



**OLHARES SOBRE A ÁGUA URBANA:
EXPANSÃO DO TERRITÓRIO E DRENAGEM,
INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA NA
SERRINHA DO PARANOÁ, REGIÃO
PRODUTORA DE ÁGUA NO DF**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

CÁTIA DOS SANTOS CONSERVA
ORIENTADORA: PROFA. DRA. LIZA MARIA SOUZA DE ANDRADE – PPG
FAU/UNB

OLHARES SOBRE A ÁGUA URBANA:
EXPANSÃO DO TERRITÓRIO E DRENAGEM, INFRAESTRUTURA
SOCIOECOLÓGICA NA SERRINHA DO PARANOÁ, REGIÃO PRODUTORA DE
ÁGUA NO DF

BRASÍLIA-DF
2019

CÁTIA DOS SANTOS CONSERVA

**OLHARES SOBRE A ÁGUA URBANA:
EXPANSÃO DO TERRITÓRIO E DRENAGEM, INFRAESTRUTURA
SOCIOECOLÓGICA NA SERRINHA DO PARANOÁ, REGIÃO PRODUTORA DE
ÁGUA NA BACIA DO PARANOÁ, DF.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Profa. Dra. Liza Maria Souza de Andrade – PPG FAU/UnB

BRASÍLIA-DF
2019

**OLHARES SOBRE A ÁGUA URBANA:
EXPANSÃO DO TERRITÓRIO E DRENAGEM, INFRAESTRUTURA
SOCIOECOLÓGICA NA SERRINHA DO PARANOÁ, REGIÃO PRODUTORA DE
ÁGUA NO DF**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Brasília, 6 de agosto de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Liza Maria Souza de Andrade - PPG/FAU
Universidade de Brasília (UnB) - Presidente

Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana - PPG/FAU
Universidade de Brasília (UnB) – Examinador Interno

Prof. Dr. Demetrios Christofidis - MDR
Ministério do Desenvolvimento Regional – Examinador Externo

Prof. Dr. Caio Frederico e Silva - PPG/FAU
Universidade de Brasília (UnB) – Membro Suplente

*Pra você,
Lozinha.*

*Mas eu sinto na água
Algo que me estremece,
Como um vento que agita
As ramagens de minha alma.*

FREDERICO GARCIA LORCA, in *Manancial* (1919)

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado:

A minha mãe, Generosa, a Lozinha, que me ensinou a ler, a escrever, a usar o lápis de cor. Que me ensinou o gosto pelo belo e pela estética. Que me fez experimentar como é gostoso um colo e um carinho. Minha mãe partiu em uma segunda-feira e na quarta-feira seguinte assisti ao primeiro dia de aula na PPG FAU como aluna regular. Exatos dois anos sem aquela que foi a pessoa mais importante da minha vida. Minha mãe me ensinou tudo, menos a viver sem ela. Mãe, eu te amo muito e o nosso amor vai durar para sempre, além do céu, das alturas, de todas as épocas, eternamente te amo.

Ao meu pai, Josias, que me fez crescer em meio aos livros. Inteligente e muito culto, meu pai era um buscador. Nos livros, templos e bares, ele buscava, e como buscava! Nunca soube direito o que ele buscava tanto, acho que nem ele sabia, mas que ele buscava ah isso buscava! Com ele aprendi o gosto pelos estudos, pela leitura, pela pesquisa, o orgulho das nossas origens nordestinas. A honestidade, um dos seus principais ensinamentos. A fé e a busca do sagrado, dos mais importantes. Meu pai e minha mãe seguem vivendo com muito carinho na minha memória e na minha saudade.

Ao meu filho Lucas, linda página que o destino escreveu na minha vida.

Ao meu amado Flávio, companheiro, amigo, torcedor, cúmplice. Alegria, leveza, apoio, segurança, parceria, cuidado. Sempre me pondo pra frente, é aquele que resolve tudo, com ele as dificuldades não existem. Positivo todo o tempo, não titubeia, nunca se recusa e nem se omite. Bom humor que me faz feliz mesmo quando a vida me faz triste. A vida é curta, muito curta, para caber nela a expressão do amor que tenho por ti. À família Reis pelo acolhimento.

AGRADECIMENTOS

Gratidão é estado perene da alma. Por isso graças Àquele que andou sobre as águas, luz que me dirige, protege e fortalece.

Gratidão a minha orientadora Liza Maria Souza de Andrade. Aquela que, dentro do ambiente de pesquisa universitária, nunca se esqueceu dos menos favorecidos. Gratidão pela oportunidade de partilhar momentos de busca por um mundo socialmente justo, ecologicamente equilibrado e pleno em abundância hídrica.

Ao professor Demetrios Christofidis, pela associação do corpo hídrico à imagem do corpo humano, o agir com DedicAção, IntegrAção, CooperAção, Diálogo, Criatividade: “Do rio que eu vejo ao rio que eu admiro”. As leituras minuciosas da pesquisa com críticas amorosas e construtivas, as aulas no maravilhoso jardim com lanche de quiabo grego, super gratidão.

Ao professor Daniel Sant’Ana, por compartilhar seus estudos em usos alternativos da água e as implicações no Lago Paranoá. Também pela orientação nos trabalhos do POUPA DF, programa de redução do consumo de água potável nos órgãos do GDF.

Aos professores Jaime Gonçalves de Almeida, Frederico Borges de Holanda, Luciana Saboia Fonseca Cruz, Maria Fernanda Dernt, Maria do Carmo Lima Bezerra, Claudia David Amorim, Caio Frederico e Silva, Beny Schvarsberg, Marcos Thadeu Queiroz Magalhães, Valério Augusto Soares de Medeiros, Vânia Loureiro e Natália Lemos pelo muito que com eles aprendi sobre pesquisa acadêmica em Arquitetura e Urbanismo.

Ao professor Sérgio Koide e as suas orientandas Daniela Junqueira Carvalho e Maria Elisa Leite Costa, do PTARH, pela parceria nos trabalhos de simulação com o SWMM.

À Denise Agustinho, doutoranda do CDS/Unb, pela oportunidade de participar das Oficinas de Cenários Futuros Águas no DF, 2030, 2050, 2100 Políticas da Natureza.

Ao meu grande e querido amigo desde os tempos de colegas no Departamento de Engenharia do BRB, Antonio José de Brito, que a militância pelas águas me trouxe a surpresa de reencontrar. Obrigada pela parceria na simulação SWMM.

Ao Rafael Rodrigues Souza, por nossas visitas a campo a bordo do Mavic Pro, agradeço pelas maravilhosas imagens da Serrinha do Paranoá. A ele o crédito da imagem de capa.

Gratidão a minha Diretora no DER DF, Patrícia Milhomem e a minha gerente Maria Dulcinéia Xavier Nunes, pelo apoio nesses dois anos, e pela oportunidade de participar do POUPA DF.

Ao Leonardo Pierre Firme pelo suporte na pesquisa sobre as ações institucionais em drenagem no GDF.

Ao Isac Ramalho de Lima e Andressa Rodrigues pelo apoio na revisão do texto.

Aos estagiários Gustavo Assis Cardoso e Caio Henrique da Silva. Amorosos, atenciosos, inteligentes e muito competentes na participação na produção dos desenhos e mapas. Obrigada por tanto carinho.

À equipe da Secretaria do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Francisco Junior, Diego, Italo.

Ao José Roberto Furquim pelas visitas a campo na Serrinha do Paranoá. Betulia, Sol, Solange, Cleusa Maria, José Leitão, Oneida e toda a comunidade da Serrinha pelo empenho nos trabalhos de proteção das suas nascentes e córregos, e conseqüentemente para a produção das águas que dormem tranquilas no leito do Lago Paranoá.

RESUMO

Esta pesquisa trata do tema da relação entre processos de expansão urbana e a proteção do meio ambiente, com recorte na questão da drenagem e produção das águas com adoção de padrões de Infraestrutura Socioecológica em tempos de crise hídrica, tendo como estudo de caso o Trecho 2 da Etapa 1 do Setor Habitacional Taquari - SHTQ, também conhecido como Serrinha do Paranoá, em Brasília. No contexto urbano, a ocupação de áreas de reserva de aquíferos tem desenhando o problema da escassez hídrica pela diminuição das águas originalmente produzidas pela vegetação nativa para os corpos d'água. Assim, a pesquisa tem como objetivo analisar de que forma os processos de expansão urbana, praticados em tons neoliberais, impactam a questão da drenagem em um contexto de financeirização da habitação. A motivação é justificada pela lacuna nas pesquisas no que diz respeito a relacionar a crise hídrica com as formas de crescimento da cidade. Utilizou-se o alinhavo metodológico da dialética de Lefebvre, aquela que estuda os fenômenos por meio das suas contradições internas, abordando o desenvolvimentismo face aos seus impactos e implicações sociais e ambientais, assim como as possibilidades de resiliência urbana face às possibilidades baseadas na natureza. A análise dos procedimentos para o estudo de caso foi feita com emprego da Abordagem dos Sistemas Socioecológicos, aquela que identifica como as interações entre o homem e o meio ambiente impactam os recursos naturais. Tendo em vista que as maneiras de expansão da cidade podem acarretar mudanças que alteram as respostas hidrológicas das bacias, como o aumento na vazão de pico, a análise busca a abordagem de dois preceitos: a drenagem convencional que prioriza o rápido afastamento das águas residuais urbanas por dispositivos tradicionais como bocas de lobo, galerias e canais, e a drenagem com soluções baseadas na natureza. Desta forma, a presente pesquisa busca analisar os impactos causados pelo aumento da vazão máxima do escoamento superficial a partir de formas de ocupação urbana que não têm favorecido o fluxo das águas, abrindo espaço para as oportunidades da Infraestrutura Socioecológica, balizadas pelas atividades da comunidade organizada em movimentos sociais ambientalistas que atuam na região. Os resultados apontam que a expansão urbana está associada a um aumento no escoamento superficial de até 217 % na vazão máxima pelo cálculo simplificado e de até 675 % na mesma análise feita com o modelo SWMM. Por sua vez, ocorreu um decréscimo de 99% na vazão máxima de escoamento caso a urbanização seja feita com biovaletas. Tal diminuição na vazão máxima de escoamento com relação ao emprego das soluções convencionais demonstra a eficiência das soluções baseadas na natureza como forma de minimizar os impactos associados à ocupação urbana no âmbito da drenagem. O estudo revela um processo complexo que relaciona a expansão urbana em moldes neoliberais com práticas urbanas que não priorizam a inclusão social e a proteção do meio ambiente.

Palavras-chave: Água. Expansão urbana. Drenagem. Infraestrutura socioecológica.

ABSTRACT

This research deals with the relationship between urban expansion processes and the protection of environment, emphasizing urban drainage and water production with the adoption of Socioecological Infrastructure standards in time of water crisis, having as a case study, Section 2 of Step 1 of the Housing Sector Taquari - SHTQ, also known as Serrinha do Paranoá, in Brasília. In the urban context, the occupation of aquifer reserve areas has been drawing the problem of water scarcity by reducing the water originally produced by the native vegetation to the bodies of water. Thus, the research aims to analyze how the processes of urban expansion practiced in the city impact the issue of the right to the city and the drainage with respect to the production of water in a context of water crisis. The motivation is justified by gap in researchs about the relationship between the water crisis and the forms of city growth. We used the methodological tack of Lefebvre's dialectic, the one that approaches the phenomena through their internal contradictions, approaching developmentalism in face of its social and environmental impacts and implications, as well as the possibilities of urban resilience against the possibilities based on nature. The analysis of the procedures for the case study was done using the Approach of Socioecological Systems, the one that identifies how the interactions between man and the environment impact the natural resources. Much more than a water crisis, we intend to investigate the premise that urban sprawl in formats that do not link the hydrological cycle may reveal a certain inefficiency of urbanism based on neoliberal patterns without social inclusion. Considering that the ways of expansion of the city can lead to changes that alter the hydrological responses of the basins, such as the increase in runoff, the analysis seeks the approach of two precepts: the conventional drainage that prioritizes the rapid urban wastewater by traditional devices such as galleries and canals, and drainage with solutions based on nature, Socioecological Infrastructure, established on the paradigms of Socioecological Systems. In this way, the present research seeks to analyze the impacts caused in the increase of the maximum flow of runoff from forms of urban occupation that have not favored the flow of the waters, opening space for the opportunities of the Socioecological Infrastructure, based on the activities of the community organized in environmental social movements acting in the region. The results show a change in the flow produced with the urbanization, with an increase of up to 217% in the maximum flow by the simplified calculation and up to 675% in the same analysis done with the SWMM model. In turn, there was a decrease of up to 99% in the maximum outflow of the surface if the urbanization is done with biovalettes in the mold of the Socioecological Infrastructure. Such a decrease in the maximum outflow relative to the use of conventional solutions demonstrates the efficacy of solutions based on nature as a way of minimizing the impacts associated with urban expansion in the scope of drainage with gains for the production of water for Lake Paranoá.

Keywords: Water. Urban expansion. Drainage. Socioecological infrastructure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Audiência Pública “Escassez Hídrica no DF”	22
Figura 2 – O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: Desafios do Planejamento Urbano para Brasília.	22
Figura 3 – Seminário “Cidades Sensíveis à Água”	27
Figura 4 – Seminário “Cidades Sensíveis à Água”	27
Figura 5 – O Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ em cenário pré-desenvolvimento.	39
Figura 6 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.....	39
Figura 7 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, cenário 3.	39
Figura 8 – Mapa Mental.	41
Figura 9 – O ciclo Hidrológico.	48
Figura 10 – Efeitos da Urbanização entre Cenários.	50
Figura 11 – Impactos urbanos na paisagem, atmosfera, hidrologia e as águas pluviais.....	51
Figura 12 – Evolução das Abordagens em Drenagem.....	59
Figura 13 – População e Taxa de Crescimento anual da População de 2010 a 2015.	75
Figura 14 – Alagamentos no Plano Piloto de Brasília.....	76
Figura 15 – Alagamentos nas Tesourinhas do Plano Piloto de Brasília.....	76
Figura 16 – Bacia de Contribuição Estádio Mané Garrincha.	77
Figura 17 – Estádio Mané Garrincha com projeto de paisagismo em drenagem por áreas verdes.....	77
Figura 18 – Estádio Mané Garrincha com piso impermeabilizado.	77
Figura 19 – Pontos Críticos de Alagamentos em Brasília 102/202 Norte.	78
Figura 20 – Pontos Críticos de Alagamentos em Brasília 209/210 Norte.	78
Figura 21 – Pontos Críticos de Alagamentos em Brasília 711/511 Norte.	78
Figura 22 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no mapa de zoneamento do espelho d’água do Lago Paranoá.	85
Figura 23 - Arranjo Institucional das Águas em Brasília.....	87
Figura 24 – Mapa Hidrográfico do Distrito Federal.	94
Figura 25 – Vista da Declividade do Terreno do Trecho do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ as margens da DF-005.....	95
Figura 26 – Evidência da produção de Água na Serrinha do Paranoá.	95
Figura 27 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no documento Brasília Revisitada.....	96
Figura 28 - O Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ na Saída Norte de Brasília.....	97
Figura 29 - O Trecho 2 da Etapa 1 da Serrinha do Paranoá na Unidade de Planejamento Territorial Centro Adjacente 1.	97
Figura 30 - Localização do Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ.	98
Figura 31 - O SHTQ Etapa 1, Trecho 2.	98
Figura 32 - A Torre de TV Digital como Marco da Paisagem do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.	99
Figura 33 - Torre de TV Digital com estacionamento impermeabilizado.....	100
Figura 34 - Bacia de detenção da Torre de TV Digital.	101
Figura 35 – Bacia de detenção da Torre de TV Digital.	101
Figura 36 – Ações de Educação Ambiental na Serrinha do Paranoá.	103
Figura 37 – Oca do sol Educação Ambiental.	103
Figura 38 – Encontro das Águas no Espaço Panorama na Serrinha do Paranoá.	103
Figura 39 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com ocupações irregulares e lixo nas ruas.....	104
Figura 40 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com ocupações irregulares e lixo nas ruas.....	104
Figura 41 – Valas de Biorretenção nas vias vicinais do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	105
Figura 42 – Valas de Biorretenção nas vias vicinais do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	105
Figura 43 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 no Mapa de Geologia	107
Figura 44 - A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre mapa Hipsométrico.	108

Figura 45 - A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 no Mapa de Solos do Distrito Federal.	110
Figura 46 – A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 em área divisora de Bacias.	111
Figura 47 – A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 e Mapa de Recursos Hídricos.	112
Figura 48 – Córrego Jerivá.	112
Figura 49 – Córrego Jerivá.	112
Figura 50 – Córrego Urubu.	113
Figura 51 – Córrego Urubu.	113
Figura 52 – Chegada do Ribeirão do Torto ao Lago Paranoá.	114
Figura 53 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no Mapa de Vegetação do Distrito Federal.	115
Figura 54 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no Mapa da LUOS.	117
Figura 55 – A Poligonal do Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ no Mapa de Macrozoneamento do PDOT.	120
Figura 56 – A Poligonal do SHTQ na Zona Urbana de Uso Controlado 1 do PDOT.	121
Figura 57 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no Mapa de Estratégias de Configuração de Conectores Ecológicos do PDOT.	123
Figura 58 – A Serrinha do Paranoá como moldura verde para o Plano Piloto de Brasília.	124
Figura 59 – A poligonal do Trecho 2 Etapa 1 SHTQ no Mapa dos Setores dos Conjunto Urbanístico de Brasília.	125
Figura 60 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 na APA do Lago Paranoá.	132
Figura 61 – A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ na APA do Planalto Central.	134
Figura 62 – O Projeto Águas no mapeamento das nascentes do SHTQ.	136
Figura 63 – O Projeto Águas no mapeamento das nascentes do SHTQ.	136
Figura 64 – Nascentes no Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.	137
Figura 65 – Poligonal de projeto para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Áreas de Preservação Permanente do DF.	138
Figura 66 – Ponto 1 de interferência da Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 com as APP.	139
Figura 67 – Ponto 1 de interferência da Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 com as APP.	139
Figura 68 – Ponto 1 de interferência da Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 com as APP	139
Figura 69 – Áreas de APP no entorno de Nascentes.	140
Figura 70 – Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 com o Projeto da TERRACAP sobre o ponto 1 de interferência com APP.	140
Figura 71 – Ponto 1 de interferência ambiental com APP no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (1).	140
Figura 72 – Ponto 1 de interferência ambiental com APP no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (2).	140
Figura 73 – Ponto 1 de interferência ambiental com APP no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (3).	140
Figura 74 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 sobreposta ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Área de Recarga de Aquífero.	142
Figura 75 – Os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 sobreposta ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Área de Recarga de Aquífero.	142
Figura 76 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobreposta ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo.	143
Figura 77 – Os Lotes Registrado do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobrepostos ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo.	143
Figura 78 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Risco Ecológico de Contaminação do Subsolo.	144
Figura 79 – Os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Risco Ecológico de Contaminação do Subsolo.	144
Figura 80 – A poligonal de projeto do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobreposta ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Solo por Erosão.	145

Figura 81 – Os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobrepostos ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Solo por Erosão.	145
Figura 82 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com retirada de lotes por interferência com risco alto de perda de solo por erosão.	145
Figura 83 – Projeto Urbanístico Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ.	147
Figura 84 – Projeto Urbanístico Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ.	147
Figura 85 – Projeto de Urbanismo da TERRACAP com desconstituição de áreas no entorno da Polícia Federal.	149
Figura 86 – Estudo Volumétrico do projeto TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	150
Figura 87 – Sistema Viário do projeto TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	150
Figura 88 – Alterações nos Hidrogramas a partir do Desenho do Sistema Viário.	151
Figura 89 – Direção do escoamento superficial em função do relevo.	152
Figura 90 – Projeto de Drenagem para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	155
Figura 91 – Ecovila do Urubu. Trecho 3 Etapa 1 SHTQ.	158
Figura 92 – Projeto Conceitual com Infraestrutura Socioecológica em requalificação do projeto da TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	160
Figura 93 – Adensamento urbano com mescla de usos.	161
Figura 94 – Desenho urbano com biovaletas. Corte conceitual.	162
Figura 95 – Projeto Conceitual com Infraestrutura Socioecológica em requalificação do projeto da TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	162
Figura 96 – Valores para Coeficientes de Escoamento.	170
Figura 97 – Valores para Ponderação de Áreas Permeáveis e Impermeáveis do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.	170
Figura 98 – Valores para diferença de Altitude (Δh) em metros e Comprimento da Bacia (L) em Quilômetros no Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.	171
Figura 99 – Hidrograma do Método Racional entre Cenários 1 e 2.	173
Figura 100 - Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ em Desenho para Simulação SWMM. Localização das Biovaletas e Lançamentos.	174
Figura 101 – Gráficos representativos da simulação SWMM Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.	177
Figura 102 – Gráficos representativos da simulação SWMM Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.	177
Figura 103 – Gráficos representativos da simulação SWMM Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.	177
Figura 104 - Análise do impacto das propostas de urbanização na vazão máxima de escoamento superficial para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	178

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-1 – Cenários de Análise Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.	38
Quadro 2-1 – Algumas ações em Infraestrutura Socioecológica para a Drenagem Urbana.....	65
Quadro 3-1 – Síntese do Arranjo Institucional referente aos Serviços de Drenagem em Brasília.	88
Quadro 4-1 – Parâmetros de Ocupação do Solo – Lago Norte SHTQ Trecho 2 (GDF, 2019).	117
Quadro 4-2 – Características do Projeto da TERRACAP para o SHTQ Trecho 2 Etapa 1.....	148
Quadro 5-1 – Valores de Entrada Método Racional Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.....	171
Quadro 5-2 – Vazão Máxima entre Cenários Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ, Método Racional.	172
Quadro 5-3 – Análise da Vazão Máxima entre Cenários Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.	176
Quadro 0-1 – Normativos referentes a Drenagem em Brasília. Fonte: A Autora, 2019.	215

LISTA DE ABREVIATURAS

ADASA – Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal
ANA – Agência Nacional das Águas
APA – Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Proteção Permanente
CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CLDF – Câmara Legislativa do Distrito Federal
CN – “*Curve Number*”
COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal
CRDRS – Conselho Regional de Desenvolvimento Rural Sustentável do Lago Norte
EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA – “*U.S. Environmental Protection Agency*”
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FAMA – Fórum Alternativo Mundial da Água
FAP – Fundo de Amparo à Pesquisa
FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
GDF – Governo do Distrito Federal
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM – Instituto Brasília Ambiental
IPHAN – Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LID – “*Low Impact Development*”
LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo
MDE – Memorial Descritivo
MDR – Ministério de Desenvolvimento Regional
MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios
NbS – “*Nature based Solutions*”
NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG – Organização Não Governamental
PDOT – Plano Diretor de Ordenamento Territorial
PPCUB – Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília
PTARH – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos hídricos
SCS – “*Soil Conservation Service*”
SEGETH – Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação
SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal
SHTQ – Setor Habitacional Taquari
SWMM – “*Stormwater Management Model*”
TERRACAP – Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal
UnB – Universidade de Brasília
UTM – Universal Transversa de Mercator
ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico
WSUD – “*Water Sensitive Urban Design*”

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	19
1.1 JUSTIFICATIVA E ESTADO DA ARTE.....	24
1.2 OBJETIVOS E PREMISSAS.....	28
1.3 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA	30
1.4 CONCLUSÃO	40
CAPÍTULO 2 – ÁGUA, EXPANSÃO URBANA E INFRAESTRUTURA	
SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DA CRISE HÍDRICA.....	43
2.1 INTRODUÇÃO	43
2.2 EFEITOS DO CRESCIMENTO DAS CIDADES SOBRE AS ÁGUAS URBANAS	
.....	43
2.2.1 O contexto da crise hídrica.....	51
2.3 JUSTIÇA SOCIAL E AS RELAÇÕES ENTRE EXPANSÃO URBANA E	
ESPECULAÇÃO	53
2.4 OLHARES SOBRE A ÁGUA URBANA: A EVOLUÇÃO DAS ABORDAGENS	
EM DRENAGEM.....	56
2.5 INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA.....	60
2.6 CONCLUSÃO	69
CAPÍTULO 3 - ÁGUA, EXPANSÃO URBANA E INFRAESTRUTURA	
SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DA CRISE HÍDRICA EM BRASÍLIA	70
3.1 INTRODUÇÃO	70
3.2 EXPANSÃO DO TERRITÓRIO E AS ÁGUAS URBANAS NA BACIA DO	
PARANOÁ.....	70
3.3 O CONTEXTO DE SENSIBILIDADE ÀS ÁGUAS URBANAS EM BRASÍLIA... 76	
3.3.1 Lago Paranoá e Escassez Hídrica.....	79
3.4 ARRANJO INSTITUCIONAL EM DRENAGEM URBANA EM BRASÍLIA..... 86	
3.4.1 Políticas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas em	
Brasília90	
3.5 CONCLUSÃO	91
CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO: O TRECHO 2 DA ETAPA 1 DO SHTQ	93
4.1 INTRODUÇÃO	93

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA.....	93
4.2.1 A Torre de TV Digital	99
4.2.2 Vocação do lugar e direito à cidade.....	102
4.2.3 Biorretenção.....	105
4.2.4 Atributos Físicos - Geologia, Hipsometria, Pedologia, Hidrografia e Cobertura Vegetal.....	106
4.2.4.1 Geologia.....	106
4.2.4.2 Hipsometria	108
4.2.4.3 Pedologia	109
4.2.4.4 Hidrografia e Cobertura Vegetal.....	110
4.3 CONDICIONANTES URBANÍSTICAS E AMBIENTAIS DE EXPANSÃO DO TERRITÓRIO E DRENAGEM PARA O SHTQ.....	116
4.3.1 Condicionantes urbanísticas de expansão do território e drenagem para o SHTQ- LUOS.....	116
4.3.2 Condicionantes Urbanísticas de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – PDOT.....	119
4.3.3 Condicionantes Urbanísticas de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – IPHAN e PPCUB	123
4.3.4 Condicionantes ambientais de expansão do território e drenagem para o SHTQ - O EIA/RIMA	127
4.3.5 Condicionantes Ambientais de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – A APA do Lago Paranoá	130
4.3.6 Condicionantes Ambientais de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – APA Do Planalto Central.....	133
4.3.7 Condicionantes Ambientais de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – Áreas de Proteção Permanente - APP	135
4.3.8 Condicionantes Ambientais de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ - ZEE.....	141
4.4 PROJETOS DE URBANISMO E DRENAGEM PARA O TRECHO 2 DA ETAPA 1 DO SHTQ ELABORADOS PELA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	146
4.4.1 Projeto de urbanismo da TERRACAP	146
4.4.2 Projeto de Drenagem da TERRACAP.....	154
4.5 INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA NA SERRINHA DO PARANOÁ... 157	
4.5.1 Proposta do Projeto “Brasília Sensível à Água” Ecovila do Urubu para o Trecho 3 da Etapa 1 do SHTQ.....	158
4.5.2 Proposta Conceitual de Adaptação do Projeto da TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com Infraestrutura Socioecológica.....	159
4.6 CONCLUSÃO	164

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	166
5.1 INTRODUÇÃO	166
5.2 VAZÃO MÁXIMA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	166
5.2.1 Impacto na Vazão Máxima de Escoamento pela urbanização no SHTQ 167	
5.3 CONCLUSÃO	177
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	180
REFERÊNCIAS	183
ANEXO A – TERMO DE RECOMENDAÇÃO Nº 09/2017	193
APÊNDICE A.....	215

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

*Se existe alguma magia neste planeta, ela está na água.
LOREN EISELEY (1977)*

Este trabalho de pesquisa pretende abordar o tema da relação entre expansão urbana em áreas produtoras de água¹ e os impactos por ela gerados, bem como possíveis soluções baseadas na natureza, aqui definida como Infraestrutura Socioecológica, aquela baseada nos pressupostos da Abordagem Socioecológica². O estudo tem foco na Bacia do Paranoá, tendo como estudo de caso o Setor Habitacional Taquari - SHTQ, também conhecido como Serrinha do Paranoá, em Brasília³.

Inserir-se no projeto “Brasília Sensível à Água” do Grupo de Pesquisa “Água e Ambiente Construído” da PPG FAU/UnB, que tem a missão de promover a gestão integrada de água dentro do ambiente construído pela implementação e avaliação de ações que promovam a preservação de recursos hídricos e meio ambiente, considerando seus aspectos econômicos, sociais e ambientais. Neste contexto, o grupo promove a troca de experiências e conhecimento entre a academia, o poder público e a sociedade, pesquisadores, técnicos e estudantes em atividades de pesquisa, ensino e extensão. Salienta-se que a comunidade da Serrinha do Paranoá está organizada e trabalha em prol do local por mais de 30 anos, defende a regularização do solo por ocupação harmoniosa da terra e do desenvolvimento urbano da cidade com respeito à natureza. Para eles o modelo de ocupação do Estado traz problemas a toda a rede hídrica existente na região, com reflexos para toda a cidade.

Uma instância na qual estas relações aparecem com nitidez é a água urbana, através do papel relevante dos rios e lagos na organização do espaço e na configuração da paisagem, sendo Brasília um caso no qual estas relações se materializam de forma emblemática na bacia do Lago Paranoá. A ocupação dos espaços em margens de corpos d’água é uma das grandes polêmicas da pauta de

¹ Área “produtora de água” pode ser definida como aquela em que, na situação pré-desenvolvimento, a dinâmica hídrica da região é toda favorecida com infiltração das águas das chuvas no solo por meio da vegetação preservada, recarregando os aquíferos. É a

² A Abordagem Socioecológica é fundamentada na teoria da resiliência, centrada nos serviços ecossistêmicos (BARTHEL et al., 2013)

³ Brasília é entendida, nesta pesquisa, como toda a área urbana do Distrito Federal, que é composta atualmente por 31 Regiões Administrativas.

gestão ambiental urbana contemporânea, uma vez que as atividades humanas podem perturbar e destruir de forma irreversível o sistema que nos sustenta, a Terra.

No estudo dos processos dialéticos entre desenvolvimentismo e proteção ambiental, à luz da abordagem Lefebvrina, analisamos que o modelo desenvolvimentista predominante no Brasil desde que o ser humano vivia no campo e começou a migrar para as cidades, produziu a transformação para um mundo de cidades densamente populosas, sofrendo profundas alterações em seus processos de consumo dos recursos naturais como um todo, passando a constituir problema de ordem também social e econômica. No presente trabalho, a drenagem urbana será estudada como um aspecto de toda uma estrutura ecológica e social da vivência urbana, verificando como a ocupação do território vai impactar a vazão máxima de escoamento superficial.

Ao abordar o contexto das vivências sociais urbanas, a presente pesquisa carrega consonância com a visão da Nova Agenda Urbana, adotada na Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável – HABITAT III, realizada em Quito (Equador), em 2016, em acordo com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém o conjunto dos 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, como plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade (UNITED NATIONS, 2015). Os ODS devem ser implementados por todos os países do mundo durante os próximos 15 anos, até 2030.

Neste sentido, em 2018, várias cidades do mundo, representadas por seus prefeitos como Berlim, Paris, Amsterdã, Barcelona, Lisboa, Montevideo, Montreal entre outros, lançaram um chamamento conjunto pelo Direito à Moradia e Direito à Cidade para implementação dos ODS. Destaque para o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, que propõe tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Ada Colau, prefeita de Barcelona, apresentou, na ocasião, a declaração conjunta “Cidades por uma Moradia Adequada”, reforçando que moradia não é mercadoria e que as cidades realizem os direitos humanos de seus habitantes. Articulada em torno de 5 eixos, a Declaração tem como objetivo destacar os desafios comuns que enfrentam as cidades ao redor do mundo. Este é o caso da expansão dos assentamentos informais, segregação socioespacial, financeirização da habitação e especulação imobiliária. Um tipo de urbanismo que combine

habitação adequada com bairros de qualidade ambiental socialmente inclusivos é uma das estratégias a conquistar (DISTRITO FEDERAL, 2019a). O sucesso das ações de proteção das águas passa por uma governança sensível, inclusiva e participativa, permeada pela cooperação entre os diferentes atores e tomadores de decisão. Por meio destas ações, a possibilidade de trabalhar não só pela não escassez, como também para superar desigualdades sociais e contribuir para a melhoria das condições mesmo em meio a processos de expansão do território.

O termo “território” é aqui utilizado como em Solá-Morales (2002), definindo uma rede conceitual genérica, referência à materialidade objetiva de uma extensão da superfície terrestre, formada por relações de poder e interesses econômicos e sociais. A noção de um território entendida como um agrupamento de lugares que possuem características com certa homogeneidade quer sejam naturais, culturais, políticas, econômicas, sociais ou características geográficas específicas.

As modificações antrópicas que ocorrem na paisagem afetam diretamente os caminhos por onde a água circula, desde os processos de infiltração e escoamento, precipitação, até a recarga de aquíferos (ANDRADE, 2014, p. 334). Superfícies impermeáveis e solos compactados filtram menos água, o que faz aumentar o escoamento superficial e diminuir a infiltração da água no solo. Na medida em que a ocupação urbana tende a ocupar áreas sensíveis ambientalmente, com remoção da cobertura vegetal nativa e aumento da impermeabilização do solo, a urbanização gera impactos negativos ao ciclo hidrológico natural.

Segundo Miguez (2016), a ocupação urbana em área de recarga de aquíferos diminui a produção de águas para nascentes e córregos. A problemática que se pretende estudar nasce daí. Ao mesmo tempo em que se buscam novas fontes de captação de água para enfrentamento da crise hídrica, o próprio poder público propõe projeto de parcelamento para ocupação em áreas de recarga.

É neste contexto que em Brasília assiste-se à promoção de vários loteamentos idealizados pela Administração Pública em áreas consideradas ambientalmente sensíveis. Dentre eles, o projeto de expansão do SHTQ Etapa 1, área considerada de elevada sensibilidade ambiental por tratar-se de área de vegetação preservada, divisora de bacias, produtora de água para o Lago Paranoá, o qual já está em processo de assoreamento e configura, em um contexto de crise hídrica, manancial de abastecimento para mais de 600 mil pessoas (ANDRADE et al., 2018). No presente artigo, a Serrinha do Paranoá será estudada no Trecho 2 da

Etapa 1, alvo de projeto elaborado na década de 90 pela TERRACAP - Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal, como expansão do Trecho 1, já consolidado.

A respeito deste projeto, a comunidade da Serrinha vislumbra problemas relativos a impactos ambientais pelo desmatamento e impermeabilização do solo, que poderão deteriorar a qualidade e a quantidade das águas produzidas para o Lago Paranoá (ANDRADE et al., 2018). Com essa preocupação a comunidade da Serrinha do Paranoá, em 2017, procurou o MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios, o qual organizou uma Audiência Pública intitulada “Escassez Hídrica no DF”, em março de 2017, Figura 1, grande aprendizado para o exercício da cidadania frente a um futuro incerto de escassez.

Como resultado desta Audiência foi organizado, em agosto de 2017, o Seminário “O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: Desafios do Planejamento Urbano para Brasília”, em parceria entre o MPDFT, organizações da sociedade civil e a Universidade de Brasília, além de contribuições temáticas de vários setores do GDF – Governo do Distrito Federal, Figura 2. Tendo o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ como estudo de caso, o Seminário demonstrou o agenciamento de eventos e atores para a gestão compartilhada da água na bacia hidrográfica do Lago Paranoá (ANDRADE et al., 2018).

Figura 1 – Audiência Pública “Escassez Hídrica no DF”.

Figura 2 – Seminário “O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: Desafios do Planejamento Urbano para Brasília”.



Fonte: Distrito Federal (2017a).



Fonte: Youtube (2017).

A participação no Seminário “O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: Desafios do Planejamento Urbano para Brasília” foi o marco da escolha do tema. Em minha experiência profissional, como arquiteta/urbanista do Governo do Distrito Federal, percebi em muitos momentos a dificuldade de integração entre os temas urbanos e ambientais. Instigada pela polêmica sobre as ocupações urbanas em áreas

ambientalmente sensíveis, empolguei-me com a possibilidade de explorar o tema. Como professora de uma faculdade particular de Arquitetura e Urbanismo em Brasília, havia estudado com meus alunos, através da literatura, o aumento da vazão máxima de escoamento superficial a partir dos processos de expansão da urbanização no módulo “Deseconomias Urbanas” da disciplina “Ciências Ambientais em Arquitetura Urbanismo”. Com o caso da Serrinha, deslumbrou-se a chance de estudar esta questão na prática acadêmica de pesquisa.

A relevância dos resultados do Seminário motivou a emissão, pelo MPDFT, em 2017, do Termo de Recomendação 09/2017 (Anexo 1), no qual recomendou a suspensão da Licença de Instalação LI 059/2014 emitida para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, bem como a adoção de modelos de desenho urbano que sejam sensíveis à água e considerem critérios de proteção ambiental que respeitem os limites da capacidade de suporte do Lago Paranoá (ANDRADE et al., 2018).

A LI 059/2014 foi suspensa em novembro de 2017 e assim permanece até o momento da escrita da presente pesquisa. Também como evolução do Seminário, o MPDFT elaborou o documento intitulado “A Expansão Urbana no Distrito Federal e o Desafio da Preservação das Águas da Serrinha do Paranoá em um Contexto de Escassez Hídrica” (DISTRITO FEDERAL, 2018b). Este documento tem a finalidade de propor a incorporação dos conceitos de Cidades Sensíveis à Água à expansão do SHTQ como forma de promover a sustentabilidade, a inclusão social e a revitalização da bacia hidrográfica do Lago Paranoá a partir de novos olhares sobre as águas urbanas.

Diferentes olhares sobre as águas urbanas, de acordo com os contextos e as necessidades de cada época, destacam uma linha evolutiva, desde a concepção higienista, usualmente identificada como as práticas convencionais, até práticas de manejo sustentável com práticas de projeto de cidades sensíveis à presença da água, que colocam a natureza no centro da discussão da morfologia urbana.

Neste contexto é que surge espaço para Infraestrutura Socioecológica, neste trabalho entendida como um conceito construído a partir da Abordagem Socioecológica. Esta abordagem busca identificar como estão interligados os usuários dos sistemas naturais, e estes aos processos socioeconômicos e políticos com suas consequências de mudanças nos padrões de uso dos recursos da terra (BUSCHBACHER, 2014). A Abordagem Socioecológica produz informações que definem estratégias de gestão integrada que vão embasar o que, nesta pesquisa,

chamamos de Infraestrutura Socioecológica, definida assim como aquela que busca garantir a sustentabilidade social, ambiental e econômica de recursos naturais.

O primeiro passo para pôr em prática o processo científico é definir a questão de partida que orienta o estudo (QUIVY; CAMPENHOUDT, 1998). Assim, a questão de partida a ser respondida é:

- De que maneira os modos de expansão urbana dialogam com a questão da proteção da natureza e da produção das águas em área ambientalmente sensível em tempos de crise hídrica?

Ao formular uma pergunta de partida, um investigador deve assegurar-se de que tenha pertinência prática com uma intenção ética, resumindo os laços entre o conhecimento, o ético e o político (QUIVY; CAMPENHOUDT, 1998). A partir da pergunta de partida, fio condutor da pesquisa, surgem as perguntas exploratórias:

- De que forma as ações de ocupação urbana se relacionam às questões da capacidade de suporte do território no que se refere à drenagem e ao aumento da vazão máxima de lançamento?
- É possível haver alterações das vazões máximas de lançamento oriundas de projetos de drenagem feitos nos paradigmas convencionais caso se apliquem as estratégias da Infraestrutura Socioecológica com padrões baseados na natureza?

1.1 JUSTIFICATIVA E ESTADO DA ARTE

A motivação da pesquisa é justificada pela escassez de estudos que tratem dos padrões de uso e ocupação do solo dos assentamentos urbanos em relação aos processos que estruturam os recursos naturais e drenagem. Há uma lacuna nas pesquisas que tratem as questões hídricas relacionadas às formas com as quais a cidade se expande e se consolida.

De fato, existem grandes lacunas na literatura sobre esta questão, tanto no que se refere aos conceitos teóricos como aos estudos de caso. Compreender o potencial das cidades para enfrentar os desafios da sustentabilidade é um tópico importante na atualidade. Se 80 por cento da população da América Latina vive em cidades com grande pressão sobre os recursos hídricos, resulta surpreendente que existam tão poucas análises sobre como estão vinculados os problemas urbanos e a questão das águas (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, 2015, p. 15).

Quando se fala em crise hídrica costuma-se apontar como causa fatores como índices pluviométricos insuficientes ou problemas nos reservatórios. Ao pesquisar as publicações referentes às águas urbanas, vemos que a justificativa para a incapacidade das redes de drenagem no território vem sendo imputada a um possível subdimensionamento da rede e problemas na gestão dos resíduos sólidos.

Grande parte das pesquisas publicadas em anais e congressos é bastante assertiva ao mostrar que o meio ambiente está sendo cerceado com grandes prejuízos para suas águas. Porém, são poucos os estudos que abordam as dinâmicas de expansão da cidade em relação aos impactos sobre as águas urbanas. Da mesma forma também, no Brasil pouco se discute sobre a relação dos impactos do urbanismo neoliberal⁴ com a situação de estresse hídrico nas cidades.

Segundo Serra “mesmo quando se trata de um problema que emerge da prática profissional é improvável que ninguém tenha escrito sobre o assunto ou sobre temas correlatos a ele.” (SERRA, 2006, p. 48). Ao buscar o estado da arte, encontramos autores que escreveram sobre a questão das práticas urbanas e consequências sobre as águas, tais como Miguez (2016), Andrade (2018), Sant’Ana (2017), Costa (2017) e Carvalho (2018). As similaridades entre os escritos destes autores aparecem relacionadas à ênfase na questão da degradação do meio ambiente pela expansão urbana. Grande parte das pesquisas publicadas são bastante congruentes ao mostrar que o meio ambiente está sendo cerceado e as águas urbanas impactadas.

As diferenças podem ser analisadas principalmente em relação ao modo de abordagem. Andrade (2018) e Sant’Ana (2017) elaboram estudos que permeiam a relação entre desenho urbano, ambiente construído e suas consequências para os recursos hídricos. O aumento nas vazões naturais para os corpos hídricos, para estes autores, costuma vir relacionada às formas predatórias de expansão do território. O desmatamento e impermeabilização do solo, feitos de forma descontrolada, com projetos urbanísticos e edifícios desconectados da justiça social e proteção ambiental, traduzindo uma desconexão com o ciclo hidrológico.

⁴ Segundo Erminia Maricato, o chamado neoliberalismo diz respeito a desregulações, privatizações, precariedade nas relações de trabalho, concentração de capitais, desigualdades e hegemonia do capital financeiro. Os capitais que ganham com a produção e exploração do espaço urbano agem em função do seu valor de troca. Para os neoliberais a cidade é uma mercadoria. É produto resultante de relações de produção. A cidade é um grande negócio e a renda imobiliária, seu motor central (MARICATO, 2015).

Andrade (2018) e Sant'Ana (2017) integram o grupo de pesquisa “Água e Ambiente Construído” da FAU-UnB. Criado em 2015, o grupo tem como missão promover a gestão integrada de água dentro do ambiente construído pela implementação e avaliação de ações que promovam a preservação de recursos hídricos e meio ambiente, considerando seus aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais. Neste contexto, o grupo promove a troca de experiências e conhecimento entre a academia, o poder público e o mercado. (ANDRADE et al., 2016).

Como parte deste grupo, a linha de pesquisa “Ciclo da Água & Padrões Espaciais Urbanos” tem como coordenadora a professora Liza Andrade que desenvolveu sua tese de doutorado com a pesquisa intitulada: “Conexões dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem”. A tese de Andrade (2014) demonstrou a potencialidade da conexão do desenho urbano com os planos de território, o desenho urbano sob a ótica da cidade vista como sistema complexo para estudos transdisciplinares da sustentabilidade urbana, que inclui as necessidades humanas, a capacidade de suporte dos ecossistemas, bem como a estabilidade dos processos naturais, como os fluxos de água. Por sua vez Sant'Ana (2017) estuda processos de usos finais e reuso da água no ambiente construído e como esses processos vão impactar os recursos hídricos.

Andrade coordena o projeto “Brasília Sensível à Água”, o qual analisa a pressão sobre os recursos hídricos como um produto dos altos índices de expansão urbana que afeta tanto a quantidade como a qualidade da água doce disponível no país.

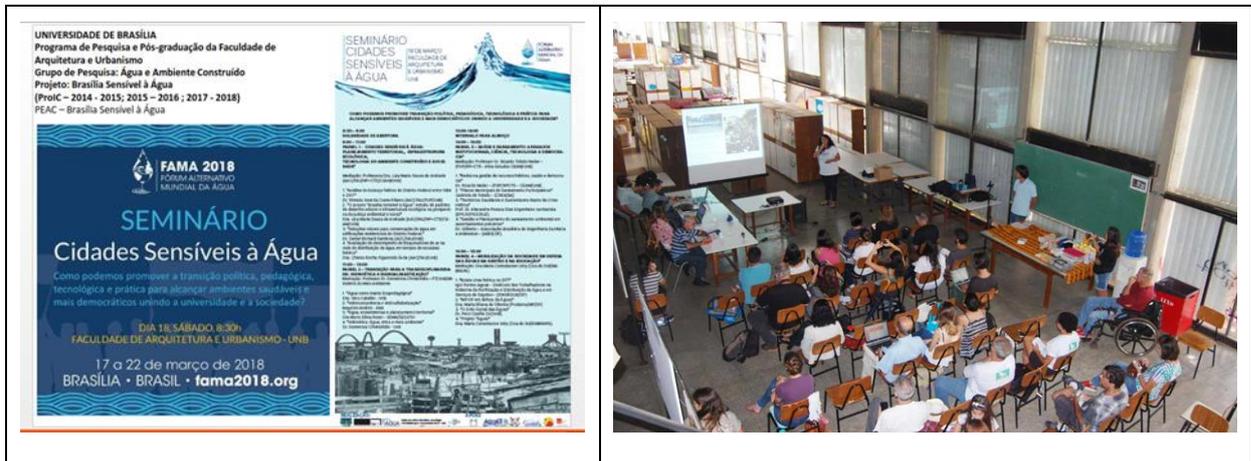
Por sua vez o professor Sérgio Koide do PTARH do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília coordena estudos voltados para a drenagem urbana como os estudos de Costa (2013), Ponciano (2017), e Carvalho (2018). Tais estudos colocam ênfase nos estudos de dimensionamento e simulação do aumento da vazão máxima de lançamento a partir dos processos de urbanização e suas consequências para a drenagem nas cidades. Estes estudos carecem, porém, da abordagem que relaciona mais de perto estes aumentos de vazão aos modos com os quais a cidade se expande.

Os estudos das disciplinas das Engenharias encaram as medidas de desenho urbano sensível à água como medidas ditas compensatórias (MIGUEZ et al., 2016, p.3) e não como medidas iniciais de projeto em que já se pensa a cidade com um desenho que favoreça a infiltração das águas, integrado à paisagem de forma harmoniosa, buscando a redução do escoamento superficial e o amortecimento dos picos de vazão.

Ainda em termos de estado da arte, o grupo de pesquisa “Água e Ambiente Construído” representa peso significativo ao promover o Seminário “Cidades Sensíveis à Água” Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Seminário “Cidades Sensíveis à Água”.

Figura 4 – Seminário “Cidades Sensíveis à Água”.



Fonte: Projeto “Brasília Sensível à Água” (2018).

O Seminário teve o tema “Água é Direito e não Mercadoria” e aconteceu na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, em março de 2018, no âmbito do FAMA – Fórum Alternativo Mundial da Água. O objetivo foi tornar pública a promoção do conhecimento desenvolvido na Universidade de Brasília, incluindo a transição para cidades sensíveis à água, unindo ciência, tecnologia e sociedade, promovendo o debate, a troca de saberes e experiências ao mesmo tempo em que reforça a importância da Universidade pública para a formação de cidadãos que sejam engajados na luta pela justiça social, garantia do direito à água e preservação ambiental para proteger o ciclo da água no planeta.

Ainda como Estado da Arte, outros estudiosos relacionaram o tema do Direito à Cidade, referenciando Lefebvre, conformando-o a temáticas como luta por moradia e justiça social, como David Harvey (2014).

Harvey (2014) nos fala de uma ética neoliberal de intenso individualismo “que quer tudo para si”. O impacto do neoliberalismo vem aumentando o individualismo que isola, que cria cidades divididas, fragmentadas e propensas a conflitos em uma crescente polarização da distribuição dos recursos.

Uma vez que o processo de urbanização é um dos principais canais de uso, o direito à cidade se configura pelo estabelecimento do controle democrático sobre a urbanização (HARVEY, 2014). Assim, as três esferas de poder público, juntamente com a sociedade civil, precisam atuar nas ações de proteção do meio ambiente e controle da ocupação de áreas urbanas. Considera-se que o estudo do caso do SHTQ justifica-se pela possibilidade de oferecer uma contribuição crítica para as discussões sobre processos de expansão urbana, preservação ambiental e drenagem em ocupação urbana de áreas ambientalmente sensíveis.

1.2 OBJETIVOS E PREMISSAS

No contexto do Projeto de Pesquisa e Extensão “Brasília Sensível à Água” do grupo “Água e Ambiente Construído” da FAU/UnB, pretende-se a compreensão das interfaces entre os processos envolvidos na questão da produção das águas para os corpos hídricos face aos modos de expansão da cidade. Assim, os objetivos da pesquisa:

Objetivo Principal:

- Analisar como a expansão urbana em áreas ambientalmente sensíveis impacta o direito à cidade, a drenagem e a produção das águas, estudando caminhos para as potencialidades da Infraestrutura Socioecológica em tempos de crise hídrica, tendo como estudo de caso uma região produtora de água na Bacia do Paranoá.

Objetivos Específicos:

- Estruturar a reflexão crítica da relação entre desenvolvimentismo e os seus reflexos nas águas urbanas por meio da abordagem da dialética de Lefebvre, na relação entre os processos neoliberais de expansão do território em áreas ambientalmente sensíveis e o direito à cidade, em um contexto de crise hídrica;
- Explorar novos olhares e contribuições para a resiliência das cidades com relação à drenagem urbana através das potencialidades da infraestrutura

socioecológica, com o desenho urbano sensível à água e as soluções baseadas na natureza, em comparação com a abordagem convencional;

- Analisar o processo de expansão urbana e direito à cidade em Brasília, em seus aspectos relativos às consequências da urbanização para a drenagem e a produção das águas na Serrinha do Paranoá, levando em conta as condicionantes urbanísticas e ambientais;
- Buscar caracterizar o caráter de alta sensibilidade ambiental do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, analisando impactos ambientais e o aumento da vazão máxima possivelmente resultante das políticas e projetos de urbanização e de drenagem propostos pelo poder público, face às possibilidades da Infraestrutura Socioecológica.

Pretende-se que a contribuição deste trabalho resida na possibilidade de repensar paradigmas incorporados na relação existente entre a maneira de planejar o espaço urbano e a forma como esta construção reflete na produção das águas, com potenciais consequências para o exercício do direito democrático à cidade.

A concepção de projetos de expansão urbana, caso empreguem uma visão desenvolvimentista, fragmentada e atrelada à visão antropocêntrica do capitalismo⁵ pode, além de impactar o meio ambiente natural, cometer o equívoco de desprezar as comunidades tradicionais e as formas de urbanismo preexistentes.

É neste sentido que se parte das premissas:

- Caso a expansão urbana em Brasília aconteça sem levar em consideração o respeito ao ciclo hidrológico, os impactos pela retirada da vegetação e impermeabilização do solo poderão provocar um desequilíbrio no meio ambiente com aumento do escoamento superficial e diminuição da produção das águas para o Lago Paranoá;
- A escassez de água potável pode não ser uma crise hídrica e sim uma crise de gestão. No sentido de que a crise hídrica pode ser resultante não apenas de uma expansão urbana cometida por grileiros, mas também da prática de um urbanismo neoliberal, aquele para o qual a cidade é uma mercadoria não acessível para todos, muito mais do que a escassez do recurso em si.

⁵ O capitalismo fundamenta-se, como nos diz Marx, na eterna busca de mais-valia (lucro). Para produzir mais-valia os capitalistas têm de produzir excedentes de produção. Isso significa que o capitalismo está eternamente produzindo os excedentes de produção exigidos pela urbanização (HARVEY, 2014).

A crise hídrica é um fato e tem dimensões planetárias, uma vez que a humanidade fez-se surda diante dos sinais da natureza, mesmo quando eles vieram a bordo de fenômenos como o furacão Mitch, em 1998. As atividades humanas continuaram a perturbar e a destruir de forma irreversível o sistema que nos sustenta, a Terra (GORBACHEV, 2010). Porém discute-se se o estresse hídrico refere-se à escassez do recurso ou à falta de um planejamento adequado com relação às ações humanas sobre o meio ambiente. Processos equivocados de ocupação podem acontecer não somente na cidade informal, mas também mediante projetos da própria administração pública que, por seus efeitos deletérios para o meio natural, podem revelar também um distanciamento das características da ciência ecológica.

Havendo correspondência entre as propriedades dos espaços, o arranjo das estruturas espaciais, o ordenamento configuracional e os padrões espaciais dos ecossistemas urbanos, mantêm-se respeitados os fluxos das águas com reflexos positivos em toda a cidade (ANDRADE, 2014). A ocupação de uma bacia hidrográfica feita com base em princípios de proteção ambiental pode constituir caminho para evitar a degradação dos recursos hídricos, evitando a escassez hídrica, não por busca de novas fontes de captação, mas do bom manejo das estruturas existentes.

1.3 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Habitamos uma casa comum: o planeta terra, que, assim como nosso corpo, é composta de aproximadamente 70% de água. Desta percepção emerge a proposta de construção de um mundo onde, no dizer de Catalão (2011), inspirados nos movimentos da água e na rede de sustentação da vida configurada nas bacias hidrográficas, encontramos a possibilidade de um caminho que possa devolver aos homens a percepção identitária de um lugar, sua valorização pela sociedade, que surja através da metáfora da água, seus fluxos, ciclos e movimentos.

No dizer de Milton Santos (2006), o lugar carrega uma qualidade de construção social que se dá ao longo da história, para ele “cada lugar é, ao mesmo tempo, objeto de uma razão global e de uma razão local, convivendo dialeticamente”

(SANTOS, 2006, p. 104). O termo “lugar” entendido como o local onde a vida é experimentada, vivenciada no modo de habitar, consumir, trabalhar, viver.

O eixo metodológico da presente pesquisa é desse modo, a água. Catalão evoca a bacia hidrográfica como uma metáfora na qual se articulam diferenças, conjugam-se complexidades (CATALÃO, 2011). Desse modo, a água nos mostra sua capacidade de religar, diluir e conduzir elementos, fluindo por caminhos diferentes, buscando articular diferenças, conjugar complexidades. A memória de uma grande placenta planetária simbolicamente inscrita no inconsciente coletivo, tecendo as narrativas da origem da vida, nutrindo um imaginário social de solidariedade entre os seres que partilham uma mesma bacia hidrográfica.

De acordo com Serra (2006), a metodologia remete a uma abordagem teórica das questões ligadas aos métodos, uma vez que a pesquisa é uma atividade metódica, ordenada, colocada sequencialmente a partir de um plano de ação. Assim, a metodologia, no presente trabalho, divide-se em dois segmentos: o primeiro relativo aos aspectos da estrutura da pesquisa, o segundo relativo aos procedimentos do estudo de caso.

A longa tradição na procura de uma ordem urbana capaz de responder aos complexos problemas urbanos revela como o urbanismo se entrelaça com a dinâmica social tensionada por interesses conflitantes e marcadas desigualdades (GONZALES et al., 2013, p.131). Assim é que, para entender a relevância da questão da relação entre expansão urbana e as águas no contexto social, o primeiro segmento da metodologia, neste trabalho, adota a abordagem metodológica da dialética de Henri Lefebvre (2013) para o qual a cidade é um espaço formado, modelado, ocupado por atividades sociais ao longo do tempo histórico, que sobrevive graças a este duplo papel: lugar de consumo e consumo do lugar (LEFEBVRE, 2013, p. 20). Para ele é impossível pensar a cidade sem concebê-la como um produto socialmente construído ao longo do tempo, que não se separa de uma transformação socioeconômica. Ao tempo que influencia, é influenciada por suas próprias atividades e pessoas.

Lefebvre escreveu o Livro *Direito à Cidade* (2013), no qual reflete sobre a cidade por meio das suas contradições internas. As questões relativas à infraestrutura nas cidades atuam como uma rede de condução capaz de mover pessoas de diferentes grupos, ultrapassando os limites do entendimento apenas

técnico, passando por questões sociais que influenciam diretamente como a cidade se desenvolve.

Lefebvre foi o primeiro a dissecar a cidade enquanto campo problemático particular em si e não apenas como pano de fundo das relações sociais. Sua obra vai revelando um espaço que contém uma dialética contínua entre o homem e sua ação sobre a natureza através do tempo onde praticamente tudo é permitido se for a prol do desenvolvimento. A dialética que se pretende estudar na presente pesquisa nasce deste discurso: o do desenvolvimentismo em contraste com a necessidade de proteção da natureza e dos seres que nela habitam.

Estas contradições se identificam, na presente pesquisa, através da análise do desenvolvimentismo expresso pelas ações neoliberais sobre o território, face à necessidade da proteção ao meio ambiente natural. Afinal, os espaços concebidos e as práticas urbanas vêm se dialetizando continuamente, revelando aspectos que contradizem as intenções dos administradores públicos.

Ao tratar do espaço como algo que não existe em si mesmo, mas um lugar de produção, produto e produtor ao mesmo tempo, suporte de relações econômicas e sociais, Lefebvre constrói o pensamento dialético, o qual significa o reconhecimento de que a realidade social é marcada por contradições.

Lefebvre nos fala de um processo dialético com dois aspectos: produção econômica e vida social, como processos inseparáveis e conflitantes (LEFEBVRE, 2013, p. 16). O urbanismo dos administradores ligados ao setor econômico baseia-se em contradições que tentam combinar formas que seriam deliberadas à vida social e ao direito à moradia, porém em uma análise fragmentada da realidade, tendem a negligenciar a natureza e o fator humano.

O método dialético Lefebvrino busca o entendimento de como nós modificamos o espaço e como somos modificados por ele, implicando processos múltiplos e paradoxalmente contraditórios. Incentiva o reconhecimento da consciência da cidade, da realidade urbana e das complexas contradições sociais implícitas no uso dos espaços.

Na análise do espaço, o autor vai abordar uma vida urbana que pressupõe encontros, confrontos das diferenças, conhecimentos e reconhecimentos recíprocos, inclusive no confronto ideológico e político, nos modos de viver, dos padrões que coexistem na cidade (LEFEBVRE, 2013, p. 22). Lefebvre (2013) nos fala do espaço como algo que não existe em si mesmo, mas um lugar de produção, atado á

realidade social a partir de um conceito dialético. O espaço concebido figura como aquele dos planejadores, dos urbanistas, que atribuem a cada atividade um lugar pontual. É o espaço dominante na sociedade, elaborado intelectualmente a partir de um modo de produção. Constitui a prática de “representação do espaço”, ligada ao poder. Já os “espaços de representação” são aqueles “do sol, do mar, da festa”. A “Festa” para Lefebvre é o espaço vivido dos “habitantes” e “usuários”.

Para ele ruas, praças, monumentos, espaços para encontros, o bar, o café, ressentem-se de uma redução do habitar para o “*habitat*”. Citando Heidegger, apresenta o “habitar” como o participar de uma vida social, comunidade, aldeia ou cidade, assim como o “*habitat*” com o sentido de uma ascensão à propriedade. Tal operação de ascender à propriedade, no dizer de Lefebvre (2013) segue consequências políticas diversas daquelas esperadas, uma vez que a sociedade se orienta ideologicamente em direções que muitas vezes não são aquelas da produção, mas da consciência social em que a “consciência urbana” se dissipa pelos espaços “dezurbanizantes” e “dezurbanizados”.

