100	0,775	0	0,2	0	0,1	0,78
Total	298.752									0,66

¹ Corresponde a 'telhados perfeitos sem fuga' segundo Tabela 2;

² Corresponde a 'pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas' segundo Tabela 2;

³ Corresponde a 'superfícies não-revestidas, pátios de estradas de ferro e terrenos descampados, parques, jardins, dependendo da declividade' segundo Tabela 2;

⁴ Corresponde a "solo na natureza e do subsolo" segundo Tabela 2.

Figura 16. Tabela de coeficientes de escoamento superficial ponderado definida por Garoti e Barbassa (2010), para estudo de caso em Ribeirão Preto, SP - associados por tipos de uso do solo e densidade de ocupação. Fonte: Garoti e Barbassa (2010).

O método dos volumes utiliza a altura de água precipitada ao longo de 1(um) ano para os cálculos, conforme demonstrado na Figura 13 abaixo. Estima-se uma vazão de saída fixa para o reservatório (qs) e, para cada chuva “j”, determina-se a “DPij”, que é a diferença entre a curva das alturas de água precipitada e a curva de saída de água do reservatório, dada por “qs.D”, onde D é a duração da chuva (Figura 17).

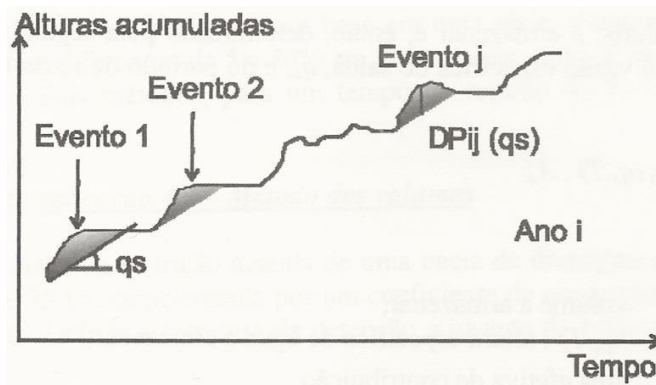


Figura 17. Gráfico demonstrativo da curva das alturas de precipitação acumuladas em um ano (BAPTISTA et al, 2011).

A partir destes resultados, realiza-se uma análise de frequências e a construção de um segundo gráfico, indicando para cada período de retorno(T) e para uma vazão de saída (qs) pré-determinada, qual é a altura específica máxima (DPmax) observada no período em questão, a ser utilizada no dimensionamento da estrutura de armazenamento. O gráfico da Figura 18 representa a relação descrita:

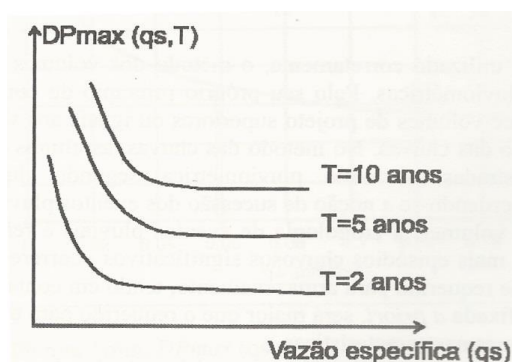


Figura 18. Curvas para determinação da altura de água precipitada específica (BAPTISTA et al, 2011).

Com os valores de “qs” e “DPmax” é possível então calcular, pelo método dos volumes, o volume de armazenamento do reservatório (Smax) através da Equação 1 apresentada, em que “Aa” é a área efetiva de contribuição de drenagem:

$$S_{max} = DP_{max}(q_s, T) \times A_a$$

Equação 1

O método de Puls é mais complexo que os métodos das chuvas e dos volumes, de modo que é praticamente inviável o cálculo manual do volume a ser armazenado pela estrutura. Para utilizá-lo é necessário o emprego de métodos numéricos para a solução do sistema, por possuir variáveis mais

complexas que as dos métodos descritos anteriormente, como hidrograma de entrada que pode assumir diversas formas e vazão de saída variável. Resumidamente, a resposta é obtida pela resolução do sistema composto pela equação da continuidade e pela curva cota-descarga da estrutura projetada.

Este método pode ser aplicado através de *softwares* de simulação hidrológica, inclusive alguns de domínio público, como o IPHS, do IPH-UFRGS, e o ABC, da USP-SP, brasileiros, e o HEC-HMS e o SWMM, dos Estados Unidos.

Um fator relevante a ser determinado no dimensionamento dos reservatórios é a vazão de saída. Esta pode ser constante, como é necessário para os métodos simplificados, ou variável. A saída de água das estruturas de armazenamento pode ocorrer por diferentes meios, como infiltração, vertedores, orifícios ou bombeamento. Para isto, as decisões de projeto para estruturas de armazenamento devem considerar fatores, como os especificados abaixo, para o seu dimensionamento:

- Definição de limite de vazão de saída;
- Limite de capacidade da rede de águas pluviais receptora;
- Tempo de esvaziamento do reservatório;
- Adoção da vazão efluente da área antes da ocupação, como vazão de saída.

3.4 A IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO URBANA DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS

Segundo Batista et al (2001), apesar das técnicas compensatórias terem sua principal função na contenção das águas de chuva, é essencial que estes dispositivos se integrem ao espaço urbano. Para as bacias de detenção secas, por exemplo, existe a possibilidade de utilização efetiva do espaço como área recreativa ou de esportes nos períodos de estiagem, bastando garantir os alertas e a segurança dos usuários nos períodos chuvosos. Outro exemplo são bacias de detenção úmidas que podem estar integradas a um parque urbano, proporcionando um lago ou espelho d'água, onde diversas atividades de lazer podem ser realizadas em volta da técnica compensatória que, por sua vez, “enriquece” a paisagem do local.

Este tema aborda as características de desenho urbano da técnica e da área onde ela se insere, avaliando o nível de integração do projeto de técnica compensatória à área verde em que foi implantada e sua vizinhança. A maneira como as técnicas se inserem na cidade podem produzir uma boa integração com o entorno, gerando espaços públicos bem articulados, ativos e seguros ou, ao

contrário, produzir o isolamento dos espaços públicos sem qualidade, sem conforto e sem segurança. Através de aspectos de sua configuração (como forma e dimensão) e das características das técnicas e das áreas implantadas, os critérios deste tema buscam avaliar a qualidade destes espaços urbanos com TCs, fundamental para a harmonização do sistema urbano e seus usuários.

Pelo fato das técnicas compensatórias estarem implantadas em áreas verdes que são áreas de domínio público nas cidades e possuem diversas funções como lazer, convívio social, conforto ambiental, dentre outras; surge a necessidade ímpar de se avaliar o uso das técnicas compensatórias e os possíveis impactos que tais possam ocasionar na cidade, pois as cidades são palcos de inúmeras atividades humanas e seu planejamento e seus projetos devem se basear no conhecimento de como novas estruturas físicas podem influenciar a infraestrutura existente, o meio ambiente, o funcionamento das cidades e, conseqüentemente, o comportamento humano.

Quando se trata de projetos dentro de uma escala conceitual urbana, principalmente, projetos para espaços públicos, é necessário que as soluções técnicas da engenharia sejam conciliadas com os aspectos urbanísticos do local, não somente às questões legais urbanísticas como as leis de zoneamento, uso e parcelamento do solo, mas também aos conceitos de projeto voltados para uma maior escala – a escala urbana, para sua (s) função (ões) social (is) e para seus múltiplos usuários.

Uso do solo e áreas verdes urbanas

A legislação de uso e ocupação do solo é fundamental para a vida urbana, por normatizar as construções e definir o que pode ser feito em cada terreno público ou particular, interferindo na forma da cidade e também em sua economia.

O instrumento técnico-jurídico central da gestão do espaço urbano é o Plano Diretor, que define as grandes diretrizes urbanísticas. Tradicionalmente, estas diretrizes incluem normas para o adensamento, expansão territorial, definição de zonas de uso do solo e redes de infraestrutura.

Tradicionalmente, a legislação de uso e ocupação do solo concentra-se em normas técnicas de edificações e no zoneamento da cidade. As normas de edificações procuram estabelecer parâmetros detalhados sobre todos os aspectos das construções, incluindo tanto a relação da edificação com seu entorno (recuos, número de pavimentos, altura máxima) quanto a sua configuração interior (insolação, ventilação, dimensão de cômodos).

O zoneamento é uma concepção da gestão do espaço urbano baseada na idéia de eleger os usos possíveis para determinadas áreas da cidade. Com isso, o que se pretende é evitar convivências desagradáveis entre os usos. A cidade é dividida em zonas industriais, comerciais, residenciais, institucionais e em zonas mistas, que combinam tipologias diferentes de uso. Em alguns casos, esse zoneamento da cidade inclui várias categorias para cada um dos tipos de zonas. Essas categorias diferenciam-se, normalmente, em termos de adensamento dos lotes (pela regulamentação do

percentual máximo da área dos terrenos que pode ser edificada, do número de andares das edificações ou da área máxima construída).

A determinação dos tipos de usos, muitas vezes, acontece em função de usos já consolidados, ou seja, a legislação apenas reconhece esses usos. Nesse caso, seu papel de direcionar a ocupação da cidade fica resumido à legitimação do espaço construído, independentemente da dinâmica urbana.

As restrições do zoneamento podem inviabilizar empreendimentos e impedir a expansão de algumas atividades econômicas em áreas de proteção ambiental, por exemplo. O zoneamento e as leis urbanísticas devem orientar o crescimento das cidades, de uma maneira que se compatibilize todas as funções necessárias às atividades humanas no espaço urbano, com a garantia de manutenção dos recursos naturais também necessários para a qualidade de vida urbana. Ao controlar o uso do solo e a densidade de ocupação, o zoneamento é uma ferramenta também para a gestão das águas pluviais nas cidades, pois permite:

- Proteger áreas ambientais sensíveis à ocupação, como as áreas de várzeas;
- Restringir o desenvolvimento urbano em áreas de risco;
- Restringir a ocupação de áreas de interesse para a gestão de águas pluviais - necessárias devido ao crescimento desordenado e excessiva impermeabilização das cidades.

O zoneamento tem maiores chances de aplicação, de cumprimento nas cidades, quando as razões para o estabelecimento de restrições de uso do solo encontram-se claramente definidas, embasadas e contam com o apoio, participação e aprovação da população. Neste contexto, o Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257/2001 – que instrui e dá ferramentas para a política de gestão do espaço urbano, regulamenta a participação popular na elaboração do Plano Diretor das cidades brasileiras, o que tem sido pouco praticado, infelizmente, pelas gestões públicas espalhadas pelo país.

As áreas verdes são importantes para a qualidade ambiental das cidades, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente. Desde a Antigüidade, as áreas verdes e jardins tinham finalidades de passeio, lugar para expor luxo e de repouso. Atualmente com os problemas gerados pelas cidades modernas, elas e os parques e jardins são uma exigência não só para a ornamentação urbana, mas também como necessidade higiênica, de recreação e principalmente de defesa do meio ambiente diante da degradação das cidades.

A lei de parcelamento do solo dos municípios, embasadas na Lei Federal nº 6.766/79, exige doação de 10% a 15% de áreas verdes com relação ao total da gleba, porém, sem incumbir, muitas vezes, a implantação de praças e outros equipamentos nos espaços previstos, pelo loteador. As áreas verdes também são tratadas na legislação como espaços livres de uso público, sistema de lazer, área de recreação, entre outras. Isso indica que englobam funções distintas, incluindo áreas de proteção

ambiental, praças, áreas de recreação e instalações esportivas. Na maioria das vezes esses espaços são desconsiderados e acabam se tornando áreas problemáticas, pois devido a não implantação de benfeitorias pelo loteador ou pela administração pública nas áreas verdes, são muitas vezes abandonadas e invadidas por ocupações irregulares. Isso pode ser amenizado através da participação do poder público municipal na definição relativa à localização das praças e na sua efetivação como forma de diretrizes de planejamento.

Um aspecto importante, porém, ainda negligenciado nas definições das funções das áreas verdes, está relacionado à permeabilidade destas áreas. Hardt (1994), citado por Bargas e Matias (2011), considera que a permeabilidade do solo em áreas urbanas está normalmente relacionada aos espaços naturais, demonstrando, na maioria das vezes, melhoria na qualidade ambiental. Muitas das áreas permeáveis também são espaços livres públicos. Cavalheiro et al. (1999) recomendaram em um Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) que “[...] vegetação e solo permeável (sem laje) devem ocupar, pelo menos, 70% da área total de uma área verde”. Guzzo (2006) apud Bargas e Matias (2011) ressaltou que as áreas verdes são “[...] um tipo especial de espaço livre urbano onde os elementos fundamentais de composição são a vegetação e o solo livre de impermeabilização” e que essas áreas devem ser constituídas por “[...] pelo menos 70% do seu espaço por áreas vegetadas com solo permeável”. Um fator importante, considerado por Bargas e Matias (2011), está relacionado ao fato de que embora os autores não justifiquem qual a metodologia e quais os parâmetros utilizados para o estabelecimento do valor mencionado, é notória a reprodução desta recomendação. Seria importante, ao se adotar este tipo de recomendação, o detalhamento também do tipo de solo e de vegetação considerados, pois se sabe que os diferentes tipos de solo e de vegetação apresentam características variadas, que faz com que estes apresentem propriedades também diversas quanto à permeabilidade. É importante ressaltar que, embora simplificada, a recomendação feita pelos autores trouxe contribuição para os estudos relacionados à temática. Anteriormente, Oliveira (1996) já havia considerado a questão da permeabilidade do solo nas áreas verdes. Para ele o conceito de áreas verdes, para ser completo, necessita descrever suas estruturas e enfatizar, sobretudo, a importância que elas têm em termos de suas funções ecológicas, estéticas, econômicas e sociais, conforme citado abaixo:

[...] áreas permeáveis (sinônimos de áreas livres [de construção]), públicas ou não, com cobertura vegetal predominantemente arbórea ou arbustiva (excluindo-se as árvores no leito das vias públicas) que apresentem funções potenciais capazes de proporcionar um microclima distinto no meio urbano em relação à luminosidade, temperatura e outros parâmetros associados ao bem-estar humano (funções de lazer); com significado ecológico em termos de estabilidade geomorfológica e amenização da poluição e que suporte uma fauna urbana, principalmente aves, e fauna do solo (funções ecológicas); representando também elementos

esteticamente marcantes na paisagem (função estética), independentemente da acessibilidade a grupos humanos ou da existência de estruturas culturais como edificações, trilhas, iluminação elétrica, arruamento ou equipamentos afins; as funções ecológicas, sociais e estéticas poderão redundar entre si ou em benefícios financeiros (OLIVEIRA, 1996).”

Considerando a diversidade de conceitos atribuídos ao termo “área verde” pode-se dizer que, neste aspecto, torna-se cada vez mais complexo elaborar um planejamento urbano, ao mesmo tempo que demonstra o quanto o planejamento urbano é um instrumento fundamental que deve ser muito bem desenvolvido e aplicado nas cidades. A necessidade de um maior aprofundamento sobre o conceito de áreas verdes urbanas, por técnicos e gestores, é latente nos dias atuais, visando garantir uma compreensão adequada sobre os problemas a serem enfrentados e também para permitir uma correta intervenção nos espaços urbanos com vistas à manutenção e preservação dessas áreas, bem como permitir melhorias na qualidade ambiental das cidades.

Assim, como exemplo de restrição de áreas de interesse para a gestão de águas pluviais no espaço urbano estão as possíveis delimitações de áreas, já durante a etapa de planejamento das áreas verdes, para a implantação de estruturas de armazenamento como as bacias de detenção, e zonas de interesse para o favorecimento de processos de infiltração de águas pluviais. Tais fatos possibilitam o rearranjo do espaço público, preocupado assim com as soluções ambientais para os problemas da drenagem urbana, minimizando altos custos de adequação de redes de drenagem sobrecarregadas existentes e prejuízos físicos, sociais e econômicos provocados pelas constantes enchentes.

As grandes cidades brasileiras, que normalmente possuem maiores prejuízos com as enchentes, têm elaborado Planos Diretores de Drenagem visando maiores estudos e medidas a serem realizadas em sua área urbana. A cidade de Guarulhos, na Região Metropolitana de São Paulo, é uma destas cidades; porém, tais planos costumam ser praticamente inutilizados pela própria gestão pública, devido ao desconhecimento técnico, ao seu isolamento em relação ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e, principalmente, à falta de investimentos públicos para a gestão de águas pluviais no município.

Conceitos urbanísticos para o espaço público

Os espaços públicos urbanos consistem em espaços livres e coletivos, equipados de infraestrutura, que visam promover o encontro e a troca de informações entre as pessoas, tais como praças, parques, ruas, entre outros. Os projetos para estas áreas devem estar voltados para complexidade das relações urbanas, entre seus usuários e seu entorno.

Para projetos em espaço público, uma observação inicial que deve ser realizada refere-se à relação do espaço público na cidade com o próprio meio urbano, sua morfologia e apropriações. Vale destacar que esta relação se encontra fortemente vinculada a aspectos físicos, naturais e/ou

construídos, caracterizados pelo desenho de formas, que, muitas vezes, além de representarem os espaços públicos a que se destinam, passam até mesmo a corresponder à imagem de determinado lugar, cidade, região ou país. No entanto, cabe reconhecer a presença de aspectos sócio-econômicos inerentes à construção destas formas.

Na implantação de um projeto de um espaço público é recomendável, não só o mapeamento e as análises das estruturas formais que caracterizam o uso do espaço público, mas considera-se de especial relevância, o mapeamento das apropriações alternativas do espaço público, independente da existência de infraestrutura específica para tal, seja para o exercício de atividades coletivas, seja para apropriação particular. Considera-se que as apropriações são eventos cotidianos relacionados à própria vida urbana e devem ser reconhecidas, entre outros aspectos, como reveladoras de necessidades de reestruturações físicas, de modo a permitir flexibilidade no uso do espaço. Deste modo, é importante a realização de projetos urbanísticos, que atuem sobre a estrutura física das TCs, permitindo que cidadãos exerçam ainda, sobre o espaço público, seus respectivos usos, e também suas apropriações, de forma adequada e segura.

Para Jane Jacobs (2009), jornalista americana em seu livro *Morte e vida de grandes cidades*, a diversidade de usos e a permeabilidade das áreas – neste caso, permeabilidade no sentido de permitir a circulação do pedestre mais livremente, com várias possibilidades de fluxos, caminhos – com o entorno, bem como atividades em todos os períodos nas vias e nas áreas públicas, são fatores que auxiliam a garantir uma vida urbana mais saudável e segura nos espaços públicos. O urbanista Kevin Lynch (1960) define que cada cidadão possui sua própria percepção sobre a cidade e que esta encontra-se associada a memórias e significados pessoais.

Para Jan Gehl (1987), tal percepção está relacionada não somente à forma como as pessoas lidam com os espaços que compõem a cidade e seu entorno, mas também como elas se relacionam entre si. Gehl afirma que espaços públicos dinâmicos são espaços com vida, que estimulam interações entre pessoas e entre estas e o espaço, onde o nível de contato possa crescer e permanecer. Não se trata apenas de espaços de circulação, mas, também, de espaços que possam proporcionar atividades diversas, desde momentos de lazer e descanso, como também oportunidades de convívio.

No livro *“Cidades para pessoas”* (2015), Gehl aborda de forma aprofundada, questões fundamentais à qualidade de vida dos espaços públicos como: escala dos espaços, soluções de mobilidade, dinâmicas que favorecem a vitalidade, a sustentabilidade e a segurança das áreas urbanas, na valorização dos espaços públicos, nas possibilidades de expressão individual e coletiva, e na beleza daquilo que pode ser apreendido ao nível do observador.

Trata-se de uma análise bastante abrangente quanto aos projetos urbanísticos dos espaços públicos, embasados nos seguintes critérios de qualidade que o autor define conforme descrito abaixo, e representado pela Figura 19:

1. Proteção contra o tráfego
2. Segurança dos usuários
3. Proteção contra experiências sensoriais desagradáveis
4. Oportunidades para caminhar
5. Oportunidades para permanecer em pé
6. Oportunidades para sentar
7. Possibilidade de observar
8. Oportunidades para conversar
9. Locais para exercitar
10. Escala humana
11. Possibilidade de aproveitar o clima
12. Boa experiência sensorial



Figura 19. Os 12 critérios de qualidade para o espaço público com respeito à paisagem do pedestre Fonte: Site Archdaily Brasil, (2016).

Os critérios elencados por Gehl (2015), dentro também dos importantes aspectos relevantes para projetos de TCs elencados por Batista et al. (2011), citados anteriormente, permitem planejadores e

projetistas criarem um mosaico de idéias que podem ser implementadas em TCs futuras ou em revitalizações das já existentes que possuem deficiências quanto à inserção no meio urbano.

3.5 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO

Nos sistemas clássicos as águas pluviais são captadas e conduzidas a condutos artificiais (tubulações), preferencialmente subterrâneos, funcionando por gravidade, sendo evacuadas das zonas urbanas e lançadas em corpos d'água rapidamente. Eles são constituídos, essencialmente, por diversos dispositivos de captação das águas superficiais, estruturas de condução das águas captadas, na forma de canais abertos ou condutos enterrados e, eventualmente, obras complementares, tais como bueiros e dissipadores de energia. Tais estruturas são impermeáveis, feitos de materiais como o concreto, PVC, dentre outros.

Já as técnicas compensatórias propõem a utilização, em sua maioria, de sistemas abertos de drenagem (canais superficiais), em que se trabalha com as formas naturais adaptadas à topografia; garantindo uma relação esteticamente mais agradável com os recursos naturais da área. Essas propostas de soluções alternativas de drenagem podem minimizar custos como os de terraplenagem e com a construção de estruturas de drenagem mais onerosas (Baptista et al, 2011).

Segundo os autores Andoh e Iwugo (2002), as medidas de controle distribuídas, ou na fonte, apresentam custos menores quando comparadas às soluções localizadas à jusante das redes de drenagem (drenagem convencional). Esta redução de custo varia de 25% a 80% e é mais significativa em bacias planas. Além disso, o controle distribuído de fluxos gerados pelo processo de urbanização mostra uma possibilidade atraente de combinar medidas de controle de inundações, como as TCs, com intervenções que agreguem valor à paisagem urbana. Outro ponto interessante é que as medidas de controle na fonte exigem o uso de pequenas estruturas, ideais para as chamadas áreas consolidadas, que podem ser construídas com menores efeitos indesejáveis, custos menores e possibilidades menores de falhas do sistema a ser implantado.

Para Tucci (2002), a irracionalidade de projetos da drenagem convencional, não baseada em uma visão de gestão de toda a bacia, desprezando assim os efeitos da vazão, do escoamento e da velocidade da água de chuva à jusante, pode levar a custos insustentáveis para as cidades, podendo chegar a ser dez vezes maior do que o custo de amortecer o pico dos hidrogramas e diminuir a vazão máxima para jusante através de uma detenção, por exemplo. O autor também relata o paradoxo existente de que países ricos verificaram que os custos de canalização e condutos eram muito altos e abandonaram esse tipo de solução (início dos anos 1970), enquanto países pobres

adotam sistematicamente essas medidas, perdendo, portanto, duas vezes: uma nos custos muito maiores e outra no aumento dos prejuízos ocasionados com enchentes, principalmente.

Para Baptista et al (2011), outro aspecto a considerar diz respeito à urbanização de áreas altas, o que pode resultar no aumento do escoamento de águas pluviais para as áreas baixas. O empreendimento de montante deve ser projetado de forma a conservar as condições naturais através de reservatório de acumulação das cheias ou de outras medidas, ou então ser onerado pelos custos de adequação do sistema de drenagem das áreas a jusante.

Desta maneira, a importância do manejo sustentável de águas pluviais na drenagem urbana tem se expandido, demonstrando que sempre é possível, através de estudos mais amplos, planejar o sistema de drenagem de forma a diminuir os custos, e aumentar os benefícios resultantes. Por exemplo, a construção de reservatórios de retenção a montante ou a concepção de parques nos quais se admitam inundações periódicas são possibilidades bastante interessantes. Bem como, projetos de canais abertos, que diminuem, ou mesmo eliminam a necessidade de tubulações enterradas, também resultam em investimentos de menor vulto.

A evolução dos gastos com drenagem urbana

A urbanização implica em alterações significativas no ciclo hidrológico, e com isso, tem-se percebido que em um quadro de urbanização crescente das cidades, constata-se a obsolescência gradual e inexorável dos sistemas de drenagem implantados segundo a ótica higienista, levando a inundações cada vez mais frequentes nas áreas urbanas (BAPTISTA et al, 2011), como pode-se verificar no gráfico da Figura 20, sobre a evolução do crescimento populacional x frequência de inundações na cidade de Belo Horizonte:

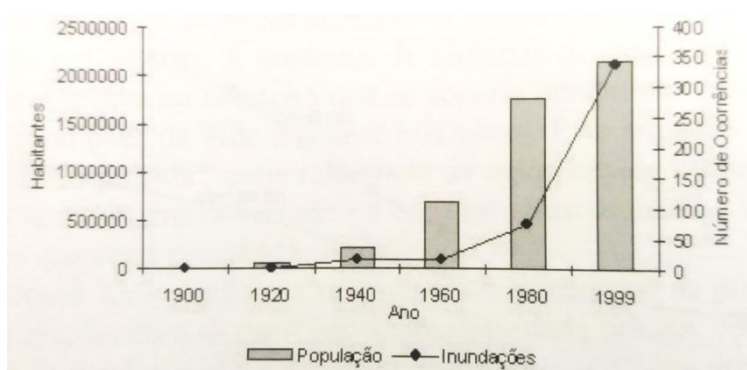


Figura 20. Evolução da população e da frequência de inundações em Belo Horizonte (BAPTISTA et al, 2011).

Neste contexto, os custos com a implantação e a manutenção de obras de drenagem vem desempenhando cada vez mais um papel maior no orçamento das cidades. Segundo Maidment (1993) apud Baptista et al (2011), os investimentos dos EUA em obras de drenagem superficial ao

ano só têm evoluído, conforme dados existentes de 1903 a 1981, perfazendo um total, por exemplo, de US\$ 4 bilhões de dólares em obras e US\$ 3 bilhões em danos decorrentes de inundações, no ano de 1978. A Austrália registrou em 1988, a elevação dos gastos com obras e danos em US\$ 3 bilhões de dólares, referente a 0,4% do PIB. Segundo Berz (2000) apud Baptista et al (2011), os custos mundiais com danos relativos às inundações alcançaram 250 bilhões de dólares no período de 1988 a 1997, considerado, assim, o mais significativo e impactante fator de risco natural.

No Brasil, devido a inexistência de levantamentos específicos, Baptista & Nascimento (1996) estimam que o valor de despesas e prejuízos com inundações superam uma média anual de R\$ 2 bilhões de dólares, e Tucci et al (2000) estimaram valores por volta de R\$ 1 bilhão de dólares/anuais. Em São Paulo, Santos (2013) apresentou cálculos que apontaram média anual de R\$ 107,7 milhões de reais em prejuízos com enchentes somente na capital paulista, conforme demonstrado na figura abaixo:

Local	2008	2009	2010	2011	2012	Média anual	Total
São Paulo (capital)	R\$ 75,3 mi	R\$ 130,3 mi	R\$ 86,5 mi	R\$ 97,5 mi	R\$ 149 mi	R\$ 107,7 mi	R\$ 538,6 mi
R. Metropolitana (exceto capital)	R\$ 6,9 mi	R\$ 6,1 mi	R\$ 3,4 mi	R\$ 3,8 mi	R\$ 2,2 mi	R\$ 4,5 mi	R\$ 22,4 mi
Restante do Estado	R\$ 15,2 mi	R\$ 19,3 mi	R\$ 13,7 mi	R\$ 13,4 mi	R\$ 22,5 mi	R\$ 16,8 mi	R\$ 84,1 mi
Brasil	R\$ 170,6 mi	R\$ 266,5 mi	R\$ 185,5 mi	R\$ 196 mi	R\$ 311,2 mi	R\$ 226 mi	R\$ 1,13 bi

Figura 21. Prejuízos causados pelas enchentes na cidade de São Paulo, em cinco anos (SANTOS, 2013).

Deste modo, uma nova abordagem para tratar a questão da drenagem urbana, de forma sintonizada com os princípios do desenvolvimento sustentável, se impõe em diversos países pelo mundo, entre eles o Brasil, levando ao questionamento das soluções da engenharia tradicional para os problemas urbanos de drenagem.

Análise de custos na drenagem urbana

É importante salientar que a análise de custo x benefício é recomendada na Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. No Artigo 49, definem-se objetivos para a Política Nacional de Saneamento Básico, em que orienta no item V-

assegurar que a aplicação dos recursos financeiros administrados pelo poder público dê-se segundo critérios de promoção da salubridade ambiental, de maximização da relação benefício-custo e de maior retorno social.

Segundo Canholi (1995), o custo de um sistema de drenagem urbana pode ser classificado em três categorias básicas:

- Investimento
- Operação/manutenção
- Riscos

Os custos de investimento incluem os desembolsos necessários para os estudos, projetos, levantamentos, construção, desapropriações e indenizações, referindo-se, portanto, aos custos de implantação da solução. Os custos de operação e manutenção consistem nas despesas com mão de obra, equipamentos, combustíveis e outras, relativas à execução dos reparos, limpezas, inspeções e revisões necessárias durante toda a vida útil da estrutura.

Os custos ainda podem ser classificados em diretos e indiretos. Os custos diretos envolvem as obras civis, os equipamentos elétricos e mecânicos, a relocação das interferências, as desapropriações e os custos de manutenção e operação. São os custos diretamente alocáveis às obras, sendo de quantificação simples, a partir da elaboração de um projeto detalhado e do cadastro pormenorizado das obras de infraestrutura existente (gás, eletricidade, telefone, água, esgoto) que podem influenciar os gastos das obras. Vale salientar que os custos de manutenção podem ser estimados, através de previsões das periodicidades e equipes/equipamentos necessários para as realizações de tais serviços.

Custos indiretos, e específicos para obras de drenagem são, por exemplo, relativos a interrupções de tráfego, prejuízos ao comércio, ou seja, às adequações necessárias nas obras ou custos não evitados no sistema de drenagem a jusante, bem como os danos não evitados durante a execução. Desta maneira pode-se ressaltar que os benefícios são maiores quando as soluções envolvem menores prazos de construção e/ou que causam menores interferências com os sistemas existentes, características estas existentes nos sistemas da drenagem sustentável (Canholi,1995).

Na Figura 22, demonstram-se os custos médios dos principais serviços realizados em obras de drenagem convencional, apresentados por Canholi (1995), a serem atualizados em caso de uso.

Serviços	unid	Preço unitário US\$
Escavação mecânica para valas	m ²	4.50 a 5.10
Escavação mecânica de córrego	m ²	2.50 a 2.80
Carga e remoção de terra a distância média de 20km	m ³	14.00 a 15.00
Fornecimento de terra incluindo carga, escavação e transporte até a distância média de 20km	m ³	16.00 a 17.00
Compactação de terra média no aterro	m ²	3.50 a 3.80
Demolição de pavimento asfáltico	m ²	5.00 a 5.50
Pavimentação	m ²	38.00 a 40.00
Fornecimento e assentamento de paralelepípedo	m ²	29.00 a 31.00
Fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado CA-2, diâmetro 1.00m	m	146.00 a 150.00
Boca de lobo simples	un	400.00 a 420.00
Poço de visita	un	640.00 a 660.00
Escoramento com perfis metálicos	m ²	87.00 a 100.00
Concreto armado moldado "in loco" (inclui formas e armaduras)	m ³	420.00 a 480.00
Fornecimento e colocação de gabião tipo caixa	m ³	142.00 a 158.00
Fornecimento e escavação de estaca de concreto para 30 ton.	m	40.00 a 45.00

Figura 22. Estimativa de preços unitários médios. Fonte: Canholi (1995).

Para se avaliar as diferenças nos custos dos dispositivos tradicionais de drenagem e nos custos de implantação de TCs, dados pré-existentes têm auxiliado na propagação sobre as vantagens, inclusive financeiras, da aplicação de sistemas de drenagem sustentáveis.

Usando dados de 30 (trinta) reservatórios de detenção (piscinões) abertos existentes na RMSP (Região Metropolitana de São Paulo), Tomaz (2010) apresenta as médias de custos e seus respectivos desvios padrão, conforme Figura 23.

	Média	Desvio padrão
Custo do reservatório de detenção aberto	US\$ 34/m ³	US\$ 13/m ³
Área de drenagem	5,1 km ²	3,9 km ²
Volume do reservatório	180.614m ³	123.181m ³
Área disponível	48.191m ²	38.814m ²
Área disponível em porcentagem da área da bacia	1,8%	2,0%
Taxa de volume do reservatório/área da bacia em hectares	514m ³ /ha	226m ³ /ha
Altura média do reservatório de detenção	3,30m	1,00m
Custo de reservatório de detenção fechado com somente uma amostra	US\$ 108/m ³	

Figura 23. Médias e desvios padrão de 30 reservatórios de detenção na RMSP (TOMAZ, 2010).

Tomaz (2010) estabelece também que a manutenção e operação anual de um reservatório de detenção varia de 5% a 10% do custo total da obra, demonstrando assim o alto custo que, por muitas vezes, ocasiona uma má gestão destes tipos de reservatórios.

Segundo Baptista et al (2011), os custos de implantação são bastante variáveis devido aos tipos de materiais e dimensões utilizados, bem como o tipo de obra. Composições de custo desenvolvidas especificamente para as condições brasileiras, referentes a janeiro de 2000, apresentam valores médios de custos para diversos tipos de bacias, conforme apresentado na Figura 24 :

Tipo de bacia	Vida útil (anos)	Custos		
		Implantação (R\$/m³)	Reconstituição (R\$/m³x ano)	Operação (R\$/m³x ano)
Abertas gramadas	10 a 15	28,91	2,38	–
Abertas em concreto	30	35,69	0,16	–
Enterradas em concreto	30	119,63	1	0,93
Infiltração	5 a 10	23	3,28	–

Figura 24. Custos de implantação, reconstituição e operação de bacias de detenção (Adaptado de MOURA, 2004, apud BAPTISTA et al, 2011).

Os custos de manutenção consistem na retirada de resíduos sólidos após as chuvas, estimados por Moura (2004) em R\$190/ano por hectare de área drenada para todos os tipos de bacias.

Para execução de estruturas de valas de infiltração, os custos de implantação não são significativos pois consistem em obras de terraplenagem simples, revestimento vegetal e implantação de eventuais estruturas de controle. Conforme composições de custo desenvolvidas por Moura (2004) para as condições brasileiras, a implantação de valas revestidas com grama, sem e com canaletas em concreto, respectivamente, podem chegar a valores médios de R\$ 26,00/m³ e R\$ 35,00/m³. As operações de manutenção preventiva para as valas de infiltração consistem em atividades de limpeza e conservação de parques e jardins, como serviços de roçagem, capinação, despraguejamento; e que, segundo Moura (2004) podem ser estimados em R\$ 5,00/m³ ao ano – referências de valores do ano de 2000. Quanto à possibilidade de colmatação da estrutura de infiltração, custos suplementares de reabilitação da TC são estimados por MWCG (1987) e MEE (1994) apud Baptista et al (2011), por volta de 20% do custo de implantação.

Atualmente, as TCs de pavimentos permeáveis apresentam custos de implantação bastante similares aos pavimentos tradicionais em concreto. Sobre a manutenção de pavimentos permeáveis com superfície porosa, além dos custos de limpeza e conservação de vias usuais, deve ser considerado também operações periódicas de limpeza de poros superficiais com jatos de água de alta pressão e, esporadicamente, uso de equipamentos especiais de aspiração dos sedimentos (Baptista et al, 2011). A frequência destas operações de desobstrução dos poros é cerca de uma a cada cinco anos. Em comparação com os custos de pavimentos clássicos em concreto, Baptista et al (2011) apresenta, conforme figuras 25 e 26, os custos médios dos pavimentos permeáveis:

Tipo de revestimento	Custo de implantação (R\$/m²)	Custo anual de manutenção (R\$/m²)
Asfalto	6,60	0,61
Pavimento intertravado	18,34	4,80
Alvenaria poliédrica	6,41	3,29

Corpo do pavimento	Sobrecusto de implantação (R\$/m ²)	Custo anual de manutenção (R\$/m ²)
Blocos de concreto vazados - evacuação por infiltração	16,97	2,57
Blocos de concreto vazados - evacuação por rede	24,78	2,57
Concreto asfáltico poroso - evacuação por infiltração	1,28	1,35
Concreto asfáltico poroso - evacuação por rede	9,08	1,35
Concreto poroso - evacuação por infiltração	14,92	2,05
Concreto poroso - evacuação por rede	22,74	2,05

Figura 25 e 26. Custos médios de diferentes tipos de revestimentos tradicionais – referência jan/2000 (BAPTISTA et al, 2011).

Elaboração de orçamento de referência de obras e serviços de engenharia

O Decreto Federal Nº 7.983/2013 prevê que o custo de referência para serviços de engenharia, exceto as obras de infraestrutura e transporte, deve ser obtido a partir de valores unitários inferiores ou iguais à mediana dos seus custos unitários de referência do Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil – Sinapi – mantido pela Caixa Econômica Federal – CEF.

No caso de inexistência dos referenciais Sinapi com as características específicas de uma determinada obra pública, o decreto permite que os órgãos e entidades da Administração Pública desenvolvam novos sistemas de referência desde que demonstrem sua necessidade por meio de justificativa técnica, ou ainda utilizem outras tabelas de referência formalmente aprovadas pelos órgãos em publicações técnicas especializadas. Para tanto, o TCU (Tribunal de Contas da União) publicou o Acórdão 3272/2011 em que adota critérios para avaliação dos preços máximos permitidos.

O Sinapi publica mensalmente preços de materiais, mão-de-obra e equipamentos, custos de serviços, projetos e índices da construção civil. A publicação desses dados é de responsabilidade da Caixa Econômica Federal (CEF) e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A CEF é encarregada da manutenção da base técnica de engenharia, além da especificação da composição dos custos do Sinapi. Já o IBGE realiza pesquisas mensais de preços, materiais de construção e salários dos profissionais.

Os custos atuais, portanto, tanto para o levantamento do orçamento das obras da drenagem convencional, quanto para levantamento das obras para implantação de TCs, podem ser realizados

através das tabelas oficiais vigentes, que definem os custos unitários de referência para serviços de engenharia.

Um plano de drenagem e manejo de águas pluviais, voltados para o uso de TCs, pode ser de grande valia para a administração pública, para os empresários e para a comunidade em geral. Ele proporciona benefícios importantes quando bem projetado, ordenando o crescimento da cidade a salvo de inundações e de prejuízos ao tráfego de pedestres, veículos e outros riscos. O plano de drenagem e manejo de águas pluviais não deve se basear exclusivamente em projetos hidráulicos, mas também em critérios ambientais, sociais e econômicos. Deve ser elaborado em paralelo ao plano de drenagem um detalhado projeto orçamentário para ser apresentado aos órgãos de planejamento e aos provedores de recursos financeiros, a fim da propagação do uso de TCs em áreas urbanas como uma opção viável, inclusive, financeiramente. Outros planos, como os relativos ao zoneamento, ao sistema viário, às áreas verdes, etc. deverão ser coerentes com o plano de drenagem. Diversos estudos têm apresentado que um plano diretor de drenagem e manejo de águas pluviais baseado em uma análise abrangente, traz melhores resultados do que projetos de drenagem isolados, desenvolvidos com critérios diferentes para cada bacia hidrográfica.

3.6 A APROPRIAÇÃO PELO USUÁRIO EM RELAÇÃO ÀS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS

Áreas sem uso são comumente encontradas no meio urbano: terrenos baldios, áreas públicas não consolidadas, construções abandonadas, espaços públicos sem manutenção, inseguros e subutilizados, áreas de preservação precárias, dentre outras. Na maioria dos casos, estes locais conferem "carência" de vida, ou seja, precisam ser utilizados para cumprirem sua função social na cidade que significa nada mais, nada menos do que o espaço cumprir a missão para qual foi criado ou definido.

Segundo Segawa (1996), "a natureza, a paisagem, o jardim público, nada significam em si. São as pessoas que atribuem significados que vão qualificar as imagens e os objetos. E isto depende diretamente do uso, o qual gerará apropriação".

A principal diferença entre o emprego de técnicas compensatórias do uso das tradicionais redes de drenagem é a necessidade de se tratar da questão do manejo das águas pluviais ao mesmo tempo em que se elabora o projeto urbanístico. Por estar visível, exposta diretamente ao convívio e ações humanas, não estando mais "enterradas", as técnicas compensatórias de drenagem exigem projetos urbanísticos e paisagísticos, a fim de valorizar o espaço agregando as pessoas a ele. Profissionais da

drenagem urbana indicam que o maior desafio da implantação de TCs é a questão da integração com o meio urbano capaz de gerar a aprovação dos usuários quanto à presença destas na paisagem e no seu espaço de convívio, colaborando assim para a manutenção das técnicas, seu funcionamento hidrológico, reduzindo custos e consolidando tais práticas nas cidades (CANHOLI, 2005).

Conceitos de percepção e cognição – fundamentos para avaliação

A abordagem perceptiva e cognitiva é adotada em estudos do ambiente e do comportamento, tendo por objetivo investigar as relações entre as características físico-espaciais do ambiente construído e o comportamento humano, focando, principalmente, na aplicação de métodos das ciências sociais para analisar e avaliar a qualidade do espaço construído. Tal abordagem, ao considerar o usuário dos projetos, assume que a qualidade deles está diretamente ligada às atividades e aos comportamentos de seus usuários, como consequências das experiências pessoais possibilitadas pelos projetos. Considerando o que o projeto diz sobre a organização espacial para a realização das atividades previstas, não se pode falar em qualidade de projeto sem saber se as atividades previstas por este estão sendo realizadas e/ou ocorridas de maneira satisfatória (funcional).

A avaliação quanto à apropriação do usuário relaciona-se, assim, à avaliação de desempenho dos espaços urbanos, através também de seus usuários. Podemos dizer que espaços urbanos que apresentam um desempenho satisfatório, como resultados de avaliações envolvendo usuários, podem ser considerados como projetos qualificados. Ressaltamos que, devido a existência de outros aspectos relevantes do projeto estudado em área pública, como o caso da funcionalidade hidrológica das TCs nesta pesquisa, tais aspectos também devem ser incluídos numa avaliação de desempenho (GEHL, 2015).

O conceito de percepção tem sido compreendido e definido de duas maneiras. Na primeira, o conceito é relacionado à interação entre o espaço e o usuário através dos sentidos básicos de visão, olfato, audição e tato; enquanto que a segunda é relacionada à interação do espaço e o usuário através dos sentidos básicos e outros fatores como memória, personalidade, cultura e tipo de transmissão (WEBER, 1995).

Cognição é o processo de construção de sentido na mente, cumulativo, que se forma através da experiência cotidiana, sendo complementar à percepção, quando esta é tratada somente como sensorial, relacionada à experiência direta com o ambiente. É através da cognição que as sensações adquirem valores, significados, e formam uma imagem no universo do conhecimento do usuário, envolvendo necessariamente reconhecimento, memória e pensamento, além de gerar expectativas sobre o ambiente que se traduzem em atitudes e comportamentos dos usuários nos espaços que frequentam (WEBER, 1995).

Através dos conceitos expostos, pode-se inferir que a avaliação da apropriação do usuário sobre um ambiente físico é realizada por meio dos processos de percepção e cognição, que permitem o estabelecimento de relações, entre o indivíduo e o ambiente físico, baseadas num conjunto de transações entre os estímulos sensoriais percebidos e as experiências prévias dos usuários, seus valores e suas motivações, que vão influenciar as reações comportamentais e de atitudes (GOLLEDGE; STIMSON, 1997). Portanto, para avaliar a sua apropriação, faz-se necessário não somente medir as atitudes dos usuários em relação a componentes ambientais específicos, como uma análise de observação, por exemplo; mas também identificar como o seu comportamento é influenciado pela percepção da presença, ausência ou do grau de responsividade desses componentes.

A atual posição dominante sobre o tema afirma que existem importantes e não determinantes efeitos da forma construída sobre o comportamento do indivíduo, e que esses efeitos têm a ver com o ambiente construído, na medida em que este pode apoiar, facilitar ou inibir comportamentos. Por exemplo, conforme citado por Reis e Lay (2006), o ambiente físico-espacial criado pode facilitar ou inibir a ocorrência de um crime, mas não determina a ocorrência dele de fato, que depende da atitude prévia do potencial criminoso.

Desta maneira, na abordagem perceptiva e cognitiva, ou da percepção ambiental como também é chamada por Tuan (1974), o espaço não é apenas descrito pelos seus aspectos formais, mas deve ser analisado quanto ao efeito de suas características físico-espaciais sobre os usuários, buscando-se entender como as percepções destes aspectos afetam as atitudes e os comportamentos dos usuários do espaço urbano.

Com base nos argumentos anteriores, foram propostos para esta pesquisa, temas relevantes para avaliação do desempenho dos projetos de TCs quanto à apropriação do usuário, que servem para estruturar os aspectos físicos associados à qualidade do espaço construído.

Quanto ao tema referente à *estética*, a avaliação deverá conter elementos da morfologia urbana que estimulam os sentidos, incluindo sensações não-visuais, embora as visuais sejam dominantes. Tal tema refere-se não exclusivamente a elementos arquitetônicos ou paisagísticos em um espaço urbano, mas à relação estética destes com os espaços construídos e abertos adjacentes e nas proximidades (entorno). O *uso* é visto como um dos pré-requisitos para um espaço aberto urbano satisfatório, isto porque sem usuários, o espaço público tende a ser de pouco significado e importância. Portanto, o uso ou usos dados a um determinado local também têm o papel de possibilitar associações, estimular os sentidos e também a experiência estética. Estudos sobre os usos do espaço público de Gehl (1987) identificaram relações entre as qualidades físicas de um espaço público e interações sociais positivas, indicando assim que, uma clara definição física dos espaços promove uma boa percepção de definição de território, aumentando a segurança, afetando

positivamente o senso de identidade do usuário com o local, fortalecendo o uso e a manutenção dos espaços, e o controle das áreas comunitárias. A diversidade de atividades disponibilizadas aumenta a escolha, atraindo diferentes pessoas, em períodos distintos e por razões variadas. O uso pode ser afetado pela flexibilidade e adequação dos espaços. A flexibilidade afeta o grau com que um determinado local pode ser utilizado para diferentes propósitos; lugares mais flexíveis oferecem mais oportunidade de escolha do que lugares cujos desenhos possibilitam um único ou nenhum tipo de uso, devido a existência da TC, por exemplo.

Quanto à *estrutura do espaço construído*, estão inseridos os elementos da morfologia urbana que auxiliam na conexão visual e funcional entre os distintos espaços abertos, e na consequente formação de uma imagem ambiental coerente dos distintos setores urbanos. É necessário que os usuários consigam acessar e conectar os diferentes espaços urbanos numa estrutura coerente que os possibilite utilizar e formar uma imagem do sistema urbano ou de setores deste sistema. Segundo Lynch (1960), a estrutura do espaço determina a coerência das relações entre as imagens ambientais, que são ainda, afetadas pela identidade e pelo significado das diferentes áreas.

Tais estruturas urbanas podem ser determinadas pela permeabilidade do espaço ou pela sua acessibilidade funcional. Essas características físico-espaciais são as que definem onde as pessoas podem ir e onde não podem, sendo um fator crítico para a qualidade do espaço urbano. A permeabilidade de um sistema de espaços públicos depende do número de rotas alternativas oferecidas de um ponto a outro, com a permeabilidade visual sendo importante para a identificação visual de tais alternativas. A permeabilidade de um local pode ser caracterizada por três aspectos: diversidade de atividades para as quais se tem acesso, a equidade de acesso a diferentes grupos da população e o controle do sistema de acessos (LYNCH, 1960).

A estrutura depende também da legibilidade, uma das principais qualidades visuais da imagem urbana, que se refere a facilidade com que as partes podem ser reconhecidas e organizadas em um padrão coerente pelo usuário.