Lefebvre elabora o conceito do espaço em que os “suburbanos” não deixam de ser urbanos mesmo que percam a consciência disso e se acreditem próximos da natureza, do sol e do verde. Uma urbanização dezurbanizante e dezurbanizada, como um grande paradoxo (LEFEBVRE, 2013, p. 25). Dessa forma, a obra de Lefebvre vai revelando um espaço que contém uma contradição contínua entre o homem e sua ação sobre a natureza através do tempo.

Por assim dizer, o direito à moradia aflora na consciência social. A construção a cargo do Estado não transforma as orientações e concepções adotadas pela economia de mercado. Por outro lado, não é um pensamento urbanístico que dirige as iniciativas dos organismos públicos e semipúblicos, é simplesmente o projeto de fornecer moradias o mais rápido possível pelo menor custo possível. Os novos conjuntos são marcados por uma característica funcional e abstrata: o conceito do “*habitat*” levado à sua forma pura pela burocracia estatal (LEFEBVRE, 2013, p. 26). Lefebvre mostra ciência de que a moradia como riqueza imobiliária e o uso do solo urbano como valor de uso faziam desaparecer as restrições de ordem ambiental e social.

Todas as condições se reúnem para que exista uma dominação perfeita, para uma exploração apurada das pessoas, ao mesmo tempo como produtores, como consumidores de produtos, como consumidores do espaço (LEFEBVRE, 2013, p.

33). A luta pelo direito à cidade passa pela luta por um instrumental urbanístico mais democrático, mais progressista no sentido da habitação e da infraestrutura em que o Estado atua como mero fornecedor de habitações sem levar em consideração, muitas vezes, as reais necessidades da sociedade.

O segundo segmento da metodologia diz respeito aos procedimentos para a análise do estudo de caso. Para este estudo será utilizada a Abordagem Teórica dos Sistemas Socioecológicos, aquela que identifica como a interação entre o homem e o meio ambiente está relacionada com os processos socioeconômicos, e as consequências das mudanças nos padrões de uso dos recursos (BUSCHBACHER, 2014).

O Estudo de Caso é uma das técnicas mais adotadas em dissertações e teses no campo da Arquitetura e Urbanismo (SERRA, 2006, p. 82). O Estudo de Caso possibilita conhecer determinado exemplar em profundidade, mostrando como foi formado, como evoluiu, qual seu desempenho segundo os objetivos a atingir. Investigando o sistema antrópico, composto pelas atividades e necessidades do homem, estudando o urbano e suas implicações para o ciclo da água, pretende-se permear e organizar o eixo metodológico por meio da questão da relação entre as atividades antrópicas e o uso dos recursos na natureza, fundamentando a noção da Infraestrutura Socioecológica, tendo o projeto de expansão do SHTQ, como estudo de caso.

A Abordagem da Socioecologia enfoca o uso de recursos naturais por grupos humanos e como essa utilização vai ser influenciada por processos em diferentes escalas (GUNDERSON; HOLLING, 2002). Esta abordagem nos ajuda a identificar quem são os usuários dos recursos naturais e como estão interligados ao uso de outros recursos. Além disso, identificamos como a interação homem-recursos está relacionada com os processos socioeconômicos e políticos, e as consequências de mudanças nos padrões de uso de recursos.

A abordagem da Socioecologia é aquela onde os fatores biofísicos como água, clima e biodiversidade, afetam e são afetados pelas atividades sociais e econômicas (BUSCHBACHER, 2014). No presente trabalho a Infraestrutura Socioecológica representará os estudos da infraestrutura dita “verde” porém acrescida das implicações socioeconômicas.

Assim o enfoque da Infraestrutura Socioecológica define o uso de recursos naturais por grupos humanos e como esta utilização vai conectar ecologia, desenho

urbano e contexto social, buscando novos olhares sobre estes processos e os ecossistemas sobre os quais se desenvolvem. A construção do conceito de Infraestrutura Socioecológica, em drenagem urbana, reconhece o uso que as pessoas fazem dos recursos em sintonia com as estratégias baseadas na natureza como o WSUD e as LID.

O “*Water Sensitive Urban Design*” - WSUD, o Desenho Urbano Sensível à Água, enfatiza a influência das configurações urbanas sobre os fluxos de recursos naturais (ANDRADE, 2014). Associa os fatores socioeconômicos ao desenho urbano, buscando atender aos princípios de sustentabilidade para os assentamentos urbanos.

Dentre os conceitos de desenho urbano em sintonia com a natureza, este trabalho vai fazer uso do “*Low Impact Development*” - LID, desenho de baixo impacto. O conceito de estratégias LID diz respeito a minimizar os impactos das águas urbanas através do uso do conceito de desenhar com a natureza (FLETCHER et al., 2015). As estratégias LID têm sido amplamente utilizadas em modelagem SWMM⁶ como dados de entrada quando se pretende quantificar os impactos negativos do desenvolvimento urbano no escoamento superficial.

A Infraestrutura Verde surgiu em 1994, em relatório da Comissão de “*greenways*” da Flórida, no qual os sistemas naturais eram defendidos como componentes de nossa infraestrutura e considerados tão ou mais importantes do que a infraestrutura tradicional, esta também chamada de Infraestrutura Cinza, aquela relativa a serviços como energia, transporte, abastecimento de água e coleta de esgoto, responsável por dar suporte ao funcionamento dos assentamentos humanos tais como os conhecemos (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 15).

Todas estas soluções, já bastante conhecidas e estudadas, foram recentemente canceladas pela ONU através da publicação “*Nature-Based Solutions for Water*”, Soluções Baseadas na Natureza para a Gestão das Águas, (WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT, 2018). As soluções baseadas na natureza são inspiradas pelo uso ou imitação dos processos naturais que contribuem para melhorar a gestão das águas, envolvendo a conservação e a reabilitação de ecossistemas naturais.

⁶ O “*Storm Water Management Model*” é um programa computacional que pode analisar o impacto do escoamento superficial e avaliar a efetividade de estratégias de mitigação (UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2012)

Estas informações são importantes para a definição de estratégias de gestão integrada que possa garantir a sustentabilidade social, ambiental e econômica de recursos naturais. O conceito de sistemas socioecológicos destaca a importância de se integrar a gestão dos recursos naturais com as pessoas.

Buscando abordar a relação expansão urbana/preservação ambiental pretende-se, em primeiro lugar uma revisão da literatura, com investigação dos processos de intervenção na cidade que possam influenciar a dinâmica hídrica da bacia em que se encontra, analisando as práticas da drenagem urbana e a linha evolutiva da concepção de projetos, da abordagem convencional às práticas da Infraestrutura Socioecológica.

É o período de leitura do material coletado, processo que vai sugerindo novos textos e novas pesquisas, ao mesmo tempo em que vai consolidando uma base teórica. O estudo do projeto da expansão do SHTQ, analisado em face ao projeto urbanístico e seus memoriais descritivos, será feito após consulta às condicionantes urbanísticas e ambientais de drenagem. A análise das condicionantes vai balizar a escolha do Coeficiente (C) de escoamento como dado de entrada para o cálculo simplificado do aumento da vazão máxima.

A morfologia urbana aparece como um dos principais instrumentos no entendimento e planejamento da cidade, constituindo-se como um dos aspectos cruciais de transformação das cidades (DEL RIO, 2006). Ela refere o estudo da forma urbana, da sua constituição e de como seus elementos (ruas, edifícios, espaços públicos, entre outros) se relacionam entre si (ALLAIN, 2004). Esta abordagem remete à questão de como são assumidos e percebidos os espaços na vivência urbana. O espaço urbano como lugar onde as águas urbanas, ao serem desvalorizadas e desconsideradas, podem destruir a “urbanidade” a qual será estudada com Holanda (2012).

Buscando evidências quantitativas para apreensão dos processos estudados à luz do arcabouço teórico, a pesquisa fez uso do Método Racional para cálculo simplificado do aumento da vazão máxima do escoamento superficial pela urbanização, acompanhado das simulações SWMM de Carvalho (2018) e Brito (2019).

Os métodos quantitativos, conforme o nome indica, visam à quantificação das características do sistema, das partes que o compõem e das relações entre estas partes, entre o sistema e o mundo (SERRA, 2006, p. 78). O crescimento das cidades

altera o regime hidrológico de forma qualitativa e também quantitativa. Em um dos aspectos quantitativos ocorrem maiores picos de vazão máxima de escoamento superficial.

O escoamento superficial é a parcela do ciclo hidrológico a qual escoar sobre a superfície do terreno, concentrando-se rapidamente nos talvegues e rios, dando, assim, origem às cheias nas bacias hidrográficas. A determinação desta parcela é, portanto, uma das atividades primordiais nos estudos de drenagem urbana e pode ser feita por meio de diversas metodologias. Uma das formas mais usadas para esta quantificação é a multiplicação da precipitação por um coeficiente, denominado coeficiente de “*runoff*”, definindo a lâmina de chuva efetiva. Este método é denominado Método Racional (MIGUEZ et al., 2016, p. 45).

O Método Racional é uma das formas para quantificar a parcela de chuva que escoar superficialmente. É a multiplicação da precipitação por um coeficiente, o chamado coeficiente de “*run off*” ou coeficiente de escoamento superficial (C) (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018). Através desse coeficiente determina-se a vazão máxima de projeto (Q), de forma a medir como a urbanização interfere no ciclo hidrológico da bacia.

O Manual de Drenagem do DF admite o método racional para o cálculo de vazões de projeto em bacia com área total maior que 100 ha e menor que 300 ha, porém para bacias maiores que 100 ha recomenda que os cálculos das vazões sejam acompanhadas de simulações utilizando métodos como o do “*Soil Conservation Service*” – SCS (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 105).

Neste sentido, os resultados obtidos pelo Método Racional para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ são, na presente pesquisa, acompanhados dos resultados obtidos na simulação SWMM⁷ feita por Carvalho (2018) por intermédio da parceria entre o projeto “Brasília Sensível à Água” e os estudos do professor Sérgio Koide, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos - PTARH.

⁷ O SWMM, Modelo de Gestão de Drenagem Urbana, da EPA - “*U.S. Environmental Protection Agency*”, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, é um modelo dinâmico chuva-vazão que simula a quantidade e a qualidade do escoamento superficial, especialmente em áreas urbanas (ROSSMAN, 2010).

Na busca da parceria com o PTARH para simulação do aumento do escoamento superficial no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, procuramos o professor Sérgio Koide que, com suas orientandas Daniela Carvalho e Maria Elisa Costa, nos recebeu como componentes do projeto “Brasília Sensível à Água” para uma reunião. Nesta reunião, a Autora definiu os três cenários (Quadro 1-1) que seriam estudados na Simulação SWMM por Carvalho (2018) em seu trabalho de Monografia de Projeto Final do Curso de Engenharia Civil e Ambiental.

Também compõem a presente pesquisa os resultados das pesquisas de Brito (2019) que simulou a vazão de escoamento para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com o Método Racional para os cenários 1 e 2, e simulação SWMM para o Cenário 3.

O presente trabalho faz análise do escoamento superficial no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ em torno dos três cenários (CONSERVA et al., 2019), expressos no Quadro 1.1.

Quadro 1-1 – Cenários de Análise Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.

Cenários de Análise da Vazão Máxima do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ		
1	Pré-desenvolvimento	Vegetação preservada e pouca atividade antrópica. É o cenário atual do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.
2	Ocupação Urbana	Ocupação urbana com projeto nos moldes do projeto convencional proposto pela Administração Pública.
3	Ocupação urbana + Infraestrutura Socioecológica	Ocupação urbana, porém com o uso de biovaletas nos moldes do projeto conceitual do projeto “Brasília Sensível à Água”.

Fonte: A Autora (2019).

As Figuras 5 a 7 representam os três cenários de análise da alteração nas vazões máximas de escoamento pelos Métodos Racional e simulação SWMM.

Figura 5 – O Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ em cenário pré-desenvolvimento.

Figura 6 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.

Figura 7 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, cenário 3.



A Figura 5 representa a situação de pré-desenvolvimento em que a vegetação é preservada, com pouca atividade antrópica. Representa o cenário descrito por Miguez (2016) em que o ciclo hidrológico tende a apresentar uma configuração equilibrada e harmônica, com vegetação protegendo o escoamento em encostas, vegetação ciliar protegendo as margens dos rios e os processos de infiltração favorecendo a recarga dos lençóis, garantindo uma vazão de base (MIGUEZ et al., 2016, p. 70).

A Figura 6, relativa ao cenário 2, é um desenho conceitual baseado no projeto MDE 019/2016 (DISTRITO FEDERAL, 2016), com sobreposição dos parâmetros da LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo, Lei Complementar nº 948, de 16 de janeiro de 2019.

A LUOS (DISTRITO FEDERAL, 2019c) estabelece os critérios e os parâmetros de uso e ocupação do solo para lotes e projeções localizados na Macrozona Urbana do Distrito Federal. Compreende instrumento complementar das políticas de ordenamento territorial e de expansão e desenvolvimento urbano do Distrito Federal.

Na Figura 7, o Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ em cenário de ocupação urbana do Cenário 2 acrescido das biovaletas, baseado em desenho conceitual elaborado pelo projeto “Brasília Sensível à Água” em atendimento a solicitação do MPDFT.

Uma pesquisa não pode limitar-se a uma recombinação do que já foi descoberto ou inventado, mas sim se reportar ao cenário real, por meio da observação e análise dos ensaios, uma vez que o pesquisador também faz parte da realidade que está a estudar. Neste sentido, a observação participante, um modo de análise que coloca o pesquisador no meio da comunidade que está estudando, levando em conta que o contato pessoal com o objeto de estudo é de fundamental importância para o pesquisador, principalmente quando falamos em arquitetura, construções e cidades (SERRA, 2006, p. 64). Desse modo, Toda a pesquisa será balizada por participações em audiências, seminários, congressos e demais eventos que envolvam a questão das águas na Serrinha do Paranoá, além de trabalhos de campo.

De acordo com Serra, não existe pesquisa sem publicação, quer dizer, é inútil o pesquisador afirmar que chegou a brilhantes conclusões sobre determinada matéria se não relatou a pesquisa de forma a permitir que outros pesquisadores possam reproduzi-la (SERRA, 2006, p. 69). Assim, com o projeto “Brasília Sensível à Água” aspectos da presente pesquisa foram publicados no Seminário Internacional Urbanismo Biopolítico 2018 (ANDRADE et al., 2018), bem como nos Congressos Internacionais PLURIS 2018 (ANDRADE et al., 2018), CIRESURBENERE 2018 (CONSERVA et al., 2018), XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – ABRHidro (CARVALHO et al., 2019), “11th World Congress of EWRA Managing water resources for a Sustainable Future” (CARVALHO et al., 2019). Os resultados desta pesquisa foram publicados no VII Encontro de Sustentabilidade em Projeto - ENSUS 2019 (CONSERVA et al., 2019), com apresentação oral, tendo o artigo ficado entre os 12 selecionados para publicação na edição especial na Revista Mix Sustentável, v. 5, n. 2 (CONSERVA et al., 2019).

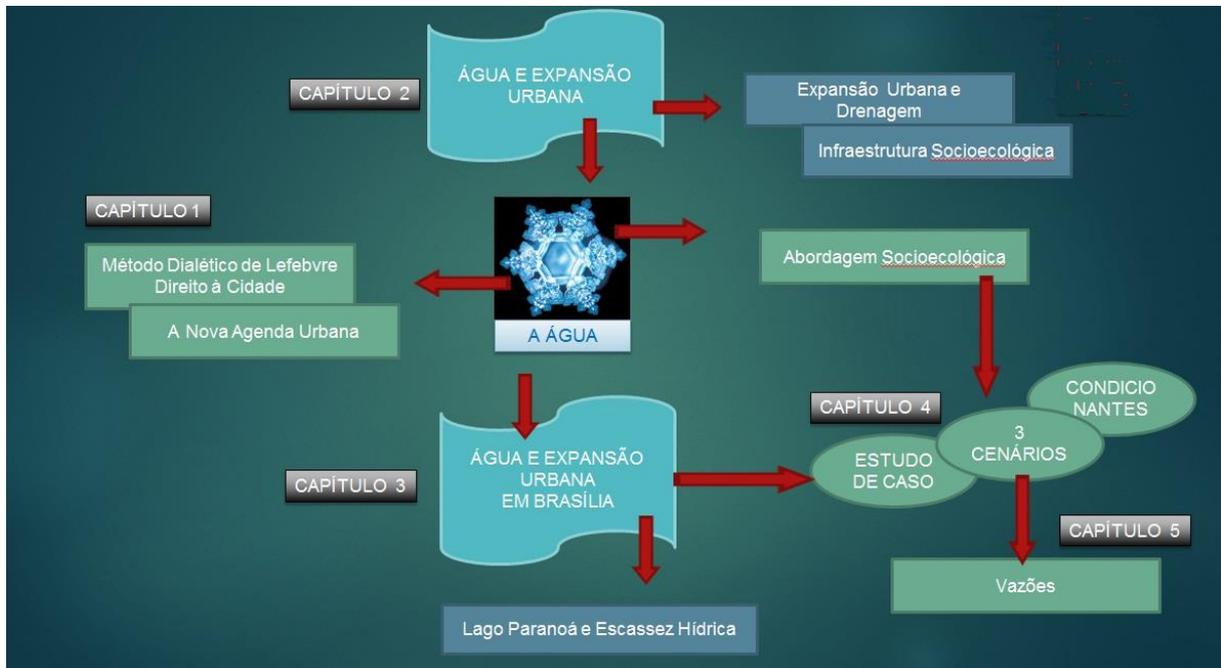
1.4 CONCLUSÃO

Para compreender os desafios atuais e futuros em matéria de água, é necessário entender aspectos da expansão da cidade, assim como analisar temas inter-relacionados.

Como maneira de organizar o pensamento, o mapa mental como ferramenta para representar, organizar e relacionar o que se deseja estudar. O mapa mental

representado na Figura 8 mostra a água como ângulo metodológico da pesquisa, na horizontal em verde o eixo metodológico com as abordagens adotadas.

Figura 8 – Mapa Mental.



Fonte: A Autora (2019). Fonte da Imagem do Cristal de Água: Emoto (2008).

No eixo vertical o desenvolvimento da pesquisa. Nele parte-se de uma discussão mais ampla das características da expansão urbana a partir da relação dos assentamentos urbanos com os rios, constituindo o Capítulo 2, no qual se estudam os efeitos do crescimento das cidades sobre as águas urbanas, processos de financeirização na ocupação do território, a evolução dos olhares sobre a drenagem urbana e a Infraestrutura Socioecológica, em um contexto de crise hídrica. A parte referente ao capítulo 3 compreende o estudo destas mesmas relações, porém no contexto de Brasília.

O capítulo 4 refere o Estudo de Caso, o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, sua caracterização, história, vocação do lugar, arranjos institucionais referentes às águas residuais e estudo das condicionantes urbanísticas e ambientais.

O capítulo 5 examina os resultados e reflexões a respeito da análise dos projetos da TERRACAP, o cálculo do aumento da vazão máxima de deflúvio causado pela urbanização e as oportunidades em Infraestrutura Socioecológica, aquela baseada na natureza e nos padrões socioeconômicos do lugar. Considera-se que o estudo do caso do SHTQ e seus problemas atuais face ao projeto urbanístico

proposto pela Administração Pública para sua expansão se justificam pela possibilidade de oferecer uma contribuição crítica para as discussões sobre dinâmicas sociais cotidianas, direito à cidade, expansão do território e preservação ambiental em ocupação urbana sensível à água, em um contexto de escassez planetária de recursos hídricos.

CAPÍTULO 2 – ÁGUA, EXPANSÃO URBANA E INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DA CRISE HÍDRICA

2.1 INTRODUÇÃO

Os lucros pessoais nos falam sobre roupas e talheres reluzentes, mas esquecem-se de mencionar o brilho que se esvai de nossos rios e lagos.

HAZEL HENDERSON (1980)

Este capítulo pretende abordar a expansão urbana a partir de como as cidades se desenvolveram ao redor dos corpos d'água, estudando os processos dialéticos entre desenvolvimentismo e necessidade de proteção dos recursos hídricos, face aos estudos dos processos de financeirização da cidade, relacionados com as consequências para a drenagem⁸ em diferentes olhares, desde a abordagem convencional até a Infraestrutura na Abordagem da Socioecologia.

Sempre com a água como elemento de estruturação metodológica, estuda-se a formação das cidades em sua relação com os corpos hídricos, a evolução dos olhares sobre as águas urbanas desde a abordagem convencional até chegar ao estudo da potencialidade do desenho urbano sob a ótica da Socioecologia.

Para esta análise, o estudo dos fluxos das águas e como acontecem os ciclos a partir da vivência urbana com a retirada da vegetação, a impermeabilização do solo e o aumento das vazões de escoamento superficial.

2.2 EFEITOS DO CRESCIMENTO DAS CIDADES SOBRE AS ÁGUAS URBANAS

A água é a chave do desenvolvimento ambiental, social e econômico, base para garantia da melhoria da qualidade de vida (CHRISTOFIDIS, 2018). A água é, para a humanidade, o bem comum mais importante, sem ela não existe civilização. Como elemento indispensável à vida humana, tem sido fator importante na localização e desenvolvimento das cidades, que se desenvolveram, em sua grande maioria, no entorno dos corpos d'água.

⁸ O termo drenagem é entendido no sentido mais amplo como o conjunto de medidas que tenham por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável (TUCCI, 2015, p. 805)

A água tem sido preocupação da humanidade, não só como uma necessidade vital, mas como ameaça potencial desde que as primeiras civilizações se desenvolveram às margens dos rios (COLICHON, 2008, p. 1). Desde o nascimento da civilização a espécie humana se desloca em busca de água. Todos os seres da natureza necessitam de água para sobreviver, sendo a sua disponibilidade um dos fatores mais importantes para a vida. Tal disponibilidade refere não somente a quantidade adequada, mas também sua qualidade. A qualidade da água depende diretamente da quantidade de água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias.

O ser humano, assim como os demais seres da natureza, vive, canta, dança, move-se, sonha com a água. Seja para beber, cozinhar, lavar, para o divertimento, indústria, a geração de energia elétrica. Todos os dias, em todos os cantos da terra ela é necessária. Sem acesso à água limpa, a saúde e o bem-estar dos ecossistemas não só estão em perigo, mas se tornam inviáveis. As populações que não conseguem o suprimento básico de água têm a qualidade de vida comprometida e contam com poucas chances de criar um futuro melhor para seus filhos e netos.

A água sempre foi um fator fundamental no desenvolvimento das cidades, condicionante e determinante na fixação das comunidades. As primeiras cidades, na Antiguidade, se estabeleceram junto a rios (MIGUEZ et al., 2016, p. 5.). A proximidade da água orienta a implantação das cidades ao longo da história. Neste sentido, Benevolo (2011) exprime a cidade como uma criação histórica que teve início com eventos envolvidos na relação de proximidade com corpos d'água, a partir das múltiplas funções urbanas relacionadas à água.

Assim, vemos que urbanização é um processo que tem a água como ponto de partida. Constitui ação que gera grandes impactos ao meio ambiente pelas consequências resultantes das mudanças nas características originais de uso do solo desde que os primeiros povos construíram canais, diques, barragens, condutos subterrâneos e poços ao longo dos rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, Hwang Ho na China e Nilo no Egito, há mais de 5000 anos. A expansão urbana ao longo dos séculos tornou criticamente necessária a racionalização do uso da água.

Na Idade Média o ser humano concentrou-se no campo. Com o Renascimento, artes e ciência ganham grande impulso e a cidade começa a se organizar levando em consideração o ciclo hidrológico (MIGUEZ et al., 2016, p.5). A

cidade faz parte da natureza e, como tal, estabelece-se em harmonia com ela e com o fluxo das suas águas.

A Revolução Industrial marcou uma mudança profunda na sociedade, provocando o aumento da disponibilização de bens e serviços por efeito do progresso tecnológico e de um grande desenvolvimento econômico. O perfil das cidades muda, atraindo grandes fluxos migratórios das áreas rurais, o que provoca um crescimento rápido e sem controle com consequências críticas para as questões de saneamento (BENEVOLO, 2011, apud MIGUEZ et al., 2016, p. 5). Benevolo (2011) e Miguez (2016) assumem que após a Revolução Industrial as atividades humanas passam a refletir grandes impactos ao meio ambiente natural com consequências críticas para o funcionamento das cidades.

Segundo o IBGE, o processo de concentração da população em áreas urbanas pode ser medido pela evolução da taxa de urbanização, que corresponde à proporção de pessoas que vivem em áreas urbanas. No Brasil, a taxa de urbanização passou de 82,5%, em 2005, para 84,7% em 2015 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016, p.12). Este avanço da urbanização pode trazer problemas em consequência de um crescimento sem o acompanhamento de investimentos nas infraestruturas urbanas, com impactos sobre o ciclo hidrológico e o sistema de drenagem.

Aproximadamente 80 por cento da população da América Latina se concentra em áreas urbanas. Em consequência, a pressão sobre os recursos hídricos nas cidades tem sido grande desafio. Em 2050 quase 90 por cento da população da América Latina viverá em cidades, expostas a ameaças intrinsecamente vinculadas à água e às mudanças climáticas como inundações, elevação dos níveis dos mares e secas (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, 2015, p. xv). O rápido crescimento das cidades tem agravado significativamente os problemas decorrentes das chuvas, com danos à infraestrutura, degradação do ambiente natural e desvalorização do ambiente construído com perda da qualidade e quantidade das águas urbanas.

O aumento do escoamento das chuvas associado ao crescimento urbano e a superfícies mais impermeáveis levará a efeitos sem precedentes em infraestruturas de drenagem com elevados riscos de inundações (MOURA et al., 2015). A expansão urbana causa aumento do escoamento superficial que por sua vez causa alagamentos e inundações com seus prejuízos para o meio ambiente e a

comunidade. Ao invadir o território das águas em áreas ambientalmente sensíveis a expansão urbana quando não associada a padrões de planejamento que busquem soluções baseadas na natureza, aparece relacionada a desequilíbrios diversos como processos erosivos, assoreamento e morte de nascentes em toda a Bacia Hidrográfica.

Considera-se extremamente complexo o controle dos efeitos provocados pelos empreendimentos urbanos no meio ambiente (GUTIERREZ; RAMOS, 2019). Tanto pela impermeabilização do território quanto pela necessidade de ampliação da infraestrutura em consonância com as outras partes do território, a diminuição considerável das áreas verdes para acomodar lotes, estacionamentos e comércio.

Este tema enquadra-se como instrumento para a concretização dos ODS estabelecidos pela ONU, em atendimento às metas dos Objetivos 6, 11 e 13 (GUTIERREZ; RAMOS, 2019). Metas estas que definem práticas e planos integrados para eficiência dos recursos, adaptação às mudanças no clima e resiliência a desastres para a consolidação de cidades sustentáveis que levem em consideração o ciclo hidrológico.

O elemento fundamental para esta análise do ciclo hidrológico é a Bacia Hidrográfica, área de captação natural dos fluxos de água originados a partir da precipitação, que faz convergir os escoamentos para o exutório. A precipitação que atinge o solo pode infiltrar ou escoar por sobre a superfície até atingir um curso d'água.

As águas que atingem o solo podem seguir diversos caminhos. Quando o solo é poroso há infiltração da precipitação que chega ao solo, enquanto a superfície não se satura. Seguindo este enfoque, o caminho natural das águas das chuvas é infiltrar através das raízes das árvores e recarregar os aquíferos⁹. Tal infiltração, no contexto da Bacia Hidrográfica, é considerada “produção de água”. Nesse sentido, as áreas rurais e as urbanas preservadas são consideradas como fontes produtoras de água.

A chuva que cai no solo infiltra-se totalmente até haver saturação superficial destes, momento em que começam a decrescer as taxas de infiltração e a surgir

⁹ Aquífero é um lençol subterrâneo estabelecido em uma formação suficientemente porosa, capaz de admitir uma quantidade considerável de água e permitir seu escoamento em condições favoráveis para utilização. Etimologicamente, a palavra aquífero significa: aqui = água + fero = transfere; ou do grego, suporte de água. Os aquíferos se classificam de acordo com o armazenamento da água e de acordo com o tipo de rocha armazenadora (JACOB, 2016)

crescentes escoamentos superficiais (TUCCI, 2015, p. 37). O comportamento das águas em seus fluxos tem um comportamento ora de produção, quando a infiltração é favorecida pela vegetação nativa preservada, ora de transporte, quando a infiltração é prejudicada pelo desmatamento e impermeabilização do solo pelas atividades antrópicas, passando a haver o escoamento.

Ao cair em uma região com cobertura vegetal, parte do volume precipitado sofre interceptação em folhas e caules, de onde evapora (TUCCI, 2015, p. 36). Ao exceder a capacidade de armazenar água na superfície dos vegetais, ou por ação dos ventos, a água interceptada pode se reprecipitar para o solo. Mota (2003) ressalta a importância da vegetação e mostra que a sua destruição pela urbanização resulta em prejuízos ao meio ambiente, uma vez que a cobertura vegetal contribui para a retenção e estabilização dos solos, previne contra a erosão, pois tem efeito amortecedor da chuva e favorece a infiltração da água, proporcionando menor escoamento superficial e maior produção de águas. Vemos assim que com a retirada da vegetação e sua substituição por plantas exóticas ocorrem grandes modificações nos ecossistemas com prejuízos desta capacidade que a vegetação possui de armazenamento das águas.

A evapotranspiração é a perda de água por evaporação do solo e transpiração da planta. É importante para o balanço hídrico de uma bacia como um todo (TUCCI, 2015, p. 269). A evapotranspiração é o conjunto de dois processos: evaporação e transpiração. Evaporação é o processo de transferência de água líquida para vapor do ar diretamente de superfícies líquidas como lagos, rios, reservatórios, poças e gotas de orvalho. A água que umedece o solo, que está em estado líquido, também pode ser transferida para a atmosfera por evaporação. Já a transpiração envolve a retirada da água para a atmosfera através das folhas.

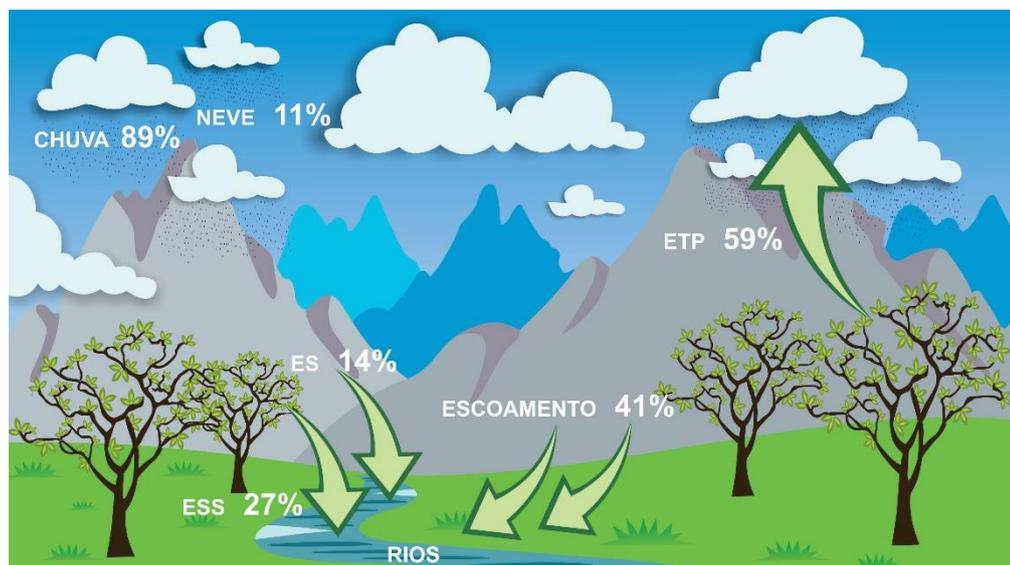
Durante o processo de expansão urbana, estes processos de evapotranspiração são prejudicados pela remoção da cobertura vegetal, que é a primeira ação que o processo de ocupação produz. A retirada da vegetação nativa juntamente com a impermeabilização e compactação do solo diminuem a infiltração da água da chuva e aumentam o escoamento superficial, eliminam a proteção do solo contra a erosão e a compactação, aumentando os sedimentos carregados para os corpos d'água.

A destruição do bioma original, em termos de vegetação, afeta o ciclo da água em grande escala. Um terço da estrutura da planta do Cerrado fica acima do solo, os

outros dois terços se situam no subsolo. Este extenso e complexo sistema de raízes absorve a água e alimenta os lençóis freáticos e os aquíferos (ANDRADE et al., 2016). Já o escoamento superficial manifesta-se inicialmente na forma de pequenos filetes de água que se moldam ao relevo do solo. A impermeabilização do solo pela construção de edificações e a pavimentação de vias impede a infiltração das águas no subsolo e, conseqüentemente, a recomposição das reservas hídricas subterrâneas nos aquíferos o que significa um rebaixamento no lençol freático, impactando a manutenção do fluxo nas nascentes.

A água que infiltra recarrega os aquíferos e cria o fluxo de água subterrânea. A infiltração é a passagem da água para o interior dos solos. Já o escoamento é a água que alcança o solo e não consegue infiltrar, aumentando a vazão para os corpos d'água. Em uma situação hipotética na natureza, dos 100 % das águas que precipitam, 59 % evapotranspira (OKI; KANAE, 2006) através das folhas e caules. Do mesmo total, 41% escoam, sendo 14% em forma de escoamento superficial e 27% como escoamento subsuperficial. O balanço entre entradas e saídas de água em uma bacia hidrográfica tem a precipitação como entrada e como vias de saída a evapotranspiração e o escoamento, Figura 9.

Figura 9 – O ciclo Hidrológico.



Fonte: A Autora (2019) com o estagiário Gustavo Cardoso. Baseado em OKI e KANAE (2006) apud CHRISTOFIDIS (2018).

As águas subterrâneas tem um papel crucial e figuram como fonte de água urbana e para o desenvolvimento sustentável, mas sua importância não é bem vista,

não apenas na América Latina, mas também em outras regiões do mundo (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, 2015, p. 6). As complexidades da dinâmica das águas subterrâneas são pouco compreendidas. A impermeabilização aumenta a velocidade de escoamento e a vazão superficial. O aumento da vazão escoada para os recursos hídricos, associado ao assoreamento dos mesmos, altera a seção transversal com prejuízos econômicos e sociais.

Nesse sentido o Desmatamento Zero traria benefícios palpáveis ao clima, à biota, aos serviços ambientais e aos recursos hídricos. Já foi provado não ser necessário desmatar novas áreas para promover o desenvolvimento do país (BRASIL, 2015). É preciso ações mais vigorosas de reflorestamento das áreas degradadas e manutenção das ambientalmente sensíveis remanescentes, que têm relação direta com proteção de nascentes e igarapés.

As vazões de água dos diversos corpos hídricos estão sendo afetadas pelas ações antrópicas, pois o comportamento humano atua em níveis de realidades baseados em paradigmas que são insuficientes para entender a dinâmica da natureza, a importância da complementaridade entre clima, vegetações e solos (CHRISTOFIDIS, 2012, p.2). A oscilação nas vazões das águas que escoam superficialmente em função das ações antrópicas é uma das principais consequências das alterações no uso do solo feitas sem os devidos cuidados de proteção do meio ambiente. Tais alterações nas vazões pela urbanização apresentam efeitos na quantidade, na qualidade e nos fluxos das águas, com todos os prejuízos sociais, econômicos e para o meio ambiente em termos de atendimento às necessidades dos ecossistemas.

À medida que a expansão urbana aumenta, com maiores mudanças no uso do solo, ocorrem novos efeitos hidrológicos, requerendo ações preventivas relativas ao controle da qualidade e quantidade de água produzida para os corpos d' água. É preciso que a urbanização seja feita de forma a assegurar o mesmo escoamento superficial da situação pré-desenvolvimento.

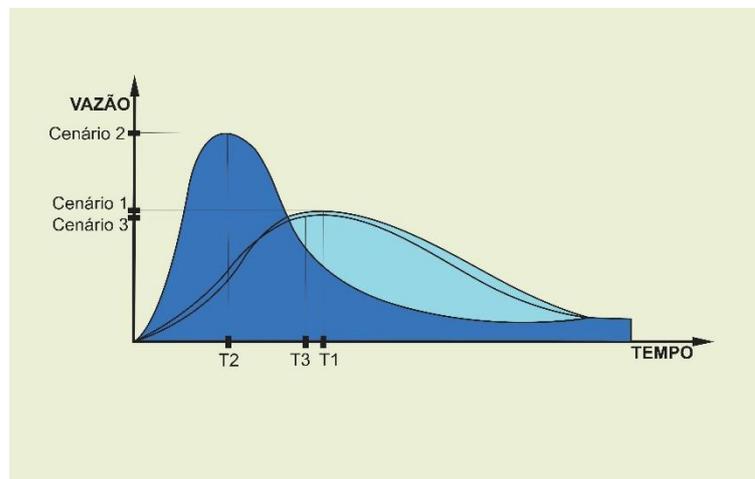
Torna-se evidente que é insustentável continuar planejando, projetando e gerindo as cidades de forma desconectada dos seus ecossistemas e dos seus processos naturais. Trata-se de um "*modus operandi*" econômico, social e ambiental que não se sustenta, que se mostra por um urbanismo desigual, que dá as costas para a natureza, gerando prejuízos por eventos danosos ao meio ambiente, ao ser humano e às demais formas de vida, configurando os eventos de escassez hídrica.

Ganha força a ideia de que natureza e cidade não deveriam ser vistas como entidades antagônicas (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 4). Compete ao homem procurar adequar o processo de urbanização às características do ambiente natural existente, de modo que a produção das águas para os corpos d'água seja mantida, evitando situações de escassez.

O cenário planetário de escassez hídrica ocorre em diversos níveis. Na questão quantitativa o volume das águas doces vem diminuindo a partir do mal uso do solo urbano que causa erosões e assoreamentos, que por sua vez vão contaminar as águas em uma perda qualitativa, que por sua vez vai agir na percepção do ciclo das águas (CHRISTOFIDIS, 2018).

Em um esquema hipotético de hidrogramas, temos que aquele que representa a área urbanizada tem um tempo mais curto e a vazão mais alta, ou seja, a urbanização antecipa a ocorrência do pico da vazão. Já o hidrograma que representa a situação pré-desenvolvimento, o pico de vazão leva mais tempo, a vazão é distribuída de forma equitativa ao longo do tempo. A Figura 10 representa os efeitos da Urbanização sobre os cenários descritos no Quadro 1-1.

Figura 10 – Efeitos da Urbanização entre Cenários.



Fonte: A Autora (2019) com o estagiário Gustavo Cardoso. Baseado em Tucci (2015).

A expansão urbana feita de forma fragmentada acarreta graves implicações para os sistemas hídricos na sua totalidade. Entre essas implicações, destaca-se a gestão das cidades e, conseqüentemente, a ocupação de áreas de risco (BRASIL, 2015). Os efeitos da Urbanização no comportamento hidrológico, Figura 11, afetam a capacidade de drenagem pela diminuição da evapotranspiração e aumento do

escoamento superficial, causando redução da disponibilidade hídrica podendo levar ao quadro da escassez hídrica.

Figura 11 – Impactos urbanos na paisagem, atmosfera, hidrologia e as águas pluviais.

Direcionamento do curso de água e biodiversidade			
Exposição de águas subterrâneas	Alto	Baixo	Moderado
Evapotranspiração	Alto	Baixo	Moderado
Aquecimento atmosférico e armazenamento de calor em edifícios	Natural	Calor intenso	Próximo do natural
Conforto térmico humano	Neutro	Quente	Ligeiramente quente
Escoamento superficial	Baixo e não frequente	Alto e frequente	Moderado e não frequente
Fluxo de hidrologia	Natural	Cheio de picos	Moderado (fluxos altos e baixos)
Mata ciliar	Intacto	Degradado	Restaurado
Forma do curso d'água	Natural	Gravemente degradado	Potencial de recuperação

Fonte: A Autora (2019). Baseado em Andrade (2014).

Com as soluções baseadas na natureza, o ciclo hidrológico pode ser revertido para a situação de pré-desenvolvimento. A crise hídrica no presente trabalho é vista como um aspecto de toda uma estrutura ecológica e social da vivência urbana, englobando os aspectos envolvidos na ocupação do território e como ela vai impactar o meio ambiente.

2.2.1 O contexto da crise hídrica

A escassez de recursos hídricos constitui um dos maiores problemas que a humanidade vai enfrentar neste século, como já está sendo observado em várias regiões do Brasil, um país com população predominantemente urbana (ANDRADE, 2016). Estamos hoje no limiar de uma crise global de água. As fontes de água doce

estão diminuindo com espantosa rapidez, uma vez que a indústria, a produção de energia e a urbanização subordinam-se à presença de água a um custo ecológico muito grande.

Entre 2014 e 2015, as vazões diminuíram em diversos rios dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Este fato, juntamente com fragilidades da gestão hídrica, levou o estado de São Paulo a enfrentar uma crise hídrica sem precedentes, que contribuiu para a redução da oferta de água na região, particularmente na Região Metropolitana de São Paulo (BRASIL, 2017). O mundo tem sentido de perto os prejuízos causados pela falta de água nas torneiras, porém nem sempre possui a dimensão dos crônicos prejuízos de uma cidade que não consegue ser resiliente aos potenciais estragos das chuvas.

O crescimento populacional e as pressões para o crescimento econômico estão criando um futuro de água mais cara e escassa, mesmo em um país rico em recursos hídricos como o Brasil. Por possuir grande reserva de água doce, o país acabou, por isso mesmo, sendo parte relevante na crise civilizatória de exploração da natureza.

Várias regiões do Brasil necessitam de infraestrutura para aumentar sua segurança hídrica, sabendo-se que as mudanças climáticas apontam para uma tendência de intensificação das secas (BRASIL, 2017). A crise hídrica torna possível uma visão crítica a respeito da capacidade de antecipação das condições às quais os sistemas de infraestrutura precisam atender. Esse atendimento precisa ser feito de forma a equilibrar objetivos de garantia de atendimento com minimização dos custos sociais, garantia da oferta de água com qualidade adequada e respeito aos limites de conservação ambiental.

A seca representou tanto uma crise quanto uma oportunidade para a implantação de novas iniciativas de economia de água e de incentivos em larga escala, além de potencializar a vontade política e da comunidade para a realização de mudanças regulatórias e políticas necessárias (ANDRADE et. al, 2018). Como a quantidade e a qualidade da água estão sendo afetadas pela inadequada ação do ser humano, deve ser estabelecida a proteção da vegetação e solos que possibilitem os fluxos de água, sua forma natural de movimentação e de filtração e, ao mesmo tempo, definir as finalidades mais importantes (as prioridades) e os limites de uso, envolvendo tanto a quantidade como a qualidade de água disponível, criando as condições de convivência entre usuários e suficiência hídrica para os ecossistemas

(CHRISTOFIDIS, 2006, p. 5). O contexto da expansão urbana, quando abordado através da questão da água aponta para a necessidade da visão sistêmica ao tratar de projetos de assentamentos urbanos e suas implicações na produção de água. A falta desta visão macro, metropolitana do território acarreta formas equivocadas de tratamento dos corpos d'água, com retificação de rios e ocupação descontrolada de faixas marginais de proteção, com implicações negativas para a produção das águas na cidade.

2.3 JUSTIÇA SOCIAL E AS RELAÇÕES ENTRE EXPANSÃO URBANA E ESPECULAÇÃO

A sustentabilidade envolve a justiça social (KEELER et al., 2010, p. 20) A prática urbana vem se transformando sob uma dialética própria: a hegemonia da propriedade individual escriturada e registrada em cartório sobre todas as demais formas de relacionamento com o território, poderoso mecanismo de exclusão social e despossessão no contexto dos projetos da Administração Pública para expansões urbanas, faz oposição ao respeito à natureza e em especial à terra e à produção das águas. Neste sentido, Ermínia Maricato (2015) e Raquel Rolnik (2015) fazem uma análise crítica das práticas de financeirização da moradia e aumento das desigualdades sociais no país, acompanhando o processo de produção capitalista do espaço.

A respeito da relação industrialização/urbanização, Tavolari (2016) alerta para o pioneirismo de Lefebvre que, em seus escritos, ousou lançar a hipótese, bastante forte e ambiciosa, de que a urbanização não precisa ser entendida como resultado da industrialização. Primeiro porque a urbanização precedeu a industrialização, o que já indicaria uma dissociação entre os dois processos. Segundo porque a urbanização se desatrelou da indústria e passou a se impor de forma generalizada em uma tendência de “urbanização completa da sociedade” (TAVOLARI, 2016, p. 95). A urbanização materializa-se por processos de expansão e inchamento com grande parte das ocupações ocorrendo exatamente em áreas ambientalmente sensíveis, como as margens dos corpos d'água. Processos de expansão assim, baseados na ocupação de áreas ambientalmente sensíveis, intensificados a partir de fins do século XX, não foram acompanhados pelos devidos trabalhos de infraestrutura, agravando os problemas ambientais.

O contexto do processo de urbanização brasileira, segundo Raquel Rolnik (2015) nos fala de um processo que enfatiza a financeirização da moradia, a prática de um modelo de política pública de desconstrução da habitação como bem social e sua transmutação em mercadoria e ativo financeiro (ROLNIK, 2015, p. 13). Hoje as cidades são polos de geração de riqueza e abrigam os interesses que moldam os rumos das instituições políticas. Nesse sentido, os vínculos com o território são reduzidos a seus valores monetários, ao passo que os custos sociais e ambientais são ignorados.

A produção do espaço urbano ou, de um modo geral, do ambiente construído envolve alguns tipos específicos de capitais. Assim é que a perda de prestígio da função social das cidades coincide com a ascensão das ideias neoliberais (MARICATO, 2015, p. 21). Com a hegemonia do capital financeiro, cresce a ausência da questão urbana na realidade do país. A cidade vai perdendo espaço de usufruto do cotidiano, à moradia, serviços, equipamentos, infraestrutura.

Não surpreende que o direito à cidade tenha se tornado uma das mais importantes demandas dos movimentos sociais e das pautas progressistas no processo de democratização que se seguiu aos anos da ditadura militar (ROLNIK, 2015, p. 267). Combinado com uma estrutura de regulação fundiária excludente, o modelo de urbanização brasileiro estabeleceu as condições de padrões de uso do solo excludentes e não planejados, em um modelo desenvolvimentista e socialmente perverso que resultou na consolidação de uma das sociedades mais desiguais do mundo.

Afinal as políticas públicas habitacionais e urbanas há muito renunciaram ao papel de distribuição da riqueza, dividindo e provendo fábrica de pobres urbanos “sem lugar”, ampliando significativamente a segregação nas cidades (ROLNIK, 2015, p.15). A Administração Pública carrega o discurso de atender ao déficit habitacional na defesa de seus projetos. Porém, a tomada do setor habitacional pelo setor financeiro representa enorme impacto ao meio ambiente e à justiça social nas cidades.

Maricato (2015) usa o termo “tragédia urbana” ao se referir aos processos de Globalização e política urbana na periferia do capitalismo com a ascensão do neoliberalismo e suas consequências para as políticas públicas urbanas: desregulações, privatizações, concentração de capitais, enfraquecimento dos investimentos em políticas sociais e ampliação da desigualdade (MARICATO, 2015,

p. 13). Para esta autora: “A especulação corre solta, auxiliada por políticas públicas que identificam valorização imobiliária com progresso.” Quanto mais lotes vendidos, mais a noção de progresso e de uma adaptação a um déficit habitacional, independente do que possa significar em termos de proteção do meio ambiente, materializada pela produção das águas.

O crescimento das cidades acabou por configurar padrões espaciais que se formaram com a ocupação de territórios sensíveis ambientalmente. Tais configurações têm provocado impactos no manejo das águas nas cidades, uma vez que os projetos de drenagem tradicionalmente se fundamentam na ênfase no lançamento das águas pluviais urbanas nos corpos d’água.

A produção do espaço urbano pelo poder público local depende do sistema de crédito e capital fictício¹⁰, revelando a produção do espaço urbano como processo de financeirização (ANDRADE et al., 2018). De acordo com Andrade (2018), as ações do urbanismo neoliberal rompem os limites da propriedade da terra, tanto pela produção como pela comercialização, ambas materializadas nos interesses do capital que contradizem a função social da terra. A gestão do capital pela via da especulação, apoiada pela desregulamentação, atribui ao sistema financeiro uma centralidade de atividades de favorecimento das classes socioeconômicas com maior poder aquisitivo.

Com a expansão urbana feita através de processos de financeirização da moradia, o território vem sofrendo ocupações urbanas em locais ambientalmente sensíveis, marcado por imensas disparidades socioespaciais e grande degradação ambiental (ROLNIK, 2015, p. 266). A pressão da especulação imobiliária faz com que muitas vezes se sobreponha os interesses do capital sobre a necessidade de proteção das águas urbanas mediante a efetivação de ações e decisões relacionadas a impactos ambientais e socioeconômicos das ações de ocupação do território.

Tais traços residem nas práticas financeirizadas das relações socioeconômicas, sobre as quais a urbanização passa a ser vista como um crescente fenômeno fundamentado na influência do capital e dos juros, com impactos socioeconômicos e ambientais. É o urbanismo, nos moldes do neoliberalismo, implantando moradias em áreas privilegiadas e sensíveis

¹⁰ O capital fictício é aquele que coleta o capital ocioso dos “poupadores” a fim de aloca-los na produção espacial urbana com potencial de produção da mais-valia (ANDRADE et al., 2018).

ambientalmente, prejudicando a função social da propriedade prevista no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), ao excluir a diversidade de habitantes em favor de classes de renda maior.

O investimento em infraestrutura com foco na segurança hídrica tem sido priorizado pela Administração Pública com sentido, não na garantia da produção de água, mas na capacidade de reservação. Ações de não ocupação de áreas sensíveis com novos parcelamentos e uso das estratégias LID e do WSUD em novos projetos normalmente não são vistos como ações de enfrentamento à crise hídrica.

2.4 OLHARES SOBRE A ÁGUA URBANA: A EVOLUÇÃO DAS ABORDAGENS EM DRENAGEM

Projetos adequados e integrados às características e limitações físicas da bacia hidrográfica são fundamentais para o equacionamento das águas urbanas. A evolução dos diferentes olhares para esta questão varia, ao longo do tempo, de acordo o tipo de relação com a cidade, com a sociedade e com o meio ambiente natural.

No estudo das questões da produção das águas, expansão urbana, impactos ao meio ambiente e crise hídrica, temos a drenagem como expoente em que aparecem de forma emblemática.

Durante muito tempo o objetivo principal da drenagem urbana foi remover as águas pluviais em excesso da forma mais eficiente possível para evitar transtornos, prejuízos e riscos de inundações (TUCCI, 2015, p. 805). Durante o século XX, o manejo correto das águas pluviais era sua bem sucedida coleta e condução, da forma mais rápida possível, em um esquema geral de calhas, tubos de descida, condutos, ralos, guias, sarjetas, bocas de lobo, tubulações.

Além das calhas e demais ferramentas, as bacias de retenção começaram a ser empregadas no Brasil nas últimas décadas do século XX, conhecidas como “piscinões” (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 26). Tais bacias funcionam como suplementos ao sistema convencional de condução das águas pluviais. As grandes descargas geradas pelas águas das chuvas sobre as áreas impermeabilizadas são armazenadas nas bacias para serem esvaziadas em seguida, na intenção da redução do pico de vazão em um evento pontual. Portanto, segundo Pellegrino e

Moura (2018), possuem apenas influência quantitativa, já que o volume de escoamento superficial continua o mesmo a jusante, apenas tomando um tempo maior para escoar.

Ferguson (2002) aponta que tais bacias de retenção fracassaram em evitar inundações e erosões, em recuperar a qualidade da água, em recarregar as águas subterrâneas e mananciais (FERGUSON, 2002, apud PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 27). Esta abordagem constitui uma crítica às bacias de retenção muito utilizadas, por exemplo, pela NOVACAP em Brasília.

Sob o pretexto do higienismo, identificado aqui com as práticas consideradas convencionais, aquele no qual a ênfase está no rápido transporte das águas pluviais ao exutório através de redes e galerias, o planejamento urbano imaginou ser possível prescindir da cobertura vegetal. Solos foram impermeabilizados, aumentando o escoamento superficial e linhas de drenagem naturais foram substituídas por galerias pluviais projetadas para conduzir as águas de forma rápida e invisível, expediente sinistro que transfere o volume indesejado de água para uma comunidade mais a jusante (PELLEGRINO, 2017).

As práticas convencionais de engenharia de recursos hídricos voltadas para a coleta, canalização e armazenagem temporária do escoamento superficial da água da chuva geralmente exacerbam as enchentes a jusante, a degradação da qualidade da água, a perda de habitats e a estabilidade dos sistemas, devido ao volume acumulado e à velocidade dos fluxos de descarga (FARR, 2013, p. 174).

Diante da urbanização não planejada, a ocorrência de eventos de alagamentos de alta intensidade mostrou a fragilidade dos sistemas de drenagem convencionais que sempre buscaram implementar técnicas que acelerassem os escoamentos, como as obras de canalização dos rios.

As técnicas de drenagem urbana convencionais não abordam o problema do ponto de vista do ciclo hidrológico, resolvendo apenas o problema imediato de escoamento das águas superficiais, isto é, transferem o excesso de precipitação para jusante através dos seus sistemas lineares. Este excesso de precipitação torna-se exacerbado à medida que a urbanização, tanto a formal quanto a informal, se faz de forma a alterar o ciclo hidrológico, pela falta de cuidados com a preservação do meio ambiente como um todo.

As práticas convencionais de drenagem urbana tendem a focar o problema do escoamento resultante na calha, de forma a adequá-la a esse escoamento. Nessa

concepção, a água precisa ser conduzida rapidamente para fora da bacia (MIGUEZ et al., 2016, p.2). As chamadas práticas convencionais de projeto de drenagem urbana tendem a focar na transferência do escoamento superficial para jusante, privilegiando a abordagem circunscrita, sem uma visão integrada do sistema (MIGUEZ et al., 2016, p.3). Estas técnicas acabam transferindo o problema para jusante, sem o controle na fonte, implicando em continuadas intervenções localizadas após eventos de inundação. Pouca ou nenhuma consideração é dada aos efeitos do aumento do escoamento superficial com a urbanização nos corpos d'água. Porém, as mesmas águas que deixam o terreno na forma de escoamento superficial equivalem à quantidade que faltará para a recarga dos aquíferos do local.

Além disso, quando o crescimento acontece sem controle adequado ou sem planejamento, acaba por inviabilizar a solução convencional, aumentando os volumes de água que chegam ao sistema projetado. Neste cenário, investimentos adicionais para adequar a rede de drenagem às novas vazões são recorrentes e insustentáveis.

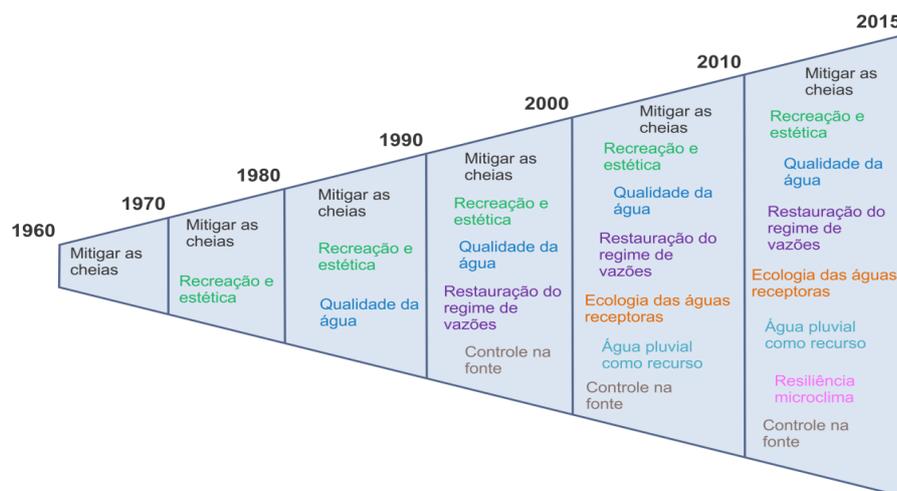
A abordagem da Sustentabilidade marcou a mudança do enfoque da linha higienista para a busca de um tipo de desenvolvimento com harmonização dos objetivos sociais, econômicos e ambientais. O conceito de desenvolvimento sustentável começou a ser cunhado com o Relatório Brundtland (1987) conhecido como "*Our Common Future*". O relatório da Comissão Brundtland destacou uma ampla variedade de desafios urbanos, definindo o desenvolvimento sustentável como "o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades" (KEELER et al., 2010, p. 44). Este relatório teve seus desdobramentos com a "Eco 92", o Grande Encontro da Terra para a redução da pobreza e para uma sustentabilidade ambiental, e mais recentemente com a "Rio mais 20", pretendendo expressar um conceito de desenvolvimento no qual os recursos da terra sejam utilizados de maneira racional de forma que se assegure a sua existência para as novas gerações. Nesse sentido, um empreendimento se diz sustentável quando consegue ser economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente protegido.

Novos modelos de gestão e planejamento urbano congruentes com o ciclo hidrológico sugerem relações mais harmoniosas entre o processo de ocupação e as intervenções nos ecossistemas para aproveitar de maneira eficiente as

características naturais do ambiente (FAUSTINO, 2017, p. 46). A preocupação com o mundo real que permeia a experiência urbana e a realidade percebida e vivida, motiva a busca por métodos mais eficientes na elaboração de projetos de drenagem urbana, que mitiguem os impactos ambientais ocasionados pelo processo de urbanização: a drenagem projetada com bases nos padrões da Infraestrutura Socioecológica.

A nova abordagem agrega preocupações de manejo das águas pluviais em um viés mais sustentável, integrando-as com o próprio tratamento do espaço urbano. Tais medidas surgiram com o objetivo de restituir o mais próximo possível as condições ambientais anteriores à ocupação da bacia, considerando toda a área de drenagem e visando à regularização das vazões para que a recarga dos aquíferos seja mantida. Na Figura 12 a evolução das abordagens em drenagem.

Figura 12 – Evolução das Abordagens em Drenagem.



Fonte: A Autora (2019). Baseado em Jacob (2017).

Pode-se dizer que esses novos conceitos ainda são percebidos de forma diferenciada pelos meios técnicos e acadêmicos, com velocidade dessas mudanças também diferenciada (MIGUEZ et al., 2016, p. 3). De modo geral, pode-se dizer que a evolução destes conceitos é um processo lento de adaptações e buscas de uma articulação que permita a sustentabilidade das soluções propostas em um contexto que leve em conta as questões técnicas, econômicas, sociais, legais e institucionais. É necessário que os profissionais sejam capazes de compreender as necessidades

de reorganização dos escoamentos da bacia e utilizar todos os recursos técnicos disponíveis para a obtenção de soluções mais sustentáveis e duradouras.

2.5 INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA

As soluções em parceria, em sintonia com a natureza, proporcionam potencializar inúmeros valores positivos: Estéticos, biológicos, ecológicos, da vida silvestre, flora, ambientais, pedagógicos, técnicos, sociais, econômicos, de pertencimento, responsabilidade e cooperação com “os outros” seres.

DEMETRIOS CHRISTOFIDIS (2018).

A abordagem do que aqui definimos como Infraestrutura Socioecológica fundamenta-se nas múltiplas escalas espaciais e temporais interconectadas por processos naturais, porém calibradas pela sociedade. A abordagem Socioecológica coloca os sistemas naturais no centro do metabolismo urbano (SCOTT; LENNON, 2016). Propõe um enfoque articulado das funções ambientais e do urbano, tendo em vista a proteção dos recursos ambientais e a justiça social.

A produção das águas para os corpos d'água passa a ser um conceito que identifica soluções sistêmicas para a bacia, procurando resgatar padrões de escoamento próximos daqueles anteriores à urbanização. O manejo das águas urbanas com uso de soluções baseadas na natureza é uma das formas de minimizar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico nas cidades em acordo com os paradigmas do desenvolvimento sustentável.