Logo, o espaço urbano deve possuir uma estética satisfatória, usos apropriados e uma conexão adequada com os demais espaços urbanos, para que respondam, assim, às necessidades dos seus usuários, fazendo parte de sua memória da cidade. O conhecimento adquirido sobre os processos perceptivos e cognitivos podem melhorar a qualidade dos ambientes humanos através de políticas, planejamentos e projetos, na medida em que esse informa sobre como planejar e projetar ambientes que não interfiram com os próprios funcionamentos destes processos.

No próximo capítulo, foram descritas as metodologias utilizadas na presente pesquisa para cada tipo de avaliação proposta.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, apresentam-se:

- breve caracterização da cidade de Guarulhos, escolhida por apresentar projetos de áreas verdes com o uso de técnicas compensatórias realizados pela iniciativa pública;
- apresentação das 3 (três) áreas de estudo, com os projetos de área de lazer e suas respectivas TCs implantadas;
- definição das metodologias para as avaliações da funcionalidade hidrológica, inserção urbana, custos de implantação/manutenção e apropriação pelo usuário, respectivamente.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO: GUARULHOS, SP.

Guarulhos possui mais de 1.300.000 (um milhão e trezentos mil) habitantes num território de 318km², cujas taxas de crescimento demográfico são superiores às médias da Grande São Paulo e do Estado. A cidade apresenta precipitação média anual de cerca de 1400 mm e sua evaporação potencial média situa-se ao redor de 850 mm, com uma temperatura média anual de, aproximadamente, 18° C (PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008). A cidade localiza-se na Região Metropolitana de São Paulo, conforme Figura 27.



Figura 27. Localização do município de Guarulhos, destacado em vermelho, no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo. Fonte: Elaborado por AUTORA, 2016.

Estão presentes no território de Guarulhos 5 (cinco) bacias hidrográficas: Jaguari, Cabuçu de Cima, Canal de Circunvalação, Baquirivu Guaçu; além de um conjunto de outras menores que deságuam diretamente no Rio Tietê, conforme mostra o Mapa de Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas e Inundações na Figura 28. Destas, a do Jaguari pertence à Bacia Interestadual do Rio Paraíba do Sul e as demais pertencem à Bacia do Alto-Tietê. Entre as bacias do Alto-Tietê, duas estão localizadas

totalmente no Município (Canal de Circunvalação e outras pequenas contribuintes do Rio Tietê) e as demais (Baquirivu-Guaçu e Cabuçu de Cima) tem seu território compartilhado com outros municípios.

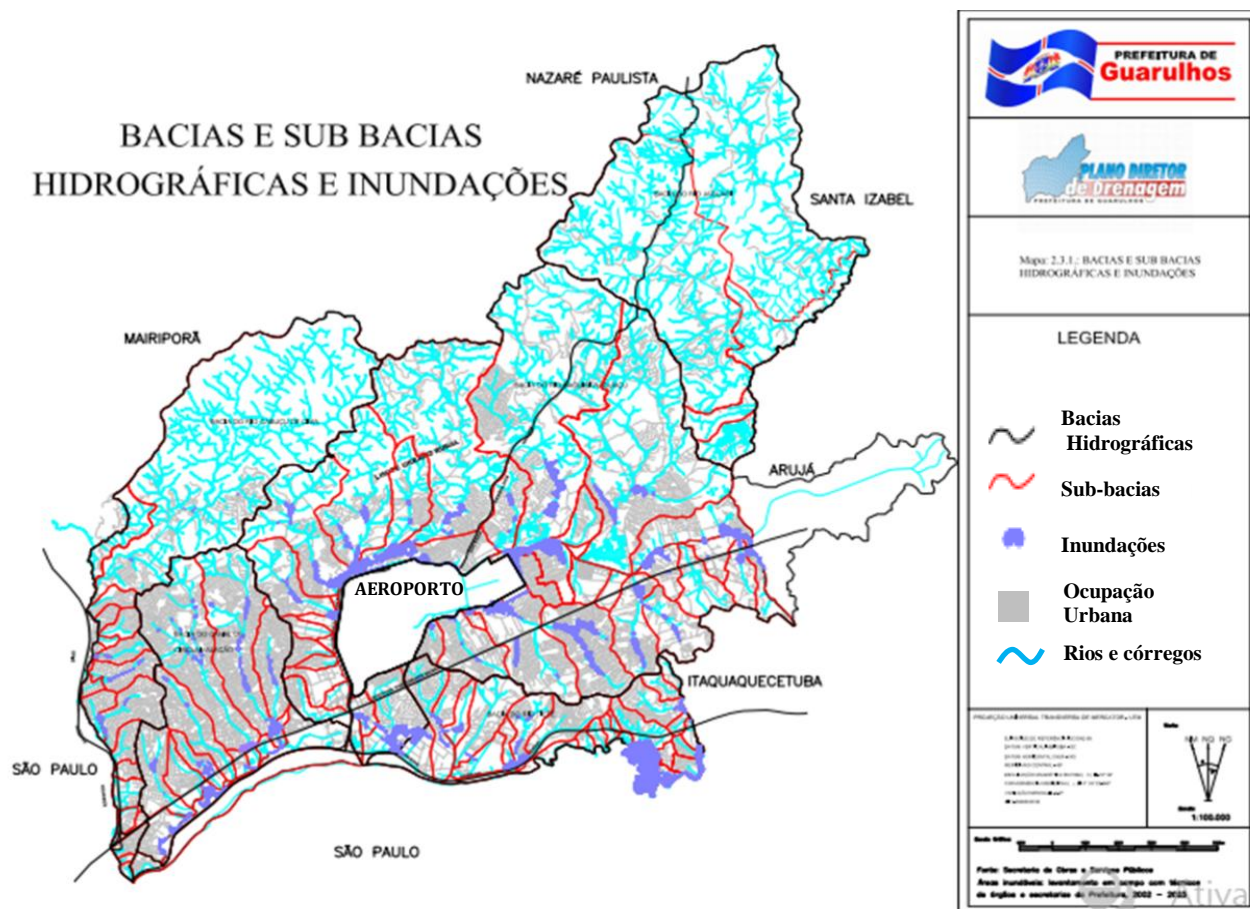


Figura 28. Mapa de Bacias, Sub-bacias Hidrográficas e Inundações em Guarulhos, SP (PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008).

O Plano Diretor de Drenagem Urbana do município de Guarulhos, realizado em 2008, orienta e dá diretrizes acerca de que “do ponto de vista da gestão aplicada às águas pluviais, todos os impactos gerados por atividades urbanas, todas as ações de integração com os demais usos das águas, assim como as iniciativas de proteção ambiental precisam ser analisadas em cada bacia hidrográfica por esta se constituir na unidade territorial básica de gestão dos recursos hídricos”. Significa, portanto, que as ações realizadas nela repercutem em todo o seu território afetando os seus cursos d’água e, assim, podem atingir outros de seus segmentos, demais municípios integrantes da mesma bacia hidrográfica e, até mesmo outras bacias, dependendo de suas características.

Sob tais diretrizes, a administração pública do município vem tomando medidas acerca do manejo das águas pluviais também nas obras de revitalização de áreas verdes urbanas.

4.2 ÁREAS DE ESTUDO

A pesquisa avalia 3 (três) intervenções realizadas em áreas verdes e de lazer na cidade de Guarulhos – SP, que receberam, juntamente com os projetos de requalificação das áreas entre os anos de 2009 a 2016, técnicas compensatórias de drenagem com a finalidade de solucionar a microdrenagem local, ou seja, não drenar água de chuva diretamente para o sistema de drenagem mas sim, absorver e reter a água pluvial ali captada para o solo, propiciando, inclusive, melhor desenvolvimento das espécies vegetais ali plantadas, dependendo menos de irrigação.

As técnicas foram implantadas em áreas verdes e áreas de lazer de maneira empírica, baseadas na experiência profissional dos técnicos envolvidos, sem dimensionamento prévio para definição da técnica a ser executada no local e sem avaliação de sua eficiência pós-implantação. Ou seja, não foram identificados levantamentos físicos como sondagem, caracterização do solo, verificação de taxa de infiltração, dentre outros.

A Figura 29 apresenta a localização das técnicas estudadas no presente trabalho, e as sub-bacias hidrográficas em que estão inseridas no município:

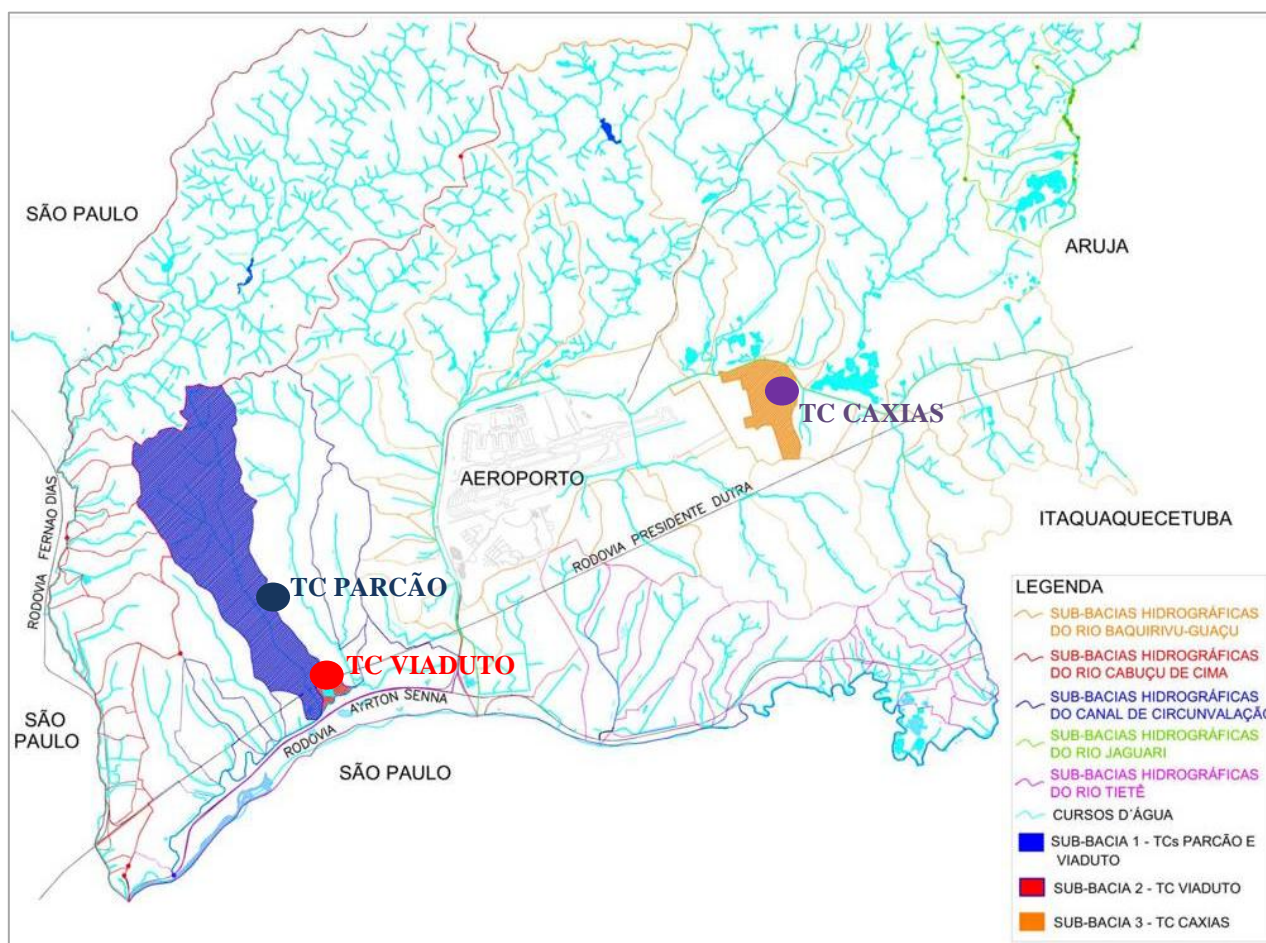


Figura 29. Mapa de localização das sub-bacias das TCs, e também das TCs em estudo em Guarulhos, SP. Fonte: AUTORA, 2016.

4.2.1 VALAS GRAMADAS E BACIAS DE RETENÇÃO : TC CAXIAS

Projeto: Área de Lazer do Campo de futebol do Caxias.

Endereço: Rua Marinópolis, Jd. Presidente Dutra, Guarulhos – SP.

Área total do projeto: 15.000m²

Descrição do projeto:

Foram escavadas valas gramadas ao longo de todo o perímetro do campo, para que toda a água de chuva escoada do campo gramado pelas aberturas existentes nas muretas do alambrado, fosse captada e conduzida por estas valas. As Figuras 30 e 31 apresentam a planta baixa simplificada do projeto da área de lazer e corte esquemático, respectivamente, indicando a localização das valas e das bacias até o exutório (galeria de drenagem existente na rua).



Figura 30. Planta baixa geral, simplificada, da área de lazer onde está implantada a TC Caxias. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS (2016).

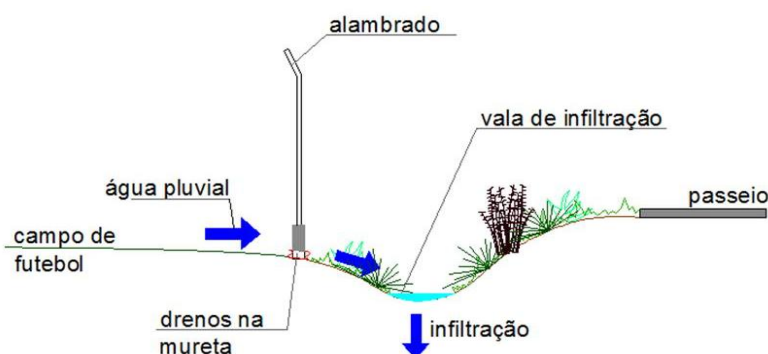


Figura 31. Corte esquemático das valas – TC Caxias. Fonte: AUTORA (2017).

Com técnicas de paisagismo, essas valas foram escavadas com retroescavadeira ao longo do perímetro do campo de futebol de forma sinuosa e, após, foram “modeladas” manualmente com instrumentos simples (enxada), deixando-as com o fundo e as laterais arredondadas, buscando um aspecto natural na paisagem - conforme apresentado nas Figuras 32 e 33.

Resultam, portanto, em valas de infiltração não lineares, desenhadas em curvas que “serpenteiam” o terreno, com diferentes larguras ao longo do canal construído, e com alargamentos de até aproximadamente 3 metros em alguns pontos, criando 3 (três) pequenas bacias de retenção de água de chuva. Estas bacias, também gramadas, são interligadas por pontos baixos em uma das laterais, o que faz com que o escoamento da água entre elas ocorra somente quando a anterior estiver cheia, e assim sucessivamente (Figura 34 e 35). No local, existe a presença de espécies de plantas palustres em alguns pontos baixos das valas e bacias, por serem plantas que vivem em solos brejosos. Ao final do sistema, no encontro das valas de ambos os lados do campo, a água não percolada extravasa para galeria de águas pluviais.



Figura 32 e 33. Fotos das valas gramadas. Úmida e seca. Fonte: AUTORA (2016).



Figura 34 e 35. Fotos das bacias de retenção, após chuva do dia anterior. Fonte: AUTORA (2017).

4.2.2 DISPOSITIVOS DE AMORTECIMENTO E INFILTRAÇÃO: TC PARCÃO

Projeto: ParCão – área de lazer para cachorros.

Endereço: Parque Municipal Bosque Maia, Av. Papa João Paulo XXIII, Pq. Renato Maia, Guarulhos – SP

Área total de projeto: 2.358m²

Descrição do projeto:

Foi implantado um sistema de drenagem misto, formado por poços abertos e valas de infiltração com o uso de materiais inertes reaproveitados: resíduos da construção civil, caixas d'água furadas e restos de tubos de PVC, como solução para as erosões que ocorriam no local devido o lançamento direto de água pela sarjeta da rua. Por tal fato, foram previstos estes dispositivos hidráulicos para captação, redução da velocidade e condução das águas pluviais – planta baixa simplificada e corte esquemático em Figuras 36 e 37, respectivamente.

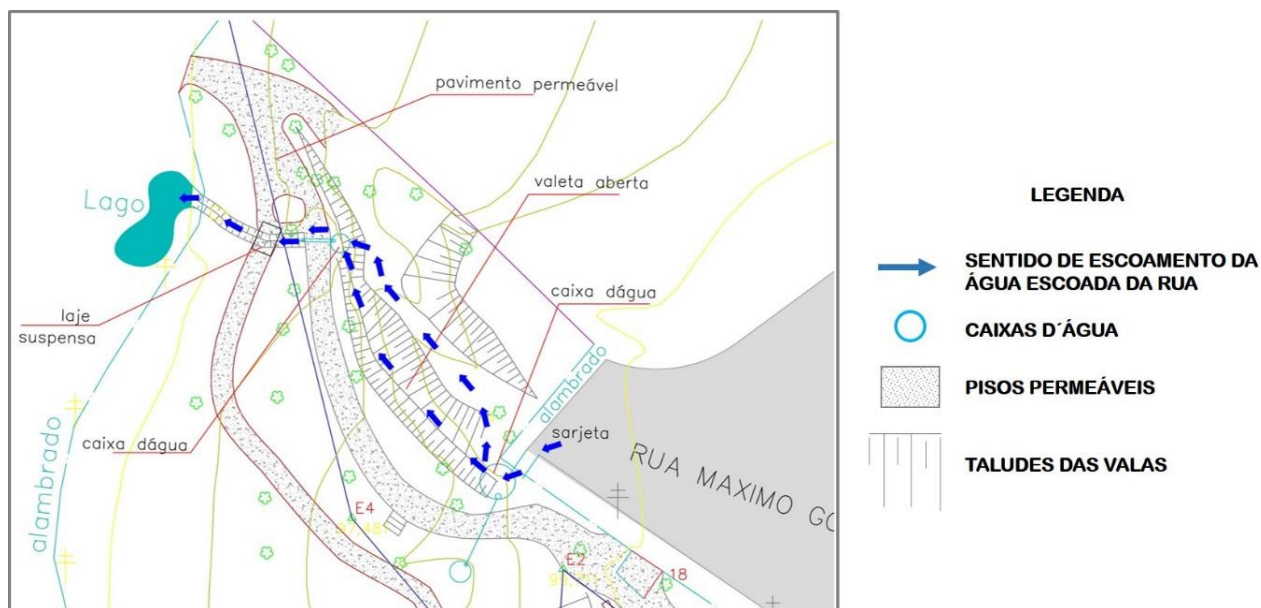


Figura 36. Planta baixa geral, simplificada, da TC ParCão. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS (2016).

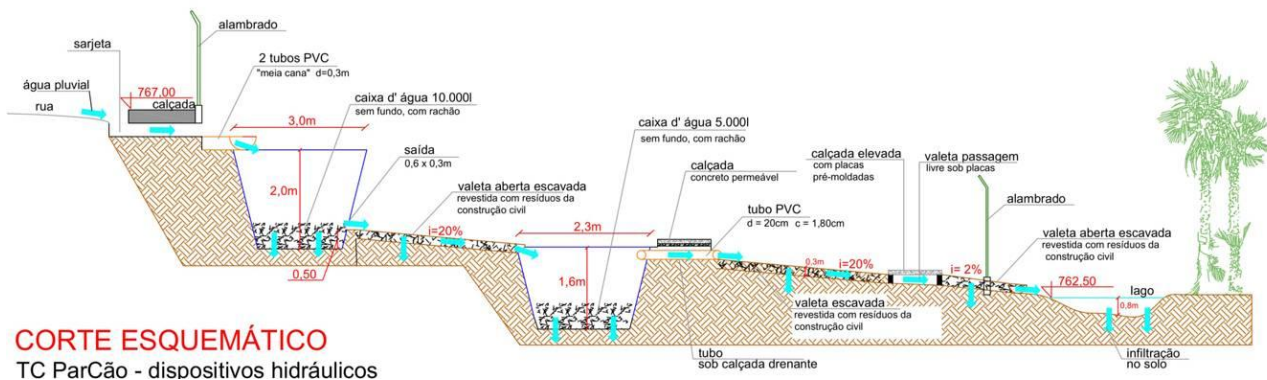


Figura 37. Corte esquemático do percurso da água de chuva – TC ParCão. Fonte: AUTORA (2017).

Conforme retratado por Figuras 38 a 41, a água ao ser lançada pela sarjeta escoar em um poço feito com uma caixa d'água de 10.000 litros com fundo perfurado preenchido com rachão, para desaceleração e infiltração. Após a “quebra” da velocidade da água, esta escoar pela lateral do fundo deste poço, onde foi escavada uma valeta com resíduos da construção civil, que conduz a água mais lentamente permitindo sua infiltração. A valeta conduz a água até outro poço – 2ª caixa d'água, esta de 5.000 litros - com fundo aberto que, quando cheio, extravasa por um tubo de saída na parte superior. Este tubo conduz a água de chuva até outra valeta aberta escavada no solo, esta atravessando trecho de calçada em laje suspensa, desaguando em um pequeno lago construído a jusante. O caminho da água de uma estrutura à outra, é feito pelas valas revestidas com enrocamento em brita do tipo rachão e também com uso de resíduos da construção civil (peças de concreto) em sua base e laterais, permitindo que os usuários presenciem o percurso da água ao longo da TC.



Figura 38 e 39. Fotos dos dispositivos (poços abertos) para desaceleração da velocidade da água e infiltração – TC ParCão. Fonte: AUTORA, 2016.



Figura 40 e 41. Fotos das valetas para condução, desaceleração e infiltração da água de chuva – TC ParCão. Fonte: AUTORA (2016).

4.2.3 ESPELHOS D'ÁGUA COM LÂMINA DE ÁGUA PERMANENTE E BACIA DE INFILTRAÇÃO: TC VIADUTO

Projeto: Paisagismo - Viaduto Cidade de Guarulhos

Endereço: Av. Antonio de Souza, Macedo – Guarulhos, SP.

Área total de projeto: 9.000m²

Descrição do projeto:

Conforme Figura 42, o projeto possui 27 espelhos d'água de lâminas permanentes, criados a partir da água proveniente de mina (por bombeamento) e também das águas pluviais captadas pelo sistema de drenagem do viaduto, através da abertura da caixa de boca de lobo a montante do sistema.

Os espelhos d'água são impermeabilizados e interligados por tubos que conduzem a água por gravidade até uma bacia de infiltração à jusante do sistema. Em caso de extravasão da bacia de infiltração, existe um exutório (tubo de 30cm de diâmetro) ligado ao sistema de drenagem de galeria de águas pluviais, representado também no corte na Figura 43.

Os espelhos d'água possuem um sistema de bombeamento de água de mina a cada 4h, o que coopera para a circulação de água nos espelhos. Todos possuem plantas aquáticas e peixes para a melhoria da qualidade da água e o combate à proliferação de vetores transmissores de doenças. A água de chuva escoada do viaduto é lançada no primeiro espelho d'água à montante, que possui maior quantidade de plantas macrófitas. Tais plantas aquáticas possuem grande quantidade de raízes capazes de absorver substâncias tóxicas e de reter partículas finas em suspensão, também auxiliando na qualidade da água que percorre pelos espelhos d'água.

As Figuras 44 a 50, apresentam fotos do projeto sob o Viaduto Cidade de Guarulhos.

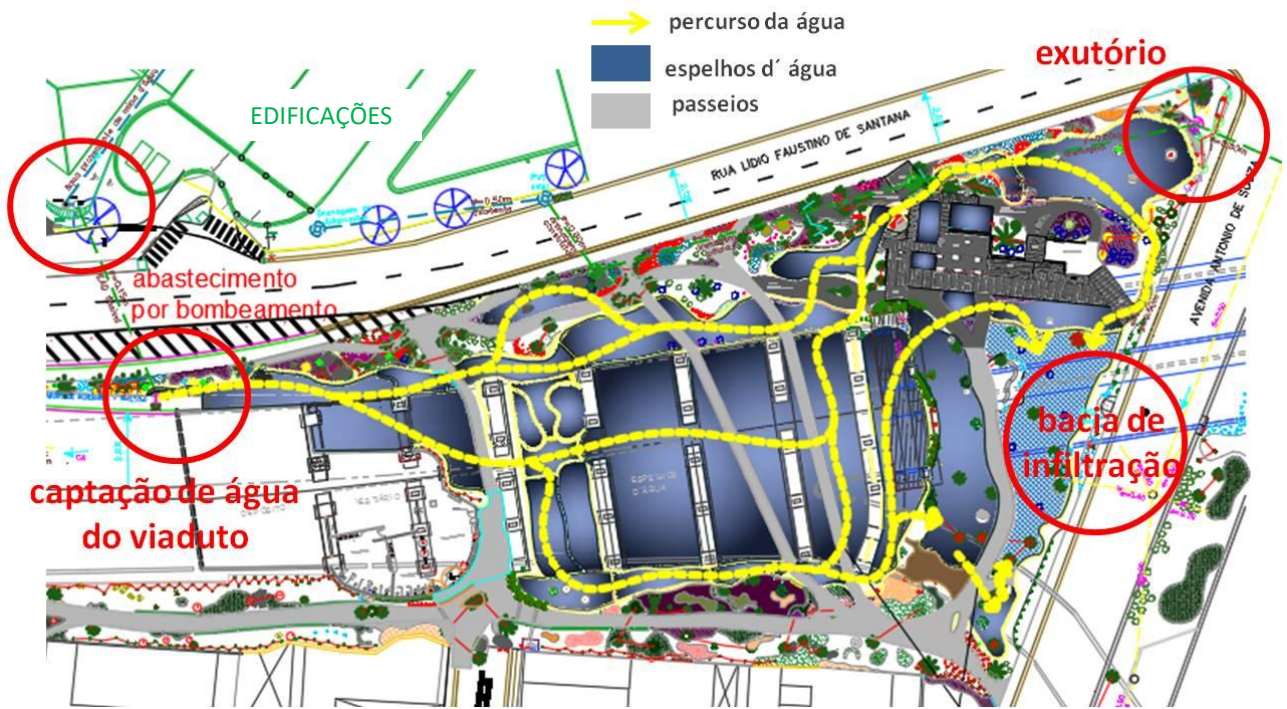


Figura 42. Planta do projeto de paisagismo com espelhos d'água sob Viaduto Cidade de Guarulhos (Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS, 2016).

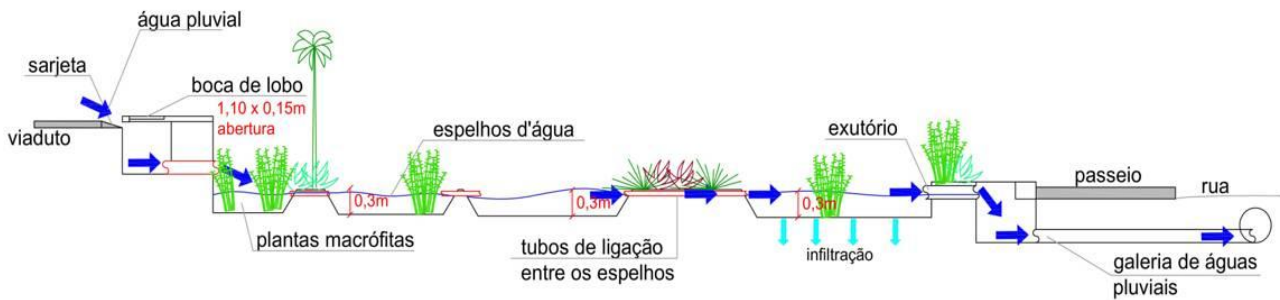


Figura 43. Corte esquemático – TC Viaduto. Fonte: AUTORA, (2017).



Figura 44 e 45. Fotos do paisagismo com espelhos d'água sob Viaduto. Fonte: AUTORA, (2013).



Figura 46, 47 e 48. Mais fotos do paisagismo com espelhos d'água sob Viaduto. Fonte: AUTORA (2013).



Figura 49 e 50. Fotos, respectivamente, da entrada de água de chuva escoada da rua, e dos espelhos d'água sob Viaduto. Fonte: AUTORA (2013).

4.3 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE HIDROLÓGICA

Para análise da **função hidrológica** das TCs existentes nas áreas de estudo selecionadas - bacias de retenção, valas gramadas e os dispositivos de amortecimento de velocidade e de infiltração - foram realizadas as etapas a seguir:

- Levantamento de mapas de bacias e microbacias disponíveis no Plano Diretor de Drenagem da Prefeitura (GUARULHOS, 2008) e Secretaria de Meio Ambiente;

- Levantamento de dados hidrológicos da TC e do local em que está inserida;
- Verificação qualitativa do funcionamento da infiltração, amortecimento e armazenamento antes e após eventos de chuvas, com levantamento fotográfico;
- Delimitação das áreas de contribuição das TCs, através dos mapas levantados;
- Levantamento das dimensões das TCs no local como área, extensão, largura, profundidade, tipos de materiais utilizados, cotas e vazões de entrada e saída, dimensões de tubos de entrada, passagem e saída, determinação dos tipos e dimensões de exutórios, cotas de extravasamento, entre outros, para a realização dos cálculos previstos;
- Análise da eficiência e controle hidrológico por meio da aplicação de modelo de simulação da propagação em reservatórios (método PULS): diagnóstico do comportamento das estruturas das TCs;
- Discussão dos resultados e conclusões obtidas, destacando sejam os benefícios alcançados pelas TCs nas áreas em que foram implantadas, sejam os problemas encontrados de ineficiência hidrológica;
- A partir da discussão realizada, propor procedimentos recomendáveis quanto ao aprimoramento na implantação das TCs em áreas urbanas e/ou contribuir na apropriação e propagação do uso de técnicas da drenagem sustentável nas cidades, como soluções alternativas e viáveis.

Inicialmente, foram obtidos os projetos e levantamentos planialtimétricos das áreas de lazer em estudo na Secretaria de Meio Ambiente, bem como foram levantados detalhes construtivos como especificação dos materiais, dimensões precisas das estruturas em vistorias realizadas nos respectivos locais.

A partir de tais coletas, foram elaborados mapas, plantas descritivas e temáticas, e organização das informações necessárias para o início do diagnóstico das estruturas de drenagem.

Para todas as estruturas de drenagem em estudo, foram delimitadas, analisadas e dimensionadas as bacias de contribuição, em foto aérea e em mapa cadastral do município, com dados obtidos no Plano Diretor de Drenagem de Guarulhos. Após, por meio das plantas de projeto e levantamentos topográficos da Prefeitura, foram feitas, para este trabalho, as plantas técnicas para descrever, cadastrar e ilustrar as implantações das TCs.

A partir dos dados físicos (formas, dimensões, características, materiais) e hidrológicos levantados por tais plantas e literatura específica, cada TC foi avaliada quanto à função que está exercendo na drenagem local, através dos métodos abaixo:

- Método das chuvas e método racional
- Método PULS

O método racional presente no método das chuvas consiste nos cálculos da área de contribuição, tempo de concentração da bacia, coeficiente de escoamento superficial da bacia, intensidade de chuva, vazão de pico e montagem do hidrograma afluente.

As áreas de contribuição de cada TC foram definidas através das plantas planialtimétricas disponíveis. Para definição do coeficiente de escoamento superficial das bacias, foram utilizados os coeficientes definidos por Villela e Mattos (1980), conforme tabela da Figura 15 - já apresentada anteriormente - para as TCs que apresentaram bacias com apenas um tipo de superfície e ocupação; ou foi utilizado o cálculo do coeficiente de escoamento superficial ponderado, proposto em metodologia apresentada por Garotti e Barbassa (2010), para as TCs que apresentaram bacias com mais de um tipo de superfície, e ocupações distintas, como foi o caso da TC ParCão. A metodologia proposta por Garotti e Barbassa (2010) revelou-se coerente para este trabalho, por ter sido realizada com dados da cidade de Ribeirão Preto – SP, cidade esta que possui características de urbanização semelhantes à Guarulhos –SP. Desta maneira, para o cálculo do coeficiente superficial ponderado da área da bacia da TC ParCão, foram usados os coeficientes estabelecidos na tabela da Figura 16 , de acordo com os tamanhos de lotes existentes na bacia da TC ParCão, utilizados na fórmula de média ponderada, conforme Equação 2:

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

C = Coeficiente de escoamento superficial;

A = Área.

Para definição do tempo de concentração da bacia, foi aplicada a fórmula de Kirpich (1940), conforme Equação 3:

$$T_c = 0,0663L^{0,77}S^{-0,385} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

T_c =Tempo de concentração (min);

L = comprimento do percurso do escoamento no talvegue (m);

S = razão entre o desnível máximo e o comprimento da bacia (m/m).

Para determinação da intensidade da chuva, foi utilizada a equação de chuva da Região Metropolitana de São Paulo de Paulo S. Wilken (FESTI, 2007), devido à proximidade entre a região e a cidade de Guarulhos, conforme Equação 4:

$$i_{\max} = \frac{1747 * T_R^{0.181}}{(t + 15)^{0.89}} \quad (\text{mm/hora}) \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

I_{max} = Intensidade da chuva (mm/h);

Tr = tempo de retorno (anos);

t = duração da chuva (minutos).

A partir destes cálculos do método racional, foram obtidas as vazões de pico de cada área de projeto e elaborado então, o hidrograma afluente de cada TC, demonstrando a relação entre vazão de entrada (em m³/s) em função do tempo (em minutos).

Após, foi empregado o Método PULS que, conforme Baptista et al. (2011), é um modelo conceitual que permite prever o comportamento da estrutura de armazenamento, podendo ser utilizados tanto na fase de concepção quanto em uma fase de diagnóstico. O método baseia-se em 3 (três) equações que consistem no princípio de conservação de massa – Equação da Continuidade (5) – função ideal de armazenamento (6) e Equação do controle hidráulico (7), destacadas a seguir:

$$ds/dt = I - Q$$

(5)

$$S = f(Q)$$

(6)

$$Q = f(H)$$

(7)

Onde:

I = vazão na entrada;

Q = vazão na saída;

S = volume armazenado no corpo da estrutura

dt = variação de tempo.

Para aplicação do método PULS, foram especificados previamente os dados físicos e hidrológicos de cada estrutura de drenagem que compõe a TC estudada, a fim de se construir a tabela de relação $Na - Volume$ (Nível de água e volume) armazenado com a vazão de saída (Q_s), e relação $2V/Dt + Q_s$. Por meio dos dados tabulados, foram obtidos os gráficos da relação obtida entre $2V/Dt + Q_s$ x

Vazão de saída total de cada etapa de funcionamento das estruturas (armazenamento, infiltração, extravazamento). E, por meio destes gráficos, foram obtidas as equações de funcionamento necessárias, a serem avaliadas pelo método de PULS.

Obtidas as equações de funcionamento de cada estrutura, foram construídas novas tabelas com os dados de todas as estruturas da respectiva TC reunidas, sequencialmente, para então se obter um diagnóstico do funcionamento hidrológico geral da técnica implantada, ou seja, a verificação da vazão de entrada e da vazão de saída das estruturas, em função do tempo. A partir destes dados tabulados, foram gerados novos gráficos inseridos sobre as informações do hidrograma afluente, a fim de se obter um único gráfico ilustrando o hidrograma de entrada e o hidrograma de saída das estruturas juntas, ao longo do tempo – relação geral da Vazão (m³/s) x Tempo (min) - sendo possível assim, a verificação da funcionalidade hidrológica da TC.

A seguir, no capítulo de Resultados alcançados, foram apresentados os mapas, plantas cadastrais, tabelas e gráficos resultantes destes processos de análise hidrológica, de cada área em estudo.

4.4 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA INSERÇÃO URBANA

Para avaliação da **inserção urbana** das TCs, foram levantados os respectivos projetos (implantação geral), dados urbanísticos do entorno, mapas de uso do solo do Plano Diretor da cidade e realizadas vistorias em dias distintos da semana: realização de levantamento fotográfico, observação do espaço, do entorno e uso da área pela população. Para orientar e organizar os dados observados durante as visitas aos locais de estudo, foi elaborado um Roteiro de Observação para Vistorias (em Apêndice I), preenchido pelo pesquisador a cada dia de vistoria.

Tal roteiro foi elaborado, em formato de tabela, a ser preenchida com dados obtidos a partir da observação no local do projeto, sendo eles:

- Identificação da área de lazer
- Número de usuários no dia da visita
- Dia e hora da visita
- Distância do ponto de ônibus mais próximo
- Caracterização da acessibilidade no local
- Caracterização do uso e ocupação do solo no entorno do projeto
- Verificação e caracterização dos equipamentos existentes – pista de caminhada, quadras, campo de futebol, etc.

- Verificação e caracterização das instalações existentes – banheiros, administração, guaritas, etc.
- Verificação e caracterização dos mobiliários existentes - mesas, bancos, postes de iluminação, etc.
- Verificação e caracterização dos recursos naturais existentes no projeto – vegetação e jardins, água, fauna, etc.

Além da análise de presença e caracterização de elementos físicos do projeto, foram também elencados no roteiro aspectos de projeto a serem observados no local, a partir de critérios de qualidade para projeto de espaço público, segundo Gehl (2015), e também embasados nos aspectos relevantes para projetos de TCs, segundo Batista et al (2011). Para análise, portanto, da inserção urbana dos projetos de TCs em espaços públicos, foram integrados conceitos semelhantes de ambas as literaturas, definidos em 5 (cinco) critérios conforme descrição abaixo e apresentação do Quadro 01.

- Escala do usuário: projeto com dimensões compatíveis com a escala do pedestre, proporcionando sensações de bem-estar, de comunicação com o usuário e agradabilidade no espaço público.
- Segurança dos usuários (física e sensorial): verificação de barreiras físicas ou sensoriais que podem causar insegurança ao usuário como risco de acidentes, criação de pontos de esconderijo, e danos que a TC possa ocasionar à infraestrutura do espaço público, lesionando também o usuário.
- Experiências sensoriais desagradáveis (proliferação de vetores): presença de água parada, descarte de resíduos, baixa manutenção da roçagem e limpeza do local.
- Oportunidades / Atratividades (qualidade do desenho urbanístico): convites para outros usos no local (multifuncionalidade), presença de elementos visuais enriquecedores e atrativos no projeto (árvores, plantas, diferentes materiais, etc.), ausência de barreiras visuais (excesso de elementos construtivos) promovendo maior compreensão (percepção) do espaço construído.
- Boa experiência sensorial: paisagens atraentes que estimulam a curiosidade no local, presença de elementos sensoriais atrativos como texturas, materiais, ruídos, etc, pontos interessantes de visualização da área e que promovam conforto ao usuário, condições de microclima agradáveis.

Quadro 01. Lista de aspectos de projeto a serem avaliados.

CRITÉRIOS			ASPECTOS DE PROJETO A SEREM OBSERVADOS NO LOCAL
Baptista et al (2011)		Gehl (2015)	
INFRAESTRUTURA EXISTENTE	ASPECTOS FÍSICOS DA TC	ESCALA DO USUÁRIO	Dimensões da TC compatível com escala do pedestre
		SEGURANÇA DOS USUÁRIOS (FÍSICA E SENSORIAL)	Ausência de riscos de acidentes aos usuários, causados pela TC
			Ausência de criação de “esconderijos” pela TC
			Ausência de prejuízos à estrutura do espaço público, advindos da TC
MEIO AMBIENTE	ASPECTOS SANITÁRIOS	EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS DESAGRADÁVEIS (PROLIFERAÇÃO DE VETORES)	Presença de água parada
			Presença de resíduos descartados irregularmente
			Boa manutenção na roçagem, jardinagem e estruturas da TC
FUNCIONAMENTO DA CIDADE	ASPECTOS URBANÍSTICOS	OPORTUNIDADES / ATRATIVIDADES (QUALIDADE DO DESENHO)	Convites para outros usos (sentar, caminhar, conversar, observar)
			Presença de elementos visuais atrativos como árvores, plantas, paisagens, diferentes materiais.
			Ausência de barreiras visuais (excesso de elementos construtivos, edificações)
COMPORTEAMENTO HUMANO	ASPECTOS SOCIAIS	BOA EXPERIÊNCIA SENSORIAL	Paisagens atraentes que estimulam a curiosidade
			Presença de elementos sensoriais atrativos como texturas de materiais, ruídos da presença da água)
			Pontos interessantes de visualização da área, áreas confortáveis.
			Condições de microclima confortáveis (sol,sombra,umidade,frescor)

Fonte: Elaborado por AUTORA (2018).

Todos os dados que envolvem a caracterização de um elemento construtivo ou um aspecto de projeto possuem alternativas já pré-estabelecidas dentro de uma escala definida no roteiro como Bom, Satisfatório ou Insatisfatório, bem como possuem também campo em aberto para comentários e observações importantes verificadas pelo pesquisador no momento da visita.

A partir destas definições para avaliação da inserção urbana, os espaços públicos analisados no presente trabalho foram estruturados em um conjunto de informações de ordem qualitativa, de modo que os resultados decorrentes desse procedimento forneceram subsídios necessários à identificação do potencial e das vulnerabilidades acerca da integração de cada TC na área onde foi implantada.

4.5 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO

A metodologia para análise dos **custos de implantação e de manutenção** realizados pela administração pública de Guarulhos nas 3 (três) TCs aqui estudadas, foi baseada em:

- Levantamento dos custos de implantação das TCs com o uso de tabelas oficiais de serviços e mão-de-obra (SINAPI, EDIF-SIURB, etc..).
- Levantamento da frequência e do estado de manutenção das TCs, através de visitas aos locais de estudo com o preenchimento do Roteiro de Observação para Vistorias (em Apêndice I) e levantamento de dados de serviços junto à Secretaria de Meio Ambiente, responsável pela manutenção local.
- Levantamento dos custos de manutenção das TCs, conforme frequência que vem sendo realizada pela Prefeitura de Guarulhos, com uso das tabelas oficiais de custos unitários de serviços.
- Comparação entre os custos levantados de implantação e manutenção das TCs em estudo, com os custos pré-existentes (e reajustados) na literatura, para validação dos mesmos.
- Levantamento de projetos existentes de drenagem convencional para as áreas de estudo ou, em caso de não existirem, levantamento de projetos pré-existentes na literatura adequados conforme necessidades das áreas de estudo, bem como levantamento de custos de implantação de tais obras com o uso de tabelas oficiais.
- Levantamento de custos de manutenção da drenagem convencional em cada área de estudo, conforme frequência definida pela literatura existente, com o uso de tabelas oficiais.
- Comparação dos custos de implantação e manutenção das TCs com custos levantados de implantação e manutenção de métodos convencionais de drenagem.
- Discussão dos resultados e conclusões acerca da viabilidade econômica de implantação de TCs em áreas públicas, em relação à drenagem convencional.

Foram obtidas por meio das plantas dos projetos, fornecidas pela Prefeitura, e também por meio de levantamento junto aos técnicos e funcionários participantes da execução, bem como visitas aos locais de estudo, as dimensões, os métodos construtivos, os equipamentos utilizados, e os tipos de materiais aplicados nas obras de implantação das técnicas compensatórias de drenagem. A partir destes dados reais das obras, foram elaboradas as planilhas orçamentárias de custos de implantação de cada técnica, baseadas nos custos de serviços disponíveis em planilhas oficiais publicadas regularmente e utilizadas na elaboração de orçamentos de obras públicas como a SINAPI (Caixa

Econômica Federal) e a Tabela de Custos Unitários de Edificações e Infraestrutura da SMSO (Secretaria Municipal de Serviços e Obras da Prefeitura de São Paulo). Tais serviços levantados em planilhas oficiais incluem os custos tanto de mão de obra quanto de materiais atualizados, conforme data-base de publicação das tabelas.

Também foram elaboradas planilhas orçamentárias de manutenção das técnicas compensatórias, a partir das informações obtidas sobre os tipos de serviços de limpeza e conservação realizados pela Divisão Administrativa de Manutenção de Áreas Verdes da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Guarulhos. Através das informações sobre a descrição dos serviços e a frequência com que são realizados, foram levantados os custos destes com o uso das tabelas oficiais.

Após o levantamento de custos de implantação e manutenção das TCs das áreas de estudo, estes foram comparados com os custos de implantação e manutenção pré-existent de Moura (2004), para análise e validação dos custos obtidos.

Para a realização de uma análise acerca da viabilidade econômica da TC em relação à drenagem convencional, foram levantados os custos de implantação e manutenção de dispositivos da drenagem convencional que poderiam ser instalados ao invés das técnicas compensatórias. Para tal levantamento, foram utilizados dados bibliográficos de publicações existentes de custos, projeto de drenagem convencional que não foi implantado devido à substituição por técnica compensatória e também realizada estimativa dos custos embasada em dados técnicos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

Todas as planilhas elaboradas foram baseadas nas tabelas SINAPI e a Tabela de Custos da SMSO da Prefeitura de São Paulo que possuem data-base, respectivamente, de Janeiro de 2018 e julho de 2017, sendo estes os custos mais atualizados disponíveis on-line.

4.6 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA APROPRIAÇÃO PELO USUÁRIO

Já para realização de avaliação da **percepção e da apropriação pelos usuários** em cada técnica compensatória selecionada, foram realizadas entrevistas com 4 (quatro) perfis de usuários aqui relacionados nos grupos de 1 a 4:

1. Usuários em geral das áreas verdes com TCs implantadas.
2. Funcionários de equipamento público próximo às TCs.
3. Educadores ambientais da rede pública.
4. Funcionários públicos que implantaram e/ou realizam manutenção destas áreas verdes com TCs.

Tais perfis foram selecionados visando uma maior abrangência nos tipos de percepção de acordo com cada perfil de usuário, apresentando assim possíveis resultados mais característicos influenciados pela atribuição do usuário em relação à área, pelos seus conhecimentos profissionais específicos, pelo seu vínculo afetivo, pelas informações técnicas que possui sobre as TCs, dentre outras. Trata-se assim de uma amostragem acidental para o grupo 1 – os entrevistados são acidentalmente escolhidos na pesquisa - e intencional, no caso dos demais grupos (2 a 4), em que os usuários foram pré-determinados mediante critérios estabelecidos intencionalmente, por se tratarem de grupos específicos dos quais se deseja saber a opinião.

Foram escolhidos também os equipamentos públicos localizados bem próximos às áreas verdes com TCs implantadas, a fim de se verificar a percepção de funcionários que transitam na área regularmente e que possuem maior probabilidade de conhecer o real estado de funcionamento e de conservação da TC. São eles:

1. UBS Marinópolis – Unidade Básica de Saúde situada em frente ao Campo de Futebol da área de lazer do Campo do Caxias.
2. CEA Bosque Maia – Centro de Educação Ambiental localizado juntamente dentro do Bosque Maia, onde está implantado o ParCão – área de lazer para cachorros.
3. Centro Cultural e Educacional Adamastor localizado em frente ao Projeto Paisagístico do Viaduto Cidade de Guarulhos.

A coleta de dados foi realizada de forma direta por meio de formulários que foram preenchidos pelo pesquisador durante as entrevistas com os usuários frequentadores das áreas verdes com TCs implantadas, com os funcionários nos equipamentos públicos próximos, e com funcionários da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Guarulhos que trabalham na realização de implantação e manutenção das áreas verdes, objetos de estudo desta pesquisa.

Para as entrevistas foi elaborado um formulário de pesquisa (vide Apêndice II) composto por 3 (três) questões iniciais sobre qual o tipo de usuário em que o entrevistado se encaixa, o que faz no local e com que frequência. Nesta etapa, o pesquisador dará as opções expostas no formulário ao entrevistado, que escolherá a que mais lhe couber. Caso o entrevistado preferir dar outra resposta às que foram descritas, o pesquisador poderá escrever na linha em branco deixada abaixo de cada item, no campo “Outro”.

Após a identificação da figura da TC e a leitura da breve descrição acerca do que é e para que serve a TC, o entrevistado responde ao pesquisador, com Sim ou Não, se já havia identificado a presença da TC na área, e também se já havia percebido a sua funcionalidade no projeto (questões 1 e 2).