Em contraste com a abordagem convencional, a abordagem da infraestrutura urbana tomada na Abordagem Socioecológica requer uma integração entre os processos econômicos e biofísicos (BUSCHBACHER, 2014). Perante as demandas de discussão das práticas urbanas frente às mudanças climáticas, a infraestrutura tomada como sistema socioecológico busca contribuir para o debate interdisciplinar, uma vez que a adaptação das populações requer uma compreensão das relações sociais e ambientais de forma integrada. É uma perspectiva que considera os desafios da busca simultânea de crescimento econômico, inclusão social e responsabilidade ambiental.

É a “ética da razão” juntamente com a “ética do coração” e a “a sintonia com a natureza” (CHRISTOFIDIS, 2018), que busca um olhar sobre o corpo, a estrutura, os atributos da forma, buscando valorizar o conhecimento, a ciência e os atributos da

consciência para cooperar com os ecossistemas, entender e cooperar com a vida de todos os seres, ampliando os benefícios da drenagem sustentável.

O projeto cuidadoso do terreno é capaz de minimizar os impactos do escoamento de águas pluviais desde o início (KEELER et al., 2010, p. 205). A abordagem sustentável para os processos de drenagem urbana agrega soluções que armazenam água através da infiltração natural. Constituem padrões de projeto de cidades sensíveis à água, integrando as soluções com o próprio processo de projeto integrado do espaço urbano. Tais soluções em um projeto feito na abordagem que leve em conta a socioecologia, considera os cuidados com os fluxos das águas desde os primeiros traços, respeitando clima, topografia, vegetação, solos e, de modo relevante, a comunidade local, as ocupações pré-existentes, sua cultura e modos de vida. Tem o cuidado de não transferir impactos para jusante, não ampliar as cheias naturais, propor medidas de controle que contemplem todo o conjunto da bacia, controle permanente do uso do solo e áreas de risco.

A drenagem urbana enfocada sob os olhares da Infraestrutura Socioecológica busca o reconhecimento da complexidade das relações entre ecossistemas naturais, sistemas urbanos artificiais e sociedade. A preocupação com o meio ambiente físico, biótico e socioeconômico deve estar presente na elaboração dos projetos desde os seus primeiros traços. As ações de encaminhamento das águas drenadas aos cursos naturais devem ocorrer de forma a mitigar os impactos sociais e ambientais.

A Infraestrutura Socioecológica, é um conceito construído com a visão sistêmica das LID – “*Low Impact Development*” e do WSUD – “*Water Sensitive Urban Design*”, apontando para a necessidade de que o controle de velocidade das águas seja feito, em primeiro lugar e principalmente, no local onde caem as chuvas, ou seja, no interior dos lotes, praças, calçadas, vias e espaços públicos.

As estratégias LID foram comumente utilizadas nos Estados Unidos e na Nova Zelândia como forma de “desenho com a natureza” com foco na diminuição do escoamento superficial e favorecimento da qualidade da água. O objetivo original das práticas LID era alcançar um balanço hídrico semelhante à situação pré-desenvolvimento em termos de escoamento superficial, infiltração e evapotranspiração, em consonância com a funcionalidade da paisagem. (FLETCHER et al., 2015). Como alternativa para tratar o problema da condução e tratamento das águas pluviais urbanas, o termo geral LID passou a ser usado para descrever um conjunto de princípios e de práticas desenvolvidas para manter ou

restaurar o regime hidrológico em uma bacia a níveis equivalentes às conduções naturais ou pré-urbanas (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 31). A estratégia consiste em criar uma rede de manejo distribuída por toda a bacia, tornando tecnicamente viável a ocupação de baixo impacto hidrológico na visão de que elementos de retenção, detenção, infiltração e filtragem sejam compatibilizados e integrados aos projetos e à paisagem.

As práticas LID referem-se a soluções como biorretenção, telhados verdes e biovaletas sempre localizadas próximas ao local de precipitação (FLETCHER et al., 2015). O LID adota um conjunto de procedimentos que tenta compreender e reproduzir o comportamento hidrológico anterior à urbanização (AQUAFLUXUS, 2017). Um dos principais expoentes das estratégias LID está em proteger áreas de recarga de aquíferos com foco na redução do escoamento superficial pela urbanização com vários tipos de estratégias como, por exemplo, as biovaletas e pavimentos permeáveis. Ao implementar os princípios e práticas LID, a água pode ser manejada de forma a reduzir o impacto das áreas construídas e promover o movimento natural da água dentro de um ecossistema ou bacia hidrográfica. Aplicado em larga escala, as práticas LID podem manter ou restaurar as funções hidrológicas e ecológicas de uma bacia hidrográfica.

O urbanismo baseado nos fluxos da água, com o desenho das cidades em torno do papel e da dinâmica da água, tem se tornado uma ferramenta poderosa, em muitas partes do mundo desenvolvido. De acordo com o programa do governo australiano WSUD para cidades sensíveis à água, o desenho urbano deve ser uma consequência da ocupação ecologicamente sustentável.

O conceito WSUD começou a ser usado em 1990 na Austrália (FLETCHER et al., 2015) com os objetivos de:

- Manejar o balanço das águas, considerando as águas subterrâneas e o escoamento superficial;
- Cuidar da qualidade das águas pelas vias da proteção da vegetação e minimização do transporte de poluentes;
- Integrar o manejo das águas com a paisagem pela incorporação de parques recreativos;
- Manejar apropriadamente as águas da drenagem urbana para redução do escoamento superficial com minimização das áreas impermeabilizadas e soluções locais de infiltração;

- Uso de tecnologias ecológicas para minimização da infraestrutura convencional de drenagem.

Foi assim que a Austrália sobreviveu à Seca do Milênio, demonstrando inovação e com exemplos de planejamento e gestão hídrica, que inclui a ocupação ecologicamente sustentável do território com preservação ambiental, uso do solo, produção de alimentos, transportes, resíduos, energia, população e parâmetros de desenho urbano (ANDRADE et al., 2018). O WSUD envolveu parcerias entre agências de governos, serviços públicos, indústrias e comunidades para a criação e implementação de programas de economia de água.

Os paradigmas do WSUD visam assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos de forma a minimizar os impactos sobre o ciclo da água no contexto urbano (ANDRADE, 2014, p. 35). O WSUD aplica técnicas e princípios de design responsivo ao clima e à saúde ecológica das paisagens terrestres e aquática. Enfatiza a maneira como são desenhados os espaços urbanos, de forma que o desenho favoreça a infiltração das águas o máximo possível e que somente após essa infiltração recorra-se a medidas de escoamento.

Os conceitos baseados nas LID e no WSUD foram recentemente chancelados pela ONU por meio do conceito NbS - “*Nature Based Solutions for Water*” (WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT, 2018). As Soluções Baseadas na Natureza propõem que o mundo deve trabalhar com a natureza, não contra ela. Reconhecem a importância do manejo sustentável das águas para a meta 6 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Abrange soluções inspiradas e apoiadas pela imitação de processos naturais para melhorar a gestão da água (WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT, 2018). As NbS apoiam a economia circular em contraste com a economia linear, promovendo maior produtividade dos recursos, reduzindo resíduos e evitando contaminação, inclusive através da reutilização e reciclagem.

No meio ambiente, o solo e a água, são elementos naturais fundamentais para a construção das cidades. A drenagem urbana apresenta interfaces com diversos elementos da infraestrutura urbana e deve ser tratada correlacionada aos fatores sociais e ambientais, sobretudo em um contexto de urbanização predatória.

Andrade (2014) coloca que o desenho urbano não deve começar com foco nas redes locais de drenagem, mas no sistema como um todo, contemplando todos os aspectos possíveis do desenho do espaço urbano, enfatizando não apenas

questões geométricas de formas, tamanhos e volumes, mas contemplando também aspectos relacionais da prática urbana.

Tais estratégias constituem processos naturais com relevância para assegurar a proteção das águas em aquíferos urbanos, procurando resgatar padrões de escoamento próximos àqueles das vazões de pré-desenvolvimento¹¹.

Tendo em vista este cenário, de acordo com Andrade (2014), a ocupação urbana deve levar em conta estudos adequados do uso do solo e das densidades, principalmente relacionado aos aspectos de vulnerabilidade ambientais, tais como: suscetibilidade à contaminação de aquíferos e a sensibilidade dos aquíferos à recarga. Tais estudos precisam ser feitos de forma cautelosa para balizar estudos de ocupação e uso do solo, de forma a não comprometer o processo de produção das águas propiciado pela vegetação.

Citando McHarg, Andrade (2014) descreve um padrão de sistema de drenagem natural que pretende compartilhar a responsabilidade de melhorar o desempenho hidrológico e ecológico da cidade através de um desenho que considera a natureza como processo em constante interação, representando valores e oportunidades, verificando sempre clima, geologia, hidrologia, solo, vegetação e vida selvagem como condicionantes do projeto (ANDRADE, 2014).

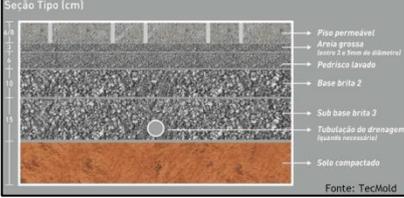
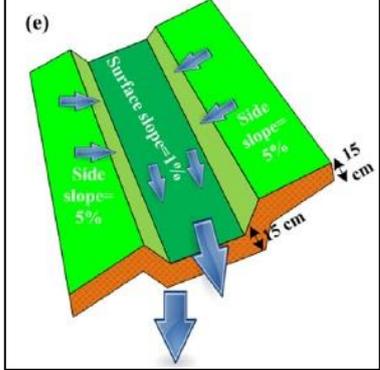
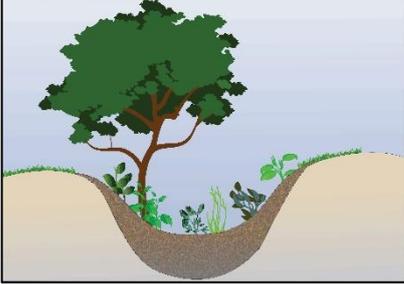
Os sistemas naturais de Ian McHarg exercem papel fundamental no balanço de energia e no fluxo de volumes de água na bacia hidrográfica. Pressupõem o uso da infraestrutura verde, em especial a drenagem natural, em termos de escoamento e infiltração da água, como modelo de desenvolvimento urbano de baixo impacto que preserva a produção natural das águas a partir da infiltração das chuvas através das raízes das árvores.

Baseado na análise desenvolvida dos manuais australianos do programa WSUD, dos manuais americanos do LID, da pegada hídrica, de infraestrutura verde, das técnicas de ecossaneamento, da agricultura urbana do urbanismo agrário, da permacultura e da visão holística das técnicas hidráulicas, o Quadro 2-1 elabora uma síntese de padrões que podem ser aplicados no desenho urbano sensível à água, no nível da comunidade e da paisagem, que estão em consonância com os princípios de sustentabilidade urbana. Todos os padrões do Quadro 2-1 buscam reduzir o volume de água referente ao escoamento superficial e, por consequência,

¹¹ Vazão de pré-desenvolvimento é aquela existente anteriormente aos processos de urbanização.

reduzir a solicitação do sistema de drenagem urbana e a probabilidade de enchentes. Também a remoção parcial de poluentes e sedimentos.

Quadro 2-1 – Algumas ações em Infraestrutura Socioecológica para a Drenagem Urbana

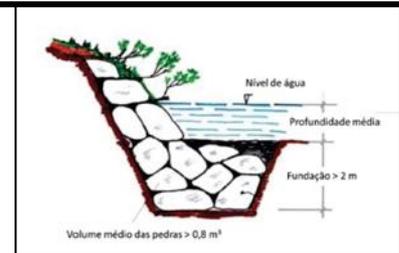
ALGUMAS AÇÕES DE INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA EM DRENAGEM URBANA	
<p>Asfalto Poroso – Reduz os picos de chuva e o volume de água que escoam superficialmente, reduzindo os alagamentos. Filtra a água que entra na rede de drenagem, reduzindo a poluição e melhorando a qualidade dos cursos d'água. Não é indicado para tráfego intenso ou locais com muita solicitação de carga (AQUAFLUXUS, 2017, p. 30).</p>	 <p>Fonte: AQUAFLUXUS (2017).</p>
<p>Biovaletas, Valas de Infiltração (“Wetlands”) – Constituem canais abertos, cortes feitos na grama, cobertos por vegetação, que atenuam naturalmente o escoamento das águas. Integradas às características da paisagem em parques, jardins, projetos de ruas, adicionam caráter estético. Tubulações subterrâneas podem ser usadas para transmitir o excesso de fluxo represado. (ANDRADE, 2014, p. 417) Dispositivos de drenagem frequentemente empregados paralelos às ruas, estradas, estacionamentos, entre outros. Concentram o fluxo das áreas próximas e propiciam condições para uma infiltração ao longo do seu comprimento (GUTIERREZ; RAMOS, 2019). “Wetlands” podem remover 20-60% dos metais na água e reter 80-90% dos sedimentos do escoamento (WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT, 2018, p.60).</p>	 <p>Fonte: HUANG et al. (2018).</p>
<p>Cobertura Vegetal com a proteção de árvores históricas e o plantio de novas árvores. O uso de espécies nativas tem prioridade de escolha por estarem bem adaptadas às condicionantes locais. Reduz os custos de estruturas para gestão das águas pluviais, por seu papel na retenção da água. Além disso, previne as enchentes, filtra toxinas e impurezas, estende a disponibilidade de água nos meses de seca, ameniza os efeitos da ilha de calor urbana. A vegetação existente no caminho das águas pluviais evita ou minimiza a erosão (ANDRADE, 2014, p. 298).</p>	 <p>Fonte: Andrade (2014).</p>

Coletores de Água da Chuva – As cisternas de água da chuva minimizam o escoamento do alto volume de água nas redes pluviais durante as chuvas fortes. Seguem a NBR 15.527/2017. A água coletada deve ter fins não potáveis como a irrigação de jardins e lavagem de pisos externos (ANDRADE, 2014, p. 369).



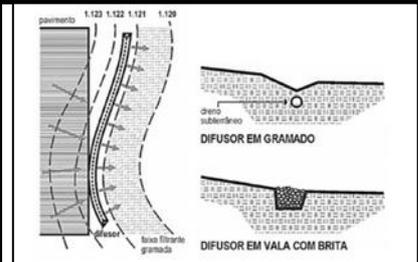
Fonte: EPA (2011).

Contenção de muros, taludes, encostas e margens de cursos d'água com técnicas de bioengenharia, usando materiais inertes (pedras, troncos finos e flexíveis, bambu, muros de gabião, sacos com substrato, pneus) e vegetação. (ANDRADE, 2014, p.414).



Fonte: Mell, 2010.

Faixa Gramada – São faixas de solo vegetadas concebidas para desacelerar e infiltrar parcialmente escoamentos laminares provenientes das superfícies impermeáveis urbanas, tipicamente de estacionamentos e vias de tráfego de veículos (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 186).

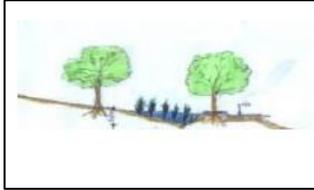
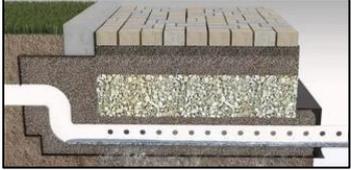
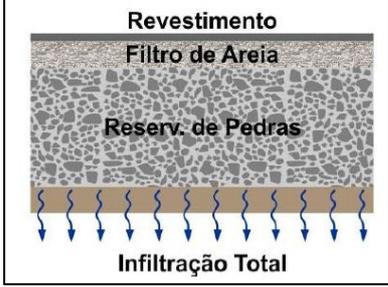
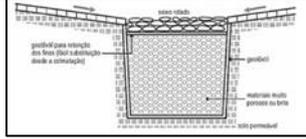


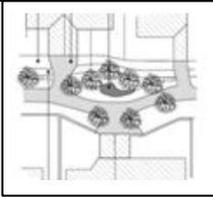
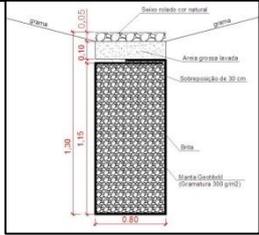
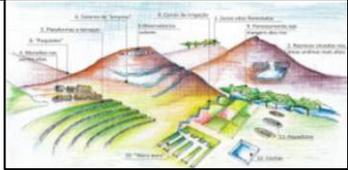
Fonte: AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (2018).

Jardins de Chuva – O sistema de jardins de chuvas consiste em filtrar as águas pluviais por meio de uma camada média de areia com vegetação. Em seguida, a água é recolhida por tubos perfurados para o curso de água fluir para reutilização (ANDRADE, 2014, p. 418). Constituem depressões topográficas que recebem o escoamento da água pluvial. O solo, tratado com compostos e demais insumos, como pedriscos, que aumentam sua porosidade, age como uma esponja a sugar a água, enquanto microorganismos e bactérias removem os poluentes difusos trazidos pelo escoamento superficial. A adição de plantas aumenta a evapotranspiração e a remoção de nutrientes (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 49)



Fonte: PELLEGRINO; MOURA (2017 p. 21).

<p>Limites de APP – Manter os limites das APPs para os cursos d' água perenes e intermitentes, recuperar córregos. Os córregos como corredores ecológicos que poderiam penetrar direto dentro da cidade. Os córregos não devem ser enterrados ou canalizados (ANDRADE, 2014, p. 240).</p>	 <p>Fonte: Andrade (2014).</p>
<p>Pavimentos Permeáveis Intertravados – Definidos como sendo aqueles que possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água pode escoar, podendo infiltrar no solo ou ser transportada através de sistema auxiliar de drenagem (GUTIERREZ e RAMOS, 2019). Empregados em áreas de pouco tráfego, calçadas, vias locais, vias internas residenciais e estacionamentos (ANDRADE, 2014, p. 369).</p>	 <p>Fonte: Gutierrez e Ramos (2018).</p>
<p>Pavimentos Permeáveis de Concreto - Eles devem conter vazios na superfície para serem preenchidos com areia ou cascalho que filtram a água da chuva. Eles sobrepõem uma vala de retenção que permite uma maior capacidade de absorção de água da chuva. Durante a chuva forte, o excesso de águas pluviais transborda para o sistema de drenagem de rua. Os pavimentos porosos não devem ser instalados sobre rochas ou outro substrato que tenha pouca ou nenhuma capacidade de permitir que a água se infiltre através deles (ANDRADE, 2014, p. 419).</p>	 <p>Fonte: Pinto (2011)</p>
<p>Poços de Infiltração – São dispositivos pontuais que promovem a infiltração no solo das águas captadas. Preenchidos com material granular como seixo, cascalho, argila expandida ou brita isenta de material calcário. Caso a permeabilidade do solo for baixa, pode-se aprofundá-los para atingir camada de solo mais permeável (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 171)</p>	 <p>Fonte: AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018.</p>
<p>Telhados verdes – Constitui uma técnica que dispõe do cultivo de plantas e vegetação nas coberturas das construções, aliviando o sistema de drenagem das cidades. Podem ser extensivos, com vegetação rasteira, camada de substrato menor, ou intensivos, que suportam espécies de maior porte, com subsolos mais profundos (AQUAFLUXUS, 2017, p. 34). Além de reter boa quantidade das águas das chuvas, proporcionam melhoria na eficiência energética, na qualidade do ar (retenção de até 85% da poeira), na redução do barulho, na estética e no aumento da vida útil do telhado e na diminuição do volume das águas que iam para as galerias. (ANDRADE, 2014, p. 421).</p>	 <p>Fonte: TASSI et al. (2013).</p>

<p>Traçado das Vias em formatos que influenciem positivamente os fluxos das águas na Bacia Hidrográfica, garantam a manutenção da permeabilidade do solo e a hidrologia. A seleção de alternativa de desenho com vias curvilíneas pode resultar em redução de 26% no total de áreas impermeáveis. (ANDRADE, 2014, p. 356).</p>	 <p>Fonte: Andrade (2014).</p>
<p>Traçado do Terreno e Paisagismo, buscando investigar os padrões de drenagem existentes no local logo nos primeiros riscos de projeto no terreno, estudando fluxos esperados, solo, topografia, precipitação, vegetação. Uso de plantas nativas e telas de proteção para filtrar as sujeiras que são carregadas com os cursos d'água, direcionando o escoamento das águas pluviais das vias, calçados e gramados para áreas de produção de alimentos e jardins. (ANDRADE, 2014, p. 421).</p>	 <p>Fonte: Andrade (2014).</p>
<p>Trincheiras de Infiltração - Estruturas longitudinais construídas para captar águas pluviais provenientes do escoamento superficial e facilitar sua infiltração. Pode estar associada aos jardins de chuva. São valas escavadas na terra, preenchidas por materiais granulares como pedras de mão, brita, areia etc. Podem ser instaladas ao longo das vias públicas, captando a água que cai sobre o pavimento antes que chegue à rede (AQUAFLUXUS, 2017, p. 31).</p>	 <p>Fonte: Gutierrez e Ramos (2018).</p>
<p>Valas de Infiltração ou valas construídas como faixas de umidade ao longo das curvas de nível do terreno, em forma de longas trincheiras rasas, que funcionam ao longo do contorno da paisagem. (ANDRADE, 2014, p. 415). As valas de infiltração são depressões lineares, gramadas, com declividade próxima a zero, concebidas para funcionar como canais, onde o escoamento pluvial é desacelerado e infiltrado durante o percurso da água. Em regiões sujeitas a chuvas de alta intensidade, com solos de baixa permeabilidade, a eficiência das valas é limitada, e seu uso não é recomendado (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 167).</p>	 <p>Fonte: Andrade (2014).</p>
<p>Visão Holística e Transdisciplinar dos fluxos da água, pois quando as políticas, planos do territórios e zoneamentos urbano, rural, manejo e recursos hídricos são feitos de forma integrada formando uma teia de relações entre a paisagem e a comunidade, todo o fluxo da água é favorecido, uma vez que é estudado em todas as suas variantes e especificidades (ANDRADE, 2014, p. 412).</p>	 <p>Fonte: Andrade (2014).</p>

Esta lista não é exaustiva. A questão é agir com padrões que imitem a natureza. Isso implica em uma profusa aplicação de infraestruturas voltadas a

aumentar a retenção das águas em toda a área urbanizada. Tudo isso em consonância com um tipo de ocupação que se mostre ecologicamente sustentável, permitindo uma forma de trabalhar com as forças da natureza, de modo a reduzir ou mitigar os impactos prováveis que a ocupação urbana pode provocar. Significa um desenho urbano com foco na questão da água como uma consequência da urbanização ecologicamente sustentável, conforme aprendemos com o governo australiano e o WSUD para cidades sensíveis à água, atendendo o equilíbrio dos ecossistemas e processos naturais.

2.6 CONCLUSÃO

Ao longo do tempo o homem veio interferindo no meio natural e modificou a paisagem, contribuindo para o surgimento de problemas ambientais e socioeconômicos.

A urbanização modifica o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna, o ar, o clima e a hidrografia. Crises de abastecimento de água potável podem constituir momentos de revisão de paradigmas consolidados.

A ocupação indiscriminada dos centros urbanos, principalmente a partir da segunda metade do século XX, é uma das principais fontes de problemas ambientais das cidades, além da elevada desigualdade em termos de distribuição da renda e precárias condições de vida, particularmente na parcela da população mais pobre e vulnerável. Pode-se afirmar, portanto, que os elevados níveis de pobreza urbana, exclusão social e degradação ambiental têm caracterizado a urbanização brasileira.

Com o estudo da infraestrutura Socioecológica pretende-se abordar a abrangência de novos olhares sobre a água urbana que considere a visão metropolitana do território, o direito à cidade e a resiliência do meio natural.

CAPÍTULO 3 - ÁGUA, EXPANSÃO URBANA E INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DA CRISE HÍDRICA EM BRASÍLIA

Transferir a capital de um país continental, Deslocando a sede administrativa da República. De uma cidade consolidada para uma área do Cerrado, distante mais de mil quilômetros do Atlântico e desprovida de infraestrutura, foi uma ousadia tamanha que dificilmente ocorreria nos dias de hoje.

ARI CUNHA (2018).

3.1 INTRODUÇÃO

Brasília constitui um dos casos em que a relação ocupação territorial e produção das águas se materializa de forma emblemática. No presente capítulo pretende-se estudar as implicações da expansão da cidade sobre as águas urbanas e como esse processo aconteceu na Brasília “planejada” por Lucio Costa, que acabou por expandir seu território com ocupações urbanas, formais e informais, para além do Plano Piloto.

Este crescimento configurou padrões espaciais ao redor da Bacia do Paranoá, sem o adequado provimento da infraestrutura necessária (ANDRADE et al., 2018). Tal situação tem provocado impactos no manejo das águas em Brasília. Papel preponderante neste cenário é o do Lago Paranoá, o qual, criado para lazer e embelezamento paisagístico, não previa adensamento populacional em suas margens. Também não previa o recebimento das águas residuais, o que resulta em um quadro de desrespeito à sua capacidade de suporte.

O estudo do contexto dos alagamentos em Brasília tende a mostrar que ocupamos um território que já tem um cenário de sensibilidade ambiental com relação à drenagem urbana, mesmo antes das novas ocupações planejadas pela Administração Pública.

3.2 EXPANSÃO DO TERRITÓRIO E AS ÁGUAS URBANAS NA BACIA DO PARANOÁ

As primeiras missões que demarcaram a localização de Brasília já carregavam a ideia da mudança da capital do país para um local com água em abundância. A drenagem urbana foi preocupação desde a concepção do Plano

Piloto, em cujo relatório observa-se, após o traçado do “X” no chão, um esboço de preocupação com a questão da drenagem: “Procurou-se depois a adaptação à topografia local, ao escoamento natural das águas, à melhor orientação, arqueando-se um dos eixos a fim de contê-lo no triângulo equilátero que define a área urbana.” (DISTRITO FEDERAL, 1991). Brasília, porém, foi crescendo para além do Plano Piloto por meio de ocupações urbanas, planejadas e não planejadas, a maioria das vezes sem o adequado aporte de infraestrutura de saneamento que tivesse um efeito holístico, atuando em todo o território. O projeto de Lúcio Costa não foi detalhado a ponto de prever soluções de drenagem de águas pluviais. Com isso as ações executivas que se seguiram trouxeram soluções nada sustentáveis à cidade.

Gontijo Junior (2015) tem como referência de sustentabilidade nas águas urbanas o engenheiro Saturnino Brito, que, nos derradeiros anos do século XIX e início do Século XX, em seus estudos já revelava profundo respeito à natureza do ciclo hidrológico, norteados pelos princípios:

- Os mananciais hídricos devem ser protegidos da poluição das águas urbanas, notadamente por parques e áreas verdes marginais;
- Os esgotos sanitários devem ser coletados em redes com declividades adequadas e dirigidas a valas naturais, dimensionadas com vazões e velocidades apropriadas para que sejam autolimpantes;
- As águas pluviais devem ser separadas das águas do esgoto sanitário.

Por meio desses princípios Saturnino desenhava os projetos das cidades, sempre privilegiando a proteção das matas ciliares para a proteção dos cursos d’água. As avenidas principais de uma cidade só eram riscadas no projeto de uma cidade, após detalhado estudo da topografia e da drenagem das águas. Essas posições de Saturnino possuíam cunho voltado a um urbanismo centrado na proteção do meio ambiente para a garantia da pureza e potabilidade das águas.

Porém, baseadas na proposta do Plano Piloto de Lúcio Costa em um discurso de promoção do bem comum, as ações de gestão do território reproduziram um modelo que reforça a centralidade e a segregação socioespacial, inclusive com críticas de que certas inversões de valores fizeram com que prioridades ambientais, como a necessidade de preservarem-se recursos hídricos escassos, teria sido utilizada para validar um modelo de expansão segregacionista (SILVEIRA, 1999).

Gontijo Junior (2015) continua sua análise citando Lucio Costa, para quem a expansão da cidade não deveria acontecer por “alastramento suburbano denso e

rasteiro”, porém programava-se uma alternância entre ocupações urbanas e rurais. As cidades satélites só deveriam surgir após Brasília extrapolar os limites de 500 a 700 mil habitantes.

Brito (2009) faz essa análise da estruturação da mancha urbana da cidade através da infraestrutura de água influenciando a urbanização, fortalecendo padrões de assentamento, a princípio polinucleado e, com o tempo, apresentando conjuntos conurbados, com tendência de se ocuparem os eixos entre o centro urbano do Plano Piloto e as cidades satélites.

Brasília cresceu sem previsões, o que culminou na ocupação do território que configurou diversos padrões espaciais ao redor do Plano Piloto, dentro e fora da Bacia do Lago Paranoá sem o adequado provimento da infraestrutura necessária (ANDRADE et al., 2018). Tal crescimento populacional impacta a demanda por água, pois a cidade recebe cerca de 55 mil habitantes a mais por ano, população correspondente a uma cidade de Brazlândia (LIMA, 2016). O fluxo migratório devido às oportunidades de trabalho durante e após a construção da cidade, gerou disfunções urbanas pela incapacidade de absorção da grande demanda populacional em termos de habitação, o que acabou por ocasionar a expansão do território anteriormente planejado.

Durante a construção de Brasília foi implantada a DF-001 denominada Estrada Parque Contorno - EPCT cuja trajetória coincide com os limites da Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá. A DF-001 definiria a região geográfica onde só deveria existir mancha urbana planejada, o Plano Piloto, com o fim de proteger ecologicamente a cidade e o Lago Paranoá. Porém, tal pretensão foi rompida e outras cidades foram se instalando na área da bacia.

A partir da década de 70 as ocupações urbanas vêm acontecendo muitas vezes de forma irregular, por grilagem e posse de terra. Mesmo com a existência de projetos urbanísticos e de instrumentos de controle do uso e da ocupação do território, a pressão migratória rompeu os limites imaginados inicialmente, levando a um processo de degradação ambiental e social. As cidades satélites, por força da ocupação urbana com forte segregação, perfil que já nasceu com a nova capital, acabaram por fazer pressão sobre a bacia do Paranoá, causando danos ao espelho d'água.

Passou-se a tentar direcionar os fluxos migratórios por meio da implantação de políticas públicas específicas para a região, sendo que, durante a década de

1970, a preocupação central era assentar a população migrante fora da Bacia do Lago Paranoá, especificamente fora do Plano Piloto.

Neste contexto, a Bacia do Lago Paranoá aparece como cenário relevante, emoldurando processos excludentes de produção do espaço e formas agressivas de transformação da natureza. Situada no Planalto Central, bem no meio do bioma Cerrado, um dos mais ricos em biodiversidade do planeta, apresenta grande diversidade de nascentes, cursos d' água e mananciais que constitui o chamado berço das águas, em uma região de cabeceiras que abrange divisores de três grandes regiões hidrográficas brasileiras: Tocantins-Araguaia, São Francisco e Paraná (GDF, 2016). O fato de a região ser um planalto, com terras altas, favorece que as águas se dispersem para outras regiões em um padrão radial de drenagem.

A Bacia do Paranoá está situada na porção central do Distrito Federal, é a única que está totalmente inserida no território do DF. Definida a partir de um cordão de chapadas que contorna toda a sua unidade, subdivide-se em cinco unidades hidrográficas menores, denominadas sub-bacias: Torto/Santa Maria, Bananal, Riacho Fundo, Ribeirão do Gama e Lago Paranoá propriamente dita.

Desde 1960, quando da inauguração de Brasília, a Asa Sul, algumas quadras do Lago e Setor de mansões Park Way são providas de água e esgotos. Até 1970, somente as SQN 312 e 403 a 406 possuíam redes de águas pluviais (BRITO, 2009). A infraestrutura urbana apresentando-se de forma desequilibrada, restringindo-se a áreas específicas destinadas aos grupos de mais alta renda.

Por sua vez, as penínsulas, áreas não contempladas no plano original da cidade, foram sendo ocupadas já nos primeiros anos de existência da cidade. Foi criado, com uso caracteristicamente residencial, o Setor de Habitação Individual Sul, reservado a parcelas seletas da sociedade brasiliense em formação, funcionários de estatais, ministros de tribunais, senadores e deputados.

Já para os “candangos”, contando com o retorno aos seus locais de origem, criaram-se condições provisórias de abastecimento de água que, imaginava-se, perdurariam apenas pelo período da construção, devendo ser demolidas após a inauguração. Porém, não foi isso que ocorreu, além dos que participaram da construção e aqui permaneceram, houve intensa migração direcionada ao território, associada a uma pretensa oferta ilimitada de emprego que formava uma vasta classe de excluídos.

As intenções do planejamento original, inicialmente de cunho igualitárias, foram rapidamente superadas por ações de gestão do território que foram se apresentando como promotoras da segregação. Apesar do discurso oficial que apresentava o planejamento como associado a uma distribuição equitativa de recursos, na prática, a gestão do território resultou em acesso diferenciado aos equipamentos urbanos segundo diferentes grupos de renda.

Cidade (2010) argumenta que a expansão urbana no Distrito Federal, constitui, em larga medida, um quadro de atividades que tem gerado pressões sobre o território e o quadro natural. Em um cenário de fragilidade ambiental, as práticas espaciais comprometem mananciais e terrenos sensíveis, induzidos pela própria ação governamental.

O País tem 17 municípios com mais de 1 milhão de habitantes. Brasília, com 3 milhões de pessoas, é o terceiro mais populoso, menor apenas que São Paulo, com 12,1 milhões, e o Rio de Janeiro, com 6,5 milhões. Assim, a situação do DF é bastante preocupante em razão do tamanho de seu território, apenas 5.800 km², e do acelerado ritmo de crescimento populacional. A população do Distrito Federal aumentou 18,2% nos últimos sete anos, ou seja, cerca de 470 mil pessoas a mais desde o censo populacional de 2010, quando o DF possuía 2,57 milhões de habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Considerando que a população do DF tem crescido a uma taxa de 7,2%, enquanto a média nacional é de 2,8%, grande parte da ocupação urbana acaba por se instalar em regiões sensíveis à recarga de aquíferos ou próxima a mananciais, áreas estratégicas para a manutenção do ciclo de água. (ANDRADE et al 2018). Inundações, enxurradas e alagamentos são repetidamente noticiados nos centros urbanos brasileiros e, na maioria das vezes, erroneamente justificados como desastres naturais provocados exclusivamente pela alta precipitação de determinado período do ano. No entanto, a explicação para tais ocorrências deve-se a uma somatória de fatores antrópicos com a urbanização (GUTIERREZ; RAMOS, 2019).

Brasília, hoje com 31 Regiões Administrativas é apontado como uma das cinco Unidades Federativas do Brasil com menor reserva de água por habitante (ANDRADE et al., 2016). Mesmo possuindo muitas nascentes, Brasília não possui grandes rios com vazões capazes de suprir a demanda de consumo, os mananciais possuem baixa disponibilidade hídrica para atender ao contingente populacional. Este processo é agravado pela devastação criminosa da vegetação nativa

patrocinada pela urbanização. Segundo Lima (2016) nos últimos 25 anos, perdeu-se, em Brasília, mais de 50% da cobertura vegetal original.

Brasília, em 2015, já apresentava um dos maiores índices de crescimento populacional do Brasil, com uma taxa de crescimento de aproximadamente 2,18%, valor acima da média nacional de 0,82%, conforme ilustra a Figura 13 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016). A CODEPLAN (DISTRITO FEDERAL, 2018) prevê para 2030 uma população de 3,4 milhões de pessoas. Como no momento da escrita a população de Brasília é estimada em 2,97 milhões, o acréscimo de pessoas estimado é da ordem de 430 mil pessoas.

Figura 13 – População e Taxa de Crescimento anual da População de 2010 a 2015.

Anos	População DF	População Brasil	Taxa de crescimento anual do DF (%)	Taxa de crescimento anual do Brasil (%)
2010	2.562.963	190.747.855	-1,68	-0,38
2011	2.609.998	192.379.287	1,83	0,85
2012	2.648.532	193.946.886	1,47	0,81
2013	2.789.761	201.032.714	5,33	3,65
2014	2.852.372	202.768.562	2,24	0,86
2015	2.914.830	204.450.649	2,18	0,82

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2016).

O Correio Braziliense (2019) de 28 de abril chama atenção para o assunto e lança o desafio em chamada de capa: “O que fazer com 430 mil habitantes?”. O desafio reside sobre a necessidade de que a expansão do território seja feita de forma ordenada, sem comprometer a qualidade de vida dos brasilienses e das próximas gerações, em um cenário que, hoje, sem o acréscimo das 430 mil pessoas, já é de escassez hídrica.

Desta forma é que, cinquenta e nove anos depois de inaugurada, Brasília acumula problemas com relação ao fluxo das águas, tais como perda de nascentes, impermeabilização de áreas de recarga, poluição dos rios, do solo e subsolo, causados pela expansão desordenada do território.

As características da expansão territorial em Brasília dialetiza uma forma de ocupação que, mesmo com a alegada função de atender a um déficit habitacional, pode não favorecer as condições ambientais e a justiça social. Ao contrário, pode revelar práticas abusivas no trato com os recursos que podem estar a secar as águas nos corpos hídricos.

3.3 O CONTEXTO DE SENSIBILIDADE ÀS ÁGUAS URBANAS EM BRASÍLIA

O comprometimento da infiltração das águas das chuvas pela urbanização passa a ser fator de relevância para o aumento do escoamento superficial com a ocorrência de alagamentos em muitos locais da cidade, Figuras 14 e 15, e a diminuição da produção das águas para os corpos d'água.

Figura 14 – Alagamentos no Plano Piloto de Brasília.

Figura 15 – Alagamentos nas Tesourinhas do Plano Piloto de Brasília.



A drenagem no sentido Oeste/Leste em Brasília sempre foi complicada. O terreno no Plano Piloto cai suavemente para o leste, na direção do Lago Paranoá, a cujas bordas a cidade se acomoda, com estruturas paralelas às margens do corpo d'água.

A construção do Estádio Mané Garrincha, com a impermeabilização de grandes áreas em concreto para estacionamento aumentou o escoamento superficial, provocando alagamentos nas regiões das primeiras quadras da Asa Norte, Figura 16.

Figura 16 – Bacia de Contribuição Estádio Mané Garrincha.



Fonte: NOVACAP (2016).

O Estádio Mané Garrincha em seu projeto de paisagismo original previa estruturas de drenagem por grandes áreas verdes, conforme Figuras 17 e 18. Tal projeto não foi obedecido e toda a área externa foi impermeabilizada.

Figura 17 – Estádio Mané Garrincha com projeto de paisagismo em drenagem por áreas verdes.

Figura 18 – Estádio Mané Garrincha com piso impermeabilizado.



Fonte: NOVACAP (2016)

Assim é que o Plano Piloto de Brasília foi ganhando vários pontos críticos de alagamento em decorrência de obras de construção civil e viárias sem os devidos cuidados de sensibilidade aos fluxos da água urbana, Figuras 19 a 21.

Figura 19 – Pontos Críticos de Alagamentos em Brasília 102/202 Norte.

Figura 20 – Pontos Críticos de Alagamentos em Brasília 209/210 Norte.

Figura 21 – Pontos Críticos de Alagamentos em Brasília 711/511 Norte.



Fonte: NOVACAP (2016).

É observada a ocorrência de áreas inundadas ao longo do Ribeirão Bananal, o que explicita a baixa capacidade de absorção de novas contribuições pluviais do corpo hídrico em questão, refletindo o processo de assoreamento dos tributários do Lago Paranoá decorrente da ocupação urbana da bacia (SILVA; LIMA, 2016). As águas que escoam são responsáveis pelo carregamento de resíduos, ocasionando o transporte destes materiais aos corpos hídricos, desequilibrando todo o ciclo hidrológico natural da região. Nesse sentido é que a implantação do Bairro Noroeste com a retirada da vegetação nativa do cerrado que lá existia, a mobilização para as obras e a impermeabilização de grandes áreas, aumentou as vazões de lançamento das águas pluviais coletadas, podendo ter causado o assoreamento do Lago Paranoá, no braço do Ribeirão Bananal (SILVA; LIMA, 2016, p. 40).

Após a implantação do Setor Noroeste o assoreamento do Ribeirão Bananal teria tido uma aceleração elevada. Por sua vez, o processo de desenvolvimento de Águas Claras e Vicente Pires teria impactado gravemente o braço do Riacho Fundo. Os braços do Bananal e do Riacho Fundo são os mais comprometidos em termos de restrição ambiental por assoreamento.

A preservação das áreas úmidas, em vez da drenagem e pavimentação, pode permitir a absorção da água da chuva em excesso e proteger contra alagamentos futuros (ANDRADE, 2014, p. 34). Os riscos ambientais coletivos advindos das ocupações em áreas sensíveis afetam o meio ambiente natural com prejuízos de difícil mensuração, envolvem impactos que transcendem a área e a população atingidas por um certo evento, relacionam-se a prazos mais longos, embora cada

vez mais se mostrem no curto prazo. São danos sistêmicos às águas urbanas, essenciais à vida.

Um projeto de drenagem deve, necessariamente, contemplar a bacia como um todo (MIGUEZ et al., 2016, p. 13). É preciso parar de errar com a expansão da mancha urbana sobre áreas sensíveis e combater a cultura da impermeabilização do solo (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 39). Empreendimentos que ocupem áreas sensíveis ambiental e projetos de drenagem que não contemplem o funcionamento integrado da bacia, provavelmente se mostrarão ineficazes e serão responsáveis por enchentes severas, por falta de capacidade de escoamento, gerando, assim, grandes áreas alagáveis.

3.3.1 Lago Paranoá e Escassez Hídrica

As águas do Paranoá nunca tem pressa. Pelo contrário, são indolentes, mas estagnadas, jamais. Uma gota de lago gasta 299 dias para sair do ponto mais distante até alcançar a barragem. Quase um ano nadando vagorosamente. Desconfia-se que seja o ritmo goiano, de quem com calma assunta o novo território. As águas que caem no Paranoá vêm de quatro ribeirões, Torto, Gama, Riacho Fundo e Bananal. Quando chegam ao lago, viram candangas e se transformam no “mais belo monumento da escala bucólica da cidade”, frase que consta do “Olhares sobre o Lago Paranoá”, biografia ecológica e histórica das águas que nos cercam. Elas mudam de cor de acordo com a hora do dia ou da noite, da vontade do sol e do humor da lua. As águas do Paranoá ora são azuis da cor do mar, ora esverdeadas como esmeraldas, ficam vermelhas com o pôr do sol ou amarelas com a luz da lua ou cinza com a proximidade das chuvas. São escuras perto dos brejos e emitem uma luz prateada em dias sem nenhuma nuvem. O espelho d’água do Lago Paranoá é um oceano para meus olhos cansados. Aquelas águas me contam que há mais coisa pra eu ver, descobrir e aprender nesta cidade que nunca termina, nunca se esgota, nunca é toda escrita e contada. Esta cidade não cabe em mim, vivê-la é muito maior que eu e por isso é bom de doer.

CONCEIÇÃO FREITAS (2009).

O primeiro enfoque ambiental nos documentos de Brasília remonta aos estudos da Missão Cruls, de 1893, que fez a escolha do sítio para implantação da capital do Brasil. Um dos seus integrantes, o botânico Glaziou, foi quem primeiro especulou sobre a existência, no passado, de um lago natural onde hoje se localiza o Lago Paranoá (FONSECA, 2001). Um corpo hídrico naquele lugar passou a ser

recomendado com entusiasmo, para abastecimento e lazer. A ideia era a mudança da capital do país para um local com água em abundância.

Em 30 de setembro de 1956, o Edital do Concurso para a escolha do projeto urbanístico do Plano Piloto de Brasília teve sua publicação no Diário Oficial da União, com a exigência de que o projeto contivesse previsão da represa cujo nível corresponderia à cota 997 m acima do nível do mar (GDF, 1984). Segundo Cidade (2010) a ideia era formar um lago em torno da cidade por meio de uma barragem a ser construída no rio Paranoá, condicionante urbanística que passou a ser considerada como o maior patrimônio ambiental da escala bucólica da cidade. No relatório do Plano Piloto o Lago Paranoá foi assim abordado por Lucio Costa:

Evitou-se a localização dos bairros residenciais na orla da lagoa, a fim de preservá-la intata, tratada com bosques e campos de feição naturalista e rústica para os passeios e amenidades bucólicas de toda a população urbana. Apenas os clubes esportivos, os restaurantes, os lugares de recreio, os balneários e núcleos de pesca poderão chegar à beira d'água (DISTRITO FEDERAL, 1991).

Tal localização foi questionada pela banca do concurso, que não concordava com os argumentos de que o lago fosse reservado apenas ao uso bucólico e quase rural, defendiam que deveria integrar-se à vida urbana. Por isso o desenho da cidade foi deslocado em cerca de 800 metros em direção ao Lago Paranoá, cuja cota foi alterada para 1000 m. Essa alteração trouxe várias consequências uma vez que a cidade passou a ocupar terreno mais inclinado que o planejado inicialmente, vindo a resultar problemas para a drenagem, que seria feita em uma única direção, a Oeste/Leste.

Com isso o arruamento passou a apresentar maior conflito com a topografia, com as vazões coletadas concentradas e a velocidade de escoamento prejudicada, resultando superior à ideal para o processo autolimpante em diversos trechos (GONTIJO JUNIOR, 2015). Tais fatos por si só facilitaram o aparecimento de processos erosivos e assoreamento no Lago Paranoá, agravados posteriormente pela ocupação desordenada e o consequente desmatamento das áreas contíguas. Sobre esse aspecto, é importante citar o que diz o Relatório Belcher (1955): “um dos maiores problemas (...) será o controle da erosão dos solos de argila friável. (...) eles não são capazes de absorver a precipitação normal da estação chuvosa, (...) a menos que sejam auxiliados pela cobertura vegetal.”

O Lago Paranoá foi formado a partir do fechamento da barragem do Rio Paranoá, no ano de 1959, represando águas do Riacho Fundo, do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado, ao Sul, e do Ribeirão Torto e do Córrego Bananal, ao Norte, além de outros pequenos tributários que alimentavam as belas cachoeiras que desciam rumo ao Rio São Bartolomeu (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012).

A sub-bacia do Lago Paranoá ocupa uma área de 288,69 km², funcionando como bacia de captação dos principais cursos d'água que drenam o sítio urbano da cidade de Brasília. A unidade lacustre, integrante de destaque na paisagem da Bacia do Rio Paranoá, resulta de uma antiga depressão inundada, que foi reorganizada pelo planejamento para instalação da cidade (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 222).

O Lago Paranoá nasce antes de Brasília. Suas funções iniciais previam e privilegiavam o lazer e o embelezamento paisagístico para a população da nova capital. Considerando esses aspectos, o projeto de Lucio Costa não prevê adensamento populacional em suas margens (FONSECA, 2001). O Lago Paranoá figurando a princípio como fonte de lazer, de recreação e de melhora do microclima, com livre acesso a todos, foi um elemento definidor do sítio urbano previsto para a implantação de Brasília, acabando por fazer parte integrante da paisagem, concretizando relevante papel na organização do espaço da cidade.

O Lago Paranoá teve a pretensão de ser, como represa urbana, palco para diferentes usos, entre os quais lazer, recreação, esporte, turismo, geração de energia e composição paisagística do conjunto urbano. Porém o Relatório indica que o Lago Paranoá já se encontra eutrofizado. O processo da eutrofização está relacionado com a urbanização pelo aporte aumentado de nutrientes carreados pela chuva. Ou seja, o Lago Paranoá está em processo acelerado e intenso de “envelhecimento”. O Lago Paranoá pode estar “morrendo”.

Os lagos e reservatórios rodeados pela ocupação urbana sofrem com os impactos de ações humanas no seu entorno (FONSECA, 2001). Das quinze Estações de Tratamento de Esgoto – ETE, em funcionamento em Brasília, duas delas, Asas Sul e Norte, têm o Lago Paranoá como corpo receptor. A proliferação de algas aponta para o florescimento desregulado de cianobactérias, o que altera a cor da água para um verde intenso e diminui o índice de oxigênio, resultando na morte de muitos peixes. Na região do Lago Norte se formaram vários cordões de líquido

verde. A água que entra no Lago Paranoá proveniente das ETE é imprópria para consumo, rica em nitrogênio, mas apresenta a mesma transparência da água potável e odor quase imperceptível (CORREIO BRAZILIENSE, 2017)

O excesso de vazão nas Estações de Tratamento de Esgoto Sul e Norte e o lançamento de esgotos in natura ilegal proveniente de ligações clandestinas podem provocar impactos ambientais relevantes no corpo receptor final, não só em termos de capacidade de eutrofização, mas também com risco epidemiológico.

A combinação de um quadro natural vulnerável com um processo de urbanização que despeja suas águas residuais no Lago Paranoá, resulta um quadro de elevada degradação ambiental. O uso de áreas rurais para fins urbanos e as altas densidades tendem a gerar impactos intensos e continuados sobre o ambiente e criam potencial para a redução da disponibilidade hídrica. O que se observa é que o Lago Paranoá está minguando, morrendo em função da inadequação das formas de expansão urbana.

A combinação de chuvas abaixo da média, altas temperaturas, captações clandestinas, ocupação desordenada, aumento da população – na ordem de 60 mil por ano em média, segundo o IBGE – e ausência de obras estruturantes por mais de 16 anos impactou a capacidade de suporte dos aquíferos (BRASIL, 2017). Esse quadro se complica ainda mais com a forma de pensar a natureza como provedora de necessidades objetivando lucros, utilizada simplesmente como recurso para produção de bens, dentro do modo capitalista de encarar o mundo e os recursos da terra.

Tal impacto na disponibilidade hídrica, resultado de uma somatória de fatores conjunturais, culturais, estruturais e de gestão (LIMA et al., 2018), desenhou, em 2016, uma crise que levou o Governador do Distrito Federal a decretar situação de emergência com restrições ao uso de água em Brasília.

Nessa época o ciclo atípico de estiagem no Planalto Central foi classificado como Desastre 1.4.1.1.04, conforme COBRADE, estabelecida pela Instrução Normativa nº 2, de 20 de dezembro de 2016, do Ministério da Integração Nacional (GDF, 2016).

De acordo com dados do INMET, as chuvas em 2015 e 2016 caíram em volume bastante inferior à média histórica que é de 1.550 mm (10 anos). Em 2015 a média de chuvas no DF foi de 1250 mm e em 2016 foi de 1190 mm. Em janeiro de 2017 choveu menos de 150 mm, sendo que a média histórica é de 250 mm,

compondo um déficit absoluto de mais de 500 mm nos índices de chuva acumulada em 13 meses em relação à média climatológica. Além de cair em menor volume, a distribuição das chuvas no território neste mesmo período também foi muito heterogênea, o que tem afetado também a reservação de água. Essa alteração no regime de chuvas, quantidade média e distribuição territorial, colocaram o Distrito Federal em uma crise hídrica sem precedentes na sua história (LIMA et al., 2018).

Em Brasília, a ocupação urbana em áreas de recarga de aquíferos tem grande potencial de diminuição da produção de águas para o Lago Paranoá. A grilagem, a ocupação irregular do solo, inclusive sobre áreas de proteção de mananciais, unidades de conservação, áreas de recarga de aquífero, de preservação permanente, de nascentes e matas ciliares também agravaram sobremaneira a situação de déficit hídrico.

A estrutura convencional de pensar o saneamento combinada com a forma de expansão desordenada do território fez com que Brasília vivesse a maior crise hídrica da história, com racionamento de água atingindo a população em toda a capital ao longo do ano de 2017. Após redução da pressão na rede de distribuição, foi implantado, racionamento de água em sistema de rodízio, visando reduzir o consumo.

Durante quase duas décadas seguidas os órgãos responsáveis pela gestão hídrica e ambiental (federal e distrital) licenciaram centenas de grandes empreendimentos (inclusive setores habitacionais inteiros) intensivos no consumo de água lastreando as licenças e outorgas na promessa futura de obras até hoje inacabadas (LIMA et al., 2018). Dentre as ações para enfrentamento da crise hídrica normalmente não existe ênfase em ações de não ocupação de áreas ambientalmente sensíveis e uso de estratégias de desenho urbano sensível à água. A ênfase maior é dada a complexas infraestruturas para a garantia da oferta d'água, com adequações estruturais e melhoria da capacidade operacional dos sistemas de abastecimento, até mesmo com transferência de vazões de bacias hidrográficas vizinhas.

Foram propostos dois grandes empreendimentos, os sistemas produtores Corumbá IV e Lago Paranoá, além do reforço estruturante ao sistema Santa Maria-Torto que inclui o subsistema do Bananal (BRASIL, 2017). O Subsistema Produtor Lago Norte propiciou o atendimento de parte da região abastecida pelo Sistema Torto/Santa Maria, referente ao Lago Norte, Varjão, Paranoá, Itapoã, Taquari,

Sobradinho II (parte) e Asa Norte (parte), viabilizando a transferência de água para o Sistema Descoberto (LIMA et al., 2018). A captação de água do Lago Paranoá inclui a construção de uma ETA provisória e a interligação dos sistemas Santa Maria-Torto e Descoberto para reforçar o abastecimento nas regiões atendidas pelo Descoberto.

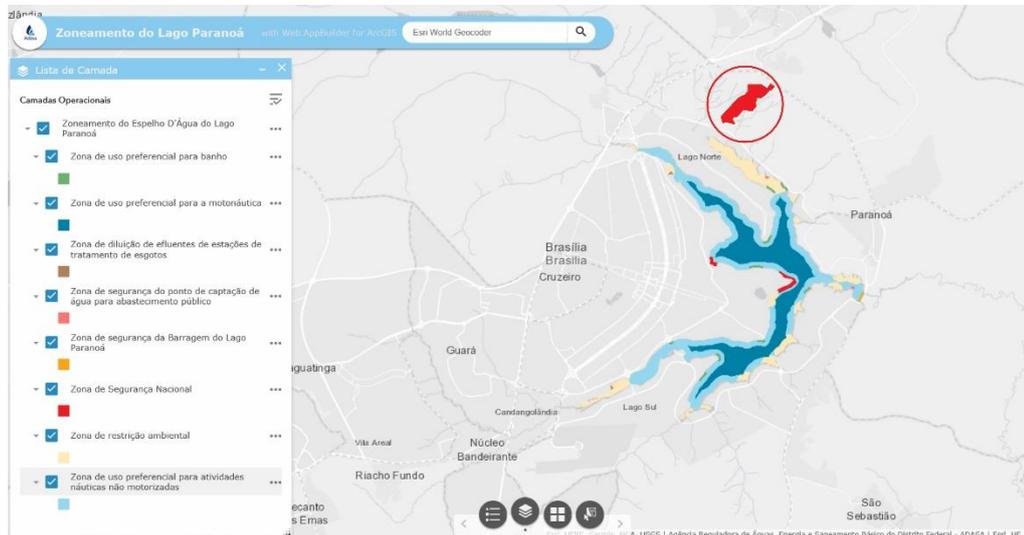
Aqui a dialética: ao tempo em que se retiram a cobertura vegetal para a implantação de novos parcelamentos, buscam-se novos locais para a captação das águas. As águas são produzidas pelas raízes das árvores por meio de um urbanismo que preserve a cobertura vegetal e não por captação em locais distantes.

O racionamento de água potável em Brasília significou uma tradução da externalidade negativa proporcionada pelo desbalanço população/recursos hídricos. O aporte convencional no trato com o escoamento das águas ainda é o mais presente na cidade, a abordagem holística e a visão ecossistêmica em métodos de planejamento ainda não são aplicadas. Por aporte convencional entende-se a gestão das águas baseada em sempre buscar novos locais de captação em vez de usar racionalmente o solo e os recursos da natureza de forma que seja favorecida a infiltração das águas para assegurar a recarga dos aquíferos para que num ciclo virtuoso produza-se sempre mais água em vez de criar escassez.

O espelho d'água do Lago Paranoá recebeu classificação com zoneamento de usos em mapa interativo, em 2018, através do Decreto 39.555. O espelho foi dividido em oito zonas, com base estudos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Paranaíba-DF. Três delas para uso da população para banho, práticas náuticas não motorizadas e motonáuticas. As demais zonas são relativas a áreas de segurança nacional, segurança ambiental e áreas que envolvem processos de diluição de efluentes das estações de tratamento de esgotos, pontos de captação de água para abastecimento público e áreas de segurança da barragem do Lago Paranoá, com acesso proibido (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2019).

Pela análise do mapa de Zoneamento de Usos do Espelho D'água do Lago Paranoá, vê-se que o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ está situado em Zona de Restrição Ambiental, Figura 22. Tal restrição diz respeito à localização junto à foz de córregos afluentes, área de captação de água para consumo. Face à sensibilidade do espelho d' água nesta região, são vedadas atividades de motonáutica e de pesca amadora e profissional.

Figura 22 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no mapa de zoneamento do espelho d'água do Lago Paranoá.



Fonte: A Autora (2019). Adaptado de ADASA (2018).

Por esta análise percebe-se que mesmo após quase sessenta anos de existência, Brasília parece ter dificuldade de lidar com suas águas. Ao tempo em que grande parte da ocupação urbana se instala em regiões de recarga de aquíferos, áreas fundamentais para a manutenção do ciclo da água, temos a preocupação com a falta de água que aumenta a cada dia, em um modelo de desenvolvimento predatório e com grandes impactos para a natureza.

Os olhares sobre o Lago Paranoá revelam a necessidade de produzir conhecimentos e promover a gestão com sabedoria (FONSECA, 2001). Enquanto o poder público prioriza a captação de água, persiste patrocinando projetos de parcelamento em regiões importantes para a recarga hídrica como o Setor Noroeste, bairro que tinha a pretensão de ser um empreendimento verde, localizado sobre uma área sensível ambientalmente. Também o SHTQ é exemplo emblemático de ocupação de área sensível à água.

O problema enfrentado agora de escassez hídrica é fruto combinado dos seguintes problemas: diminuição da precipitação a cada ano; ocupações maciças nas áreas de recargas dos lençóis freáticos – sejam elas regulares ou irregulares, pressão antrópica sobre as Áreas de Proteção de Mananciais; consumo irresponsável e abusivo da água pela população, seja nas áreas urbanas ou rurais;

perdas de água dentro do sistema de abastecimento da CAESB, parcelamentos do governo sendo liberados considerando apenas as disponibilidades hídricas futuras da CAESB, e sem apresentar os impactos na unidade hidrográfica do empreendimento; entre outros (FORUM DAS ONGS AMBIENTALISTAS DO DF E ENTORNO, 2017).

Com o fim do racionamento em junho de 2018, o cenário pessimista persiste. Os investimentos em novas captações, como as do Bananal e do Lago Norte, não são garantia de que não faltará água nas torneiras do brasiliense caso a gestão dos recursos hídricos seja negligenciada com um tipo de urbanização que seja predatória ao meio ambiente.

3.4 ARRANJO INSTITUCIONAL EM DRENAGEM URBANA EM BRASÍLIA

Um dos principais componentes da Infraestrutura Urbana nos moldes da abordagem da Socioecologia é a integração e a cooperação entre atores e instituições, entre as áreas de políticas públicas e infraestrutura. Os serviços de água urbana são multidimensionais e assim deveriam ser também a natureza da resposta das políticas públicas (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, 2015, p. 3). O desafio consiste em considerar de forma conjunta o crescimento econômico, a justiça social e as preocupações ambientais, tanto em nível conceitual como prático. Um planejamento mais holístico e interativo entre as políticas e instituições de governança das águas urbanas.

A abordagem integrada aplicada à drenagem urbana consiste na vinculação de forma simultânea, dos aspectos ligados ao manejo das águas pluviais com o projeto de ordenamento territorial, agregando soluções para problemas relacionados às águas pluviais, à valorização do espaço urbano, buscando a adoção de padrões urbanísticos adequados ao manejo sustentável das águas pluviais (MIGUEZ et al 2016, p. 95). Esta abordagem passa a incorporar novas diretrizes para o planejamento das cidades, visando transformar a visão hegemônica fragmentada e setorial, com os diversos setores de infraestrutura urbana tratados em separado, em um planejamento integrado das políticas públicas.