O pesquisador então anuncia que a partir deste momento serão ditas afirmações que o entrevistado escolherá, dentro de uma escala de intensidade de opinião, o quanto ele Concorda ou Discorda (Total ou Parcialmente), de 10 (dez) afirmações apresentadas sobre temas relevantes acerca da implantação de TCs, embasados na funcionalidade hidrológica, estrutura do espaço construído, uso e estética:

- Importância da implantação de técnicas para a drenagem urbana (questão 3)
- Riscos sanitários e ambientais das técnicas - saúde e poluição (questão 4 e 5)
- Manutenção e Conservação das técnicas (questão 6)
- Insegurança das áreas com técnicas implantadas (questão 7)
- Valorização paisagística das técnicas (questão 8)
- Implantação das técnicas em áreas públicas urbanas (questão 9)
- Multifuncionalidade das técnicas (questão 10)
- Desvalorização imobiliária do entorno onde existem técnicas implantadas (questão 11)
- Educação Ambiental – o uso das técnicas como um bom exemplo de prática de sustentabilidade nos projetos para a cidade (questão 12).

Foi elaborado apenas um tipo de formulário para as 3 (três) TCs a serem analisadas, em distintas áreas, por se tratar do mesmo tipo de avaliação para todas. Por conta disto, o pesquisador deverá assinalar a opção da figura que representa o local onde o usuário está sendo abordado, e este deverá olhar a figura apresentada da área e ler as informações descritas no formulário acerca da TC, ao lado da figura assinalada (ou ouvir o pesquisador ler as informações, conforme preferência do entrevistado).

As respostas das 10 (dez) afirmações foram estabelecidas dentro de uma escala de opinião do tipo Concordo Totalmente/ Concordo Parcialmente/ Discordo Parcialmente/ Discordo Totalmente, sem um ponto neutro na escala, com o intuito de fazer o entrevistado realmente se posicionar de maneira positiva ou negativa, evitando, assim, respostas indiferentes.

Vale destacar que as afirmações foram elaboradas tanto com sentido positivo quanto negativo em relação à percepção do usuário sobre os temas importantes para a pesquisa, de maneira a evitar que o entrevistado respondesse o questionário de forma automática, ou seja, sem refletir sobre o conteúdo de cada afirmação.

A amostragem para aplicação dos formulários se caracteriza como Não Probabilística, ou seja, há uma escolha deliberada da amostra, não sendo possível a generalização dos resultados da pesquisa para a população em geral. Foi realizada uma abordagem qualitativa que, segundo Liebscher (1998), é viável quando o fenômeno em estudo é complexo, de natureza social e de difícil

quantificação. De acordo com o autor, para usar adequadamente a abordagem qualitativa, o pesquisador precisa aprender a observar, analisar e registrar as interações entre as pessoas e entre as pessoas e o sistema. Assim, o interesse, neste trabalho, não esteve focalizado em quantificar uma ocorrência ou quantas vezes uma variável aparece, mas sim na qualidade em que elas se apresentam, e como estão sendo percebidas pelos usuários.

Assim, foram realizados 36 (trinta e seis) entrevistas, sendo 12 (doze) formulários aplicados por área e 3 (três) formulários aplicados a cada tipo de perfil, por área de TC implantada.

5. RESULTADOS ALCANÇADOS

No capítulo a seguir, foram expostos os principais dados levantados dentre mapas, gráficos e tabelas elaborados, bem como as análises resultantes de cada avaliação proposta por este trabalho, na sequência:

- Resultados da funcionalidade hidrológica (TC ParCão – TC Viaduto – TC Caxias)
- Resultados da inserção urbana
- Resultados dos custos de implantação e manutenção
- Resultados da apropriação pelo usuário

5.1 RESULTADOS: FUNCIONALIDADE HIDROLÓGICA

Conforme metodologia descrita, foram apresentados a seguir, todos os mapas elaborados a partir de dados cadastrais da Prefeitura, plantas de projeto adaptadas, tabelas e gráficos resultantes dos processos de avaliação do desempenho hidrológico de cada área de estudo, propostos por este trabalho.

5.1.1 TC PARCÃO

A técnica compensatória implantada na área de lazer para cachorros chamada ParCão, localizada dentro do principal parque urbano da cidade na região central em Guarulhos, encontra-se em área de aclave, dentro da sub-bacia do Canal de Circunvalação do Rio Tietê - CT. 06-D, conforme dados do Plano Diretor de Drenagem (GUARULHOS, 2008) da cidade. As Figuras 51 e 52, apresentam as características principais desta sub-bacia e da sua ocupação e adensamento urbano no entorno.

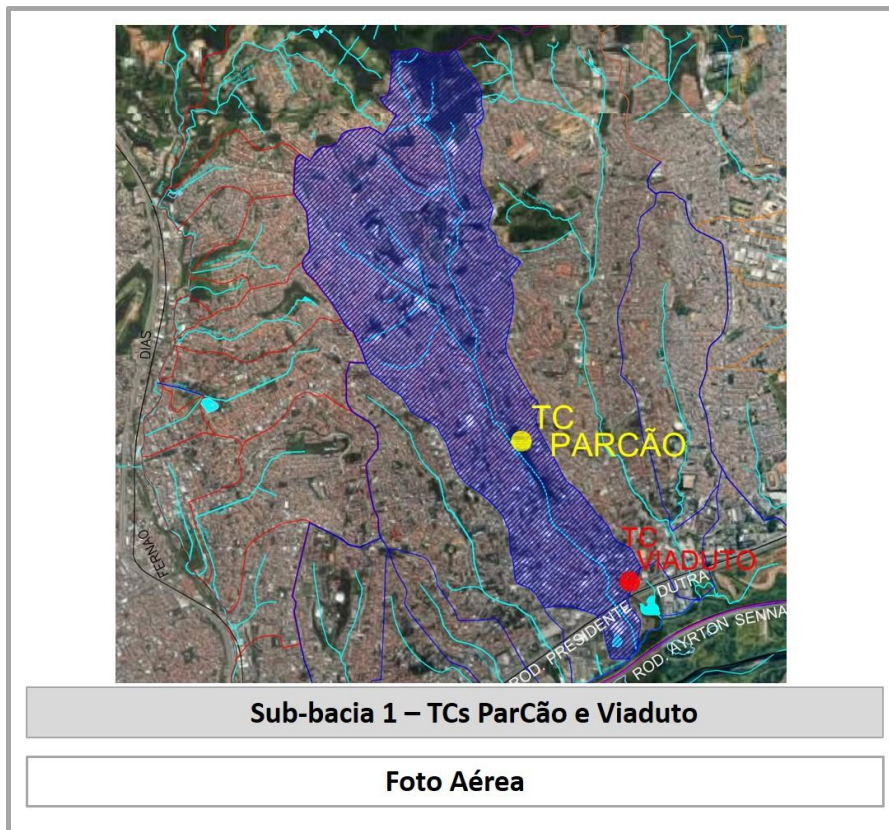


Figura 51. Foto aérea e delimitação da sub-bacia CT 06-D, onde está localizada a TC ParCão e parte da TC Viaduto. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008.

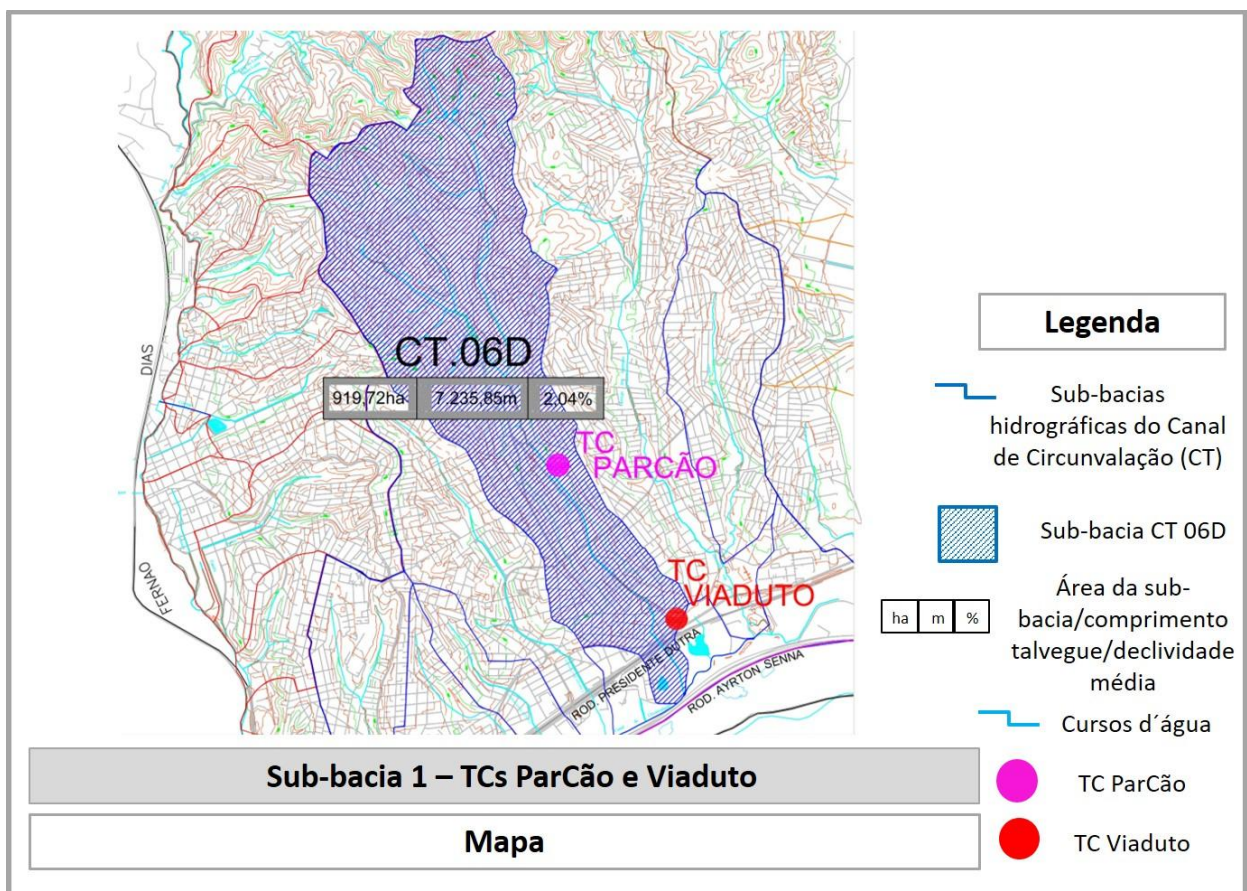


Figura 52. Mapa cadastral com delimitação e dados físicos da sub-bacia CT 06-D, onde está localizada a TC ParCão e parte da TC Viaduto. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008.

Com a implantação geral do projeto e o levantamento planialtimétrico do local fornecidos pela Prefeitura, foi delimitada a bacia de contribuição dos dispositivos de amortecimento da velocidade e condução da água de chuva construídas no local com materiais reaproveitados, de baixo custo, para controlar o risco de erosões na área de lazer, conforme demonstra a Figura 53 e 54.

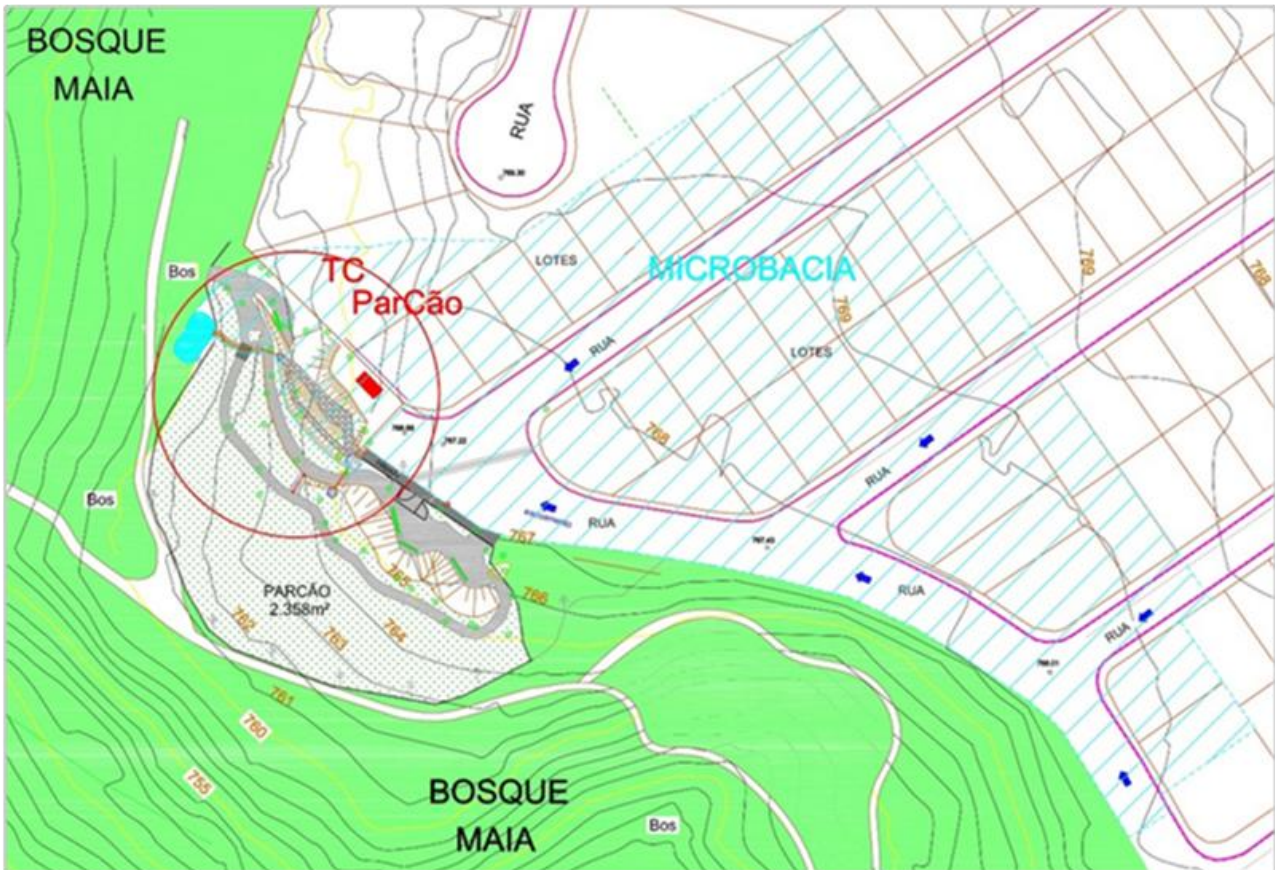


Figura 53. Delimitação da microbacia de contribuição da TC ParCão. Fonte: AUTORA (2018).

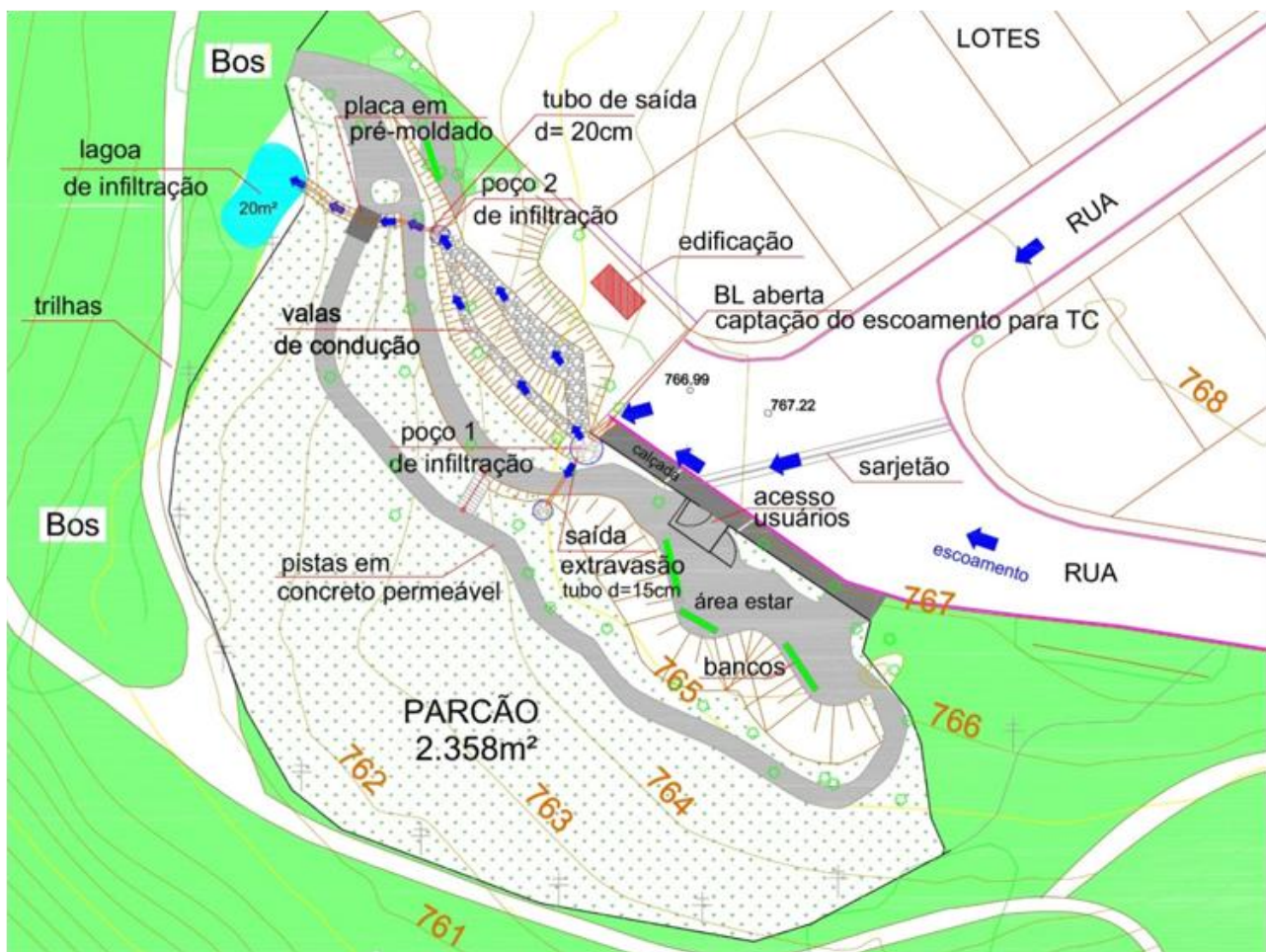
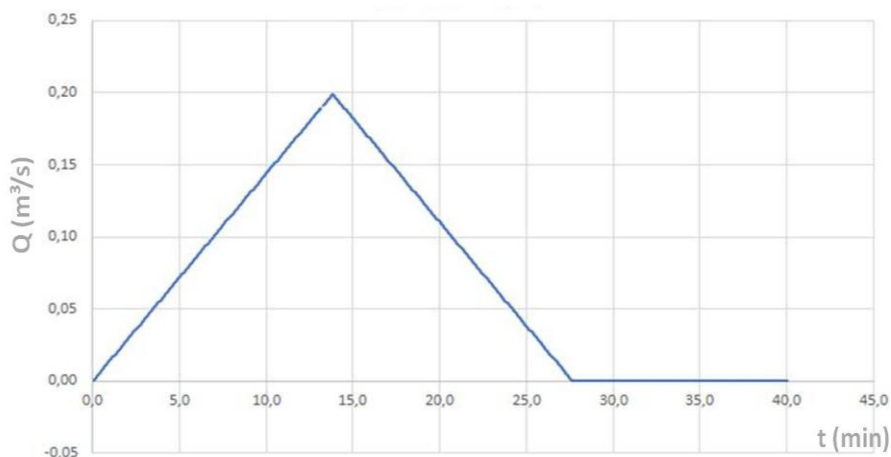


Figura 54. Implantação geral da TC ParCão, sobre levantamento planialtimétrico, com indicações dos elementos em projeto. Fonte: AUTORA (2018).

Com a área de contribuição obtida de 8.401m², e dados de comprimento e declividade, foi calculado o tempo de concentração da bacia pela fórmula de Kirpich (1940) orientada, conforme Silveira (2005) para bacias em áreas urbanas. A superfície de escoamento desta bacia, conforme pode ser observado em Figura 54, consiste em diversas superfícies: ruas pavimentadas com asfalto, lotes urbanizados e residenciais - classificados em 3 tipos, por sua área total - áreas permeáveis e áreas revestidas com pedregulhos do parque; sendo calculado, portanto, o coeficiente de escoamento superficial ponderado, conforme valores de Garotti e Barbassa (2010), apresentados em Figura 16. Para a elaboração do hidrograma afluente da técnica (Gráfico 1) foi feito o cálculo da intensidade do período da chuva para um tempo de retorno de 5 anos, e a partir deste dado, encontrada a vazão de pico (m³/s) para o tempo de concentração obtido.

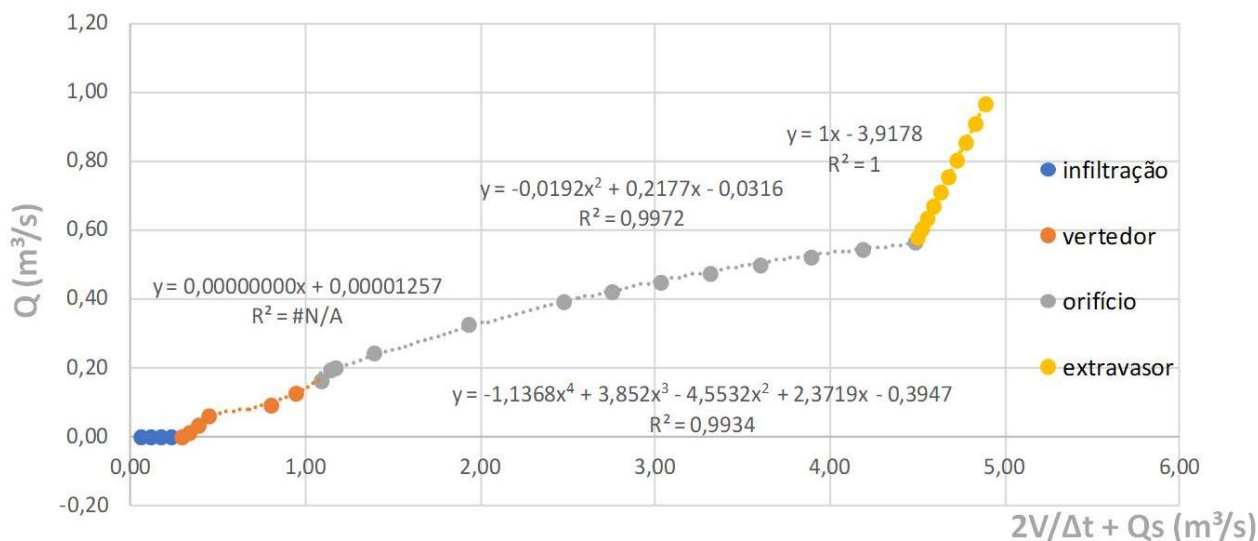
GRÁFICO 1 – Hidrograma TC ParCão – Relação entre vazão de entrada (m³/s) x tempo (min)



Fonte: AUTORA (2018)

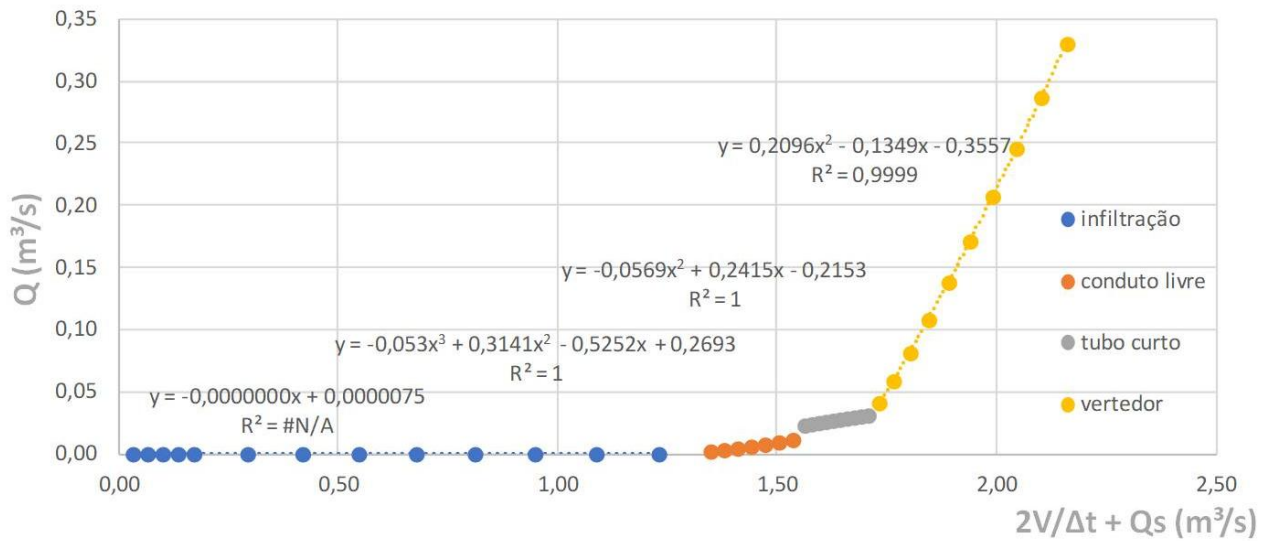
Para as 3 (três) estruturas de drenagem existentes na área de estudo – reservatório 1 (caixa d’água 1), reservatório 2 (caixa d’água 2) e reservatório 3 (lagoa de infiltração) - foram obtidos os gráficos de $2V/Dt + Qs$ x Vazão de saída total (Qs) para determinação das equações de funcionamento. Os gráficos obtidos de cada estrutura da TC representam o funcionamento desta ao longo do tempo: etapas de infiltração, funcionamento de vertedor, funcionamento de orifício e extravasão das estruturas, conforme Gráficos 2, 3 e 4.

GRÁFICO 2 – Relação entre Qs saída e Volume armazenado do Reservatório 1 – TC ParCão



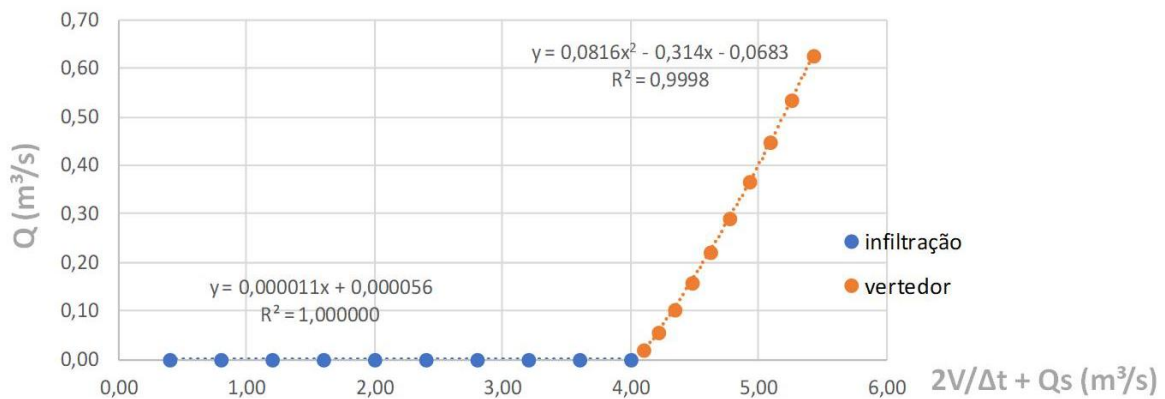
Fonte: AUTORA (2018)

GRÁFICO 3 – Relação entre Qsaída e Volume armazenado do Reservatório 2
 – TC ParCão



Fonte: AUTORA (2018)

GRÁFICO 4 – Relação entre Qsaída e Volume armazenado do Reservatório 3
 – TC ParCão



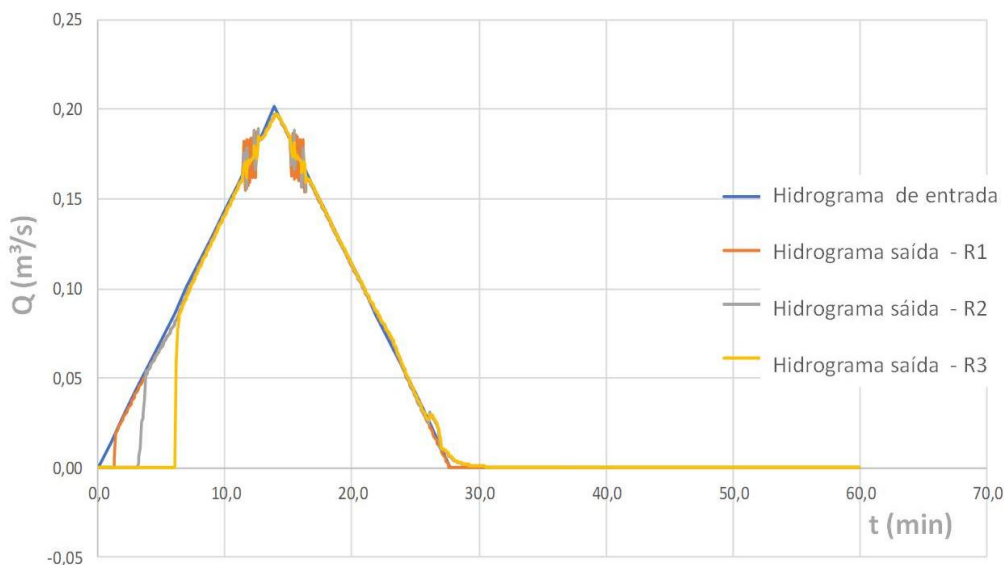
Fonte: AUTORA (2018)

Com as equações de cada etapa de funcionamento das estruturas da TC, foi utilizado o método de PULS, e tabulados os dados obtidos de cada estrutura da TC com dt de 10 em 10 segundos, obtendo-se então os valores de vazão afluente e vazão de saída de cada uma, na sequência de funcionamento da TC.

Com tais dados, e gráfico de hidrograma afluente x efluente elaborado (Gráfico 5), foi possível analisar que:

- o balanço de volumes de entrada e saída está coerente. As oscilações de valores que aparecem no gráfico é um problema numérico que ocorre devido a quantidade de linhas de tendência usadas que acarretam problemas na transição de uma linha para outra (de uma etapa de funcionamento para outra do sistema). Tais oscilações não invalidam a análise.
- o reservatório 1 (R1), por possuir um grande orifício de saída em uma baixa altura no reservatório, acaba não armazenando volume significativo para amortecimento e controle da vazão.
- o reservatório 2 (R2) apresentou um pequeno amortecimento pois armazena 3m³, dado o fato de orifício de saída estar a 1,5m de altura.
- o reservatório 3 (R3) apresentou ineficiência no controle por armazenar apenas 10m³, o que é insuficiente para controle da vazão do projeto. Diante disso, o reservatório extravasa facilmente, provocando erosões a jusante (Figuras 55 e 56).
- a técnica implantada não apresentou funcionalidade hidrológica, ou seja, o sistema criado possui apenas função hidráulica pois conduz e amortece os impactos da velocidade da água de chuva, evitando erosões e prejuízos apenas no local de implantação (dentro da área de lazer – ParCão), porém acarretando erosões a jusante da TC.
- para adequação da técnica, ampliando, assim, a função hidrológica, recomenda-se o redimensionamento do reservatório 3 (bacia de infiltração) para que haja um controle da vazão existente, com dimensionamento também de um tubo de saída, para controle do esvaziamento da técnica e redução de riscos de erosões no parque com a sua extravasão.

GRÁFICO 5 – Balanço de vazões de entrada e saída dos reservatórios (m³/s) x tempo (min) – TC ParCão



Fonte: AUTORA (2018)



Figura 55. Foto da estrutura 3 – TC ParCão, com indicação do ponto de rompimento da estrutura e de extravasão. Presença de rachão vindo com o escoamento superficial. Fonte: AUTORA, 2018.



Figura 56. Foto das erosões (indicadas por seta vermelha) ocasionada pelo rompimento da estrutura 3 – TC ParCão. Fonte: AUTORA, 2018.

5.1.2 TC VIADUTO

A técnica compensatória implantada no paisagismo sob o Viaduto Cidade de Guarulhos encontra-se em área plana, na várzea do Rio Tietê chamada de Canal de Circunvalação, dentro da sub-bacia CT. 06/07-D, conforme dados do Plano Diretor de Drenagem da cidade. As Figuras 57 e 58 apresentam as características principais desta sub-bacia e de seu entorno.

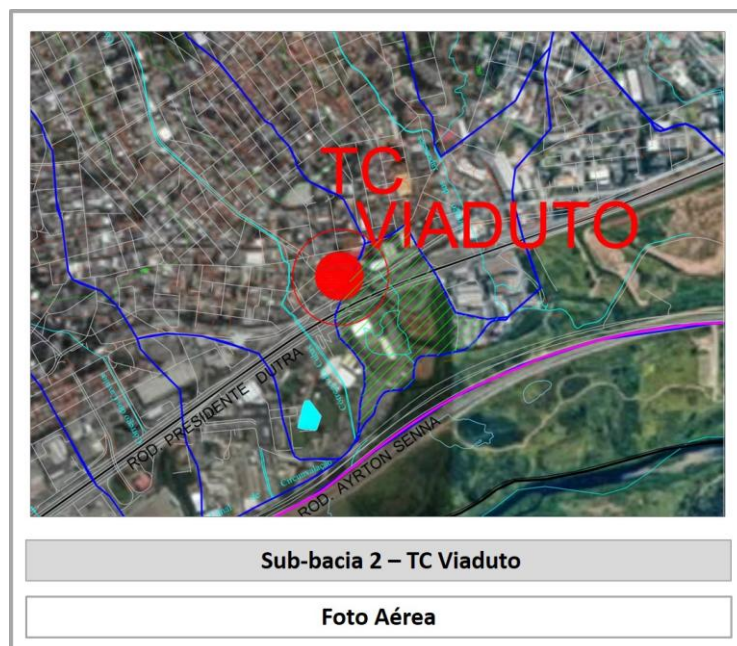


Figura 57. Foto aérea do entorno construído e delimitação da sub-bacia CT 06/07-D, onde está localizada parte da TC Viaduto. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008.

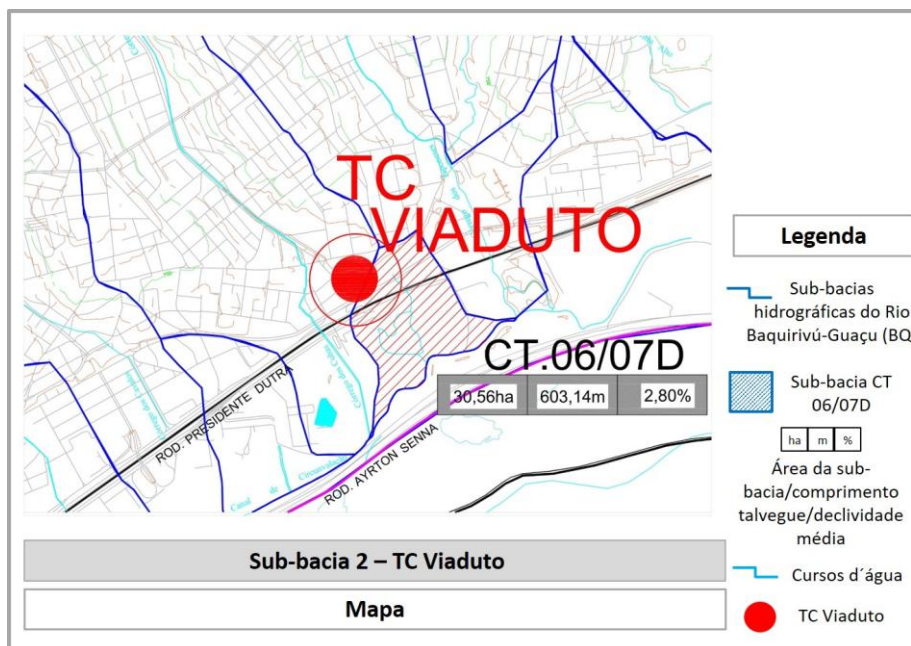


Figura 58. Mapa cadastral com delimitação e dados físicos da sub-bacia CT 06/07-D, onde está localizada a parte da TC Viaduto. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008.

Com a implantação geral do projeto e o levantamento planialtimétrico do local fornecidos pela Prefeitura, foi delimitada e dimensionada a área de contribuição dos espelhos d'água do Viaduto com lâmina d'água permanente que deságuam em um lago (bacia de infiltração) a jusante, conforme demonstram as Figuras 59 e 60.

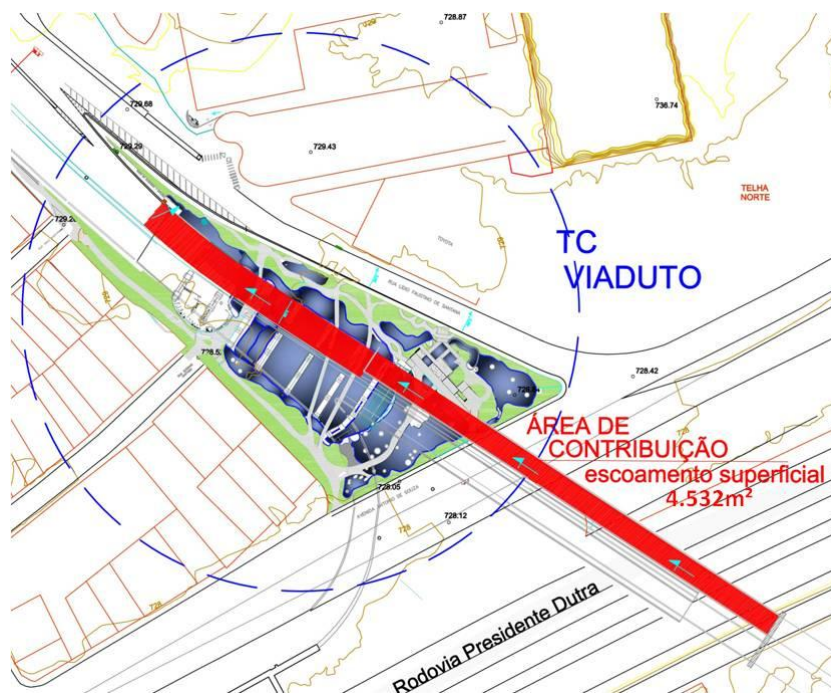


Figura 59. Ilustração e delimitação da microbacia de contribuição da TC Viaduto. Fonte: AUTORA (2017).

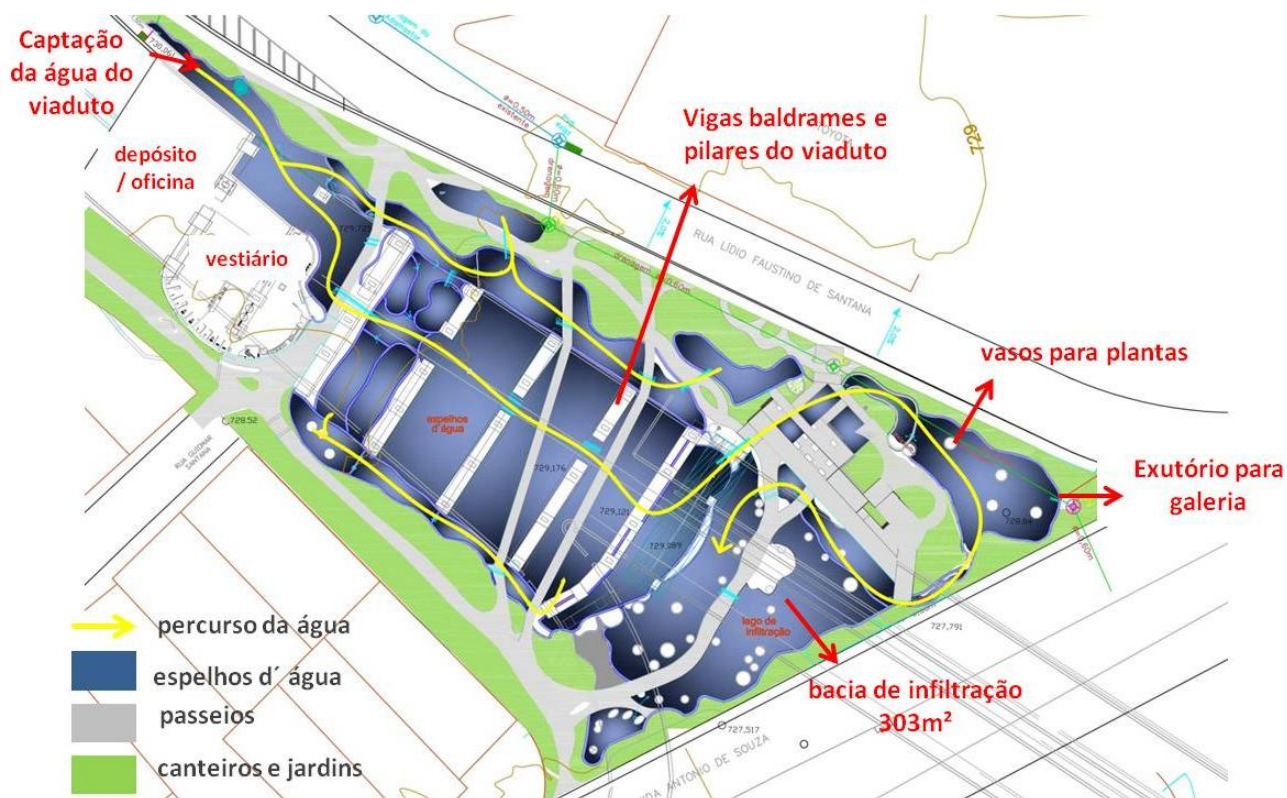
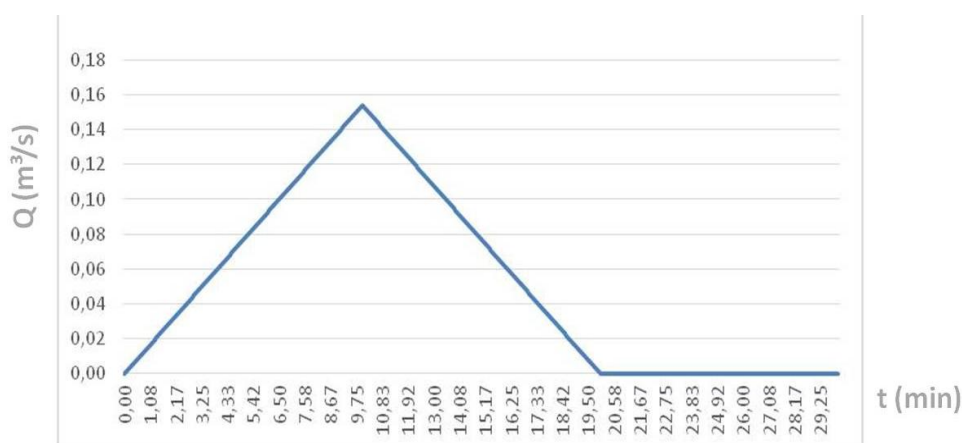


Figura 60. Implantação geral da TC Viaduto. Fonte: Elaborado por AUTORA (2017).

Com a área de contribuição obtida de 4.532m², e dados de comprimento e declividade da área, foi calculado o tempo de concentração da bacia pela fórmula de Kirpich (1940) orientada, conforme Silveira (2005) para bacias em áreas urbanas. A superfície de escoamento desta bacia, conforme pode ser observado em Figura 60, consiste em pista pavimentada com asfalto, sendo adotado o valor de 0,9 como coeficiente de escoamento superficial, conforme tabela de Garotti e Barbassa (2010) apud Villela e Mattos (1980), mostrada na Figura 15.

Para a elaboração do hidrograma afluente da TC Viaduto (Gráfico 6), foi feito o cálculo da intensidade do período da chuva para um tempo de retorno de 5 anos, e a partir deste dado, encontrada a vazão de pico (m³/s) para o tempo de concentração obtido.

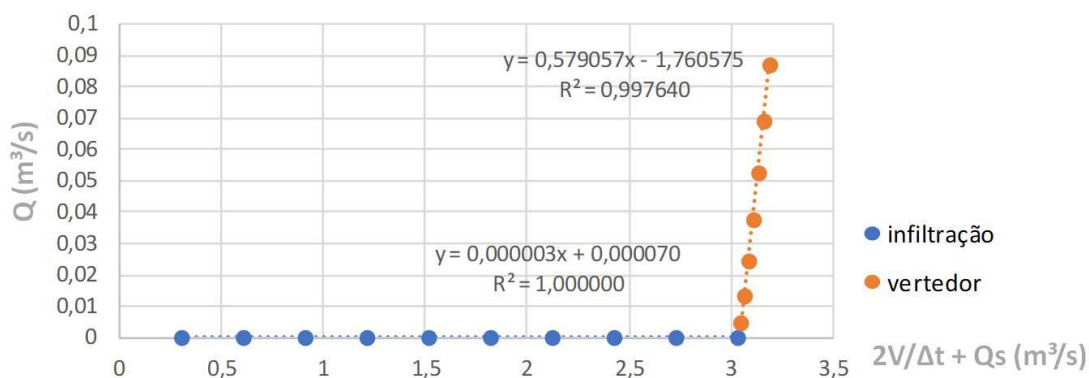
GRÁFICO 6 – Hidrograma TC Viaduto – Relação entre vazão de entrada (m³/s) x tempo (min)



Fonte: AUTORA (2018).

Para a estrutura de drenagem existente na área de estudo – bacia de infiltração ao final dos lagos interligados entre si, com lâmina d’água permanente - foi obtido o gráfico de $2V/Dt + Q_s$ x Vazão de saída total (Q_s) para determinação das equações de funcionamento da bacia, nos períodos de infiltração e extravasão, conforme demonstra o Gráfico 6.

GRÁFICO 7 – Relação entre $Q_{saída}$ e Volume armazenado na bacia de infiltração – TC Viaduto



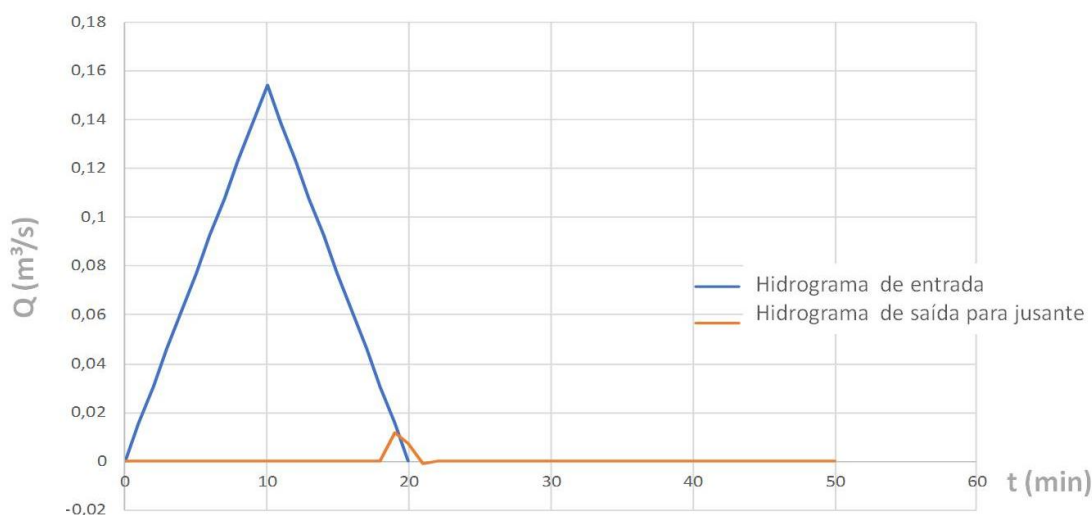
Fonte: AUTORA (2018).

A partir das equações de funcionamento da estrutura da TC, foi utilizado o método de PULS e tabulados os dados obtidos em uma tabela única, discretizada de 5 em 5 segundos; obtendo-se então os valores de vazão afluente e vazão de saída no decorrer do funcionamento da estrutura gerando, assim, um novo gráfico para se analisar as relações apresentadas.

Das relações apresentadas pelo hidrograma afluente x efluente, conforme apresentado no Gráfico 8, foi possível analisar que:

- o gráfico 8 apresenta que, de toda a vazão que entra, apenas uma pequena parcela sai (extravasa) superficialmente para jusante.
- a bacia de infiltração de capacidade de 90m^3 da TC Viaduto, acumula quase que totalmente o volume de escoamento gerado no projeto. A bacia apresenta um extravasamento de $1,15\text{m}^3$ próximo aos 19 minutos do período de chuva calculado.
- a TC implantada amortece quase que na totalidade a vazão de pico existente, contribuindo hidrológicamente no controle da vazão e reduzindo o volume escoado de água de chuva para o sistema de drenagem convencional urbano, minimizando riscos de enchentes e prejuízos associados à jusante do local.
- devido ao pequeno extravasamento verificado no comportamento da estrutura e também à baixa taxa de infiltração verificada no local, recomenda-se o dimensionamento e instalação de tubo de saída no fundo da bacia para que não ocorra acúmulo indevido de água por mais de 24 horas, e impedir que a estrutura extravase, o que também pode causar danos no local.

GRÁFICO 8 – Vazões de entrada e saída da bacia de infiltração (m^3/s) x tempo (min) –
TC Viaduto



Fonte: AUTORA (2018).

5.1.3 TC CAMPO CAXIAS

A técnica compensatória implantada na área de lazer chamada Campo do Caxias, no bairro Presidente Dutra em Guarulhos, encontra-se em área plana da várzea do Rio Baquirivu, dentro da sub-bacia BQ. 05-E, conforme dados do Plano Diretor de Drenagem da cidade. As Figuras 61 e 62 , apresentam as características principais desta sub-bacia e da ocupação de seu entorno.



Figura 61. Foto aérea do entorno e delimitação hachurada da sub-bacia BQ 05-E, onde está localizada TC Caxias. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008.

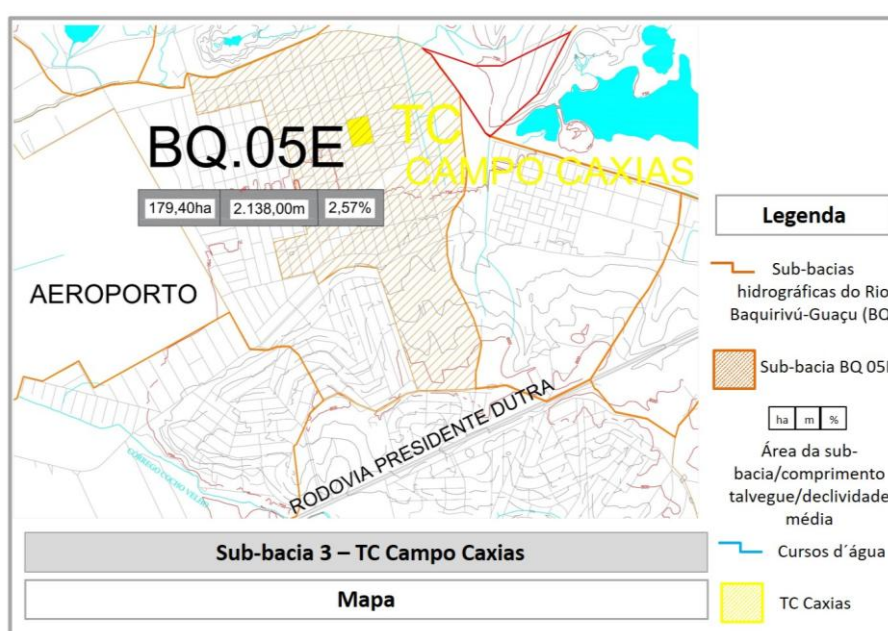


Figura 62. Mapa cadastral com delimitação e dados físicos da sub-bacia BQ 05-E, onde está localizada TC Caxias. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS, 2008.

Com a implantação geral do projeto e o levantamento planialtimétrico da área de lazer no entorno do campo de futebol, foi delimitada e dimensionada a bacia de contribuição das valas gramadas e bacias de retenção construídas no local, conforme demonstram as Figuras 63 e 64.

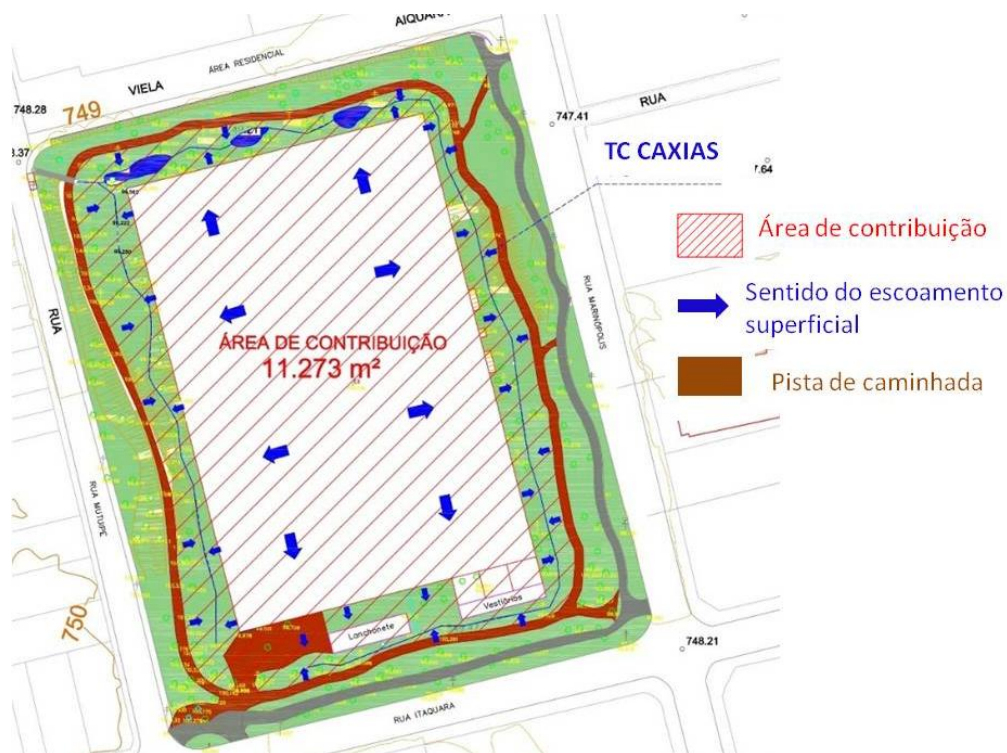


Figura 63. Delimitação da área de contribuição da TC Caxias. Fonte: AUTORA (2017).

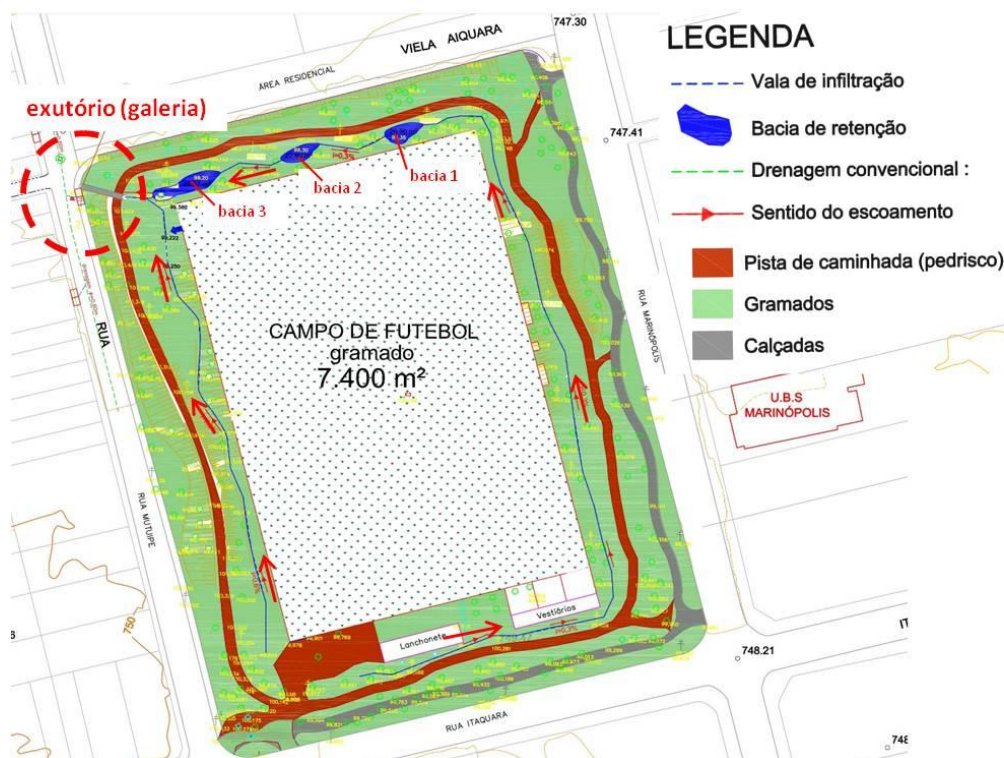


Figura 64. Implantação Geral - TC Caxias. Fonte: AUTORA (2017).

Com a área de contribuição de 11.273m², e dados de comprimento e declividade, foi calculado o tempo de concentração da bacia pela fórmula de Kirpich (1940), conforme orientações apresentadas por Silveira (2005) para bacias urbanas. A superfície de escoamento desta bacia, conforme apresentado em Figura 63, consiste em apenas um tipo de superfície, sendo o campo de futebol gramado. Para tal tipo de superfície, foi adotado o coeficiente de escoamento superficial de 0,2, conforme tabela apresentada em Figura 15 de Garotti e Barbassa (2010) apud Villela e Mattos (1980).

Para a elaboração do hidrograma afluente da TC Caxias, apresentado em Gráfico 9, foi feito o cálculo da intensidade do período da chuva para um tempo de retorno de 10 anos, e a partir deste dado, encontrada a vazão de pico (m³/s) para o tempo de concentração obtido.

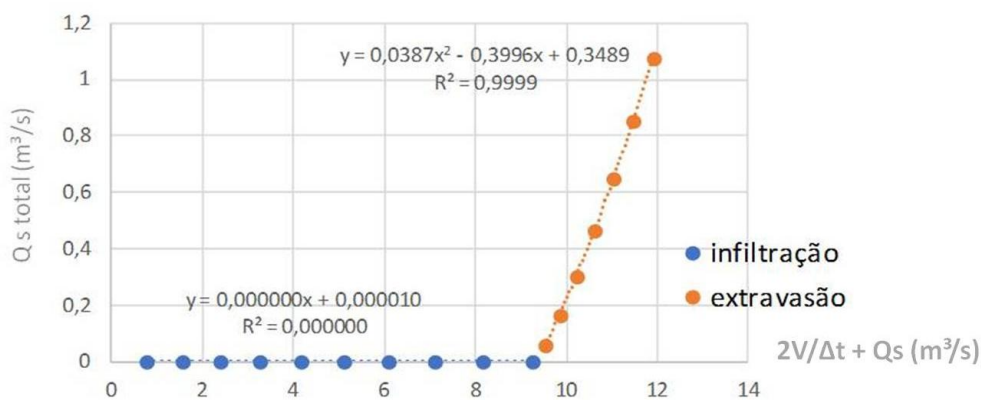
GRÁFICO 9 – Hidrograma TC Caxias – Relação entre vazão de entrada (m³/s) x tempo (min)



Fonte: AUTORA (2018).

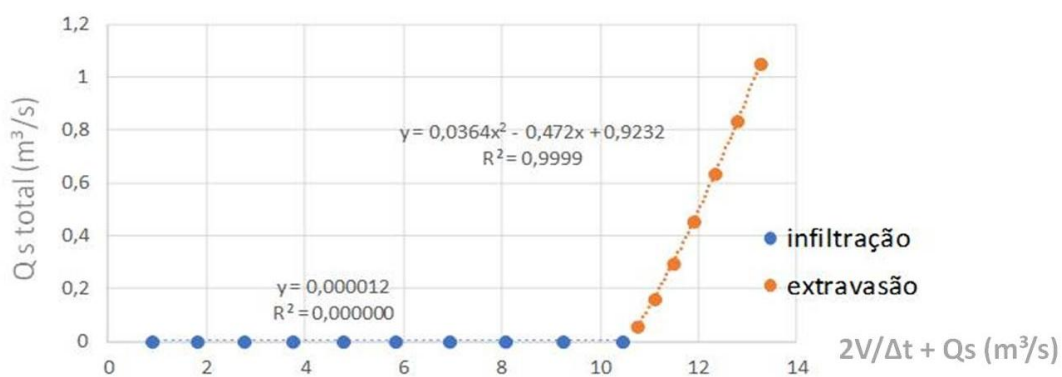
Para as 3 (três) bacias de retenção existentes na área de estudo, foram obtidos os gráficos de $2V/Dt + Q_s$ x Vazão de saída total (Q_s) para determinação das equações de funcionamento de cada estrutura de drenagem. Cada curva obtida nos gráficos das bacias de retenção representa um tipo de funcionamento da estrutura, sendo eles no caso da TC Caxias: etapa de infiltração na bacia e etapa de extravasão da bacia, conforme Gráficos 10, 11 e 12.

GRÁFICO 10 – Relação entre Qsaída e Volume armazenado da bacia de retenção 1 – TC Caxias



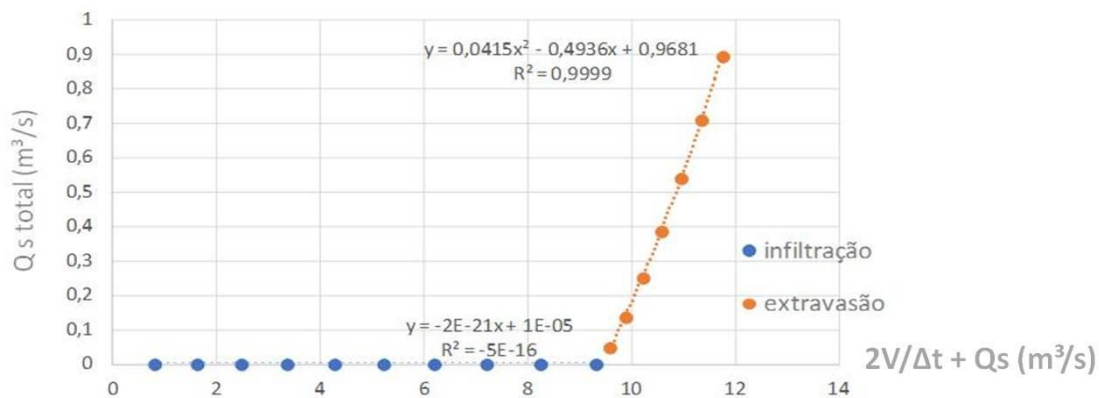
Fonte: AUTORA (2018).

GRÁFICO 11 – Relação entre Qsaída e Volume armazenado da bacia de retenção 2 – TC Caxias



Fonte: AUTORA (2018).

GRÁFICO 12 – Relação entre Qsaída e Volume armazenado da bacia de retenção 3 – TC Caxias



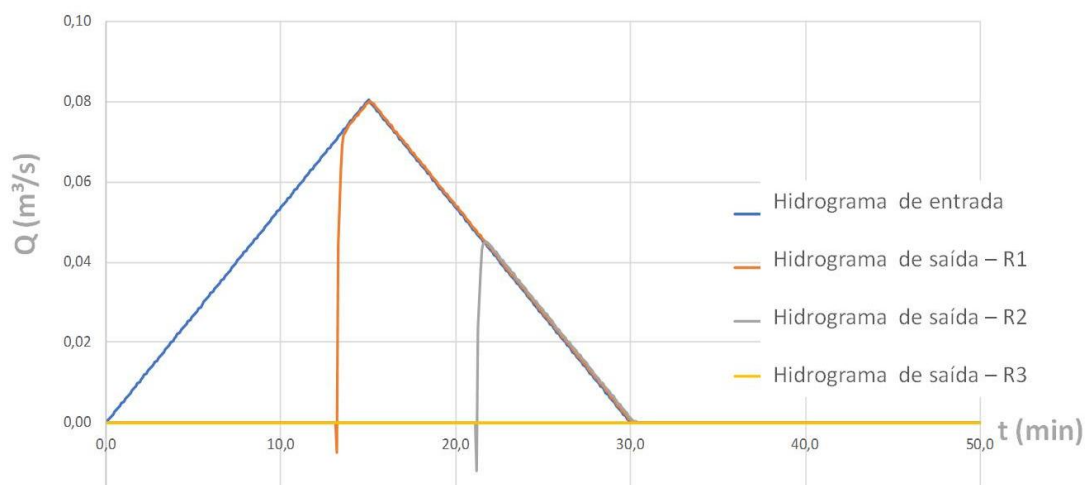
Fonte: AUTORA (2018).

A partir das equações de funcionamento obtidas com os gráficos, foi utilizado o método de PULS e tabulados os dados em uma tabela única, discretizada de 5 em 5 segundos, obtendo-se então os valores de vazão afluente e vazão de saída no decorrer do funcionamento das estruturas gerando, assim, um novo gráfico para se analisar as relações apresentadas.

Conforme pode ser verificado no hidrograma afluente x efluente, conforme Gráfico 13, foi analisado que:

- a técnica implantada está super dimensionada, ou seja, ela controla toda a contribuição de água de chuva que recebe do campo de futebol, evitando que esta vazão vá para a rede de drenagem convencional, ficando toda concentrada na área verde, reduzindo assim o risco de enchentes à jusante.
- a bacia de infiltração 3 chega a receber uma pequena vazão de entrada, porém insuficiente para ele encher, muito menos extravasar. Sua capacidade de armazenamento é de 28m³, porém a estrutura acaba recebendo apenas 1m³ de volume escoado. Diante disso, podemos dizer que tal fato aumenta a resiliência das estruturas, pois comportam uma chuva maior do que o necessário para o projeto, reduzindo também o risco da estrutura colapsar em caso de pouca manutenção (assoreamento do fundo).
- mesmo com a baixa taxa de infiltração do local, pode-se afirmar que, devido à alta capacidade de retenção de água das 3 bacias (85m³) em relação ao volume de escoamento superficial da área de contribuição, a técnica implantada possui função hidrológica, por reduzir o volume de escoamento que seria lançada na rede convencional.
- devido também à baixa infiltração, a fim de se reduzir riscos sanitários com a presença de água parada no local, recomenda-se a instalação de tubos de saída no fundo das bacias, para melhor esvaziamento destes.

GRÁFICO 13 – Balanço de vazões de entrada e saída das bacias (m³/s) x tempo (min) – TC Caxias



Fonte: AUTORA (2018).

5.2 RESULTADOS: INSERÇÃO URBANA

Para avaliar a inserção urbana das TCs nas áreas verdes públicas onde foram implantadas, é necessário, segundo Gehl (2015), analisar os possíveis impactos que novas estruturas podem ocasionar na infraestrutura existente, no meio ambiente, no funcionamento das cidades e, conseqüentemente, no comportamento humano. Através dos mapas de uso do solo, visitas *in loco*, levantamento e observação dos elementos de projeto das áreas com TCs, foram alcançados os resultados a seguir.

5.2.1 TC PARCÃO

Sobrepondo os mapas de áreas verdes e de zoneamento, a fim de se avaliar a localização da TC ParCão no contexto urbano da cidade, verificou-se que esta encontra-se em Zona Mista do tipo A (Figura 65) que, conforme artigo 28, inciso I da Lei Municipal Nº 6.253/2007, “corresponde às áreas da cidade inseridas na Macrozona de Urbanização Consolidada e em parte da Macrozona de Dinamização Econômica e Urbana, nas quais se pretende estimular a diversificação de usos, permitindo-se maior densidade construtiva”. A área da TC ParCão encontra-se dentro de uma grande área verde pública, o maior parque urbano central da cidade, o Bosque Maia.

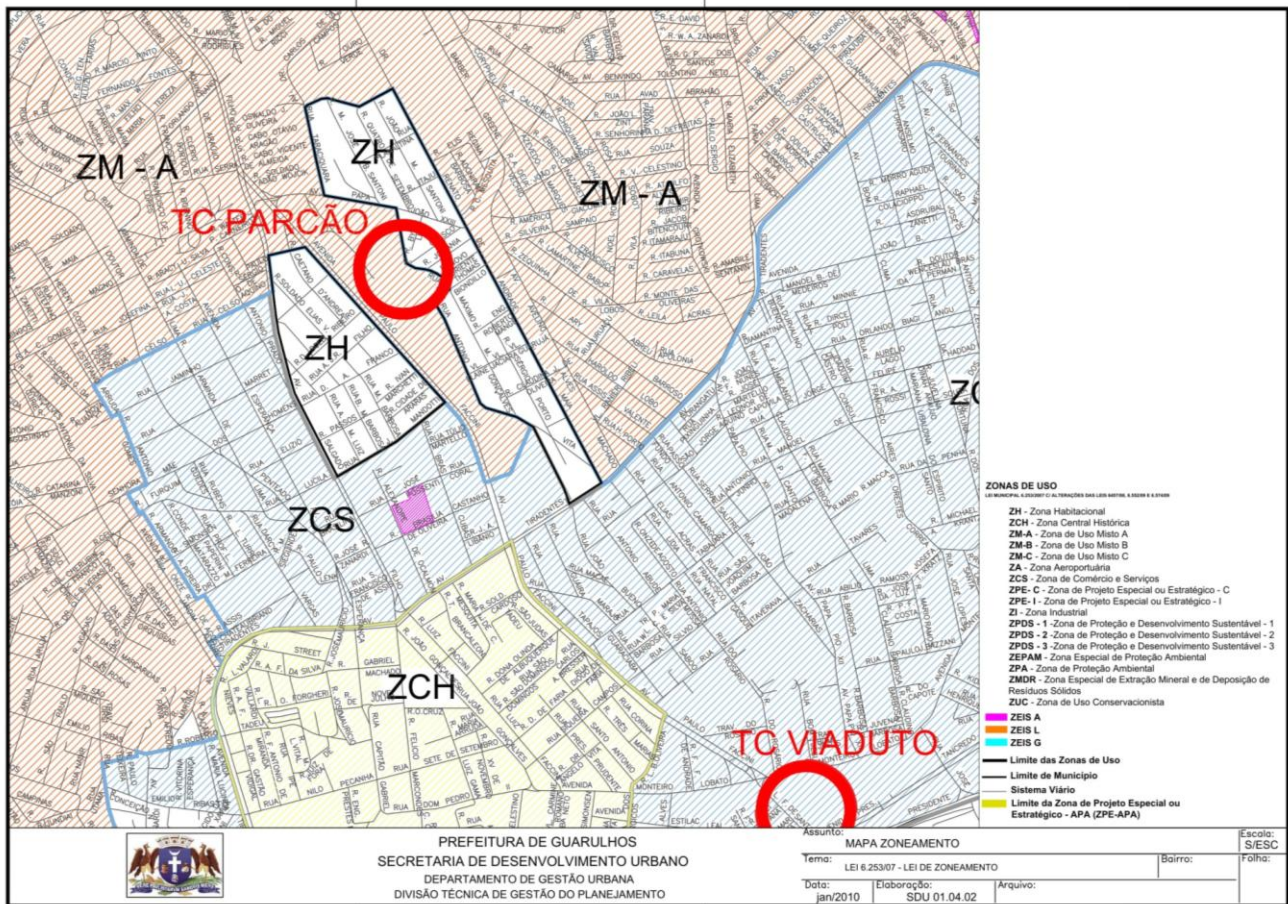


Figura 65. Mapa de Zoneamento de região próxima à TC ParCão. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS (2007).

Apesar de o parque estar situado em uma das mais movimentadas avenidas da cidade - a Avenida Paulo Faccini - a TC ParCão foi implantada em uma área mais isolada do parque, na sua área de encosta e em meio a um maciço de vegetação, com um acesso voltado à uma região de uso residencial (ZH – zona habitacional, conforme mapa de uso do solo), estando assim um pouco mais afastado do uso misto, com predominância de comércios e serviços de seu entorno. Desta maneira, percebe-se que sua localização é estratégica, por se encontrar em área de grande atratividade (uso misto intenso), favorecendo ainda assim que os moradores próximos e demais usuários do parque que levam seus cachorros para passear, possam usufruir de um espaço mais reservado, tranquilo, com menor barulho e distante do grande uso da maioria do público do parque.



Figura 66. Fotos do entorno da TC ParCão: Vista panorâmica do Bosque Maia (foto maior à esquerda), área residencial próxima ao acesso do ParCão (direita superior), e Avenida Paulo Faccini (esquerda inferior). Fonte: <http://images.google.com/> (fevereiro de 2018).

Analisando o entorno onde foi implantada a TC ParCão, podemos dizer que o projeto considerou tais aspectos urbanísticos de uso do solo, buscando conciliar uma demanda de uso do público do parque por uma área de lazer para cachorros, somado à necessidade de uma área mais isolada, protegida e tranquila para se deixar os cachorros soltos. Outro aspecto também que podemos destacar é que a implantação do projeto nos “fundos” do parque, ou seja, não voltado para a entrada principal, possibilita também outros usos, maior movimentação, e conseqüentemente, maior apropriação de uma área mais inóspita da região do parque, dada a baixa atratividade de uso, acessos e segurança voltado para a área residencial.

Como nas demais TCs, foram realizadas vistorias *in loco* com o objetivo de observar aspectos do projeto como um todo, que podem interferir na inserção urbana, ou seja, na infraestrutura do entorno existente, no meio ambiente, no funcionamento da cidade e no comportamento dos usuários.

As vistorias foram realizadas em dias e horários distintos: sábado às 10:00h, segunda-feira às 13:00h e terça-feira às 17:30h. No Quadro 2, foram organizadas as informações obtidas, resumidamente, com o preenchimento dos roteiros de observação nos 3 (três) dias de visita voltados para análise da inserção urbana:

Quadro 2 - Roteiro de Observação de Vistoria, página 1 – TC ParCão

Área de Lazer - Nome:	TC PARCÃO	No de usuários	10 usuários com seus cachorros, em média, por visita
Horários e Dias da Semana abertos ao público:	Área aberta das 6h às 22h. Mesmo horário de funcionamento do Bosque Maia.		
Dia / Hora da Vistoria:	Sábado: 10:00 – 11:00h Segunda-feira: 13:00 – 13:30h Terça-feira: 17:30 – 18:30h	Distância do ponto de ônibus mais próximo:	280m, na Avenida Dr. Renato Maia.

Acessibilidade:	<input type="checkbox"/> boa/acessível	<input checked="" type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> ruim / inacessível
Obs. Falta rebaixamento de guia para acesso de cadeirantes ao local.			
Uso e Ocupação do entorno:	<input type="checkbox"/> residencial	<input type="checkbox"/> comercial	<input checked="" type="checkbox"/> misto
Obs. Grande concentração de casas em seu entorno mais próximo. Porém próximo também à área de uso misto com comércio e serviços.			
Equipamentos	Estado de Conservação / Depredação		
(X) pista caminhada	(X) B () S () IN - Obs. Pista em concreto permeável e pedrisco, em bom estado.		
(X) playground para animais	(X) B () S () IN - Obs. Equipamentos de lazer para cães, em bom estado.		
Instalações	Estado de Conservação / Depredação		
(X) fechamento/alambrados	(X) B () S () IN - Obs. Fechamento em mourão de concreto com alambrado, em bom estado		
(X) outros. Quais?	(X) B () S () IN - Obs. Presença de uma banca de jornal recuperada ainda sem uso definido no local, em bom estado.		
Mobiliários	Estado de Conservação / Depredação		
(X) mesas / bancos	(X) B () S () IN - Obs. Presença de bancos em madeira reaproveitada, em bom estado.		
(X) postes de iluminação	() B (X) S () IN - Obs. Presença de iluminação na rua e dentro do parque, com baixa luminosidade devido a área ser bem sombreada.		
(X) lixeiras	(X) B () S () IN - Obs. Há a recomendação de levar os detritos dos animais embora, sendo bem cumprida.		
(X) placas sinalização	(X) B () S () IN - Obs. Presença de placas informativas e de recomendações de uso da área.		
Recursos Naturais	Estado de Conservação / Depredação		
(X) vegetação / jardins	(X) B () S () IN - Obs. Bom estado de conservação do paisagismo e poda das árvores.		
(X) água	() B (X) S () IN - Obs. Não há presença de água parada no local ou resíduos descartados na TC. Há processos erosivos no solo, causados pela água, abaixo da TC.		
Legenda: B = Bom / S = Satisfatório / IN = Insatisfatório / Obs. = Observações			
Comentários:			
Uso de materiais naturais, como o reaproveitamento de madeira de poda e remoção na confecção de bancos para o local, o uso de rachão de brita para as canaletas e também o uso de resíduos da construção civil como base de pavimento em concreto permeável e arrimo de aterro de platô, parecendo pedras naturais no ambiente.			

Fonte: Elaborado por AUTORA (2018).

Além dos elementos físicos de projeto, foram observados outros aspectos de projeto da TC ParCão, elencados como importantes fatores que influenciam sua inserção urbana:

- *Dimensões da TC compatível com escala do pedestre.* A TC foi implantada em cascata (desníveis), e ao seu lado foi executada pista de caminhada que a acompanha em rampa, possibilitando a plena visualização e aproximação do usuário com a TC, durante o seu percurso na área. Tal fato possibilita maior interação entre a TC e o pedestre, usuário local. (Bom)

- *Ausência de riscos de acidentes aos usuários, causados pela TC.* Ao longo de toda a TC existe uma “barreira” feita com a vegetação que delimita o espaço do usuário na pista de caminhada e das canaletas e reservatórios da TC. Os reservatórios possuem telas de alambrado que servem tanto para evitar a queda de folhas e resíduos dentro das estruturas de condução e infiltração da água, quanto para prevenir possíveis quedas de pessoas e animais dentro deles. (Bom)
- *Ausência de criação de “esconderijos” pela TC.* A TC não cria esconderijos no local, pois tanto esta quanto a pista de caminhada dos usuários, acompanham o desnível do terreno. (Bom)
- *Ausência de prejuízos à estrutura do espaço público, advindos da TC.* Conforme verificação no local, a última estrutura de retenção e infiltração da TC extravasa durante grandes eventos de chuva, o que vem ocasionando erosões superficiais no terreno do parque. (Insatisfatório)
- *Presença de água parada.* Nas vistorias após eventos de chuva, e também de acordo com os resultados da questão 4 sobre a presença de água parada no local, do formulário de pesquisa; pôde ser verificado que as estruturas da TC não acumulam água indevidamente. (Bom)
- *Presença de resíduos descartados irregularmente.* Devido a constante limpeza das estruturas da TC, principalmente após as chuvas, foi verificado no local baixa presença de resíduos descartados provenientes, em sua maioria, do escoamento superficial das ruas. (Bom)
- *Boa manutenção na roçagem, jardinagem e estruturas da TC.* Boas condições de roçagem, capina e limpeza da área. Necessidade maior de serviços de jardinagem devido algumas plantas estarem crescendo na direção das estruturas da TC, bem como de poda devido a grande quantidade de folhas secas caídas sobre as estruturas. (Satisfatório)
- *Convites para outros usos (sentar, caminhar, conversar, observar).* O local possui bancos extensos que são suficientes para abrigar os usuários que conversam, descansam ou observam seus cachorros soltos no local. Existe um platô na área que serve como área de convivência pela presença dos bancos, e também como mirante, por estar na área mais alta do terreno, propiciando uma vista geral da área de lazer, boa para vigiar os cachorros e apreciar também a vista para o parque. (Bom)
- *Presença de elementos visuais atrativos como árvores, plantas, paisagens, diferentes materiais.* Foram utilizadas espécies de plantas arbustivas no entorno da TC e da área de convivência, principalmente, formando canteiros vistosos. O local possui muitas árvores, algumas preservadas no meio dos passeios e rampas que se desviam delas. Materiais como rachão de brita, madeira de reaproveitamento de troncos, resíduos da construção civil usados

como lastro de passeio em concreto permeável e arrimo de aterro, e caixas d'água furadas reaproveitadas como reservatórios de captação, condução e infiltração de água na TC, também atraem a atenção. (Bom)

- *Ausência de barreiras visuais (excesso de elementos construtivos, edificações)*. Por estar em um aclive, o projeto aproveitou essa característica física do terreno mantendo a principal área na parte mais alta, privilegiando a vista da área. (Bom)
- *Paisagens atraentes que estimulam a curiosidade*. Durante o percurso na área, o projeto possibilita vistas, paisagens e curiosidades que atraem o usuário, devido a existência de áreas altas para contemplação e presença de materiais incomuns na construção do projeto, como caixas d'água e resíduos da construção civil. (Bom)
- *Presença de elementos sensoriais atrativos como texturas de materiais, ruídos da presença da água*. A presença das árvores proporciona bastante sombra para o lazer no local e ruídos dos movimentos dos galhos com o vento, os materiais naturais utilizados como madeira nos bancos, brita nas canaletas e resíduos da construção civil representam diversas texturas diferentes ao usuário, e por estar conectada à rede convencional de drenagem, mesmo quando não está chovendo, por vezes a TC está com uma pequena queda d'água, o que também promove ruídos no local. (Bom)
- *Pontos interessantes de visualização da área, áreas confortáveis*. O projeto possui um amplo platô para seus usuários aproveitarem a vista do local, bem como seus passeios também possibilitam uma confortável caminhada na área de bosque. (Bom)
- *Condições de microclima confortáveis (sol,sombra,umidade,frescor)*. Trata-se de área totalmente sombreada, que proporciona sensação de frescor e umidade. (Bom)

5.2.2 TC VIADUTO

Conforme pode ser verificado na Figura 67, a TC Viaduto encontra-se em Zona de Comércio e Serviços (ZCS) que, de acordo com o artigo 30 da Lei Municipal Nº 6.253/2007, “correspondem às áreas consolidadas ou de interesse urbanístico a consolidar, nas quais se pretende incentivar a formação de centros comerciais e de prestação de serviços”. Tal área pública encontra-se sob o principal viaduto de entrada da cidade, que dá acesso à avenida mais conhecida e “badalada” de Guarulhos - Avenida Paulo Faccini – próxima também a uma das maiores faculdades existentes no município, e ao lado de um grande equipamento público denominado Centro Municipal de Educação Adamastor, que fornece diversas atividades educacionais e culturais de segunda a

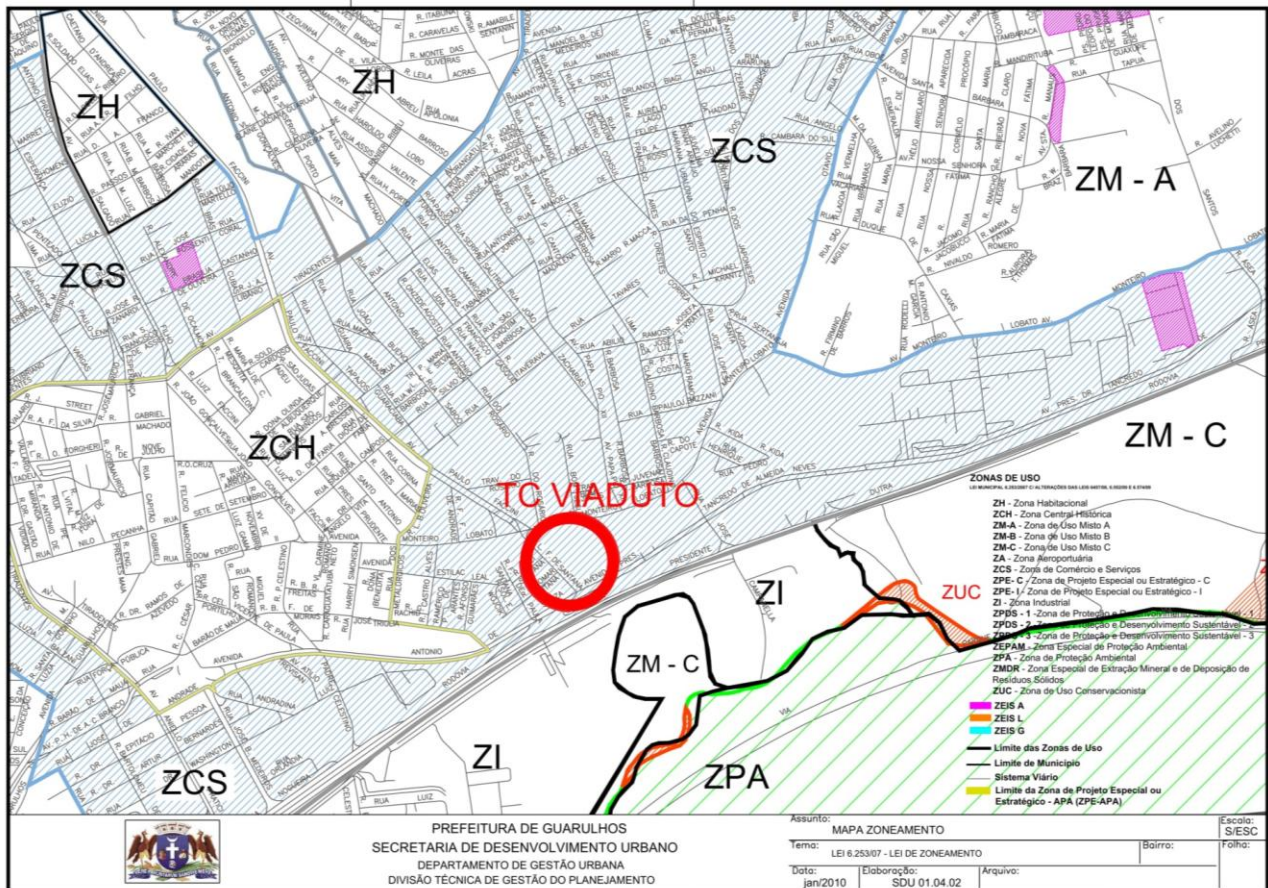


Figura 67. Mapa de Zoneamento de região próxima à TC Viaduto. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS (2007).

Por estar em uma zona consolidada de comércio e serviços, e próxima a grandes equipamentos públicos e privados, foi percebido que a área onde foi implantada a TC é uma área, cuja principal função, é essencialmente de passagem, de trânsito de pessoas, e não de longa permanência, convívio ou recreação. Por estar debaixo de um viaduto, a Prefeitura implantou na maior parte da área espelhos d'água, tanto na área coberta pelo viaduto quanto nas laterais deste, na tentativa de reduzir ao máximo a permanência de pessoas no local, principalmente moradores de rua, dentre outras medidas como intensa iluminação noturna. Desta maneira, podemos perceber que o projeto consistiu em muitos passeios em meio a jardins e lagos com diversas espécies de plantas de pequeno, médio e grande porte, de sol e de sombra, plantas terrícolas, aquáticas e epífitas; a fim de criar uma paisagem natural bastante rica e contrastante com o “concreto” da paisagem urbana, atraindo assim a curiosidade e proporcionando ao pedestre um contato com a natureza em pleno passeio pelo centro da cidade.

Considerando tais características apreendidas do entorno do local de implantação da TC, podemos considerar que o projeto foi implantado após uma análise urbana da região, que constatou o uso do solo misto (comércio e serviços) e buscou satisfazer as demandas existentes para o local – valorização da passagem do pedestre em uma área urbana considerada extremamente frágil, sob um viaduto.



Figura 68. Fotos do entorno da TC Viaduto: Viaduto Cidade de Guarulhos (esquerda superior), Avenida Paulo Faccini (direita superior), Centro Educacional Adamastor (esquerda inferior) e Faculdade Anhanguera (direita inferior). Fonte: Pesquisa em <http://images.google.com/> (fevereiro/2018).

Foram realizadas vistorias na área da TC Viaduto com o intuito de observar os aspectos, definidos na metodologia deste trabalho que, segundo Gehl (2015), podem influenciar muito a vida nos espaços públicos de uma cidade.

As visitas foram realizadas em dias e horários distintos: quarta-feira às 12:30h, terça-feira às 18:00h e domingo às 9:00h. Os elementos que compõem o projeto e sua situação de uso, conforme verificação nas vistorias e preenchimento dos Roteiros de Observação, foram apresentados resumidamente no Quadro 3.

Quadro 3 - Roteiro de Observação de Vistoria, página 1 – TC Viaduto

Área de Lazer - Nome:	TC VIADUTO		No de usuários	Média: 30 pessoas
Horários e Dias da Semana abertos ao público:		Área aberta, não possui cercamento.		
Dia / Hora da Vistoria:	Quarta-feira (12:30h – 13:20h) Terça-feira (18:00h – 18:30h) Domingo (9:20h – 10:00h)	Distância do ponto de ônibus mais próximo:		20 metros
Acessibilidade:	<input type="checkbox"/> boa/acessível	<input checked="" type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> ruim / inacessível	
Obs. Faltam guias rebaixasadas para cadeirantes.				
Uso e Ocupação do entorno:	<input type="checkbox"/> residencial	<input type="checkbox"/> comercial	<input checked="" type="checkbox"/> misto	
Obs. Muitos comércios e serviços, pouquíssimas residências.				
Equipamentos	Estado de Conservação / Depredação			
(X) pista caminhada	<input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> IN - Obs. Várias opções de percursos para cruzar a área. Passeios concretados, alguns estão rachados.			

Instalações	Estado de Conservação / Depredação
(X) administração	(X) B () S () IN - Obs. Local serve como vestiário, copa e depósito para funcionários.
(X) guarita	(X) B () S () IN - Obs. Mesmo local também serve como guarita à noite.
(X) outros. Quais? Deck em madeira plástica	() B () S (X) IN - Obs. Algumas madeiras soltas.
Mobiliários	Estado de Conservação / Depredação
(X) mesas / bancos	() B (X) S () IN - Obs. Possui poucos bancos, alguns feitos de madeira plástica estão quebrados.
(X) postes de iluminação	() B () S (X) IN - Obs. Apenas na calçada da rua, pois a iluminação sob o viaduto foi depredada.
(X) lixeiras	(X) B () S () IN - Obs. Bom estado. Funcionários realizam limpeza.
Recursos Naturais	Estado de Conservação / Depredação
(X) vegetação / jardins	(X) B () S () IN - Obs. Muitos jardins e plantas diferentes. Alguns canteiros danificados.
(X) água	(X) B () S () IN - Obs. Espelhos d'água com água transparente, muitos peixes e plantas aquáticas.
(X) fauna	(X) B () S () IN - Obs. Presença de muitos peixes e girinos nos lagos, garça e pássaros nos jardins.
Legenda: B = Bom / S = Satisfatório / IN = Insatisfatório / Obs. = Observações	
Comentários:	
Presença de materiais interessantes como um deck e bancos de madeira plástica (material reciclado), manta de EPDM (borracha) nos espelhos d'água, uso de resíduos da construção civil (peças de concreto) como acabamento e ornamento ao invés de rachão de brita, nas bordas dos espelhos d'água e no fundo, como se fossem pedras naturais.	

Fonte: Elaborado por AUTORA (2018).

Outros aspectos de projeto da TC Viaduto, elencados como importantes fatores que podem influenciar sua inserção urbana, também foram verificados durante as vistorias:

- *Dimensões da TC compatível com escala do pedestre.* A TC é extensa (303m²), rasa (30cm de profundidade), possui “floreiras” em seu interior, e também possui formato orgânico assim como os passeios, que “levam” os pedestres bem próximos a ela, com segurança. Em boa parte da área existem várias alternativas de percursos para o pedestre, em meio a jardins e aos espelhos d'água. (Bom)
- *Ausência de riscos de acidentes aos usuários, causados pela TC.* Todos os espelhos d'água que compõem a TC são rasos, não oferecendo risco ao usuário. Porém não existem barreiras ou sinalização para pessoas com deficiência em todos os pontos de proximidade com os espelhos, na maior parte das situações, são os jardins que cumprem essa função. (Satisfatório)

- *Ausência de criação de “esconderijos” pela TC.* A TC não cria esconderijos no local, pois são rasas e espalhadas no nível do solo por toda a área. Os espelhos refletem, inclusive, os movimentos que acontecem ao seu redor. (Bom)
- *Ausência de prejuízos à estrutura do espaço público, advindos da TC.* Conforme verificação no local e também informações dos funcionários da Prefeitura que ali trabalham, a infiltração da TC nunca prejudicou as estruturas próximas existentes, bem como nunca transbordou, ocasionando também possíveis danos. (Bom)
- *Presença de água parada.* Não é possível perceber a movimentação da água, porém, ao se percorrer o local e visualizar os espelhos d’água, percebe-se que a água é transparente e que é possível inclusive ver o fundo, com peixes, girinos e raízes das plantas aquáticas; não tendo, portanto, aparência de água parada e conseqüentemente, suja. Foi verificado que nos períodos de chuva constante (verificado em janeiro e fevereiro de 2018), a TC de infiltração acabou mantendo água parada por alguns dias, porém devido à grande quantidade de plantas dentro da TC, suas raízes acabam por absorver a água. (Satisfatório)
- *Presença de resíduos descartados irregularmente.* Descartes irregulares de resíduos são feitos pelos moradores de rua, principalmente, no período da noite e aos fins de semana. Na parte da manhã os funcionários ali presentes precisam realizar a limpeza de toda a área. (Insatisfatório)
- *Boa manutenção na roçagem, jardinagem e estruturas da TC.* Presença de espécies invasoras (pragas) em alguns canteiros de jardim, espelhos d’água limpos, porém alguns com excesso de taboa – planta hidrófita, cujas sementes se alastram com o vento e que assim, se propagam com muita facilidade em áreas úmidas. Pouca presença de resíduos descartados na água. (Satisfatório)
- *Convites para outros usos (sentar, caminhar, conversar, observar).* Pouca presença de bancos. O local possui duas áreas de parada, uma em um alargamento da calçada - grupo de bancos entre jardins, mais isolado dos passeios com maior circulação - e outra em uma área de deck de madeira plástica, mais ensolarada, com a presença de jardins com plantas baixas e bancos agrupados. Existem grandes pedras em algumas bordas dos espelhos d’água que convidam para sentar e tirar fotos. (Satisfatório)
- *Presença de elementos visuais atrativos como árvores, plantas, paisagens, diferentes materiais.* Grande quantidade e variedade de plantas herbáceas, árvores e palmeiras, dispersas em muitos jardins, inclusive em “vasos” dentro da TC. Verificam-se muitas espécies pouco utilizadas (incomuns) no paisagismo urbano de áreas públicas. Materiais como madeira plástica (produto reciclado) e o reaproveitamento de resíduos inertes da

construção civil usados na ornamentação e como contenção das bordas dos espelhos d'água, como se fossem pedras, também chamam a atenção. (Bom)

- *Ausência de barreiras visuais (excesso de elementos construtivos, edificações).* O que pode servir de barreira visual no projeto, durante o percurso das pessoas, são as plantas de maior porte (em menor quantidade nos jardins) e também os pilares da estrutura do viaduto, em alguns momentos durante a passagem. (Bom)
- *Paisagens atraentes que estimulam a curiosidade.* O projeto possibilita muitas visões e paisagens interessantes e atraentes à população, devido a grande quantidade de jardins e espelhos d'água. (Bom)
- *Presença de elementos sensoriais atrativos como texturas de materiais, ruídos da presença da água.* Presença de variadas texturas das plantas, cheiro das flores, movimento dos peixes na água, textura do concreto permeável no pavimento dos passeios, sombra das plantas. (Bom)
- *Pontos interessantes de visualização da área, áreas confortáveis.* Existem poucas áreas confortáveis para as pessoas pararem e contemplarem a paisagem. Porém muitos pontos interessantes de visualização do projeto durante o percurso pela área. (Bom)
- *Condições de microclima confortáveis (sol,sombra,umidade,frescor).* A área propicia locais sombreados, áreas ensolaradas, e maior sensação de umidade no ar, causada pela presença de grandes superfícies de água dos espelhos. (Bom)



Figura 69. Foto da visão geral da TC Viaduto – bacia de infiltração – no período de construção (2011, à esquerda) e atualmente (2017, à direita) – Guarulhos, SP. Fonte: Imagem Google Maps (busca em fevereiro/2018).