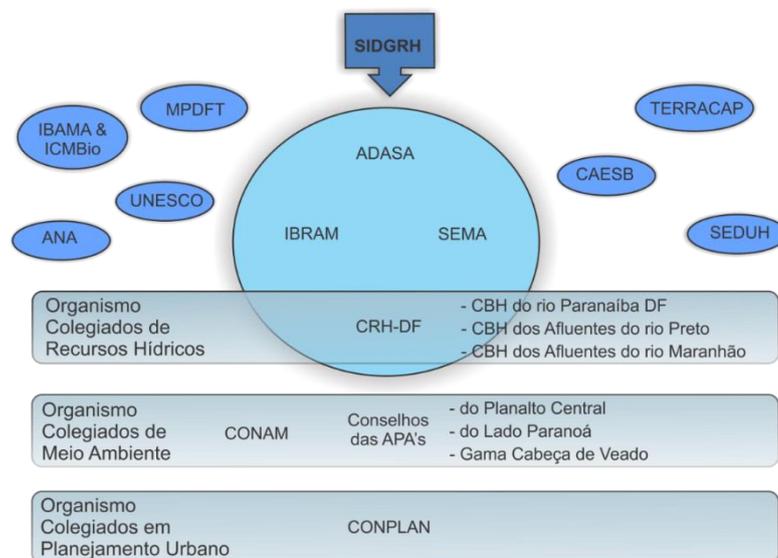
O Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal - SIDGRH, previsto na lei nº 2.725, de 13 de junho de 2001, é composto pelos Comitês de Bacia, Conselho de Recursos Hídricos do DF, Agência de Bacia e

órgãos públicos cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos. O Sistema tem por finalidade colocar em prática a Política de Recursos Hídricos no Distrito Federal, instituída por esta lei.

A Política de Recursos Hídricos do Distrito Federal, Art 2º da lei 2.725/2001, baseia-se, dentre outros, nos fundamentos de que a água é um bem de domínio público, recurso natural dotado de valor econômico e função social, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação de Políticas de Recursos Hídricos e atuações Gerenciais.

A Figura 23 destaca os órgãos integrantes do SIDGRH e outros órgãos cujas atribuições têm importante influência na gestão de recursos hídricos no DF.

Figura 23 - Arranjo Institucional das Águas em Brasília.



Fonte: Agostinho (2012).

O CRH-DF foi instituído pelo artigo 31, da Lei nº 2.725/2001 e instalado em 13 de agosto de 2002 como um órgão consultivo, normativo e deliberativo, portanto responsável pela formulação da Política Distrital de Recursos Hídricos, juntamente com os comitês de bacia (AGUSTINHO, 2012). Já os comitês de Bacia Hidrográfica distritais estão envolvidos com resolução de conflitos de primeira instância. São três os comitês atuantes no DF e estes fazem a gestão de áreas de cabeceira das três regiões hidrográficas do Tocantins, do São Francisco e do Paraná.

A ocupação urbana em uma Bacia Hidrográfica envolve fatores diversos relativos às águas urbanas. Com relação aos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas em Brasília, a Administração Pública possui um arranjo institucional composto por um conjunto de órgãos e entidades que promovem ações objetivando melhorias na oferta dos serviços públicos de drenagem. Pelo Quadro 3-1 é possível identificar tais órgãos e suas competências e atribuições face às condicionantes ambientais e urbanísticas relativas ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Quadro 3-1 – Síntese do Arranjo Institucional referente aos Serviços de Drenagem em Brasília.

Instituição	Atribuição	Competências relativas às Águas Urbanas
SODF	Planejamento	Projetos, execução e fiscalização de obras de Infraestrutura.
ADASA	Regulação e Outorga de Recursos Hídricos. Lei 4.285/2008	Acompanha, regula e fiscaliza o ciclo completo do uso da água, com especial atenção na sua retirada e devolução ao corpo hídrico. Com sua reestruturação em 2008, pela Lei distrital nº 4.285/2008, a agência passa a ter competências de regulação também sobre outros serviços públicos: limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e serviços de ordem energética (AGUSTINHO, 2012). Emite outorga de lançamento no corpo receptor. (DISTRITO FEDERAL, 2019b)
CAESB	Concessionária	Exploração econômica dos recursos de abastecimento e disposição final das águas urbanas. Também resíduos sólidos e monitoramento da qualidade da água para terceiros (AGUSTINHO, 2012).
NOVACAP	Prestação de Serviços	Analisa projetos, fiscaliza e executa obras. Manutenção e operação do sistema público de drenagem, pavimentação e drenagem. Conservação e Limpeza de Monumentos e obras de Arte Especiais. No Capítulo VII Seção III Art. 51 da Lei

		4.285/2018 a NOVACAP é colocada como concessionária dos serviços de drenagem urbana (PROJETO DRENAR, 2016). Supre parcialmente alguns materiais como tampas de poços de visita, grelhas de boca de lobo e meios-fios (DISTRITO FEDERAL, 2019b).
DER DF	Prestação de Serviços	Projeto, execução e fiscalização de obras de drenagem urbana de rodovias. Recuperação de Áreas Degradadas.
TERRACAP	Órgão Interveniante	Entre as funções da TERRACAP estão: construção, manutenção e adequação física e operacional em áreas públicas e bens imóveis destinados à prestação de serviços públicos, incluída a execução de serviços relacionados a implantação e manutenção de drenagem pluvial, pavimentação asfáltica, calçadas, meios-fios, plantio de gramas e árvores e podas de plantas, bem como jardins ornamentais (ADASA, 2018). O perfil da empresa é eminentemente executivo, realizando licitações para aquisição de lotes rurais e urbanos, mas também de planejamento ao passo que elabora projetos urbanísticos de novas áreas e contrata estudos de impacto ambiental. Inegável, todavia, o perfil empresarial (AGUSTINHO, 2012).
CODHAB	Órgão Interveniante	Projeta, contrata, executa e fiscaliza obras de sistemas de drenagem urbana em conjuntos habitacionais sob sua responsabilidade (ADASA, 2018). Os projetos passam pela NOVACAP para aprovação com relação às normas e parâmetros.
Administrações Regionais	Órgão Interveniante	Aprova projetos, coordena e acompanha obras, atividades e serviços que incluem drenagem e manejo de águas pluviais. Executam pequenas obras de reparos e manutenção da drenagem urbana por conta própria (ADASA, 2018).
IBRAM	Licenciamento	Promove o Licenciamento ambiental. Ações de apoio à preservação de nascentes, recuperação, preservação de conservação de áreas de APP e áreas de recarga (DISTRITO FEDERAL,

		2018c).
MPDFT	Função Jurisdicional	Tem a função de garantir o respeito às leis e aos interesses da sociedade (AGUSTINHO, 2012).
SEDUH	Órgão Interveniente	Coordena e fiscaliza a implementação das políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano e habitação no Distrito Federal (AGUSTINHO, 2012), incluindo drenagem urbana.

Fonte: A Autora (2019). Adaptado de Plano Diretor de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Distrito Federal (2017a).

O arranjo institucional na abordagem das águas urbanas ainda não incorporou, efetivamente, as questões relacionadas à expansão urbana e seus passivos. O que se observa na prática é que, em Brasília, o tema águas urbanas encontra-se fragmentado em distintas instituições e esferas governamentais, levando a uma abordagem dissociada entre a gestão das águas urbanas, planejamento e proteção do meio ambiente.

Os problemas relacionados às águas urbanas estão estreitamente vinculados as más práticas de gestão caracterizadas por uma interferência política com alocação errática de recursos (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, 2015). Os responsáveis pelo planejamento e tomada de decisões necessitam análises que signifiquem uma integração efetiva de questões como uso do solo, transporte, gestão ambiental, habitação e meio ambiente.

3.4.1 Políticas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas em Brasília

Não existem, atualmente, no Distrito Federal, políticas bem definidas de articulação e integração em Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Os setores atendidos pelo Saneamento Básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos aproximam-se ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas em função das interconexões que ocorrem pelo lançamento de esgotos sanitários nas redes de drenagem pluvial, assim como lançamento de águas pluviais na rede de esgoto, e pela poluição difusa pela lavagem de coberturas, pátios, sistema viário e rodoviário, componentes da

infraestrutura e das atividades urbanas desenvolvidas dentro da malha urbana distrital (ADASA, 2018). Porém a efetiva atenção aos Normativos referentes à drenagem em Brasília, Apêndice A, não conseguem ser efetivamente fiscalizados.

Quanto aos mecanismos de articulação e integração de políticas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a falta de um Órgão Colegiado especializado no setor de saneamento básico faz com que as iniciativas existentes em cada órgão/instituição integrantes do Governo do Distrito Federal se tornem inócuas e inoperantes (GDF, 2018). A ausência de mecanismos de articulação e de integração entre os setores correlatos tornam as ações desenvolvidas mera troca de comunicados descritivos de irregularidades, acompanhadas de solicitações para correção. Logo, a necessidade de se articular e integrar as políticas, programas e projetos de drenagem.

Esta preocupação generalizada do modo aproveitamento situa-se na ponta do final do lado do uso e do consumo, ou seja, predomina o padrão de solução no final do sistema, "*end of the pipe*" (CHRISTOFIDIS, 2001). É preciso que sejam consideradas no bojo dos empreendimentos as medidas de reflorestamento, de prevenção à degradação, de manutenção e revitalização dos mananciais e aquelas que permitiriam a permanência das características qualitativas e quantitativas dos corpos de água, mais do que medidas corretivas.

3.5 CONCLUSÃO

O porte e o ritmo da expansão urbana em Brasília tem produzido aumento significativo na frequência de inundações e na deterioração da qualidade da água, com sérios desafios no que se refere à infraestrutura necessária para o provimento de água e saneamento básico para a população.

Em poucos anos, Brasília extrapolou a ocupação prevista para o Plano Piloto com a expansão espraiada que se aprofundou na direção de um padrão pouco eficiente de drenagem.

A não adoção de um padrão de ocupação mais adensado e conectado tem resultado, em geral, em dificuldades para os setores de meio ambiente, recursos hídricos e infraestrutura de periferias. A baixa densidade urbana e o crescimento populacional, isoladamente, não seriam problemas se não viessem acompanhados do ritmo acelerado de ocupações sem o devido aporte de políticas que assegurem

padrões eficientes de desenho urbano e de drenagem que assegurem a produção das águas para o Lago Paranoá.

A crise hídrica revelou fragilidades gerenciais no arranjo institucional em drenagem urbana em Brasília. A gestão do território precisa levar em conta ações institucionais com visão macro, metropolitana do território, abordando as questões relacionadas aos recursos hídricos como um todo, respeitando o fluxo das águas, visando ao provimento de infraestrutura em tempo para a mitigação de potenciais conflitos e, certamente, riscos e prejuízos ao meio ambiente e à sociedade. Este quadro constitui desafio constante para os gestores públicos, apontando para a necessidade de uma ação integrada e articulada nos serviços, políticas e projetos relativos à drenagem urbana em Brasília.

CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO: O TRECHO 2 DA ETAPA 1 DO SHTQ

4.1 INTRODUÇÃO

Estudos mostram que haverá elevação dos riscos de alagamentos, além do perigo de erosão e perda de nascentes que dependem da infiltração da água nos locais onde serão construídas as novas etapas do SHTQ (ANDRADE; MICCOLLIS, 2012). A eleição do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ como estudo de caso prende-se ao fato de que é uma região que vem sofrendo grandes ameaças decorrentes de mudanças no uso do solo pelo avanço urbano trazido tanto pela grilagem quanto pelos empreendimentos públicos.

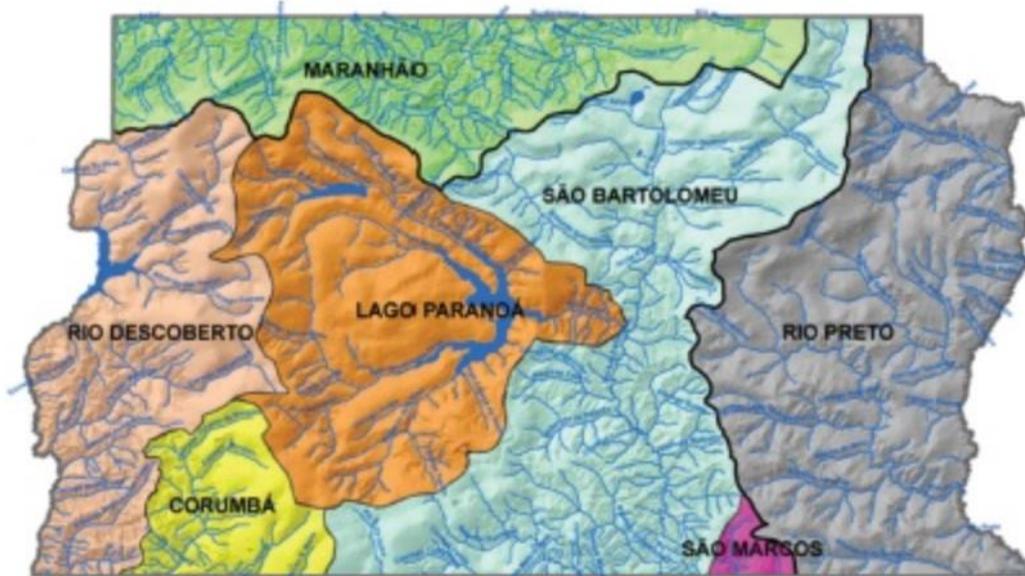
Neste capítulo a apresentação do Trecho 2 da Etapa 1 como estudo de caso com sua caracterização, vocação do Lugar e aspectos físicos, condicionantes urbanísticas e ambientais. Para que se pudesse atender aos princípios de sustentabilidade e conceber a adequação às condicionantes locais, a região foi analisada de acordo com os mapas de Geologia, Hipsometria, Pedologia, Hidrografia e Cobertura Vegetal.

Também a análise dos projetos da TERRACAP para a região, bem como as propostas que abordam a Infraestrutura Socioecológica em propostas conceituais do projeto “Brasília Sensível à Água”.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

Brasília possui uma área que abrange três das doze regiões hidrográficas do Brasil: Paraná, São Francisco e Tocantins/Araguaia, que se divide em 07 (sete) bacias hidrográficas: rio São Bartolomeu; rio Paranoá; rio Descoberto; rio Maranhão; rio Preto; rio Corumbá e rio São Marcos, Figura 24. Trata-se de região com muitas nascentes, porém com rios de pouca vazão (DISTRITO FEDERAL, 2017a), fatores que comprometem e ameaçam a drenagem das águas urbanas.

Figura 24 – Mapa Hidrográfico do Distrito Federal.



Fonte: ADASA (2011).

A “Serrinha do Paranoá” é uma das áreas em que a expansão urbana tem acontecido, não obstante sua alta sensibilidade ambiental e relevância dos seus processos sociais pelas atividades de turismo rural, agricultura familiar e trilhas ecológicas. A Serrinha é responsável pela produção de cerca de 28% da água bruta e 40% da água limpa que abastece o Lago Paranoá (CAVALCANTI et al., 2016).

A expansão urbana do Setor Habitacional Taquari –Etapa I Trecho 2 SHTQ – está localizada na região da encosta da Chapada de Contagem do Distrito Federal, dentro da área de recarga da Sub-Bacia Norte do Lago Paranoá. O Trecho localiza-se entre as Microbacias dos Córregos Urubu e Jerivá. Estas Microbacias vem sofrendo rápida expansão urbana, apesar de considerada área de proteção ambiental.

Os primeiros estudos para o SHTQ foram realizados em 1986/1989 e revisados em 2006, sendo o SHTQ dividido em duas etapas. A Etapa I abrange 32% da área e é constituída por 3 (três) trechos, sendo que os trechos 1 e 2 estão registrados. A Etapa II abrange 68% do Setor e os estudos da ocupação estão a cargo da TERRACAP (DISTRITO FEDERAL, 2013).

O SHTQ Etapa 1 é delimitado a Nordeste pela DF-001, Estrada Parque Contorno – EPCT, a Sudoeste pela DF-005, Estrada Parque Paranoá – EPPR, e a Noroeste pelo Córrego Jerivá. A porção Noroeste é constituída por extenso plano

elevado, com declive inicialmente suave, tornando-se acentuado ao alcançar a parte Sudoeste, nas margens da DF-005. A declividade e a produção de água no local é visível, as pessoas param seus carros para se abastecerem das suas águas, Figuras 25 e 26.

Figura 25 – Vista da Declividade do Terreno do Trecho do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ as margens da DF-005.

Figura 26 – Evidência da produção de Água na Serrinha do Paranoá.



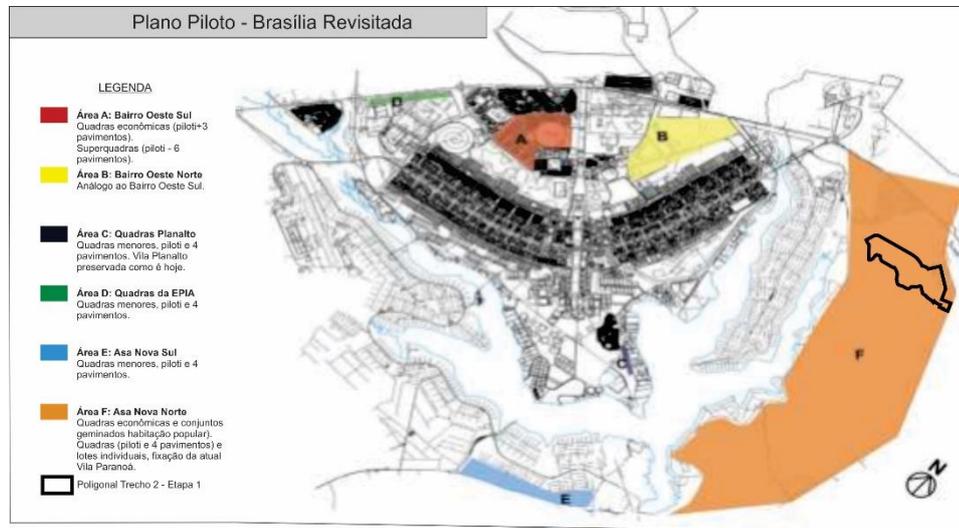
Fonte: A Autora (2019).

Pela valorização imobiliária, a região da Serrinha do Paranoá sofre forte pressão de ocupação urbana, sendo cobiçada pelos planejadores do território em todas as esferas de governo (ANDRADE, 2014). Assim, em que pese que o PDOT (DISTRITO FEDERAL, 2009) prevê expansão urbana nessa região, a comunidade manifesta, em Audiências Públicas, eventos e Seminários, preocupação com o adensamento, prevendo problemas relativos a impactos ambientais pelo desmatamento e impermeabilização do solo, que poderão deteriorar a qualidade e a quantidade das águas.

O SHTQ é área de expansão urbana prevista no documento Brasília Revisitada¹², a Área F, ou Asa Nova Norte, Figura 27. Lembrando que o documento Brasília Revisitada enfatiza a necessidade da proteção do meio ambiente quando da ocupação urbana: “Convém ainda destinar parte da Asa Nova Norte a parcelamento em lotes individuais, aproveitando os caprichos da topografia, respeitada a proteção arborizada dos córregos e nascentes” (BRASILIA REVISITADA, 1986).

¹² O governador José Aparecido, em 1987, convidou Lucio Costa para elaborar uma avaliação sobre Brasília e propor soluções de crescimento. Daí surgiu o documento conhecido como Brasília Revisitada – Decreto 10.829/1987, que desencadeou o processo de tombamento do Plano Piloto de Brasília.

Figura 27 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no documento Brasília Revisitada.



Fonte: a autora (2019). Adaptado de Brasília Revisitada (1986).

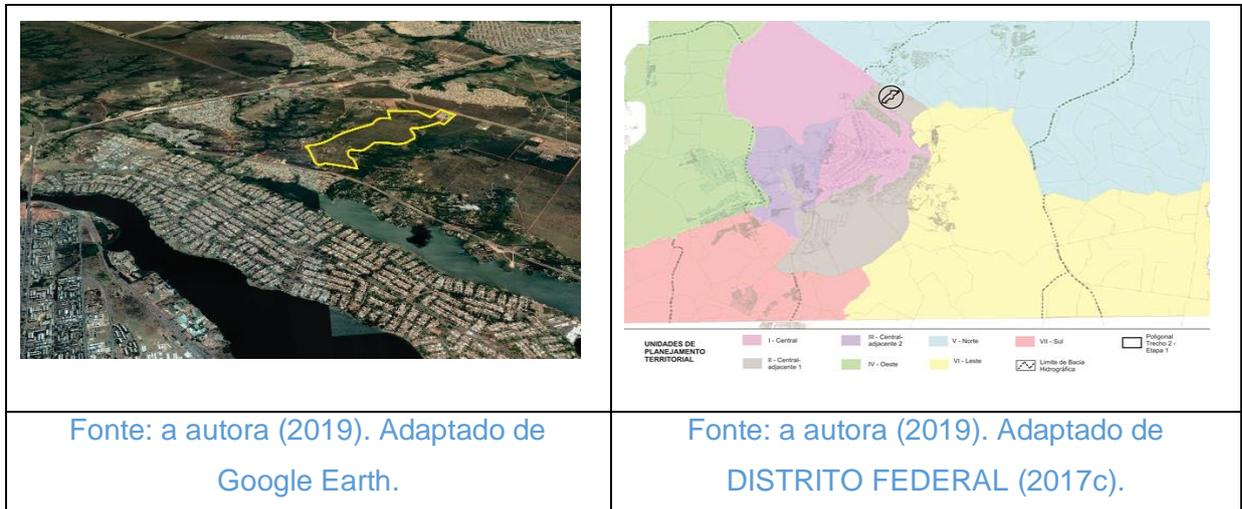
No documento “Brasília Revisitada”, o SHTQ aparece, porém não há clareza a respeito do tamanho de sua poligonal para que uma ocupação seja feita com segurança. Ficaram lacunas a respeito de questões como energia, transporte, abastecimento de água, saneamento, preservação do meio ambiente e controle de poluição do Lago Paranoá (ANDRADE et al., 2018).

A RA XVIII, Lago Norte, foi criada em 1994, quando foi desassociada da RA I, Brasília, hoje RA I – Plano Piloto. De acordo com a PDAD, em 2016 a população estimada da RA XVIII era de 37.455 habitantes, sendo que 93,4% dos domicílios eram, nessa época, abastecidos pela rede de água da CAESB. Uma outra parte dos domicílios, 5,2%, possui abastecimento de água proveniente de poço artesiano. A coleta de esgoto pela rede pública atendia, em 2016 a 80,6 % dos domicílios, sendo os demais atendidos por fossas sépticas e rudimentares. A PDAD indica que a rede de água pluvial atendia, em 2016, 83,6 % dos domicílios.

O SHTQ está localizado na saída Norte de Brasília, Figura 28, mais especificamente na Unidade de Planejamento Territorial Centro Adjacente 1 (DISTRITO FEDERAL, 2017c), Figura 29.

Figura 28 - O Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ na Saída Norte de Brasília.

Figura 29 - O Trecho 2 da Etapa 1 da Serrinha do Paranoá na Unidade de Planejamento Territorial Centro Adjacente 1.

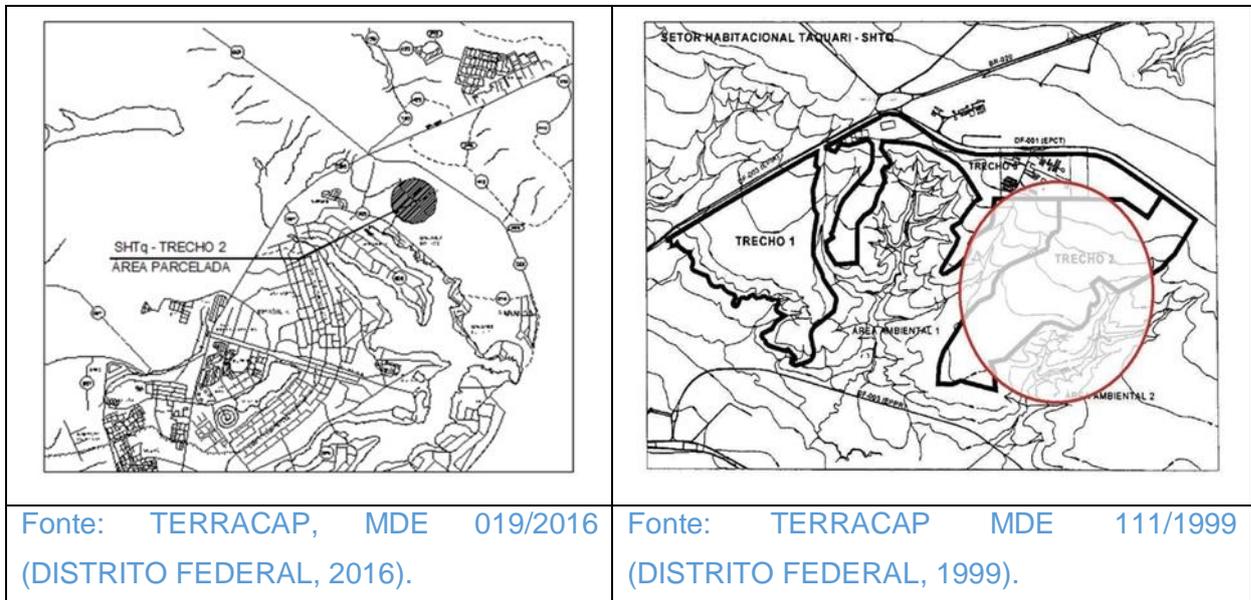


De acordo com o MDE 019/2016 (DISTRITO FEDERAL, 2016), a área destinada à implantação do Trecho 02 do Setor Habitacional Taquari, está inserida na Região Administrativa do Lago Norte – RA XVIII, desmembrada de área maior da Fazenda Brejo ou Torto, de propriedade da TERRACAP, Figura 30.

Na presente pesquisa, a Serrinha do Paranoá será estudada no Trecho do Setor Habitacional Taquari Etapa 1 Trecho 2, alvo de projeto da Administração Pública elaborado no início da década de 90, como expansão do Trecho 1, já consolidado. A Etapa 1 é composta de três trechos, Figura 31, e somente o que corresponde ao Trecho 1 foi efetivamente construído.

Figura 30 - Localização do Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ.

Figura 31 - O SHTQ Etapa 1, Trecho 2.



A paisagem, de acordo com Sola Moralez, caracteriza uma superfície em que são dados a conhecer os elementos que nos rodeiam, proporcionando a sensação de reconhecimento. A estes aspectos, somam-se também as características da paisagem, natural. Paisagens de rara beleza podem ser ao mesmo tempo alvo de políticas de preservação e de intensa atividade imobiliária que busca capitalizar rendas de monopólio associadas à natureza (GONZALES et al., 2013, p. 69). Aqui bem expresso o caso da dialética entre o desenvolvimentismo e a necessidade de proteção da natureza.

A região abriga flora e fauna típicas do cerrado, o que por si só já remete à importância da manutenção de corredores ecológicos¹³. Não adianta praticar a conservação em ilhas protegidas em meio a um mosaico de ambientes sujeitos a atividades antrópicas. Isto pode levar ao isolamento das populações de animais, reduzindo as chances de conservação da biodiversidade.

¹³ corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e a mobilidade da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (Lei Complementar 803/2009).

Devido às suas características topográficas acidentadas e à presença de mananciais e corredores ecológicos para a fauna e flora nativas, a região da Serrinha tem como vocação a preservação ambiental, atividades de lazer, cultura e ecoturismo aliada à consolidação dos paradigmas dos assentamentos humanos sustentáveis.

4.2.1 A Torre de TV Digital

A Torre de TV Digital, projetada por Oscar Niemeyer, constitui marco na paisagem sobre a vegetação ainda preservada do trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, Figura 32. Cartão postal da cidade, inaugurada em 21 de abril de 2012, a Torre tem 170 m de altura e ocupa o ponto mais alto de Brasília (NISKIER, 2013).

Figura 32 - A Torre de TV Digital como Marco da Paisagem do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.



Fonte: A Autora (2019). Drone Spark.

Em região de alta sensibilidade ambiental, rota de aves migratórias, a Torre de TV Digital pode ser vista de vários pontos do Plano Piloto. Ocupa área de 48.471 m², em que o estacionamento, com 21.471 m², foi inteiramente impermeabilizado, Figura 33.

Figura 33 - Torre de TV Digital com estacionamento impermeabilizado.



Fonte: A Autora (2019). Drone Mavic Pro.

O estacionamento da Torre de TV Digital tem vagas para 800 carros e foi totalmente impermeabilizado. Foi construído em 2011, sendo que a Lei Distrital 3.835 que estabelece o uso de pisos permeáveis¹⁴ nos estacionamentos no DF é de 2006. Em seu Art. 1º adverte:

Art. 1º - Todas as áreas abertas destinadas a estacionamentos, públicos ou privados, no Distrito Federal, deverão utilizar pavimentação permeável.

par 2º - Entende-se por pavimentação permeável a utilização, na pavimentação do espaço, de material do tipo bloco vazado com preenchimento de areia, grama, asfalto poroso e concreto poroso.

Os projetos de estacionamento com piso asfáltico escoam a água da chuva para o coletor pluvial, impedindo que ela seja aproveitada para outros usos. (KEELER et al., 2010, p. 19). Os projetos com superfície porosas deixam que a

¹⁴ Os pavimentos permeáveis são superfícies que permitem a infiltração da água da chuva no subsolo, usando materiais adequados para prevenir o escoamento das águas e reduzir a poluição dos solos por causa das enchentes, que são comuns quando não se utiliza esse recurso (ANDRADE, 2014). Consistem em pavimentos porosos ou blocos de concreto vazados, uma camada de base (normalmente brita) e uma manta geotêxtil para impedir a migração de material entre camadas.

água passe para o lençol freático, o que contribui para o ciclo da água, uma vez que boa parte da infiltração é preservada.

Superfícies extensas de asfalto e concreto ao absorverem a radiação solar aquecem a água, alterando completamente as suas condições físico-químicas (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 29). Como visto no Capítulo 2, tais bacias de retenção fracassaram ao tentar evitar inundações e erosões, em recuperar a qualidade das águas e recarregar os aquíferos (FERGUSON, 2002, apud PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 27). Como o piso do estacionamento da Torre Digital foi todo impermeabilizado foi necessário construir, em 2013, uma bacia de retenção de 11.250 m², a qual foi preenchida com pneus cobertos com terra, Figuras 34 e 35.

Figura 34 - Bacia de retenção da Torre de TV Digital.

Figura 35 – Bacia de retenção da Torre de TV Digital.



Fonte: Google Earth, série histórica 2013-2019.

Pneus são feitos de borracha sintética, derivados de petróleo, náilon e aço (BESSA, 2011). Desse modo, como o empreendimento fica a montante, toda a água subterrânea da Serrinha pode ter sido impactada.

As bacias de retenção atendem aos objetivos para o qual foram criadas: acomodar o excesso de escoamento concentrado gerado. Contudo, não fazem nada para reduzi-lo, são apenas soluções pontuais no ponto final da bacia.

4.2.2 Vocação do lugar e direito à cidade

Existem lugares que me afetam Outros, embora bonitos, não me comovem. Convenço-me ano após ano que o prazer pelos destinos não resulta de sua beleza, ordem ou planejamento. O arrebatamento está nos horizontes ou nas pessoas que, pela exceção ou diferença, desconstroem minhas realidades internas. Não sou ninguém sem o outro.
VALÉRIO MEDEIROS, in *Beleza Peregrina* (2016).

A cidade depende também e não menos essencialmente das relações diretas entre as pessoas e grupos que compõem: sociedade, famílias, organizações, profissionais, corporações etc. A cidade é uma mediação entre as mediações. (LEFEBVRE, 2013, p. 52). Para Lefebvre, se há uma produção da cidade e das suas relações sociais, é a produção e reprodução de seres humanos por seres humanos, mais do que uma produção de objetos, a visão “do outro”. A cidade é obra de uma história, isto é, de pessoas e de grupos bem determinados. Tomando o termo “produção” no sentido amplo de produção de obras e produção de relações sociais, de conhecimentos, de cultura, de obras de arte, de objetos prático sensíveis. Transformações da vida cotidiana que modificam a realidade urbana, não sem tirar dela suas motivações.

A cidade ao mesmo tempo como “teatro e arena de interações complexas” (LEFEBVRE 2013, p. 58). A cidade, como nível específico da realidade social, não pode ser compreendida sem as instituições oriundas das relações de classe imediatas dos seus indivíduos e grupos.

Debita-se o enfraquecimento do projeto da cidade aos manejadores da política que interferem nos processos sociais e científicos, e não lhes deixam alcançar o equilíbrio. O antídoto estaria em contrapor aos intermediários e aos políticos, a própria dona da cidade – a população. A participação da comunidade tornou-se esperança (GONZALES et al., 2013). Neste sentido, a comunidade residente na Serrinha é bem articulada e se organiza em torno de questões ambientais e de uso do solo, Figura 36 a 38. Algumas das organizações da Sociedade Civil militantes pela Educação Ambiental e o cuidado com a água na Serrinha do Paranoá: Projeto Águas (CAVALCANTI, 2016), Instituto Oca do Sol¹⁵, Escola Classe Aspalha, Conselho Regional de Desenvolvimento Rural Sustentável

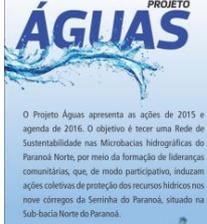
¹⁵ EPPN DF 005 Núcleo Rural Córrego Urubu SMLN Trecho 1 Chácara 66. <https://www.institutoocadosol.org/quem-somos>

do Lago Norte – CDRS, Comitê Distrital da Reserva da Biosfera do Cerrado – CDRBC.

Figura 36 – Ações de Educação Ambiental na Serrinha do Paranoá.

Figura 37 – Oca do sol Educação Ambiental.

Figura 38 – Encontro das Águas no Espaço Panorama na Serrinha do Paranoá.

 <p>PROJETO ÁGUAS</p> <p>O Projeto Águas apresenta as ações de 2015 e agenda de 2016. O objetivo é tecer uma Rede de Sustentabilidade nas Microbacias Hidrográficas do Paranoá Norte, por meio da formação de lideranças comunitárias, que, de modo participativo, induzam ações coletivas de proteção dos recursos hídricos nos nove córregos da Serrinha do Paranoá, situado na Sub-bacia Norte do Paranoá.</p> <p>O projeto apresenta sete metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preservação Ambiental • Gestão dos Recursos Hídricos e Saneamento • Educação Ambiental • Regularização Fundiária e Ambiental • Cultura, Esporte, Turismo, Lazer e Desenvolvimento Social • Agroecologia • Pecuicultura e Agricultura Sustentável. 	<p>Agenda de 2016</p> <p>A parceria com a Secretaria de Educação-GDE propiciará a Formação de Agentes do Futuro segundo a metodologia Macroeducação para os educadores da rede de ensino do Lago Norte: CEF 01 do Lago Norte; EC Aquilão; EC Varjão; EC Olhos d'água. O resultado esperado é o desenvolvimento de projetos escolares integrados à comunidade na gestão das águas e dando continuidade a construção de uma sociedade sustentável da Serrinha do Paranoá.</p> <p>PROFONENTE: Instituto Oca do Sol RUA SERRINHA, 1, CASA 66 RUA DO BRASIL, 1000 - JARDIM DO SOL, BRASÍLIA DF Contato: info@ocadol.com.br Telefone: (61) 31267011 / 31267012 Anexo: (61) 31267011 em f /projetoaguasdf</p> <p>Oca do Sol</p> <p>Serrinha DO PARANOÁ</p> <p>PARCERIAS EM CONSTRUÇÃO</p> <p>CET-Águas EMATER DF CDRS Associação dos Nômadez Rurais do Lago Norte GT Serrinha do Paranoá CDRS</p>	 <p>PROJETO ÁGUAS</p> <p>Construindo juntos uma sociedade sustentável na Microbacia Serrinha do Paranoá</p> <p>Mapeamento das Nascentes da Serrinha DO PARANOÁ</p>	
<p>Fonte: MPDFT (2016).</p>	<p>Fonte: Oca do Sol (2019).</p>  <p>Fonte: A Autora (2019).</p>		

O Projeto Águas tem como objetivo formar lideranças comunitárias e tecer uma rede de sustentabilidade nas microbacias hidrográficas do Paranoá Norte, de modo participativo, induzindo a ações coletivas de proteção dos recursos hídricos nos córregos da Serrinha do Paranoá (CAVALCANTI et al., 2016).

É cada vez mais evidente a relação existente entre o uso do discurso da preservação ambiental e a justificativa por parte da administração pública para remoções de populações de baixa renda em áreas ambientalmente sensíveis. Na Serrinha existem parcelamentos irregulares, com lotes construídos, e pontos de despejo de lixo, evidenciando uma ação antrópica precária. No Trecho 2 Etapa 1, área de estudo de caso da presente pesquisa, existe um entrave judicial antigo no qual os moradores do Condomínio Privê Lago Norte II reivindicam a posse da área ocupada. Figuras 39 e 40.

Figura 39 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com ocupações irregulares e lixo nas ruas.

Figura 40 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com ocupações irregulares e lixo nas ruas.



Fonte: A Autora (2019).

Porém, ao tratarmos da dialética de Lefebvre e do Direito à Cidade, vê-se a existência de um paradoxo quando o mesmo discurso da proteção ambiental não acontece nos casos em que o empreendimento se destine a classes de alta renda. Esta constatação foi discutida durante a Audiência Pública “A Função Social da Cidade, Remoções e Direito à Cidade” (2019) realizada na Assembléia Legislativa do Distrito Federal pela Comissão de Direitos Humanos, dentro da campanha “30 dias pelo Direito à Cidade”.

A propriedade é um direito fundamental e deve atender sua função social. O Estatuto da Cidade, Lei 10.257 (BRASIL, 2001) regulamenta o Capítulo da política urbana da Constituição Federal para promover a gestão democrática da cidade e a garantia da função social da propriedade. Ele pode trazer benefícios ambientais a Brasília ao estimular a fixação da população de baixa renda em áreas dotadas de infraestrutura e evitar a expansão na bacia hidrográfica em áreas ambientalmente sensíveis como as da Serrinha do Paranoá.

Entre os líderes comunitários locais, há consenso de que ali deveria ter uma ocupação ecologicamente sustentável, inclusive a Administração do Lago Norte defende que aquela área deve ser totalmente preservada (ANDRADE et al., 2018).

Assim é que, baseadas na questão do Direito à Cidade, a comunidade têm unido forças para garantir a não ocupação do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ ou, caso necessite ser ocupado, que sejam desenvolvidas estratégias dignas de moradia e de cidade inclusiva, não apenas entregue às regras de mercado. As

ações dirigem-se pela noção da solidariedade com a natureza como força capaz de enfrentar a tarefa de evitar que se concretizem proporções mais alarmantes da crise de escassez hídrica.

É extremamente difícil, e muitas vezes impossível, devolver uma área urbanizada ao seu estado natural, logo, a seleção do local do empreendimento precisa ser cuidadosamente considerada por todos os atores envolvidos. Até no caso de edificações que usam técnicas de construção sustentáveis, a má escolha da localidade costuma neutralizar ou ofuscar os benefícios resultantes. Um dos princípios mais importantes da sustentabilidade afirma que os recursos naturais, incluindo os sítios virgens, são limitados (KEELER, et al., 2010, p. 2019). Por isso o entendimento de que a vocação do Trecho 2 da Etapa 1 como região produtora de água deva ser considerada em todos os aspectos de planejamento da cidade.

4.2.3 Biorretenção

A Serrinha do Paranoá já possui valas de biorretenção ao longo das suas vias vicinais que cortam a região entre as DF-001 à DF-005. São valas construídas de forma empírica pela Administração Regional do Lago Norte, chamadas de “barraginhas” pela comunidade. Durante visita de campo foram mapeadas 56 “barraginhas” ou valas de biorretenção, Figuras 41 e 42.

Figura 41 – Valas de Biorretenção nas vias vicinais do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.

Figura 42 – Valas de Biorretenção nas vias vicinais do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.



A biorretenção consiste em uma depressão rasa, com o solo preparado para o plantio de uma diversidade de espécies, dimensionada para receber o escoamento de uma pequena área. A integração das plantas, o solo e os micro-organismos realizam processos físicos, químicos e biológicos, removendo

poluentes e controlando águas pluviais. Há vários tipos como biovaletas, jardins de chuva, canteiros pluviais e trincheiras de infiltração (ANDRADE, 2014).

São depressões cavadas ao lado das vias, em pequenas dimensões, ladeadas pela vegetação existente. As valas de biorretenção ou “barraginhas” como são chamadas conseguem diminuir a velocidade das águas ao longo das vias vicinais, cumprindo seu papel de infraestrutura socioecológica por auxiliar no controle da vazão superficial ao longo das vias.

Porém estes dispositivos já existentes na Serrinha do Paranoá carecem de um maior estudo de dimensionamento para que se adaptem às chuvas de projeto e aos diferentes tipos de solo, para que consigam infiltrar maior quantidade de água possível para ajudar a resolver o problema da diminuição da velocidade das águas, com todos os ganhos para que diminuam as ocorrências de erosões e assoreamentos.

4.2.4 Atributos Físicos - Geologia, Hipsometria, Pedologia, Hidrografia e Cobertura Vegetal

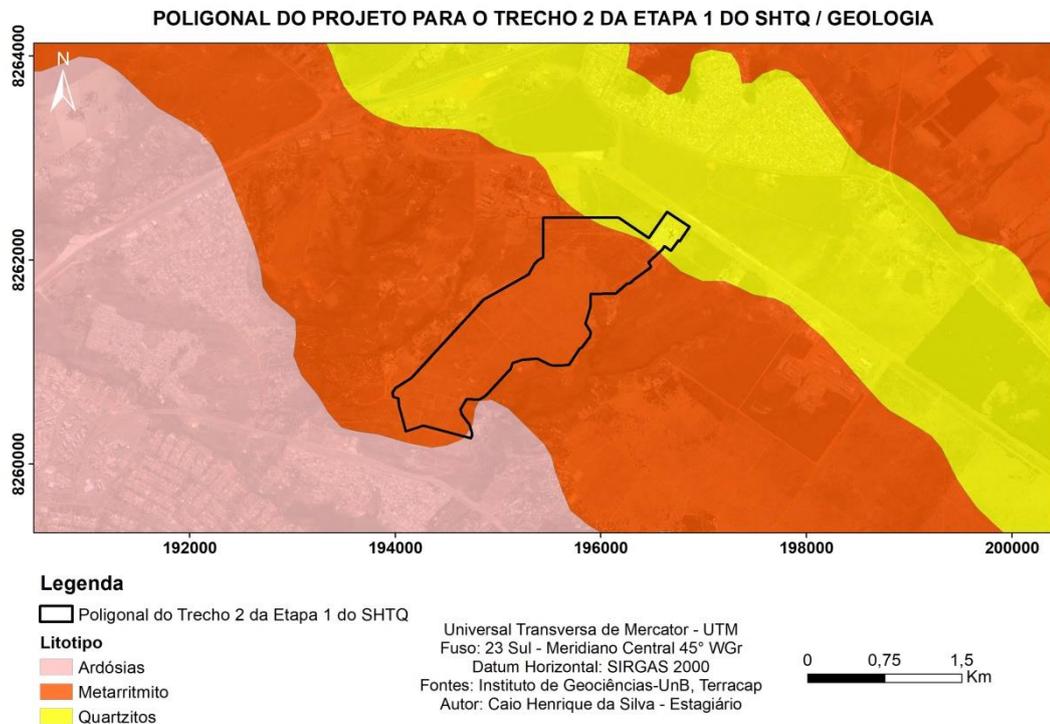
A análise dos atributos físicos tais como geologia, altitudes, hidrografia, vegetação, são características importantes da Bacia Hidrográfica diretamente relacionadas aos fluxos das águas no que diz respeito à quantidade de água precipitada que vai infiltrar no solo e a quantidade que vai escoar superficialmente.

4.2.4.1 Geologia

A área ocupada pela Região administrativa do Lago Norte esta totalmente inserida sobre rochas do grupo Paranoá. Corresponde a uma seqüência psamopelito-carbonatada que se estende desde o Distrito Federal, a sul, até próximo da confluência dos rios Paranã e Tocantins no Estado de Goiás (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012). Quanto à Geologia, a região do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ está inserida no Grupo Paranoá, contendo predominantemente Metarritmito Arenoso, com idade de 1.300 a 1.100 milhões de anos. (DISTRITO FEDERAL, 2015, p. 23). Na Figura 43 a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1, sobreposto ao mapa de Geologia do DF, em SIRGAS 2000. O Metarritimito arenoso

é um tipo geológico favorecedor do transporte subterrâneo natural das águas com implicações positivas para a drenagem urbana.

Figura 43 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 no Mapa de Geologia



Fonte: A Autora (2019) com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em DISTRITO FEDERAL (2016) e FREITAS; CAMPOS (1998).

Possuem importantes sistemas de falhas junto a fraturas nas rochas onde ocorrem os sistemas de aquíferos fraturados, imprescindíveis para a conservação dos recursos hídricos (DISTRITO FEDERAL, 2015, p. 22). Os metarritmitos arenosos são caracterizados por espessura de 90 metros e alternância de camadas arenosas, podendo ser roxos, amarelo e branco.

A recarga dos aquíferos acontece por meio das águas armazenadas no sistema poroso sobreposto que, por infiltração laminar, alcança o topo das zonas com maior densidade de fraturas. A recarga dos aquíferos acontece por meio da infiltração das águas de precipitação pluviométrica através da zona do aquífero freático e sua percolação até a zona saturada das rochas fraturadas/fissuradas (DISTRITO FEDERAL, 2015, p. 40). Todo esse processo tem sido prejudicado pela impermeabilização crescente em decorrência das ocupações urbanas, com

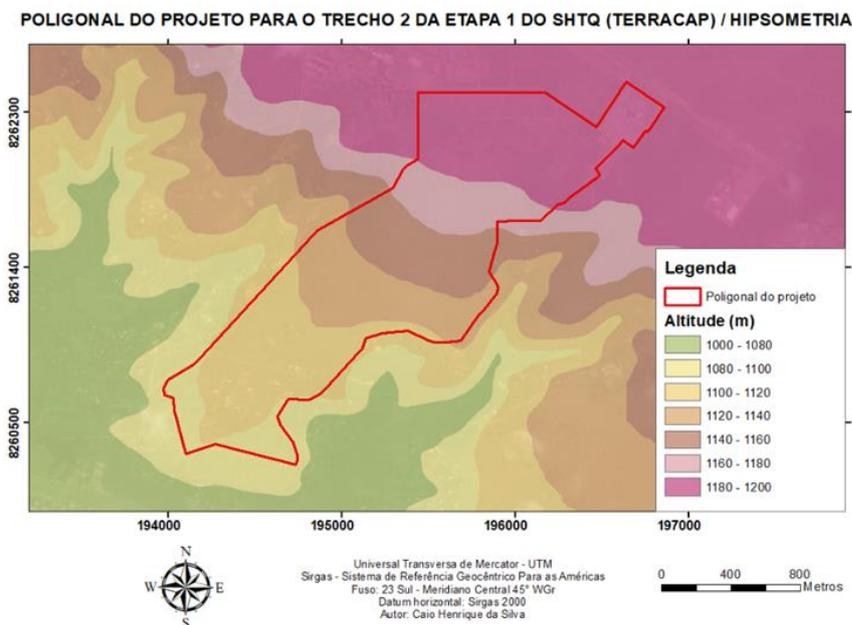
diminuição da recarga natural e aumento do escoamento superficial com impactos sensíveis como inundações urbanas e evolução dos processos erosivos.

O metarritmito arenoso é caracterizado por intercalações de bancos decimétricos a métricos de quartzitos e materiais pelíticos (compostos por metassiltitos e ardósias). A espessura total deste conjunto pode alcançar 90 metros. Ocorre em toda faixa central, em aproximadamente 55% da área de estudo, se estendendo desde a DF 003 até a barragem do Lago Paranoá (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012).

4.2.4.2 Hipsometria

A área do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ possui altitudes elevadas em relação ao Lago Paranoá. Apresenta relevo disposto como prolongamento oriental da Chapada da Contagem, com cota máxima de 1.224 metros, de direção geral e inclinação topográfica no sentido E-SE. (MDE 111/99; DISTRITO FEDERAL, 1999). Na Figura 44, a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa hipsométrico, em SIRGAS 2000, relativo às altitudes do terreno.

Figura 44 - A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre mapa Hipsométrico.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em DISTRITO FEDERAL (2016) e DISTRITO FEDERAL (2017c).

Em condições naturais de ocupação, as regiões de chapada apresentam amplo predomínio de recarga por processo de “*runoff*” (DISTRITO FEDERAL, 2015, p. 56). Apesar de constituir prolongamento de área de chapada, a região do Trecho 2 da Etapa 1 possui declividade acentuada do terreno nas bordas da DF-005, marcando forte sensibilidade ambiental.

A declividade é um fator que afeta a infiltração das águas no solo. Declividades acentuadas tendem a dificultar o contato da água com o solo em condições naturais (KOIDE, 2008). Esta dificuldade de contato faz com que as águas escoem superficialmente com mais velocidade e vazão, prejudicando o potencial de recarga.

4.2.4.3 Pedologia

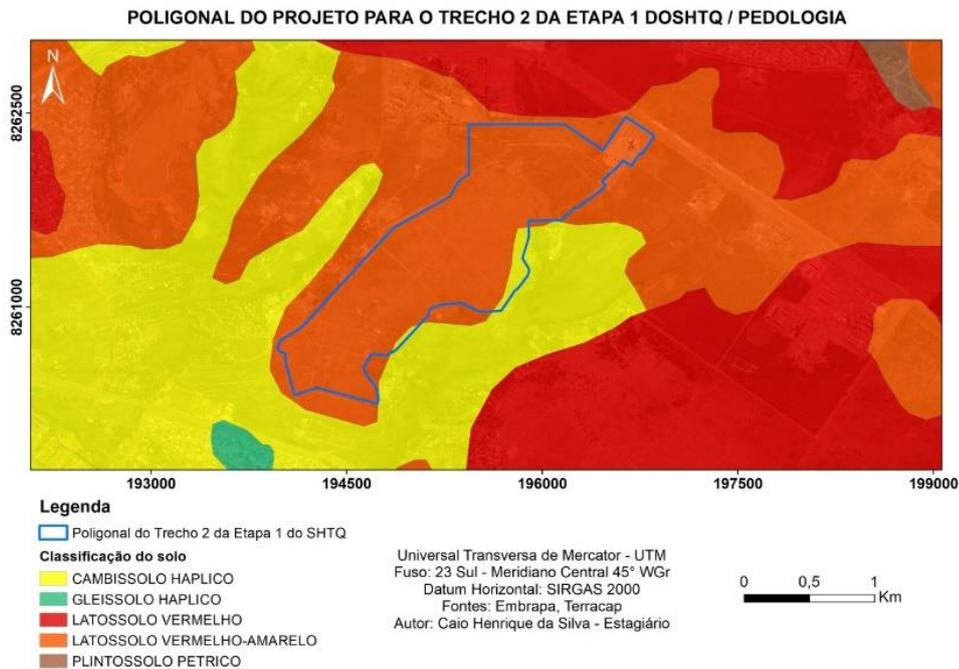
Os solos representam a camada natural mais externa da superfície da Terra, a qual pode ser eventualmente modificada pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação da cobertura vegetal (DISTRITO FEDERAL, 2015, p. 62). A região do Lago Norte possui cinco classes de solos: Latossolo Vermelho, Latossolo Amarelo, Cambissolo, Neossolos (solos quatzoarenicos) e solos hidromórficos indiscriminados (GEOLÓGICA, 2012).

Latossolos e Cambissolos constituem as duas classes predominantes de solo em Brasília (REATTO et al., 2004). Os Latossolos são solos profundos de alta permeabilidade, associados a grande capacidade de infiltração da água escoamento superficial por elevado volume de poros que podem provocar a concentração de água em grandes volumes nos primeiros metros superficiais (ADASA, 2018). São solos fortes e moderadamente drenados, com pequenas variações de argila, areias e cascalhos, ausências de minerais primários (cálcio e magnésio, principalmente), óxidos de alumínio (Al) e ferro (Fe), garantindo uma textura granular relativamente porosa em relação à infiltração da água e, conseqüentemente, baixa capacidade de suporte nos níveis mais rasos. Assumem formas de relevo planas e suavemente onduladas, podendo chegar a profundidades superiores a 10 m (GEOLÓGICA, 2012).

Na área em estudo predominam os Latossolos vermelho amarelo, os quais se caracterizam pela lixiviação principalmente de sílica (SiO₂), ocorrendo a formação de estruturas granulares, na granulometria de areia, constituído de óxido de ferro e

alumínio com grande presença da fração argila, embora com elevada porosidade, favorecendo uma boa permeabilidade (DISTRITO FEDERAL, 1999; MDE 111/99). Na Figura 45, a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobreposta ao Mapa de Solos do Distrito Federal, em SIRGAS 2000.

Figura 45 - A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 no Mapa de Solos do Distrito Federal.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em DISTRITO FEDERAL (2016) e REATTO et al. (2004).

Os diferentes tipos de solo influenciam nos processos hidrológicos. Nos latossolos, fenômenos tipo “*piping*” podem ocorrer, com interceptação do nível freático e conseqüentemente desenvolvimento de processos erosivos de grande porte, por outro lado, proporcionam incremento da depuração natural, funcionando como excelentes filtros naturais, aumentando o potencial de recarga dos aquíferos. Os Latossolos geralmente possuem elevada permeabilidade. (DISTRITO FEDERAL, 2015, p. 66).

4.2.4.4 Hidrografia e Cobertura Vegetal

Quanto à Hidrografia, a área de estudo situa-se dentro dos limites da bacia do Lago Paranoá. Nessa bacia ocorrem os córregos Urubu e Jerivá. O córrego Urubu

drena uma área de 8,6 km², com curso principal de 3,9 km de comprimento, desde suas nascentes, na cota 1.175 m até sua foz no Ribeirão do Torto, na cota 1.005 m. O córrego Jerivá drena uma área de 6,6 km², apresentando um leito principal de 4,1 km de comprimento e declividade média de 33,5 km (TERRACAP, 1999). A área possui vocação hidrogeológica elevada e extremamente sensível a modificações ambientais.

A Figura 46 mostra a sobreposição da poligonal de projeto do Trecho 2 Etapa 1, SHTQ, com o mapa de Unidades Hidrográficas do DF, “*shapefile*” obtida do GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c), em SIRGAS 2000. Nele vemos que a região localiza-se sobre uma linha divisora de bacias, as sub-bacias do Ribeirão do Torto e do Lago Paranoá, além de fazer divisa com a sub-bacia do Ribeirão Sobradinho. O fato de ser região divisora de bacias configura mais uma motivação de sensibilidade ambiental elevada, uma vez que a drenagem das águas acontece de forma convexa.

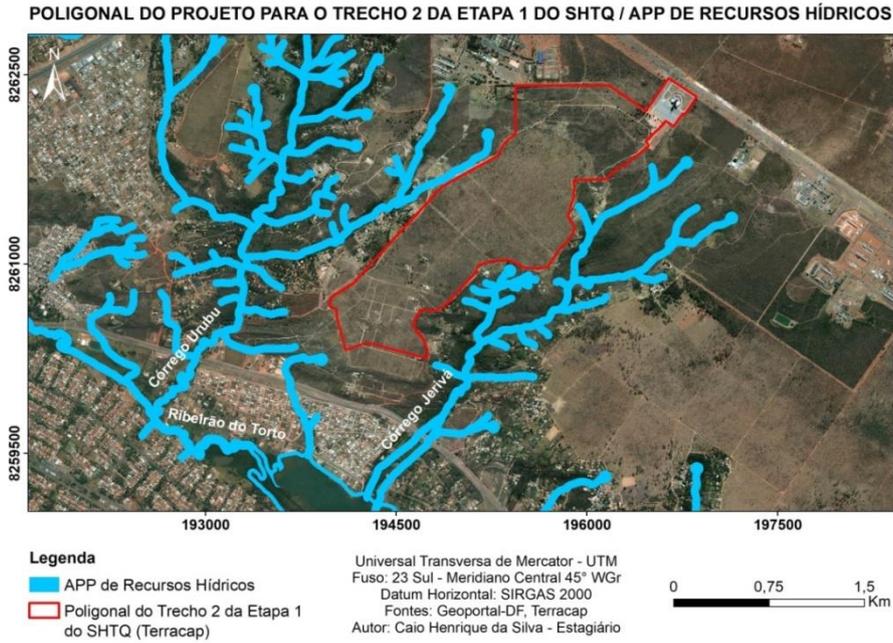
Figura 46 – A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 em área divisora de Bacias.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em DISTRITO FEDERAL (2016) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

Os córregos mais próximos ao Trecho 2 da Etapa 1 e diretamente influenciados por ele são os córregos Jerivá e Urubu. A Figura 47 mostra a poligonal da área de estudo sobreposta ao Mapa de Recursos Hídricos, em SIRGAS 2000.

Figura 47 – A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 e Mapa de Recursos Hídricos.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em DISTRITO FEDERAL (2016) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

O córrego nasce na cota 1160 m e desagua diretamente no Lago Paranoá (EIA/RIMA 2012, p. 223). No córrego Jerivá são observados trechos com vegetação ciliar preservada com espécies epífitas (bromélias e orquídeas), assim como trechos degradados, com predominância do capim colômbio. A declividade do terreno nas margens deste córrego é acentuada (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 174). Figuras 48 e 49.

Figura 48 – Córrego Jerivá.

Figura 49 – Córrego Jerivá.



Fonte: EIA/RIMA (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012).

As margens do córrego Jerivá contém flora arbórea com 65 espécies pertencentes a 50 gêneros de 40 famílias botânicas, sendo a maioria de espécies típicas de ambientes florestais (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 176).

Por sua vez o córrego Urubu apresenta espécies exóticas ao Cerrado em substituição à flora nativa (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 177). Apresenta elevado nível de antropização. Em diversos pontos teve sua mata de galeria retirada e ou invadida. As águas desse Córrego são usadas para consumo humano, irrigação e para criações, sendo retiradas, principalmente, por moradores das chácaras. Não foi registrado lançamento de esgoto diretamente no Córrego (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 224). As margens do córrego Urubu apresentam diversos trechos antropizados. Muitos trechos deste córrego estão desmatados, com predomínio de gramíneas como o capim colonião e a braquiária. Porém, observam-se fragmentos de mata de galeria e de mata de encosta ainda preservados. Figuras 50 e 51.

Figura 50 – Córrego Urubu.

Figura 51 – Córrego Urubu.



Fonte: EIA/RIMA (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012).

O Lago Paranoá é corpo receptor final do córrego Jerivá, enquanto o córrego Urubu contribui para o Ribeirão do Torto, que em seguida chega ao Lago Paranoá (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 160). Figura 52.

Figura 52 – Chegada do Ribeirão do Torto ao Lago Paranoá.



Fonte: A Autora (2019). Drone Spark.

Praticamente todas as áreas adjacentes aos córregos Jerivá e Urubu foram antropizadas, com invasões sem acompanhamento urbanístico e ambiental a se multiplicarem na região. As águas desses Córregos são usadas para consumo humano, irrigação e para criações, sendo retiradas, principalmente, por moradores das chácaras. O volume de água utilizado pelas diversas atividades compromete muito o volume geral destes Córregos. (EIA/RIMA 2012, p. 223). As condições dos recursos hídricos e nascentes desta região já não são boas mesmo antes da ocupação do Trecho 2 da Etapa 1 prevista pela TERRACAP.

As microbacias que estão situadas na Sub-Bacia Norte do Paranoá e outras que fazem parte da Região Administrativa do Lago Norte e da Área de Proteção Ambiental – APA do Planalto Central –, são microbacias com baixa densidade populacional e alto grau de sensibilidade ambiental (ANDRADE et al., 2018), devido a suas características topográficas acidentadas e à presença de mananciais e corredores ecológicos para a fauna e flora do Cerrado.

De acordo com a Carta de Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal do Distrito Federal, de 1954 (FONSECA, 2004), a região que hoje se localiza o Setor

Habitacional Taquari, objeto de estudo desta pesquisa, era coberta em maior parte por Cerrado, formações savânicas - cerrado típico, denso, ralo e campo cerrado, mata que compreendia formações florestais - ciliar, galeria, mata de encosta, cerradão e mata mesofítica seca, e formações de campo.

A Figura 53 mostra a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de vegetação do GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c), em SIRGAS 2000, demonstrando a existência de uma vegetação de campo ainda preservada, com cerrado típico nas regiões das galerias.

Figura 53 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no Mapa de Vegetação do Distrito Federal.



Fonte: A Autora (2019) com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em DISTRITO FEDERAL (2016) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

A cobertura vegetal é dos fatores mais importantes para a manutenção da capacidade de infiltração de um solo, pois evita a compactação da superfície, quebra a estrutura dos solos e pode dar abrigo a animais que favoreçam o aparecimento de macroporos (KOIDE, 2008).

4.3 CONDICIONANTES URBANÍSTICAS E AMBIENTAIS DE EXPANSÃO DO TERRITÓRIO E DRENAGEM PARA O SHTQ

Os critérios de ocupação da área de estudo frente à drenagem serão abordados com a análise das condicionantes urbanísticas: LUOS, PDOT e IPHAN, e ambientais: EIA/RIMA, APA do Lago Paranoá, APA do Planalto Central, ZEE.

A análise das condicionantes pretende estabelecer questões de sensibilidade ambiental e social da região do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ. Também balizar a escolha do coeficiente (C) de escoamento como dado de entrada para o cálculo simplificado do aumento da vazão máxima a partir da urbanização.

4.3.1 Condicionantes urbanísticas de expansão do território e drenagem para o SHTQ- LUOS

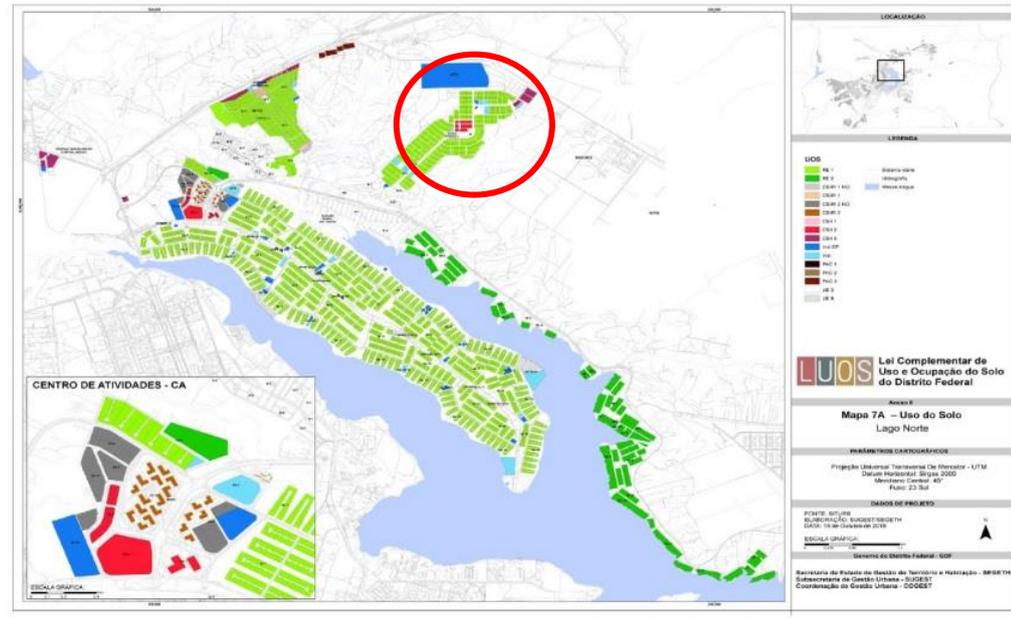
A LUOS, Lei Complementar nº 948, de 16 de janeiro de 2019, estabelece os critérios e os parâmetros de uso e ocupação do solo para lotes e projeções localizados na Macrozona Urbana do Distrito Federal. Compreende instrumento complementar das políticas de ordenamento territorial e de expansão e desenvolvimento urbano do Distrito Federal.

Os instrumentos legais de controle de uso e ocupação do solo, através dos parâmetros de dimensão dos lotes e usos específicos, podem contribuir para uma adequada densidade populacional e edilícia nos aglomerados urbanos.

Aos parâmetros urbanísticos previstos pela LUOS – coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, afastamentos e altura máxima/número de pavimentos – podem corresponder respostas hidrológicas como aumento da vazão máxima de escoamento superficial.

O SHTQ aparece na LUOS no MAPA 7A como parte da Região Administrativa do Lago Norte, Figura 54.

Figura 54 – O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no Mapa da LUOS.



Fonte: DISTRITO FEDERAL (2019c).

A análise do SHTQ Trecho 2 com relação aos parâmetros urbanísticos da LUOS, Quadro 4-1, indica os seguintes critérios definidos:

Quadro 4-1 – Parâmetros de Ocupação do Solo – Lago Norte SHTQ Trecho 2 (GDF, 2019).

LUOS	RE 1	CSII 2	CSII 3	CSII 3	CSII 3	Inst	Inst
	SHTQ	SHTQ	Q 200	Q 200	Q 202	SHTQ	Q 202
			CJ 1	CJ 2	CJ 1 e 2		CJ 3
Faixa Área (m2)	600 a 3.000	3.000 a 16.000	6.000 a 7.000	6.000 a 7.000	600 a 800	3.500 a 16.000	800 a 1.000
Coefficiente de Aproveitamento Básico¹⁶	0,80	1,00	1,20	0,10	0,80	1	0,80

¹⁶ O coeficiente de aproveitamento básico corresponde ao potencial construtivo definido para o lote, outorgado gratuitamente (PDOT, Art. 40, II).

Coefficiente de Aproveitamento Máximo¹⁷	0,80	1,00	1,20	0,10	0,80	1	0,80
Taxa de Ocupação (%)	40	50	60	10	40	50	40
Taxa de Permeabilidade (%)	50	50	40	15	50	30	50
Altura Máxima	9,50	8,50	-	5	8,50	8,50	8,50
Afastamento¹⁸ Frente (m)	5	-	5	5	-	-	-
Afastamento Fundo (m)	-	-	5	5	-	-	-
Afastamento Lateral (m)	1,50	-	5	5	-	-	-
Afastamento OBS	Bilateral	-	Bilateral	Bilateral	-	-	-
Subsolo	Permitido Tipo 1	Permitido Tipo 2	Permitido Tipo 1	Permitido Tipo 1	Permitido Tipo 2	Permitido Tipo 2	Permitido Tipo 2

Fonte: A Autora (2019), adaptado de LC 948/2019 (DISTRITO FEDERAL, 2019c)..

Marquises são proibidas e galerias não se aplicam. As cotas de soleira são sempre definidas pelo ponto médio da edificação (DISTRITO FEDERAL, 2019c). A LUOS determina para o Setor a cota máxima de coroamento 9,5 m para as áreas residenciais. Lembrando que a Portaria 68/2012 do IPHAN em seu Art. 9 enquadra a região do Taquari como Setor de Entorno 05 – Ocupação Controlada II SE-05. E que nela as áreas urbanizadas deverão submeter ao IPHAN qualquer projeto que ultrapasse os 9 (nove) metros de altura, contados a partir da cota de soleira do lote definida pela administração distrital (BRASIL, 2012).

A taxa de permeabilidade de 50% é um dado consonante com a necessidade de áreas permeáveis para infiltração das águas. Porém discute-se se haverá fiscalização para que essa taxa seja efetivamente respeitada, dada a sua

¹⁷ O coeficiente de aproveitamento máximo representa o limite máximo edificável dos lotes ou projeções, podendo a diferença entre os coeficientes máximo e básico ser outorgada onerosamente (PDOT, Art. 40, II).

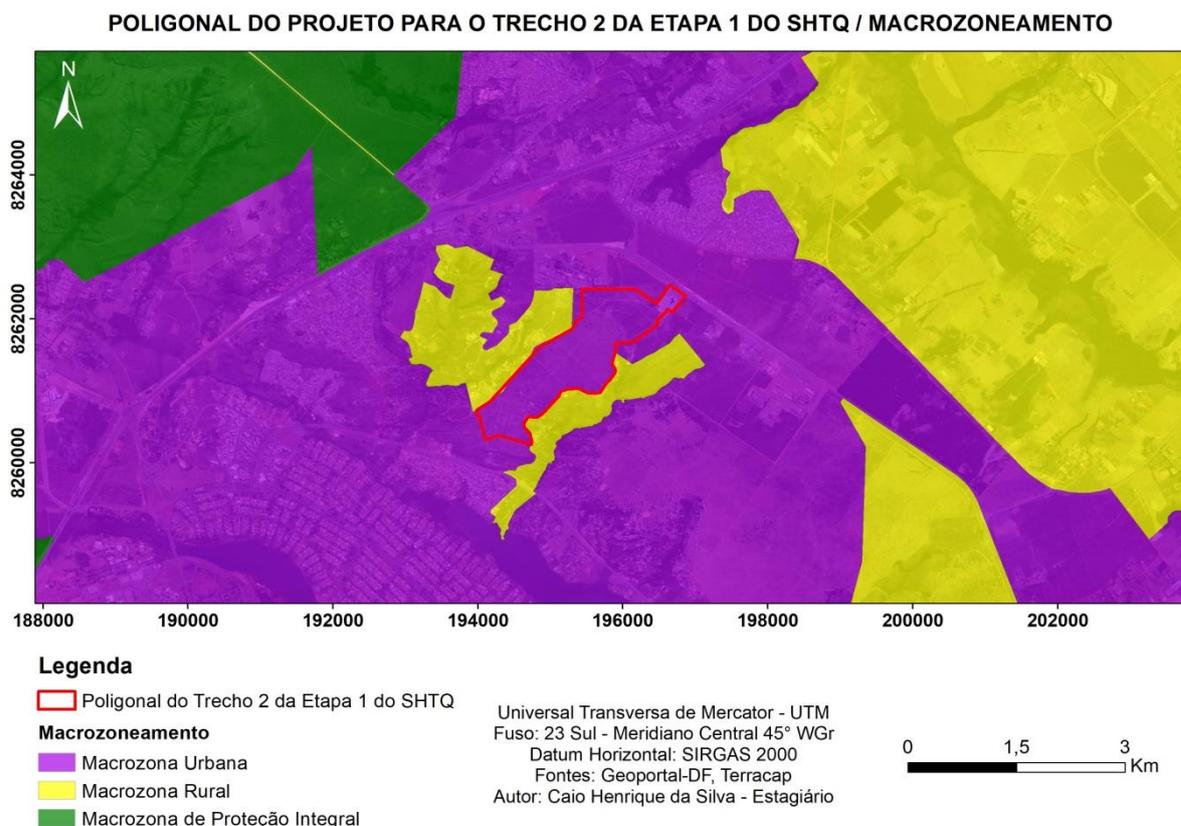
¹⁸ Os afastamentos são as distâncias entre as projeções horizontais dos perímetros externos e os limites do lote.

importância para a drenagem. Além da adequação dos limites dos parâmetros de ocupação, é importante que o desenho dos lotes (tamanho, afastamentos e adaptação à topografia) bem como dos espaços públicos, também contribua para a composição de respostas hidrológicas em consonância com o ciclo hidrológico, garantindo o fluxo das águas urbanas. Abre-se aqui a oportunidade de novos estudos que proponham uma análise dos cenários propostos pela LUOS e suas respectivas respostas hidrológicas, analisando o impacto e a magnitude dos parâmetros de ocupação da LUOS no desempenho da drenagem e as consequências no escoamento superficial.

4.3.2 Condicionantes Urbanísticas de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – PDOT

O PDOT, Lei Complementar 803/2009, é instrumento básico da política urbana e orientação dos agentes públicos e privados que atuam no território do Distrito Federal. De acordo com o zoneamento do PDOT, Lei Complementar 803/09 com sua atualização pela LC 854/12, o SHTQ está inserido na Macrozona Urbana, Figura 55, a qual é destinada predominantemente às atividades dos setores secundário e terciário, não excluída a presença de atividades do setor primário.

Figura 55 – A Poligonal do Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ no Mapa de Macrozoneamento do PDOT.



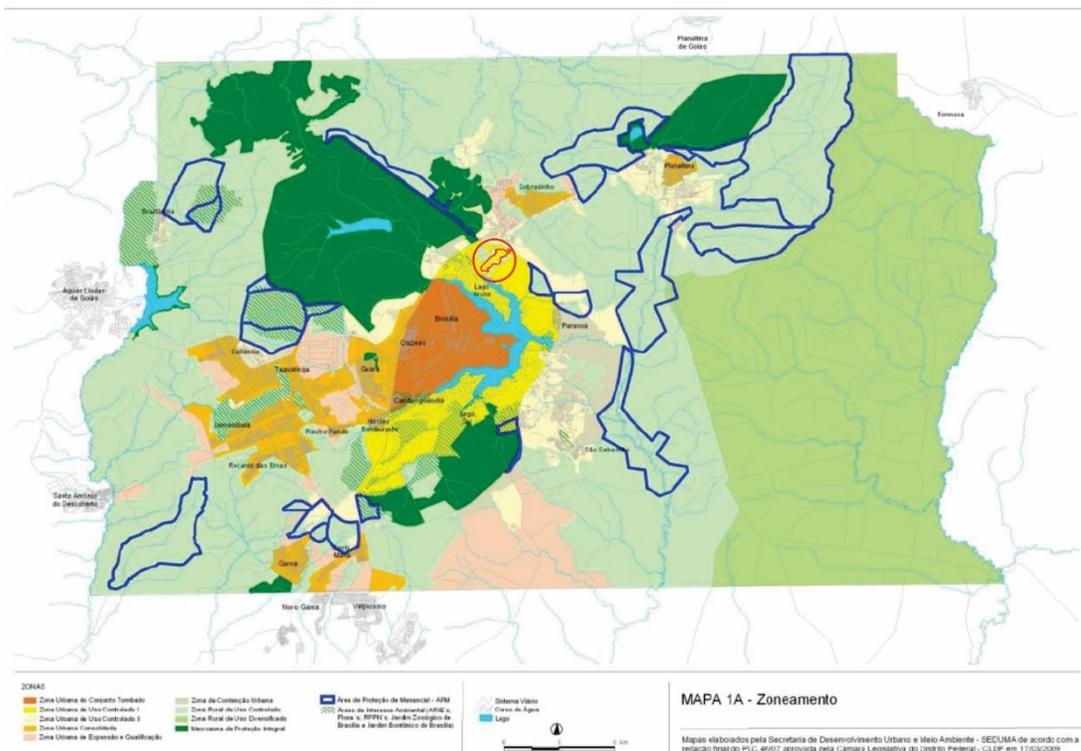
Fonte: A Autora (2019), adaptado de DISTRITO FEDERAL (2016) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

A respeito da Macrozona Urbana, assim estabelece o PDOT (DISTRITO FEDERAL, 2009) em seu Art. 65, § 3º:

Consolidar a permanência das chácaras preservadas com uso rural, utilizando tecnologias adequadas de preservação, de acordo com os critérios estabelecidos nos art. 278 a 283 das Disposições Gerais e Transitórias desta Lei Complementar, excetuando-se as áreas previstas para instalação de equipamentos públicos, inseridas nas áreas da Estratégia de Regularização Fundiária Urbana, e a Zona de Contenção Urbana. (Parágrafo acrescido pela Lei Complementar 854/2012).

O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ está inserido na Zona Urbana de Uso Controlado I (Art. 68), Figura 56. A Zona Urbana de Uso Controlado 1 tem o objetivo de preservar e valorizar os atributos urbanísticos e paisagísticos que caracterizam a área como envoltório da paisagem, moldura verde, do Conjunto Urbano Tombado, em limite compatível com a visibilidade e a ambiência do bem protegido (Art. 69).

Figura 56 – A Poligonal do SHTQ na Zona Urbana de Uso Controlado 1 do PDOT.



Fonte: A Autora (2019), adaptado de Lei Complementar 803, Distrito Federal (2009) – PDOT.

Na Zona Urbana de Uso Controlado 1, o uso urbano deve ser compatível com as restrições relativas à sensibilidade ambiental da área e à proximidade com o Conjunto Urbano Tombado, observadas as diretrizes (Art. 69):

- Manter o uso predominantemente habitacional de baixa densidade demográfica, com comércio, prestação de serviços, atividades institucionais e equipamentos públicos e comunitários inerentes à ocupação;
- Respeitar o plano de manejo ou zoneamento referente às unidades de conservação englobadas por essa zona e demais legislação pertinente;
- Proteger os recursos hídricos com a manutenção e a recuperação da vegetação das áreas de preservação permanente;
- Adotar medidas de controle ambiental voltadas para as áreas limítrofes às Unidades de Conservação de Proteção Integral e às Áreas de Relevante Interesse Ecológico inseridas nessa zona, visando à manutenção da sua integridade ecológica;
- Preservar e valorizar os atributos urbanísticos e paisagísticos que caracterizam essa área como envoltório da paisagem do Conjunto Urbano

Tombado, em limite compatível com a visibilidade e a ambiência do bem protegido.

Sublinhe-se que as Áreas de Proteção de Manancial são porções do território que exigem parâmetros e diretrizes de uso e ocupação do solo diferenciados e preponderantes sobre aqueles das zonas em que se inserem (Art. 64).

A região do SHTQ aparece como zona estratégica de oferta de áreas habitacionais nos Art. 134 e 135, a partir de projetos e programas de iniciativa pública voltados a diferentes faixas de renda, desde que considere o respeito à capacidade de suporte do território, no que se refere ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais.

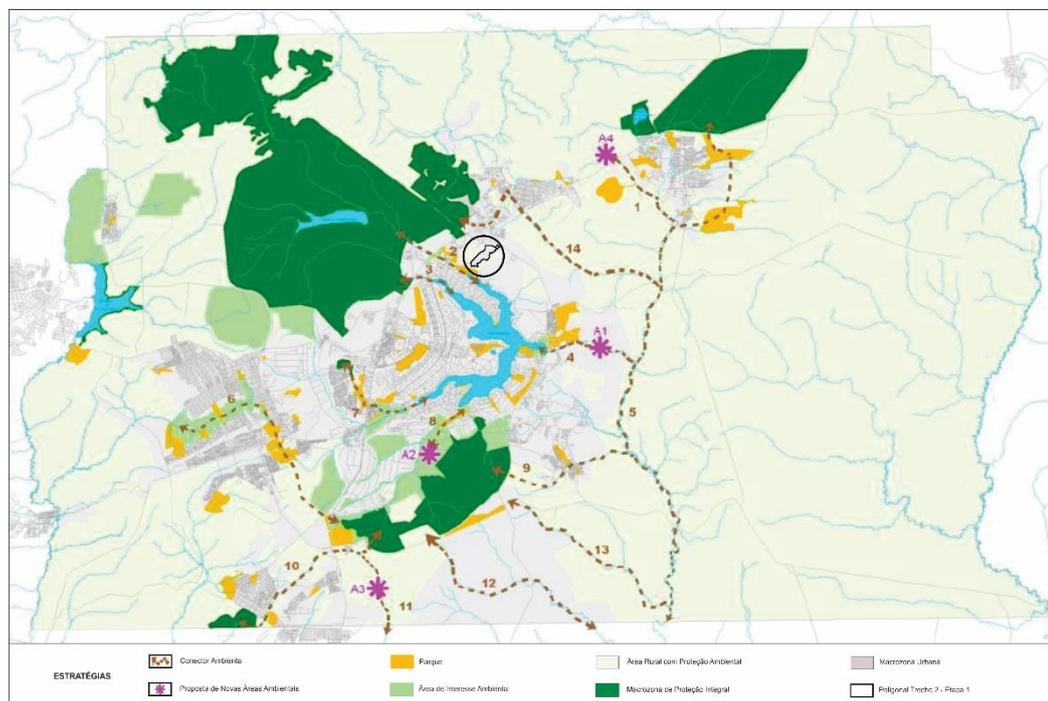
Trata-se de uma ARINE, Área de Regularização de Interesse Específica (Anexo II Tabela 2B). O SHTQ tem papel de Polo Multifuncional do Grande Colorado (Anexo II Tabela 3B) com:

- Objetivo de ofertar serviços essenciais de consumo próximos à população dos condomínios habitacionais da região;
- Usos: multifuncionais, como ênfase em equipamentos de grande porte de abastecimento, cultura e lazer;
- Atividades prioritárias: disponibilização de área para centros empresariais, atividades de comércio de bens e serviços associados a habitação coletiva.

Em que pese a relevância da sensibilidade ambiental do Trecho 2 da Etapa 1 com sua vegetação preservada, nascentes, cachoeiras e córregos, o Trecho não consta do Mapa 4 do Anexo II do PDOT como região estratégica de Integração Ambiental do Território por conectores ecológicos.

Por tratar-se de região a montante dos pontos de captação de água destinada a abastecimento público, no caso o Lago Paranoá, o SHTQ está previsto no Art. 96 como Área de Proteção de Manancial. Porém o Trecho 2 da Etapa 1 não aparece no Mapa 1A do Anexo 1 como tal, Figura 57.

Figura 57 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no Mapa de Estratégias de Configuração de Conectores Ecológicos do PDOT.



Fonte: A Autora (2019), adaptado de Lei Complementar 803, Distrito Federal (2009).

Na medida em que os Planos Diretores têm se constituído na condição de um conjunto de regras genéricas e inespaciais, verifica-se que apresentam uma atuação desarticulada da realidade urbana (GONZALES et al., 2013 P. 15). Estes autores apontam a pouca articulação dos Planos Diretores com os espaços concretos, o que resulta na abstenção de tais planos no que diz respeito aos problemas cruciais da cidade.

4.3.3 Condicionantes Urbanísticas de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – IPHAN e PPCUB

Todos os empreendimentos na Bacia do Lago Paranoá precisam estar de acordo com a Portaria IPHAN 68/2012. Em toda e qualquer intervenção sobre ela se deve considera as questões das escalas, da visibilidade, ambiência, o encontro das bacias, o urbanismo de Lucio Costa e até mesmo a arquitetura de Oscar Niemeyer, que pode ser severamente impactada caso continue o padrão de ocupação vigente sem maiores preocupações com o ambiente natural (ANDRADE et al., 2018). O SHTQ coincide com a área definida como entorno do Patrimônio Cultural da

Humanidade – previsto no Decreto Distrital nº 10.829/87, pela Portaria nº 314/1992 e pela Portaria nº 68/ 2012 do IPHAN que ratificou as normas de preservação do Plano-Piloto de 1957 (ANDRADE et al., 2016). Assim, busca-se discutir princípios e critérios para o manejo das águas pluviais urbanas que tenham baixo impacto ambiental ao tempo em que se preserve o conjunto urbanístico da capital.

A Serrinha do Paranoá é área cobiçada pelos planejadores do território em todas as esferas de governo: desenvolvimento urbano, ambiental e recursos hídricos (ANDRADE, 2014). Apesar de constituir moldura verde e compor o cenário paisagístico para o Plano Piloto, Figura 58, ponto de extrema relevância e significância territorial e paisagística da Brasília tombada como Patrimônio Cultural da Humanidade, a área tem sido alvo de pressões urbanísticas que colocam em risco a sua permanência.

Figura 58 – A Serrinha do Paranoá como moldura verde para o Plano Piloto de Brasília.



Fonte: A Autora (2018).

A Portaria 68/2012 do IPHAN em seu Art. 9 enquadra a região do Taquari como Setor de Entorno 05 – Ocupação Controlada II SE-05. Nela as áreas urbanizadas deverão submeter ao IPHAN qualquer projeto que ultrapasse os 9 (nove) metros de altura, contados a partir da cota de soleira do lote definida pela administração distrital (BRASIL, 2012). Lembrando que a LUOS determina para o

Setor a cota máxima de coroamento 9,5 m para as áreas residenciais (DISTRITO FEDERAL, 2019c).

A minuta do Projeto de Lei do Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília - PPCUB (SEGETH prevê que a área de entorno tem como funções):

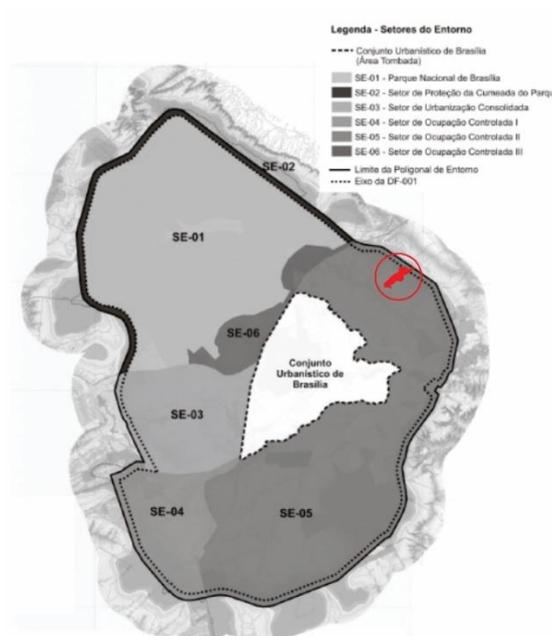
- I – garantir a manutenção da predominância da linha do horizonte;
- II – resguardar a visibilidade das encostas que delimitam a Bacia do Lago Paranoá, de forma a impedir interferências negativas na ambiência e visibilidade do conjunto urbanístico tombado;
- III – assegurar a visibilidade do Plano Piloto a partir dos mirantes naturais existentes na cumeada da Bacia do Lago Paranoá;
- IV – garantir a transição harmônica entre a paisagem do Conjunto Urbanístico de Brasília e o restante do território do Distrito Federal.

Parágrafo único. Na delimitação da AE, ao critério de resguardo da visibilidade do sítio associa-se o critério de preservação ambiental da Bacia do Lago Paranoá. (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

Pela Portaria 68/2012 área de entorno do Conjunto Urbanístico de Brasília, define o Setor de Entorno 05 – Ocupação Controlada II (SE-05), visando preservar a ambiência e a visibilidade do bem tombado e inscrito na Lista do Patrimônio Mundial.

Na Figura 59, o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ no Mapa dos Setores dos Conjunto Urbanístico de Brasília:

Figura 59 – A poligonal do Trecho 2 Etapa 1 SHTQ no Mapa dos Setores dos Conjunto Urbanístico de Brasília.



Fonte: A Autora (2019). Adaptado de Portaria 68/2012 IPHAN (DISTRITO FEDERAL, 2012b).

Contudo, apesar de todos os marcos legais do tombamento, GDF¹⁹, Resolução da UNESCO²⁰ e IPHAN²¹, Brasília registra o grande desafio de controlar a forma e intensidade em que se dará o seu desenvolvimento, com ênfase no entorno da área tombada, que precisa ser harmônico e integrado ao sítio (GONZALES et al., 2013, p. 365). Ou seja, a depender do que acontecer na região do entorno do Plano Piloto, pode haver influências danosas ao Patrimônio da Humanidade. Conforme o uso da terra, a densidade urbana e a altura das edificações nesta área de entorno do Conjunto Urbanístico de Brasília, corre-se o risco de comprometer a fruição estética das escalas urbanas, bem como a paisagem de toda a Bacia do Lago Paranoá. Afinal a concepção urbana de Brasília está diretamente associada à expressão espacial e visual da Bacia Hidrográfica do Paranoá.

Significa a prática de um urbanismo que garanta a integridade das escalas urbanas, preservando o caráter de Brasília como cidade parque e evitar que a especulação imobiliária e a falta de disciplina da ocupação do solo ocorram no entorno da área tombada, a fim de não comprometer a visibilidade e a ambiência do sítio tombado.

O objetivo de criar uma zona tampão é a necessidade de compatibilizar as funções dos espaços circundantes com os atributos inerentes à Capital, Patrimônio da Humanidade. Podemos estabelecer uma metáfora com um museu, onde a “obra prima” geralmente está em destaque na “paisagem” (GONZALES et al., 2013, p. 371). A preservação de uma zona tampão, ou de amortecimento, visa amenizar as ações antrópicas, evitando a tendência da redução da diversidade biológica. O fato de a Serrinha permanecer como moldura verde para o Plano Piloto de Brasília vai influir não apenas na paisagem, mas também na manutenção da cobertura verde que vai assegurar a recarga dos aquíferos, vida para as nascentes e córregos que alimentam o Lago Paranoá.

¹⁹ PPCUB, Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília.

²⁰ UNESCO. SC 87. CONF. 005/9 de 20 de janeiro de 1988. Paris. França.

²¹ Processo de Tombamento 1350-T-90, inscrito sob nº 532, folha 17, volume 2, do Livro do Tombo Histórico, em 14 de março de 1990, Portaria IPHAN 314 de 08/10/1992, Portaria Nº 68, de 15/02/2012.

4.3.4 Condicionantes ambientais de expansão do território e drenagem para o SHTQ - O EIA/RIMA

O EIA/RIMA tem a pretensão de se constituir atividade analítica de amplo espectro que busque identificar efeitos ambientais e sociais relevantes para uma proposta de empreendimento, tendo passado a ter a obrigatoriedade prevista em 1988, pelo artigo 225 parágrafo 1 inciso IV da Constituição Federal.

Em 1997 foi elaborado o Estudo de Impacto Ambiental – EIA do Lago Norte, que inclui o Setor Habitacional Taquari. Em 2014 foi elaborada Atualização do EIA.

A correta análise de impactos ambientais é o único instrumento pelo qual poderão ser limitadas as agressões ao meio ambiente em estudos associados à conjuntura econômica dos países. (AB SABER; MULLER-PLANTBERG, 1994). Por ser documento de livre acesso, o EIA/RIMA pode e deve ser analisado e avaliado de forma independente. As diretrizes e oportunidades expressas visam a contribuir no sentido de adaptação aos princípios da sustentabilidade, tendo como metodologia de análise a aplicação dos padrões de ANDRADE (2014).

Sobre a relevância hidrológica da área, o EIA/RIMA reafirma a importância da região por abrigar cabeceiras de cursos d'água (superficiais, perenes e intermitentes) que diretamente abastecem o Lago, exceto o córrego do Urubu por desaguar no ribeirão Torto. O EIA-RIMA argumenta que as obras previstas de rede de drenagem (107km) e pavimentação (823 mil m² de asfalto) precisam de revisão para ampliar a drenagem pluvial com previsão de escoamento que evite alagamentos das calçadas e ruas (ANDRADE et al., 2018). O EIA-RIMA também traz apontamentos referentes ao grande número de nascentes e às grandes variações de declividade na região. Salaria a necessidade de padrões de desenho diferenciados para o manejo das águas das chuvas, uma vez que a retirada da vegetação para implantação de empreendimentos urbanos por si só agrava os impactos à produção natural das águas.

O texto do EIA atenta às ocorrências de erosões e ravinas. Expõe que a região já apresenta problemas incidentes apenas pelo manejo natural das águas, sem qualquer parcelamento urbano, o que reforça a necessidade relevante de um desenho urbano que tenha ênfase na proteção do meio ambiente e no respeito ao ciclo hidrológico. As obras de infraestrutura, de acordo com o Relatório, já deverão de antemão contemplar contenções para as erosões existentes. Porém, reforça-se a

importância do desenho urbano com proteção ambiental e conservação da vegetação para evitar erosões e ravinas.

O EIA/RIMA foi elaborado para todo o Lago Norte, ou seja, para extensas áreas, e por isso pode não contemplar especificidades pontuais e específicas da região do Taquari, as quais são muitas vezes a chave para equacionar problemas relacionados a conflitos de interesse e uso do solo.

A respeito do SHTQ o EIA/RIMA aborda a questão da ampliação do Parque Ecológico Taquari, que deve ser feita levando em conta as características naturais e o uso do solo nas adjacências. Também a criação do Parque Ecológico Mirante Norte em trechos em que a cota topográfica do terreno permita a visão panorâmica do Lago Paranoá e de parte de sua bacia hidrográfica (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012). Também considerou a beleza cênica existente, a diversidade de espécies vegetais e de fitofisionomias peculiares do ambiente local.

A respeito das Matas de Galeria, o EIA/RIMA destaca os córregos Urubu, Jerivá, Palha e Taquari por possuírem pequena dimensão (extensão e largura) com nascentes nas áreas de estudo. Reafirma a importância hidrológica da região por abrigar cabeceiras de cursos d'água superficiais, perenes e intermitentes que abastecem diretamente o Lago Paranoá, com exceção do córrego Urubu, o qual deságua no Ribeirão Torto (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012 p. 160). O documento chama a atenção para a importância da vegetação marginal aos córregos citados que, em geral, encontra-se bastante antropizadas, observando-se a substituição da vegetação nativa por árvores exóticas, pastagem e pela ocorrência da colonização de espécies gramíneas.

Nos trechos dos córregos Urubu, Jerivá, Palha e Taquari o acesso é dificultado pelo relevo acidentado, encontram-se fragmentos de vegetação nativa, em especial Matas de Galeria com dossel contínuo apresentando espécimes de até 25 metros de altura com solo coberto por matéria orgânica. Nas margens desses córregos foram registrados trechos onde a vegetação natural é composta por espécies típicas de Cerrado Sentido Restrito. Isso se deve à topografia do terreno (declivoso), às classes de solo, porte dos cursos d'água, disponibilidade hídrica e nutricional, entre outros fatores que atuam de forma combinada (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 161).

O EIA/RIMA destaca o Parque Ecológico Taquari e de Uso Múltiplo Morro do Careca como áreas prioritárias de criação de Unidades de Conservação, ambos sob

a gestão do GDF e legalmente considerados como unidade de conservação de uso sustentável, não sendo permitida a existência de habitações (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 191). Também a Área de Proteção de Manancial – APM do Taquari.

O estudo do EIA-RIMA constata que a declividade do terreno natural é característica relevante na drenagem urbana pois a água procura o sentido da maior declividade, ou seja, perpendicular às curvas de nível. A declividade de uma bacia controla a velocidade com que acontece o escoamento superficial.

A declividade constitui um dos fatores de maior influência nos processos ligados às condições de risco, a partir da associação com outros elementos do meio físico, às condições de susceptibilidade, isto é, a dinamização de processos que estão ligados a fragilidades de ordem erosiva (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 120). A inclinação e o comprimento do declive intervêm diretamente na velocidade de escoamento com seus impactos ao meio ambiente em decorrência do material arrastado para os corpos d'água. Quanto maior a declividade maior a velocidade de escoamento e maior o volume de partículas que têm menos tempo de infiltrar-se.

A Área Rural Remanescente do Taquari Etapa 1 apresenta variações grandes de declividades, que se intercalam com áreas planas e áreas escarpadas (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 121). Áreas com grandes variações de declividade ocorrem nos vales próximos aos córregos Urubu e Jerivá (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 122), região objeto da presente pesquisa. No entanto, a declividade não é homogênea, havendo pontos críticos de mudança brusca de declividade seguidos de trechos esparsos com declividades bastante íngremes.

A encosta que faz a transição para o vale do córrego Jerivá é mais íngreme do que a observada no córrego Urubu, com declividade média em torno de 35% (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 122). O EIA RIMA chama a atenção para a importância de se levar em consideração a questão da declividade para evitar danos ao meio físico. A região do SHTQ é uma encosta, fator negativo para a implantação de parcelamento urbano, requer padrões de design diferenciados com atenção ao manejo das águas da chuva, uma vez que, em terraços muito inclinados, a água da chuva pode prejudicar o solo, principalmente se estiver desprotegido.

A respeito do levantamento florístico, O EIA/RIMA aponta flora arbórea identificada nas margens do córrego Jerivá, com 65 espécies pertencentes a 50 gêneros de 40 famílias botânicas típicas de ambientes florestais (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 176). Por sua vez o córrego Urubu apresenta maiores quantidades de trechos antropizados, desmatados, observando-se a presença de espécies exóticas ao Cerrado em substituição à flora nativa, além de gramíneas como o capim colonião e a braquiária. Ressalta-se que a manutenção da vegetação existente é estratégia fundamental da regulação da quantidade e qualidade das águas urbanas.

A respeito da drenagem urbana o EIA/RIMA (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012) recomenda como adoção de medidas de proteção ao meio ambiente e a adoção de um projeto urbanístico que favoreça a retenção e infiltração das águas pluviais, com maximização das áreas verdes, tanto as de uso comum quanto as individuais (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 246). Neste sentido, o WSUD aponta que o desenho urbano como um todo deve fazer uso de áreas arborizadas que forneçam o filtro necessário para a limpeza da água e diminuição da velocidade de escoamento (ANDRADE, 2014). O WSUD aponta que o desenho urbano deve privilegiar estratégias para as áreas locais que contribuam para a proteção do meio ambiente e a drenagem das águas urbanas desde os primeiros traços de projeto.

4.3.5 Condicionantes Ambientais de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – A APA do Lago Paranoá

A APA é uma categoria de unidade de conservação da natureza pertencente ao grupo uso sustentável, que permite o uso direto de parte de recursos naturais desde que fundamentado em bases sustentáveis. Tem como objetivos básicos proteger a biodiversidade, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade no uso de seus recursos naturais. (GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2012, p. 191). A APA do Lago Paranoá, criada pelo Decreto 12.055, de 14 de dezembro de 1989, com zoneamento ambiental aprovado pelo Decreto 33.537/2012, tem como objetivos (Art. 3º):

- I - garantir a preservação do ecossistema natural ainda existente na bacia, com os seus recursos bióticos, hídricos, edáficos e aspectos paisagísticos;

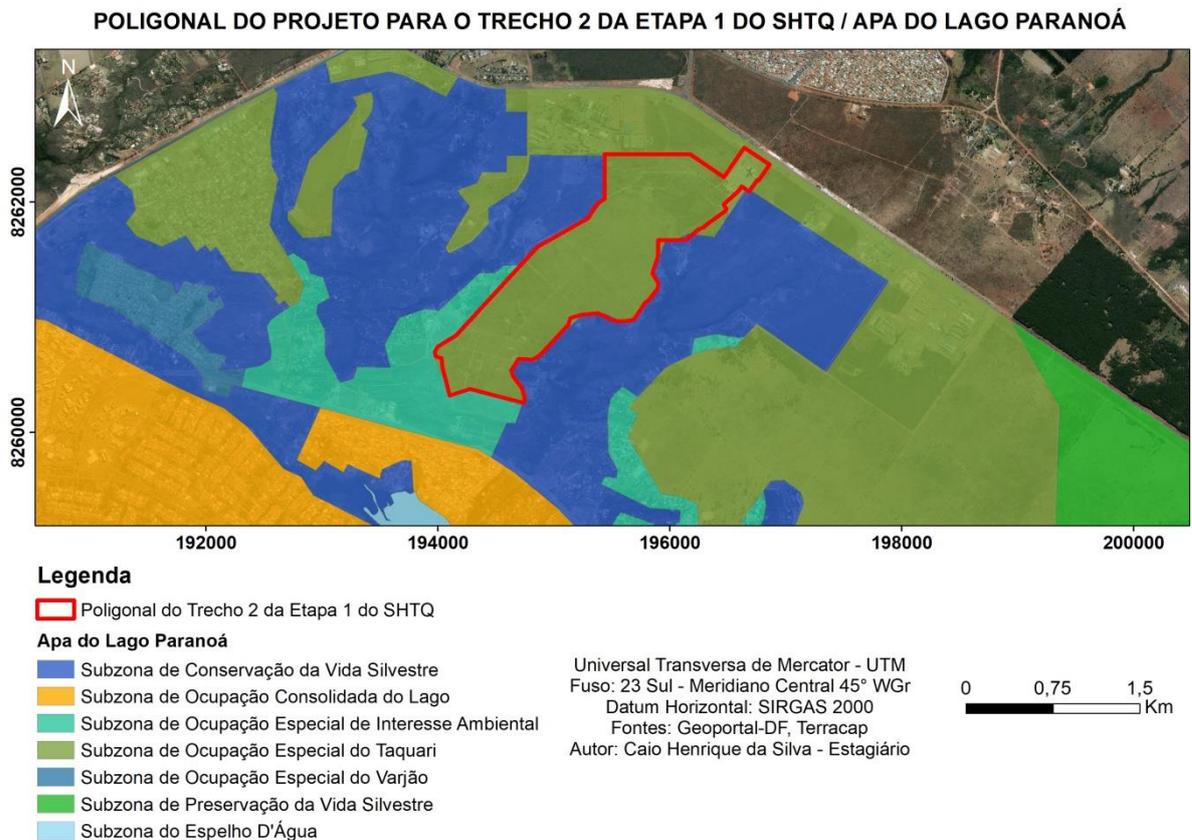
- II - propiciar a preservação de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção ali existentes;
- III - manejar a recuperação da vegetação às margens dos diversos córregos que contribuem para o Lago Paranoá;
- IV - promover a proteção e recuperação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos existentes na bacia, contribuindo para a redução do assoreamento e poluição do Lago Paranoá;
- V - assegurar a proteção dos ninhais de aves aquáticas e outros locais de pouso;
- VI - desenvolver programas de educação ambiental e atividades de pesquisa sobre os ecossistemas locais;
- VII - favorecer condições para recreação e lazer em contato com a natureza.

.O Art. 8º do Decreto 12.055/89 prevê a proibição de atividades de desmatamento, terraplanagem, mineração, dragagem e escavação que venham a causar danos ou degradação ao meio ambiente e/ou perigo para as pessoas ou para a biota. Também a proibição de atividades capazes de provocar a acelerada erosão de terras ou acentuado assoreamento das coleções hídricas.

Ainda no Art. 8º do Decreto 12.055/89 vê-se que são proibidas a implantação e/ou funcionamento de quaisquer atividades industriais. Porém o Plano de Manejo indica ocupações com usos residencial, uni e multifamiliar, institucional, comercial e industrial não poluente. O uso industrial constitui uma das críticas da comunidade à permissão de uso no local, uma vez que, mesmo quando não poluentes diretos, as atividades industriais tornam-se poluentes de forma difusa ao produzirem trânsito de máquinas e veículos pesados.

O Plano de Manejo da APA do Paranoá indica que a região do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ ocupa a Zona de Ocupação Especial do Taquari, Figura 60. Composta pela região ao Norte da APA, na Região Administrativa do Lago Norte, entre o Trecho 1, inclusive, e a Área de Proteção de Manancial do Taquari, exclusive (DISTRITO FEDERAL, 2011).

Figura 60 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 na APA do Lago Paranoá.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em DISTRITO FEDERAL (2016) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

A supressão de espécimes da vegetação nativa são proibidas, bem como serviços de terraplanagem, aterro, dragagem e escavação, exceto mediante licença. As ocupações urbanas dentro da Bacia do Lago Paranoá deverão ter estudos que preferencialmente indiquem soluções para a exportação do esgoto para fora dos limites da APA do Lago Paranoá, controle da drenagem superficial e esgoto, evitando contribuição e carreamento de sedimentos e poluentes para o Lago Paranoá.

A ocupação urbana em área da APA do Lago Paranoá deve observar atividades e empreendimentos que favoreçam a recarga natural e artificial de aquíferos. Todas as APP são áreas prioritárias de recuperação ambiental da APA do Lago Paranoá, com atenção especial para os córregos e nascentes existentes na região interna e do entorno da poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (DISTRITO FEDERAL, 2011).

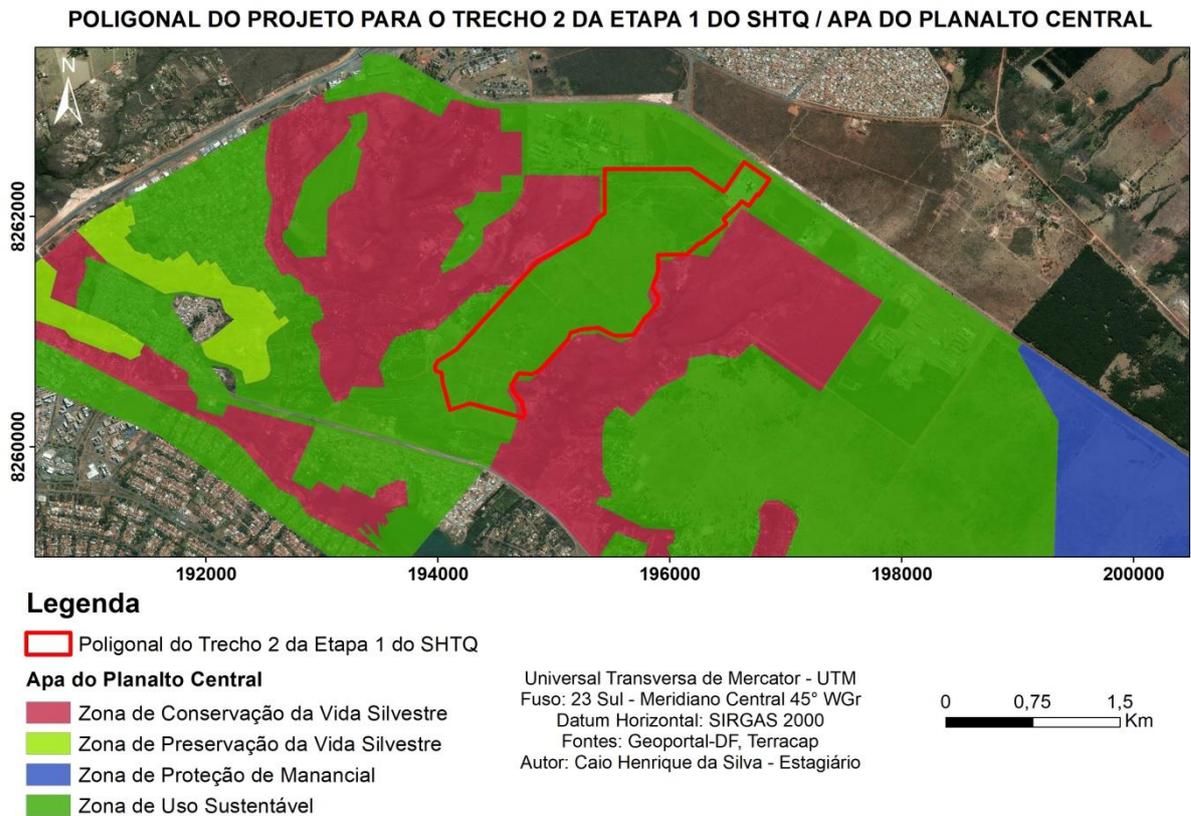
4.3.6 Condicionantes Ambientais de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – APA Do Planalto Central

A APA do Planalto Central, criada pelo Decreto de 10 de janeiro de 2002, tem como objetivo proteger os mananciais, regular o uso dos recursos hídricos e o parcelamento do solo, garantir o uso racional dos recursos naturais e proteger o patrimônio ambiental e cultural da região. Está inserida em território de relevante interesse nacional e regional que abriga a capital federal e nascentes de muitos cursos d'água, formadores das bacias hidrográficas do São Francisco, Araguaia-Tocantins e Paraná. Contempla diversos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos do DF e diferentes fitofisionomias do Bioma Cerrado, abrangendo as bacias hidrográficas o Lago Paranoá, Maranhão, Samambaia, Descoberto, São Bartolomeu, Rio Preto e Alagado/Ponte Alta (DISTRITO FEDERAL, 2015, p.4).

A APA do Planalto Central tem o relevante papel de controlar o processo de ocupação desordenada em Brasília, muitas vezes patrocinada pelo próprio executivo local, com finalidades político-eleitorais (DISTRITO FEDERAL, 2015, p. 5). Seu Conselho Consultivo tem papel fundamental na reflexão e no equacionamento dos conflitos socioambientais e no fortalecimento do processo democrático na região.

O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, na APA do Planalto Central, está localizado na Zona de Uso Sustentável, Figura 61.

Figura 61 – A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ na APA do Planalto Central.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em DISTRITO FEDERAL (2016) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

As condicionantes da APA do Planalto Central (DISTRITO FEDERAL, 2015):

- Suas áreas de cerrado, incluindo o Cerrado “*Strictu Sensu*”, são fundamentais para a conservação dos ecossistemas;
- Tem papel de viabilizar corredores ecológicos entre as áreas da Reserva da Biosfera do Cerrado, tais como o Parque Nacional de Brasília, a Estação Ecológica de Águas Emendadas e a APA das Bacias do Gama e Cabeça de Veado;
- As consequências ambientais da distribuição pluviométrica na APA são refletidas na grande amplitude de umidade relativa do ar, na vegetação arbustiva (verde no verão e dormente/seca no inverno), contribuindo para alto risco de incêndios florestais no período seco e alto risco de erosão do solo (caso exposto) durante o verão chuvoso;

- O aumento da temperatura pelo desmatamento das regiões dos cerrados pode provocar elevação nas taxas de evaporação e conseqüente menor disponibilidade hídrica para recarga natural dos aquíferos;
- Os condicionantes para definição de áreas com aptidão agrícola ou áreas com potenciais de incêndios e queimadas serão principalmente obtidos com a integração dos aspectos do uso da terra, da classe de solo e da compartimentação geológica/geomorfológica, e não simplesmente às variáveis associadas à meteorologia.

4.3.7 Condicionantes Ambientais de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ – Áreas de Proteção Permanente - APP

Áreas de Proteção Permanente – APP, são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL, 2012). Constitui mecanismo legal para proteção de áreas ambientalmente sensíveis como as margens de rios. Sem proteção às fontes de água doce, a estabilidade da sociedade e do meio ambiente correm perigo.

As APPs carregam o princípio da intangibilidade, referente à proibição de qualquer forma de uso e ocupação. Forma-se um paradoxo: por um lado, o dispositivo legal que impede a ocupação formal das margens dos corpos d'água no Brasil, visando à preservação das suas funções ambientais. Por outro, as múltiplas funções urbanas e o efeito de atração que os corpos d'água exercem sobre as pessoas (HOLANDA, 2012, p. 68). Tal proibição choca-se com a atração que exercem sobre o mercado por sua frequente e atrativa beleza. Assim é que, não obstante a obrigatoriedade da manutenção das faixas de preservação, estes espaços vem sendo sistematicamente desrespeitados por ocupações irregulares e até mesmo por projetos da Administração Pública, muitas vezes localizados exatamente sobre áreas ambientalmente sensíveis.

A ausência de critérios de uso e ocupação dessas áreas ambientalmente sensíveis acarreta sérios impactos ao meio ambiente ao alterar a dinâmica dos fluxos da água, provocando desequilíbrios diversos, como a intensificação de processos erosivos, inundação das margens, assoreamento do leito e morte de

nascentes. A instalação do Trecho 1 da Etapa 1 setor Taquari 1 soterrou várias nascentes e vem provocando a seca de outras. A probabilidade de outros córregos e do Lago Paranoá serem afetados é grande (ANDRADE et al., 2018). Assim como a implantação do Trecho 1 da Etapa 1 do SHTQ provocou impactos em várias nascentes, o empreendimento projetado para o Trecho 2 da mesma etapa pode estar ocupando áreas que comprometam nascentes.

Conforme demonstrado por estudos e pesquisas, é essencial propiciar uma boa infiltração das precipitações pluviométricas no subsolo, pois é essa água infiltrada durante a estação chuvosa que vai garantir a manutenção do fluxo-base das fontes e a vazão dos cursos d'água durante a estação seca (BRASIL, 2015). Para que tal infiltração seja garantida é preciso preservar a cobertura vegetal nas áreas de recarga e APP. Caso contrário, o excesso de escoamento superficial, além de não recompor as reservas subterrâneas, provoca prejuízo hídrico duplo: erosão das vertentes e das margens de rios e assoreamento dos vales seguidos de alagamentos, durante a estação chuvosa, e secamento de fontes e redução excessiva das vazões superficiais durante a época de estiagem.

As zonas ripárias, que constituem os ecossistemas próprios das áreas às margens de corpos d'água são as áreas mais dinâmicas da bacia hidrográfica, em termos hidrogeológicos e ecológicos, desempenhando funções ambientais essenciais (HOLANDA, 2012, p. 67). A existência de um elevado número de nascentes na região da Serrinha do Paranoá é fator sempre presente nas discussões em Audiências Públicas e Seminários, Figuras 62 e 63.

Figura 62 – O Projeto Águas no mapeamento das nascentes do SHTQ.

Figura 63 – O Projeto Águas no mapeamento das nascentes do SHTQ.



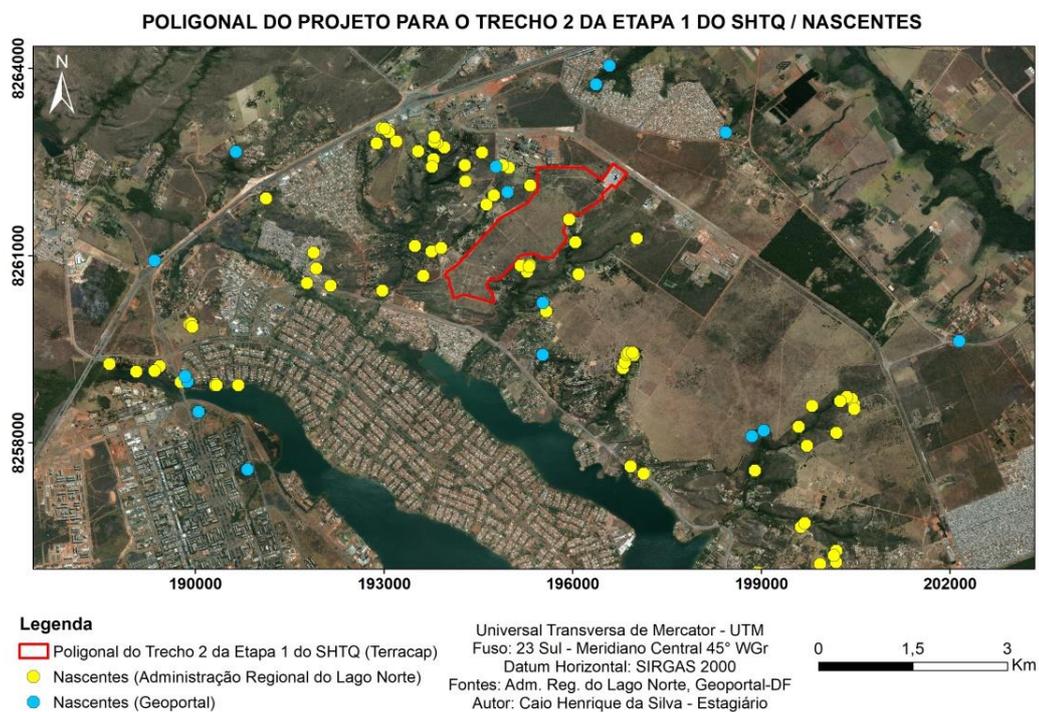
Fonte: Projeto Águas (CAVALCANTI, 2016).

Discute-se a quantidade de nascentes e se o projeto da Administração Pública vai interferir ou não nas nascentes efetivamente existentes, uma vez que

existe uma divergência entre o número de nascentes indicadas pelo GDF através do GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c) e a quantidade mapeada pela comunidade.

A indicação da cor amarela no mapa da Figura 64 representa as nascentes mapeadas pela comunidade com coordenadas fornecidas pela Administração Regional do Lago Norte. Em azul aquelas indicadas no GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

Figura 64 – Nascentes no Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.



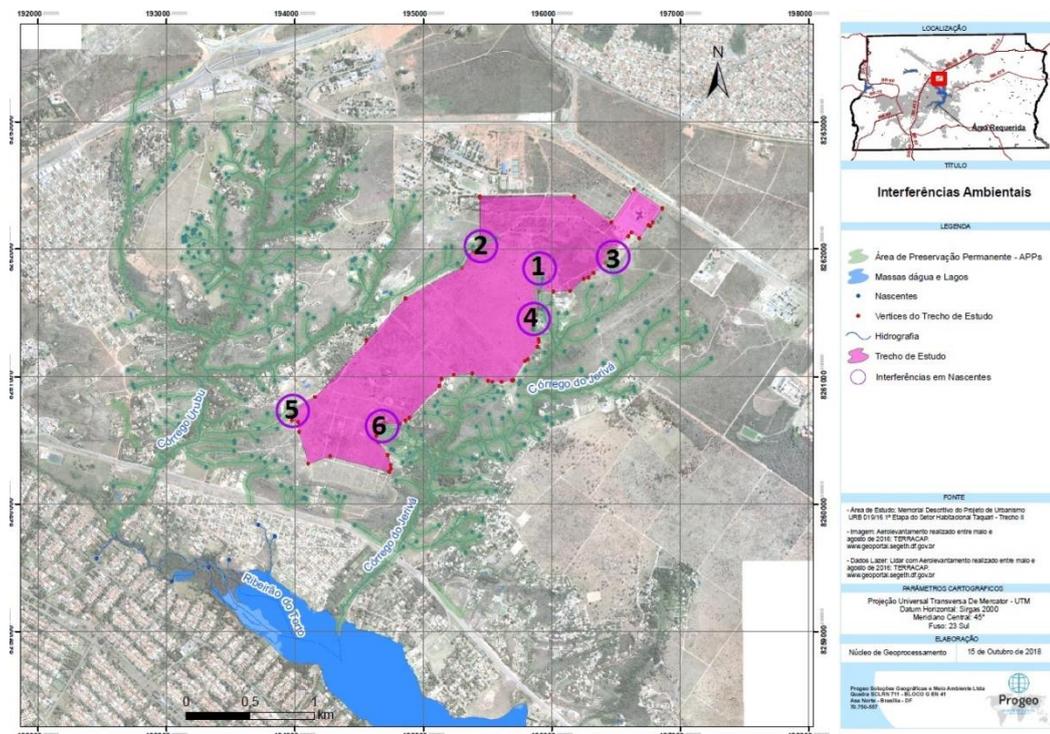
Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c) e Administração Regional do Lago Norte (2018).

A quantidade de nascentes mapeadas pela comunidade é bem maior do que aquelas constantes no GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c). São 97 nascentes mapeadas pela comunidade cujas coordenadas foram fornecidas pela Administração Regional do Lago Norte e 17 nascentes mapeadas pelo GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c). A atividade de mapeamento de nascentes pela comunidade proporcionou um sentimento de pertencimento entre os moradores e uma visão da água como bem comum de todos, na busca da preservação da paisagem e da qualidade das águas do Lago Paranoá.

O elevado número de nascentes é fator de extrema relevância para a determinação da sensibilidade ambiental da região da Serrinha do Paranoá, marcando a necessidade de cuidados especiais de desenho urbano sensível à água em suas ocupações urbanas, caso elas efetivamente ocorram.

Assim, a Figura 65 mostra a sobreposição da poligonal de projeto do Trecho 2 Etapa 1, SHTQ, com o mapa de Áreas de APP do GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c), em SIRGAS 2000.

Figura 65 – Poligonal de projeto para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Áreas de Preservação Permanente do DF.



Fonte: A Autora (2018), com PROGEO (2018).

A PROGEO forneceu os seguintes elementos de fontes dados para a elaboração do mapa da Figura 65:

- Fotos Aéreas de 2016, Escala 1:500, com pixel de 10 cm e precisão de 15 cm;
- Nuvem de pontos LIDAR com precisão altimétrica de 15 cm;
- Cartas Topográficas do DSG para localização dos nomes dos Rios;
- A poligonal da área de Estudo foi elaborada a partir da vetorização dos pontos da MDE SHTQ_MDE_019_16 - Etapa 1 do Setor Habitacional taquari - Trecho II;

- Extração da drenagem por meio de mapeamento tridimensional, utilizando para isso as nuvens de pontos com Modelagem de Drenagem em ambiente SIG.
- Os dados apresentados pelo LIDAR foram convertidos em um Modelo Numérico do Terreno - MDT e realizado a extração do Fluxo de Drenagem.
- O Fluxo foi gerado partindo-se sempre da maior cota altimétrica até a sua Foz.
- Hidrografia com Padrão de Precisão Cartográfica - PEC, nível "A".

A análise da Figura 65 aponta para a existência de 6 pontos de interferência da poligonal de projeto do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com as Áreas de Preservação Permanente dos córregos Jerivá e Urubu. O ponto 1 possui calha bem visível, as Figuras 66 a 68 mostram imagens do levantamento em campo para o ponto 1 com drone Spark.

Figura 66 – Ponto 1 de interferência da Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 com as APP.