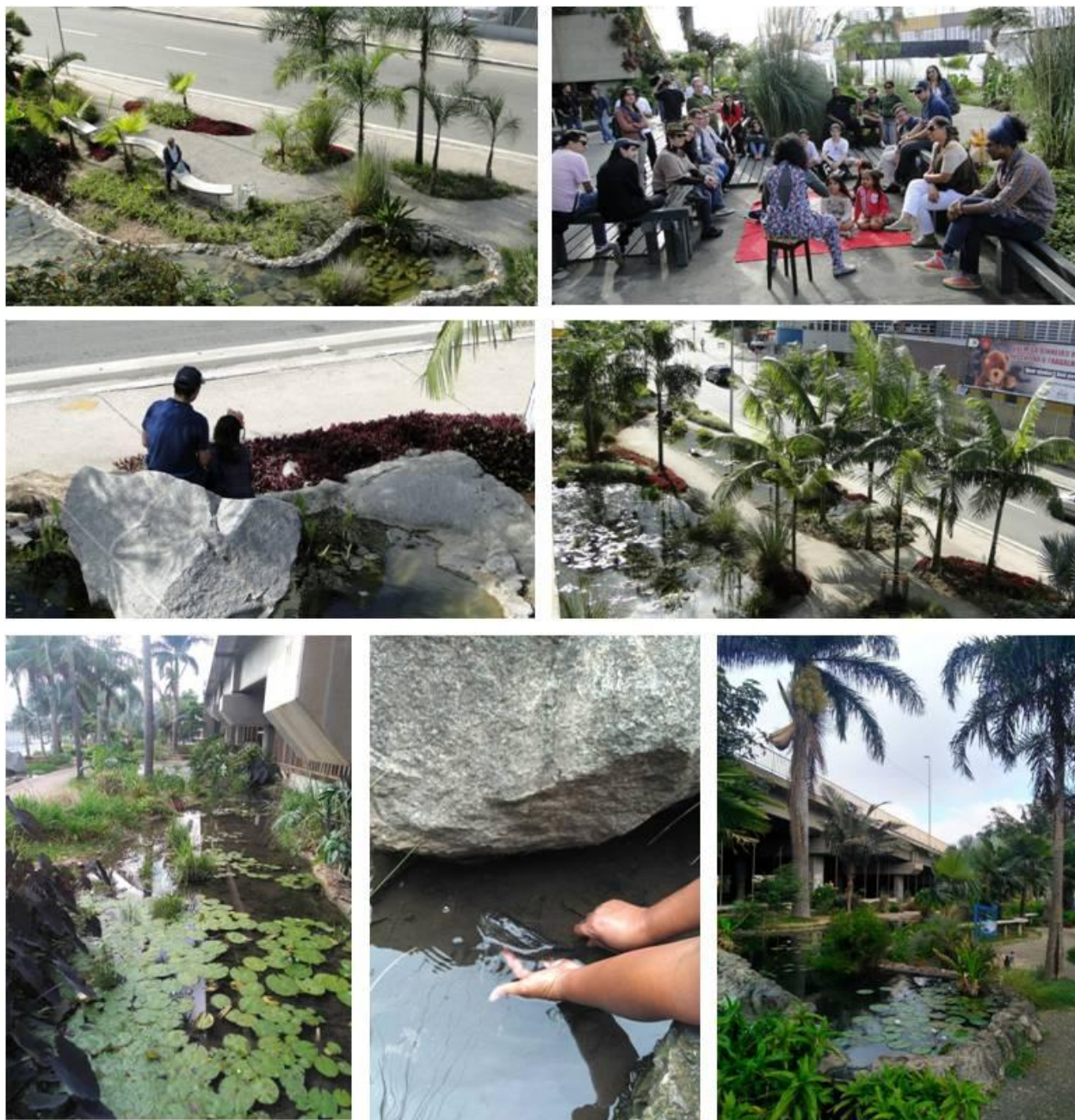


Figura 70. Fotos que ilustram alguns aspectos de projeto observados: bancos, deck de madeira, pessoas sentadas nas pedras, sombra da vegetação, transparência da água nos espelhos, presença de peixes, uso de “entulho” nas bordas – TC Viaduto - Guarulhos, SP. Fonte: AUTORA (2018).

5.2.3 TC CAXIAS

Conforme mapa de uso de solo, exposto na Figura 71, a TC Caxias está localizada em Zona Aeroportuária (ZA) que, de acordo com o artigo 33 da Lei Municipal Nº 6.253/2007, “correspondem a área do Aeroporto Internacional de Guarulhos e seu entorno, que requer tratamento diferenciado quanto à sua ocupação e instalação de usos visando à contenção da densidade populacional”, sendo que “os lotes provenientes de parcelamentos do solo já existentes

poderão ser regularizados, assim como as respectivas edificações, desde que destinados aos usos comercial, de prestação de serviços e residencial”. A TC Caxias, portanto, encontra-se em área consolidada de usos residencial, comercial e de serviços, com gabarito restrito devido à proximidade com o aeroporto.

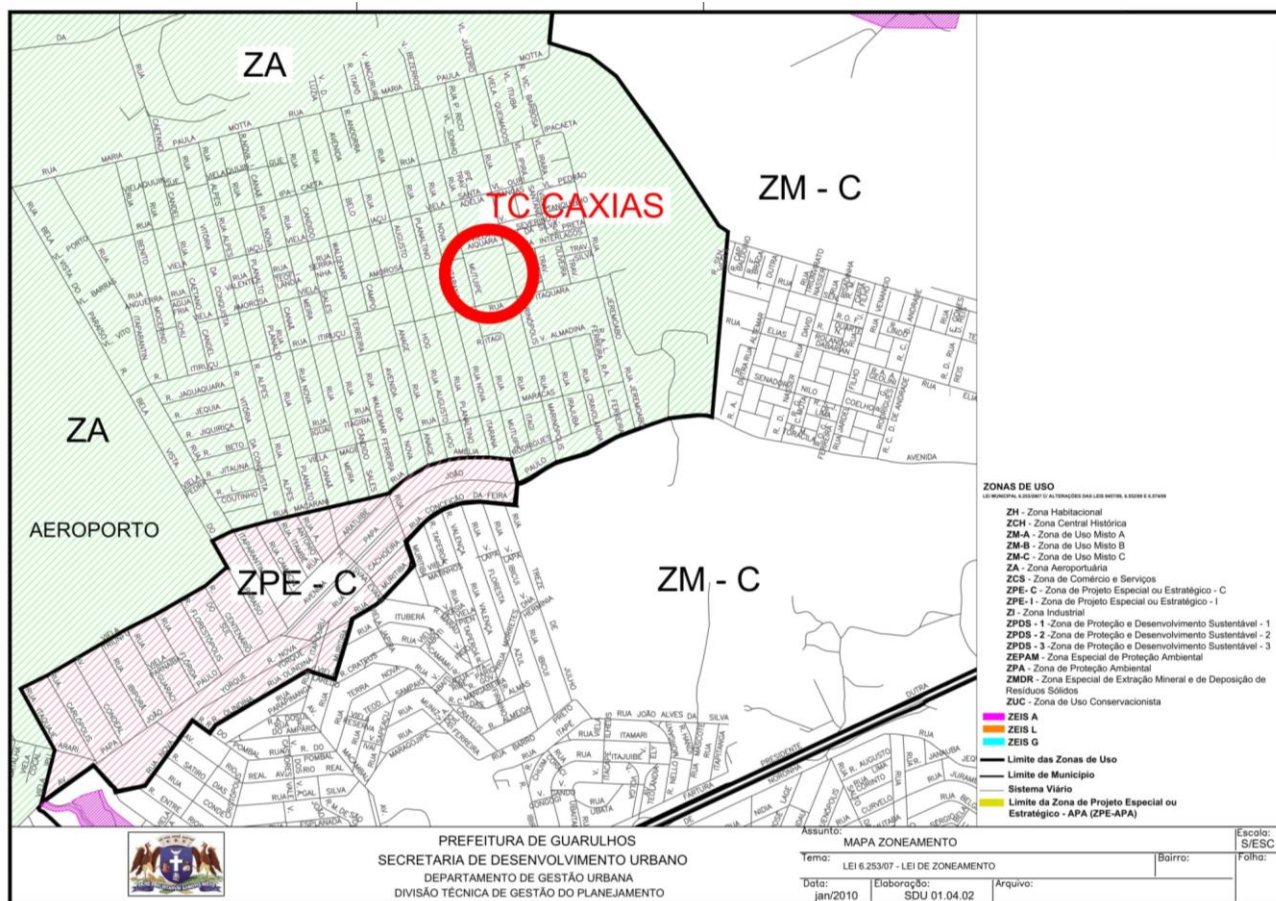


Figura 71. Mapa de Zoneamento de região próxima à TC Caxias. Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE GUARULHOS (2007).

A área de lazer do Campo do Caxias, onde foi implantada a TC, possui em seu entorno mais próximo principalmente, em sua maioria, residências unifamiliares, seguidas de serviços e comércios. Por possuir um ponto de ônibus em sua área, e uma Unidade Básica de Saúde (UBS Marinópolis) em sua frente, passam pela área muitas pessoas a caminho de atendimento na UBS. Localiza-se também próximo a grande supermercado da região, ao Centro Educacional Unificado Presidente Dutra (CEU) e a outra grande área de lazer do bairro, a Praça Orobó, com biblioteca pública, playground, academia popular e campo de futebol onde ocorrem diversos eventos – Figura 72.



Figura 72 . Fotos do entorno da TC Caxias: Supermercados Irmãos Lopes (esquerda superior), CEU Presidente Dutra (direita superior e inferior), e Praça Orobó Presidente Dutra (esquerda inferior). Fonte: Pesquisado em <http://images.google.com/> (fevereiro/2018).

Como na TC Viaduto, foram realizadas vistorias na área da TC Caxias com o intuito de observar aspectos de projeto que podem influenciar a infraestrutura existente, o meio ambiente, o funcionamento das cidades e o comportamento humano, com a implantação deste espaço público com TC.

As vistorias ocorreram em dias e horários distintos: domingo às 10:00h, segunda-feira às 17:00h e terça-feira às 12h. As informações obtidas, a partir do levantamento realizado nas vistorias e no preenchimento dos roteiros de observação, são apresentados resumidamente no Quadro 4.

Quadro 4 – Roteiro de Observação para Vistoria, página 1 – TC Caxias.

Área de Lazer - Nome:	TC CAXIAS		No de usuários	40 usuários, mais pedestres (5 por minuto)
Horários e Dias da Semana abertos ao público:	Área aberta, não possui cercamento.			
Dia / Hora da Vistoria:	Domingo: 10:00 – 11:00h Segunda-feira: 17:00 -17:40h Terça-feira: 12:00 – 13:00h	Distância do ponto de ônibus mais próximo:	Possui ponto de ônibus na área.	
Acessibilidade:	<input type="checkbox"/> boa/acessível	<input checked="" type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> ruim / inacessível	
Obs. Algumas rampas de acesso estão íngremes. Não existe passeio pavimentado em toda a área, há locais em que o acesso se dá somente pela pista de caminhada em pedrisco.				
Uso e Ocupação do entorno:	<input type="checkbox"/> residencial	<input type="checkbox"/> comercial	<input checked="" type="checkbox"/> misto	
Obs. Presença de comércios, serviços, equipamentos públicos e, principalmente, residências unifamiliares.				
Equipamentos	Estado de Conservação / Depredação			
(X) campo de futebol	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/> IN - Obs. Presença de lama e gramíneas em partes do campo.			
(X) pista caminhada	<input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> IN - Obs. Falta pedrisco em alguns pontos.			

Instalações	Estado de Conservação / Depredação
(X) banheiros/vestiários	() B (X) S () IN - Obs. Presença de pichações.
(X) fechamento/alambrados	(X) B () S () IN - Obs. Alambrado do campo em bom estado.
Mobiliários	Estado de Conservação / Depredação
(X) mesas / bancos	() B () S (X) IN - Obs. Presença de mobiliário quebrado.
(X) postes de iluminação	(X) B () S () IN - Obs. Boa iluminação ao longo das pistas de caminhada e na rua.
Recursos Naturais	Estado de Conservação / Depredação
(X) vegetação / jardins	() B (X) S () IN - Obs. Grama bem aparada, porém com presença de pragas.
(X) água	() B () S (X) IN - Obs. Presença de poças com resíduos descartados.
() fauna	() B () S () IN - Obs.
() outros. Quais?	() B () S () IN - Obs.
Legenda: B = Bom / S = Satisfatório / IN = Insatisfatório / Obs. = Observações	
Comentários:	
Não foram encontradas larvas de mosquito nas bacias com água acumulada. Muitos resíduos descartados pela população, inclusive, nas áreas gramadas. Muitas pessoas de diferentes idades no local, seja jogando bola, caminhando, tomando sol, conversando nas mesas e bancos, assistindo jogo, empinando pipa, passeando com cachorro, esperando ônibus, passeando com bebês.	

Fonte: Elaborado por AUTORA (2018).

Sobre os aspectos de projeto da TC Caxias, que podem influenciar na sua inserção urbana, foi verificado durante as vistorias:

- *Dimensões da TC compatível com escala do pedestre.* A TC, mesmo sendo valas e bacias extensas que circundam todo o campo de futebol, não provocam a sensação de barreira ou estranhamento daquele elemento ao pedestre. Por não terem taludes abruptos e regulares, mas terem formas orgânicas e sinuosas, a TC configura-se como paisagem do local, por seu desenho compor com as ondulações existentes em toda a área gramada. (Bom)
- *Ausência de riscos de acidentes aos usuários, causados pela TC.* As bacias existentes são rasas e bem espraiadas (amplas) no terreno, bem como as valas também possuem taludes bem suaves, não oferecendo risco ao usuário. (Bom)
- *Ausência de criação de “esconderijos” pela TC.* A TC não cria esconderijos no local, pois não há barreiras visuais. Toda a área é bem visível. (Bom)
- *Ausência de prejuízos à estrutura do espaço público, advindos da TC.* Não há prejuízos à estrutura da área devido à TC. (Bom)
- *Presença de água parada.* Após eventos de chuvas consecutivos, acumula-se água em alguns pontos mais baixos das valas de condução e também nas bacias de retenção que se tornam praticamente lagoas na área de lazer, que demoram dias e até semanas, em períodos de chuva, para infiltrar no solo. (Insatisfatório)

- *Presença de resíduos descartados irregularmente.* Muitos resíduos são descartados na área, tanto no gramado, quanto perto das mesas e bancos, e dentro das valas e bacias; principalmente após os fins de semana. Por ter manutenção frequente da Prefeitura, tais resíduos não permanecem na área por muito tempo, não provocando assim incômodos maiores. (Satisfatório)
- *Boa manutenção na roçagem, jardinagem e estruturas da TC.* Em todas as vistorias a grama estava aparada, porém com a presença de espécies invasoras (pragas) em alguns pontos. As árvores estão com bom desenvolvimento, principalmente as que se encontram próximas às valas de condução de água de chuva. (Satisfatório)
- *Convites para outros usos (sentar, caminhar, conversar, observar).* A pista em pedrisco que percorre toda a área atrai pessoas para caminhar. O amplo gramado atrai crianças a empinar pipas e brincar, correr no local. Há pouca presença de bancos e mesas, sendo comum ver estes ocupados por grupos de pessoas conversando, descansando da caminhada ou observando. Os topos dos taludes das valas convidam a sentar na grama para assistir aos jogos de futebol. (Bom)
- *Presença de elementos visuais atrativos como árvores, plantas, paisagens, diferentes materiais.* Presença de espécies variadas de árvores, com floradas em diferentes épocas do ano, plantas arbustivas ao longo das valas e bacias demarcam a presença destas na paisagem e também o relevo ondulado de toda a área gramada promove na área de lazer um aspecto mais natural e atrativo. (Satisfatório)
- *Ausência de barreiras visuais (excesso de elementos construtivos, edificações).* Não há barreiras visuais na área de lazer da TC Caxias. (Bom)
- *Paisagens atraentes que estimulam a curiosidade.* A área de projeto é bem extensa, linear e tirou partido da movimentação de terra, fazendo suaves ondulações e bacias no terreno, deixando essa grande área gramada com aspecto bem orgânico e natural. (Satisfatório)
- *Presença de elementos sensoriais atrativos como texturas de materiais, ruídos da presença da água.* A amplitude da área gramada, a textura da grama em alguns pontos convidativos para sentar, e o movimento das plantas arbustivas ao vento na grande área de lazer, são os elementos sensoriais mais marcantes. (Satisfatório)
- *Pontos interessantes de visualização da área, áreas confortáveis.* Alguns platôs com mesas e bancos, debaixo das árvores e alguns topos de taludes das valas, são pontos interessantes e confortáveis para visualização da área. (Satisfatório)
- *Condições de microclima confortáveis (sol,sombra,umidade,frescor).* Poucos locais sob as árvores, com mesas e bancos, propiciam microclima agradável aos usuários. (Satisfatório)

5.2.4 AVALIAÇÃO GERAL DA INSERÇÃO URBANA DAS TCs

Com os dados obtidos nas vistorias e nos Roteiros de Observação, foi alcançado o resultado geral, exposto no Quadro 5.

Podemos verificar que a TC que apresentou melhores resultados quanto à inserção urbana foi a TC ParCão, seguida da TC Viaduto e por último, a TC Caxias.

De maneira geral, todas as TCs apresentaram baixíssima quantidade de aspectos com resultados insatisfatórios. Cada TC obteve apenas 1 (um) resultado insatisfatório, sendo que cada uma foi em um aspecto diferente: a TC ParCão apresentou resultado insatisfatório no aspecto de prejuízo causado à estrutura existente, a TC Caxias no aspecto de presença de água parada e a TC Viaduto no aspecto observado de presença de resíduos descartados irregularmente.

A TC Caxias, quando comparada às demais, apresentou piores resultados nos aspectos que podem influenciar no comportamento humano, considerados como os aspectos sociais de projeto. Podemos verificar que, enquanto a TC ParCão e TC Viaduto obtiveram resultados considerados como “Bom” em todos os itens observados, a TC Caxias obteve em todos os mesmos itens resultados “Satisfatórios”. Estes resultados devem-se ao fato de que a área de lazer do Campo Caxias, bem como a TC implantada no local, não receberam o mesmo tratamento paisagístico, o uso de novos materiais, a criação de pontos mais atraentes para a população aproveitar, reduzindo assim as possibilidades de maior apropriação do usuário pela área que também reduz a inserção urbana do projeto.

Quadro 5 – Caracterização e resultados da avaliação de inserção urbana sobre as TCs.

CRITÉRIOS			ASPECTOS OBSERVADOS	TC VIADUTO			TC CAXIAS			TC PARCÃO		
				B	S	IN	B	S	IN	B	S	IN
INFRAESTRUTURA EXISTENTE	ASPECTOS FÍSICOS DA TC	ESCALA DO USUÁRIO	Dimensões da TC compatível com escala do pedestre	X			X			X		
		SEGURANÇA DOS USUÁRIOS (FÍSICA E SENSORIAL)	Ausência de riscos de acidentes aos usuários, causados pela TC		X		X			X		
			Ausência de criação de “esconderijos” pela TC	X			X			X		
			Ausência de prejuízos à estrutura do espaço público, advindos da TC	X			X					X
MEIO AMBIENTE	ASPECTOS SANITÁRIOS	EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS DESAGRADÁVEIS (PROLIFERAÇÃO DE VETORES)	Presença de água parada		X				X			
			Presença de resíduos descartados irregularmente			X		X		X		
			Boa manutenção na roçagem, jardinagem e estruturas da TC		X			X			X	
FUNCIONAMENTO DA CIDADE	ASPECTOS URBANÍSTICOS	OPORTUNIDADES / ATRATIVIDADES (QUALIDADE DO DESENHO)	Convites para outros usos (sentar, caminhar, conversar, observar)		X		X			X		
			Presença de elementos visuais atrativos como árvores, plantas, paisagens, diferentes materiais.	X				X			X	
			Ausência de barreiras visuais (excesso de elementos construtivos, edificações)	X			X				X	
COMPORTEAMENTO HUMANO	ASPECTOS SOCIAIS	BOA EXPERIÊNCIA SENSORIAL	Paisagens atraentes que estimulam a curiosidade	X				X		X		
			Presença de elementos sensoriais atrativos como texturas de materiais, ruídos da presença da água)	X				X		X		
			Pontos interessantes de visualização da área, áreas confortáveis.	X				X		X		
			Condições de microclima confortáveis (sol,sombra,umidade,frescor)	X				X		X		
TOTAL DE AVALIAÇÕES: BOM, SATISFATÓRIO, INSATISFATÓRIO				9	4	1	6	7	1	12	1	1
TC MELHOR AVALIADA – INSERÇÃO URBANA				TC PARCÃO								

Fonte: Elaborado por AUTORA (2018).

Avaliando as TCs por aspectos de projetos observados temos que, em relação aos **aspectos físicos** da TC implantada, referente à **escala do usuário, riscos de acidentes, sensação de insegurança e prejuízos causados na infraestrutura** do espaço público, a TC Caxias apresentou os melhores resultados, seguida da TC Viaduto, e por último a TC ParCão, devido às erosões que esta vem ocasionando no local do projeto, prejudicando assim a estrutura existente.

Quanto aos **aspectos sanitários** – referentes à **presença de água parada, presença de resíduos descartados irregularmente e condições de manutenção** da TC - a TC ParCão apresentou melhor resultado que a TC Viaduto e TC Caxias, pois foi a que menos apresentou experiências

desagradáveis quanto à presença de água parada, descarte de resíduos e falta de serviços de manutenção.

Sobre os **aspectos urbanísticos**, a TC ParCão também se destacou quanto à **multiplicidade de usos, presença de elementos de projeto atrativos e ausência de barreiras visuais** que podem incomodar o usuário e deixar a área pública insegura. Enquanto que a TC Viaduto deixou a desejar na multiplicidade de usos e a TC Caxias na presença de elementos atrativos no projeto.

Nos aspectos sociais, podemos verificar que a TC ParCão e TC Viaduto obtiveram os mesmos resultados, destacando-se pelas boas experiências sensoriais que ocasionam nos usuários; enquanto que a TC Caxias obteve apenas resultados satisfatórios nestes quesitos.

5.3 RESULTADOS: CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO

A seguir, foram apresentadas as planilhas e análises de custos de implantação e manutenção elaboradas, de cada técnica compensatória e cada dispositivo de drenagem convencional que poderia substituir a TC, em cada área de estudo.

5.3.1 TC PARCÃO

O local onde foi implantada a TC ParCão faz parte de uma área de encosta, ou seja, com uma inclinação do terreno bastante acentuada, do principal parque da cidade de Guarulhos, o Bosque Maia. Devido ao seu relevo e presença de nascentes, esta área de encosta do parque possui apenas trilhas para caminhada em meio a área de vegetação mais densa do parque, de fragmento de Mata Atlântica, bastante prejudicadas por alguns pontos de erosões ocasionadas pela água de chuva.

Com isso, foram implantados dentro desta área de lazer, dispositivos de condução e redução da velocidade da água de chuva, que denominamos de TC ParCão neste trabalho, para evitar na área de projeto danos causados por erosões.

O levantamento dos custos de implantação e manutenção da TC

Para execução destes dispositivos, foram realizados serviços de poda, remoção (carregamento manual) e transporte dos resíduos gerados ao local de destino adequado mais próximo da Prefeitura (área de trituração de resíduos orgânicos, localizado a 3,7 km da obra), para limpeza do local de implantação. Foram realizados serviços de escavação mecanizada para abertura no solo para instalação dos reservatórios, e escavação manual para abertura das valas de condução de água de

chuva. Por se tratar de reaproveitamento de caixas d'água usadas, não foram quantificados tais materiais, mas apenas os serviços para assentamento das caixas como reservatórios. Foram quantificados também serviços e materiais empregados nas travessias da água de chuva sob as trilhas de passeio (tubos e laje), na captação da água da rua (canaletas tipo meia-cana) até a TC, e também no enrocamento das valas de condução (com rachão) e plantio de grama no entorno da TC, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Planilha de custos de implantação de TC ParCão – Guarulhos, SP.

TC ParCão					DATA-BASE: SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017			
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total
1 SERVIÇOS PRELIMINARES								1.463,54
1.1	85185 SINAPI	PODA E LIMPEZA DE ARBUSTOS	M2	280,00	R\$ -	R\$ 4,61	R\$ 4,61	R\$ 1.290,80
1.2	72887 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA (PODA)	M3XKM	22,20	R\$ -	R\$ 1,10	R\$ 1,10	R\$ 24,42
1.3	72897 SINAPI	CARGA MANUAL DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 (PODA)	M3	6,00	R\$ 6,18	R\$ 18,54	R\$ 24,72	R\$ 148,32
					R\$ 37,08	R\$ 1.426,46		
2 TERRAPLENAGEM E ESTRUTURAS								1.062,60
2.1	90084 SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 1,5 MATÉ 3,0 M (RESERVATÓRIOS)	M3	24,00	R\$ -	R\$ 8,57	R\$ 8,57	R\$ 205,68
2.2	1-04-01 EDIF	ESCAVAÇÃO MANUAL, PROFUNDIDADE IGUAL OU INFERIOR A 1,5M (VALAS)	M3	10,01	R\$ -	R\$ 52,28	R\$ 52,28	R\$ 523,12
2.3	01-04-06 EDIF	ESCORAMENTO DE VALAS, DESCONTÍNUO	M2	7,20	R\$ 14,97	R\$ 31,39	R\$ 46,36	R\$ 333,79
					R\$ 107,78	R\$ 954,81		
3 PISOS E REVESTIMENTOS								7.079,45
3.1	07-18-00 INFRA	ENROCAMENTO DE PEDRAS EM TALUDES	M3	13,61	R\$ 60,41	R\$ 31,71	R\$ 266,91	R\$ 3.632,65
3.2	85179 SINAPI	PLANTIO DE GRAMA SÃO CARLOS	M2	280,00	R\$ 11,75	R\$ 0,55	R\$ 12,31	R\$ 3.446,80
					R\$ 4.112,13	R\$ 585,62		
4 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS								642,71
4.1	01-04-10 EDIF	APILOAMENTO DO FUNDO DE VALAS, PARA SIMPLES REGULARIZAÇÃO	M2	7,2	R\$ -	R\$ 4,36	R\$ 4,36	R\$ 31,39
4.2	COMPOSIÇÃO	ASSENTAMENTO DE CAIXA D'ÁGUA DE POLIETILENO, EXCLUSIVE CAIXA D'ÁGUA (BASEADO NO ITEM 06-17-09 EDIF)	M	3,60	R\$ -	R\$ 4,24	R\$ 4,24	R\$ 15,26
4.3	10-11-76 EDIF	CANALETA MEIA CANA EM CONCRETO D=30CM (ENTRADA SARJETA)	M	2,00	R\$ 24,44	R\$ 20,83	R\$ 45,27	R\$ 90,54
4.4	COMPOSIÇÃO	TUBO PVC DN 200 MM PARA DRENAGEM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (BASEADO NO ITEM 10-09-35 EDIF)	M	1,70	R\$ 46,79	R\$ 54,86	R\$ 101,65	R\$ 172,81
4.5	74202 SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA P/PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VAOS ATE 3,50ME=8CM.	M2	4,70	R\$ 46,57	R\$ 24,22	R\$ 70,79	R\$ 332,71
					R\$ 347,30	R\$ 295,41		
					R\$ 4.604,30	R\$ 3.262,30		
TOTAL GERAL (MO+MATERIAL) SEM BDI						R\$ 10.248,30		

Fonte: AUTORA (2018).

Para manutenção dos dispositivos da TC ParCão, são necessários serviços de poda no entorno das estruturas de drenagem devido às constantes quedas de galhos secos e folhas dentro da TC, e limpeza (desassoreamento) das caixas d'água devido ao volume de sedimentos carregados com a água de chuva. Ambos os serviços necessitam ser realizados, no mínimo, quatro vezes ao ano, segundo dados do setor de manutenção da Prefeitura. A limpeza das valas com enrocamento de rachão, segundo Moura (2004), devem ser realizadas duas vezes ao ano, para retirada dos sedimentos (folhas, resíduos e finos, como solo e areia) e também recomposição das pedras que se deslocam. Tais serviços foram considerados, pela Prefeitura, de extrema necessidade devido à baixa

capacidade de armazenamento dos reservatórios, que acarreta uma maior probabilidade de rápido assoreamento das estruturas, podendo prejudicar o funcionamento da TC e acarretar erosões e outros prejuízos na área de lazer implantada. Os custos de manutenção foram levantados na Tabela 2.

Tabela 2 - Planilha de custo anual de manutenção da TC ParCão – Guarulhos, SP.

TC ParCão - Manutenção					DATA-BASE: SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRASP JUL/2017			
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total
1		SERVIÇOS						6.592,10
1.1	85185 SINAPI	PODA E LIMPEZA DE ARBUSTOS, 4X AO ANO	M2	280,00	R\$ -	R\$ 4,61	R\$ 4,61	R\$ 5.163,20
1.2	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM BASCULANTE 6M3, RODOVIA PAVIMENTADA (RESÍDUOS DE PODA E LIMPEZA)	M3XKM	22,20	R\$ -	R\$ 1,10	R\$ 1,10	R\$ 97,68
1.3	17-04-22 EDIF	LIMPEZA DE CAIXA D'ÁGUA - 1001 A 10.000L (3 reservatórios), 4X AO ANO	UNID	3,00	R\$ -	R\$ 139,42	R\$ 139,42	R\$ 836,52
1.4	10-17-00 EDIF	HIDROJATEAMENTO DE ALTA PRESSÃO EM SUPERFÍCIES (LIMPEZA CANAIS EM ENROCAMENTO), 4X AO ANO	M2	51,00	R\$ -	R\$ 4,85	R\$ 4,85	R\$ 494,70

Fonte: AUTORA (2018).

Comparação com dados pré-existent de Moura (2004)

Para verificação dos valores obtidos, foram realizadas comparações com valores de TCs pré-existent na bibliografia de Moura (2004), devidamente reajustados.

Os dispositivos de drenagem executados na TC ParCão possuem características diferentes dos modelos de técnicas compensatórias existentes na bibliografia de Moura (2004); porém, podemos considerar que os reservatórios se assemelham à implantação do modelo de poço de infiltração (Figura 73) e manutenção de micro reservatórios de lote, e que as valas de condução se assemelham à implantação (Figura 74) e manutenção de canal revestido em enrocamento (Figura 75), descritos na literatura de Moura (2004). Desta maneira, pode-se comparar os custos apurados de implantação e manutenção da TC ParCão à soma dos custos previstos por Moura (2004), reajustados para janeiro de 2018.

Tipo de serviço	Unidade	Custo unitário (R\$)	Quantidade	Custo total (R\$)
escavação manual	m ³	26,47	1,00	26,47
transporte de material escavado	m ³ x km	0,28	13,00	3,61
reaterro	m ³	6,50	1,00	6,50
material de preenchimento	m ³	18,98	1,00 0,33	18,98 6,32
geotêxtil	m ²	2,19	3,84	8,42
grama	m ²	7,94	1,10	52,39
Total	m³			116,38

Figura 73. Custos de implantação (R\$/m³) de poço de infiltração de Moura (2004), em destaque somente os itens contabilizados para TC ParCão e alteração para 1/3 de material de preenchimento. Fonte: MOURA (2004).

Tipo de serviço	Unidade	Custo unitário (R\$)	Quantidade	Custo total (R\$)
escavação	m ³	1,99	29,56	58,92
transporte	m ³ x km	0,14	384,28	54,53
enrocamento	m ³	32,05	10,44	334,57
geotêxtil	m ²	2,24	20,88	46,84
concreto	m ³	137,19	0,6	82,31
armação	kg	1,95	42,6	82,90
forma	m ²	12,09	4	48,38
dispositivos auxiliares				24,29
Total				732,74
Total por m ²	m ²			36,64

Figura 74. Custos de implantação (R\$/m²) de canal revestido em enrocamento de Moura (2004), em destaque somente os itens contabilizados para TC ParCão. Fonte: MOURA (2004).

Dispositivo	Serviço (anual)	Custo por metro (R\$)
Canal	Limpeza 2 vezes	31,33
Bocas de lobo	Limpeza 4 vezes e substituição de 10% das grelhas	6,19
Sarjeta	Reconstrução de 1%	4,68
Enrocamento	Reconstrução de 1% do revestimento em enrocamento	3,35
Total		45,57
Total por m ²		1,97

Figura 75. Custos de manutenção (R\$/m²) de canal revestido em enrocamento de Moura (2004), em destaque itens contabilizados para TC ParCão. Fonte: MOURA (2004).

Tabela 3 – Custos de implantação e manutenção de MOURA (2004), reajustados para janeiro de 2018, de acordo com índice de preços de obras públicas (IPOP) – Tabela FIPE – TC ParCão.

Implantação de Dispositivo semelhante à TC ParCão	Custo (R\$) Moura, (2004)	Custo (R\$) reajuste IPOP - 2,61
Poço de infiltração	88,72*	305,20
Canal revestido em enrocamento	23,62*	81,25

* valor referente à soma dos custos destacados em amarelo, nas respectivas tabelas.

Manutenção de Dispositivo semelhante à TC ParCão	Custo anual (R\$) Moura, (2004)	Custo anual (R\$) reajuste IPOP - 2,61
Micro reservatórios de lote	5,09/m ³	13,28/m ³
Canal revestido em enrocamento	62,66/m	163,54/m

Fonte: AUTORA, 2018.

Segundo Moura (2004), seu custo anual de manutenção de micro reservatórios de lote resultante em R\$5,09 por metro cúbico, consiste em limpeza manual, duas vezes ao ano, e recuperação de 2,5% da estrutura, para um reservatório de aproximadamente 3m³, o que se assemelha bastante com a realidade da TC ParCão e por isso foi utilizado.

De acordo então com os levantamentos dos custos pré-existentes na literatura de Moura (2004), obtivemos valores bem próximos entre estes e os levantados em planilha da TC ParCão, validando assim os resultados, conforme apresentado nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Custos totais de Implantação e Manutenção: Moura(2004) x TC ParCão.

Implantação de Dispositivo	Custo Total
Custo de Implantação Reservatórios (poço de infiltração) e de valas de condução (canal revestido em enrocamento) - Moura (2004)	R\$ 11.468,69
Custo de Implantação TC ParCão - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 9.776,84
Manutenção de Dispositivo	Custo Total
Custo Anual de Manutenção Reservatórios (micro reservatório de lote) e de valas de condução (canal revestido em enrocamento) - Moura (2004)	R\$ 4.488,99
Custo Anual de Manutenção TC Caxias - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 6.592,10

Fonte: AUTORA (2018).

Tabela 5 - Custos totais (R\$/m²) de Implantação e Manutenção dos dispositivos: Moura(2004) x TC ParCão.

Custos pré-existent x Custos apurados			
Custo Implantação TC Moura (2004)	Custo Implantação TC ParCão - Prefeitura	Custo Manutenção TC Moura (2004)	Custo Manutenção TC ParCão - Prefeitura
R\$ 40,96 /m ²	R\$ 34,91 /m ²	R\$ 30,93/m ²	R\$ 36,18/m ²

Fonte: AUTORA (2018).

Comparação com custos de implantação e manutenção da drenagem convencional

Para uma análise comparativa dos custos da TC, foram levantados também os custos de implantação e manutenção de um sistema de drenagem convencional para o mesmo local. No caso da área da TC ParCão, devido à sua inclinação, consideramos um projeto de escadaria hidráulica que também funcionaria como condutor e redutor da velocidade da água de chuva.

Dada a não existência de projeto específico de drenagem convencional para a área, foi estimado um orçamento a partir de dados técnicos do Álbum de Projetos - Tipo de Dispositivos de Drenagem do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

Foi definido, então, o tipo de descida d'água de aterros em degraus (escada hidráulica) – DAD 01, apresentado em Figura 76, por esta ser adaptável em meio-fio e de pequeno porte (50cm de largura x 29m de comprimento), conforme dimensões aproximadas da TC ParCão e vazão de projeto. E foi definido também, o Dissipador de Energia II – DEB, projeto-tipo de dissipador aplicado para saída de escada hidráulica (Figura 78) e, em conformidade com o tipo de escada escolhida. As dimensões e os consumos médios de serviços para cada projeto-tipo, também foram levantados conforme Figura 77 e 79.

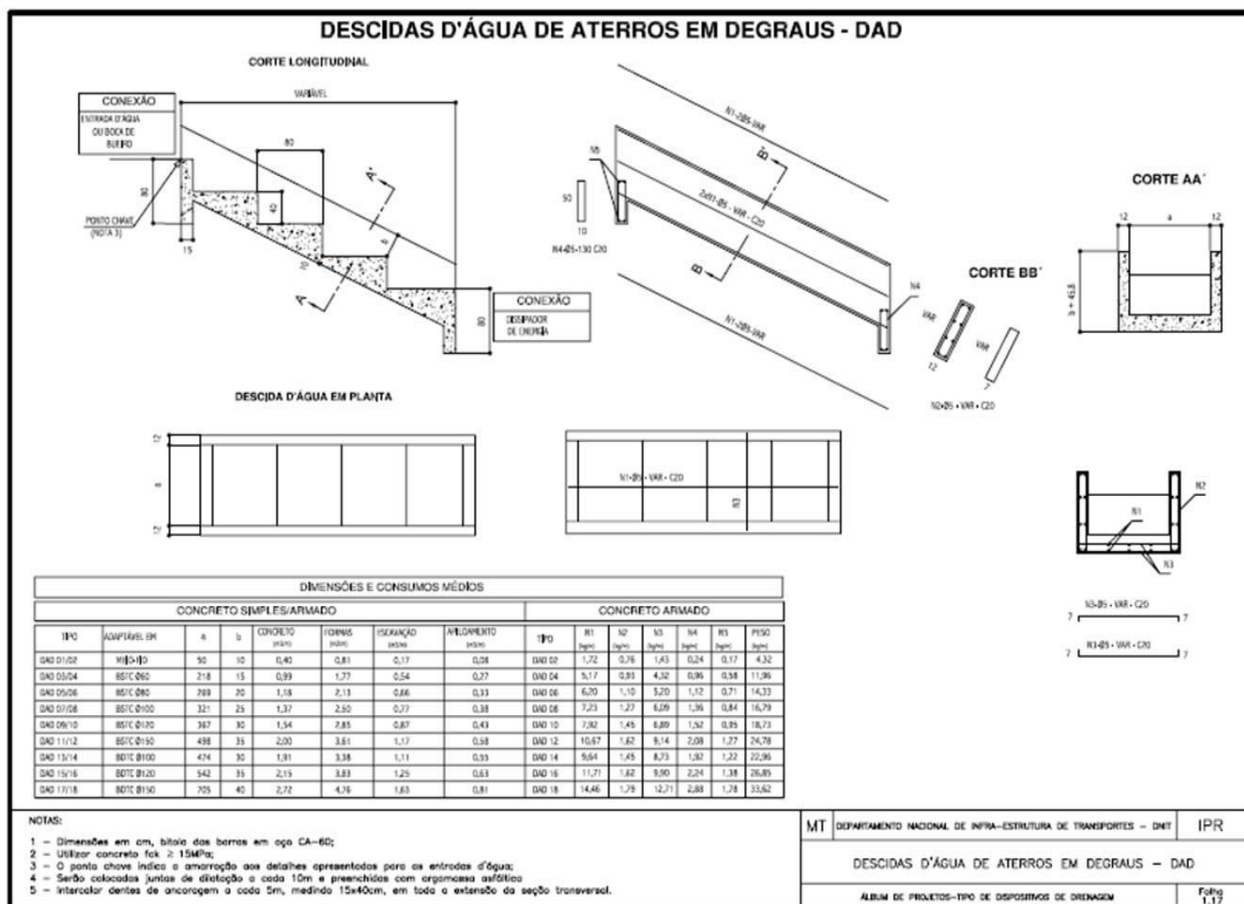


Figura 76. Projeto-tipo de descida de água de aterros em degraus – Escada Hidráulica. Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 2006.

DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS

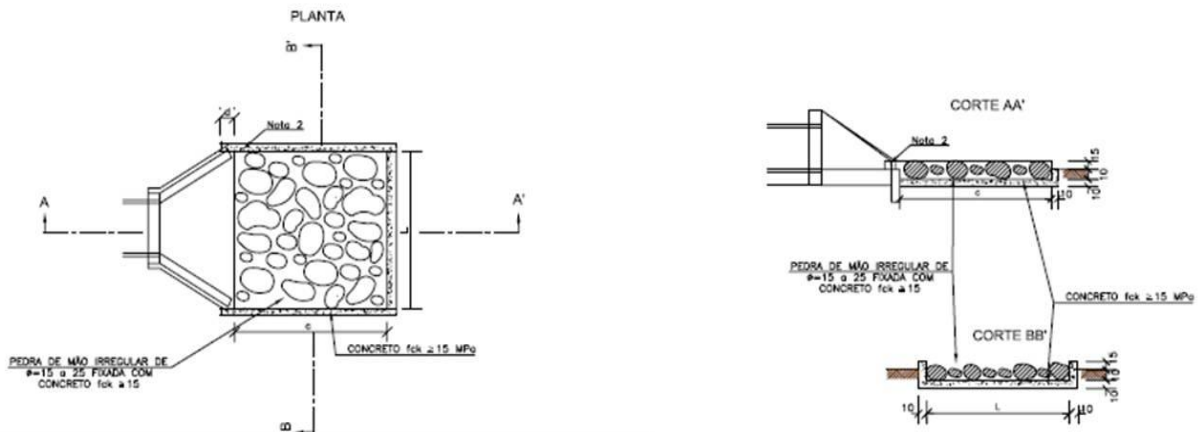
CONCRETO SIMPLES/ARMADO								CONCRETO ARMADO						
TIPO	ADAPTÁVEL EM	a	b	CONCRETO (m³/m)	FORMAS (m²/m)	ESCAVAÇÃO (m³/m)	APLOAMENTO (m³/m)	TIPO	N1 (kg/m)	N2 (kg/m)	N3 (kg/m)	N4 (kg/m)	N5 (kg/m)	PESO (kg/m)
DAD 01/02	MEIO-FIO	50	10	0,40	0,81	0,17	0,08	DAD 02	1,72	0,76	1,43	0,24	0,17	4,32
DAD 03/04	BSTC Ø60	218	15	0,99	1,77	0,54	0,27	DAD 04	5,17	0,93	4,32	0,96	0,58	11,96
DAD 05/06	BSTC Ø80	269	20	1,18	2,13	0,66	0,33	DAD 06	6,20	1,10	5,20	1,12	0,71	14,33
DAD 07/08	BSTC Ø100	321	25	1,37	2,50	0,77	0,38	DAD 08	7,23	1,27	6,09	1,36	0,84	16,79
DAD 09/10	BSTC Ø120	367	30	1,54	2,85	0,87	0,43	DAD 10	7,92	1,45	6,89	1,52	0,95	18,73
DAD 11/12	BSTC Ø150	498	35	2,00	3,61	1,17	0,58	DAD 12	10,67	1,62	9,14	2,08	1,27	24,78
DAD 13/14	BDTC Ø100	474	30	1,91	3,38	1,11	0,55	DAD 14	9,64	1,45	8,73	1,92	1,22	22,96
DAD 15/16	BDTC Ø120	542	35	2,15	3,83	1,25	0,63	DAD 16	11,71	1,62	9,90	2,24	1,38	26,85
DAD 17/18	BDTC Ø150	705	40	2,72	4,76	1,63	0,81	DAD 18	14,46	1,79	12,71	2,88	1,78	33,62

NOTAS:

- 1 - Dimensões em cm, bitola das barras em aço CA-60;
- 2 - Utilizar concreto fck ≥ 15MPa;
- 3 - O ponto chave indica a amarração aos detalhes apresentados para as entradas d'água;
- 4 - Serão colocadas juntas de dilatação a cada 10m e preenchidas com argamassa asfáltica;
- 5 - Intercalar dentes de ancoragem a cada 5m, medindo 15x40cm, em toda a extensão da seção transversal.

Figura 77. Tabela de dimensões e consumos médios de serviços, para execução da escada hidráulica. Em destaque, tipo definido para área. Fonte: DNIT (2006).

**DISSIPADORES DE ENERGIA (II)
APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS - DEB**



DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE									
TIPO	ADAPTÁVEL EM	C	L	d	e	CONCRETO (m³)	FORMAS (m²)	PEDRA FIXADA COM CONCRETO (m³) (VAZIOS=40%)	ESCAVAÇÃO (m³)
DEB 01	DAR01/02/03	200	70	10	15	0,35700	2,730	0,210	0,294
DEB 02	DAD01/02	200	74	10	15	0,36900	2,742	0,222	0,311
DEB 03	BSTC φ 60-DAD03/04	240	130	30	15	0,65180	3,630	0,468	0,650
DEB 04	BSTC φ 80-DAD05/06	320	160	30	15	0,99380	4,680	0,768	1,056
DEB 05	BSTC φ 100-DAD07/08	400	190	30	15	1,40300	5,730	1,140	1,558
DEB 06	BSTC φ 120-DAD09/10	480	220	30	15	1,87940	6,780	1,584	2,156
DEB 07	BSTC φ 150-DAD11/12	560	260	30	15	2,50340	7,860	2,184	2,964
DEB 08	BSTC φ 100-DAD13/14	400	310	30	15	2,09900	6,090	1,860	2,542
DEB 09	BSTC φ 120-DAD15/16	480	360	30	15	2,84820	7,200	2,592	3,528
DEB 10	BSTC φ 150-DAD17/18	560	430	30	15	3,87020	8,370	3,612	4,902
DEB 11	BITC φ 100	400	430	30	15	2,79500	6,450	2,580	3,526
DEB 12	BITC φ 120	480	500	30	15	3,81700	7,620	3,600	4,900
DEB 13	BITC φ 150	600	600	30	15	5,60100	9,360	5,400	7,320

Notas:
1- Dimensões em cm;
2- Na conexão com as descidas d'água não são necessárias as pequenas alas, indicadas no desenho;
3- O concreto de fixação das pedras deverá ter espessura mínima de 10cm.

MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT	IPR
DISSIPADORES DE ENERGIA (II) APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS - DEB		
ALBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM		DESENHO 1.13

Figura 78. Projeto-tipo de dissipador de energia aplicado para saída de escada hidráulica. Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 2006.

DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE									
TIPO	ADAPTÁVEL EM	C	L	d	e	CONCRETO (m³)	FORMAS (m²)	PEDRA FIXADA COM CONCRETO (m³) (VAZIOS=40%)	ESCAVAÇÃO (m³)
DEB 01	DAR01/02/03	200	70	10	15	0,35700	2,730	0,210	0,294
DEB 02	DAD01/02	200	74	10	15	0,36900	2,742	0,222	0,311
DEB 03	BSTC φ 60-DAD03/04	240	130	30	15	0,65180	3,630	0,468	0,650
DEB 04	BSTC φ 80-DAD05/06	320	160	30	15	0,99380	4,680	0,768	1,056
DEB 05	BSTC φ 100-DAD07/08	400	190	30	15	1,40300	5,730	1,140	1,558
DEB 06	BSTC φ 120-DAD09/10	480	220	30	15	1,87940	6,780	1,584	2,156
DEB 07	BSTC φ 150-DAD11/12	560	260	30	15	2,50340	7,860	2,184	2,964
DEB 08	BSTC φ 100-DAD13/14	400	310	30	15	2,09900	6,090	1,860	2,542
DEB 09	BSTC φ 120-DAD15/16	480	360	30	15	2,84820	7,200	2,592	3,528
DEB 10	BSTC φ 150-DAD17/18	560	430	30	15	3,87020	8,370	3,612	4,902
DEB 11	BITC φ 100	400	430	30	15	2,79500	6,450	2,580	3,526
DEB 12	BITC φ 120	480	500	30	15	3,81700	7,620	3,600	4,900
DEB 13	BITC φ 150	600	600	30	15	5,60100	9,360	5,400	7,320

Notas:
1- Dimensões em cm;
2- Na conexão com as descidas d'água não são necessárias as pequenas alas, indicadas no desenho;
3- O concreto de fixação das pedras deverá ter espessura mínima de 10cm.