Figura 67 – Ponto 1 de interferência da Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 com as APP.

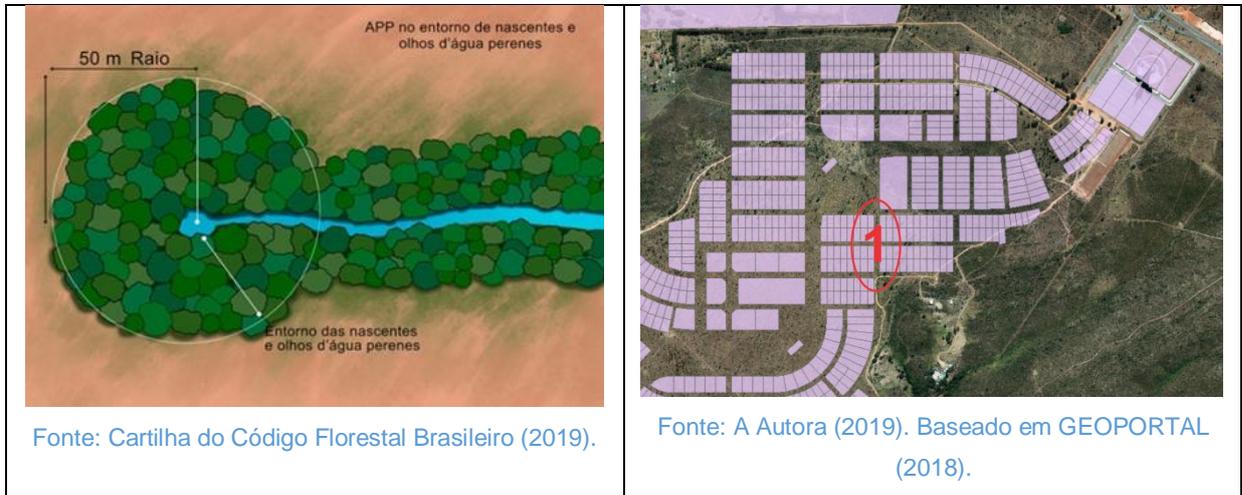
Figura 68 – Ponto 1 de interferência da Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 com as APP .



A análise das Figuras 66 a 68 mostra área de calha de acesso a nascente (ponto 1), que, de acordo com o Código Florestal, Lei 12.651/2012, deve ter faixa de proteção, Figura 69. O Código Florestal prevê a proteção das áreas que circundam as nascentes com a intenção de resguardar a qualidade da água e o bem estar das populações e ecossistemas. No entanto, a consulta ao GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c), Figura 70, mostra que o projeto da TERRACAP considera ocupação nesta área.

Figura 69 – Áreas de APP no entorno de Nascentes.

Figura 70 – Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 com o Projeto da TERRACAP sobre o ponto 1 de interferência com APP.



Nas Figuras 71 a 73, imagens do citado ponto 1 de interferência ambiental no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ em levantamento de campo sem drone. É possível visualizar águas escoando no interior da calha que leva à nascente, mesmo em época não chuvosa, o levantamento foi feito no mês de julho de 2019.

Figura 71 – Ponto 1 de interferência ambiental com APP no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (1).

Figura 72 – Ponto 1 de interferência ambiental com APP no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (2).

Figura 73 – Ponto 1 de interferência ambiental com APP no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (3).



Os demais pontos constantes do mapa da Figura 65 possuem ocupação antrópica, não sendo visíveis as nascentes e suas calhas. Vários fatores contribuem

para o desrespeito às regras relativas às APPS. Um deles é a inadequação dos modelos de gestão urbana: de forma geral, a Administração Pública, com graves deficiências em termos de recursos humanos e financeiros, não está capacitada para a adequada gestão ambiental urbana e o controle sobre ocupações em áreas ambientalmente sensíveis (MELLO, 2018, p. 34). A inobservância das especificidades do ambiente urbano com seus corpos d'água acaba por não garantir as condições mínimas de proteção dos recursos ambientais.

A Resolução CONAMA 369/2006 prevê alternativas de utilização sustentável das APP, o que se traduz num atenuante ao princípio de intangibilidade, configurando um marco importante para a gestão ambiental urbana brasileira (HOLANDA, 2012, p. 68). A renaturalização de corpos d'água é um conceito que objetiva retornar a região ao balanço hídrico pré-desenvolvimento com aumento do tempo de concentração e diminuição do pico de vazão em APPs determinadas pelo Código Florestal (GUTIERREZ; RAMOS, 2019). O retorno à situação pré-desenvolvimento diz respeito ao controle e gerenciamento dos impactos dos projetos urbanísticos no desempenho final da rede de infraestrutura nas águas urbanas.

4.3.8 Condicionantes Ambientais de Expansão do Território e Drenagem para o SHTQ - ZEE

O Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE é um instrumento técnico e político, previsto na Política Nacional do Meio Ambiente e na Lei Orgânica do Distrito Federal. O objetivo do ZEE é o fornecimento de subsídios às políticas públicas, no sentido de otimizar o espaço público e promover o desenvolvimento sustentável, a partir do conhecimento das potencialidades e vulnerabilidades socioambientais do território.

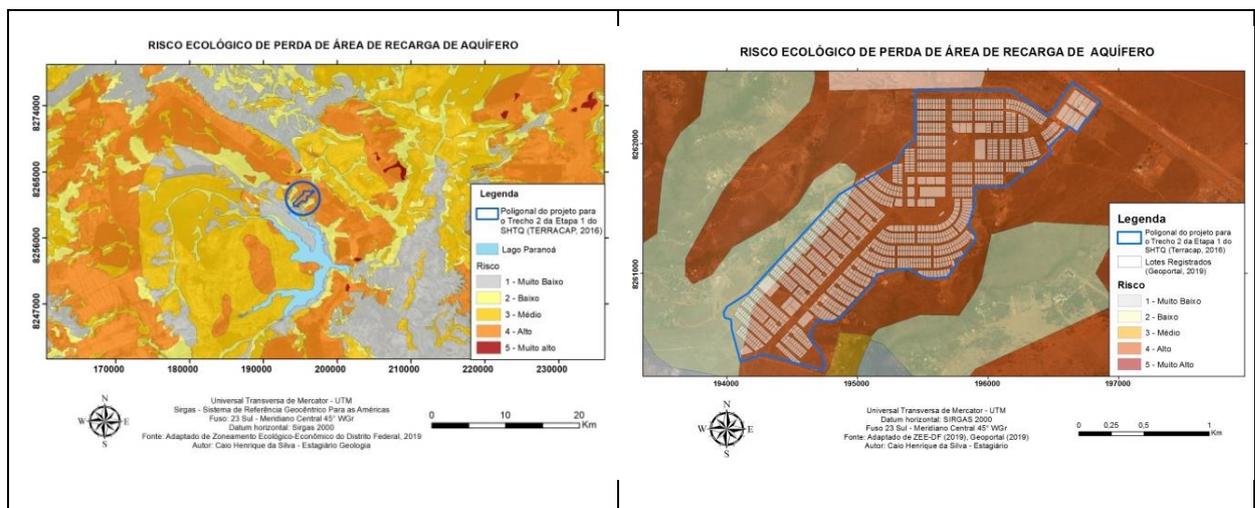
A análise da região da Serrinha do Paranoá com relação ao ZEE carrega foco prioritário nos riscos ecológicos, com as ameaças de comprometimento da quantidade e qualidade das águas do Lago Paranoá.

Na Figura 74, a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Risco Ecológico de Perda de Recarga de Aquíferos, em SIRGAS 2000. Na Figura 75, a poligonal com os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Risco Ecológico de Perda de Recarga de Aquíferos do ZEE, em SIRGAS 2000. A análise da sobreposição de mapas aponta que Brasília ocupa um território

que tem riscos relativos ao estoque de água a partir da existência de um anel com alto risco de perda de área de recarga de aquíferos. O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ ocupa esse anel de recarga com risco alto de perda de áreas de recarga de aquíferos. A partir da característica de risco alto de perda de área de recarga, observa-se que a preservação desse anel é prioritário.

Figura 74 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 sobreposta ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Área de Recarga de Aquífero.

Figura 75 – Os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 sobreposta ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Área de Recarga de Aquífero.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique Silva. Baseado em ZEE (2019) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

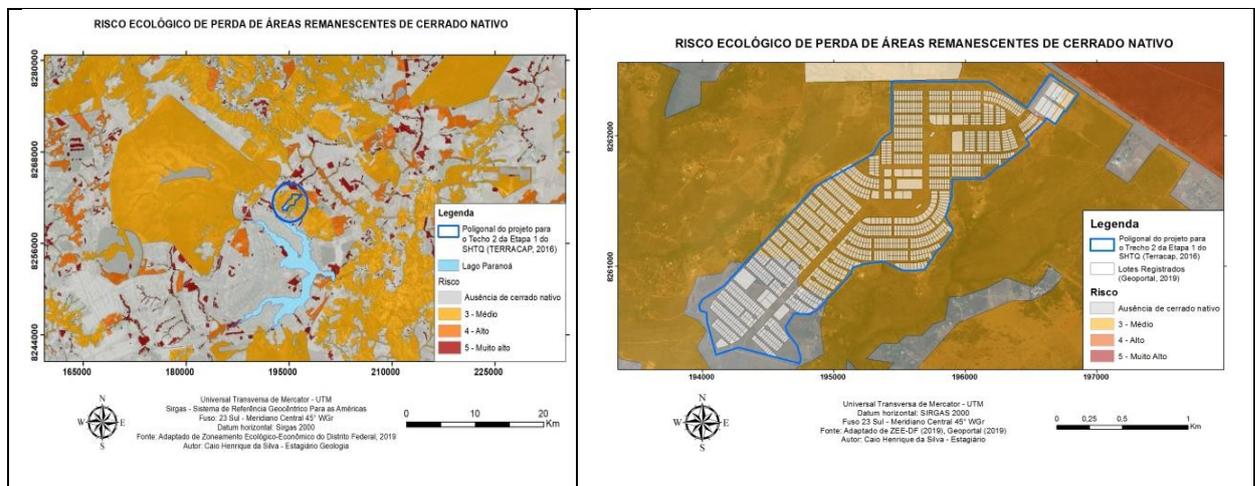
A sobreposição do projeto urbanístico da TERRACAP ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Área de Recarga de Aquíferos aponta alta sensibilidade erosiva, sugerindo a necessidade de empreendimentos que assegurem soluções que levem em conta a capacidade de suporte ecológico e das condições adequadas de permeabilidade.

Na Figura 76, a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o Mapa de Risco Ecológico de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo do ZEE, em SIRGAS 2000. Na Figura 77, a poligonal com os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (GEOPORTAL; DISTRITO FEDERAL, 2017c) sobre o Mapa de Risco Ecológico de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo do ZEE, em SIRGAS 2000. A análise aponta que Brasília configura região com Risco Ecológico de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo. Caso estas regiões sejam ocupadas sem os devidos cuidados de preservação da vegetação nativa, pode haver um comprometimento da infiltração das águas no solo com consequentes

eventos de erosão. Caso se opte pela ocupação, que seja feita com padrões que dialoguem com a capacidade de suporte do território e com os fluxos das águas urbanas, evitando o aumento da vazão de máxima de lançamento, e, conseqüentemente, a contaminação do subsolo e do aquífero, fatores que podem diminuir a disponibilidade hídrica pela perda de área de recarga.

Figura 76 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobreposta ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo.

Figura 77 – Os Lotes Registrado do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobrepostos ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em ZEE (2019) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

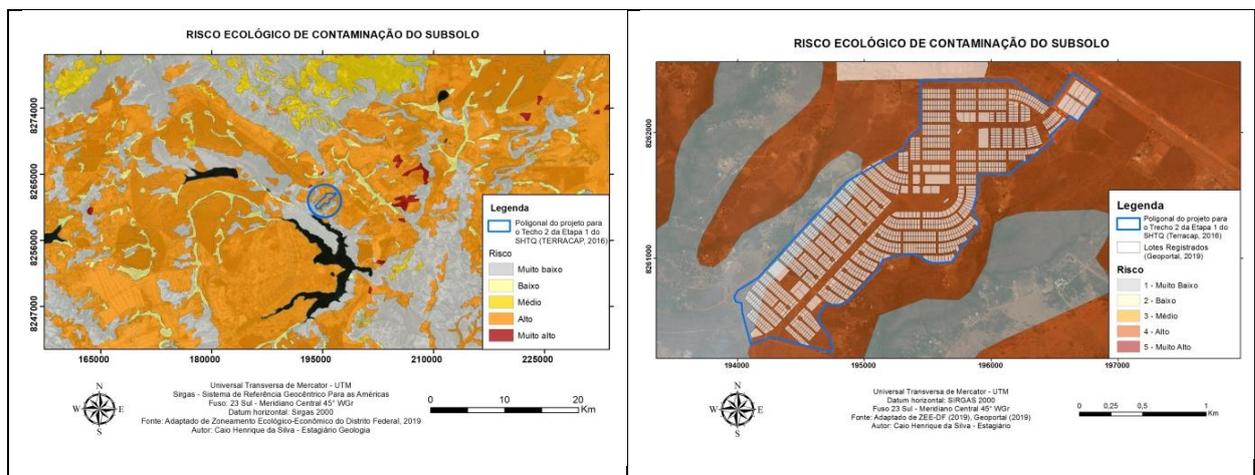
O Trecho 2 da Etapa 1 localiza-se em uma dessas regiões com risco de perda de áreas remanescentes de cerrado nativo, Figura 77. A indicação de médio risco para a maior parte da poligonal indica a necessidade de que seja ocupada com padrões de urbanismo com cooperação com a natureza, sem retirada predatória da vegetação existente e altas taxas de impermeabilização do solo. Requer cuidados tais como a reserva de áreas para corredores ecológicos, os quais não são identificados no projeto urbanístico da TERRACAP.

Na Figura 78, a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 sobre o mapa de Risco Ecológico de Contaminação do Subsolo do ZEE, em SIRGAS 2000. Na Figura 79, a poligonal com os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ (GEOPORTAL; DISTRITO FEDERAL, 2017c) sobre o mapa de Risco Ecológico de Contaminação do Subsolo do ZEE, em SIRGAS 2000. A análise das mostra que Brasília ocupa um território com alto Risco Ecológico de Contaminação do Subsolo. O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ ocupa uma destas áreas, Figura 79.

Caso a ocupação seja feita sem levar em consideração a sensibilidade ambiental da região, pode haver contaminação do subsolo com todas as consequências para a saúde dos seres que ali habitam. Também o risco de contaminação das áreas do Lago Paranoá, já que é abastecido por essas águas.

Figura 78 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Risco Ecológico de Contaminação do Subsolo.

Figura 79 – Os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Risco Ecológico de Contaminação do Subsolo.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em ZEE (2019) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

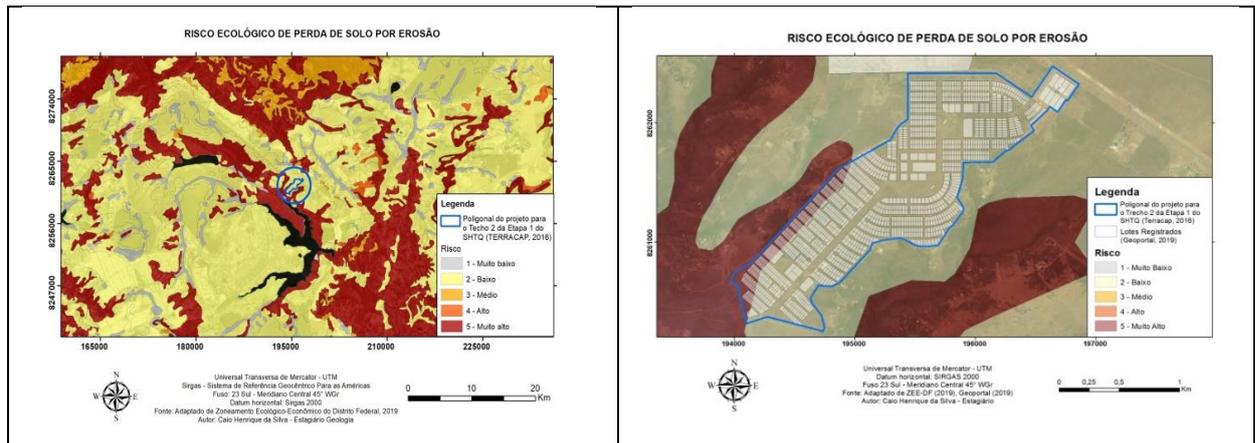
A análise das Figuras 78 e 79 evidencia que o projeto urbanístico para o Trecho 2 da Etapa 1 tem a maior parte de sua área em região de alto risco de contaminação dos solos, o que demonstra forte indício para a inviabilização do empreendimento (DISTRITO FEDERAL, 2018b). A análise demonstra cenário crítico de impactos para as águas urbanas na região da Serrinha do Paranoá e da escala metropolitana do Distrito Federal.

Na Figura 80, a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobreposta ao Mapa de Risco Ecológico de Perda de Solo por Erosão, em SIRGAS 2000. Na Figura 81, a poligonal com os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c) sobreposta ao Mapa de Risco Ecológico de Perda de Solo por Erosão do ZEE, em SIRGAS 2000. A análise indica a sensibilidade de todo o território brasileiro ao risco de perda de solo por erosão. Na Figura 81 a indicação de que o Trecho 2 da Etapa 1 ocupa área com este risco, baixo no interior da poligonal, alto no seu entorno, sendo que risco alto de Perda de

Solo por Erosão invade a poligonal de projeto nos lotes à esquerda, daí a recomendação da não ocupação desta área.

Figura 80 – A poligonal de projeto do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobreposta ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Solo por Erosão.

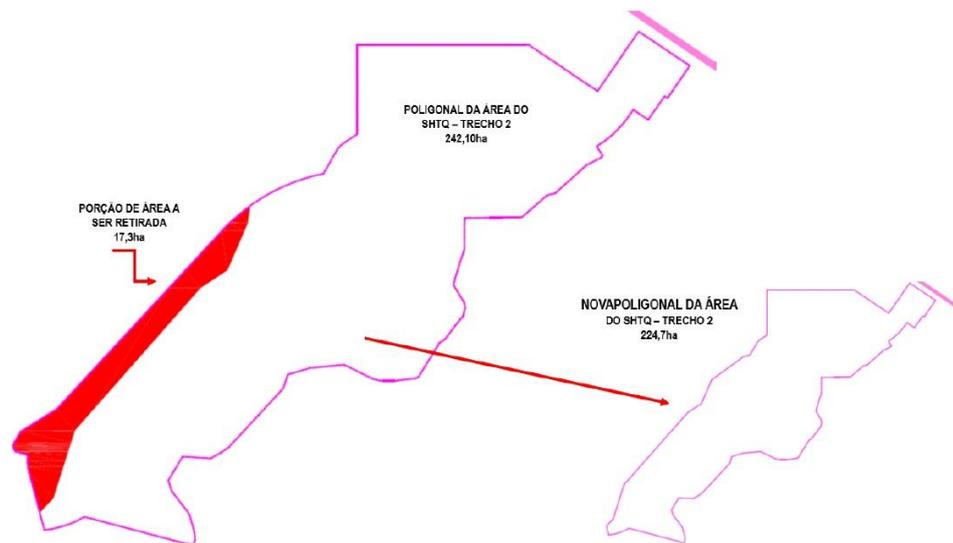
Figura 81 – Os Lotes Registrados do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobrepostos ao mapa de Risco Ecológico de Perda de Solo por Erosão.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Caio Henrique da Silva. Baseado em ZEE (2019) e GEOPORTAL (DISTRITO FEDERAL, 2017c).

Assim é que o projeto “Brasília Sensível à Água” do grupo “Água e Ambiente Construído” salienta a necessidade de que a poligonal apresentada pela TERRACAP sofra supressão de lotes no local em que apresenta risco alto de perda de solo por erosão, Figura 82.

Figura 82 – A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com retirada de lotes por interferência com risco alto de perda de solo por erosão.



Fonte: “Brasília Sensível à Água” apud DISTRITO FEDERAL (2018).

A desconstituição dos lotes indicados em vermelho na Figura 82 aponta para a questão da recarga dos aquíferos ao permitir uma parcela do solo natural entre as fronteiras da APP do córrego Urubu com a poligonal de projeto, como forma de evitar a erosão do solo por saturação hídrica e conseqüentemente agregar maior exposição de solo natural para recarga.

O Trecho 2 da Etapa 1 ocupa região que tem impacto direto sobre a quantidade e a qualidade da água no Lago Paranoá, assim a preocupação diz respeito ao tipo de projeto de urbanismo que se propõe em relação aos riscos ecológicos existentes. As soluções propostas precisam observar as graves externalidades negativas que podem ser associadas aos recursos hídricos caso se opte por um padrão de ocupação que não dialogue com o ciclo da água.

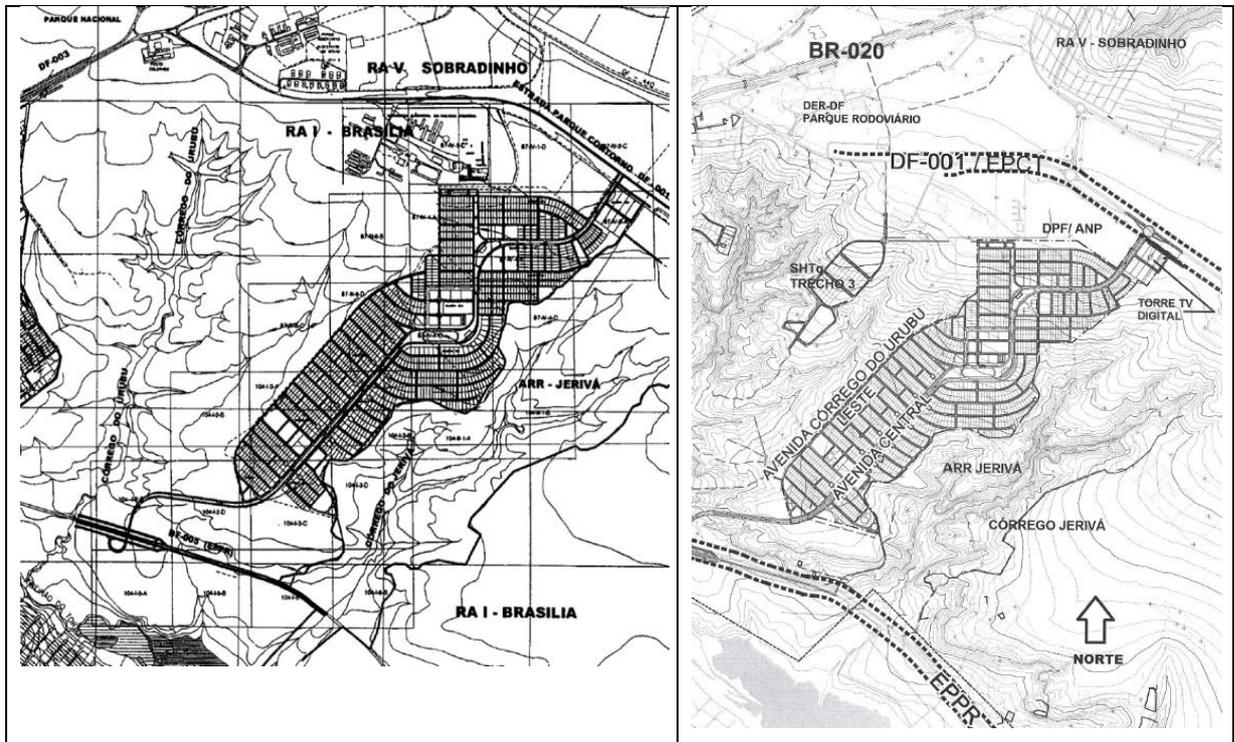
4.4 PROJETOS DE URBANISMO E DRENAGEM PARA O TRECHO 2 DA ETAPA 1 DO SHTQ ELABORADOS PELA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

4.4.1 Projeto de urbanismo da TERRACAP

O projeto de urbanismo do Setor Habitacional Taquari Trecho 2 foi originalmente aprovado pela URB/MDE 111/99, e posteriormente atualizado com o MDE 019/2016. A área do projeto está delimitada pela Estrada Parque Contorno – EPCT / DF-001 ao norte e por áreas rurais ao leste, oeste e sul. Apresenta acesso direto pelas rodovias EPCT/ DF-001 e EPPR/ DF-005, sendo que a primeira liga à BR-020 diretamente e a segunda indiretamente. Nas Figuras 83 e 84 o projeto urbanístico conforme consta nos MDE 111/99 e MDE 019/2016:

Figura 83 – Projeto Urbanístico Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ.

Figura 84 – Projeto Urbanístico Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ.



Fonte: TERRACAP, MDE 111/1999 (DISTRITO FEDERAL, 1999) e MDE 019/2016 (DISTRITO FEDERAL, 2016).

Os equipamentos de uso coletivo concentram-se em duas áreas junto à Avenida Central, estrategicamente localizados no empreendimento, e deverão estar voltados para o atendimento local da população residente do Trecho 2, bem como para o restante da população do SHTQ, sobretudo no que se refere aos equipamentos de maior abrangência, como o Centro de Saúde e a Escola de 2º Grau. (MDE 111/99; DISTRITO FEDERAL, 1999).

O comércio local, concebido como centros comerciais, localiza-se na parte central do loteamento, adjacente à Avenida Central e acessado pelas vias coletoras. O comércio especializado, localizado na quadra adjacente a DF-001 caracteriza-se como suporte às atividades que se utilizam da rodovia como principal meio para o seu desenvolvimento (MDE 111/99; DISTRITO FEDERAL, 1999).

O projeto da TERRACAP tem as seguintes características, Quadro 4-2:

Quadro 4-2 – Características do Projeto da TERRACAP para o SHTQ Trecho 2 Etapa 1.

Características do projeto da TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ			
	Unidades	Áreas	Áreas (%)
Área da Poligonal (ha)		223,25	100
Área da Poligonal (m ²)		2.232.575,58	100
Unidades Imobiliárias	1.412		
Lotes Residenciais Unifamiliares	1.381	1.212.360,64	54,30
Lotes de Comércio e Serviços	19	100.669,25	4,51
Lotes para Adm Geral, Escola, Segurança Pública	3	24.740,36	1,11
Lotes para Equipamentos de Uso Coletivo/Institucionais	9	54.014,05	2,42
Sistema de Circulação (m ²)		321.650,52	14,41
Espaços Livres de Uso Público (m ²)		519.140,76	23,25
Área Pública, Lei 6.766/79 (m ²)		865.531,64	38,77
População Final Prevista	5.792		
Densidade Final Prevista	25,94		

Fonte: A Autora, adaptado de TERRACAP (DISTRITO FEDERAL, 1999).

Com a expansão urbana, as zonas rurais estão sendo ocupadas a uma velocidade alarmante. Habitats de vida selvagem importantíssimos são perdidos diariamente (KEELER et al., 2010, p. 214). Ocupando uma área originalmente rural que abriga Áreas de Preservação Ambiental e de mananciais, ocupada por chácaras, a versão original do projeto elaborado pela Administração Pública tem poligonal com área de 223,25 ha (DISTRITO FEDERAL, 1994; MDE 111/94).

Porém o Diretor Técnico da TERRACAP anunciou durante o Seminário “O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: Desafios de Planejamento Urbano Para Brasília”, na FAU-UnB, que houve desconstituição de lotes para atender a faixa de proteção de 400 m do Estande de Tiros da Polícia Federal. Esta área deve passar a constituir corredor ecológico pleiteado pela comunidade.

Porém, a nova poligonal, com a desconstituição dos lotes, área destacada em vermelho na Figura 85, não foi publicada pela TERRACAP até o momento da escrita, consta apenas do Parecer Técnico 06/2017 da SUPLAN/SEMA (DISTRITO FEDERAL, 2018e).

Figura 85 – Projeto de Urbanismo da TERRACAP com desconstituição de áreas no entorno da Polícia Federal.



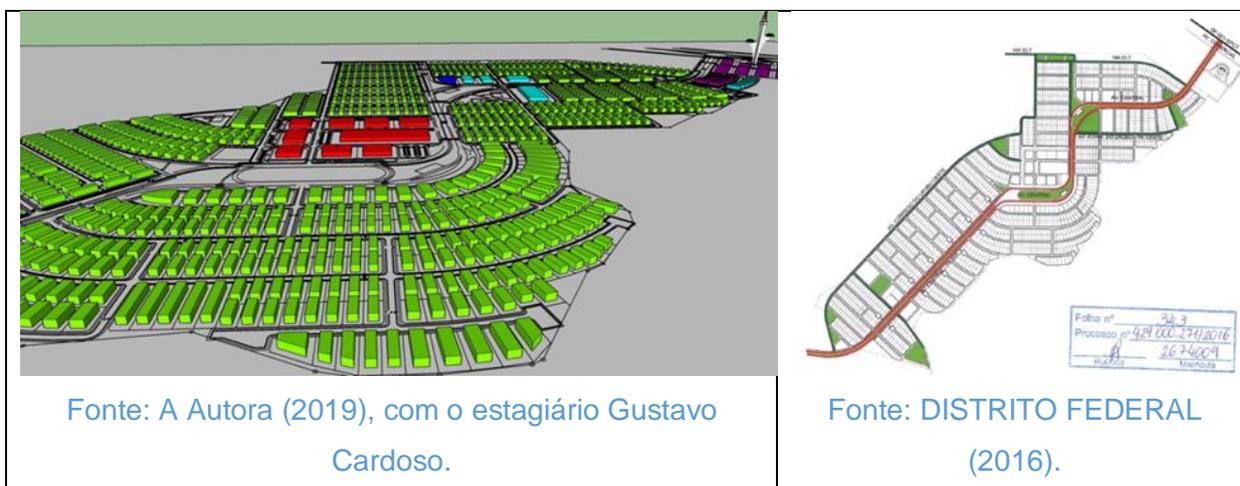
Fonte: A Autora (2019). Baseado em SUPLAM/SEMA (DISTRITO FEDERAL, 2018e).

O aporte de projetos com conteúdos convencionais faz com que se visualize a alteração da dinâmica hídrica da região, com consequentes fatores de deseconomias urbanas como erosões, assoreamentos e poluição (ANDRADE et al., 2018). O desenho urbano influencia diretamente na drenagem urbana, ou seja, o controle e gerenciamento dos projetos urbanísticos impactam no desempenho final da rede de infraestrutura, especificamente nas águas urbanas. (GUTIERREZ; RAMOS, 2019).

No desenho da Figura 86, referente ao projeto urbanístico da TERRACAP, em uma análise volumétrica, as edificações foram lançadas sobre o terreno tendo como base os parâmetros urbanísticos da LUOS: coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação do solo, altura dos edifícios e afastamentos.

Figura 86 – Estudo Volumétrico do projeto TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.

Figura 87 – Sistema Viário do projeto TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.



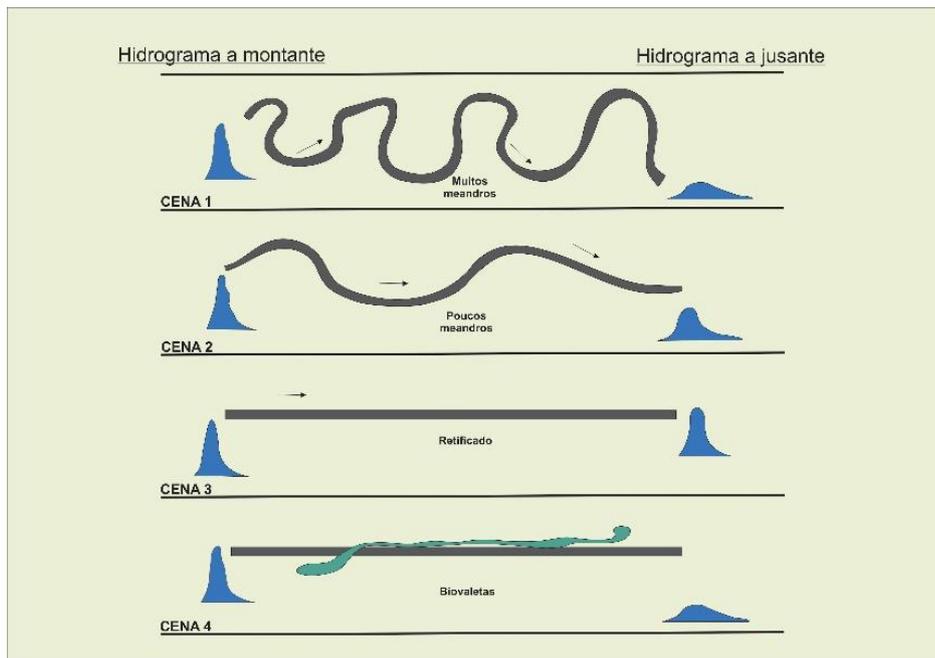
A proposta de projeto da TERRACAP apresenta o sistema viário, Figura 86, estruturado por uma via arterial – A Avenida Central, que interliga, na direção Norte-Sul, a DF-001 e a DF-005. O sistema viário secundário estrutura-se pelas vias coletoras, responsáveis pela interligação dos diversos núcleos comerciais e equipamentos públicos e as vias locais de acesso direto aos conjuntos habitacionais. As áreas residenciais foram basicamente parceladas em lotes padrão com área de 800 m² (oitocentos metros quadrados), e apresenta lotes de área variável entre 780 m² e 1300 m² em função das estruturas viárias condicionadas pelo terreno (DISTRITO FEDERAL, 1999; MDE 111/99).

Em 2016 e 2017 a TERRACAP promoveu adequações no sistema viário e de circulação, que foram aprovadas pelo DETRAN /DF. As mudanças no sistema de circulação original promoveram a inclusão de baias de ônibus, áreas de carga e descarga, ciclovias e travessias para pedestres, porém não houve modificações no desenho das vias arterial (em preto) e principal (em vermelho), as quais cortam as curvas de nível de modo ortogonal, Figura 87.

O tipo de desenho da malha viária pode ter influência significativa sobre a impermeabilização total do solo (ANDRADE, 2014, p. 416). De acordo com Mota (2003), o traçado viário deve evitar ruas longas perpendicularmente às curvas de nível, é preciso situar as vias principais paralelamente às curvas de nível. O traçado das vias tem influência sobre os fluxos das águas na bacia hidrográfica. O desenho urbano, inclusive a disposição das vias é aspecto importante na análise das águas

urbanas, uma vez que influencia no seu fluxo, velocidade e vazão, interferindo no potencial de produção de água para os corpos receptores. Para análise da questão viária em relação com a drenagem, a Figura 88 demonstra os efeitos do Sistema Viário sobre as águas urbanas, revelados pelas modificações nos hidrogramas a partir do desenho curvilíneo, em meandros, como acontece com um rio na natureza, em que a vazão é amortecida, resultando um hidrograma abatido da cena 1.

Figura 88 – Alterações nos Hidrogramas a partir do Desenho do Sistema Viário.

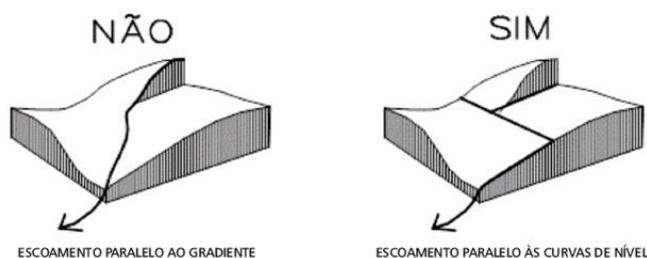


Fonte: A Autora (2019) com o estagiário Gustavo Cardoso. Baseado em YAZAKI (2018).

Quando o desenho viário vai tomando formas com menos meandros as vazões aumentam conforme vemos no hidrograma com pico de cheia aumentado à direita da cena 2. Assim como acontece quando retificam-se rios, o mesmo acontece quando retificam-se as rodovias, a vazão de entrada fica praticamente igual à vazão de saída, com todos os problemas de picos de cheias a jusante, conforme vemos nos hidrogramas da cena 3. No entanto, pode-se buscar minimizar esta ocorrência com o uso das Infraestruturas baseadas na natureza, como as biovaletas em que as vazões ficam amortecidas conforme vemos no hidrograma abatido à direita da cena 4, retomando o hidrograma da cena 1.

A escolha por rotas de drenagem menos íngremes é fundamental para o favorecimento do escoamento superficial em função do relevo (ADASA, 2018), Figura 89.

Figura 89 – Direção do escoamento superficial em função do relevo.



Fonte: ADASA (2018).

Diferentes morfologias urbanas resultantes do processo de crescimento das cidades rendem respostas hidrológicas também diferentes (MIGUEZ et al., 2016, p.3). A região do Trecho 2 da Serrinha do Paranoá tem amplas visuais para o Lago Paranoá, e a proximidade dos córregos Urubu e Jerivá também podem permitir um urbanismo em interação com a natureza. Identificando as funções urbanas e as características espaciais do projeto da TERRACAP com um sistema viário retificado e em declive, pode-se observar um urbanismo em que a disposição das edificações não “conversam” com os córregos, carentes de “urbanidade”.

O conceito de “urbanidade” é descrito por Holanda (2012) como aquilo que qualifica a vida urbana no sentido da promoção do encontro social e de interação harmônica entre as pessoas e o meio. O conceito de “urbanidade” transcende a realidade física, ao incluir a “qualidade do cortês, do afável, relativo à negociação continuada entre interesses”.

A este respeito Holanda, ao analisar a cidade pela ótica das relações com os corpos d’água, córregos, rios, lagos, mares, revela aspectos que são fundamentais à compreensão das lógicas urbanas e das forças suas forças contraditórias (HOLANDA, 2012, p. 67). Identifica duas vertentes básicas nas relações entre cidades e corpos d’água. Na primeira, são valorizados e incorporados à vida urbana. Na segunda vertente, corpos d’água são desconsiderados, edificações e lotes lindeiros ignoram e ficam “de costas” para eles.

Holanda aponta o conceito de “urbanidade” como expressão da vertente de valorização dos corpos d’água, promovendo o convívio social e a relação amigável da população com os corpos d’água (HOLANDA, 2012, p. 67). Implica em continuidade de grupos de diferentes, negociação contínua de papéis, mobilidade

social e igualdade (ANDRADE, 2014, p. 543). Transcende a realidade física da cidade, definindo-a como aquilo que qualifica a vida urbana, no sentido da interação entre cidadãos no espaço coletivo, da promoção do encontro e do convívio social e harmônico entre os seres e o corpo d'água.

O uso do solo pode alterar as características naturais, modificando as quantidades de água que infiltram, que escoam e que evaporam, alterando o comportamento hidrológico de uma bacia (COLICHON, 2008, p. 9). A cidade tradicional vitimada por uma interminável necessidade de acumulação do capital, capaz de financiar a expansão desordenada do crescimento urbano, sejam quais forem as consequências sociais, ambientais ou políticas (HARVEY, 2014, p. 20).

O método dialético de Lefebvre (2013) refere um urbanismo tecnocrático e sistematizado, ligado ao setor público e aos promotores de venda, o qual se pretende científico, com a tendência a negligenciar o fator humano, que “não hesitaria em arrasar o que resta da cidade para dar lugar a carros, às comunicações, às informações ascendentes e descendentes” (LEFEBVRE, 2013, p. 31). Concebem e realizam para o mercado, em um mundo onde as taxas de lucro se sobrepõem a todas as outras noções sociais e ambientais.

Apenas a razão dialética pode dominar processos múltiplos e paradoxalmente contraditórios (LEFEBVRE, 2013, p. 30). Ao tempo em que o empreendimento possui todas as licenças urbanísticas e ambientais, pratica-se um urbanismo racionalista tecnicista que, no método dialético Lefebvrino, mostra a oposição entre valores de uso, relativos à cidade, à vida urbana, ao tempo urbano, e o valor de troca referente aos espaços comprados e vendidos, ao consumo dos produtos, dos bens, dos lugares e dos signos.

A sociedade de consumo traduz-se em ordens: ordem de seus elementos no terreno, ordem de ser feliz. Eis o contexto, o palco, o dispositivo da sua felicidade (LEFEBVRE, 2013, p.31). Não vendem moradias, mas sim um “urbanismo”. Urbanismo para vender, tornado valor de troca, que ocupa locais privilegiados: “lugar de felicidade numa vida cotidiana miraculosa e maravilhosamente transformada”. A publicidade do fazer nascer “uma nova arte de viver”, um “novo estilo de vida”, a cotidianidade traduzida em um conto de fadas.

O método de Lefebvre nos fala de um urbanismo feito pela Administração Pública que tende a acompanhar um racionalismo operatório, visando o lucro, e a negligenciar o fator humano. Um urbanismo que se torna valor de troca, que ocupa

locais privilegiados. O planejamento das cidades em relação à Bacia Hidrográfica é um dos grandes desafios da pauta da gestão ambiental urbana contemporânea. A Abordagem do tema implica no enfrentamento das dialéticas envolvidas.

A questão do Direito à Cidade é muito mais do que um direito de acesso individual ou mesmo grupal aos recursos que a cidade incorpora, significa pensar que tipos de relações sociais buscamos, que relação com a natureza precisamos para proteger e salvar as águas, no caso o Lago Paranoá.

Considerando um córrego situado em uma bacia urbana, a estrutura da bacia, o tamanho e a localização das áreas edificadas localizadas a montante afetam a função da paisagem, ou seja, o fluxo e as características da água a jusante (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 40). A realização da cidade implica uma análise de temas cuja emergência está na representação da natureza e da terra inseridas em contextos sociais da realidade prática, histórica e social. Um urbanismo que transborda das técnicas e aplicações parciais das regulamentações para se tornar uma prática social que diz respeito ao conjunto da sociedade, pondo em prática ações em nível de uma realidade planetária em que se necessita salvaguardar os recursos disponíveis para as futuras gerações.

4.4.2 Projeto de Drenagem da TERRACAP

O projeto de drenagem para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ foi elaborado após a finalização do projeto urbano. O projeto tem aprovação da NOVACAP e possui outorga prévia da ADASA, Despacho nº 445, de 16/09/2014 (DISTRITO FEDERAL, 2018d).

A problematização crítica sobre a produção das águas estrutura-se quando se analisa que o projeto de drenagem, Figura 90, elaborado pelo poder público para o Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ tem conceito fortemente centrado nas bases conceituais do sistema convencional, composto por dispositivos coletores e de transporte das águas superficiais.

Figura 90 – Projeto de Drenagem para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.



Fonte: TERRACAP (2014).

De acordo com Carvalho (2018), a rede projetada para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ possui, no total, 524 Poços de Visita, 491 áreas de contribuição delimitadas e 525 condutos circulares (com diâmetros de 600 a 1500 mm) e retangulares (com largura de 1650 a 3000 mm). A rede capta a água de duas vertentes de drenagem, cujas contribuições são lançadas em duas bacias de retenção alocadas ao final da rede. A bacia 1 recebe a vertente ao noroeste e a bacia 2 a sudeste. (CARVALHO, 2018). Ainda de acordo com o projeto, a saída de ambas as bacias ocorre por orifício de fundo e a descarga é feita na série de condutos que levam as águas pluviais até o lançamento final no lago Paranoá.

As duas bacias de retenção foram projetadas nas proximidades da DF-005. Tais bacias de retenção teriam o objetivo de “minimizar o impacto ambiental causado pelo aumento da vazão a ser lançada nos corpos hídricos.”

No entanto, a presença destas bacias pode interferir na paisagem e causar danos à escala bucólica de Brasília. O SHTQ já possui 6 bacias de retenção que lançam suas águas diretamente na BR-020 (NOVACAP, 2016).

O local em que foram localizadas em projeto as bacias de retenção tem relevo acidentado, com declividade aumentada. Levanta preocupações a respeito da estabilidade do talude natural, a resistência do solo, considerando a mudança de geometria e o sobrepeso. A ocorrência de possíveis deslizamentos ou vazamentos

pode causar danos para a população local, bem como aos que transitam pela DF-005. O projeto das Bacias indica lançamento das galerias no Lago Paranoá.

A NOVACAP informa que, em 2016, havia 51 bacias de retenção em todo o Distrito Federal distribuídas nas diversas regiões administrativas (NOVACAP, 2016). A NOVACAP mantém 4 bacias de retenção no Setor Noroeste que lançam suas águas diretamente no Lago Paranoá e causaram uma situação de assoreamento no braço do Bananal.

Ao enfatizar um tipo de drenagem nos moldes convencionais composta por grandes redes, sem o uso de padrões de respeito ao fluxo das águas e a necessidade de infiltração ao longo das vias, o projeto aponta para um modelo que pode não ter o devido respeito aos limites da capacidade de suporte dos recursos hídricos disponíveis na região. Percebe-se um tipo de projeto de drenagem em que as soluções não são pensadas em nível macro, em que se considere a montante o que vai acontecer com suas consequências a jusante.

Lefebvre comenta sobre o que ele chama de “urbanismo dos canos”, que pretende se impor como verdade total, dogma, em nome da ciência e do rigor científico (LEFEBRE, 2013, p. 49). A abordagem tradicional, ainda utilizada pelo urbanismo neoliberal para o manejo das águas urbanas tem contribuído para aumentar os prejuízos financeiros, ambientais, estéticos, à saúde e, sobretudo, à qualidade de vida da população (ANDRADE et al., 2018). O lançamento dessas águas residuais no Lago Paranoá é incompatível com a realidade crítica atual de escassez e a necessidade de preservação da qualidade das suas águas, uma vez que o lago está próximo de esgotar sua capacidade de depuração, além de ter se tornado manancial destinado a colaborar para evitar o desabastecimento, com suas águas agora destinadas ao consumo humano.

A gestão da quantidade de água, pautada unicamente por metas de afastamento das águas, abandona critérios de projeto que sejam voltados para os usos de caráter urbano, tais como paisagem e lazer (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 37). A elaboração do projeto levando em consideração aspectos sociais, de inclusão e da paisagem pode propiciar a criação de espaços mais favoráveis à proteção do meio ambiente e dos fluxos das águas.

Na visão do WSUD, as providências de drenagem devem ir bem mais além que as ampliações sucessivas das redes de drenagem. É preciso buscar padrões que favoreçam a infiltração das águas, prevendo vegetação abundante, respeitando-

se o ciclo da água, permitindo a absorção da água da chuva em excesso e protegendo contra erosões, através de padrões como biovaletas, jardins de chuva, trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis etc.

A infraestrutura convencional rígida pode integrar elementos que visem o desenvolvimento de uma infraestrutura que garanta a retomada de conceitos no projeto que atendam a conceitos da Infraestrutura Socioecológica, de suporte aos processos ecológicos e sociais.

Assim, as ações sobre o uso e ocupação do solo devem levar em conta a sensibilidade da região para que as áreas sejam ocupadas de forma a não impactar negativamente o Lago Paranoá. Todo o sistema de drenagem urbana deve ser revisto e os usos adequados visando a infiltração das águas para que novos empreendimentos já sejam estudados e projetados de forma a serem sensíveis à água.

4.5 INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA NA SERRINHA DO PARANOÁ

As soluções em parceria, sintonia, com a Natureza proporcionam potencializar inúmeros valores positivos: estéticos, biológicos, ecológicos, da vida silvestre, flora, ambientais, pedagógicos, técnicos, sociais, econômicos, de pertencimento, de responsabilidade e de cooperação com “os outros” seres.

DEMETRIOS CHRISTOFIDIS (2018).

A Infraestrutura Socioecológica, no presente trabalho, tem o sentido de estabelecer uma maneira de expressar a infraestrutura dita verde, porém, acrescida das questões sociais e econômicas.

Com a Infraestrutura Socioecológica busca-se auxiliar a conectar atores envolvidos no planejamento do território com vista à sustentabilidade espacial, relativa à ecologia da cidade, da arquitetura sociológica, bem como a sustentabilidade ambiental, alimentada pela ecologia e a arquitetura da paisagem, estudando a restrição das densidades e propondo desenhos em acordo com a paisagem.

4.5.1 Proposta do Projeto “Brasília Sensível à Água” Ecovila do Urubu para o Trecho 3 da Etapa 1 do SHTQ

O trecho 3 da Etapa 1 do SHTQ recebeu projeto de ocupação residencial de baixa densidade, de acordo com princípios permaculturais e das ecovilas, respeitando o caminho das águas. A proposta apresentada pelo projeto “Brasília Sensível à Água” para o Trecho 3 da Etapa 1 do SHTQ, teve foco em alcançar o modelo do WSUD, levando em conta os agricultores familiares e a prática da agroflorestal com base na agricultura sintrópica²² para recuperação dos biomas, aumento da capacidade de recarga hídrica do solo, retenção da umidade, recuperação de nascentes (por isso se diz que a agricultura agroflorestal é uma atividade produtora de água), além do fornecimento de alimentos livres de agrotóxicos e com energias vitais (alimentos vivos) para a população, Figura 91.

Figura 91 – Ecovila do Urubu. Trecho 3 Etapa 1 SHTQ.



Fonte: “Brasília Sensível à Água” (2016).

A proposta abrange um total de 326 lotes com área média de 450m², no qual se permite uma projeção de área construída entre 150m² a 200m², com taxa de

²² Agricultura sintrópica é o termo designado a um sistema de cultivo agroflorestal (SAF) baseado no conceito de sintropia - princípio contrário ao de entropia - caracterizado pela organização, integração, equilíbrio e preservação de energia no ambiente.

ocupação entre 0,33 e 0,44. O coeficiente de aproveitamento entre 0,7 a 0,9; sendo permitido a construção de 2 pavimentos. Com esta proposta o total de novos habitantes será de 1.305 (resultado estimado em uma família de 4 pessoas por lote), em uma área urbana de 570 hectares, resultando em um adensamento urbano de 28 hab/ hectares, sendo que a maior parte da área foi direcionada para os corredores ecológicos e descida das águas (ANDRADE et al., 2011).

O projeto, intitulado “Ecovila Urbana da Ecobacia do Urubu”, foi uma demanda do movimento ambientalista “Salve o Urubu”, liderado pelas ONGs Oca do Sol e Instituto Sálvia. Teve como objetivo apresentar ao Governo do Distrito Federal a aplicação de padrões urbanos mais sustentáveis para resguardar as nascentes da microbacia do Córrego Urubu. O terreno está localizado em uma área de expressividade hidrográfica em consequência da existência de nascentes e vários braços que abastecem o Córrego Urubu, portanto, apresenta uma relevante vocação para implantação de projetos urbanos de caráter mais rural.

4.5.2 Proposta Conceitual de Adaptação do Projeto da TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com Infraestrutura Socioecológica

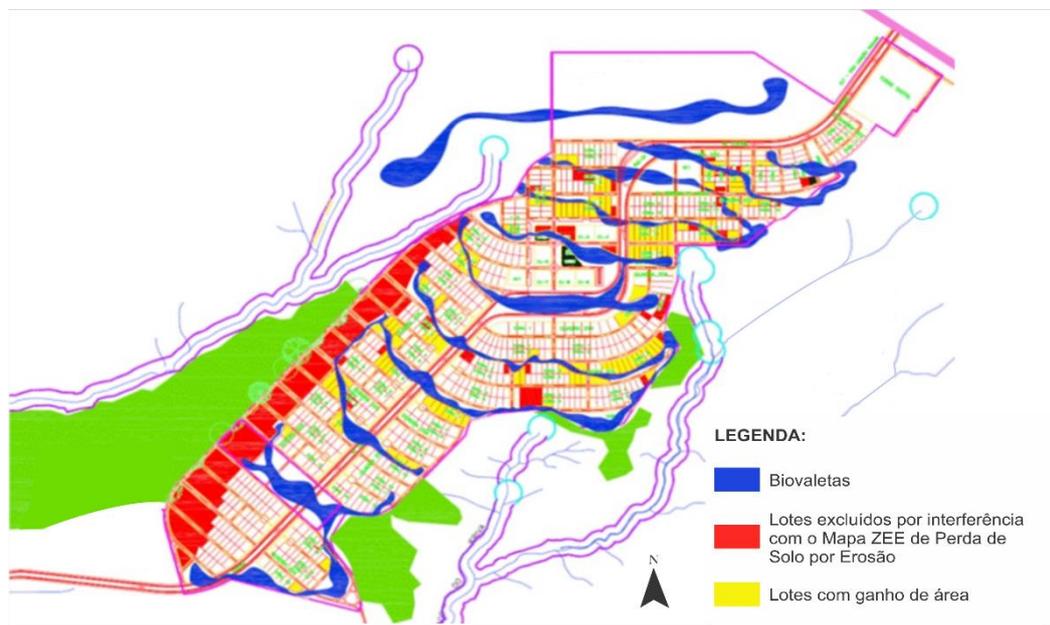
A Infraestrutura Socioecológica tem a intenção de fazer com que a região funcione como um grande laboratório de sustentabilidade urbana na qual diferentes soluções possam ser testadas em escala real (BARTHEL et al., 2013). Entende o desenho urbano como aquele que considera o resgate das relações entre as cidades e seus corpos d’água como elementos primordiais do planejamento da paisagem urbana, ou seja, pressupõe um desenho que caracteriza o desempenho da urbanidade e das funções ambientais das margens dos rios e lagos. Para isso, aponta para a necessidade de que o controle de velocidade das águas seja feito, em primeiro lugar e principalmente, no local onde caem as chuvas, o controle na fonte. Também na maneira como eles são desenhados, de forma que o desenho urbano favoreça a infiltração das águas que recarregam os aquíferos, condição primordial para a proteção dos corpos d’água.

A base para tratar efetivamente o problema consiste em estabelecer medidas de controle na fonte, onde os escoamentos se originam, ao longo dos pontos mais altos e de meia-encosta (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 27). A filtragem do volume escoado pela superfície vegetada das biovaletas melhora a qualidade das águas pluviais, garantem melhoria do desempenho das infraestruturas

convencionais de drenagem por diminuírem a frequência e os picos de fluxo no escoamento (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 37).

Sobre estes aspectos, o projeto de pesquisa “Brasília Sensível à Água”, do Grupo de Pesquisa “Água e Ambiente Construído”, da FAU/UnB, a pedido da promotoria do MPDFT, apresentou um desenho conceitual, com supressão de lotes em um rearranjo do desenho urbano, além da inclusão de biovaletas, Figura 92.

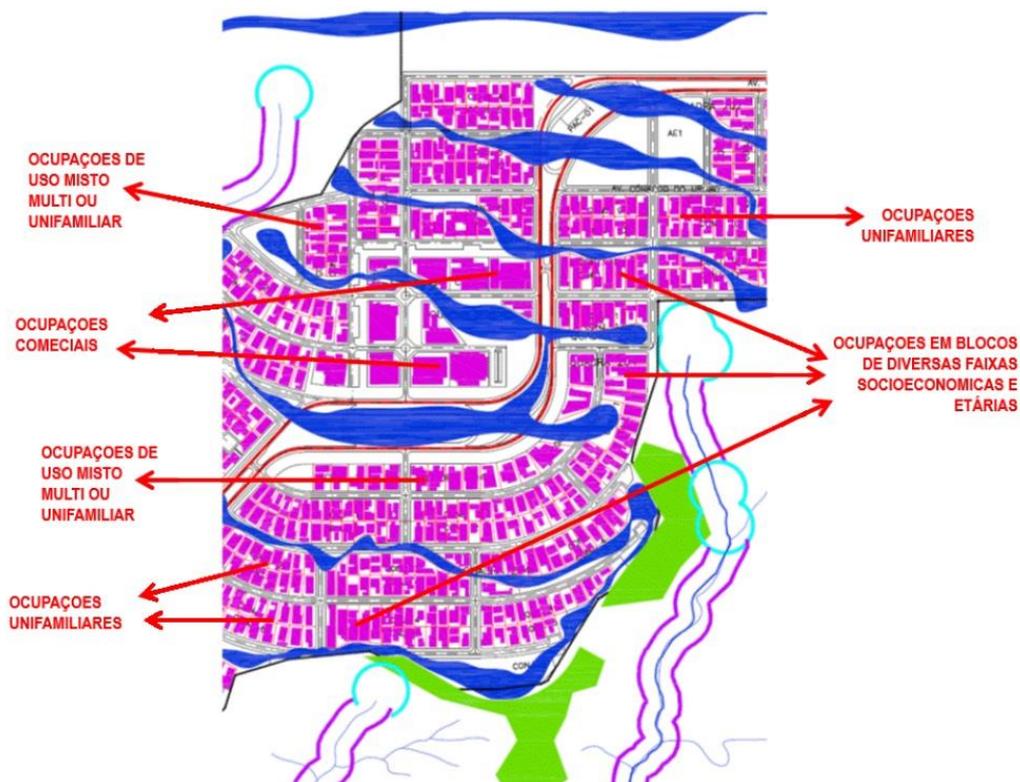
Figura 92 – Projeto Conceitual com Infraestrutura Socioecológica em requalificação do projeto da TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.



Fonte: projeto “Brasília sensível à Água” apud DISTRITO FEDERAL (2018b).

Os lotes em vermelho perderam áreas ou foram excluídos (porção esquerda, próximo ao córrego Urubu) e os em amarelo tiveram ganhos de área. O rearranjo dos lotes torna-se positivo por tornar possível a mescla entre faixas socioeconômicas (DISTRITO FEDERAL, 2018b). Portanto, a proposta conceitual inclui a projeção de ocupações dos lotes por modelos de edificações que permitam a mescla de faixas socioeconômicas, Figura 93, importante fator na análise pela abordagem da Socioecologia.

Figura 93 – Adensamento urbano com mescla de usos.

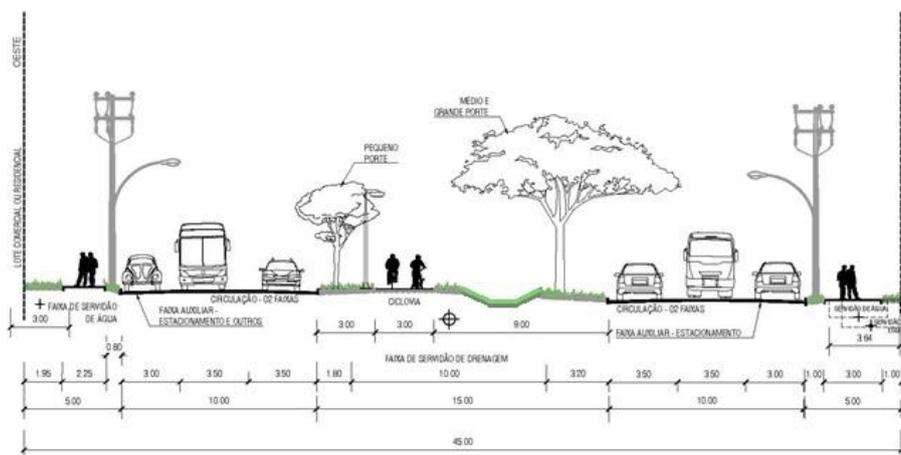


Fonte: projeto “Brasília sensível à Água” apud DISTRITO FEDERAL (2018b).

Trata-se de demonstrar uma nova mentalidade de manejo das águas urbanas: adaptar parques, praças, calçadas, canteiros ao longo do sistema viário, estacionamentos, pátios e equipamentos públicos, jardins e prédios para que possam absorver e lentamente filtrar a maior quantidade possível de águas das chuvas (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 39).

As biovaletas são cortes feitos na grama, com vegetação, que atenuam o escoamento das águas. Esse tipo de drenagem por biorretenção aumenta o contato direto da água com o solo utilizando a vegetação para infiltrar (ANDRADE, 2014, p. 359, 384). Constituem dispositivos de drenagem longilíneos, muitas vezes utilizados ao longo de estradas ou conjuntos habitacionais e que concentram o fluxo das áreas adjacentes e criam condições para infiltração ao longo do seu comprimento, Figura 94.

Figura 94 – Desenho urbano com biovaletas. Corte conceitual.



Fonte: A Autora (2019). Adaptado de DISTRITO FEDERAL (2016).

As biovaletas funcionam como um “tampão” para o recebimento das águas. São depressões lineares, gramadas, concebidas para funcionar como canais, onde o escoamento pluvial é desacelerado e infiltrado durante o percurso da água. O revestimento com grama no fundo e nos taludes contribui com a paisagem vegetal e criação de áreas verdes. Podem ser integradas às características da paisagem em parques, jardins, nos projetos de rua, adicionando um caráter estético, Figura 95.

Figura 95 – Projeto Conceitual com Infraestrutura Socioecológica em requalificação do projeto da TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.



Fonte: A Autora (2019), com o estagiário Gustavo Cardoso. Baseado em “Brasília Sensível à Água” (2017).

A água que flui sobre a vegetação carrega os poluentes arrastados pela água da chuva. Retém poluentes pela vegetação, como o Nitrogênio total, um dos poluentes mais difíceis de serem retidos. Tubulações subterrâneas podem ser usadas para transmitir o excesso de fluxo de transbordamento da água represada. A água passa, então, da vala até um poço. Faixas de proteção visam proporcionar descontinuidade entre as superfícies impermeáveis e o sistema de drenagem. (ANDRADE 2014, p. 417). É necessário que estejam conectadas para que o volume excessivo de uma valeta possa ser percorrido até outras, durante essa distribuição de volumes o processo de infiltração vai ocorrendo lentamente. Os canais mais abaixo podem não receber águas porque o processo já absorveu toda água armazenada.

Biovaletas e corredores ecológicos devem ser projetadas em conjunto, pois se tornam mais efetivas e interessantes a espacialidade urbana, isto porque os sistemas de cada uma das partes se retroalimentam, tendo como resultado uma visão sistêmica da natureza. De acordo com Andrade (2014) essas biovaletas são projetadas como partes integrantes da paisagem natural com inserção em parques e jardins.

É possível um bom desempenho de urbanidade em configurações de águas urbanas que tenham características de vegetação (HOLANDA, 2012, p. 70) Diferentes tipos de vegetação podem ser utilizadas nas valas, com densidade suficiente para uma boa infiltração, que sejam compatíveis com a paisagem do lugar e a capacidade de manutenção. A altura da vegetação deve estar acima do nível da água do fluxo de tratamento, entre 40 a 50 cm, definidos a partir da superfície pavimentada (ANDRADE et al., 2014, p. 417). Além de aumentar a beleza natural da região, a vegetação favorece a drenagem natural, coletando água das chuvas, filtrando o escoamento e reabastecendo o lençol freático (KEELER et al., 2010, p. 205). O reflorestamento das áreas degradadas por ação antrópica em margens de rios ocupadas irregularmente, é uma importante medida para restabelecimento do balanço hidrológico natural de toda a bacia.

Com o propósito de enfrentar e reduzir as limitações e os ônus dos sistemas convencionais adotados para os sistemas de drenagem pluviais, cada área, com suas edificações, coberturas, áreas de estacionamento, ruas, calçadas e áreas verdes, pode ser vista como parte do sistema de drenagem (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 31). A preservação da cobertura vegetal nas margens dos cursos

d'água garante o balanço hidrológico e o funcionamento das biovaletas, garantindo a capacidade de infiltração. A mata ciliar é fundamental na filtragem do escoamento superficial, reduzindo a carga de poluentes de toda a região.

As biovaletas reduzem o escoamento superficial, favorecendo a mitigação dos impactos ambientais e dos problemas causados pelas alterações causadas pela expansão urbana (CONSERVA et al., 2019). A proposta de readequação apresentada demonstra que é possível um desenho urbano sensível ao ciclo urbano da água com inclusão social demonstrada pela consolidação de uma abordagem que expressa sensibilidade aos fluxos das águas e ao ciclo hidrológico.

Como tudo que há, as biovaletas também necessitam de manutenção, caso não seja feita devidamente, há o risco de colmatção e a biovaleta deixa de fazer sentido uma vez que a infiltração ficará comprometida. Com o tempo, ao contrário das soluções tradicionais, manter uma infraestrutura de drenagem superficial se mostra bem mais barato e fácil do que realizar serviços de limpeza e reparos em bueiros e galerias subterrâneas (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 38). Ou seja, a necessidade dos trabalhos de manutenção vão sendo minimizados e os resultados ampliados no que diz respeito à proteção das águas urbanas.

A preservação dos recursos hídricos em Brasília está diretamente ligada à preservação das matas de galeria, já tão comprometidas pela urbanização desordenada. Pela vocação do lugar a importância de se difundir na Serrinha do Paranoá a educação ambiental com foco na recuperação das áreas degradadas através do reflorestamento e agroflorestas. Tudo isto para uma sintonia melhor entre os seres humanos e a natureza, com proteção das áreas de recarga para que as nascentes possam ser preservadas e renaturalizadas, sempre protegidas, tanto pela comunidade quanto pelo poder público, das ações de expansão urbana.

4.6 CONCLUSÃO

Pela análise da Caracterização do Local bem como das condicionantes ambientais e urbanísticas, pode-se concluir que a Serrinha do Paranoá é, definitivamente, um assentamento consolidado como produtora de águas para o Lago Paranoá. Assim, a cidade, o entorno e a paisagem circundante precisam ser vistas como um sistema único de processos que criam a urbanidade e sustentam a profundidade das relações que nutrem as pessoas e o meio ambiente.

As ações que viabilizaram o empreendimento há mais de vinte anos consideravam um contexto completamente distinto do atual, no qual o Lago Paranoá já extrapolou sua capacidade de suporte. Considerando que o lago já é utilizado como manancial de abastecimento público, o agravamento do processo de impermeabilização nessa área pode ter consequências negativas para toda a Bacia do Paranoá.

Ao levar em consideração as condicionantes, percebe-se a urgência de que os novos empreendimentos sejam liberados e licenciados apenas após a garantia segura de um desenho urbano que assegure a proteção das águas, que significa a própria sobrevivência das espécies, inclusive do ser humano.

Por se tratar de área ambientalmente sensível, com vegetação preservada e áreas com alta declividade, mandatário seria não ocupar. Ao menos não no aporte convencional, neoliberal, conservador, cujo enfoque seria atender às classes mais altas, em detrimento do urbanismo preexistente voltado para a produção agroecológica orgânica com várias ONGs de educação ambiental voltadas para a proteção das águas (ANDRADE et al., 2018). Porém caso a ocupação aconteça, que novos padrões de ocupação urbana inclusiva e de Infraestrutura Socioecológica sejam fartamente consideradas, com vistas à preservação do Lago Paranoá e enfrentamento da crise hídrica para tornar Brasília sensível à água.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 INTRODUÇÃO

Mesmo compondo área de elevada sensibilidade ambiental a Serrinha do Paranoá recebeu projetos de Urbanismo e de Drenagem para um empreendimento habitacional com 1.412 lotes e previsão de 5.790 habitantes. O projeto de Urbanismo foi originalmente elaborado na década de 90 e está descrito no MDE 111/99, tendo sido atualizado em 2016 com o MDE 019/2016. Em 2014 foi elaborado o projeto de drenagem com a Prisma Consultoria.

Neste capítulo abordaremos a análise da vazão máxima de escoamento superficial a partir dos três cenários para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ: pré-desenvolvimento, projeto da TERRACAP e sua requalificação. A análise pretende demonstrar o impacto na vazão máxima pela urbanização pelo Método Racional e pela simulação SWMM, assim como o impacto pelo uso das biovaletas propostas no projeto conceitual “Brasília Sensível à Água”.

5.2 VAZÃO MÁXIMA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

As consequências da urbanização que mais diretamente interferem com a drenagem urbana são as alterações do escoamento superficial direto (TUCCI, 2015, p. 806). As alterações na vazão máxima do escoamento superficial constituem, dos impactos da drenagem de águas pluviais no ambiente urbano, o que tem maior potencial de causar impactos ambientais.

A urbanização não controlada gera o efeito de um acréscimo nas vazões que chegam à rede (MIGUEZ et al., 2016, p. 16). A análise do impacto na vazão máxima será feita nesta pesquisa, em primeiro lugar, através do cálculo simplificado pelo Método Racional, o qual pressupõe chuva com velocidade constante, uniformemente distribuída na bacia hidrográfica em toda a sua duração, características da superfície constantes durante a ocorrência da chuva. Também preconiza que a vazão de pico ocorre quando toda a área a montante do ponto de interesse passa a contribuir com o escoamento, ou seja, quando for atingido o tempo de concentração da área de drenagem.

O Manual de Drenagem do DF admite o método racional para o cálculo de vazões de projeto em bacia com área total maior que 100 ha e menor que 300 ha, porém para bacias maiores que 200 ha recomenda que os cálculos das vazões sejam acompanhadas de simulações utilizando métodos como o do “Soil Conservation Service” – SCS (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 105).

O Método Racional é utilizado para análise de vazão em bacias pequenas, de até 3 hectares (PORTO, 1995, WILKEN, 1978), sendo que o DNIT (2006) considera o método válido para análise da descargas em bacias de até 4 hectares. Tucci (2015) considera como bacias pequenas aquelas com área de drenagem inferior a 250 ha (TUCCI, 2015, p. 812). Para este autor a distinção entre estes tipos de bacia será sempre imprecisa e dependente de certo grau de subjetividade, devido à natural variação dos parâmetros que influem no comportamento hidrológico da bacia. Refere que em bacias pequenas usa-se o Método Racional, uma vez que as hipóteses deste método adequa-se às características de comportamento hidrológico destas bacias.

A simulação SWMM faz uso do Método SCS. Muito usado para o cálculo de vazões de projeto, foi desenvolvido pelo “*National Resources Conservation Center*” dos EUA. Ele é fruto da análise de mais de 3 mil tipos de solo e coberturas de vegetação. Foi adaptado para muitas partes do mundo e pode ser aplicado em cálculos de alterações de escoamento a partir de mudanças no uso do solo (MUCHE et al., 2019). Trata-se de um método empírico que estima o escoamento superficial, as perdas iniciais e a infiltração de eventos de precipitação na escala da bacia hidrográfica. Integra influências hidrológicas combinadas do tipo de solo, uso e manejo da terra, condição hidrológica e condição de umidade antecedente.

O Método SCS faz uso do parâmetro CN – “*Curve Number*”, curva número, o qual trata da representação da infiltração, ajustado em função de tipos diferentes de solo em função dos padrões de uso e ocupação (MIGUEZ et al., 2016, p. 53). O número CN corresponde ao tipo de solo e suas características hidrológicas.

5.2.1 Impacto na Vazão Máxima de Escoamento pela urbanização no SHTQ

O escoamento das águas pluviais é apontado pela EPA como um dos principais responsáveis pela degradação da qualidade da água (KEELER et al.,

2010, p. 202). O Método Racional, embora simplificado, é muito difundido e constitui uma das formas utilizadas para quantificar a parcela de chuva que escoam superficialmente (MIGUEZ et al., 2016, p. 47). É a multiplicação da precipitação por um coeficiente, o chamado coeficiente de “runoff” (C) ou coeficiente de escoamento superficial (ADASA, 2018). O coeficiente de escoamento denota o percentual de chuva que se transforma em escoamento. Tem valores, teoricamente, entre 0 e 1 e não tem unidade uma vez que se obtém dividindo-se o escoamento (em m³/s) pela precipitação, também na mesma unidade (m³/s).

Através desse coeficiente determina-se a vazão máxima de projeto (Q), de forma a medir como a urbanização interfere no ciclo hidrológico da bacia. O intuito de elaborar o cálculo do aumento da Vazão Máxima de lançamento é fazer um exercício de análise do impacto da urbanização sobre o escoamento superficial.

A determinação da vazão máxima (Q) pelo método racional faz uso de uma simplificação que relaciona a vazão escoada com a intensidade da chuva precipitada sobre a área de drenagem. Ajusta o coeficiente de “runoff” (C) em função do tipo, uso e ocupação do solo, da declividade da região, ou mesmo da intensidade ou da recorrência da precipitação (MIGUEZ et al., 2016, p. 47). Isso porque a água só vai escorrer superficialmente após a ocorrência de toda a interceptação nas copas das árvores e a partir do momento em que a taxa de infiltração for menor que a intensidade da chuva.

Assim, o coeficiente (C) responde pela representação do efeito da cobertura vegetal da bacia e do tipo, uso e condições do solo, de forma a se avaliar a parcela que escoam superficialmente.

A multiplicação simples da intensidade da chuva (com unidade de velocidade) pela área de drenagem da bacia produz a vazão máxima associada à chuva, pela equação (MIGUEZ et al., 2016, p. 47):

$$Q = C * I * A$$

Equação 1

Sendo:

Q – Vazão Máxima de Escoamento (m³/s); C – Coeficiente de Escoamento (sem unidade) ; I – Intensidade da chuva dada pela Curva IDF de Brasília (mm/h); A – Área do empreendimento (ha).

Curva IDF de Brasília:

$$I = \frac{1574,7 * T^{0,207}}{(tc + 11)^{0,881}} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

I =Intensidade (mm/h); T = Tempo de Retorno em anos, considerado 10 anos pelo Manual de Drenagem do DF (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018), tc = Tempo de Concentração (min).

A curva IDF é obtida a partir da análise estatística de séries longas de dados de um pluviógrafo. O procedimento é repetido para diferentes durações de chuva (5 minutos; 10 minutos; 1 hora; 12 horas; 24 horas; 2 dias; 5 dias) e os resultados são resumidos na forma de uma equação, com s três variáveis: intensidade, duração e frequência (COLICHON, 2008, p. 19).

Tempo de Concentração dado pela Fórmula (MIGUEZ et al., 2016, p. 32):

$$tc = 57 * \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385} \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

tc = tempo de concentração (min); L =Comprimento da bacia (km); Δh = Diferença de altitude ao longo da bacia (m).

Tempo de Concentração é um conceito que traduz o tempo de viagem da gota de água da chuva que atinge a região mais remota da bacia até o momento em que atinge o exutório (COLICHON, 2008, p. 9). O método Racional considera a duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia. O Tempo de Concentração é afetado diretamente pela declividade média da bacia, diminuindo seu valor com o aumento da declividade.

Para a vazão de cenário pré-desenvolvimento, cenário 1, a ADASA (2018) adotou um coeficiente de escoamento superficial de 0,15, Figura 96, com uma vazão máxima tolerável de 24,4 l/s/ha. Tal valor indicado pela ADASA (2018) significa que um empreendimento urbano qualquer a ser implantado na região do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, com área de 223, 25 há, não pode provocar uma vazão de lançamento no Lago Paranoá que supere 5,45 m³/s.

Figura 96 – Valores para Coeficientes de Escoamento.

Uso do solo e coeficientes de escoamento superficial C

Uso do solo	C
Áreas calçadas ou impermeabilizadas	0,90
Áreas intensamente urbanizadas e sem áreas verdes	0,70
Áreas residenciais com áreas ajardinadas	0,40
Áreas integralmente gramadas	0,15
Pavimento de bloquete intertravado, conforme Tucci (2005)	0,78

Fonte: (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 209).

Em conformidade com a Figura 96, para o coeficiente de escoamento adotado para o cenário 2 (urbanização nos moldes do projeto da TERRACAP) foi feita a ponderação, Figura 97, entre áreas permeáveis – praças, canteiros centrais, áreas verdes, áreas permeáveis de cada lote, com total de 111,66 ha. Também as áreas impermeáveis – Edificações, representadas de acordo com a LUOS – 55,34 ha, vias, ciclovias e calçadas, com um total de 55,82 ha. O piso intertravado tem área total com valor 0,68 ha.

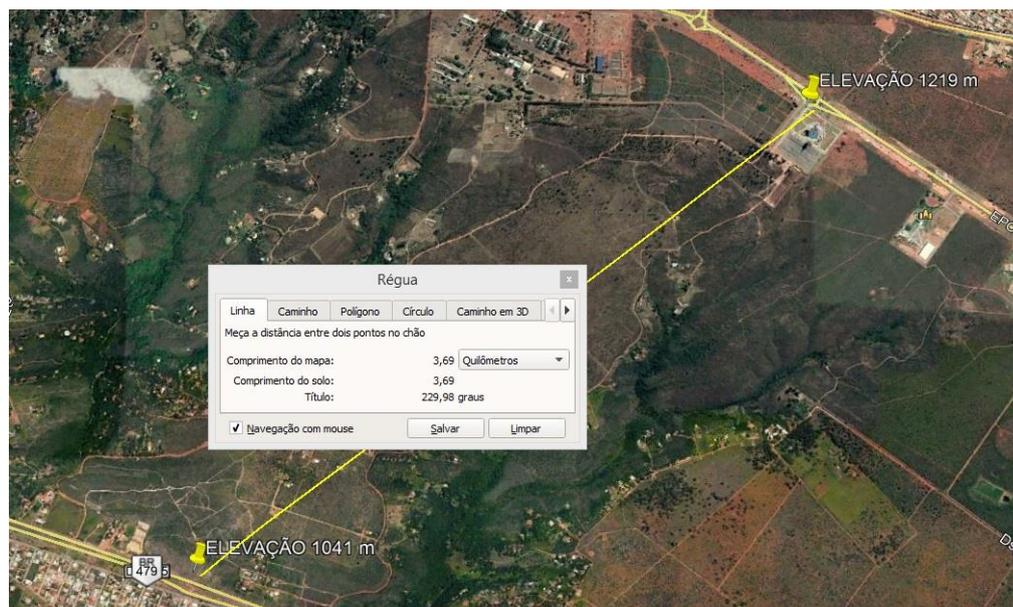
Figura 97 – Valores para Ponderação de Áreas Permeáveis e Impermeáveis do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.



Fonte: A Autora (2019). Baseado em TERRACAP MDE 019/2016 (DISTRITO FEDERAL, 2016).

Na Figura 98 os valores para diferença de altitude ao longo da bacia (Δh), resultando uma diferença de 188 m e comprimento da bacia (L) referente a 3,69 Km, Fonte Google Earth Pro.

Figura 98 – Valores para diferença de Altitude (Δh) em metros e Comprimento da Bacia (L) em Quilômetros no Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.



Fonte: Google Earth Pro (2019).

O Quadro 5-1 aponta os dados de Entrada para uso nas equações 1 a 3 no cálculo simplificado para o Trecho 2 Etapa 1 SHTQ:

Quadro 5-1 – Valores de Entrada Método Racional Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.

Variáveis		Valores Adotados			
C	Coeficiente de Escoamento	Cenário 1:		0,15; (ADASA, 2018)	
		Cenário 2: Edificações: 0,7 Calçadas e Vias: 0,9 Intertravado: 0,78		Cenário 2 Ponderado: 0,48	
A	Área do Empreendimento	223,25 ha		2,23 km ²	
		Permeável - parques, ELUP, praças e áreas verdes (ha):		111,66	
		Impermeável:	Edificações (ha): 55,34	Vias, calçadas e ciclovias (ha): 55,82	Piso Intertravado (ha): 6,8
		TOTAL (ha): 111,16			
T	Tempo de Retorno (anos)	10 (ADASA, 2018)			

L	Comprimento da Bacia	3,69 km (Google Earth)	369000 m
Δh	Diferença de altitude ao longo da bacia	188 m (Google Earth)	0,00048 m/m
tc	Tempo de Concentração (min)	34,30	

Fonte: A Autora (2019).

Aplicando-se os dados do Quadro 5-1 às equações (1), (2) e (3), resulta um valor para a vazão (Q) no cenário 1 (pré-desenvolvimento) de **8,09 m³/s**, enquanto para o cenário 2 (urbanização nos moldes do projeto da TERRACAP) resulta um valor para o escoamento de **25,66 m³/s**. Nesse caso o aumento da vazão máxima pela urbanização calculada pelo Método Racional corresponde a **217%**, Quadro 5-2.

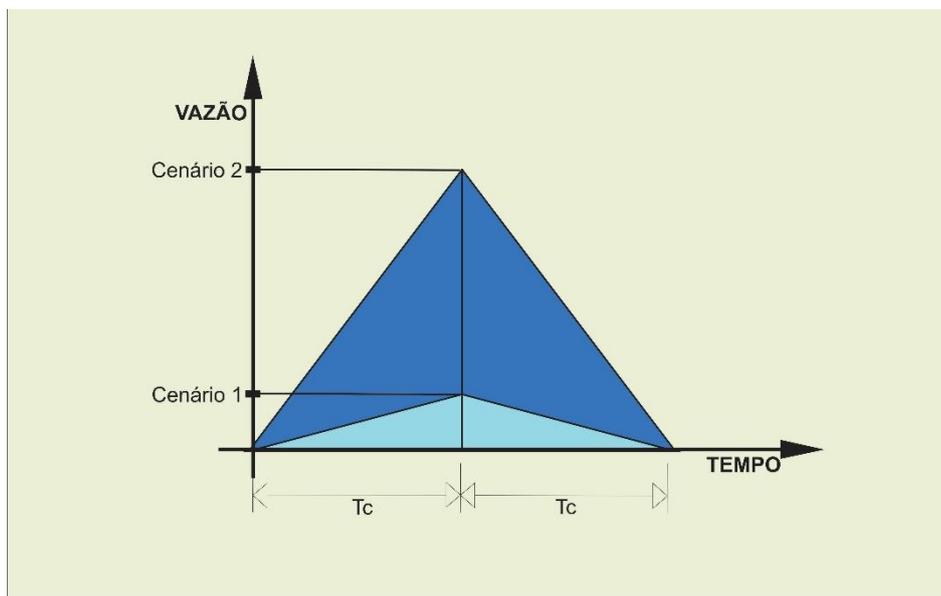
Quadro 5-2 – Vazão Máxima entre Cenários Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ, Método Racional.

	CENÁRIO 1 (pré-desenvolvimento) Método Racional (A Autora, 2019)	CENÁRIO 2 (urbanização TERRACAP) Método Racional (A Autora, 2019)	CENÁRIO 3 (urbanização com biovaletas) Simulação SWMM (BRITO, 2019)
Vazão Máxima pelo Método Racional, (m³/s)	8,09	25,66	0,24
Variação na Vazão Máxima	Cenário 1 para o cenário 2	217	
		Cenário 2 para o cenário 3	-99

Fonte: A Autora (2019).

O Método Racional refere um hidrograma sintético simples, sob a forma de um triângulo isósceles, no qual o tempo de ascensão do pico é igual ao tempo de recessão, e ambos são representados pelo tempo de concentração da bacia, Figura 99.

Figura 99 – Hidrograma do Método Racional entre Cenários 1 e 2.



Fonte: A Autora (2019). Baseado em Tucci (2015).

O SCS, ou Método CN é um método amplamente utilizado para estimar o escoamento de eventos de chuva. Ele foi adaptado para muitas partes do mundo e aplicado com sucesso em cálculos de alterações de escoamento a partir de mudanças no uso do solo (MUCHE et al., 2019). É um método empírico que estima o escoamento superficial de eventos de precipitação na escala da bacia hidrográfica. Integra Influências hidrológicas combinadas do tipo de solo, uso da terra, manejo da terra, condição hidrológica e condição de umidade antecedente. O método CN foi adaptado para áreas com uso de terra variável com cobertura e condições climáticas em muitas partes do mundo, e aplicado em cálculos de escoamento e avaliação da mudança do uso da terra.

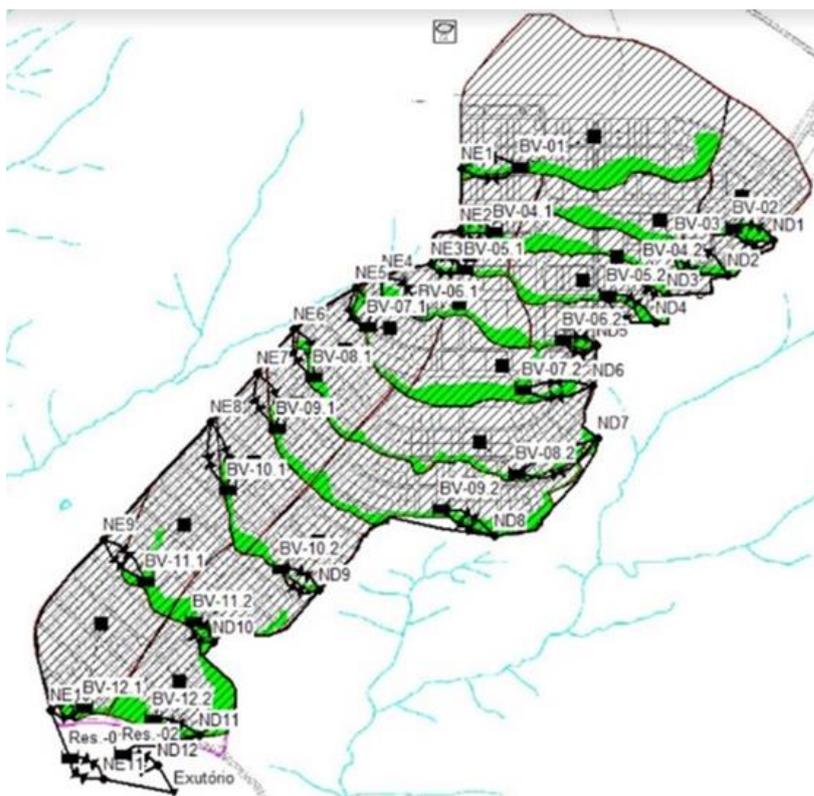
O SWMM, Modelo de Gestão de Drenagem Urbana, da EPA - “U.S. Environmental Protection Agency”, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, é um modelo dinâmico chuva-vazão que simula a quantidade e a qualidade do escoamento superficial, especialmente em áreas urbanas (ROSSMAN, 2010).

Os resultados obtidos pelo Método Racional para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ são, na presente pesquisa, acompanhados dos resultados obtidos na simulação SWMM feita por Brito (2019), o qual refere valor equivalente a **0,24** m³/s para o cenário 3 (urbanização com biovaletas), referindo uma diminuição na vazão máxima equivalente a **99%**, Quadro 5-2.

A simulação SWMM por Brito (2019) considera a implantação das bacias de retenção constantes do projeto de drenagem da TERRACAP, os quais foram simulados com orifício de fundo de 400mm e vertedor a 2,2m de altura. As saídas dos reservatórios se unem posteriormente e fazem lançamento em um único exutório.

Brito (2019) considera as biovaletas com altura 1m, planas com paredes retas, orifício de fundo de 100 mm e vertedor a 70cm de altura do fundo. Para cada uma das biovaletas, utilizando-se as curvas do SIRGAS a cada 5m, foi estabelecida uma área de contribuição Figura 100. A curva IDF de chuva utilizada na simulação foi a estabelecida pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana do DF e mencionada no manual de drenagem da ADASA com um tempo de recorrência de 10 anos e 24h de duração.

**Figura 100 - Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ em Desenho para Simulação SWMM.
Localização das Biovaletas e Lançamentos**



Fonte: BRITO (2019).

Para o cálculo da infiltração na área de contribuição, foi utilizado o CN médio de 77,49. Não foi considerada infiltração nas bacias durante o evento da chuva. Durante as 24h de chuva, apenas em uma das 21 Biovaletas (BV), o nível d'água atinge o nível do vertedor (70cm).

A análise de Brito (2019) demonstrou que de maneira geral, as valas estão superdimensionadas, uma vez que o volume de chuva precipitada ao longo das 24h é de 217.914,71 m³. Considerando um armazenamento até a altura total das biovaletas de 1m e 2,5m dos reservatórios finais, o volume de armazenamento é de 385.023,58 m³. Mesmo com a redução da altura máxima de armazenamento para 70cm nas biovaletas e 2,2m nos reservatórios finais (altura dos vertedores simulados), o volume de armazenamento seria de 287.844,75 m³, ainda bem maior do que o volume inicial de chuva precipitado. Dessa forma, também considera desnecessárias as bacias de retenção propostas pela TERRACAP.

Acompanha também a presente pesquisa os resultados obtidos na simulação SWMM por Carvalho (2018) por intermédio da parceria entre o projeto “Brasília Sensível à Água” e os estudos do professor Sérgio Koide, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos - PTARH.

Carvalho (2018) faz uma análise na qual simula os três cenários, todos eles com modelagem SWMM com o método SCS. Foi utilizada a modelagem hidrodinâmica que calcula a vazão em cada poço de visita somando as entradas dos volumes de água em cada poço ao longo da rede.

A simulação SWMM por Carvalho (2018) retornou valor nulo para escoamento superficial no Cenário 2 (urbanização nos moldes do projeto da TERRACAP). Porém, para efeito de análise, considerou-se a vazão de tolerância apontada no Manual de Drenagem do DF, que é de 24,4 l/s/ha. Considerando que o empreendimento tem 223,25 ha, a vazão limite de lançamento para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ é **5,45** m³/s. Tal valor indicado pela ADASA (2018) significa que um empreendimento urbano qualquer a ser implantado na região do Trecho 2 não pode provocar uma vazão de lançamento no Lago Paranoá que supere 5,45 m³/s. Assim, o valor encontrado por Carvalho para o cenário 2 que é de **42,24** m³/s, sem considerar as bacias de retenção propostas pela TERRACAP, supera a vazão de tolerância em 675 %. Ao considerar na simulação as bacias, o valor da vazão máxima passa para **6,5** m³/s, referindo um aumento na vazão máxima pela urbanização de **19,20** % do Cenário 1 (pré-desenvolvimento) para o Cenário 2 (urbanização nos moldes do projeto da TERRACAP).

Já o uso das biovaletas, característica do cenário 3, retornou, na simulação SWMM, valores referentes a **0,53** m³/s na análise de Carvalho (2018) o que refere uma percentagem de diminuição também de **99%** na vazão máxima de lançamento

no Lago Paranoá, considerando a implantação das bacias de retenção propostas pela TERRACAP. Ao considerar as bacias, a diminuição na vazão do cenário 2 (urbanização nos moldes do projeto da TERRACAP) para o cenário 3 (urbanização com biovaletas) seria de **97%**, Quadro 5-3.

Quadro 5-3 – Análise da Vazão Máxima entre Cenários Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ.

	CENÁRIO 1 (pré-desenvolvimento)	CENÁRIO 2 (urbanização TERRACAP)		CENÁRIO 3 (urbanização com biovaletas)
Vazão Máxima por Simulação SWMM por Carvalho (2018) (m3/s)	5,45	Sem Bacias TERRACAP	42,24	0,53
		Com Bacias TERRACAP	6,5	
Variação na Vazão Máxima por Simulação SWMM por Carvalho (2018)	Sem bacias TERRACAP (variação do cenário 1 para o cenário 2)		675%	
	Com bacias TERRACAP (variação do Cenário 1 para o Cenário 2)		19,20 %	
		Sem bacias TERRACAP (do Cenário 2 para o Cenário 3)		-99 %
		Com bacias TERRACAP (do Cenário 2 para o Cenário 3)		-92 %

Fonte: CARVALHO (2018).

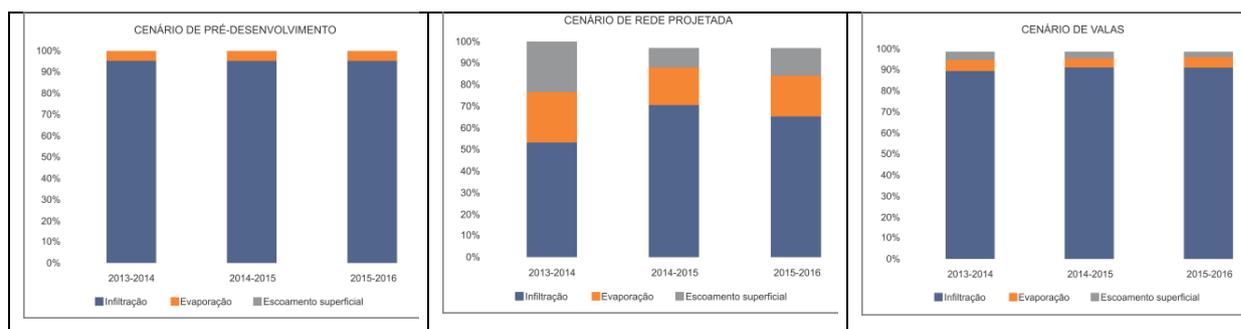
A simulação por Carvalho (2018) demonstrou que as valas não encheram até a altura máxima estipulada no projeto conceitual: 1 metro. Com período de retorno de 10 anos, a maior lâmina de água na superfície das biovaletas foi da altura de 33,6 cm em seu momento de maior cheia. A média de altura da lâmina d'água dentro das valas (considerando todas as subdivisões) foi de 17,7cm. Observa-se que nem metade da altura máxima estipulada para a vala foi utilizada (CARVALHO, 2018). Como profundidade de segurança, recomenda-se a altura média de 0,40 cm.

As Figuras 101 a 103 demonstram as parcelas do ciclo hidrológico para cada um dos três cenários, simulados no SWMM por Carvalho (2018). No cenário 1 (pré-desenvolvimento), o predomínio da infiltração, havendo pouca geração de escoamento superficial. No cenário 2 (urbanização nos moldes do projeto da TERRACAP), ocupação urbana com a rede projetada, devido à alteração do uso e ocupação do solo, o escoamento superficial torna-se parcela importante, reduzindo a infiltração no local, comprometendo as nascentes na região. O cenário 3, ocupação urbana mais infraestrutura Socioecológica com uso de biovaletas, indica uma urbanização menos impactante com alterações mínimas no ciclo hidrológico.

Figura 101 – Gráficos representativos da simulação SWMM Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.

Figura 102 – Gráficos representativos da simulação SWMM Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.

Figura 103 – Gráficos representativos da simulação SWMM Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.



Fonte: CARVALHO (2018).

Lembrando que os trabalhos de modelagem de Carvalho (2018) e Brito (2019) são experiências que tem suas incertezas e que ainda estão sujeitas a etapas posteriores como a calibração e a verificação, configurando possibilidades de novos e posteriores estudos.

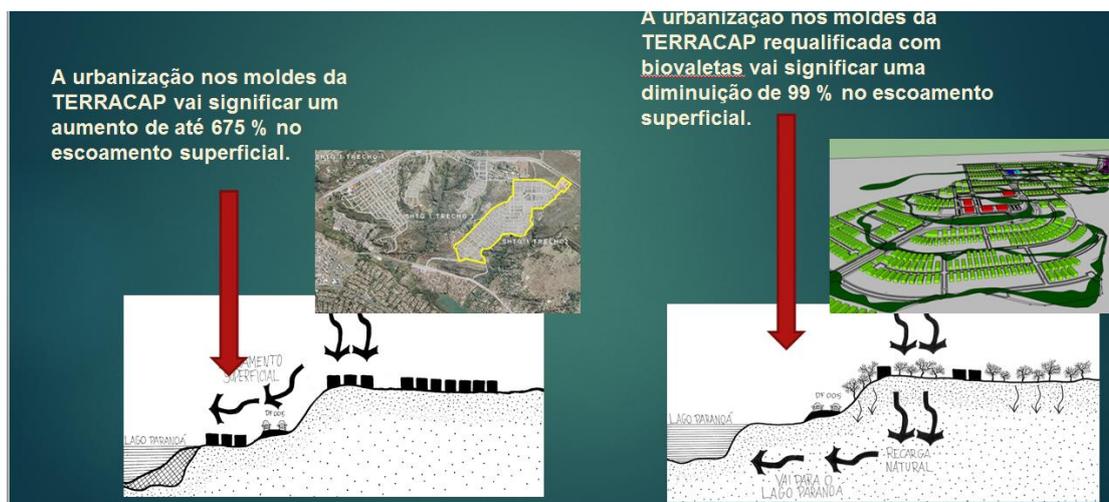
5.3 CONCLUSÃO

Com a ocorrência da urbanização, percebe-se a expansão considerável da área impermeabilizada e redução da permeabilidade do território, acarretando desequilíbrio do ciclo hidrológico urbana, com acréscimo vertiginoso na vazão de escoamento superficial (GUTIERREZ; RAMOS, 2019). Em um aparente paradoxo, as águas ao escorrerem com maior vazão, em vez de aumentar, diminuem a disponibilidade hídrica, com todas as consequências para um contexto de crise hídrica, a não ser que estas águas fossem reaproveitadas. Todo espaço de

armazenamento natural de áreas permeáveis, várzeas e mesmo nos próprios talwegues naturais, retirado pela urbanização, é substituído por novas áreas inundadas mais a jusante.

Percebe-se que à medida que a cidade se urbaniza ocorre aumento da vazão máxima devido ao aumento do escoamento pela impermeabilização das superfícies. A diminuição na vazão máxima do cenário 2 (urbanização nos moldes do projeto da TERRACAP) para o cenário 3 (urbanização com biovaletas) em até 99% (CARVALHO, 2018; BRITO et al., 2019) demonstra que a urbanização com biovaletas pode acontecer alterando minimamente as parcelas do ciclo hidrológico, Figura 104. Também pode levar a uma inferência de que as bacias propostas pela TERRACAP não são necessárias caso a urbanização seja feita com as biovaletas propostas pelo projeto “Brasília Sensível à Água”.

Figura 104 - Análise do impacto das propostas de urbanização na vazão máxima de escoamento superficial para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.



Fonte: A Autora (2019).

A análise destes resultados significa, pela abordagem Socioecológica, que a ação do homem ao ocupar o espaço, nos moldes do projeto da Administração Pública, vai implicar em maiores volumes de águas escorrendo para o exutório, conseqüentemente com maior vazão e maiores velocidades. Porém, em um aparente paradoxo, tais águas, ao chegarem ao Lago Paranoá em vez de aumentar, diminuem a disponibilidade hídrica, uma vez que o aumento da vazão escoada diminui a infiltração que recarrega os aquíferos, aumenta o carreamento de poluentes, contribui para a formação de erosões e assoreamentos, com todas as

consequências de diminuição das águas doces disponíveis em um contexto que já é de crise hídrica.

A implantação das proposições da Infraestrutura Socioecológica, como as biovaletas, torna possível uma maior aproximação com o cenário de pré-desenvolvimento, que é aquele no qual a região do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ se encontra no momento da escrita.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes desafios para os planejadores do espaço urbano está em conciliar, de forma sistêmica, a expansão urbana com a questão da proteção da natureza, de forma a garantir um futuro sem escassez de água potável no planeta. O que se observa, na prática, é uma dissociação entre a gestão das águas, o planejamento urbano e a gestão ambiental. A aplicação dos estudos da Infraestrutura Socioecológica no estudo do caso do SHTQ torna-se importante por verificar, na prática, novas formas de pensar a natureza em áreas ambientalmente sensíveis em um contexto de crise hídrica, as quais poderão contribuir como reflexão para novos estudos.

Na análise do desenvolvimentismo face aos seus impactos e implicações sociais e ambientais, percebe-se que a rede convencional proposta para o parcelamento nos moldes do urbanismo convencional altera bastante o ciclo hidrológico. O parcelamento como proposto pela Administração Pública trará mudanças no uso do solo que incidem sobre a capacidade de suporte do território pelo potencial de afetar o regime hídrico das bacias hidrográficas, com aumento considerável da vazão máxima de escoamento superficial, alterando os limites de várzea, a forma e o tamanho do leito e margens dos córregos, prejudicando os ecossistemas.

Os projetos do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, apesar de possuírem licenças ambientais e urbanísticas, requerem maneiras de ocupação do território que causem menos impactos ao meio ambiente e que não prejudiquem a produção das águas atualmente produzidas, uma vez que a maneira mais importante de proteção dos recursos hídricos é a preservação das áreas de recarga de aquíferos.

A urbanização nos moldes convencionais gera acréscimo nas vazões máximas de escoamento. A partir da análise da caracterização do local da pesquisa e do estudo do aumento da vazão máxima, observa-se que a implantação do empreendimento projetado pela Administração Pública pode não justificar os impactos naturais eminentes ao local e à escala metropolitana de Brasília. As águas infiltram menos e escoam mais.

Retornando à questão inicial: De que maneira os modos de expansão urbana dialogam com a questão da proteção da natureza e da produção das águas em área ambientalmente sensível em tempos de crise hídrica? Para responder esta questão,

foram realizados procedimentos de pesquisa qualitativos e quantitativos a fim de melhor apreender os processos sob observação e o espaço social da região. No desenrolar do trabalho de pesquisa, pode-se dizer que a pergunta foi respondida, considerando-se os resultados obtidos com o estudo de caso quanto ao impacto da expansão urbana sobre a drenagem e a variação na vazão máxima de escoamento.

Embora este processo não seja conclusivo pela infinidade de possibilidades que um tema de pesquisa represente, os caminhos traçados até o momento contribuem para uma reflexão a respeito de como ocupar uma área ambientalmente sensível, recarga de aquíferos. Pela análise apresentada na pesquisa, demonstrou-se que, caso seja implementado o projeto elaborado pela Administração Pública, a vazão de recarga no Lago Paranoá vai diminuir pelo aumento na vazão máxima de escoamento superficial em uma inadequação à realidade de escassez hídrica pela qual passa Brasília no momento da escrita. Esta questão tem grandes implicações ao considerar o Lago Paranoá como manancial de abastecimento, que já possui problemas de erosões e assoreamentos antes mesmo de receber novos parcelamentos em sua bacia.

Considerando o cenário de disponibilidade hídrica de Brasília, juntamente com o que foi analisado na presente pesquisa com relação aos impactos na vazão máxima de lançamento, verifica-se que as medidas de Infraestrutura Socioecológica são mais salutares para as águas urbanas quando comparadas com a alternativa de implantação de sistemas convencionais de drenagem, podendo minimizar os impactos por ele gerados.

Tal cenário motiva a busca por padrões de ocupação do território que sejam sensíveis à água, ao tempo em que se busquem métodos mais eficientes na elaboração de projetos de drenagem urbana, que mitiguem os impactos ambientais ocasionados pelo processo de urbanização: a drenagem projetada com bases nas soluções baseadas na natureza, em acordo com a Infraestrutura fundamentada na abordagem Socioecológica.

A pesquisa evidencia que é possível sim haver um desenho urbano inclusivo e sensível ao ciclo urbano da água. É preciso que comunidade, gestão pública e academia trabalhem unidos, atentos e atrelados aos limites da natureza. Por se tratar de área com grandes declives em direção ao Lago Paranoá, é preciso pensar a drenagem pela diminuição da vazão das águas ao longo do traçado das vias, com

o uso, por exemplo, das biovaletas, bem como na revisão do desenho do empreendimento na visão do todo e considerando o urbanismo pré-existente.

Tudo isso para que as águas pluviais não cheguem ao Lago Paranoá com maior velocidade e vazão, garantindo níveis de qualidade e mitigação dos prejuízos advindos da urbanização da área, caso essa urbanização, naquele local, ainda que sensível ambientalmente, seja inevitável. O grande desafio que paira sobre a Serrinha do Paranoá é a capacidade que instituições, academia e comunidade, tenham de conceber um projeto que conjugue o desenvolvimento com a preservação ambiental e dê início a uma dinâmica que confira um novo sentido ao lugar com relação à justiça social e abundância hídrica.

REFERÊNCIAS

AB SABER, A. N. e MULLER-PLANTBERG, C. **Previsão de Impactos: O Estudo de Impacto Ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, Rússia e Alemanha.** Universidade de São Paulo. 1994.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Relatório Pleno.** Brasília: ANA, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Informações sobre recursos hídricos. conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. **Agência Nacional das Águas**, 2017. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA). **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal: Revisão e Atualização (Relatório Técnico Parcial 3).** Brasília: ADASA, 2011.

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA). **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal.** Brasília, DF: Adasa, Unesco, 2018. 329 p.

AGUSTINHO, D. P. **Complexidade na governança da água no DF: desafios para o comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraná.** 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.

ALLAIN, R. **Morphologie urbaine: géographie, aménagement et architecture de La Ville.** Paris: Armand Colin, 2004.

ANDRADE, L. M. **Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem.** 2014. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.

ANDRADE, L. M.; CONSERVA, C. S.; LEMOS, N. S.; PRATES S. C.; NOBREGA, G. D. P. **Gestão compartilhada para cidades sensíveis à água: o agenciamento de atores para o fortalecimento do Lago Paranoá e o enfrentamento da crise hídrica em Brasília.** Brasília: PLURIS, 2018.

ANDRADE, L. M.; LACERDA, G.; OLIVEIRA, A. B.; OLIVEIRA, A.; CAMARGO, P.; DANTAS, A. Brasília sensível à Água. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 4., 2016, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2016, p. 1-20.

ANDRADE, L. M.; LEMOS, N. S.; CONSERVA, C. S.; SOUTO, B. M.; OLIVEIRA, E. Urbanismo neoliberal e a escassez de água: a importância do desenho urbano sensível à água inclusivo na Serrinha do Paranoá na Bacia do Paranoá DF. In:

SEMINÁRIO INTERNACIONAL URBANISMO BIPOLÍTICO: URBANISMO NEOLIBERAL E RESISTÊNCIAS BIOPOTENTES, 2., 2018, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: Fluxos, 2018.

ANDRADE, L. M.; MEDEIROS, V. A. S.; LEMOS, N. S. O movimento natural das pessoas e o caminho das águas: resultados de projetos urbanísticos no DF baseados em princípios de sustentabilidade ambiental e espacial. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 6., 2011, Vitória. **Anais [...]** Vitória: ELECS, 2011.

ANDRADE, R. M. T.; MICCOLLIS, A. Diagnóstico de percepção de risco ambiental e mudança climática no núcleo rural da microbacia do Córrego do Urubu. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 6., 2012, Belém. **Anais [...]** Belém: ANPPAS, 2012.

AQUAFLUX. **Drenagem sustentável**. Página Inicial, 2017. Disponível em: <https://www.aquafluxus.com.br/>

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. **Agua y ciudades em América Latina retos para el desarrollo sostenible**. Nova Iorque: BID - Banco Interamericano de Desarrollo, 2015.

BARTHEL, S.; COLDING, J.; ERNSTSON, H.; ERIXON, H.; GRAHN, S.; KÄRSTEN, C.; MARCUS, L.; TORSVALL, J. **Principles of socioecological urbanism. Case study: Albano Campus, Stockholm**. Stockholm: Universitetservice US-AB, 2013.

BELCHER, D.J. et al. **Relatório Técnico sobre a nova capital da República**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1955.

BENEVOLO, L. **A História da Cidade**. São Paulo: Perspectiva, 2011.

BESSA, M. **Como são feitos os pneus?** Super Interessante. Grupo Abril. 2011.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. Centro de Estudos e Debates Estratégicos. **Instrumentos de gestão das águas**. Brasília: Edições Câmara, 2015.

BRASIL. **Lei Federal n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal. Brasília: Senado Federal, 2012a.

BRASIL. **Lei n. 10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm

BRASIL. **Lei n. 3.835**, de 27 de março de 2006. Dispõe sobre a pavimentação de estacionamentos no âmbito do Distrito Federal e dá outras providências. Disponível em: http://www.tc.df.gov.br/SINJ/Norma/54490/Lei_3835_27_03_2006.html.

BRASIL. **Portaria nº 68**, de 15 de fevereiro de 2012. Delimitação e diretrizes para a área de entorno do conjunto urbanístico de Brasília. Brasília: IPHAN, 2012b.

BRASÍLIA REVISITADA. **Anexo I do Decreto nº 10.829/1987 - GDF e da Portaria nº 314/1992 - Iphan**. Disponível em:

<http://urbanistasporbrasil.com/uploads/9/4/0/4/9404764/brasiliarevisitada.pdf>

BRITO, A. J.; CONSERVA, C. S.; ARAUJO, C. B.; LAVINAS, E. C.; ANDRADE, L. M. Expansão urbana e drenagem: manejo de águas pluviais em região produtora de água na Bacia do Paranoá, DF. In: SIMPÓSIO MUNDIAL DE SUSTENTABILIDADE CONFERÊNCIA INTERNACIONAL BRIDGE, 2019, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: UNISUL, 2019.

BRITO, J. **Do Plano Piloto a metrópole: a mancha urbana de Brasília**. 2009. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.

BUSCHBACHER, R. A Teoria da Resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível? **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v. 9, p. 11-24, 2014.

CAPRA, F. **Conexões ocultas**. São Paulo: CULTRIX, 2002.

CARVALHO, D. J. Análise de solução de drenagem urbana de baixo impacto por modelagem hidrológica de base contínua. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 23., 2019, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: ABRHidro, 2019.

CARVALHO, D. J. **Manejo de águas pluviais urbanas com solução de baixo impacto para área residencial**: Estudo de caso Setor Habitacional Taquari – Etapa 1 Trecho 2/DF. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade de Brasília, Brasília.

CATALÃO, V. M. L.; MORAIS, J. R. Ecopedagogia: na confluência da bacia hidrográfica com a bacia pedagógica. **NUPEAT-IESA-UFG**, v. 1, n.1, jan/jun, 2011, p. 36-44, 2011.

CAVALCANTI, D. C.; HAMMES, V. S.; SIMÕES, S. S.; UDRY, M. C. F. V. Projeto Águas: Construindo juntos uma Sociedade Sustentável na Microbacia da Serrinha do Paranoá. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 2016, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: ANPARQ, 2016.

CHRISTOFIDIS, D. **Água**: gênese, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil. Brasília: PROÁGUA, 2006. 18 p. (Relatório Técnico).

CHRISTOFIDIS, D. Escassez hídrica: quantidade, qualidade e oportunidade. In: ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS AMBIENTAIS DE PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 5., 2012, Portugal. **Anais [...]** Portugal: Universidade de Évora, 2012.

CHRISTOFIDIS, D. **Hidroética**: água, ética e meio ambiente. Palestra - Cidade bem Tratada, Resíduos Sólidos, Água e Energias Renováveis. 2018. 34 slides. Disponível em:

http://www.cidadebemtratada.com.br/doc/palestras18/palestra_hidroetica_demetrios-christofidis-CBT2018.pdf

CHRISTOFIDIS, D. **Olhares sobre a política de recursos hídricos no Brasil: o caso da Bacia do Rio São Francisco**. Brasília: UNB/Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2001.

CIDADE, L. C. F. Ideologia, produção do espaço e apropriação da socionatureza no Lago Paranoá. In: PAVIANI, A. (Org.). **Brasília 50 anos: da capital a metrópole**. Brasília: Universidade de Brasília, 2010. pp. 195-224.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre: IPH UFRGS, 2018.

CONSERVA, C. S. ANDRADE, L. M.; SANT'ANA, D.; CARVALHO, D.; COSTA, M.; KOIDE, S. Olhares sobre a drenagem em Brasília: expansão urbana e infraestrutura socioecológica na serrinha do Paranoá, DF. **Revista Mix Sustentável**, v.5, n.2, p. 149-164, junho 2019.

COSTA, M. E. L.; KOIDE, S. Análise do escoamento superficial utilizando o modelo swmm em bacias urbanas com enfoque na geração de cargas de poluição difusa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - ÁGUA DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIOAMBIENTAL, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Anais [...]** Bento Gonçalves: ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.

DEL RIO, V.; **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. 5. ed. São Paulo: Pini, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Estudos hidrológicos, diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários**. Rio de Janeiro: IPR, 2005.

DISTRITO FEDERAL. CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. **30 dias pelo direito à cidade**. Brasília: Câmara Legislativa do Distrito Federal, 2019a. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/914993/30-dias-pelo-direito-a-cidade>>.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Plano Diretor de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Brasília: GDF, 2017a.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal. Zoneamento dos Usos do Espelho D'Água do Lago Paranoá. **Mapa Interativo**, 2019b. Disponível em: <http://gis.adasa.df.gov.br/portal/home/>

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **RA XVIII – Lago Norte. Estudo Urbano e Ambiental**. Brasília: CODEPLAN, 2018a.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Relatório do Plano Piloto de Brasília**. Brasília: CODEPLAN, 1991.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. **Diretrizes Urbanísticas Setor Habitacional Taquari Etapa II**. Brasília: GDF, 2013. Disponível em: <http://www.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/DIUR_05_2013_SH_taquari_etapa_II_com_aditivo.pdf>.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. **Distrito Federal, o berço das águas**. Brasília: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal - SEMARH-DF, 2004.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Lei Complementar 803/20090, de 25 de abril de 2009. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal — PDOT e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2009. Disponível em: http://www.sinj.df.gov.br/SINJ/Norma/60298/Lei_Complementar_803_25_04_2009.html

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. **Lei Complementar nº 948, de 16 de janeiro de 2019**. Lei de Uso e Ocupação do Solo. Brasília, 2019c. Disponível em: http://www.tc.df.gov.br/SINJ/Norma/fdab09844f754a998dea87e64a4b4d54/Lei_Complementar_948_16_01_2019.html

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. **Memorial Descritivo MDE 019/2016**. Brasília: TERRACAP, 2016.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo da área de proteção ambiental do Planalto Central**. Brasília: APA do Planalto Central, 2015. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/cerrado/unidades-de-conservacao-cerrado/2059-apa-do-planalto-central>

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Ministério Público do Distrito Federal e Territórios. **A expansão urbana no Distrito Federal e o desafio da preservação das águas da Serrinha do Paranoá em um contexto de escassez hídrica**. Brasília: MPDFT, 2018b.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Ministério Público do Distrito Federal e Territórios. Audiência pública trata da escassez hídrica no DF. **MPDFT**, 2017b. Disponível em: <http://www.mpdft.mp.br/portal/index.php/comunicacao-menu/noticias/noticias-2016/noticias-2016-lista/8600-audiencia-publica-trata-da-escassez-hidrica-no-df>

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. **Plano integrado de enfrentamento à crise hídrica**. Brasília: IBRAM, 2018c. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/Plano-27%C2%AA-ciea.pdf>

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal. **Mapa Hidrográfico do Distrito Federal**, 2018d. Disponível em: <http://www.sema.df.gov.br/mapa-hidrografico-do-df/>

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação. **GEOPORTAL**, 2017c. Disponível em: <http://www.segeth.df.gov.br/geoportal/>. Acesso em: 11 set. 2018.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal. **Parecer Técnico nº 06/2017 – SUPLAM/SEMA**. Análise da Proposta de Parcelamento do Setor Habitacional Taquari, 2018e. Disponível em: http://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/novembro_2017/SUPLAM_SEMA_PT06_2017_Taquari_20171028.pdf.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. TERRACAP. **Memorial Descritivo MDE – 111/1999, Região Administrativa do Lago Norte – RA XVIII Setor Habitacional Taquari – SHTQ Trecho 2**. Brasília: ENGEVIX Engenharia S/C Ltda, 1999.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. TERRACAP. **Plano de manejo da área de proteção ambiental do Lago Paranoá**. Brasília: TERRACAP, 2011.

EMOTO, M. Office Masaru Emoto. **Página Inicial**, 2008. Disponível em: <https://www.masaru-emoto.net/en/>. Acesso em: 10 jul. 2019.

FARR, D. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

FAUSTINO, A. S. **Gestão das águas pluviais urbanas através da abordagem water sensitive urban desing: desafios e potencialidades para o Município de São Carlos – SP**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

FERGUSON, B. K. Stormwater Management and Stormwates Restoration. In: FRANCE, R. L. (Org.). **Handbook of water sensitive planning and design. integrative studies in water management and land development**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2002.

FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W.; ASHLEY, R.; BUTLER, D.; ARTHUR, S.; TROWSDALE, S.; BARRAUD, S.; SEMADENI-DAVIES, A. BERTRAND-KRAJEWSKI, J.; MIKKELSEN, P.; RIVARD, G.; UHL, M.; DAGENAIS, D.; VIKLANDER, M. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more: the evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, 2015.

FREITAS-SILVA, F.H; CAMPOS, J. E.G.; Geologia do Distrito Federal. In IEMA/SEMATEC/UnB. **Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos**

Superficiais do Distrito Federal. IEMA/SEMATEC/UnB. Brasília.1998. 1 v., parte I. 86 p.

FONSECA, F. O. **Olhares sobre o Lago Paranoá.** Brasília: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2001.

GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL. **EIA/RIMA Lago Norte.** Brasília: Geológica, 2012.

GONTIJO JUNIOR, W. C. **Águas em Brasília:** ainda não somos modernos. Brasília: CODEPLAN, 2015, pp. 16-23. Disponível em: www.codeplan.df.gov.br

GONZALES, S. F. N.; FRANCISCONI, J. G.; PAVIANI, A. **Planejamento e urbanismo na atualidade brasileira:** objeto, teoria e prática. Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2013.

GORBACHEV, M. As fontes de água doce secarão? **Revista Época**, 2010. Disponível em: <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI149837-15257,00-AS+FONTES+DE+AGUA+DOCE+SECARAO.html>

GUNDERSON, L. H.; HOLLING, C. S. (Ed.). **Panarchy:** understanding transformations in human and natural systems. Washington, DC: Island Press, 2002.

GUTIERREZ, A. I. R.; RAMOS, I. C. Drenagem urbana sustentável para a concretização de metas de ODS/ONU. **ACHIDAILY**, 2019. Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/920314/drenagem-urbana-sustentavel-para-a-concretizacao-de-metas-de-ods-onu>

HARVEY, D. **Cidades rebeldes:** do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HOLANDA, F. R. B. **Ordem e desordem:** arquitetura e vida social. Brasília: FRBH, 2012.

HUANG, C. L.; HSU, N. S.; LIU, H. J.; HUANG, Y. H. Optimization of low impact development layout designs for megacity flood mitigation. **Journal of Hydrology**, v. 564, set. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico.** Brasília: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 1 dez. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

JACOB, A. C. P. Aquíferos: O que são e como se classificam. **AQUAFLUXUS**, 2016. Disponível em: <https://www.aquafluxus.com.br/aquiferos-o-que-sao-e-como-se-classificam/?lang=en>

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: BOOKMAN, 2010.

KOIDE, S. **Quantificação de parâmetros hidrológicos em campo**. Goiânia: ReCESA, 2008.

LÉFÈBVRE, H. A produção do espaço. **Revista Estudos Avançados**, v.27, n. 79, 2013.

LÉFÈBVRE, H. **O Direito à Cidade**. São Paulo: Centauro, 2013.

LIMA, J. E. F. W. et al. **Gestão da crise hídrica 2016-2018: experiências do Distrito Federal**. Brasília, DF: ADASA, 2018.

MARICATO, E. **Para entender a crise urbana**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

MATURAMA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2001.

MELL, I. C. **Green infrastructure: concepts, perceptions and its use in spatial planning**. 2010. Tese (Doutorado) – University of Newcastle, Liverpool, 2010.

MELLO, Sandra Soares. **Na beira do rio tem uma cidade: urbanidade e valorização dos corpos d'água**. 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MIGUEZ, M. G.; VEROL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Expressão Gráfica, 2003.

MUCHE, E. M. HUTCHINSON, S.; HUTCHINSON, J.; JOHNSTON, J. Phenology-adjusted dynamic curve number for improved hydrologic modeling. **Journal of Environmental Management**, v. 235, pp. 403-413, 2019.

NISKIER, A. **A última obra de Niemeyer**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Letras, 2013.

NOVACAP. **Olhares sobre o manejo de águas pluviais no DF: desafios e oportunidades**. O Projeto DRENAR DF. Brasília: NOVACAP, 2016.

OKI, T.; KANAE, S. Global hydrological cycles and world water resources. **Science**, Washington, DC, v. 313, pp. 1068-1072, 2006.

ONU HABITAT III. **Nova agenda urbana**. Organização das Nações Unidas, 2019. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Brazil.pdf?fbclid=IwAR2koIM7MtgBh6i57G4fxWeWpbK52Jr7sXlrGdBbJF81bF2GSzY527FWdAY>

PELLEGRINO, P.; MOURA, N. B. **Estratégias para uma infraestrutura verde**. Barueri, SP: Manole, 2017.

PINTO, L. L. C. A. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PONCIANO, J. L. C.; COSTA, M. E. L.; KOIDE, S. Simulação hidrológica do sistema de drenagem urbana do Setor Habitacional Arniqueiras. In: ENCONTRO NACIONAL DAS AGUAS URBANAS, 11., 2017, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte, 2017.

PORTO, R. L. **Escoamento superficial direto**. Porto Alegre: Abrh/Editora da Universidade/Ufrgs, 1995.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. **Manual de investigação em ciências sociais**. Lisboa: Gradiva, 1998.

REATTO, A.; MARTINS, E. DE S.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V. DA.; CARVALHO JR, O. A. de. **Mapa Pedológico Digital SIG atualizado do Distrito Federal escala 1:100.000 e uma síntese do texto explicativo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

ROLNIK, R. **Guerra dos lugares: a colonização da Terra e da moradia na era das finanças**. São Paulo: Boitempo, 2015.