Tabela 79. Tabela de dimensões e consumos médios de serviços e materiais, para execução de saída de escada hidráulica. Em destaque, tipo definido para área TC ParCão. Fonte: DNIT (2006).

A partir das dimensões e especificações técnicas destes projeto-tipos de escada hidráulica e dissipador de energia, somado às especificações e orientações técnicas da NBR 15645/08 quanto à execução de obras de drenagem de águas pluviais, foi elaborada a planilha orçamentária em Tabela 6, para um sistema de drenagem convencional da área do ParCão.

Tabela 6 - Planilha de custos de implantação de drenagem convencional para TC ParCão – Guarulhos,SP.

Drenagem Convencional - ParCão					DATA-BASE:	SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017			
Escadaria Hidráulica						Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda					
1		SERVIÇOS PRELIMINARES						2.477,74	
1.2	85185 SINAPI	PODA E LIMPEZA DE ARBUSTOS	M2	500,00	R\$ -	R\$ 4,61	R\$ 4,61	R\$ 2.305,00	
1.3	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM BASCULANTE 6M3, RODOVIA PAVIMENTADA (RESÍDUOS DE PODA E LIMPEZA)	M3XKM	22,2	R\$ -	R\$ 0,74	R\$ 1,10	R\$ 24,42	
1.4	72897 SINAPI	CARGA MANUAL DE ENTULHO EM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3	M3	6	R\$ 6,18	R\$ 18,54	R\$ 24,72	R\$ 148,32	
					R\$ 37,08	R\$ 2.432,67			
2		TERRAPLENAGEM E ESCADA HIDRÁULICA						7.186,35	
2.1	93358 SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS	M3	4,93	R\$ -	R\$ 52,28	R\$ 52,28	R\$ 257,74	
2.2	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM BASCULANTE 6M3, RODOVIA PAVIMENTADA	M3XKM	39,44	R\$ -	R\$ 1,10	R\$ 1,10	R\$ 43,38	
2.3	74010 SINAPI	CARGA E DESCARGA MECANIZADA DE SOLO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6M³	M3	4,93	R\$ -	R\$ 1,75	R\$ 1,75	R\$ 8,63	
2.4	01-04-10 EDIF	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA, PARA REGULARIZAÇÃO	M2	2,32	R\$ -	R\$ 4,36	R\$ 4,36	R\$ 10,12	
2.5	92265 SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	23,49	R\$ 47,28	R\$ 39,81	R\$ 87,09	R\$ 2.045,74	
2.6	92784 SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5.0 MM – MONTAGEM. AF_12/2015.	KG	125,28	R\$ 6,17	R\$ 3,85	R\$ 10,02	R\$ 1.255,31	
2.7	72888 SINAPI	CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE AREIA, BRITA, PEDRA DE MAO E SOLOS COM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3 (DESCARGA LIVRE)	M3	11,60	R\$ -	R\$ 1,15	R\$ 1,15	R\$ 13,34	
2.8	94963 SINAPI	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	M3	11,60	R\$ 181,53	R\$ 78,34	R\$ 259,87	R\$ 3.014,49	
2.9	92874 SINAPI	LANÇAMENTO COM USO DE BOMBA, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS.	M3	11,60	R\$ 0,09	R\$ 32,35	R\$ 32,44	R\$ 376,30	
2.10	08-43-00 INFRA	JUNTA TIPO FUNGENBAND O-12 OU SIMILAR	M	4,85	R\$ 31,37	R\$ 1,90	R\$ 33,27	R\$ 161,29	
					R\$ 4.142,46	R\$ 3.043,89			
3		DISSIPADOR DE ENERGIA: SAÍDA ESCADA HIDRÁULICA						386,33	
3.1	93358 SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS	M3	0,31	R\$ -	R\$ 52,28	R\$ 52,28	R\$ 16,26	
3.2	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM BASCULANTE 6M3, RODOVIA PAVIMENTADA	M3XKM	2,49	R\$ -	R\$ 1,10	R\$ 1,10	R\$ 2,74	
3.3	74010 SINAPI	CARGA E DESCARGA MECANIZADA DE SOLO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6M³	M3	0,31	R\$ -	R\$ 1,75	R\$ 1,75	R\$ 0,54	
3.4	01-04-10 EDIF	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA, PARA REGULARIZAÇÃO	M2	1,48	R\$ -	R\$ 4,36	R\$ 4,36	R\$ 6,45	
3.5	92265 SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	2,74	R\$ 39,39	R\$ 28,40	R\$ 67,79	R\$ 185,88	
3.6	72888 SINAPI	CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE AREIA, BRITA, PEDRA DE MAO E SOLOS COM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3 (DESCARGA LIVRE)	M3	0,37	R\$ -	R\$ 1,15	R\$ 1,15	R\$ 0,42	
3.7	94963 SINAPI	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	M3	0,37	R\$ 181,53	R\$ 78,34	R\$ 259,87	R\$ 95,89	
3.8	COMPOSIÇÃO	ASSENTAMENTO DE RACHÃO COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:3	M3	0,22	R\$ 213,67	R\$ 138,32	R\$ 351,99	R\$ 78,14	
					R\$ 222,43	R\$ 163,90			
		TOTAL - MATERIAL / MO			R\$ 4.401,97	R\$ 5.640,46			
		TOTAL GERAL (MO+MATERIAL) SEM BDI						R\$ 10.050,42	

Fonte: AUTORA (2018).

Os custos de manutenção da escadaria hidráulica foram obtidos em tabelas oficiais para serviços da construção civil, sendo tanto os serviços de poda do entorno e de limpeza da escada hidráulica – considerada semelhante ao custo de limpeza de canaletas de águas pluviais do item 17-04-25 da tabela EDIF/SP – realizados quatro vezes ao ano, para manutenção das boas condições de uso da área de lazer pela população, conforme definido também para manutenção da TC pela Prefeitura. A Tabela 7 apresenta a quantificação dos custos para manutenção anual deste tipo de drenagem no local, conforme frequência especificada.

Tabela 7 - Planilha de custo anual de manutenção de drenagem convencional para TC ParCão – Guarulhos,SP.

Drenagem Convencional - Manutenção					DATA-BASE:	SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017			
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total	
1		SERVIÇOS							5.563,64
1.1	85185 SINAPI	PODA E LIMPEZA DE ARBUSTOS, 4X AO ANO	M2	280,00	R\$ -	R\$ 4,61	R\$ 4,61	R\$	5.163,20
1.2	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM BASCULANTE 6M3, RODOVIA PAVIMENTADA (RESÍDUOS DE PODA E LIMPEZA)	M3XKM	22,20	R\$ -	R\$ 1,10	R\$ 1,10	R\$	97,68
1.4	17-04-25 EDIF	LIMPEZA DE CANALETAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, 4X AO ANO	M	29,00	R\$ -	R\$ 2,61	R\$ 2,61	R\$	302,76

Fonte: AUTORA (2018).

Avaliação Geral dos levantamentos e custos obtidos

Podemos observar que, de acordo com os valores levantados, o custo de implantação da técnica compensatória e da drenagem convencional, no caso da TC ParCão, é praticamente o mesmo, sendo R\$ 9.776,84 para implantação da TC e R\$ 10.050,42 para implantação da escada hidráulica – diferença menor que 3% no custo, conforme Figura 80.

Implantação	Custo Total Apurado
Drenagem convencional: escadaria hidráulica.	R\$ 10.050,42
Implantação TC ParCão - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 9.776,84

Figura 80. Comparativo entre custos totais de implantação: TC x Drenagem convencional. Fonte: AUTORA (2018).

Os custos apurados de manutenção anual dos dispositivos de drenagem da TC ParCão totalizaram o valor de R\$ 6.592,10; enquanto que os custos de manutenção adequada da escada hidráulica chegaram à quantia de R\$ 5.563,64, conforme Figura 81. Isto representa que a TC apresentou um custo de manutenção 15% mais caro do que a manutenção para a drenagem convencional.

Manutenção	Custo Total Apurado
Drenagem convencional: escadaria hidráulica.	R\$ 5.563,64
Manutenção TC ParCão - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 6.592,10

Figura 81. Comparativo entre custos totais de manutenção: TC x Drenagem convencional. Fonte: AUTORA (2018).

De modo geral, podemos analisar que os custos de implantação da técnica compensatória foi praticamente o mesmo para implantação de uma drenagem convencional para a área de lazer, podendo destacar neste contexto, que o reaproveitamento de materiais na TC ParCão auxiliaram na diminuição dos custos de execução.

Os custos de manutenção da TC demonstraram-se maiores, em 15%, devido à necessidade de maior frequência de serviços de limpeza nos diferentes dispositivos da TC. Pode-se verificar que o sistema de drenagem da TC ParCão, por ser composto por diferentes estruturas de menor escala, possui uma maior complexidade e exigência de manutenção, a fim de que as estruturas da TC não entrem em colapso devido ao assoreamento, por exemplo.

Apesar do custo mais elevado em manutenção, percebe-se que a TC ParCão foi composta de diferentes estruturas buscando se inserir na paisagem natural do parque, fazendo uso de reservatórios enterrados e valas revestidas com pedra, tornando-se inclusive, um elemento paisagístico do projeto desta área de lazer; diferentemente dos dispositivos da drenagem convencional, como no caso, a escada hidráulica.

5.3.2 TC VIADUTO

A área destinada à implantação da bacia de infiltração fazia parte do canteiro de obras da empresa executora do Viaduto, sendo o exato local utilizado como área de pátio para depósito de material da obra. Nas etapas finais de conclusão da obra do Viaduto Cidade de Guarulhos, durante o ano de 2009 e início de 2010, a Prefeitura iniciou a implantação do projeto de paisagismo sob esta obra viária.

O levantamento dos custos de implantação e manutenção da TC

Foram realizados serviços com máquinas para limpeza da área, incluindo vegetação e restos de materiais de obra, aterro de um metro de altura, corte mecanizado e manual para construção da borda sinuosa da bacia de infiltração. Foram construídos muretas de arrimo de 30cm de altura de rachão para contenção das bordas verticais da bacia, instalados 2 tubos de PVC para interligação

dos lagos até a bacia de infiltração e por fim, foram realizados plantios de espécies de palmeiras de sombra dentro de tubos de concreto danificados, reutilizados neste caso como vasos dentro da bacia de infiltração; além do plantio de arbustos e plantas aquáticas, para valorização da bacia no projeto de paisagismo implantado no local. Tais serviços foram quantificados na Tabela 8.

Tabela 8 - Planilha de custos de implantação da TC Viaduto – Guarulhos, SP.

TC Viaduto					DATA-BASE:	SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017		
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total
1		TERRAPLENAGEM E ESTRUTURAS						6.100,31
1.1	73859/1 SINAPI	DESMATAMENTO E LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO, COM REMOÇÃO DE CAMADA VEGETAL, UTILIZANDO TRATOR DE ESTEIRAS	M2	303,00	R\$ -	R\$ 0,14	R\$ 0,14	R\$ 42,42
1.2	72898 SINAPI	CARGA E DESCARGA MECANIZADA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6M ³ (RESÍDUOS LIMPEZA)	M3	30,30	R\$ -	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 121,20
1.3	72887 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM BASCULANTE 6M ³ , RODOVIA PAVIMENTADA (RESÍDUOS DE LIMPEZA)	M3XKM	30,30	R\$ -	R\$ 1,10	R\$ 1,10	R\$ 33,33
1.4	01-03-05 EDIF	FORNECIMENTO DE TERRA, INCLUSIVE CORTE, CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE ATÉ 1KM	M3	303,00	R\$ -	R\$ 14,92	R\$ 14,92	R\$ 4.520,76
1.5	01-03-03 EDIF	CORTE E CARREGAMENTO, INCLUSIVE TRANSPORTE ATÉ 1KM (RETROESCAVADEIRA) - BACIA	M3	90,92	R\$ -	R\$ 12,83	R\$ 12,83	R\$ 1.166,52
1.6	01-02-02 EDIF	CORTE MANUAL E ESPALHAMENTO DENTRO DA OBRA (REGULARIZAÇÃO DAS BORDAS DA BACIA)	M3	4,96	R\$ -	R\$ 43,57	R\$ 43,57	R\$ 216,08
					R\$ -	R\$ 6.100,31		
2		REVESTIMENTO						2.450,61
2.1	07-20-00 EDIF	MURO DE ARRIMO DE RACHÃO COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:3 (BORDA DA BACIA)	M3	4,96	R\$ 217,44	R\$ 276,69	R\$ 494,13	R\$ 2.450,61
					R\$ 1.078,38	R\$ 1.372,23		
3		PAISAGISMO						9.351,15
3.1	90084 SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 1,5 M ATÉ 3,0 M (ABERTURA VASOS)	M3	20,66	R\$ 5,44	R\$ 6,51	R\$ 11,95	R\$ 246,89
3.2	92210 SINAPI	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 1000 MM - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO (VASOS)	M	12,00	R\$ 118,34	R\$ 177,18	R\$ 295,52	R\$ 3.546,24
3.3	92210 SINAPI	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 2000 MM - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO (VASOS)	M	2,00	R\$ 236,69	R\$ 354,35	R\$ 591,04	R\$ 1.182,08
3.4	85180 SINAPI	PLANTIO DE ARBUSTO COM ALTURA 50 A 100CM, EM CAVA DE 60X60X60CM	UNID	50,00	R\$ 55,80	R\$ 2,403	R\$ 58,20	R\$ 2.910,00
3.5	73967/1 SINAPI	PLANTIO DE ÁRVORE, ALTURA DE 1,00M, EM CAVAS DE 80X80X80CM (PALMEIRAS)	UNID	14,00	R\$ 100,26	R\$ 4,45	R\$ 104,71	R\$ 1.465,94
					R\$ 6.199,46	R\$ 3.151,69		
4		INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS						319,64
4.1	10-09-34 EDIF	TUBO DE PVC RÍGIDO - 150MM, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (LIGAÇÃO À BACIA DE INFILTRAÇÃO)	M	4,00	R\$ 23,32	R\$ 50,94	R\$ 74,26	R\$ 297,04
4.2	01-04-01 EDIF	ESCAVAÇÃO MANUAL PROFUNDIDADE IGUAL OU MENOR A 1,5M	M3	0,40	R\$ -	R\$ 52,28	R\$ 52,28	R\$ 20,91
4.3	01-04-80 EDIF	REATERRO DE VALAS, INCLUSIVE COMPACTAÇÃO	M3	0,16	R\$ -	R\$ 10,52	R\$ 10,52	R\$ 1,68
					R\$ 93,28	R\$ 226,36		
		TOTAL - MATERIAL / MO			R\$ 7.371,12	R\$ 10.850,58		
		TOTAL GERAL (MO+MATERIAL)				R\$ 18.221,70		

Fonte: AUTORA (2018).

Os serviços de manutenção da bacia de infiltração são realizados por um jardineiro e 2 (dois) auxiliares operacionais da Secretaria de Meio Ambiente e consistem na poda e capina manual da vegetação, limpeza dos resíduos descartados pelos usuários nos canteiros e dentro da bacia, e remoção (transporte) de todos os resíduos, conforme apresentado em Tabela 9.

Tabela 9 - Planilha de custos de manutenção da TC Viaduto – Guarulhos, SP.

TC Viaduto - Manutenção				DATA-BASE:	SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017			
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total
1		SERVIÇOS						2.035,43
1.1	85185 SINAPI	PODA E LIMPEZA DE ARBUSTOS (CANTEIROS E VASOS)	M2	26,71	R\$ -	R\$ 4,61	R\$ 4,61	R\$ 123,11
1.2	73859/2 SINAPI	CAPINA E LIMPEZA MANUAL (BACIA)	M2	1.212,00	R\$ -	R\$ 1,56	R\$ 1,56	R\$ 1.890,72
1.3	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM CARROCERIA 9T	TXKM	36,00	R\$ -	R\$ 0,60	R\$ 0,60	R\$ 21,60
TOTAL GERAL (MO+MATERIAL)			R\$ 2.035,43					

Fonte: AUTORA (2018).

Devido ao crescimento contínuo da vegetação e o descarte de resíduos pela população e, neste caso, pelos moradores de rua existentes no local, a frequência realizada pela Prefeitura para a manutenção preventiva desta TC, para que a área não seja tomada por espécies invasoras de vegetação e/ou se transforme em fontes de maus odores e proliferação de insetos, é de poda no mínimo uma vez por mês, e os serviços de limpeza manual para retirada de resíduos e sua destinação correta, realizados uma vez por semana. Esta frequência dos serviços foi relatada pelos próprios funcionários da manutenção da Prefeitura, que são fixos neste local, e tais custos estão detalhados, dentro desta frequência.

Deve-se informar que, conforme citado por Baptista et al 2011, a vida útil das bacias de infiltração situa-se em torno de 5 (cinco) anos, devido a possibilidade de colmatagem da estrutura ocasionado pelo aporte de sedimentos. Relatamos que a TC não está ligada diretamente ao dispositivo que capta o volume de água de chuva escoado pela superfície do viaduto, mas que esta se encontra a jusante de, aproximadamente, 3.200m² de lagos com lâmina d' água permanente, em que a água escoada é conduzida por gravidade pelos 27 lagos interligados até à bacia de infiltração. Foi considerado que, devido a este grande percurso da água, a quantidade de sedimentos que chega até a bacia é bastante reduzida, podendo aumentar, portanto, a vida útil do sistema. Desta maneira, não foi, portanto, calculada a previsão de recomposição do fundo da estrutura, no custo de manutenção da TC, indicada por Baptista et al (2011).

Comparação com os dados pré-existentis de Moura (2004)

Analisando os resultados obtidos com os dados de Moura (2004), reajustados para janeiro de 2018, para custos de implantação e manutenção de uma bacia de infiltração, foi utilizada Figura 82 para verificação dos valores da bibliografia e, após, reajustados, calculados os valores por metro quadrado de projeto de bacia de infiltração, conforme apresentados em Tabelas 10 e 11.

Estrutura	Custo de Implantação (R\$)	Custo de implantação (R\$) Bibliografia	Custos de Operação e Manutenção (em R\$ por ano)	Custos de Operação e Manutenção (em R\$ por ano) - Bibliografia	Vida útil - Bibliografia	Vida útil
Redes tubulares	Variável. Figura 6.2.		144,55 / metro linear	-	-	30 anos
Galerias	Variável. Figura 6.4.		42,37/metro linear + 0,34/m ²	-	-	30 anos
Canal revestido em concreto	126,57 / m ² /m		3,09 / m ²	-	-	30 anos
Canal com revestimento vegetal	28,20 / m ² /m		1,82 / m ²	-	-	30 anos
Canal revestido em enrocamento	36,64 / m ² /m		1,97 / m ²	-	-	30 anos
Canal em gabião tipo caixa	78,41 / m ² /m		3,74 / m ²	-	-	30 anos
Canal em gabião tipo colchão	41,05 / m ² /m		2,06 / m ²	-	-	30 anos
Bacias de detenção gramadas	28,91 / m ³	50,00 – 200,00 / m ³	190,00 / ha + 12,56 / m ³	1,60 – 5,90 / m ³	10 – 15 anos	15 anos
Bacias de detenção em concreto	35,69 / m ³	35,00 – 270,00 / m ³	190,00 / ha + 12,09 / m ³	11,00 / m ³	30 anos	30 anos
Bacias de detenção enterradas	119,63 / m ³	670,00 – 700,00 / m ³	190,00 / ha + 22,17 / m ³ + 0,93 / m ³	4,40 / m ³	-	30 anos
Bacias de infiltração	23,00 / m³	370,00 / m³	10,67 / m³	10,00 - 37,00/m³	5 a 10 anos	10 anos
Micro reservatórios de lote	126,57 / m ³	-	5,09 / m ³	-	-	30 anos
Pavimentos de CBUQ	0,00 / m ²	-	0,00 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos de concreto permeável	26,41 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	1,44 / m ²	0,10 – 0,90 / m ²	10 – 25 anos	15 anos
Pavimentos de asfalto permeável	19,37 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	0,74 / m ²	0,10 – 0,90 / m ²	10 – 25 anos	15 anos
Pavimentos de blocos vazados	35,06 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	1,96 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos intertravados	11,74 / m ²	-	4,19 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos de alvenaria poliédrica	-0,19 / m ²	-	2,68 / m ²	-	-	15 anos
Poços	116,38 / m ³	400,00 / m ³	12,32 / unidade	0,30 / m ³	-	15 anos
Trincheiras	53,22 / m	62,40 – R\$234,00 / m	16,02 / m	-	5 - 15 anos	10 anos
Valas e valetas	52,81 / m	74,00 / m	10,39 / m	3,70 – 5,20 / m	15 anos	15 anos
Valas e valetas com canaleta	69,23 / m	-	10,39 / m	-	15 anos	15 anos

Figura 82. Síntese dos custos de implantação e manutenção das TCs, com destaque para os valores para bacia de infiltração em amarelo. Fonte: MOURA (2004).

Tabela 10 – Custos de implantação e manutenção de MOURA (2004), reajustados para janeiro de 2018, de acordo com índice de preços de obras públicas (IPOP), por tipo de serviço – Tabela FIPE.

Implantação de Dispositivo Moura(2004)	Custo por metro (R\$) Moura, (2004)	Custo por metro (R\$) reajuste IPOP - 3,44	Manutenção de Dispositivo Moura(2004)	Custo por metro (R\$) Moura, (2004)	Custo por metro (R\$) reajuste IPOP - 2,61
Bacia de infiltração	R\$23,00	R\$79,12	Bacia de infiltração	R\$10,67	R\$27,84

Fonte: AUTORA (2018).

Tabela 11 - Custos totais (R\$/m²) de Implantação e Manutenção dos dispositivos: Moura(2004) x TC ParCão.

Bacia de infiltração			
Custo Implantação Moura (2004)	Custo Implantação TC Viaduto	Custo Manutenção Moura (2004)	Custo Manutenção TC Viaduto
R\$ 79,12* / m ³	R\$ 200,41 / m ³	R\$ 27,84*/ m ³	R\$ 266,00 / m ³

Fonte: AUTORA (2018).

Comparação com custos de implantação e manutenção da drenagem convencional

Para se comparar os custos da TC Viaduto com os da drenagem convencional, foi obtido um Projeto de Drenagem existente anterior à proposta de implantação da TC, que consistia em uma rede tubular

subterrânea, que ligaria a boca de lobo que recebe a água escoada na superfície do viaduto passando por 3 (três) poços de visita até chegar à galeria. A partir das dimensões e especificações deste projeto, somado às especificações e orientações técnicas da NBR 15645/08 quanto à execução de obras de drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto, foi elaborada a planilha orçamentária da Tabela 12.

Tabela 12 - Planilha de custos de implantação de drenagem convencional para área da TC Viaduto – Guarulhos, SP.

Drenagem Convencional - Viaduto					DATA-BASE: SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017			
Tubulação, bocas de lobo e poços de visita					Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtde				
TERRAPLENAGEM E ESTRUTURAS								26.346,90
1.1	90084 SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 1,5 M ATÉ 3,0 M (TUBULAÇÃO, BLs E PVs)	M3	86,34	R\$ -	R\$ 8,57	R\$ 8,57	R\$ 739,93
1.2	01-04-06 EDIF	ESCORAMENTO DE VALAS, DESCONTÍNUO	M2	49,77	R\$ 11,97	R\$ 31,39	R\$ 43,36	R\$ 2.157,88
1.3	01-04-10 EDIF	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA, PARA REGULARIZAÇÃO	M2	52,26	R\$ -	R\$ 4,36	R\$ 4,36	R\$ 227,83
1.4	01-04-16 EDIF	LASTRO DE CONCRETO, 150KG CIMM3	M3	10,45	R\$ 164,50	R\$ 147,15	R\$ 311,65	R\$ 3.257,05
1.5	01-04-32 EDIF	TUBO DE CONCRETO - DIÂMETRO DE 50CM	M	12,50	R\$ 61,99	R\$ 12,67	R\$ 74,66	R\$ 933,25
1.6	01-04-33 EDIF	TUBO DE CONCRETO - DIÂMETRO DE 60CM	M	62,15	R\$ 80,46	R\$ 12,67	R\$ 93,13	R\$ 5.788,03
1.7	01-04-80 EDIF	REATERRO DE VALAS, INCLUSIVE COMPACTAÇÃO	M3	72,75	R\$ -	R\$ 10,52	R\$ 10,52	R\$ 765,35
1.8	83659 SINAPI	BOCA DE LOBO EM ALVENARIA TIJOLO MACIÇO, REVESTIDA COM ARGAMASSA CIMENTO E AREIA 1:3 SOBRE LASTRO DE CONCRETO, COM TAMPA DE CONCRETO ARMADO	UNID	2,00	R\$ 206,89	R\$ 598,82	R\$ 805,71	R\$ 1.611,42
1.9	06-18-02 EDIF	POÇO DE VISITA TIPO 2 - 1,6X1,6X1,6M	UNID	3,00	R\$ 1.509,29	R\$ 2.112,76	R\$ 3.622,05	R\$ 10.866,15
TOTAL - MATERIAL / MO					R\$ 13.032,01	R\$ 13.314,89		
TOTAL GERAL (MO+MATERIAL) SEM BDI					R\$ 26.346,90			

Fonte: AUTORA (2018).

Os custos e a frequência de manutenção das redes tubulares, poços de visita e bocas de lobo foram obtidos a partir de Moura (2004), conforme Figura 83 abaixo, cujos dados foram baseados na manutenção periódica das redes tubulares da cidade de Belo Horizonte, durante o ano de 2003. Para se atualizar os custos referentes ao ano de 2003, foi calculado o índice para reajuste dos valores, de acordo com o Índice de Preços de Obras Públicas (IPOP) referentes à Dezembro de 2003 e Janeiro de 2018, apurados no site da Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo. Os índices apurados foram os referentes a Serviços com predominância de mão de obra. A seguir, Tabela 13 com os custos de manutenção de drenagem de Moura (2004), reajustados para 2018.

Dispositivo	Servico	Custo por metro (R\$)
Rede de concreto	Limpeza 2 vezes ao ano	102,65
Poço de visita	Substituição de 10% das tampas ao ano	0,45
Bocas de lobo	Substituição de 10% das grelhas e limpeza 4 vezes ao ano	6,19
Sarjeta	Reconstrução de 1% ao ano	4,68
Caixas de passagem	Recuperação de 10% ao ano	0,59
Total		114,55

Figura 83. Custos de manutenção anuais das redes tubulares, em destaque os valores utilizados para drenagem convencional na área da TC Viaduto. Fonte: MOURA (2004).

Tabela 13 – Custos de manutenção de Moura (2004), com valores reajustados para janeiro de 2018 - índice IPOP, calculado de 2,61.

Dispositivo	Custo por metro (R\$) Moura, (2004)	Custo por metro (R\$) reajuste IPOP - 2,61
Rede de concreto	102,65	267,92
Poço de Visita	0,45	1,17
Boca de lobo	6,19	16,16

Fonte: AUTORA (2018).

A partir dos dados de Moura (2004), reajustados, foi elaborada planilha (Tabela 14) de custos de manutenção para o sistema de drenagem convencional que seria instalado pela Prefeitura no local, anteriormente à proposta de implantação da TC. .

Tabela 14 – Planilha de levantamento de custos de manutenção da drenagem convencional para área da TC Viaduto – Guarulhos, SP.

Drenagem Convencional - Manutenção		DATA-BASE	SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017		
Item	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário	VALOR Total
1	SERVIÇOS				40.162,30
1.1	LIMPEZA DE REDE DE CONCRETO TUBULAR, 2X AO ANO	M	74,65	R\$ 535,84	R\$ 40.000,46
1.2	POÇO DE VISITA - SUBSTITUIÇÃO DE 10% DAS TAMPAS AO ANO	M	5,73	R\$ 1,17	R\$ 6,70
1.3	LIMPEZA DE BOCA DE LOBO, 4X AO ANO, COM SUBSTITUIÇÃO DE 10% DAS GRELHAS	M	2,40	R\$ 64,64	R\$ 155,14
TOTAL GERAL (MO+MATERIAL)				R\$ 40.162,30	

Fonte: AUTORA (2018).

Os valores levantados demonstram que, no caso da TC Viaduto, o custo de implantação da técnica compensatória seria hoje de R\$ 18.221,70, enquanto que o custo da proposta de implantação da drenagem convencional para o local seria de R\$ 26.346,90, apresentando assim que a TC instalada promoveu uma redução de 30%, apresentado em Figura 84, dos custos em relação à construção de bocas de lobo, tubulações subterrâneas e poços de visita até a galeria mais próxima existente.

Implantação	Custo Total Apurado
Rede de drenagem convencional, conforme projeto Prefeitura: tubulação, bocas de lobo e PVs (Moura,2004)	R\$ 26.346,90
Implantação TC Viaduto - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 18.221,70

Figura 84. Comparativo entre custos totais de implantação: TC Viaduto x Drenagem convencional. Fonte: AUTORA (2018).

Os custos apurados de manutenção do projeto da bacia de infiltração do Viaduto totalizaram o valor anual de R\$ 24.230,82, conforme Figura 85, enquanto que os custos de manutenção adequada da rede tubular convencional totalizaram a quantia anual de R\$ 40.162,30, ou seja, um custo 39% mais caro do que a manutenção da técnica compensatória.

Manutenção	Custo Total Apurado
Rede de drenagem convencional, conforme projeto Prefeitura: tubulação, bocas de lobo e PVs (Moura, 2004)	R\$ 40.162,30
Manutenção TC VIADUTO - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 24.230,82

Figura 85. Comparativo entre custos totais de manutenção: TC Viaduto x Drenagem convencional. Fonte: AUTORA (2018).

Avaliação Geral dos levantamentos e custos obtidos

A grande diferença entre os custos de implantação e manutenção entre os levantados da TC e da bibliografia de Moura (2004), baseia-se na construção de bacias de infiltração sem investimentos no paisagismo, que representaram 51% do valor de implantação da TC Viaduto. Quanto à manutenção, destacamos que Moura (2004) quantifica custos apenas de 25% de recuperação anual do revestimento de grama total da bacia de infiltração, enquanto que os custos de manutenção levantados para a TC Viaduto consistem em custos mensais de capina e poda do paisagismo implantado, somado a custos semanais de limpeza de resíduos descartados no local, e seu transporte. Podemos verificar que a bacia de infiltração da TC recebeu a mesma valorização paisagística do espaço público projetado que se trata de um grande jardim de passagem de pessoas, com bancos para contemplação dos lagos e plantas. Tal paisagismo possibilita uma maior inserção da TC nos usos urbanos, porém acarreta uma maior necessidade de investimentos em sua implantação.

Pelo fato da TC estar debaixo de um viaduto urbano, em pleno centro da cidade, tal área pode ser caracterizada como uma área de alta fragilidade, pois costumam atrair a presença de moradores de

rua e até mesmo ocupações irregulares. Isso também exige uma maior manutenção, por parte da Prefeitura, nesta área, pois o descarte de resíduos dos moradores de rua é bastante intenso.

Porém, ainda podemos analisar que os custos de implantação e manutenção da TC Viaduto, mesmo com os investimentos em paisagismo, ficaram abaixo dos custos previstos para o projeto de drenagem convencional existente para o local. A drenagem convencional neste trecho apresenta maior complexidade de execução e também de manutenção, por ser totalmente subterrânea; enquanto que apesar da bacia de infiltração necessitar de uma maior quantidade de serviços de manutenção (mais frequente), tais serviços são menos complexos e, conseqüentemente, mais baratos.

5.3.3 TC CAXIAS

No ano de 2014, a Prefeitura de Guarulhos iniciou a revitalização da área de lazer existente no bairro Jd. Presidente Dutra, conhecido como Campo do Caxias, com o intuito de retirar o muro que cercava o campo, ampliando a área e criando novos usos à população, além do campo de futebol. Com a intenção de criar uma pista de caminhada elevada com traçado orgânico, em volta de todo o campo, foi planejada também a implantação de valas gramadas entre a pista e o campo de futebol, para condução da água escoada do campo e dos taludes gramados desta pista.

Além das valas gramadas, foram construídas também 3 bacias gramadas de retenção desta água escoada, a fim de que toda a água de chuva deste local fosse retida e absorvida na própria área verde, minimizando os impactos deste volume de água na rede de drenagem existente.

O levantamento dos custos de implantação e manutenção da TC

Para execução da TC, foram realizados serviços de limpeza da área, escavação mecanizada das valas e bacias, com deposição da terra na própria obra utilizada para elevar a pista de caminhada, e corte manual (enxada) para acabamento e desenho sinuoso das bordas dos taludes, valas e bacias. Foi instalado tubo de concreto de 400mm ao final da ligação das bacias para que, em caso de extravasão, a água fosse encaminhada à galeria. Após todas estas etapas, foi realizado plantio de grama para revestimento da área da TC. O levantamento dos custos de tais serviços são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Planilha de custos de implantação da TC Caxias – Guarulhos, SP.

TC Caxias					DATA-BASE:	SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017		
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total
1		TERRAPLENAGEM E ESTRUTURAS						20.566,21
1.1	73859/1 SINAPI	DESMATAMENTO E LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO, COM REMOÇÃO DE CAMADA VEGETAL, UTILIZANDO TRATOR DE ESTEIRAS	M2	3.873,00	R\$ -	R\$ 0,14	R\$ 0,14	R\$ 542,22
1.2	72887 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM BASCULANTE 6M3, RODOVIA PAVIMENTADA (RESÍDUOS DE LIMPEZA)	M3XKM	6.158,07	R\$ -	R\$ 1,10	R\$ 1,10	R\$ 6.773,88
1.3	90091 SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	M3	686,56	R\$ -	R\$ 5,26	R\$ 5,26	R\$ 3.611,31
1.4	74010 SINAPI	CARGA E DESCARGA MECANIZADA DE SOLO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6M³ (DENTRO DA OBRA)	M3	686,56	R\$ -	R\$ 1,75	R\$ 1,75	R\$ 1.201,48
1.5	01-02-02 EDIF	CORTE MANUAL E ESPALHAMENTO DENTRO DA OBRA (REGULARIZAÇÃO MANUAL DAS ONDULAÇÕES NO TERRENO)	M3	193,65	R\$ -	R\$ 43,57	R\$ 43,57	R\$ 8.437,33
					R\$ -	R\$ 20.566,21		
2		VEGETAÇÃO						47.676,63
2.1	85180 SINAPI	PLANTIO DE GRAMA ESMERALDA	M2	3.873,00	R\$ 11,76	R\$ 0,553	R\$ 12,31	R\$ 47.676,63
					R\$ 45.533,86	R\$ 2.142,77		
3		INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS						931,20
3.1	92210 SINAPI	TUBO DE CONCRETO 400MM PARA ÁGUAS PLUVIAIS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	M	10,00	R\$ 41,80	R\$ 51,32	R\$ 93,12	R\$ 931,20
					R\$ 418,01	R\$ 513,19		
		TOTAL - MATERIAL / MO			R\$ 45.951,87	R\$ 23.222,18		
		TOTAL GERAL (MO+MATERIAL) SEM BDI				R\$ 69.174,04		

Fonte: AUTORA (2018).

Os serviços de manutenção das valas gramadas e bacias de retenção da TC Caxias consistem na limpeza superficial da estrutura como roçagem, capina e remoção de resíduos descartados pela população dentro destas, e seu devido transporte, conforme Tabela 16. Conforme levantamento junto ao setor de Manutenção de Áreas Verdes da Prefeitura, a frequência destes serviços de corte de grama e limpeza devem ocorrer, no mínimo, 6 (seis) vezes ao ano, para garantia das boas condições de uso da área de lazer.

Tabela 16 - Planilha de custos de manutenção da TC Caxias – Guarulhos, SP.

TC Caxias - Manutenção					DATA-BASE:	SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017		
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total
1		SERVIÇOS						42.788,85
1.1	73859/2 SINAPI	CAPINA E LIMPEZA MANUAL DE TERRENO	M2	3.873,00	R\$ -	R\$ 1,56	R\$ 1,56	R\$ 36.251,28
1.2	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM CARROCERIA 9T	TXKM	1836,00	R\$ -	R\$ 0,60	R\$ 0,60	R\$ 1.101,60
1.3	Moura (2004)	LIMPEZA DE REDE DE CONCRETO TUBULAR, 2X AO ANO *	M	10,00	R\$ -	R\$ 267,92	R\$ 267,92	R\$ 5.358,40
1.4	Moura (2004)	LIMPEZA DE BOCA DE LOBO, 4X AO ANO, COM SUBSTITUIÇÃO DE 10% DAS GRELHAS *	M	1,20	R\$ -	R\$ 16,16	R\$ 16,16	R\$ 77,57

Fonte: AUTORA (2018).

Devido ao intenso uso da área pela população, principalmente aos fins de semana nos jogos de futebol, a Prefeitura informou que há a necessidade mínima de manutenção 6 (seis) vezes ao ano no

local, ao invés de 4 (quatro) vezes ao ano como considerado por Moura (2004). Os valores totais apresentados representam o gasto anual com a manutenção da TC, pela Prefeitura.

Quanto à vida útil das valas e bacias gramadas, normalmente por volta dos 5 (cinco) anos - segundo Baptista et al (2011) - devido ao aporte de sedimentos e colmatção do sistema, podemos afirmar que a água escoada até a TC percorre superfícies gramadas que retém sedimentos, ou seja, que possibilitam uma maior vida útil do sistema e diminui a necessidade de investimento na recomposição do fundo das valas e bacias, e que por isso, não foi calculada dentro dos custos de manutenção da TC.

Comparação com os dados pré-existent de Moura (2004)

Foram levantados os dados pré-existent de Moura (2004) para as estruturas de valas gramadas e bacias de infiltração para a verificação dos valores obtido no levantamento dos custos da TC Caxias. E, também, foram levantados os valores existentes para implantação e manutenção de drenagem convencional de Moura (2004), para as estruturas de vala com canaleta de concreto e redes tubulares subterrâneas, para levantamento dos custos de uma drenagem convencional para a área da TC Caxias.

Os custos apurados de implantação e manutenção previstos por Moura (2004) podem ser verificados na Figura 86 e 87; e os reajustes para janeiro de 2018, podem ser verificados nas Tabelas 17.

Estrutura	Custo de Implantação (R\$)	Custo de implantação (R\$) Bibliografia	Custos de Operação e Manutenção (em R\$ por ano)	Custos de Operação e Manutenção (em R\$ por ano) - Bibliografia	Vida útil - Bibliografia	Vida útil
Redes tubulares	Variável. Figura 6.2.		144,55 / metro linear	-	-	30 anos
Galerias	Variável. Figura 6.4.		42,37/metro linear + 0,34/m ²	-	-	30 anos
Canal revestido em concreto	126,57 / m ² /m		3,09 / m ²	-	-	30 anos
Canal com revestimento vegetal	28,20 / m ² /m		1,82 / m ²	-	-	30 anos
Canal revestido em enrocamento	36,64 / m ² /m		1,97 / m ²	-	-	30 anos
Canal em gabião tipo caixa	78,41 / m ² /m		3,74 / m ²	-	-	30 anos
Canal em gabião tipo colchão	41,05 / m ² /m		2,06 / m ²	-	-	30 anos
Bacias de detenção gramadas	28,91 / m ³	50,00 – 200,00 / m ³	190,00 / ha + 12,56 / m ³	1,60 – 5,90 / m ³	10 – 15 anos	15 anos
Bacias de detenção em concreto	35,69 / m ³	35,00 – 270,00 / m ³	190,00 / ha + 12,09 / m ³	11,00 / m ³	30 anos	30 anos
Bacias de detenção enterradas	119,63 / m ³	670,00 – 700,00 / m ³	190,00 / ha + 22,17 / m ³ + 0,93 / m ³	4,40 / m ³	-	30 anos
Bacias de infiltração	23,00 / m ³	370,00 / m ³	10,67 / m ³	10,00 - 37,00/m ³	5 a 10 anos	10 anos
Micro reservatórios de lote	126,57 / m ²	-	5,09 / m ²	-	-	30 anos
Pavimentos de CBUQ	0,00 / m ²	-	0,00 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos de concreto permeável	26,41 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	1,44 / m ²	0,10 – 0,90 / m ²	10 – 25 anos	15 anos
Pavimentos de asfalto permeável	19,37 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	0,74 / m ²	0,10 – 0,90 / m ²	10 – 25 anos	15 anos
Pavimentos de blocos vazados	35,06 / m ²	90,00 – 100,00 / m ²	1,96 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos intertravados	11,74 / m ²	-	4,19 / m ²	-	-	15 anos
Pavimentos de alvenaria poliédrica	-0,19 / m ²	-	2,68 / m ²	-	-	15 anos
Poços	116,38 / m ³	400,00 / m ³	12,32 / unidade	0,30 / m ³	-	15 anos
Trincheiras	53,22 / m	62,40 – R\$234,00 / m	16,02 / m	-	5 - 15 anos	10 anos
Valas e valetas	52,81 / m	74,00 / m	10,39 / m	3,70 – 5,20 / m	15 anos	15 anos
Valas e valetas com canaleta	69,23 / m	-	10,39 / m	-	15 anos	15 anos

Figura 86. Síntese dos custos de implantação e manutenção das TCs, com destaque para os valores para bacia de infiltração e valas gramadas em amarelo. Fonte: MOURA (2004).

Dispositivo	Serviço	Custo por metro (R\$)
Rede de concreto	Limpeza 2 vezes ao ano	102,65
Poço de visita	Substituição de 10% das tampas ao ano	0,45
Bocas de lobo	Substituição de 10% das grelhas e limpeza 4 vezes ao ano	6,19
Sarjeta	Reconstrução de 1% ao ano	4,68
Caixas de passagem	Recuperação de 10% ao ano	0,59
Total		114,55

Figura 87. Custos de manutenção anuais das redes tubulares. Fonte: MOURA (2004).

Tabela 17 – Custos de implantação e manutenção de Moura (2004), com valores reajustados para janeiro de 2018 – índices IPOP.

Implantação de Dispositivo	Custo por metro (R\$) Moura, (2004)	Custo por metro (R\$) reajuste IPOP - 3,44	Manutenção de Dispositivo	Custo por metro (R\$) Moura, (2004)	Custo por metro (R\$) reajuste IPOP - 2,61
Vala gramada	R\$52,81	R\$181,67	Rede de concreto	R\$102,65	R\$268,06
Vala com canaleta de concreto	R\$69,23	R\$238,15	boca de lobo	R\$6,19	R\$16,16
			Vala gramada	R\$10,39	R\$27,12
			Vala com canaleta de concreto	R\$10,39	R\$27,12

A partir destes valores, foram realizadas as comparações entre os custos de implantação e manutenção da TC Caxias, com os valores pré-existent de Moura (2004) para as mesmas estruturas, conforme Tabela 18 e 19.

Tabela 18 - Custos totais (R\$/m²) de Implantação e Manutenção das estruturas da TC Caxias, por Moura(2004) .

Custos pré-existent Bacia de infiltração e valas gramadas			
Custo Implantação de Bacia Moura (2004)	Custo Implantação de vala Moura (2004)	Custo Manutenção de Bacia Moura (2004)	Custo Manutenção de vala Moura (2004)
R\$ 79,12* /m ³	R\$ 181,67* /m ³	R\$ 27,84*/m ³	R\$ 27,12/m ³

Fonte: AUTORA (2018).

Tabela 19 - Custos totais de Implantação e Manutenção: Moura(2004) x TC Caxias.

Implantação de Dispositivo	Custo Total	Custo (R\$/m²)
Custo de Implantação Bacia de infiltração + Vala gramada - Moura (2004)	R\$ 69.244,30	R\$ 17,88
Custo de Implantação TC Caxias - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 69.174,04	R\$ 17,86
Manutenção de Dispositivo	Custo Total	Custo (R\$/m²)
Custo Anual de Manutenção Bacia de infiltração + Vala gramada - Moura (2004)	R\$ 11.731,28	R\$ 3,03
Custo Anual de Manutenção TC Caxias - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 42.788,85	R\$ 11,05

Fonte: AUTORA (2018).

Os demais dados levantados, foram utilizados no levantamento dos custos de implantação e manutenção da drenagem convencional, a seguir.

Comparação com custos de implantação e manutenção da drenagem convencional

Para análise dos custos obtidos de implantação e manutenção da TC Caxias, foram levantados os custos de implantação e manutenção de um sistema de drenagem convencional para o campo de futebol. Para drenagem do campo foram estimadas a execução de canaletas em concreto do tipo meia-cana, ao invés de valas gramadas, ligadas por tubulação subterrânea até a galeria existente. O traçado e sentido das canaletas foram os mesmos das valas, porém em linha reta. Seu diâmetro foi considerado de 600mm, superdimensionada para a baixa vazão de projeto que possui, porém próxima às dimensões da TC implantada, que também foi superdimensionada de acordo com a avaliação hidrológica. A partir destas dimensões e especificações para a drenagem convencional do campo, somado às especificações e orientações técnicas da NBR 15645/08 quanto à execução de obras de drenagem de águas pluviais, foi elaborada a planilha da Tabela 20.

Tabela 20 - Planilha de custos de implantação de drenagem convencional – TC Caxias.

Drenagem Convencional - Caxias					DATA-BASE:		SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017		
Canaletas e tubulações até BL									
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	VALOR Total	
1 TERRAPLENAGEM E ESTRUTURAS									12.128,88
1.1	73859/1 SINAPI	DESMATAMENTO E LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO, COM REMOÇÃO DE CAMADA VEGETAL, UTILIZANDO TRATOR DE ESTEIRAS	M2	3.873,00	R\$ -	R\$ 0,14	R\$ 0,14	R\$	542,22
1.2	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM BASCULANTE 6M3, RODOVIA PAVIMENTADA (RESÍDUOS DE LIMPEZA)	M3XKM	6.158,07	R\$ -	R\$ 1,10	R\$ 1,10	R\$	6.773,88
1.3	90091 SINAPI	ESCOVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	M3	686,56	R\$ -	R\$ 5,26	R\$ 5,26	R\$	3.611,31
1.4	74010 SINAPI	CARGA E DESCARGA MECANIZADA DE SOLO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6M³ (DENTRO DA OBRA)	M3	686,56	R\$ -	R\$ 1,75	R\$ 1,75	R\$	1.201,48
					R\$ -	R\$ 12.128,88			
2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS									48.978,21
2.1	01-18-00 INFRA	TRANSPORTE DE COTA DE REFERÊNCIA DE NÍVEL	M	343,28	R\$ -	R\$ 1,89	R\$ 1,89	R\$	648,80
2.2	92210 SINAPI	TUBO DE CONCRETO 400MM PARA ÁGUAS PLUVIAIS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO (LIGAÇÃO GALERIA)	M	10,00	R\$ 41,80	R\$ 51,32	R\$ 93,12	R\$	931,20
2.3	01-04-10 EDIF	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA, PARA REGULARIZAÇÃO	M2	343,28	R\$ -	R\$ 4,36	R\$ 4,36	R\$	1.496,70
	01-04-15 EDIF	LASTRO DE BRITA	M3	51,49	R\$ 86,26	R\$ 34,85	R\$ 121,11	R\$	6.236,20
2.4	01-04-16 EDIF	LASTRO DE CONCRETO, 150KG CIMM3	M3	14,42	R\$ 164,50	R\$ 147,15	R\$ 311,65	R\$	4.493,29
2.5	73882/5 SINAPI	CALHA EM CONCRETO SIMPLES, EM MEIA CANA, D=600 MM	M	343,28	R\$ 69,99	R\$ 12,45	R\$ 82,44	R\$	28.300,00
2.6	01-04-80 EDIF	REATERRO DE VALAS, INCLUSIVE COMPACTAÇÃO	M3	480,59	R\$ -	R\$ 10,52	R\$ 10,52	R\$	5.055,83
2.7	17-01-76 EDIF	MURETA DE BLOCO DE CONCRETO	M	6,40	R\$ 91,10	R\$ 192,68	R\$ 283,78	R\$	1.816,19
					R\$ 31.840,64	R\$ 17.137,58			
3 VEGETAÇÃO									45.141,16
3.1	85180 SINAPI	PLANTIO DE GRAMA ESMERALDA	M2	3.667,03	R\$ 11,76	R\$ 0,553	R\$ 12,31	R\$	45.141,16
					R\$ 43.112,35	R\$ 2.028,82			
					R\$ 74.952,98	R\$ 31.295,28			
TOTAL GERAL (MO+MATERIAL) SEM BDI									R\$ 106.248,26

Fonte: AUTORA (2018).

Os custos e a frequência de manutenção das canaletas para águas pluviais de concreto, tubulação de ligação e boca de lobo, foram obtidos a partir dos custos anuais - reajustados para janeiro 2018 - de Moura (2004) para manutenção de redes tubulares, bem como custos de tais serviços específicos em tabelas oficiais. Foi considerada a mesma frequência de 6 (seis) meses ao ano, a capina ao redor das canaletas de concreto, conforme definida na manutenção também da TC.

Com tais dados, foram elaboradas planilhas de custos de manutenção – Tabela 21 - para o sistema de drenagem convencional que poderia ter sido instalada pela Prefeitura na área de lazer.

Tabela 21 - Planilha de custos de manutenção de drenagem convencional – TC Caxias.

Drenagem Convencional - Manutenção			DATA-BASE:	SINAPI JAN/2018 - EDIF SP JUL/2017 - INFRA SP JUL/2017		
Item	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Qtda	Custo Unitário	VALOR Total
1	SERVIÇOS					46.236,75
1.1	17-04-25 EDIF	LIMPEZA DE CANALETAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, 6X AO ANO	M	343,28	R\$ 2,61	R\$ 5.375,76
1.2	Moura (2004)	LIMPEZA DE REDE DE CONCRETO TUBULAR, 2X AO ANO	M	10,00	R\$ 267,92	R\$ 5.358,40
1.3	Moura (2004)	LIMPEZA DE BOCA DE LOBO, 4X AO ANO, COM SUBSTITUIÇÃO DE 10% DAS GRELHAS	M	1,20	R\$ 16,16	R\$ 77,57
1.4	73859/2 SINAPI	CAPINA E LIMPEZA MANUAL DE TERRENO, 6X AO ANO	M2	3.667,03	R\$ 1,56	R\$ 34.323,42
1.5	72840 SINAPI	TRANSPORTE COMERCIAL COM CARROCERIA 9T	TXKM	153,00	R\$ 0,60	R\$ 1.101,60
TOTAL GERAL (MO+MATERIAL)			R\$ 46.236,75			

Fonte: AUTORA (2018).

Avaliação Geral dos levantamentos e custos obtidos

Analisando os resultados obtidos com os dados da bibliografia de Moura (2004) de custos de implantação e manutenção de bacia de infiltração e valas gramadas, no que consiste a TC Caxias, verificamos que o custo de implantação levantado da TC ficou praticamente o mesmo quando comparado às somas dos custos pré-existentes de Moura (2004), devidamente reajustados para janeiro de 2018, conforme demonstrado em tabelas abaixo.

Já a comparação com os custos de manutenção da TC Caxias, com os custos pré-existentes de Moura (2004) para bacias de infiltração e valas gramadas, apresentaram uma diferença de 72%. Esta diferença não invalida os dados apurados, pois Moura (2004) quantifica os serviços de corte de grama nas valas e bacias apenas quatro vezes ao ano, enquanto que a necessidade apresentada pelo setor de manutenção da Prefeitura é de que o corte e limpeza dos resíduos sejam realizados, no mínimo, seis vezes ao ano devido ao intenso uso da área de lazer pela população.

Além disso, a manutenção da TC também adiciona custos de limpeza do exutório do sistema que consiste em tubulação enterrada até boca de lobo existente, o que acarreta um acréscimo de 12% no valor anual obtido.

Podemos verificar que o custo total de implantação da TC Caxias resultou no mesmo valor estimado por metro cúbico de bacia de infiltração e metro linear de vala gramada existente na bibliografia de Moura (2004). Tal fato ocorreu, pois as etapas de obra, neste caso da TC Caxias, são as mesmas que consistem os custos de Moura (2004), não incluindo etapas como o paisagismo, por exemplo, implantado em outras TCs estudadas. Podemos dizer que isto confirma uma boa apuração do levantamento realizado para a TC, a partir dos dados da Prefeitura e tabelas oficiais.

Conforme mostra Figura 88, os valores levantados demonstram que o custo de implantação da técnica compensatória seria hoje de R\$ 69.174,09, enquanto que o custo da proposta de implantação da drenagem convencional para o local seria de R\$ 106.248,26 para execução de canaletas de concreto superdimensionadas, conforme TC. Diante dos valores obtidos, destaca-se que a técnica compensatória apresentou valor 34% mais barata do que a drenagem convencional.

Implantação	Custo Total Apurado
Rede de drenagem convencional, superdimensionada como TC: canaletas de concreto	R\$ 106.248,26
Implantação TC Caxias - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 69.174,04

Figura 88. Comparativo entre custos totais de implantação: TC Caxias x Drenagem convencional. Fonte: AUTORA (2018).

Os custos apurados de manutenção anual do sistema de valas gramadas e bacias de retenção para o campo do Caxias totalizaram o valor de R\$ 42.788,85; enquanto que os custos de manutenção adequada das canaletas de concreto convencionais totalizaram a quantia anual de R\$ 46.236,75, ou seja, um custo 7,5% mais caro do que a manutenção da técnica compensatória – Figura 89.

Manutenção	Custo Total Apurado
Rede de drenagem convencional, superdimensionada como TC: canaletas de concreto	R\$ 46.236,75
Manutenção TC CAXIAS - Prefeitura de Guarulhos	R\$ 42.788,85

Figura 89. Comparativo entre custos totais de manutenção: TC Caxias x Drenagem convencional. Fonte: AUTORA (2018).

Desta maneira, foi constatado que os custos de implantação e também de manutenção da TC Caxias, demonstraram-se vantajosos à Prefeitura quando comparados à implantação de uma drenagem convencional para o local, devido à sua baixa complexidade construtiva. E quanto à manutenção, devido à presença de taludes gramados em ambas as estruturas – o que demanda os mesmos serviços de roçagem - tanto da TC quanto da drenagem convencional, ambos os custos também foram bastante próximos.

5.4 RESULTADOS: APROPRIAÇÃO PELO USUÁRIO

Foi elaborado e aprovado junto ao Comitê de Ética em Pesquisa – CEP - formulário para preenchimento em entrevistas realizadas com 4 (quatro) perfis de usuários nas áreas em estudo. Seguindo as orientações e respeitando os documentos a serem entregues e assinados pelos usuários

– Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice III) – foram aplicados 36 formulários, sendo: 3 (três) usuários, 3 (três) funcionários da manutenção do local, 3 (três) funcionários de outras instituições que trabalham próximos ao local e 3 (três) agentes ambientais distintos para cada local de estudo.

5.4.1 TC PARCÃO – Avaliação das entrevistas

Foram realizadas também 12 (doze) entrevistas com quatro tipos de usuários sobre a área da TC ParCão. Entre os entrevistados, podemos destacar que a maioria trabalha perto ou no próprio local, com uma frequência de 5 (cinco) vezes por semana, ou leva o cachorro para passear, de uma a três vezes por semana no local em estudo.

A Tabela 24, a seguir, apresenta as respostas de cada perfil de usuário entrevistado. Após, foram apresentados os resultados de cada uma das 12 (doze) questões do formulário e uma análise geral acerca dos resultados sobre a TC.

Tabela 24 – Tabelas de respostas de cada perfil entrevistado na TC ParCão.

Usuários		Usuários		Usuários		Func. Manutenção		Func. Manutenção		Func. Manutenção	
Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas
1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim
2	Sim	2	Não	2	Não	2	Sim	2	Sim	2	Sim
3	CT	3	CT	3	CT	3	CT	3	CP	3	CP
4	DT	4	DT	4	CT	4	DT	4	CT	4	CT
5	DP	5	CT	5	CT	5	CT	5	CT	5	CT
6	CT	6	CP	6	CP	6	CT	6	CT	6	CT
7	DT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT
8	CT	8	DT	8	CT	8	CT	8	CT	8	CT
9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT
10	CT	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT
11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT
12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT

* CT = concordo totalmente / CP= concordo parcialmente / DP = discordo parcialmente / DT= discordo totalmente

Func. Próximos		Func. Próximos		Func. Próximos		Ed. Ambiental		Ed. Ambiental		Ed. Ambiental	
Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas
1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim
2	Sim	2	Não	2	Sim	2	Não	2	Não	2	Não
3	CT	3	CT	3	CT	3	CP	3	CT	3	CP
4	CT	4	CT	4	DT	4	DP	4	DT	4	DP
5	CT	5	CT	5	CT	5	CT	5	CT	5	CT
6	CT	6	CT	6	CT	6	CT	6	CT	6	CT
7	DT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT
8	CT	8	CT	8	CP	8	CT	8	CT	8	CT
9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CP
10	CT	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT
11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT
12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT

* CT = concordo totalmente / CP= concordo parcialmente / DP = discordo parcialmente / DT= discordo totalmente

Fonte: AUTORA (2018).

Na questão 1 sobre o reconhecimento da TC na área de lazer, foi verificado que 100% dos entrevistados disseram reconhecer sim a estrutura exposta no quadro descritivo. Assim como a TC Caxias, a TC ParCão demonstrou ser um elemento construtivo importante no projeto da área.

Já a questão 2, acerca do conhecimento prévio sobre a função da TC demonstrado na Figura 94, apresentou que 50% dos entrevistados declararam Não saber da função na drenagem urbana que a TC proporciona ao local e, conseqüentemente, 50% responderam Sim, que já conheciam esta função. Destaca-se que, no caso da TC ParCão, todos os funcionários da manutenção, 33% dos funcionários que trabalham próximo ao local e 17% dos usuários declararam já possuir conhecimento prévio acerca da função da estrutura. Enquanto que, todos os educadores ambientais, 33% dos usuários e 17% dos funcionários próximos entrevistados responderam que Não tinham conhecimento. Pudemos verificar que, conforme relatado e descrito nos formulários de entrevistas, na TC ParCão, os funcionários da manutenção por terem participado da execução do projeto, já tinham obtido informações sobre a função de drenagem da estrutura. Outro dado que podemos destacar, é o fato de todos os educadores ambientais entrevistados não conhecerem a função da TC, apesar do maior percentual – 50% dos entrevistados – terem respondido ter conhecimento prévio da função.

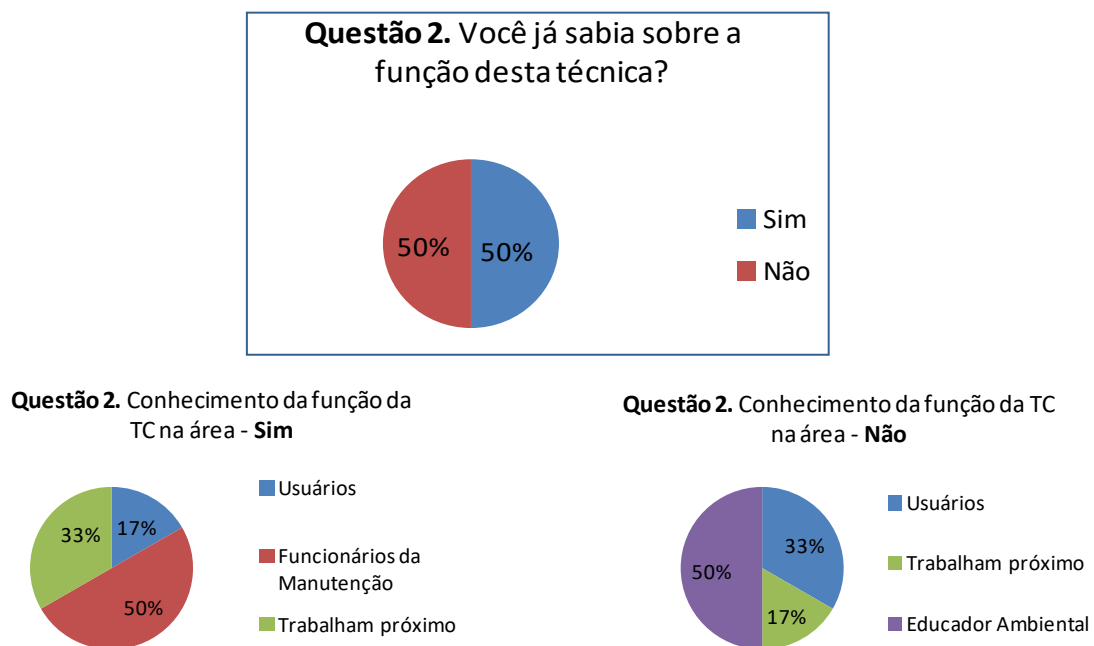


Figura 94. Gráficos de percentuais das respostas obtidas na questão 2, acerca do conhecimento prévio da função da TC ParCão. Fonte: AUTORA (2018).

Sobre a concordância de que a TC é importante para diminuição dos problemas que a drenagem da água de chuva pode ocasionar como erosões e enchentes, afirmado na questão 3, mostrou que 67% dos entrevistados disseram concordar totalmente e 33% disseram concordar parcialmente, conforme

Figura 95. Entre os que responderam que concordam parcialmente, estão funcionários da manutenção e educadores ambientais.

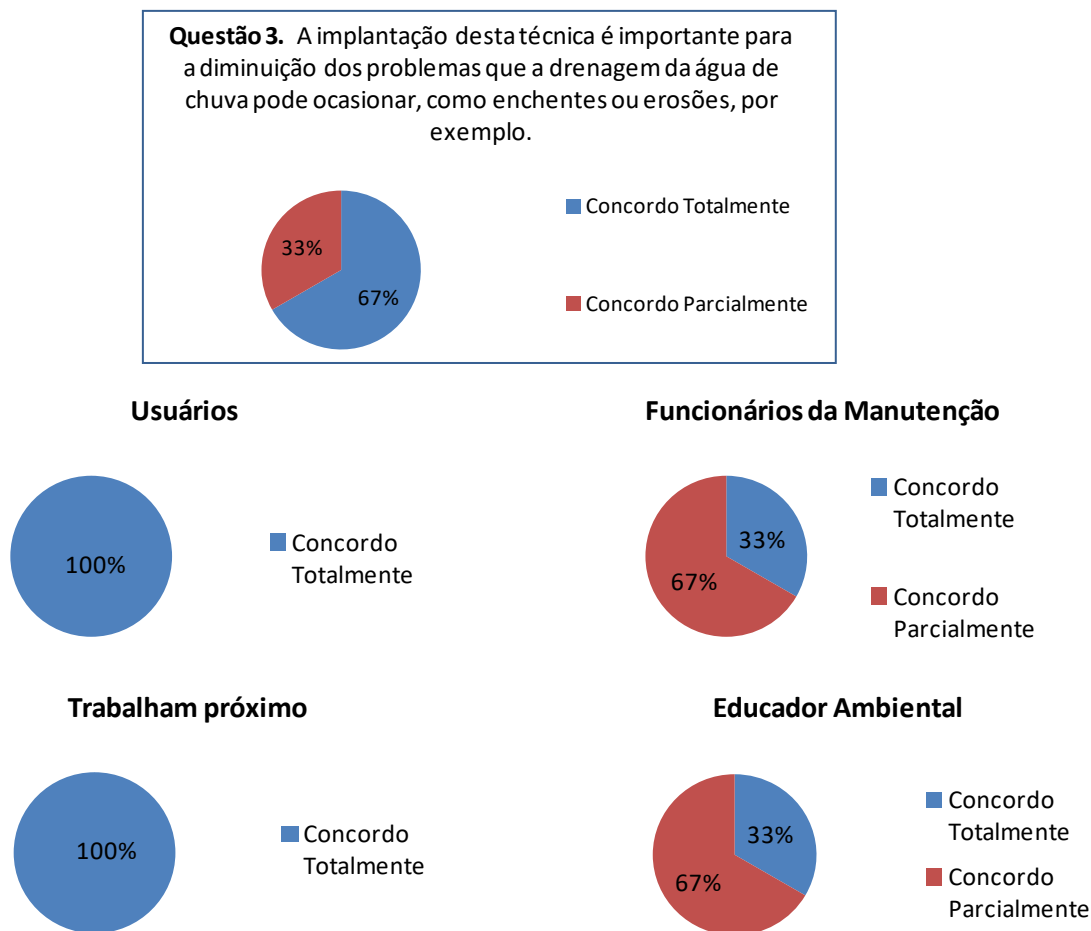


Figura 95. Gráficos de percentuais das respostas obtidas na questão 2, acerca do conhecimento prévio da função da TC ParCão. Fonte: AUTORA (2018).

Para avaliar a preocupação da população acerca do risco sanitário provocado por água parada na TC, a questão 4, conforme Figura 96, revelou que 41% concordaram totalmente que este fato preocupa os usuários, 42% discordaram totalmente, e 17% discordaram parcialmente. A maioria que concordou totalmente com a preocupação com a água parada foram os funcionários da manutenção (67%) e também os funcionários que trabalham próximo ao local (67%); enquanto que os que discordaram totalmente ou parcialmente foram, em sua maioria, usuários (67%) e educadores ambientais (100% destes). Podemos verificar que os percentuais de concordância total e discordância total, no caso da TC ParCão, foram os mesmos.

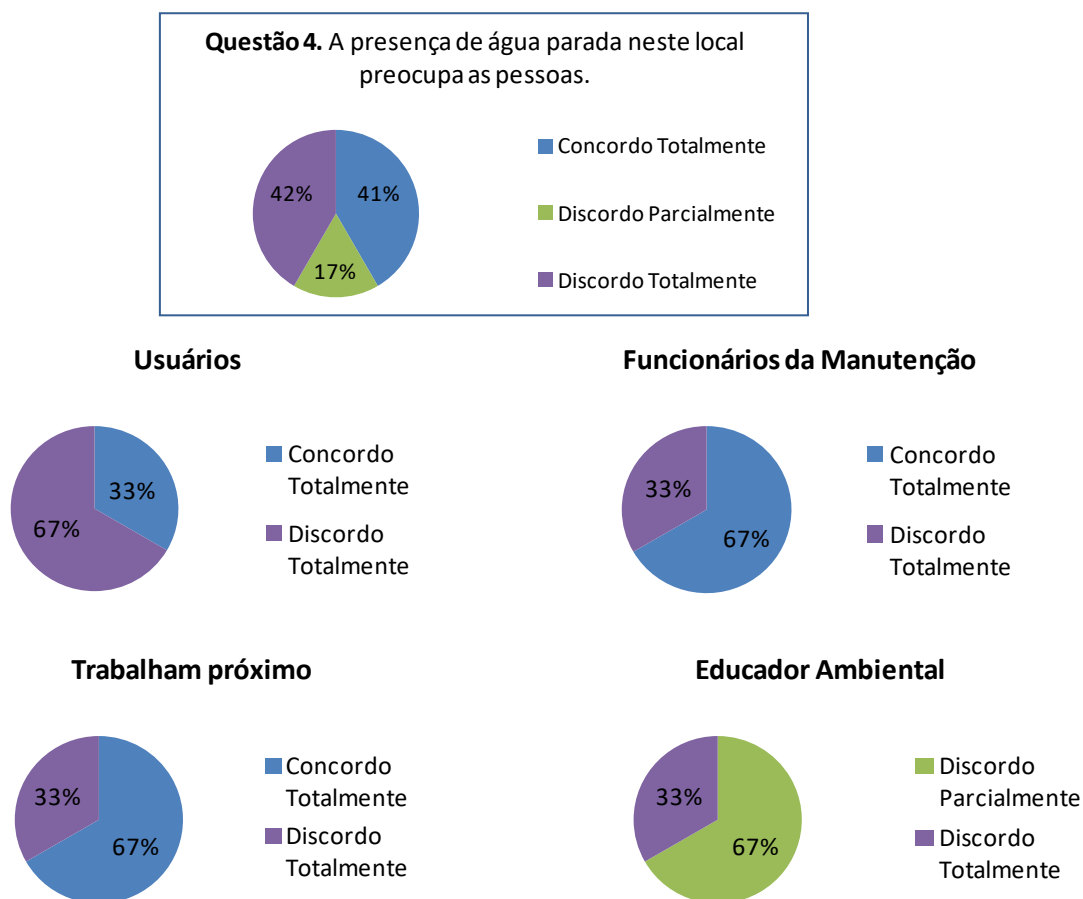


Figura 96. Gráficos de percentuais das respostas, geral e por perfil pesquisado, da questão 4 acerca da preocupação com água parada na TC ParCão. Fonte: AUTORA (2018).

A questão 5 ainda sobre risco sanitário, demonstrou que 92% concordaram totalmente de que a TC não exala odores desagradáveis, e que 8% responderam que discordam parcialmente da afirmação. Entre os 8%, foi verificado se tratar de usuário que alegou, em comentário escrito no formulário de entrevista, que já presenciou odor de folhas em decomposição dentro das valas e bacias, o que provocou mau odor.

Na questão 6, 83% dos entrevistados concordaram totalmente sobre o fato de que uma maior divulgação sobre a funcionalidade da TC evitaria o mau uso, descaso e descarte de lixo dentro delas, e 17% que concordaram parcialmente. A minoria que concordou parcialmente encontra-se, a maior parte, no perfil de usuários, que declararam não considerar que somente uma maior divulgação auxilie na conservação da TC, conforme comentários nos formulários, mas que uma melhor manutenção da Prefeitura é fundamental.

Quanto à questão sobre insegurança na área (questão 7), 100% dos entrevistados concordaram totalmente de que o modo como a TC foi implantada na área de lazer não provocou insegurança, seja no uso das pessoas ou dos cachorros.

A questão 8 apresentou que 84% concordaram totalmente que a implantação da TC, associada ao paisagismo, promoveu valorização do projeto e da área, 8% concordaram parcialmente e 8% discordaram totalmente. Podemos destacar que o percentual de 8% se refere a um usuário que não concorda com esta valorização trazida pelo paisagismo associado à TC.

Na questão 9 ressalta-se a importância da implantação de estruturas de drenagem como a TC ParCão em outras áreas públicas da cidade. Esta afirmação apresentou 92% de concordância total e 8% de concordância parcial. Podemos destacar que o percentual de 8% representa o perfil de educador ambiental que, conforme informou em seu formulário, alega certa parcialidade em sua opinião, devido ao processo erosivo ainda existente logo abaixo à TC.

Sobre a afirmação de que, a maneira como a TC foi implantada possibilita outros usos na área, além de sua função na drenagem, na questão 10 apresentou 100% de concordância total dos entrevistados.

A questão 11 relata que a implantação de uma área verde com esta TC, mesmo que auxiliando o sistema de drenagem, desvaloriza o bairro e os imóveis próximos. Nesta questão, 100% dos entrevistados discordaram totalmente, afirmando então, que não consideram que o projeto tenha ocasionado uma possível desvalorização aos imóveis da região.

Por fim, a questão 12, apresentou a afirmação de que o uso de materiais reaproveitados na construção desta técnica é um bom exemplo de práticas de sustentabilidade nos projetos para a cidade. O resultado da pesquisa mostrou que 100% dos usuários concordaram totalmente com tal afirmação.

5.4.2 TC VIADUTO – Avaliação das entrevistas

Foram realizadas 12 (doze) entrevistas sobre a TC Viaduto sendo 3 (três) entrevistas por tipo de perfil, a fim de se obter, aleatoriamente, dados sobre a apropriação individual e coletiva, dentro dos perfis, pela TC aplicada na área de lazer da cidade.

Entre os entrevistados, podemos destacar que a maioria trabalha perto ou no próprio local, ou seja, frequentam a área de estudo, no mínimo, três vezes por semana.

A seguir, foram apresentadas as tabelas de respostas dos usuários (Tabela 22), por perfil, as análises de cada uma das 12 (doze) questões do formulário e, após, uma análise geral acerca dos resultados sobre a TC.

Tabela 22 – Tabelas de respostas de cada perfil entrevistado na TC Viaduto.

Usuários		Usuários		Usuários		Func. Manutenção		Func. Manutenção		Func. Manutenção	
Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas
1	Não	1	Não	1	Não	1	Não	1	Não	1	Sim
2	Não	2	Não	2	Não	2	Não	2	Não	2	Não
3	CT	3	CT	3	CT	3	CT	3	CT	3	CT
4	CT	4	DT	4	CT	4	CT	4	CT	4	CT
5	DP	5	DT	5	CT	5	CT	5	CT	5	CT
6	CT	6	CT	6	CT	6	CT	6	CT	6	CT
7	CP	7	DT	7	CP	7	DT	7	DT	7	DT
8	CP	8	CT	8	CT	8	CT	8	CT	8	CT
9	DP	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT
10	DP	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT
11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT
12	CP	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT

* CT = concordo totalmente / CP= concordo parcialmente / DP = discordo parcialmente / DT= discordo totalmente

Func. Próximos		Func. Próximos		Func. Próximos		Ed. Ambiental		Ed. Ambiental		Ed. Ambiental	
Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas
1	Não	1	Não	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Não
2	Não	2	Não	2	Não	2	Sim	2	Não	2	Não
3	CT	3	CT	3	CT	3	CT	3	CT	3	CT
4	CT	4	DT	4	DT	4	DT	4	CP	4	CT
5	CT	5	CT	5	CT	5	CT	5	CP	5	DP
6	CT	6	CT	6	CT	6	CT	6	CP	6	CT
7	DT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT
8	CT	8	DT	8	DT	8	CT	8	CT	8	CT
9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT
10	CT	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT
11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT
12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT

* CT = concordo totalmente / CP= concordo parcialmente / DP = discordo parcialmente / DT= discordo totalmente

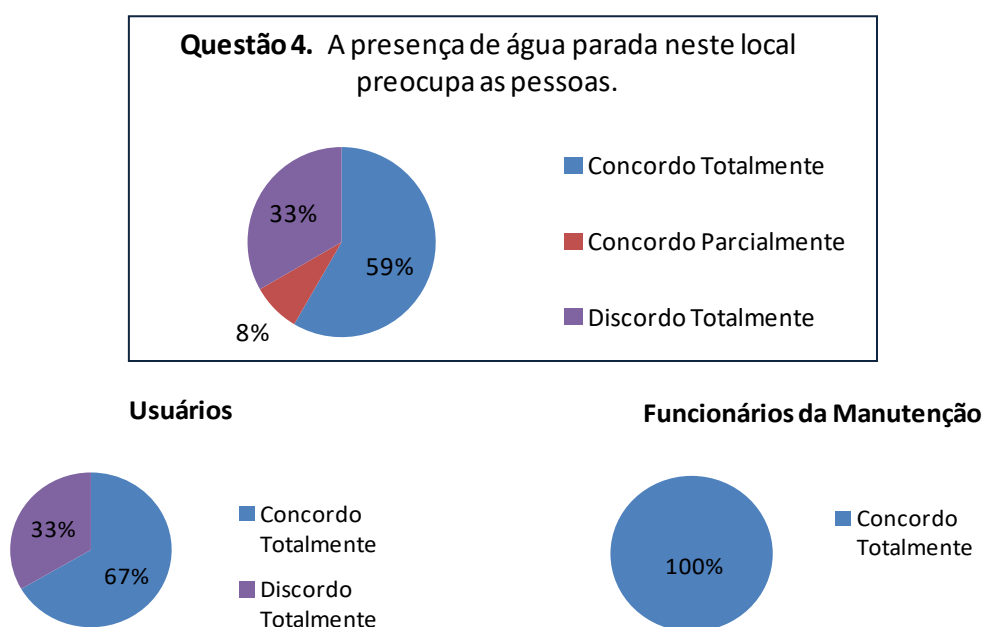
Fonte: AUTORA (2018).

Na questão 1 sobre o reconhecimento da TC na área, logo após a leitura do entrevistado acerca das informações sobre a função dos lagos e da bacia de infiltração como técnica compensatória, 67% responderam que Não reconheciam a TC na área e 33% que Sim, reconheciam. A questão foi formulada visando confirmar se o usuário da área já havia percebido a existência da estrutura da TC naquele local, porém no caso da TC Viaduto, a maioria dos entrevistados, surpresos com a informação de que os lagos possuíam uma função de drenagem, responderam que Não reconheciam a técnica.

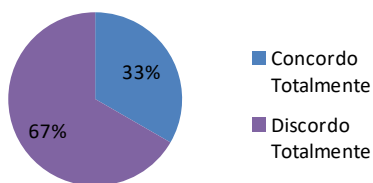
A questão 2 apresentou que 92% dos entrevistados não tinham conhecimento da função na drenagem urbana que a TC proporciona ao local. Destaca-se que apenas um educador ambiental afirmou conhecer tal função, e que nenhum dos funcionários fixos da manutenção local sabia sobre esta funcionalidade.

Sobre a concordância de que a TC é importante para diminuição dos problemas que a drenagem da água de chuva pode ocasionar como erosões e enchentes, por exemplo, 100% dos entrevistados disseram concordar totalmente.

Para avaliar a preocupação da população com um possível risco sanitário provocado por água parada na TC, a questão 4 revelou que 59% concordaram totalmente que este fato preocupa os usuários, 33% discordaram totalmente, e 8% concordaram parcialmente. A maioria que concordou totalmente com a preocupação com a água parada foi a dos funcionários da manutenção local (100% deles) e logo em seguida, os usuários (com 67%); já a maioria que discordou totalmente foi a dos funcionários que trabalham próximo à TC. Tal resultado pode estar relacionado ao fato de que os funcionários da manutenção estão em contato com a população usuária todos os dias da semana, respondendo, muitas vezes, as perguntas desta sobre a água dos espelhos e possível risco de desenvolvimento de larvas do mosquito da dengue; e não pelo fato deles mesmos terem esta preocupação. Outro fato que podemos destacar é que a maioria que discordou totalmente foi o grupo de funcionários que trabalham próximo à TC Viaduto que, devido a sua constante permanência ali e conhecimento de que os espelhos são abastecidos com água de mina existente sob o prédio que trabalham, não se preocupam com este possível risco. A Figura 90 apresenta os gráficos relativos ao percentual de respostas da questão sobre preocupação com a presença de água “parada” no local.



Funcionários que trabalham próximo



Educador Ambiental

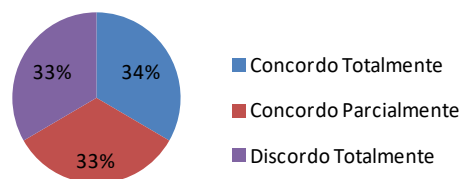
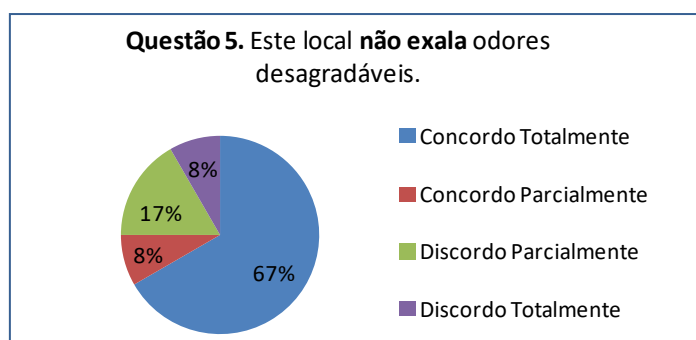
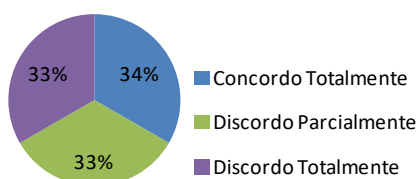


Figura 90. Gráficos de percentuais das respostas, geral e por perfil pesquisado, da questão 4 acerca da preocupação com água parada na TC. Fonte: AUTORA (2018).

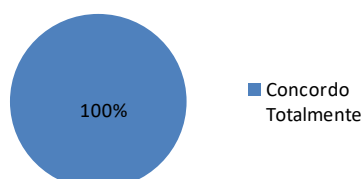
Ainda sobre risco sanitário que a TC possa oferecer, a questão 5, conforme Figura 91, demonstrou que 67% concordaram totalmente de que a TC não exala não odores desagradáveis, considerando assim, a água da TC limpa; porém 8% responderam que concordam parcialmente, 17% que discordam parcialmente e 8% que discordam totalmente com esta afirmação. Entre os 67% encontram-se 100% dos funcionários da manutenção e que trabalham próximos da TC, e que os usuários foram o grupo que mais apresentou discórdia, devido ao constante descarte de resíduos na área causados pela presença de moradores de rua no local.



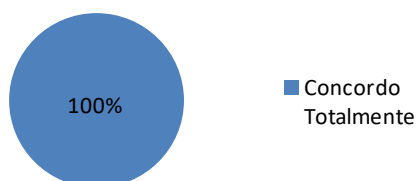
Usuários



Funcionários da Manutenção



Funcionários que trabalham próximo



Educador Ambiental

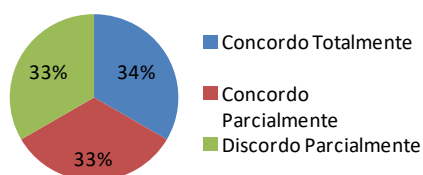


Figura 91. Gráficos de percentuais das respostas, geral e por perfil pesquisado, da questão 5 sobre a presença de odores provocados pela TC.

Na questão 6, a afirmação sobre o fato de que uma maior divulgação sobre a funcionalidade da TC evitaria o mau uso, descaso e descarte de lixo dentro delas, teve 92% de concordância total, e apenas 8% que concordaram parcialmente. A minoria que concordou parcialmente encontra-se no perfil de educadores ambientais, que possuem a opinião, conforme comentário descrito no formulário de pesquisa, de que existem outras medidas que podem ser tomadas para auxiliar na maior conservação das áreas públicas pela população, e não somente a divulgação e a informação, por se tratar de um problema sócio-educacional sério em nosso país (Comentário do entrevistado: *“não se trata apenas de divulgação, mas de ações educacionais e sociais”*).

A questão 7 afirma que a maneira como a TC foi implantada deixou a área mais insegura para o uso das pessoas. Nesta questão, 83% discordaram totalmente e 17% concordaram parcialmente. Podemos observar que, dentre os 17%, somente o perfil dos usuários do local confirmaram sensação de insegurança na área em que está implantada a TC. Durante as entrevistas, pôde-se perceber em comentário apresentado no formulário de pesquisa, que tal insegurança deve-se à presença de moradores de rua no local, mas não pelo modo como a TC foi implantada.

Quanto à valorização da área e do projeto, 75% concordaram totalmente que a implantação da TC associada ao paisagismo promoveu esta valorização, 8% concordaram parcialmente e 17% discordaram totalmente. A faixa de 17% contemplam pessoas somente do perfil de funcionários que trabalham próximos à TC.

A questão 9 que ressalta a importância da implantação de estruturas de drenagem como a TC Viaduto em outras áreas públicas da cidade, obteve 92% de concordância total e 8% que discordaram parcialmente. Podemos destacar que o percentual de 8% apresenta entrevistados do perfil de usuários que se demonstraram duvidosos quanto à estas áreas provocarem sempre uma possível atração de moradores de ruas.

Desta vez, na questão 10, 92% concordaram totalmente com a afirmação de que a maneira como a TC foi implantada ainda possibilita outros usos na área, além de sua função na drenagem, e apenas 8% discordaram parcialmente. Dentre o percentual de 8% encontra-se um usuário que considera que a presença de moradores de rua impede o uso da área.

A questão 11 relata que a implantação de uma área verde com esta TC, mesmo que auxiliando o sistema de drenagem, desvaloriza o bairro e os imóveis próximos. Nesta questão, 100% dos entrevistados discordaram totalmente, afirmando então, que o projeto não ocasionou uma possível desvalorização aos imóveis do entorno.

Na questão 12, ressalta-se que o aproveitamento da nascente e da água de chuva do Viaduto na construção de lagos com peixes e plantas no paisagismo da área, é um bom exemplo de práticas de sustentabilidade nos projetos para a cidade, e que apresentou uma concordância total de 92% dos

entrevistados e uma concordância parcial de usuário de 8%, devido a dúvida sobre um possível potencial do projeto em atrair moradores de rua.

5.4.3 TC CAXIAS – Avaliação das entrevistas

As respostas dos entrevistados da TC Caxias sobre o que fazem no local foram: trabalhar, caminhar, conversar ou pegar ônibus na área de estudo; e que a maioria frequentam o local todos os dias úteis da semana.

A seguir, foram apresentadas as respostas dos usuários, por perfil (Tabela 23), as análises de cada uma das 12 (doze) questões do formulário e, após, uma análise geral acerca dos resultados sobre a TC.

Tabela 23 – Tabelas de respostas de cada perfil entrevistado na TC Caxias.

Usuários		Usuários		Usuários		Func. Manutenção		Func. Manutenção		Func. Manutenção	
Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas
1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim
2	Não	2	Não	2	Sim	2	Não	2	Sim	2	Não
3	CT	3	CT	3	CT	3	CT	3	CT	3	CT
4	CT	4	CT	4	CT	4	CT	4	CP	4	CT
5	CT	5	CT	5	CT	5	CT	5	DP	5	CT
6	CT	6	CP	6	CT	6	CT	6	CT	6	CT
7	DT	7	CT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT
8	CT	8	CP	8	CT	8	CP	8	CT	8	CT
9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT
10	CT	10	DP	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT
11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT
12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT

* CT = concordo totalmente / CP= concordo parcialmente / DP = discordo parcialmente / DT= discordo totalmente

Func. Próximos		Func. Próximos		Func. Próximos		Ed. Ambiental		Ed. Ambiental		Ed. Ambiental	
Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas	Questões	Respostas
1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim	1	Sim
2	Não	2	Não	2	Não	2	Não	2	Sim	2	Não
3	CP	3	CT	3	CT	3	CT	3	CT	3	CT
4	CT	4	CT	4	CT	4	CT	4	CP	4	CP
5	CT	5	CT	5	CT	5	CT	5	CT	5	CT
6	CT	6	CT	6	CT	6	CT	6	CT	6	CT
7	DT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT	7	DT
8	CT	8	CP	8	CT	8	CT	8	CT	8	CT
9	CP	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT	9	CT
10	CT	10	CP	10	CT	10	CT	10	CT	10	CT
11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT	11	DT
12	CP	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT	12	CT

* CT = concordo totalmente / CP= concordo parcialmente / DP = discordo parcialmente / DT= discordo totalmente

Fonte: AUTORA (2018).

A questão 1 apresentou a informação de que 100% dos entrevistados afirmaram reconhecer a técnica de drenagem na área em que se encontravam.

Já a questão 2 que questiona sobre o conhecimento ou não da função de drenagem pelo entrevistado, mostrou que 25% dos usuários afirmaram conhecer tal função e 75% disseram que Não, conforme demonstra Figura 92. Entre os que não conheciam a função da TC, a maioria faz parte do perfil de funcionários que trabalham próximo á área da TC, e os que conhecem consistem em 33% usuário, 33% funcionários da manutenção e 33% educadores ambientais.

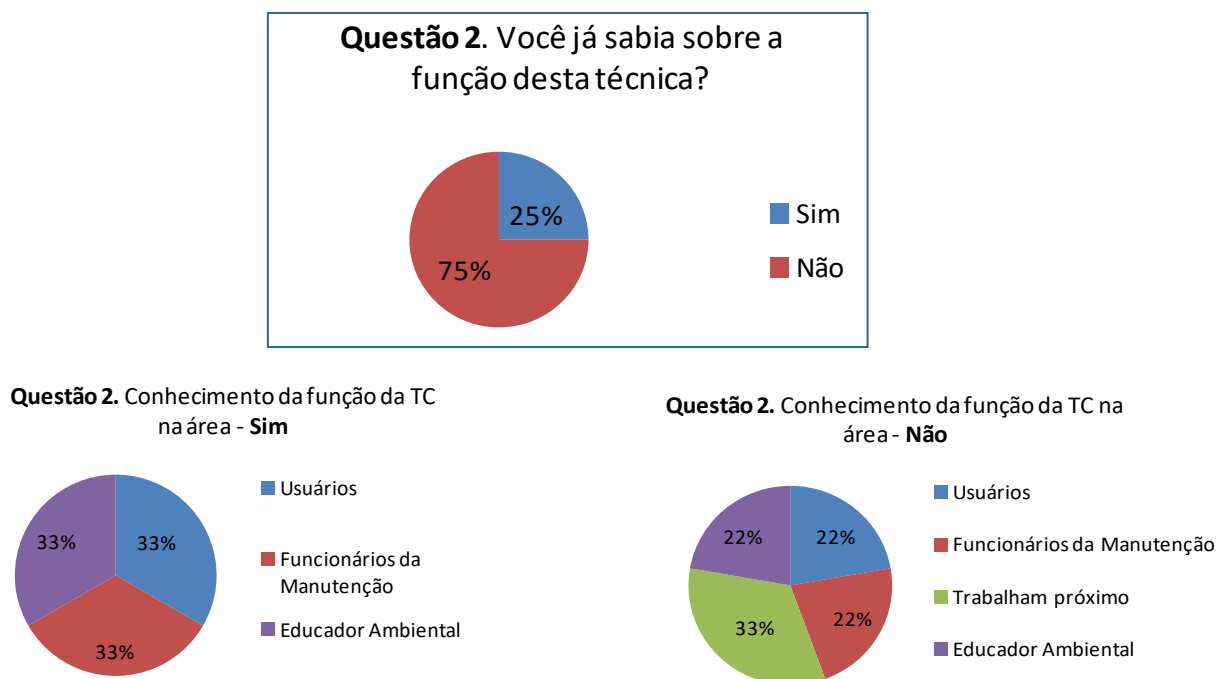


Figura 92. Gráficos com percentuais de respostas, geral e por tipo de resposta, respectivamente, demonstrando os percentuais por perfil de usuário – TC Caxias. Fonte: AUTORA (2018).

Sobre a concordância de que a TC é importante para diminuição dos problemas que a drenagem da água de chuva pode ocasionar como erosões e enchentes, por exemplo, 92% dos entrevistados disseram concordar totalmente e 8% alegam que concordam parcialmente devido ao problema de acúmulo de água, conforme descrito em comentário do formulário do entrevistado.

A questão 4 acerca da preocupação da população com o risco sanitário provocado por água parada, apresentou que 75% concordaram totalmente que este fato preocupa os usuários, e que 25% concordaram parcialmente, sendo que dentre os 25% estão funcionários da manutenção e educadores ambientais, conforme Figura 93.

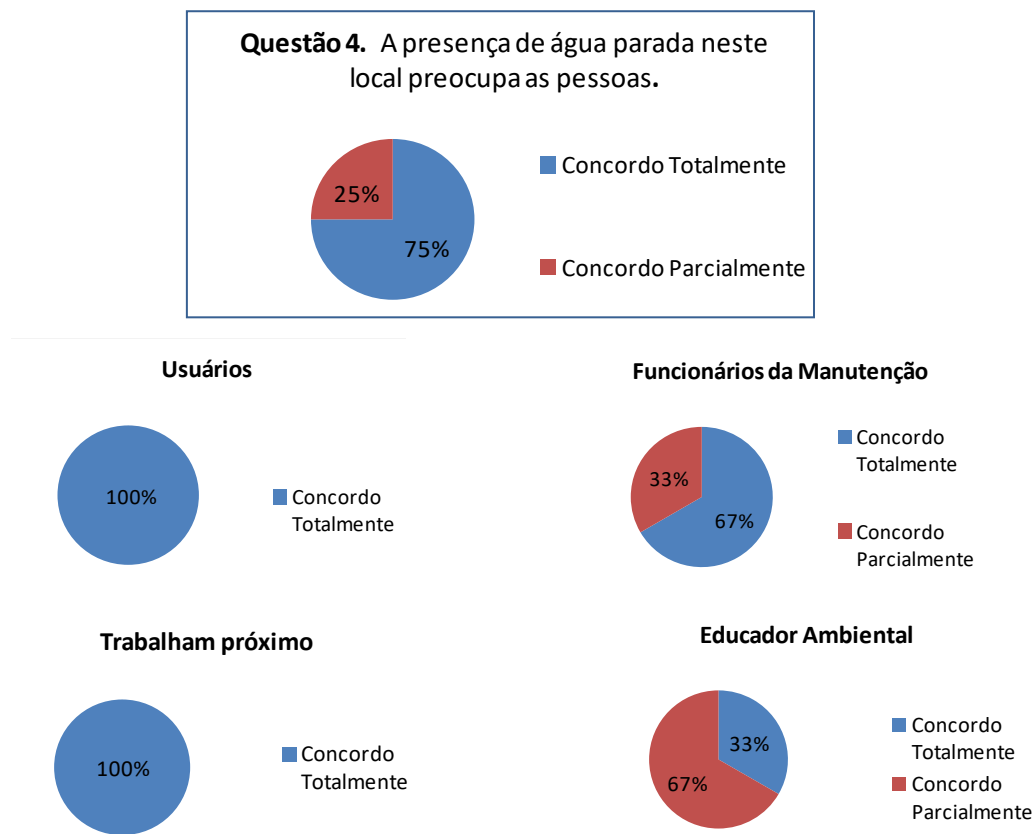


Figura 93. Gráficos de percentuais das respostas, geral e por perfil pesquisado, da questão 4 acerca da preocupação com água parada na TC Caxias. Fonte: AUTORA (2018).

Ainda sobre risco sanitário, a questão 5 apresentou que 92% dos entrevistados concordaram totalmente que a TC não exala odores desagradáveis na área de lazer, que poderiam assim preocupar e incomodar o uso pelas pessoas.

Na questão 6, a afirmação sobre o fato de que uma maior divulgação sobre a funcionalidade da TC auxiliaria na conservação, pois evitaria o mau uso, descaso e descarte de lixo dentro delas, apresentou 92% de concordância total, e apenas 8% que concordaram parcialmente. Um terço do total de perfil de usuários afirmou concordar parcialmente com a afirmação, pois, conforme justificativa apresentada no preenchimento do formulário de entrevista, foi considerado que a solução para o problema da falta de conservação naquele espaço público pela população usuária devem envolver ações educativas, além de divulgação sobre a função da TC.

A questão 7 afirma que a maneira como a TC foi implantada deixou a área mais insegura para o uso das pessoas. Nesta questão, 92% discordaram totalmente sobre uma possível insegurança causada pela implantação da TC, e 8% concordaram totalmente. Pudemos observar nos comentários escritos nos formulários de entrevista, que os 8% refere-se a usuário que alegou sentir insegurança na área devido à presença de usuários de drogas na área de lazer.

Quanto à valorização da área e do projeto, graças a associação do paisagismo à implantação da TC, a questão 8 demonstrou que 75% dos entrevistados concordaram totalmente, e que 25%

concordaram parcialmente com a afirmação. Dentre os 25%, podemos verificar que estão entrevistados com o perfil de usuário e funcionários que trabalham próximo à TC, que descreveram como comentário no formulário a baixa presença de paisagismo na área de lazer.

A questão 9 ressalta a importância da implantação de estruturas de drenagem como a TC Caxias em outras áreas públicas da cidade, apresentando que 92% concordam totalmente e 8% concordam parcialmente com a questão. A minoria consiste em funcionários que trabalham próximo à TC, ou seja, funcionários da área da saúde que trabalham na UBS Marinópolis, e que concordaram parcialmente devido ao acúmulo de água por certo período, conforme comentário exposto no formulário de entrevista.

Na questão 10, 84% concordaram totalmente com a afirmação de que a maneira como a TC foi implantada possibilita outros usos na área, além de sua função na drenagem, 8% concordaram parcialmente e também 8%, discordaram parcialmente. Dentre os percentuais de 8%, podemos destacar que os que concordaram parcialmente foram funcionários que trabalham próximo, e que os que discordaram parcialmente foram usuários. No formulário da entrevista, os usuários que disseram discordar parcialmente, descreveram comentários de que as valas e bacias da TC impedem a aproximação das pessoas ao alambrado do campo de futebol.

A questão 11 relata que a implantação de uma área verde com esta TC, mesmo que auxiliando o sistema de drenagem, desvaloriza o bairro e os imóveis próximos. Nesta questão, 100% dos entrevistados discordaram totalmente, afirmando então, que o projeto com técnica compensatória não ocasionou a impressão de desvalorização aos imóveis da região.

Na questão 12, o entrevistado deveria opinar sobre a afirmativa: a utilização das valas permeáveis que estimulam a infiltração de água no solo, promovendo benefícios ambientais, é um bom exemplo de práticas de sustentabilidade nos projetos para a cidade. A pesquisa apresentou que 92% dos entrevistados concordaram totalmente e 8% concordaram parcialmente com tal afirmação.

5.4.4 AVALIAÇÃO GERAL DA APROPRIAÇÃO PELOS USUÁRIOS ÀS TCs

TC PARCÃO

De maneira geral, os resultados da TC ParCão demonstraram que este projeto de TC implantada em área de lazer, foi o que mais apresentou dentre os perfis analisados, usuários em geral da área que declararam já terem conhecimento prévio da função da estrutura da TC (questão 2). Podemos afirmar que a participação dos funcionários da manutenção na execução da obra proporcionou maior conhecimento técnico acerca da estrutura de drenagem, o que pode trazer benefícios reais tanto na melhoria da qualidade da manutenção, pois os funcionários sabem como foi construída e

como a estrutura deve funcionar adequadamente; como também na divulgação da função da estrutura aos demais usuários do parque, podendo auxiliar na valorização, maior conservação das estruturas e, conseqüentemente, maior apropriação pelos usuários.

Porém, a questão 2 também apresentou o fato de que 100% dos educadores ambientais entrevistados, que também trabalham no parque, não conheciam a função de drenagem da estrutura implantada na área de lazer. Podemos dizer que isto representa um pouco a realidade dos projetos desenvolvidos normalmente apenas pela área técnica específica, sem a participação de outras áreas, competências e profissões que podem auxiliar e enriquecer com diferentes pontos de vista. O conhecimento do educador ambiental neste caso, ainda mais pelo fato da TC estar dentro da área de parque que possui atividades de educação ambiental junto à comunidade, poderia auxiliar muito na disseminação dos conceitos ali aplicados de técnicas alternativas que buscam preservar o ciclo hidrológico da água; poderiam destacar o reaproveitamento de materiais em obras civis, dentre outras oportunidades de aprendizado.

Outro aspecto importante que esta avaliação pelo usuário revelou, através dos resultados mais altos de concordância parcial na questão 3 que não aconteceram nas demais TCs estudadas, foi o fato de funcionários da manutenção e educadores ambientais demonstrarem dúvida acerca da importância da implantação de TCs para a diminuição dos problemas de drenagem na cidade, bem como a mesma dúvida aparecer no resultado da questão 9, respondido por educador ambiental, acerca da importância de se propagar tais técnicas em outras áreas públicas. Conforme pode ser vistos nos comentários nas entrevistas, o que ocasionou essa parcialidade é porque tanto os educadores, quanto os funcionários da manutenção, verificaram que a TC apenas contém as erosões dentro da área de lazer para cachorros em que foi implantada, pois o lago de infiltração da estrutura não retém toda a água de chuva que capta, fazendo com que esta estrutura de retenção extravaze rapidamente nos eventos de chuva mais intensos, provocando erosões à jusante na área do parque.

Baseado nos resultados da questão 4, foi verificado que as afirmações acerca do risco sanitário – relacionado à água parada e proliferação de vetores de doenças – foi a única TC, dentre as analisadas, que apresentou empate entre percentuais totalmente opostos. Podemos dizer que na TC ParCão, o risco sanitário também é um fator que influencia negativamente na apropriação pelo usuário, porém, devido suas estruturas se apresentarem sempre secas, sem a presença de água parada, tal preocupação apareceu reduzida frente aos seus usuários.

Dentre os demais dados alcançados, podemos avaliar que outras características da TC ParCão porém, obtiveram êxito na opinião dos usuários em geral. Aspectos importantes que propiciam maiores chances de apropriação pelo usuário obtiveram altos percentuais, entre eles, os que confirmam a percepção de uma estética satisfatória do projeto (questões 8 e 11); e os que confirmam, principalmente, a aprovação da relação de uso no espaço (questões 7 e 10)

demonstrando que os usuários não consideram que a TC tenha ocasionado insegurança às pessoas e aos cachorros, possibilitando uma relação satisfatória aos diversos usos existentes no local.

Assim, podemos avaliar que no caso da TC ParCão, a área de lazer construída apresenta desempenho satisfatório na apropriação pelo usuário nos quesitos gerais de estética e, principalmente, de uso, demonstrando que a área implantada possui qualidades de projeto capazes de interagir positivamente com seus usuários, por meio do que foi apresentado e analisado a partir de suas respostas. E também devemos atentar que os problemas no dimensionamento da TC ParCão, conforme relatos e resultados desta avaliação, prejudicam a apropriação pelo usuário, podendo, inclusive, também prejudicar a comprovação da eficiência destas técnicas e sua propagação em outras áreas e projetos para a cidade.

TC VIADUTO

Conforme resultados, podemos observar que 92% dos entrevistados não conheciam a função na drenagem (questão 2) do projeto de TC implantado e que, em contrapartida a isto, 100% dos entrevistados consideraram importante a implantação desta TC para redução de problemas na drenagem urbana (questão 3). Podemos afirmar, portanto, que a divulgação dos conceitos aplicados no projeto da TC Viaduto aos funcionários operacionais e técnicos da Prefeitura, aos moradores do entorno, aos usuários que passam pelo local, buscando assim levar maior informação e conhecimento aos envolvidos, a priori, e à população como um todo, ocasionaria maior apropriação pelo usuário. A aprovação da implantação da TC, devido à sua função na drenagem, demonstrada nesta confirmação geral dos entrevistados, é um fator que revela também a necessidade de propagação destes conceitos e destas práticas voltadas para minimizar o risco de enchentes e outros danos que a água de chuva pode ocasionar.

Baseado nos resultados das questões 4 e 5, foi verificado que as afirmações acerca do risco sanitário – relacionados à saúde e poluição – foram as que mais apresentaram divergências de opinião entre os diferentes tipos de usuários. Podemos dizer que na TC Viaduto, o fator que mais influencia negativamente na apropriação pelo usuário, são os riscos de proliferação de vetores de doenças que podem ser causados pela água, identificada como parada, e/ou pelos resíduos descartados no local.

Dentre os demais dados alcançados, podemos avaliar que outras características da TC Viaduto obtiveram bastante êxito na opinião dos usuários em geral. Aspectos importantes que propiciam maiores oportunidades de apropriação pelo usuário obtiveram altos percentuais como, uma estética satisfatória (demonstrada nas questões 8 e 11) que apresentaram uma percepção de valorização sobre a área, conceito de projeto aprovado (questões 3, 9 e 12) demonstrado pela concordância de que o projeto implantado da TC é um bom exemplo de práticas de sustentabilidade para a cidade, e da importância da implantação de TCs em outras áreas públicas para minimização dos problemas da

drenagem urbana. As respostas também nos levaram à conclusão quanto a aprovação do uso do espaço onde a TC está inserida (questões 7 e 10) demonstrando que os usuários não consideram que a área ficou insegura por conta da TC e que esta ainda possibilita outros usos da população no local. Tais aspectos, por terem sido positivos na avaliação da TC Viaduto, revelam que o projeto da TC proporciona efeitos positivos nas opiniões e na relação entre espaço e usuário. Isso demonstra que o projeto possui qualidades físico-espaciais capazes de provocar reações e interações com o usuário, podendo ser considerado, assim, como um espaço urbano que apresenta um desempenho satisfatório na avaliação envolvendo usuários, além de sua função na drenagem urbana.

TC CAXIAS

Com os dados obtidos dos usuários da área onde foi implantada a TC Caxias, podemos destacar que esta TC apresentou percentual de 100% em seu reconhecimento na área pelos usuários; bem como um percentual maior de entrevistados (25%), comparado à TC Viaduto, que afirmaram conhecer sua função na drenagem, ressaltando o fato de que o perfil de usuários apareceu dentro deste percentual. Tais dados demonstram que a TC Caxias recebeu um bom destaque visual na área de lazer, ou seja, foi tratada como um elemento importante na composição do projeto, a ponto de sua própria estrutura valorizar e revelar sua funcionalidade ao usuário local.

Verifica-se que as questões que obtiveram as maiores diferenças de opinião foram as questões 4 e 8. Com base nos resultados da questão 4, podemos verificar que, assim como ocorre na TC Viaduto, o risco sanitário ocasionado pelo acúmulo de água por longo período na TC, acarreta preocupação na maioria dos usuários, fazendo com que este seja um fator negativo para uma maior apropriação das pessoas junto à esta área com TC. Já na questão 8, o que podemos verificar é a divergência de opinião, na maioria entre funcionários próximos e usuários, de que o paisagismo associado à TC não valorizou tanto o projeto e a área. Considerando que a percepção de uma estética aprovada é um fator que auxilia na apropriação do usuário pelo espaço, podemos dizer que um quarto dos entrevistados considerou essa característica um pouco frágil na TC Caxias, diante da concordância parcial na questão.

Com bons percentuais nas questões 3, 9 e 12, podemos destacar que a TC Caxias apresentou uma boa aprovação de seus usuários quanto aos conceitos de projeto aplicados no local que ressaltam a minimização de impactos na drenagem urbana, demonstrando assim um potencial didático do projeto junto à população sobre técnicas compensatórias de drenagem.

Outros elevados percentuais nas questões 7 e 10, também revelam uma funcionalidade do espaço aprovada pelos usuários, considerando que fatores como insegurança e possibilidade de outros usos pela população na área, foram bem avaliadas.

Diante dos resultados e análises obtidos da TC Caxias que apresentou alguns percentuais de aprovação (opinião positiva) melhores do que a TC Viaduto, esta avaliação mostra a possibilidade de que o conhecimento, pelos usuários, acerca da função que as TCs têm na drenagem urbana pode ocasionar maior apropriação destes pela área em que está inserida a TC.

6 CONCLUSÕES FINAIS

No presente trabalho foram propostas quatro tipos de avaliações a três técnicas compensatórias implantadas em áreas públicas urbanas consolidadas na cidade de Guarulhos; a fim de se verificar se tais soluções de drenagem são aplicáveis neste contexto urbano de convívio dos usuários e a presença de sistemas de drenagem expostos. Deste trabalho algumas conclusões puderam ser obtidas, entre elas perspectivas de aprimoramento na execução de TCs em áreas verdes e de lazer, e de replicabilidade de aspectos de projeto que valorizaram o espaço, a TC e a presença do usuário.]

6.1 TC PARCÃO

Sobre as análises feitas da TC ParCão, podemos destacar que esta foi a única TC que não demonstrou **contribuição hidrológica** à drenagem local, pois suas estruturas de amortecimento não são suficientes para controle da vazão existente de projeto ($0,169\text{m}^3/\text{s}$). Foi verificado por meio de modelagem e diagnóstico pelo método de PULS, bem como também verificado no local e relatado durante as entrevistas com os usuários que a última estrutura do sistema da TC extravasa, causando erosões à jusante no parque. A partir deste fato, recomenda-se o redimensionamento do reservatório 3 da TC (bacia de infiltração) para que haja um controle e amortecimento da vazão existente; juntamente com o dimensionamento de um tubo de saída no fundo da bacia, para controle do esvaziamento e redução das erosões no parque. Desta maneira, podemos constatar que a TC ParCão possui no projeto uma função apenas hidráulica, ou seja, esta capta e conduz a água de chuva de um modo eficiente e seguro dentro da área de lazer, porém, após lançar a água em sua estrutura final de amortecimento – bacia de infiltração localizada fora da área de lazer e já na área do parque – esta não suporta e extravasa, demonstrando então que não foi dimensionada para a contribuição de escoamento superficial existente.

As erosões causadas pelo extravasamento da TC ParCão, também provocaram consequências nas avaliações de inserção urbana e apropriação pelo usuário. Na avaliação de inserção urbana, apesar da TC ParCão ter sido a TC que obteve melhores resultados nos diversos aspectos de projeto que foram observados, esta foi a única TC que apresentou um resultado insatisfatório no aspecto físico acerca de prejuízos ocasionados pela TC na infraestrutura local, devido a constatação de erosões à jusante. E na avaliação de apropriação pelo usuário, este problema reduziu nitidamente o percentual de concordância na afirmação 3, acerca da importância da implantação de TCs para diminuição dos problemas na drenagem urbana como enchentes ou erosões. Podemos ressaltar assim, que a importância do bom funcionamento das estruturas, não somente avaliado pela funcionalidade

hidrológica, mas também avaliado através dos aspectos físicos de projeto da TC verificados na inserção urbana, é fundamental para a apropriação pelo usuário, antes mesmo dos riscos sanitários que esta possa oferecer. Tal conclusão pode ser obtida pelo fato de que, apesar da TC Caxias e TC Viaduto apresentarem em suas entrevistas percentuais mais elevados nas questões sobre riscos sanitários existentes na TC (afirmações 4 e 5) do que a TC ParCão, estas não ocasionaram redução considerável no percentual de aprovação sobre a importância da implantação de TCs para diminuição dos problemas na drenagem urbana - questão 3 – assim como o problema visível de erosões na TC ParCão ocasionou queda na aprovação do uso de TCs.

Sobre a avaliação da **inserção urbana**, podemos verificar que a TC ParCão foi a que apresentou melhores resultados quanto aos aspectos de projeto que podem influenciar benéficamente o seu funcionamento no meio urbano, ou seja, podemos considerar que foi a TC mais integrada urbanisticamente. Com as análises realizadas, podemos verificar que os melhores resultados da TC ParCão, quando comparados às demais TCs, destacam-se nos aspectos sanitários e urbanísticos. A TC ParCão foi a que menos apresentou sensações de risco sanitário e o projeto que mais demonstrou qualidades de projeto urbanístico como multiplicidade de usos, elementos construtivos e de composição atrativos aos usuários e ausência de barreiras visuais que podem causar desconfortos e insegurança quando se tratam de áreas públicas.

O bom resultado no fator risco sanitário pode ser verificado também na avaliação da **apropriação pelo usuário** na TC ParCão, que foi a TC que apresentou nas entrevistas o menor percentual de usuários que afirmam que a presença de água parada preocupa as pessoas (42%), enquanto que nas demais TCs esta preocupação abrangeu 59% e 75% dos usuários. Podemos observar que esta sensação de menor risco sanitário na TC ParCão é ocasionada pelo fato desta não ter apresentado presença de água parada e/ou resíduos em suas estruturas aos usuários e nem nas visitas *in loco*.

Na avaliação sobre os **custos** levantados da TC ParCão, foi verificado que os custos de implantação da TC foi praticamente o mesmo custo levantado para uma escadaria hidráulica no local, que seria um dispositivo da drenagem convencional a substituir a TC implantada. Enquanto que o custo de manutenção anual da TC demonstrou-se 15% mais caro do que o custo de manutenção anual da drenagem convencional.

Analisando as tabelas de custos e os valores alcançados, podemos concluir que o uso de materiais reaproveitados na implantação da TC ParCão auxiliou no equilíbrio com os custos de implantação da drenagem convencional; e que podemos destacar, assim, o quanto pode ser vantajoso, principalmente em se tratando de reduzir gastos aos cofres públicos, e viável tecnicamente, utilizar-se de materiais reaproveitados na construção civil, em obras de baixa complexidade como estas.

6.2 TC VIADUTO

Após análises realizadas sobre a TC Viaduto, podemos destacar que quanto ao **desempenho hidrológico** a TC amortece quase totalmente a vazão de pico existente ($0,15\text{m}^3/\text{s}$) proveniente de uma área de contribuição de 4.532m^2 , apresentando um extravazamento de $1,15\text{m}^3$. Para tal extravazamento recomenda-se o dimensionamento e a instalação de tubo de saída no fundo da bacia, o que auxiliaria também na resolução do acúmulo indevido de água, conforme foi percebido nas avaliações de inserção urbana e apropriação pelo usuário. Desta maneira, a técnica contribui hidrológicamente no controle da vazão e reduz o volume escoado de água de chuva para o sistema de drenagem convencional urbano, minimizando riscos de enchentes e prejuízos associados à jusante do local.

Na avaliação da **inserção urbana**, a TC Viaduto foi a segunda técnica mais integrada no meio urbano, logo após a TC ParCão. O projeto se destacou com os bons resultados nos aspectos sociais, que consistem em elementos de projeto que influenciam no comportamento humano, e que também foram bem avaliados na **apropriação pelo usuário**, como nas questões de valorização paisagística e a valorização da área e entorno.

Quanto aos **custos** apresentados foi constatado que, mesmo com os investimentos em paisagismo totalizando mais de 50% dos custos de implantação, os valores de implantação e manutenção da TC Viaduto ficaram abaixo dos custos estimados para o projeto de uma drenagem convencional para o local. Isto, pois, a drenagem convencional apresenta maior complexidade de execução e também de manutenção, por ser totalmente subterrânea; enquanto que apesar da TC necessitar de uma maior frequência de serviços de manutenção, tais serviços são menos complexos e mais baratos.

6.3 TC CAXIAS

Nas avaliações acerca da TC Caxias, podemos destacar que esta foi a TC que apresentou melhor **desempenho hidrológico**, dentre as outras em análise. As valas gramadas de condução e as três bacias de infiltração retém toda a vazão de projeto ($0,08\text{m}^3/\text{s}$) proveniente da área de contribuição que totalizam 11.273m^2 . Mesmo com a baixa taxa de infiltração do solo do local, pode-se afirmar que, devido a alta capacidade de retenção de água das 3 (três) bacias (85m^3) em relação ao volume de escoamento superficial da área de contribuição, a técnica implantada possui função hidrológica, por reduzir o volume de escoamento a ser lançado na rede convencional de drenagem. Quanto à presença de água parada por mais de 24 horas nesta TC, recomenda-se o dimensionamento e a instalação de tubos de saída no fundo das bacias.

Na avaliação acerca da **inserção urbana**, a TC Caxias foi a que apresentou os resultados mais baixos, principalmente nos aspectos de projeto que podem influenciar no comportamento humano. Os aspectos que proporcionam boa experiência sensorial, avaliados nesta pesquisa, referem-se a maiores investimentos em elementos de projeto que possam estimular, despertar e atrair os usuários. Analisando conjuntamente os resultados da TC Caxias em inserção urbana, apropriação do usuário e custos, podemos concluir que um menor investimento em paisagismo, verificado no levantamento dos custos de implantação, promoveu consequências na apropriação pelo usuário, que apresentou apenas 75% de concordância total na afirmação sobre a valorização proporcionada pelo paisagismo à TC. Foi constatado também na análise de inserção urbana que o projeto da TC Caxias possui poucos elementos que possibilitam uma maior qualidade do espaço público, voltado aos estímulos que o local pode provocar no comportamento da população, aumentando as oportunidades de apropriação deste pelo espaço.

Apesar de ter sido, de maneira geral, a TC que menos apresentou inserção urbana, ainda podemos destacar que esta apresentou os melhores resultados nos aspectos físicos de projeto para TC, sendo estes, aspectos que valorizam a escala do usuário e que se preocupam com a sensação de segurança física e sensorial dos usuários, que pode ser confirmado, inclusive, pelo bom percentual de discordância total apresentado na afirmação 7 (sete) sobre a sensação de insegurança nas TCs.

Na avaliação de **apropriação pelo usuário**, além dos destaques já citados, pode-se evidenciar ainda que a TC Caxias apresentou elevados percentuais quanto à legibilidade de projeto (reconhecimento da TC e de sua função) que, segundo Lynch (1960), refere-se à facilidade com que os elementos de um projeto podem ser reconhecidos. A TC Caxias pela extensão que abrange no projeto, pela presença da água dentro das valas e bacias, e pela marcante presença da linguagem paisagística de “morroteamento” do terreno que ocorre em toda a área de lazer, fez-se reveladora ao usuário, tanto em sua presença quanto em sua função. Tal fato leva-nos a constatar a relevância da percepção e cognição, ocorrida na interação entre alguns usuários e a TC Caxias, que promoveu maior concordância nas afirmações sobre os conceitos do projeto (questões 3, 9 e 12) demonstrando, assim, uma importante aprovação do usuário sobre as técnicas compensatórias de drenagem aplicadas no espaço urbano.

Por meio da avaliação de **custos** levantados da TC Caxias, pôde-se observar que esta teve investimentos básicos para execução de valas e bacias de infiltração, sem maiores atributos paisagísticos ou elementos atrativos ao uso e contemplação do usuário, como a TC ParCão e TC Viaduto tiveram. Diante disso, podemos constatar que a TC Caxias demonstrou que é possível se obter resultados ainda satisfatórios, desde que o projeto de TC a ser implantado em área pública, busque contemplar aspectos relevantes de inserção urbana e funcionalidade hidrológica, responsáveis por uma maior apropriação pelo usuário.

6.4 CONCLUSÃO GERAL

Constatamos que, apesar da falta de dimensionamento prévio das TCs, apenas a TC ParCão não apresentou funcionalidade hidrológica mesmo apresentando função hidráulica para o projeto, sendo que as demais contribuem para o controle da vazão e reduzem o volume de escoamento lançado ao sistema de drenagem; porém todas, após avaliação, receberam recomendações técnicas seja para aperfeiçoamento de seu funcionamento, como a TC Viaduto e TC Caxias, devido à baixa taxa de infiltração no solo, seja para corrigir o dimensionamento da estrutura de armazenamento final do sistema de drenagem implantado, como foi o caso da TC ParCão. Ressaltamos sobre este fato que, o dimensionamento técnico da TC é item indispensável para sua implantação e reiteramos que dado o fato das TCs serem geralmente implantadas na superfície, possibilitando outras funções no espaço, implica em uma concepção de forma integrada com o projeto urbanístico. Assim, é importante a abertura para participação de outras competências e profissões, além do especialista em drenagem, que é quem normalmente concebe os projetos de TCs. Porém, este trabalho apresenta um caso distinto, em que arquitetos urbanistas e paisagistas foram os principais responsáveis pela concepção dos projetos com TCs, faltando maior participação do especialista em drenagem para os cálculos hidrológicos, análise do solo e dimensionamento das estruturas. Foi notado que, por terem sido projetos de TCs desenvolvidos por arquitetos, houve de fato maior preocupação com a integração da TC na área urbana, o que promoveu resultados bem inovadores como bacias de retenção em forma de um conjunto de espelhos d'água contornado por jardins sob um viaduto; uma estrutura em cascata de poços de infiltração e canaletas feitas com materiais reaproveitados incorporados ao paisagismo, confundidos até com materiais naturais; e uma extensa vala com bacias de retenção desenhadas no terreno, capazes de dar movimento a uma área plana através de suas curvas e ondulações, e que nos períodos chuvosos proporcionam a presença de espelhos d'água no local. Desta maneira, a multidisciplinaridade na elaboração do projeto de TCs, e o diálogo entre esses projetistas de diferentes áreas técnicas, tem papel importantíssimo para a boa concepção de TCs que contribuam efetivamente para melhorias na qualidade de vida nas cidades.

Comparando os resultados obtidos na inserção urbana, podemos dizer que as TCs implantadas pela Prefeitura de Guarulhos, avaliadas no presente estudo, possuem boas qualidades de projeto voltadas para a atração do usuário e possibilidades múltiplas de uso do espaço, proporcionando, assim, boas condições de convivência com a TC, também demonstradas na avaliação de apropriação pelo usuário. As TCs apresentaram melhores soluções, respectivamente, dentre os aspectos de projeto observados, nos aspectos físicos, sociais, urbanísticos e, por último, sanitários. Sendo assim, a maior dificuldade de inserção urbana apresentada por tais TCs foram os aspectos presentes no local que provocam sensações desagradáveis causadas pela presença de água parada por muitos dias,

resíduos ou falta de manutenção. Destacamos, portanto, que com a instalação do tubo de saída sugerida pela recomendação técnica feita à TC Viaduto e Caxias, a preocupação com a presença de água parada reduziria nestes locais; porém, as demais sensações desagradáveis vinculadas aos resíduos descartados ainda dependeriam de outras soluções voltadas à gestão pública. Foi verificado com as visitas aos locais que, quanto maior a capacidade de manutenção devido a presença frequente de funcionários, as TCs são mantidas mais limpas e com melhor funcionamento, como foi percebido na TC ParCão, por estar localizada dentro do principal parque da cidade.

Sobre os custos, as avaliações deste trabalho demonstraram que, apesar das TCs apresentarem altos custos com paisagismo – até 50% do valor de custo da obra - e possuem maior necessidade de frequência na realização de manutenção, de maneira geral, ainda assim seus custos são mais baixos quando comparados com os de implantação de uma drenagem convencional para o mesmo local. Todos os custos levantados de TCs, realizados pela administração pública, ficaram, em média, 22% mais baratos do que a implantação de uma drenagem convencional, e 10,5% mais barato, em média, do que a manutenção de um sistema convencional. Tal fato deve-se tanto aos serviços de implantação quanto de manutenção das TCs serem mais simples e, portanto, terem menor custo do que os de uma drenagem convencional que utiliza materiais mais caros e serviços mais especializados. Destacamos que a utilização de materiais reaproveitados na TC ParCão equilibrou os custos de implantação da mesma comparado à drenagem convencional, sendo portanto, uma boa prática de redução de custos aos cofres públicos, já que as TCs, por serem construções de baixa complexidade técnica, permitem o emprego de materiais alternativos.

E, finalmente, quanto à apropriação pelo usuário, destacamos que os riscos sanitários (água parada e presença de resíduos descartados) foram os aspectos negativos mais expressados pelos usuários em relação às TCs; porém, surpreendentemente, tais aspectos não ocasionaram prejuízos à aprovação da maioria dos demais aspectos da TC ao longo da avaliação. Enquanto que o mau funcionamento da TC, ocorrido no caso das erosões na TC ParCão, provocou uma consequente baixa nos resultados de aprovação dos conceitos do projeto, reduzindo assim a apropriação, nitidamente, pelo usuário nesta TC.

Diante disso e dos resultados também obtidos na avaliação da inserção urbana, ficou constatado que os projetos de TCs provocam sensações desagradáveis e também preocupação aos usuários; porém, tais aspectos negativos não reduziram a boa aceitação do usuário pela presença das TCs no espaço urbano. Concluimos, portanto, que os outros aspectos positivos existentes nos projetos de TCs, como a multifuncionalidade, a sensação de segurança, a valorização paisagística, a função na drenagem urbana, dentre outros que foram avaliados nas entrevistas, minimizam uma possível rejeição pelo uso da TC em uma área pública urbana, inclusive quando esta sofre com a escassa manutenção da administração pública.

Assim, a aplicação das entrevistas revelou que os projetos com TCs implantadas em áreas verdes proporcionaram, na grande maioria, efeitos positivos nas opiniões e na relação entre espaço e usuário. Isso demonstra que os projetos avaliados possuem qualidades físico-espaciais capazes de provocar boas reações e interações com o usuário, podendo ser considerado, assim, como espaços públicos urbanos de qualidade, que apresentaram um desempenho satisfatório na avaliação envolvendo usuários, além de sua função na drenagem urbana.

Deste modo, podemos dizer que os projetos de TCs em áreas verdes, avaliados no presente trabalho, apresentaram contribuição hidrológica em sua maioria, boa inserção urbana, custos de implantação e manutenção vantajosos quando comparados à implantação da drenagem convencional, e boa apropriação pelo usuário. Tais avaliações indicam que a aplicação de TCs em projetos de áreas verdes urbanas vai ao encontro com as condições necessárias para o desenvolvimento sustentável das cidades, contribuindo para melhorias da qualidade de vida, recuperação e preservação do meio ambiente, por meio de soluções na drenagem urbana.

Apesar da falta de normativas técnicas específicas e a constante replicação do modelo tradicional da drenagem convencional já existem, conforme já citado neste trabalho, inúmeros avanços no país em pesquisa, artigos científicos, trabalhos técnicos implantados e em monitoramento, cursos, e legislações municipais que exigem em novos empreendimentos o uso destas soluções alternativas na drenagem urbana de suas cidades. A experiência na cidade de Guarulhos aqui relatada contribui ainda a outras oportunidades de avanço, como nas relações e percepções da sociedade com as técnicas compensatórias adotadas na drenagem em espaços públicos, em especial na questão da presença da água no meio urbano, graças à inserção urbana destas técnicas possibilitando outros usos e, principalmente, o convívio harmônico com a população; e também contribui como exemplo de como o envolvimento técnico-institucional é fundamental para que a prática aconteça, demonstrando também a importância da capacitação de profissionais e gestores dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais para soluções com foco na sustentabilidade, e não apenas na eficiência hidráulica de redes de drenagem, evoluindo-se para um sistema de drenagem integrado ao ambiente urbano.

Pôde ser concluído com esta experiência adquirida durante a participação no desenvolvimento do projeto, execução da obra e com a posterior realização destas quatro análises sobre o uso de TCs em áreas públicas urbanas que, para melhorar a qualidade de vida em nossas cidades não basta apenas termos projetos técnicos bem definidos, mas é fundamental também termos pessoas capacitadas no gerenciamento governamental e fortalecer uma governabilidade comprometida com a temática ambiental. Foi percebido em Guarulhos que estas novas experiências só foram concretizadas devido à capacidade técnica e de inovação de gestores do executivo, aliadas a vontade e ao poder político naquele período da gestão sobre o tema. Tais fatores foram cruciais para que mesmo com a falta de

estrutura física, de materiais, de recursos disponíveis e de investimento, tão comuns nas prefeituras e demais esferas públicas do país, tais obras fossem executadas buscando implantar novas soluções técnicas de menor impacto e que promovessem maiores benfeitorias à qualidade ambiental da cidade. Estas conquistas importantes que geram avanços nas práticas voltadas à preservação e recuperação da qualidade ambiental do espaço urbano, para que não sejam acontecimentos raros e passageiros, devem ser cada vez mais legitimados, principalmente, pela sociedade como um todo. Por fim, destacamos que, diante de tais experiências, os próximos passos para que bons projetos para as nossas cidades possam sair do papel, é a capacitação institucional - não somente de técnicos mas também de gestores, que muitas vezes também não se encontram capacitados para orientar e viabilizar projetos - e a evolução da participação da sociedade na construção de políticas públicas e na fiscalização frente as ações governamentais. Este engajamento e sensibilização aos urgentes problemas ambientais é dever de todos, pois suas consequências são para a qualidade de vida de todos nós e das próximas gerações. Diante do que foi constatado no trabalho, quanto à ampla aceitação do usuário pelas TCs após estes terem conhecimento da função hidrológica e dos benefícios que estas promovem, afirmamos que a mudança do paradigma na sociedade acerca da questão ambiental, é o que de fato promoverá mudanças mais sólidas e melhores resultados para o futuro.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDOH, R. Y. G., IWUGO, K. O., “Sustainable Urban Drainage Systems: A UK Perspective”. 9th International Conference on Urban Drainage, Portland, Oregon, USA, 2002.

ARCHDAILY BRASIL. Site na internet. Disponível em <<http://www.archdaily.com.br/br/01-115308/12-criterios-para-determinar-um-bom-espaco-publico>> Acesso em 02 de junho de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15645. Execução de obras de esgoto e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto. Rio de Janeiro, 2008.

BAPTISTA, L.F.S. Aspectos ambientais, hidrológicos, sanitários e urbanísticos na concepção a aplicação do LID (Low Impact Development) em microbacia na UFSCar. São Carlos, 151p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos-SP. 2014.

BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.O. Sustainable Development and Urban Stormwater Management in the Context of Tropical Developing Countries. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. México. AIDIS, pp. 523-529, 1996.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. ABRHidro, Porto Alegre-RS, 2011.

BARBOSA, A.R.; Elementos de Hidrologia Aplicada. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 1999.

BARGOS, D.C.; MATIAS, L. F. Áreas Verdes Urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. REVSBAU – Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana -V.6, N.3, pag. 172-188. Artigo publicado em 15/09/2011. Piracicaba – SP.

BRASIL. Lei Federal 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.

BRASIL. Lei Federal 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.

BRASIL. Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.

BRASIL. Decreto Federal nº 7.983 de 8 de abril de 2013. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências.

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

CANHOLI, A.P.; Soluções Não-Convencionais em Drenagem Urbana. Tese de doutorado. Escola de Engenharia Civil – Hidráulica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.

CARVALHO, D.F. e SILVA, L.D.B. Hidrologia: Infiltração. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. Apostila de curso de Hidrologia do Departamento de Engenharia.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Rio de Janeiro, RJ, Ano VII, n. 3, jul/ago/set. 1999.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2010.

ELLIS, J.B.; Third generation urban surface water drainage; From rooftop to there ceiving watersub-catchment. 11^a International Conference on Urban Drainage. Edimburg, Scotland – UK. 2008.

FESTI, A.V. Coletânea das equações de chuva do Brasil. Artigo Técnico. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – ABRHidro. São Paulo, SP. 2007

GAROTTI, L. M. ; BARBASSA, A.P. Estimativa de área impermeabilizada diretamente conectada e sua utilização como coeficiente de escoamento superficial. Artigo Técnico. Revista Engenharia Sanitária Ambiental – ABES. Rio de Janeiro, v.15, n.1, p. 19-28, jan/abr, 2010.

GEHL,J.Cidades para Pessoas. 3 ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GEHL, J. Life Between Buildings – Using Public Space. (Translated by Jo Koch). New York: Van Nostrand Reinhold, 1987 (Original version 1971 in Danish). 202 p.

GOLLEDGE, R.; STIMSON, R. Spatial behaviour: a geographic perspective. New York: The Guilford Press, 1997.

GUARULHOS. Prefeitura. Plano Diretor de Drenagem – Diretrizes, Orientações e Propostas. Prefeitura de Guarulhos. Guarulhos, São Paulo, 107p. 2008.

GUARULHOS. Lei Municipal 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.

GUARULHOS. Lei Municipal Nº 6.046 de 5 de novembro de 2004. Estabelece o Código de edificações e licenciamento urbano do município de Guarulhos

JACOBS, J. Morte e Vida de Grandes Cidades. 2^a ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009. 499 p. (Coleção mundo da arte).

LIEBSCHER, P. Quantity with quality? Teaching quantitative and qualitative methods in a LIS Master's program. *Library Trends*, v. 46, n. 4, 1998.

LUCAS, A.H.; SOBRINHA, L.A.; MORUZZI, R.B.; BARBASSA, A.P. Avaliação da construção e operação de técnicas compensatórias de drenagem urbana: o transporte de finos, a capacidade de infiltração, a taxa de infiltração real do solo e a permeabilidade da manta geotêxtil. Artigo. *Revista Engenharia Sanitária Ambiental*. v.20, n.1, p. 17-28. Rio de Janeiro, 2015.

LYNCH, K. *The image of the city*. Tradução. 70. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1960.

MAIDMENT, D. R. (ed). *Handbook of hydrology*. New York: Mc Graw –Hill, 1993.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. 2012. Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais. Brasília, DF. 2012.

MOURA, P. M.; Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana. 146p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG, 2004.

OLIVEIRA, C.H. Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 1996.

PARLATORE, A.C. Crise Hídrica na Região Metropolitana de São Paulo – Análise Crítica, Reflexões e Soluções. [Caderno de Sustentabilidade - Artigo]. *Revista Saneamento Ambiental*, n.182, p. 27-50, 2016.

PEREIRA, T.R.D.S. Projeto Paisagístico como instrumento de integração de técnicas compensatórias à paisagem urbana: estudo de caso aplicado em planos de infiltração do campus da UFSCAR. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, SP, 2016.

POPULAÇÃO ESTIMADA 2016. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://cod.ibge.gov.br/4GX>> Consulta realizada em 05/2016.

PRINCE GEORGE'S COUNTY, Department of Environmental Resources. *Low-Impact Development Design Strategies: An Integrated Design Approach*. Maryland, 1999.

REIS, A. T. L; LAY, M.C.D. Avaliação da qualidade de projetos: uma abordagem perceptiva e cognitiva. Artigo. *Revista Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.6, n.3, p. 21-34, jul/set, 2006.

RIGHETTO, A. M. (coordenador), *Manejo de Águas Pluviais*. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 2009.

SANTOS, E.T.; Impactos econômicos de desastres naturais em megacidades: o caso dos alagamentos em São Paulo. São Paulo, 68p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de São Paulo. SP, 2013.

SEGAWA, Hugo. Ao amor do público: jardins no Brasil. São Paulo: Studio Nobel: FEPESP, 255p. 1996.

SILVEIRA, A. L.; Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. Artigo. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH. V.10, n. 1, p. 5-23. ABRHidro – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, jan/mar, 2005.

TAVANTI, D.R. Desenvolvimento de baixo impacto aplicado ao processo de planejamento urbano. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, SP, 2009.

TAVANTI, D.R.; BARBASSA, A.P. Análise dos Desenvolvimentos Urbanos de Baixo Impacto e Convencional. Artigo. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH. V.17, n. 4, p. 17-28. ABRHidro – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 2012.

TOMAZ, P., 2010. Curso manejo de águas pluviais. Livro 14: Dimensionamento preliminar de reservatório de detenção – Capítulo 10. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/>>. Acesso em: 10 junho de 2017.

TUAN, Y. Topophilia: a study of environmental perception, attitudes and values. Englewood Cliffs: Prentice – Hall, 1974.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 7. n.1, pp-5-28, 2002.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. ABRHidro - Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Editora UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. 2007.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O.M. Cenários da Gestão da Água no Brasil: Uma Contribuição para a “ Visão Mundial da Água”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.5, n.3, p.31-43, 2000.

TUCCI, C. E. M., MELLER, A., “Regulação das águas pluviais urbanas”, REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina v. 4, n. 1, pp. 75-89. Brasil, 2007.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. Drenagem urbana. ABRHidro - Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Editora / UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS, 1995.

US EPA – United States Environmental Protection Agency, Stormwater Best Management Practice Design Guide v. 1, EPA/600/R-04/121. Washington, DC: Office of Water, 2004.

VICENTE, T. Z.; Análise de uso, apropriação e integração urbana das técnicas compensatórias em drenagem na cidade de Ribeirão Preto – SP. São Carlos, 97p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos-SP. 2015.

WEBER, R. On the aesthetics of architecture: a phisycological approach to the structure and the order of perceived architectural space. Aldershot, England: Averbury, 1995.

8. APÊNDICES

- **Apêndice I** – Roteiro de Observação para Vistorias
- **Apêndice II** – Formulário para entrevistas (Aprovado Comissão Ética)
- **Apêndice III** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – usuários

Área de Lazer - Nome:		No de usuários	
Horários e Dias da Semana abertos ao público:			
Dia / Hora da Vistoria:		Distância do ponto de ônibus mais próximo:	
Acessibilidade:		() boa/acessível	() regular () ruim / inacessível
Obs.			
Uso e Ocupação do entorno:		() residencial	() comercial () misto
Obs.			
Equipamentos	Estado de Conservação / Depredação		
() campo de futebol	() B () S () IN - Obs.		
() pista caminhada	() B () S () IN - Obs.		
() ginástica	() B () S () IN - Obs.		
() playground	() B () S () IN - Obs.		
() outros. Quais?	() B () S () IN - Obs.		
Instalações	Estado de Conservação / Depredação		
() banheiros/vestiários	() B () S () IN - Obs.		
() fechamento/alambrados	() B () S () IN - Obs.		
() administração	() B () S () IN - Obs.		
() guarita	() B () S () IN - Obs.		
() bebedouros	() B () S () IN - Obs.		
() outros. Quais?	() B () S () IN - Obs.		
Mobiliários	Estado de Conservação / Depredação		
() mesas / bancos	() B () S () IN - Obs.		
() postes de iluminação	() B () S () IN - Obs.		
() lixeiras	() B () S () IN - Obs.		
() placas sinalização	() B () S () IN - Obs.		
() bicicletário	() B () S () IN - Obs.		
() outros. Quais?	() B () S () IN - Obs.		
Recursos Naturais	Estado de Conservação / Depredação		
() vegetação / jardins	() B () S () IN - Obs.		
() água	() B () S () IN - Obs.		
() fauna	() B () S () IN - Obs.		
() outros. Quais?	() B () S () IN - Obs.		
Legenda: B = Bom / S = Satisfatório / IN = Insatisfatório / Obs. = Observações			
Comentários:			

ASPECTOS A SEREM OBSERVADOS NAS ÁREAS PÚBLICAS COM TCs

ESCALA DO USUÁRIO	Dimensões da TC compatível com escala do pedestre	() B () S () IN - Obs.
SEGURANÇA DOS USUÁRIOS (FÍSICA E SENSORIAL)	Ausência de riscos de acidentes aos usuários, causados pela TC	() B () S () IN - Obs.
	Ausência de criação de "esconderijos" pela TC	() B () S () IN - Obs.
	Ausência de prejuízos à estrutura do espaço público, advindos da TC	() B () S () IN - Obs.
EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS DESAGRADÁVEIS (PROLIFERAÇÃO DE VETORES)	Presença de água parada	() B () S () IN - Obs.
	Presença de resíduos descartados irregularmente	() B () S () IN - Obs.
	Boa manutenção na roçagem, jardinagem e estruturas da TC	() B () S () IN - Obs.
OPORTUNIDADES / ATRATIVIDADES (QUALIDADE DO DESENHO)	Convites para outros usos (sentar, caminhar, conversar, observar)	() B () S () IN - Obs.
	Presença de elementos visuais atrativos como árvores, plantas, paisagens, diferentes materiais.	() B () S () IN - Obs.
	Ausência de barreiras visuais (excesso de elementos construtivos, edificações)	() B () S () IN - Obs.
BOA EXPERIÊNCIA SENSORIAL	Paisagens atraentes que estimulam a curiosidade	() B () S () IN - Obs.
	Presença de elementos sensoriais atrativos como texturas de materiais, ruídos da presença da água)	() B () S () IN - Obs.
	Pontos interessantes de visualização, áreas confortáveis	() B () S () IN - Obs.
	Condições de microclima agradáveis (sol,sombra, umidade,frescor)	() B () S () IN - Obs.

Você é:

Usuário do local / morador
 Funcionário Secretaria de Meio Ambiente

Agente/ Educador Ambiental
 Funcionário outra Secretaria

O que você faz neste local?

jogar
 brincar
 caminhar
 tomar sol
 trabalhar
 encontrar pessoas

pegar o ônibus
 descansar
 apenas passagem
 sentar
 conversar
 passear com o cachorro

Outro: _____

Com que frequência você vem ou passa por aqui?

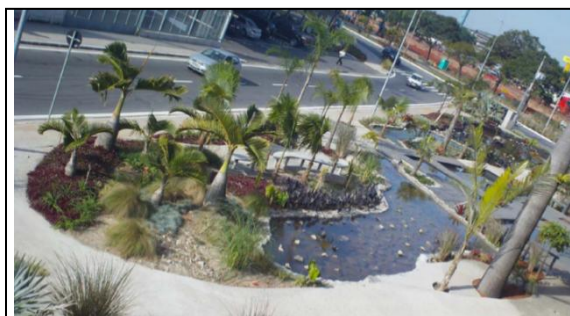
1 vez por semana
 2 vezes por semana
 3 vezes por semana

todos os dias
 1 vez por mês
 poucas vezes

Outro: _____

Observe as Figuras a seguir, que destacam técnicas de drenagem, e assinale aquela em que você está:

() **Figura 1: Espelhos d’água para detenção de água de chuva e de nascente – Viaduto Cidade de Guarulhos.**



A água de uma nascente existente sob o Anfiteatro Adamastor e a água de chuva captada por boca de lobo de parte do Viaduto, são direcionadas para os espelhos d’água do paisagismo do Viaduto. Os espelhos d’água têm como função deter essa grande quantidade de água, reduzindo os impactos na drenagem urbana que podem ocasionar enchentes, aproveitando-a também para o embelezamento da paisagem através de lagos, peixes e plantas.

() **Figura 2: Valas de infiltração e bacias de retenção - Campo do Caxias**



A água de chuva escoada do campo de futebol é direcionada para as valetas e bacias gramadas ao redor do campo, que têm como função permitir a infiltração da água de chuva no solo, reduzindo assim os impactos na drenagem urbana que podem ocasionar enchentes.

() **Figura 3: Dispositivos de amortecimento e infiltração de água de chuva - ParCão**



A água de chuva escoada da rua é direcionada para as caixas e valetas com brita (pedra) que tem como função reduzir a velocidade da água, evitando erosões, e permitir maior infiltração da água da chuva no solo, beneficiando também as plantas e recarga do lençol freático. As calçadas em concreto permeável também cooperam no sistema.

Instruções: Em cada questão abaixo assinale apenas uma alternativa.

A partir das informações prestadas acima sobre a técnica de drenagem construída na área em que você está, responda as questões a seguir:

1. Você reconhece a técnica de drenagem destacada na figura que você assinalou?

SIM		NÃO	
-----	--	-----	--

2. Você já sabia sobre a função desta técnica? (da figura acima)

SIM		NÃO	
-----	--	-----	--

Agora, assinale o quanto você Concorda ou Discorda das afirmações abaixo:

3. A implantação desta técnica é **importante para diminuição dos problemas** que a drenagem da água de chuva pode ocasionar, como enchentes ou erosões, por exemplo.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

4. A presença de **água parada** neste local preocupa as pessoas.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

5. Este local **não** exala odores desagradáveis.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

6. Uma maior divulgação sobre a funcionalidade desta técnica, evitaria o mau uso, descaso e **descarte de lixo** dentro delas.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

7. A maneira como foi implantada a técnica de drenagem deixou a área mais **insegura** para o uso das pessoas.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

8. A implantação desta técnica de drenagem associada ao **paisagismo**, valorizou o projeto e a área.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

9. É importante a implantação de estruturas de drenagem alternativas como estas, em outras **áreas públicas** da cidade.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

10. A maneira como a técnica foi implantada possibilita **outros usos** na área, além da sua função na drenagem.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

11. A implantação de uma área verde com esta técnica, mesmo que auxiliando o sistema de drenagem, **desvaloriza** o bairro e os imóveis próximos.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

Para responder a última afirmativa, vá para a questão que fala sobre a Figura que você escolheu inicialmente.

12A - Figura 1. O aproveitamento da nascente e da água de chuva captada do Viaduto na construção de lagos com peixes e plantas no paisagismo da área, é um bom exemplo de **práticas de sustentabilidade** nos projetos para a cidade.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

12B – Figura 2.A utilização destas valas permeáveis que estimulam a infiltração de água no solo, promovendo benefícios ambientais, é um bom exemplo de **práticas de sustentabilidade** nos projetos para a cidade.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

12C – Figura 3. O uso de materiais reaproveitados na construção desta técnica é um bom exemplo de **práticas de sustentabilidade** nos projetos para a cidade.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

Agradecemos sua contribuição! Para sugestões ou comentários, utilize as linhas abaixo:

Pesquisa realizada pela discente: Alinne Prado de Oliveira – Arquiteta e Urbanista do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.
alinne.pradoliveira@gmail.com

Apêndice III

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Usuários do local

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "A aplicabilidade de técnicas compensatórias de drenagem na requalificação de áreas verdes urbanas em Guarulhos, SP". Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a viabilidade de implantação de técnicas compensatórias de drenagem em áreas públicas, considerando a percepção do usuário sobre tais obras.

As informações abaixo são necessárias para o seu esclarecimento:

1. Você foi selecionado por ser adulto e usuário do local, para ser um participante voluntário desta pesquisa, na qual 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 prejuízo algum para o pesquisador ou à instituição.
4. Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder a um formulário com 15 (quinze) questões pertinentes ao seu perfil de usuário e à obra implantada.
5. Em relação ao conteúdo do formulário 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 formulário será realizada pelo pesquisador de modo a minimizar possíveis riscos ao participante, tais como danos físicos, materiais, psicológicos, entre outros; 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 dos conceitos de técnicas de drenagem de baixo impacto ambiental, identificação de aspectos positivos e negativos em relação ao tema, ampliação de informação sobre as técnicas implantadas, contribuição no aprimoramento da pesquisa científica, auxílio para futuros estudos e obras similares, 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 alinne.pradoliveira@gmail.com

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.

Arq. Alinne Prado de Oliveira – 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
Contato - Pesquisadora: Av. Ítalo-brasileiro Piva, n.31, apto 94D. Cep 07080-020. Guarulhos-SP.
Tel.: (11) 2453-4434.

Declaro que entendi as informações aqui expostas sobre minha participação na pesquisa, e concordo em participar.

Guarulhos, 15/08/2017.

Assinatura do participante da pesquisa