ROSSMAN, L. A.; SWMM 5.0. **Manual do Usuário**. Water Supply and Water Resources Division National Risk. Management Research Laboratory. Disponível em: http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/swmm/SWMM_2012.pdf.

SANT'ANA, D. R. **Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações**. Princípios de políticas tarifárias baseados em uma análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica. Brasília: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, Universidade de Brasília, 2017.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço – Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SCOTT, M.; LENNON, M. Nature-based Solutions for the Contemporary City. **Planning Theory and Practice**, v. 17, n. 2, p. 267-300, 2016.

SERRA, G. G. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: Guia Prático para o Trabalho de Pesquisadores em Pós-graduação**. São Paulo: Edusp, 2006.

SILVA, F. T. A.; LIMA, L. D. **O impacto de novos loteamentos urbanos no escoamento superficial: setor habitacional noroeste**. 2016. 101 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) — Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SILVEIRA, D. Gestão territorial do Distrito Federal. In: PAVIANI, A. **Brasília, gestão urbana, conflitos e cidadania**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

SOLÁ-MORALES, I. **Territórios**. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 2002.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G.; **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas**. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014.

TAVOLARI, B. Direito à cidade: uma trajetória conceitual. **Revista Novos Estudos CEBRAP**, v. 104, n. 1, 2016. Disponível em: <https://cidadeseducadoras.org.br/wp-content/uploads/2018/03/Direito_a_cidade_uma_trajetoria_conceitu.pdf?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br>. Acesso em: 23 jan. 2019.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2015.

UNITED NATIONS. **The millenium development goals report**. New York: United Nations, 2015.

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2018: Soluções Baseadas na Natureza para a Gestão da água**. Paris: UNESCO, 2018.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Green long-term control Plan-EZ template: a planning tool for combined sewer overflow control in small communities**. Washington: EPA, 2011. Disponível em: https://www3.epa.gov/npdes/pubs/final_green_ltcpez_instructionswithpoecacomment s.pdf. Acesso em 8 set. 2019.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Urban runoff: low impact development**, 2018. Disponível em: <https://www.epa.gov/nps/urban-runoff-low-impact-development>. Acesso em: 8 set. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento. **SWMM 5.0 manual do usuário**. João Pessoa: UFPB, 2012.

WILKEN, P. S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo: CETESB, 1978.

WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT. **Nature Based Solutions for Water**. Paris: UNESCO, 2018.

ANEXO A – TERMO DE RECOMENDAÇÃO Nº 09/2017



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS
TERCEIRA PROMOTORIA DE JUSTIÇA DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE E PATRIMÔNIO CULTURAL

TERMO DE RECOMENDAÇÃO Nº 09/2017 **ICP 08190.045914/16-25**

Recomenda ao IBRAM a suspensão da Licença de Instalação LI 059/2014, que autoriza a implantação do Trecho 2, Etapa I, do Setor Habitacional Taquari, no Lago Norte, e a adequação dos critérios de avaliação da viabilidade ambiental de empreendimentos de ocupação urbana na bacia hidrográfica do Paranoá às suas fragilidades ambientais, à situação de escassez hídrica e à nova condição de manancial do Lago Paranoá, cujas águas, no limite da capacidade de depuração de esgotos, serão destinadas ao consumo humano.

O **Ministério Público do Distrito Federal e Territórios**, por intermédio da Terceira Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente e Patrimônio Cultural, no exercício das atribuições que lhe são conferidas pelo artigo 129, III, da Constituição Federal c/c o artigo 5º, III, “b” e “d”, e artigo 6º, inciso VII, “a”, “b” e “c”, da Lei Complementar nº 75, de 20 de maio de 1993;

Considerando que incumbe ao Ministério Público promover as ações necessárias ao exercício de suas funções institucionais em defesa da ordem jurídica, do regime democrático e dos interesses sociais e individuais indisponíveis, consoante dispõe o artigo 6º, inciso XIV, letras “f” e “g”, da Lei Complementar nº 75, de 20/05/93;



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

Considerando que o Distrito Federal se encontra em situação de emergência provocada pela escassez de recursos hídricos, a qual, segundo o Parecer Técnico nº 01/2017 - SUPROD/SSPDF e a Nota Técnica nº 06/2017 - SRH/ADASA, exige a adoção de medidas rigorosas para garantir níveis mínimos para manutenção do abastecimento de água da população e mitigação dos prejuízos dela advindos;

Considerando as obras estruturantes e emergenciais em execução na bacia hidrográfica do Paranoá, destinadas a aumentar a oferta de água e evitar o desabastecimento da população do DF, quais sejam: a captação a fio d'água no córrego do Bananal e a captação emergencial no Lago Paranoá, em fase de conclusão na Quadra 04 do Setor de Mansões do Lago Norte;

Considerando que para a garantia da segurança hídrica do Distrito Federal é essencial que não se repetiam erros pretéritos que contribuíram para que se chegasse à situação crítica atual, para o que é imprescindível que sejam adotados novos paradigmas de ocupação urbana do território, haja vista serem notórios os prejuízos gerados não apenas pela ocupação urbana desordenada, mas também pela planejada e executada pelo próprio poder público em áreas ambientalmente sensíveis sem a utilização de técnicas destinadas a preservar os recursos hídricos locais, entre os quais destacam-se os impactos hídricos diretos causados pela implantação de Águas Claras e de Santa Maria, bem como do Setor Noroeste, alegadamente um empreendimento sustentável, mas cuja implantação assoreou a foz do córrego Bananal e considerável extensão do Lago Paranoá, todos implantados por uma companhia imobiliária pública que, por sua natureza jurídica e atribuições, visa o lucro com a venda de lotes e tem resistido a incorporar conceitos de sustentabilidade a seus projetos, não obstante erigida à condição de Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal;

Considerando que, nesse sentido, para além de obras estruturantes de aumento da oferta de água, **o Poder Público deve adotar um novo modelo de desenho para os projetos urbanos e estabelecer novos critérios de avaliação da viabilidade ambiental de empreendimentos imobiliários**, de modo a suplantarem o padrão obsoleto que tem gerado impactos aos ecossistemas produtores de água do Distrito Federal, substituindo-o por modelos que respeitem os limites da capacidade de suporte dos recursos hídricos disponíveis para abastecimento e lançamento de esgotos e drenagem pluvial e sejam sensíveis à água e seus ciclos, com soluções que preservem os sistemas produtores de água e usem tecnologias poupadoras de água, a serem exigidas de acordo com as fragilidades ambientais do local de instalação do parcelamento e, segundo atendam ou não critérios objetivos, devem ser ou não aprovadas pelo órgão ambiental;



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

Considerando que, para tal mister, o órgão ambiental deve adotar novos termos de referência para os parcelamentos de solo, que incorporem os riscos ambientais da área do empreendimento e da bacia hidrográfica onde será inserido¹, de modo a orientar os projetos urbanos a serem desenvolvidos pelo empreendedor segundo conceitos de cidades sensíveis à água, providências estas sem as quais o Distrito Federal resultará à mercê do paradoxo de ter simultaneamente realizadas obras para captação água de um lado, buscando pôr fim à crise hídrica, e obras que degradam precisamente a bacia hidrográfica que produz essas mesmas águas de outro, agravando a crise hídrica (justamente o que está prestes a acontecer na bacia hidrográfica do Lago Paranoá, na área conhecida como Serrinha do Paranoá, designação criada por Paulo Bertran, o maior historiador do Planalto Central);

Considerando que o MPDFT, atuando ao longo das últimas décadas na defesa dos recursos hídricos do Distrito Federal e acompanhando de perto a situação que culminou com a crise hídrica atual, coletou informações relevantes e, ainda, na Audiência Pública que realizou em 14 de março de 2017 e no Seminário “*O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: desafios do planejamento urbano para Brasília*”, que realizou em 30 de agosto de 2017 em parceria com a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU, da Universidade de Brasília, e membros da Comunidade da Serrinha do Paranoá, obteve diagnósticos, avaliações e sugestões da sociedade civil organizada, da academia e do próprio poder público;

Considerando que o MPDFT, ainda em março de 2017, a título de contribuição para o enfrentamento da crise hídrica, encaminhou ao Sr. Governador do Distrito Federal, um documento com 64 recomendações do órgão, entre as quais a de que a TERRACAP adequasse os seus projetos de parcelamento de solo à realidade da escassez hídrica do Distrito Federal e à sua condição de Agência de Desenvolvimento, que deve implementar programas e projetos sustentáveis de fomento ao desenvolvimento econômico e social², adotando soluções e tecnologias modernas e ecologicamente eficientes para o abastecimento e o esgotamento sanitário, para a manutenção das áreas de recarga de aquífero, redução da impermeabilização do solo, infiltração de drenagem pluvial e paisagismo integrado, uso de telhados verdes, instalação de sistemas poupadores de água, reuso de água cinza, uso de água da chuva,

¹ Riscos estes já mapeados nos estudos do Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal, em avançado estágio de elaboração, e em outros estudos e levantamentos complementares.

² A Companhia Imobiliária de Brasília (Terracap), criada pela Lei n.º 5.861, de 12 de dezembro de 1972, é empresa pública do Governo do Distrito Federal que tem por objetivo a execução, mediante remuneração, das atividades imobiliárias de interesse do Distrito Federal, compreendendo a utilização, aquisição, administração, disposição, incorporação, oneração ou alienação de bens. A partir de 1997, passou a exercer a função de Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal na operacionalização e implementação de programas e projetos de fomento e apoio ao desenvolvimento econômico e social do Distrito Federal, nos termos do Decreto n.º 18.061/1997.



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

espaço para hortas comunitárias, manutenção de áreas verdes para o fluxo gênico de fauna e flora e adensamento populacional compatível com a capacidade de suporte da bacia hidrográfica;

Considerando que, nesse diapasão, o MPDFT recomendou que a TERRACAP adequasse o projeto de parcelamento do solo do Trecho 2, Etapa I, do Setor Habitacional Taquari (SHTq), a ser implantado em área de recarga de aquífero, à nova realidade de escassez hídrica do Distrito Federal e à nova condição do Lago Paranoá, agora manancial indispensável ao abastecimento público, visando à preservação da capacidade de produção de água da área que apresenta riscos ecológicos, adotando, para tanto, tecnologias de viabilidade e eficiência já comprovadas e dando ensejo à participação da comunidade local na tomada de decisões, visto que vem, há anos, se empenhando em proteger as águas da Serrinha do Paranoá, inclusive com mapeamento e recuperação de nascentes e indicação de projetos para a ocupação sustentável da região e sua vocação para a agroecologia e o ecoturismo;

Considerando que o MPDFT recomendou à TERRACAP que suspendesse a Concorrência 03/2017 e a Concorrência 04/2017, destinadas à contratação de empresas para execução, respectivamente, da obra de implantação da rede de esgoto e da obra de implantação da rede de abastecimento de água no Setor Habitacional Taquari (SHTq), 1ª Etapa, Trecho 2, o que foi acatado pela TERRACAP, que se comprometeu a não homologar o resultado de tais licitações e iniciou um diálogo com o MPDFT e a Comunidade local para promover adequações no projeto em questão;

Considerando que o MPDFT, tendo em vista o disposto na **Resolução CNRH n° 16, de 08 de maio de 2001**³, recomendou à ADASA que restringisse o lançamento de efluentes de esgotos no Lago Paranoá, alertando que o aumento de lançamento desses resíduos gerado pela implantação do Trecho 2, 1ª Etapa, do SHTq, é incompatível com a situação crítica de escassez, a qual requer o racionamento de diluições, e que, ademais, tais lançamentos jamais tiveram a viabilidade ambiental avaliada tecnicamente, pois o SHTq, como um todo, foi considerado viável pelo CONAM em 1998, sem informações quanto ao lançamento de águas residuais no Lago Paranoá (provavelmente porque a solução de esgotamento então proposta para o setor era o uso de fossas sépticas), num contexto completamente distinto do atual⁴, em que o

³ Art. 26. Quando da ocorrência de eventos críticos na bacia hidrográfica, a autoridade outorgante poderá instituir regime de racionamento de água para os usuários, pelo período que se fizer necessário, ouvido o respectivo comitê.

(...)

§ 3º. Poderão ser racionadas, indistintamente, as captações de água e/ou as diluições de efluentes, sendo que, neste último caso, o racionamento poderá implicar restrição ao lançamento de efluentes que comprometam a qualidade de água do corpo receptor.

⁴ Não obstante o PDOT/1997 proibisse o adensamento de sua bacia hidrográfica justamente para evitar novos lançamentos no Lago Paranoá, já, então, próximo de esgotar a sua capacidade de depuração.



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

Lago Paranoá se tornou o manancial destinado a evitar o desabastecimento;

Considerando ser, portanto, **indispensável que o órgão ambiental exija a realização de estudos que avaliem se o aumento de lançamentos de efluentes de esgoto e de drenagem pluvial oriundos do empreendimento em questão não prejudicarão a qualidade das águas do Lago Paranoá e, considerando que o mesmo não é um reservatório de acumulação, que demonstrem qual serão as consequências para o corpo hídrico da retirada permanente de determinado volume de suas águas para abastecimento, avaliando-se como essa retirada afetará a sua capacidade de diluição, extrapolada em 2015;**

Considerando que a situação de escassez hídrica exige a emissão de outorgas de lançamentos em cujo bojo a ADASA garanta que os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário desse trecho do Taquari são compatíveis com a realidade atual e a necessidade de preservação da qualidade das águas do Lago Paranoá e sua destinação para o consumo humano;

Considerando que, ao IBRAM, no mencionado documento, o MPDFT recomendou a Suspensão da Licença de Instalação 059/2014, emitida para autorizar a TERRACAP a implantar o Trecho 2 da 1ª Etapa do Setor Habitacional Taquari (Processo nº 390.003.133/2007), nos termos recomendados pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá⁵, haja vista as diversas pendências e questionamentos que põem em dúvida a viabilidade ambiental do empreendimento;

Considerando que, em resposta às indagações desta Promotoria de Justiça, que requisitou esclarecimentos sobre os procedimentos adotados no **processo de licenciamento ambiental nº 390.003.133/2007**, o IBRAM apresentou a **Informação Técnica nº 444.000.003/2017 – GEUSO/COINF/SULAM**, na qual resulta evidenciada a necessidade da suspensão da Licença de Instalação nº 059/2014, expedida em 13/10/2014, com a peculiaridade de que o processo de licenciamento do SHTq, de nº 191.000.833/1996, iniciou-se em 1996, seguindo a questionável orientação de que a Licença Prévia abarcaria todo o Setor Habitacional, que teve a viabilidade ambiental aprovada pelo CONAM em 1998, por meio da Resolução nº 06/04/1998, enquanto as Licenças de Instalação seriam emitidas gradativamente, para cada trecho do loteamento;

Considerando que, com a criação da APA do Planalto Central, o processo de licenciamento foi remetido ao IBAMA-DF, onde se definiu que a

⁵ “Em razão do exposto, este CBH-Paranoá se manifesta em favor da suspensão/anulação da Licença de Instalação LI nº 059/2014 e da Licença de supressão de vegetação até que sejam apresentados estudos do balanço hídrico regional e impactos do empreendimento supracitado na recarga de aquíferos da bacia do lago Paranoá, na quantidade e qualidade da água de nascentes e cursos d’água da região, na susceptibilidade à erosão e risco ambiental, bem como estudos detalhados a respeito dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e seus impactos em potencial.”



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

TERRACAP deveria requerer Licença Prévia para o SHTq, Etapa I, Trecho 2, o que ocorreu em 29/04/2005; que, segundo a Informação Técnica nº 178/2006 NLA/DITEC/IBAMA/DF, de 22/11/2006, ainda restavam sem cumprimento diversas exigências relativas à emissão tanto da Licença Prévia quanto da Licença de Instalação, **inclusive a apresentação dos projetos executivos das obras de infraestrutura**, sem os quais, por óbvio, é impossível proceder-se à avaliação da viabilidade ambiental do empreendimento, por serem desconhecidas as soluções propostas para o abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial, bem como para qual corpo hídrico serão destinados os respectivos lançamentos, dado imprescindível para a avaliação da capacidade de suporte do corpo receptor;

Considerando que, com o decreto de 29/04/2009, que determinou o retorno dos licenciamentos da APA do Planalto Central ao IBRAM, este reassumiu o licenciamento em questão e emitiu a IT nº 440/2011 – GELAM/DILAM/SULFI, de 07/11/2011, na qual são destacadas diversas pendências a serem cumpridas para a continuidade do processo e facultada à TERRACAP a decisão de apresentar conjuntamente toda a documentação referente às Licenças Prévia e de Instalação;

Considerando que, não obstante as várias pendências ainda existentes, a **Licença de Instalação nº 059/2014** foi expedida pelo IBRAM em 13/10/2014, com validade de 4 anos, tendo sido autorizada também a supressão vegetal nas áreas estabelecidas;

Considerando que, no **PT 400.000.033/2014 – SULFU/IBRAM, de 10/120/2014**, que subsidiou a emissão da LI 059/2014, verifica-se que **as pendências que não haviam sido atendidas pelo empreendedor foram incorporadas como condicionantes da Licença de Instalação, como a aprovação do projeto de paisagismo, a análise do projeto de pavimentação, manifestação da DIVAL e solução definitiva para o esgotamento sanitário do empreendimento, sem a qual resulta evidente que, sob esse aspecto, a viabilidade ambiental do adensamento urbano na bacia hidrográfica do Lago Paranoá não chegou a ser avaliada, não obstante o lago há muito já estivesse no limite da capacidade de diluição de esgotos, fato ressaltado inclusive na conclusão do diagnóstico do EIA/RIMA do próprio empreendimento, no item que trata da Capacidade de Suporte do Lago Paranoá⁶, e que**

6 5.11. CAPACIDADE DE SUPORTE DO LAGO PARANOÁ

Os ecossistemas aquáticos apresentam, em geral, diferenças nas propriedades físicas, químicas e biológicas ao longo do ciclo sazonal. Na presente avaliação foram considerados os resultados disponíveis nos 4 córregos situados na área do Setor Habitacional Taquari, nas análises de uma época (estiagem) e apenas um ensaio na época de chuva, no córrego Taquari. Apesar desta limitação, considera-se que os dados obtidos foram suficientes para caracterizar os diferentes ambientes amostrados. As amostragens foram feitas apenas no corpo d'água, uma vez que fenômenos de estratificação térmica e química não são comuns em ambientes lóticos, principalmente



já em 1997 levou à aprovação de um PDOT que restringia severamente o adensamento da bacia em questão, restrição essa não mantida na revisão aprovada em 2009, não obstante a situação da bacia hidrográfica tenha se tornado cada vez mais crítica;

Considerando que na consulta feita à CAESB sobre o esgotamento sanitário do empreendimento (URB 111/99), a CAESB desaconselhou qualquer nova ocupação na bacia do lago Paranoá sem que antes se avaliasse como um todo o processo de ocupação na mesma, recomendando um reestudo da ocupação e uso do solo na bacia, visando atender a determinações do PDOT/1997;

nos de pequena profundidade e de alta turbulência, como os ambientes em estudo. Foram coletadas amostras em quatro diferentes localidades, de acordo com mapa hidrológico apresentado em anexo. • Córrego Urubu • Córrego Jerivá • Córrego Palha • Córrego Taquari. O Lago Paranoá, por ser o receptor dos lançamentos de esgotos e de drenagem pluvial que ocorrem em toda a sua bacia hidrográfica, é hoje um exemplo de reservatório eutrofizado, ou seja, enriquecido artificialmente de nutrientes. Por esse motivo, desde a sua criação, suas águas têm sido objeto de estudos e avaliações limnológicas.

Em 1997, a CAESB em conjunto com a CODEPLAN, preparou um estudo sobre a qualidade da água do Lago Paranoá, tendo por objetivo subsidiar ações governamentais no sentido de efetuar um planejamento global na ocupação urbanística da bacia do Paranoá. Esse estudo denominado "Distribuição Temporal da Bacia do Lago Paranoá, considerando os Empreendimentos Urbanísticos Previstos, a Carga de Fósforo Gerado e a Capacidade de Suporte do Lago Paranoá" focalizou os problemas ambientais advindos do adensamento populacional de suas margens quando não são levadas em consideração as cargas de fósforo lançadas no reservatório.

Esses estudos, pela estimativa das quantidades de fósforo geradas pelos empreendimentos existentes e previstos pelo antigo IPDF, hoje SUDUR, com base na dinâmica populacional do Distrito Federal, indicaram que a capacidade de suporte do reservatório com relação ao aporte de fósforo, seria atingida no ano de 2005.

O relatório final, com base nessa conclusão recomendou, então, que alguns empreendimentos em estudo deveriam ser descontinuados, ou terem ampliados seus prazos de instalação, ou mesmo ter seus efluentes sanitários exportados para outra bacia. Dessa maneira, haveria condição de manter a qualidade da água satisfatória para os usos para qual o reservatório foi concebido, ou sejam, atividades de lazer, recreação e paisagismo.

Conforme o modelo de Lagos Tropicais, a concentração máxima tolerável de fósforo no reservatório, assegurando a possibilidade de manter-se o lago em condições de balneabilidade satisfatória, seria de 171 kg P/d.

Nos últimos anos, entretanto, com a otimização dos processos de tratamento de esgotos aliada à eliminação de lançamentos clandestinos de esgoto no reservatório, houve uma sensível melhora na qualidade da água, com a diminuição do aporte de fósforo no lago.

Com menor quantidade de fósforo no lago seria lícito esperar-se uma diminuição do aparecimento de algas, mas, não foi o que ocorreu. Apesar da diminuição do nutriente fosfatado, houve um grande desenvolvimento de algas.

Este fato foi definido por Bernhardt, em 1986, como efeito berçário, onde algas são desenvolvidas em pequenas áreas, a partir do lançamento de pequenas quantidade de fósforo. Esta pequena área funcionaria como um berçário de algas, suprindo de fitoplâncton todo o reservatório.

Desta maneira, para efeito de planejamento da ocupação da bacia com relação à capacidade de suporte do Lago Paranoá, os valores de aporte de fósforo no lago não deverão ultrapassar 171 kg P/d e respeitado também o limite de 48 kg P/d para a foz do Riacho Fundo, de modo a evitar o efeito berçário.

Mantidas as atuais projeções de ocupação do solo na área, a conjunção dos empreendimentos existentes com os previstos, superarão a capacidade do lago, situação essa que deverá ocorrer entre os anos 2010 e 2015, caso não sejam tomadas medidas



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

Considerando que a proposta inicial de esgotamento sanitário do empreendimento previa o uso de fossas sépticas, mas, ao longo de um processo de licenciamento truncado e falho, o empreendedor definiu que os esgotos seriam coletados e tratados na ETE Norte, o que foi comunicado ao IBRAM por meio do ofício nº 691/2014 – DITEC/TERRACAP, de 21/08/2014, que encaminhou uma atualização/complementação do EIA/RIMA e os projetos básicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, com previsão de implantação de ramais condominiais e redes públicas, com previsão do encaminhamento do esgoto gerado à Estação Elevatória de Esgotos – EEE Taquari, a ser tratado na Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Norte;

Considerando ter resultado evidente que semelhante mudança na proposta inicial de solução para o esgotamento sanitário do empreendimento jamais chegou a ter a viabilidade ambiental avaliada e aprovada pelo órgão ambiental, menos ainda, sob o prisma da crise hídrica e do uso do lago Paranoá como fonte de abastecimento para consumo humano, condições fáticas que atualmente não podem ser ignoradas, sob pena de intensificação de uma situação já crítica;

Considerando que o projeto de drenagem pluvial do loteamento apresentado pela TERRACAP, ainda não submetido ao IBRAM, além de adotar

para diminuição de aporte de fósforo no Lago Paraná.

Conforme discutido na publicação da SEMARH “Olhares sobre o Lago Paranoá”, as estações de tratamento de esgoto já atingiram seu padrão máximo de eficiência e que, portanto todas as novas cargas de contribuição significarão aumento no aporte de fósforo no lago, caso não sejam exportados para outra bacia.

Ressalte-se que, segundo a publicação, o aporte de fósforo na bacia do Riacho Fundo superou o limite de 48 kg P/d, sendo necessário, portanto, um amplo programa de proteção à bacia do Paranoá, de maneira a reduzir a carga de fósforo e sedimentos que chegam ao lago, tanto por seus tributários como pelas drenagens pluviais.

Atualmente, o Lago Paranoá apresenta uma melhora significativa na qualidade de suas águas que mantêm cerca de 90% em condições de balneabilidade. Essa qualidade se deve às medidas corretivas que estão sendo aplicadas, tanto externas (na bacia) como internas (no lago).

As medidas corretivas externas de controle da eutrofização consistem na redução no aporte de fósforo nas fontes produtoras, incluindo medidas legislativas com relação à ocupação territorial e ao uso racional do solo, tratamento de esgotos e controle da drenagem pluvial.

Com relação às medidas corretivas internas citam-se os métodos mecânicos (aeração natural ou artificial do hipolimnio (águas profundas), remoção de sedimentos, etc.; os métodos químicos (precipitação do fósforo, aplicação de algicidas, etc) e os métodos biológicos que consistem na manipulação da cadeia alimentar e introdução de peixes herbívoros.

A CAESB realizou vultosos investimentos para o tratamento localizado de esgotos em alternativa à exportação de esgotos para outra bacia, que além de exigir também grandes investimentos, podem provocar sérios impactos ambientais.

Ressalte-se que, apesar da quase totalidade dos esgotos produzidos no Distrito Federal receberem tratamento adequado, existem ainda inúmeras moradias lançando no lago esgoto in natura, contribuindo para a realimentação do processo de enriquecimento de nutrientes.



técnicas obsoletas e ultrapassadas de escoamento de águas superficiais, prevê dois baciões de retenção nas proximidades das margens do Lago Paranoá, o que interfere no paisagismo urbano e apresenta riscos à saúde pública⁷, além de ferir a escala bucólica de um dos patrimônios paisagísticos de Brasília⁸ (embora ressaltado na IT nº 444.000.003/2017 – GEUSO/COINF/SULAM que não há manifestação do IPHAN nos autos do licenciamento ambiental do Trecho 2, consta ter sido encaminhada à Superintendência Regional do Distrito Federal a carta consulta nº 492/2015, de 01/12/2015);

Considerando que, no particular aspecto da drenagem pluvial, segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, desde a fundação de Brasília os conceitos da drenagem urbana foram revolucionados, mas a cidade não foi adaptada, o que demanda a adoção de novas técnicas de redução do escoamento superficial para diminuir a carga sobre as redes de drenagem, o que a NOVACAP não tem se incumbido de fazer;

Considerando que, de qualquer sorte, a viabilidade ambiental do lançamento das águas pluviais do empreendimento no Lago Paranoá deve ser avaliada pelo IBRAM e devidamente outorgada pela ADASA com base em estudos que levem em consideração a situação de escassez hídrica – a qual, obviamente, exige o emprego de técnicas que preservem os recursos hídricos, como a infiltração –, e ainda demonstrem que tais lançamentos não trarão prejuízos mitigáveis ou evitáveis ao corpo hídrico que agora se tornou manancial para consumo humano;

Considerando que não constam dos autos do licenciamento ambiental o projeto de pavimentação permeável das áreas abertas destinadas a estacionamentos e a avaliação da utilização desse tipo de pavimentação nas vias internas, para redução da velocidade do escoamento superficial, a que se refere a condicionante 19 da LI;

Considerando que, segundo a atualização do EIA/RIMA apresentada pela TERRACAP em 21/08/2014, o SHTq como um todo possui 1.340 ha e que segundo o o MDE 111/99 a poligonal do trecho 2, Etapa I, totaliza 223,25 ha, com 1.414 unidades imobiliárias e população final de 5.792 habitantes, correspondente à densidade populacional de 25,94 hab/ha;

Considerando que, em 03/03/2015 o ICMBio manifestou-se contrário

⁷ Bacias de Contenção eram foco de dengue e foram fechadas no Lago Sul. www.lagosul.df.gov.br/2015/02/20/bacias-de-contencao-eram-foco-de-dengue-e-sao-fechadas-no-lago-sul/

⁸ Conforme a portaria do IPHAN número 68 de 15 de fevereiro de 2012, o empreendimento em questão está inserido na poligonal do entorno do conjunto urbanístico de Brasília, que tem funções de resguardo da visualização deste conjunto e da paisagem em volta do mesmo.



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

ao licenciamento ambiental do SHTq Trecho 2, até que fossem solucionadas as questões apontadas no PT nº 01/2015 – APA do Planalto Central, para possibilitar uma nova avaliação do empreendimento;

Considerando que a **Informação Técnica do IBRAM nº 444.000.003/2017** apresenta um quadro com cada uma das 35 condicionantes da LI 059/2014, das quais seis são informativas, duas foram parcialmente cumpridas e as restantes não foram cumpridas pela TERRACAP, algumas das quais chamam a atenção por referirem-se a aspectos indispensáveis à avaliação prévia da viabilidade ambiental do empreendimento;

Considerando que a condicionante 17 da LI 059/2014 dispõe que a mesma não terá validade se ocorrer o assoreamento do córrego Jerivá, do córrego Urubu ou do Lago Paranoá ou a atividade licenciada representar risco para o meio ambiente, risco este que deve necessariamente ser reavaliado em razão da drástica mudança das condições do Lago Paranoá e de suas áreas de recarga provocada pela crise hídrica e a captação de suas águas para abastecimento público, bem como pela relevância da Serrinha do Paranoá como produtora de água e área de recarga de aquífero, devendo ser verificados os impactos do empreendimento que adota soluções obsoletas de drenagem pluvial sobre a vazão dos córregos Jerivá e Urubu e sobre a centena de nascentes existentes na região, mapeadas pela própria comunidade, em parceria com a Administração Regional do Lago Norte e o apoio do Projeto Águas da Serrinha;

Considerando que, no contexto do modelo obsoleto de ocupação urbana que vigora no Distrito Federal, o **projeto paisagístico** do empreendimento, aprovado pela SEGETH em março de 2017, sequer consta dos autos do licenciamento ambiental, evidenciando que não foi concebido para ser integrado a soluções ecossistêmicas e que não incorpora a correlação entre paisagismo e projetos urbanos sustentáveis, que usam técnicas de infiltração (essenciais em áreas de recarga de aquífero como a da Serrinha do Paranoá), e de reuso das águas da drenagem pluvial para irrigação, o que pouparia a água diuturnamente captada por caninhões-pipa em córregos para irrigar jardins pelas cidades e evitaria lançamentos desnecessários de águas pluviais contaminadas sobre os corpos hídricos, no caso, o Lago Paranoá;

Considerando ter o IBRAM confirmado que a área do empreendimento está inserida na APA do Planalto Central e na APA do Lago Paranoá, bem como em área de recarga de aquífero localizada na bacia hidrográfica do rio Paranoá, unidade hidrográfica do Lago Paranoá, abrangendo parte da área conhecida como Serrinha do Paranoá;



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

Considerando que, quanto ao zoneamento da APA do Paranoá, o empreendimento insere-se na Zona de Ocupação Especial, Subzona da Ocupação Especial do Taquari (ZOET), destinada à ocupação uni e multifamiliar, institucional, comercial e industrial não poluente, tendo sido considerado pelo gestor da APA como compatível com os usos previstos para a ZOET;

Considerando que, quanto ao zoneamento da APA do Planalto Central, aprovado em pela Portaria nº 28, de 17 de abril de 2015, o empreendimento localiza-se na Zona de Uso Sustentável (ZUS), cuja impermeabilização máxima do solo nas áreas urbanas é restrita a 50% da área total da gleba do parcelamento, o qual deve necessariamente adotar medidas de proteção do solo, de modo a impedir processos erosivos e assoreamento de nascentes e cursos d'água, bem como favorecer a recarga natural e artificial de aquíferos;

Considerando que, conforme já mencionado, o EIA/RIMA do empreendimento foi submetido à apreciação do ICM-Bio, gestor da APA do Planalto Central, que se manifestou contrário ao mesmo, indicando a necessidade de complementação dos estudos para uma nova avaliação, em especial os relativos à fauna⁹;

Considerando que, nesse particular aspecto, embora registrada a presença de fauna nativa do Cerrado ameaçada de extinção na área de influência do empreendimento, já mapeada e registrada por órgãos públicos e academia¹⁰, não há no projeto urbanístico previsão de criação e manutenção de corredores ecológicos que garantam o fluxo gênico de fauna e flora entre as Unidades de Conservação da Natureza já existentes: Parque do Taquari, Parque do Varjão e Parque do Morro do Careca, as quais se encontram fragmentadas em relação às Áreas de Preservação Permanente (APP) dos vales do Córrego Jerivá, do Vale do Córrego do Urubu, e as áreas de preservação sob gestão do Exército e da Polícia Federal;

Considerando que, segundo ressalta a Professora Liza Andrade, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB, entre as áreas que apresentam potencialidade para a manutenção de corredores ecológicos, destaca-se a região da

⁹ CONCLUSÃO DO DIAGNÓSTICO: PRINCIPAIS IMPACTOS PARA A FAUNA E FLORA.

Persistência do corredor ecológico Parque Nacional de Brasília – Rio Preto. A grande preocupação de todos os interessados na conservação do Parque Nacional de Brasília é a crescente “insularização” do PARNA Brasília (veja o Plano de Manejo do PARNA Brasília). Estradas são barreiras mortais para répteis e anfíbios (herpetofauna), e em menor grau, atingem aves e mamíferos (ver LANGTON, 1989). O corredor ecológico permite o fluxo de várias espécies de animais silvestres, mas deve funcionar como barreira de dispersão para outras espécies (...)

¹⁰ Estudos em andamento no UniCEUB serão oportunamente encaminhados ao IBRAM para integrar a presente Recomendação, na qualidade de Anexo 7.



Bacia do Paranoá, na qual a sub-bacia do Lago Paranoá é a única região que permite a ligação direta entre o complexo do JBB-IBGE-FAL e o Parque Nacional de Brasília, pelo que a conectividade entre essas áreas é indispensável para a manutenção do ciclo da água e da biodiversidade local;

Considerando, ademais, que, segundo leciona a especialista, no Corredor Parana-Pirineus, proposto pelo IBAMA entre os estados de Tocantins e Goiás, adentrando a noroeste no Distrito Federal, este assume papel de conexão da biodiversidade entre as regiões do Vale do Parana e da Serra dos Pirineus, sendo indispensável conectar a Reserva da Biosfera do Cerrado ao Corredor Nacional Parana-Pirineus;

Considerando que o artigo “Brasília Sensível à Água”, de autoria da Professora Liza Maria Souza de Andrade e outros, apresentado no Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo Porto Alegre, 25 a 29 de Julho de 2016, na Sessão Temática: Água & Ambiente Construído¹¹

¹¹ Sabe-se que a concentração de pessoas em áreas urbanas altera drasticamente os fluxos de água, sedimentos, substâncias químicas e micro-organismos, e aumenta a emissão de calor residual. Os processos hidrológicos e o desempenho climático da região são alterados com a ocupação urbana, a retirada da vegetação ou introdução de um novo tipo de vegetação, a modificação da superfície do solo, a impermeabilização e novas superfícies edificadas, bem como o uso de redes de drenagem subterrâneas. Essas modificações antrópicas que ocorrem na paisagem afetam diretamente os caminhos por onde a água circula, desde os processos de infiltração e escoamento, precipitação até a recarga de aquíferos.

Embora muitos elementos do ambiente natural sejam afetados por atividades humanas, como os caminhos e abstrações hidrológicas (fontes de águas), a estrutura do ciclo da água se mantém nas áreas urbanas (UNESCO, 2008, p.12). Entretanto, esse ciclo é amplamente danificado pelos impactos da urbanização no meio ambiente e pela necessidade de prover serviços de água à população urbana, incluindo abastecimento de água, drenagem, gestão e coleta de águas residuais, e usos benéficos de águas receptoras.

Segundo o documento da UNESCO (2008, p. 4) sobre o “Ciclo da Água Urbano”, existem dois aspectos que têm impactos diretos na gestão dos recursos hídricos nas áreas urbanas: arquitetura urbana e estilo de vida das pessoas. A arquitetura tradicional, que reflete as características da região, em muitas cidades grandes está sendo substituída pela arquitetura internacionalizada por causa da globalização e do crescimento populacional, com mudanças concomitantes na hidrologia urbana.

A densidade da população e edificações, sistema de coleta da água da chuva, material usado na construção, e sistema de coleta de águas residuais estão entre os principais fatores que causam mudanças no “ciclo da água urbano”.

Essas alterações podem aumentar o volume e a velocidade de escoamento, a frequência e a gravidade das enchentes, e pico dos fluxos da tempestade. Além disso, o tipo de desenho da malha viária, com sua extensão e área pavimentada, juntamente com o macroparcimento, podem ter influência significativa sobre a impermeabilização total do solo, corte no terreno e a hidrologia do parcelamento local.

Dessa forma, a configuração urbana e seus padrões espaciais demonstram a relevância de possibilitar, mediante o conhecimento em pesquisas, novas soluções para os fluxos de água na cidade, tendo ainda por base os aspectos naturais que influenciam a habitabilidade das cidades. A análise do ciclo urbano da água se torna um importante indicador sistêmico.

O campo disciplinar do desenho urbano tem chamado atenção de pesquisadores de outras áreas do conhecimento, por meio de documentos produzidos para organismo internacionais, quanto à possibilidade de mitigação de impactos ambientais, principalmente sob a ótica do ciclo da água urbano. Hill (2009) ressalta a importância do papel do desenho urbano no desempenho dos ecossistemas aquáticos urbanos com ênfase no escoamento da água da chuva nas cidades e nos futuros sistemas de infraestrutura urbana. Ele salienta que os novos desenhos vão precisar de suporte de um quadro de integração que aproxime os desig-



(Anexo 1) e o Manual “Desenhando com a água no meio urbano: padrões espaciais e infraestrutura ecológica”, em desenvolvimento no âmbito do grupo de pesquisa Água & Ambiente Construído da FAU/UnB, (Editais ProIC/UnB 2014-2015; 2015-2016; 2016/2017), o qual pretende contribuir com o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá por meio de conceitos sobre infraestrutura ecológica, padrões espaciais e Desenho Urbano Sensível à Água, são contribuições relevantes da academia para apontar o modelo sustentável que o Distrito Federal deve adotar para preservar a sua infraestrutura ecológica de produção de água;

Considerando que, segundo os especialistas, a arquitetura urbana impacta diretamente a gestão dos recursos hídricos das áreas urbanas (UNESCO 2008), sendo que a ocupação urbana causa modificações antrópicas que afetam diretamente os caminhos por onde a água circula, desde os processos de infiltração e escoamento, precipitação até a recarga de aquíferos, com alterações que aumentam o volume e a velocidade do escoamento e influenciam nas enchentes;

Considerando que vários países tornaram-se referência na

ners, planejadores e cientistas para análise e aplicação, a fim de mudar significativamente o desempenho hidrológico geral urbano.

Várias regiões dos Estados Unidos tornaram-se referências internacionais na proposição e implementação de novos padrões de designs para sistemas de água urbanos, com ênfase na maneira de lidar com o escoamento de água da chuva nas cidades. Como exemplos, destacam-se Seattle, Washington, Portland, Oregon e pequenas comunidades no Condado de Prince George, Maryland, bem como o estado de Maryland. Esses novos padrões são integrados ao desenho urbano e tem algumas denominações: nos Estados Unidos, são conhecidos como LID (Baixo Impacto sobre o Desenvolvimento) ou NDS (Sistemas de drenagem natural); no Reino Unido, como SUDS (Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável).

O programa do governo australiano “Desenho Urbano Sensível à Água” (WSUD, 2012 e 2013) enfatiza a questão da influência das configurações urbanas sobre os fluxos de recursos. Visa assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem urbana sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos de modo a minimizar os impactos sobre o ciclo da água urbano. É uma tentativa de aplicar as técnicas de infraestrutura verde e princípios de design responsivo ao clima, à segurança da água, à proteção contra cheias e à saúde ecológica das paisagens terrestre e aquática, desde o nível de toda a bacia ao nível da rua. O programa WSUD reconhece que todos os fluxos de água no ciclo da água urbano são um recurso: a água potável, a água da chuva, as águas de drenagem, os cursos d’água potável, águas cinza (água das pias de banheiro, chuveiro e lavanderia), águas negras (banheiro e cozinha) e as águas subterrâneas (mineralização de água).

Todos os locais da cidade, incluindo edifícios, estradas, caminhos e espaços abertos podem contribuir para a gestão sustentável da água. Significa dizer que a água municipal pode depender cada vez menos de captação externa e se tornar objeto de gestão de captação local. Por exemplo, as estradas podem ser fontes de água através de águas pluviais coletadas; os edifícios podem ser locais para reduzir a poluição de águas pluviais por meio de jardins tropicais. Todos esses fatores estão associados ao desenho urbano, mas um desenho que incorpora a estrutura urbana em sua totalidade, inclusive as expectativas sociais.

No entanto, no Brasil o planejamento urbano de zoneamentos, se distanciou dos estudos da forma urbana; trabalha com diretrizes gerais, não valoriza a configuração urbana e suas relações do padrão de organização. Isso tem dificultado a interface com a abordagem ecológica científica do urbanismo. Além disso, a maioria das pesquisas em recursos hídricos concentra-se na área de conhecimento das engenharias; e muitas vezes não está conectada a outras pesquisas, como a forma urbana e seus padrões de ocupação, os tipos edilícios e sua relação com renda e o consumo de água e impactos nos ecossistemas.



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

implantação de novos padrões de designs para sistemas de água urbanos (Anexo 2: “Water Sensitive Urban Design in the UK – Ideas for built environment practitioners”), tema que, na Austrália – país que atravessou uma década de seca severa –, se tornou um **programa de governo denominado “Desenho Urbano Sensível à Água”** (WSUD, 2012 e 2013), cujos novos conceitos de ocupação urbana buscam integrar todos os locais da cidade, para a gestão sustentável da água;

Considerando que o Brasil, no entanto, não se modernizou nesse aspecto, tendo mantido conceitos obsoletos de planejamento urbano, que não valorizam as relações do padrão de organização urbana e dificultam a abordagem ecológico-científica do urbanismo;

Considerando que a professora Dr^a Liza Maria Souza de Andrade¹², uma das coordenadoras do Seminário “O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: desafios do planejamento urbano para Brasília”, realizado na FAU-UnB, em sua palestra intitulada “*Brasília Sensível à Água: A Emergência de Novos Padrões de Ocupação Urbana Inclusiva e de Infraestrutura Ecológica*”¹³ (Anexo 3), comparou o sistema tradicional de loteamentos urbanos utilizado em Brasília e os impactos que causa sobre o ciclo das águas a sistemas modernos que lhes são sensíveis e tornam a ocupação urbana sustentável;

Considerando que, segundo a professora, outro aspecto a ser considerado é o de que a **gestão aprimorada de águas residuais gera benefícios sociais, ambientais e econômicos essenciais para o desenvolvimento sustentável e contribui para a manutenção da qualidade da água dos corpos receptores com a utilização de técnicas inovadoras, de eficácia comprovada, tais como: sistemas sépticos, sanitários compostáveis, filtro anaeróbico, tratamento anaeróbico, tanques de estabilização, tanques anaeróbicos, brejos artificiais, tratamento biológico aeróbico e sistemas de membranas;**

Considerando que o **Desenho Urbano Sensível à Água** (WSUD, Austrália) adota uma variedade de tipos estruturais de tratamento de menores proporções, instalados ao longo da bacia hidrográfica, no qual todos os locais da cidade,

¹² Liza Maria Souza de Andrade - Professora da FAU UnB, pesquisadora do grupo de pesquisa Água & Ambiente Construído (CNPq), coordenadora do Projeto de Pesquisa “Brasília Sensível à Água” e dos grupos de extensão “Periférico, trabalhos emergentes e CASAS”. Possui Doutorado e Mestrado pela FAU/UnB e desenvolve pesquisas sobre Ecossistemas Urbanos, atuando principalmente nos seguintes temas: Ciclo da Água & Padrões Espaciais; Água & Sociedade; Cidades Sustentáveis & Infraestrutura Ecológica; e Urbanismo Participativo.

¹³ Tese de Doutorado, Professora Liza Maria Souza de Andrade: Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos. Procedimentos metodológicos com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água englobando o subsistema da comunidade e o suprassistema da paisagem.



incluindo edifícios, estradas, caminhos e espaços abertos podem contribuir para a gestão sustentável da água, que tem seus fluxos incorporados na infraestrutura ecológica, integrando o saneamento ambiental aos serviços ecossistêmicos, cujos conceitos integram o já mencionado Manual em elaboração pela Dr^a Liza Andrade e equipe de pesquisadores, a qual se colocou à disposição do Poder Público para contribuir com a concepção de um novo projeto urbanístico sensível à água para a Serrinha do Paranoá, sua área de pesquisa acadêmica¹⁴;

Considerando que, seguindo os conceitos do desenho urbano sensível à água, que se adapta à topografia local e ao escoamento natural das águas, favorecendo a recarga natural e artificial de aquíferos e permitindo que as intervenções de infraestrutura verde mantenham as características das escalas urbanas de Lúcio Costa e contribuam com o ecossistema da Escala Bucólica, a Professora Liza Andrade mapeou padrões espaciais para o uso sustentável do solo na Bacia do Paranoá¹⁵, tendo mapeado padrões ecossistêmicos de soluções para a drenagem, com o aproveitamento de água da chuva em edifícios e casas, tratamento de águas cinzas e negras, em que as áreas mais alagadas formam bacias de biorretenção, proteção das margens do Lago, nascentes e córregos por mata nativa e, na Escala Residencial, incentivo de plantio produtivo;

Considerando que a Dr^a Liza Andrade e seu grupo de pesquisa

¹⁴ Técnicas indicadas pela Professora Liza Andrade no Manual em elaboração “Desenhando com a água: padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica” (em 2018): Visão holística transdisciplinar dos fluxos de água - (INCAS); Sobreposição de zoneamentos das dimensões morfológicas dos lugares - (LID e DIMPU); Parques urbanos centrais para drenagem; Transecto para aplicação do urbanismo agrário e para infraestrutura verde - (URANISMO AGRÁRIO); Agricultura urbana e zoneamento permacultural; Compostagem e preparo do solo - (LID); Reabilitação de canais de água - (WSUD); Parques lineares e corredores verdes - (HERZOG); Terraços para contenção de terra e para agricultura - (INCAS); Bioengenharia ou engenharia leve; Canais de infiltração - (Permacultura); Lagoas e lagos - (WSUD); Bacias de sedimentação - (WSUD); Zonas úmidas de superfície - wetlands ou alagados construídos - (WSUD); Zonas úmidas para escoamento subsuperficial - wetlands ou alagados construídos - (WSUD); Traçado das vias e macroparcelas - (LID E SINTAXE ESPACIAL); Tráfego calmo - (LID); Biovaletas ou valas com vegetação e faixas de proteção (WSUD); Jardins de chuva - (WSUD); Covas de árvores de jardins chuva - (WSUD); Pavimentos porosos - (WSUD); Trincheiras de infiltração; Ruas compartilhadas; Praças pequenas de bairro para infiltração; Casas sensíveis à água - (WSUD); Tanques de águas pluviais em domicílios para uso ao ar livre - (WSUD); Tanques de águas pluviais em domicílios para uso em descarga de banheiro - (WSUD); Traçado do terreno e paisagismo - (WSUD); Tetos Verdes - (LID); Iniciativas de conservação de água - (WSUD); Sistema de reutilização de águas cinza (ECOSANEAMENTO); Tanque de evapotranspiração (ECOSANEAMENTO); Banheiros de compostagem (ECO SANEAMENTO); Living Machines ou máquinas vivas (ECO SANEAMENTO); Armadilhas de Poluentes Brutos (GPTs) - (WSUD); Filtração de areia e de profundidade para águas residuais - (WSUD); A filtração por membranas - (WSUD); Desinfecção.

¹⁵ Com base no Programa “City of Melbourne WSUD Guidelines” (WSUD) da Austrália, 2008, do desenho urbano sensível à água, e nos 38 padrões espaciais elencados por Andrade (2014), propôs-se por meio de desenhos esquemáticos estratégias para cada tipo de uso do solo da Bacia do Lago Paranoá. Esses padrões são métodos e estruturas elaborados por diversos autores e compilados na pesquisa de Andrade (2014) como importantes estratégias sustentáveis a serem aplicadas no desenho urbano para promover a manutenção do ciclo hidrológico no meio urbano.



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

desenvolveram propostas para a ocupação urbana sustentável da região da Serrinha do Paranoá, que possibilitam a manutenção dos ciclos hidrológicos e a biodiversidade local, tais como a manutenção de **Corredores Ecológicos na forma de parques lineares** junto às nascentes e córregos nas ocupações urbanas, como **forma de manutenção ecológica do ciclo da água e da biodiversidade**, gerando um sistema de gestão integrada da paisagem;

Considerando que os projetos desenvolvidos pelo grupo de pesquisadores evidenciaram que o desenho urbano do projeto da TERRACAP para o Trecho 2 da Etapa I do SHTq segue um modelo de urbanização há muito ultrapassado, **incompatível com as necessidades ambientais da região e com a situação atual de crise hídrica e destinação do lago Paranoá ao abastecimento para consumo humano**;

Considerando que o desenvolvimento de técnicas mais modernas de drenagem pluvial foi o tema abordado pelo professor Demetrios Christofidis¹⁶ no Seminário Técnico “*O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: desafios do planejamento urbano para Brasília*”, onde proferiu a palestra intitulada “*As opções de evolução da drenagem: da tradicional para a sustentável*” (**Anexo 4**), na qual um dos aspectos ressaltados diz respeito à qualidade das águas do lago Paranoá, uma vez que a drenagem pluvial convencional carrega um volume significativo de resíduos e agride intensamente a qualidade da água do corpo receptor;

Considerando que o pesquisador, após ressaltar que a ocupação urbana associada a um sistema de drenagem inadequado altera a dinâmica natural das vazões dos cursos de água, analisou o projeto de drenagem proposto pela TERRACAP para o trecho 2 do Taquari e concluiu que acarretará o emagrecimento dos corpos hídricos dos córregos do Urubu e Jerivá;

Considerando que, em figura comparativa entre o velho paradigma e o novo, o professor demonstrou que enquanto o antigo causa um aumento do pico de cheias, o novo regula a detenção ou redução do pico de cheias (vazão regularizada) e indicou as seguintes técnicas para levar Brasília à era da drenagem urbana sustentável: conexão do paisagismo com a manutenção do fluxo de drenagem, trincheiras de infiltração, valas de infiltração, pavimentos permeáveis, caixas de permeabilidade, poços de infiltração, áreas de lazer e esporte destinadas à reservação de águas de chuva, como forma de reduzir os picos de cheia e induzir

¹⁶ Professor nas áreas de Gestão Ambiental, Recursos Hídricos, Drenagem Urbana e Sistemas hidráulicos de Saneamento na Faculdade de Tecnologia Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília.



a infiltração;

Considerando o que expôs no mesmo Seminário a Dr^a Maria Silvia Rossi¹⁷ em sua palestra intitulada “*Diferentes Maneiras de Lidar com os Riscos Ecológicos: Temos Cidades Resilientes à Água no DF?*” (**Anexo 5**) quanto aos projetos de parcelamento do solo no DF serem ultrapassados, utilizarem a supressão vegetal extensa para posterior paisagismo, baixa arborização das vias, pontos acumuladores de água de drenagem, impermeabilização extensa do solo, infraestrutura cinza tradicional como solução última e final para todos os desafios, drenagem convencional com uso de baciões na ponta, pavimentação asfáltica, não reuso de água, não uso de energia solar, não captação de água da chuva, sarjetas, meio-fios e calçadas com área verde acima do nível da via, transformando a rua em um rio;

Considerando que, segundo a Subsecretária de Planejamento Ambiental a **Cidade Resiliente à água deve ser o novo paradigma para o DF**, com novos padrões urbanos, novo papel da infraestrutura, novas visões de projetos urbanísticos e decisões governamentais que levem em consideração os riscos ecológicos associados à área do empreendimento e agilizem o licenciamento ambiental do empreendimento que gerar menos impactos negativos e mais externalidades positivas para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, de acordo com uma pontuação objetiva a ser definida conforme os riscos ecológicos envolvidos no projeto;

Considerando os alertas do Professor Sérgio Koide¹⁸ na palestra “*O Lago Paranoá como Manancial de água para Abastecimento Humano: Implicações e Perspectivas*” (**Anexo 6**), na qual abordou o efeito da urbanização sobre o comportamento hidrológico e o crescimento urbano nas unidades hidrográficas, o aumento das vazões máximas e erosões, o assoreamento do Lago Paranoá e a redução das vazões de estiagem, com redução da disponibilidade hídrica e piora da qualidade da água;

Considerando que o professor Koide foi enfático em ressaltar que o

¹⁷ Subsecretária de Planejamento Ambiental e Monitoramento da SEMA/DF. Doutora em Biologia pela Instituto Pasteur (Paris). Atuou na reestruturação, reativação e presidência do Conselho de Recursos Hídricos - CRH/DF e do Conselho de Meio Ambiente do DF - CONAM/DF até 2014, com foco na qualificação técnica por meio de gestão democrática e participativa. Coordena e supervisiona a elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico do DF - ZEE/DF (23 órgãos), acompanhado pelo MMA pelas inovações empreendidas relativas à avaliação de riscos e impactos sobre os Serviços Ecossistêmicos, a modelagem do PDOT, buscando o reposicionamento do foco ambiental de restritivo para proativamente construir pontes intersetoriais rumo a dinamizações econômicas do território a partir da gestão sustentável dos ativos tangíveis e intangíveis do DF. Representante do Estado junto à diversas comissões de alto nível e Grupos de Trabalhos como Steering Committee do 8º Fórum Mundial das Águas (Brasília 2018) e CTPNRH/CNRH.

¹⁸ UnB – FT. Pesquisador e Professor no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental na área de recursos hídricos



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

Lago Paranoá não é um reservatório de acumulação e que sua capacidade de suporte de carga de fósforo (P), que é de 186 kg/dia, foi ultrapassada em 2015, quando o aporte de fósforo ao Lago chegou a 192 kg/dia;

Considerando que, após afirmar que o Lago comporta a retirada controlada de água para abastecimento e que o seu uso para esse fim obriga a todos (CAESB e todos os órgãos públicos) a zelarem mais pela qualidade de suas águas, o especialista, em suas conclusões finais, indicou as medidas necessárias a tanto, quais sejam: **controlar o aporte de fósforo ao Lago; controlar a ocupação da bacia; melhorar o saneamento; manter as áreas de recarga; alterar a forma de operação da Hidrelétrica do Paranoá no período de seca (ampla reforma e manutenção das instalações de controle); melhorar o monitoramento e acompanhamento / previsão da qualidade da água do Lago; compreender o funcionamento do Lago: como as diversas atividades impactam na sua qualidade e quais as consequências de seu assoreamento; repensar a forma de ocupação da bacia e a taxa de sua ocupação;**

Considerando a relevância de que o parcelamento em questão tenha uma dinâmica adequada com o entorno já existente, de modo a promover uma integração pautada pela urbanidade, regularização fundiária e sustentabilidade de longo prazo, no intuito de prevenir a proliferação de parcelamentos irregulares lindeiros ao loteamento regular, o que ocorreu no Trecho já implantado da Etapa I do SHTq, bem como nos arredores de todos os parcelamentos implantados pela TERRACAP fora do conjunto tombado de Brasília;

Considerando que na área do entorno do empreendimento ainda é desenvolvida atividade rural sustentável, essencial para a manutenção dos sistemas produtores de água; que é necessário conter o avanço da ocupação desordenada, como forma de evitar o adensamento, fragmentação e especulação imobiliária no entorno do empreendimento; e que é necessário promover a geração de emprego e renda na região, torna-se prioritária a agilização dos processos de regularização das ocupações das áreas dos córregos Urubu e Jerivá e a previsão de estruturas e dinâmicas locais de incentivo à vocação da área para a produção agroecológica e o turismo ecológico, que já conta com ecotrilhas implantadas, que têm propiciado a promoção de eventos como caminhada ecológica, mountain bike e cavalgada;

Considerando que a condicionante 22 da LI 059/2014, estabelecida pela SUGAP, considerada parcialmente cumprida, diz respeito à apresentação pela TERRACAP de estudos para a proposta de criação de Unidades de Conservação no Setor Habitacional Taquari, a qual consta já ter sido aprovada pela SUGAP, com a previsão de criação de Unidades de Conservação de Uso Sustentável (ARIES) e de Monumento Na-



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

tural que, apesar de integrar a categoria de unidade de conservação de proteção integral, permite o uso dos recursos naturais;

Considerando que a área do SHTq já se insere em duas Áreas de Proteção Ambiental – a APA do Paranoá e a APA do Planalto Central –, Unidades de Conservação de Uso Sustentável, pelo que a criação de outras UCs da mesma categoria, como as Áreas de Relevante Interesse Ecológico – ARIE dentro de duas APAs pode não ser efetiva para conferir proteção a áreas dotados de atributos naturais relevantes;

Considerando que ainda existem na região da Serrinha do Paranoá fragmentos significativos de vegetação de Cerrado não ocupados, passíveis de desempenhar um importante papel no ecossistema da região, com áreas de nascentes e de recarga de aquíferos dotadas de biodiversidade e de atributos naturais da paisagem do bioma Cerrado, com potencial para visitação turística, pesquisa científica e educação ambiental, que podem dar ensejo à criação de Parques Distritais, havendo tratativas entre o IBRAM e a SEAGRI nesse sentido;

RESOLVE RECOMENDAR

ao **INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL - IBRAM**, na pessoa de sua Presidente, Sra. **Jane Maria Villasbôas**, ou a quem a suceder ou substituir, o seguinte:

1. A adoção de novos critérios para os Termos de Referência que digam respeito a consultas ou requerimentos de Licença Prévia relativos a parcelamentos do solo para fins urbanos, sobretudo os localizados na bacia hidrográfica do Lago Paranoá, no intuito de que assumam o papel de orientar o empreendedor na elaboração de desenhos urbanos sensíveis à água, bem como de projetos de esgotamento sanitário, drenagem pluvial e paisagismo que adotem técnicas compatíveis com a escassez hídrica e as fragilidades ambientais e riscos ecológicos apresentados pela bacia hidrográfica e pela área na qual o empreendimento se insira, aspectos estes que deverão servir como parâmetros objetivos para a avaliação de sua viabilidade ambiental e concessão da licença requerida;
2. A suspensão da **Licença de Instalação 059/2014**, que autoriza a TERRACAP a instalar o Trecho 2, Etapa I, do Setor Habitacional Taquari, até que sejam solucionadas as pendências indicadas pelo IBRAM na **Informação Técnica nº 444.000.003/2017 – GEUSO/COINF/SULAM**; as apontadas no **PT nº 01/2015 –**



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

APA do Planalto Central; bem como as relativas à comprovação da viabilidade ambiental do empreendimento, uma vez que as soluções de abastecimento, drenagem pluvial e esgotamento sanitário propostos pela TERRACAP ainda não tiveram a viabilidade ambiental demonstrada por meio de estudos específicos que considerem a crise hídrica, a capacidade do Lago Paranoá de diluir águas residuais e a sua nova condição de manancial para abastecimento humano;

3. A avaliação efetiva da viabilidade ambiental do loteamento em questão no contexto da crise hídrica, para a qual deve ser exigida a apresentação de estudos que demonstrem se os novos lançamentos de efluentes de esgoto e de drenagem pluvial oriundos do empreendimento prejudicarão a qualidade e a disponibilização das águas do Lago Paranoá, levando-se em conta a sua capacidade de suporte e a sua nova condição de manancial, e que demonstrem, ademais, quais serão as consequências para o corpo hídrico da retirada permanente de determinado volume de suas águas para fins de abastecimento, vez que, não sendo um reservatório de acumulação e sendo utilizado para a produção de energia elétrica, deve ser demonstrado, por meio de simulações, como essa retirada afetará a sua capacidade de diluição, já extrapolada no ano de 2015;
4. A realização de consulta à CAESB para que a concessionária esclareça as razões pelas quais aprovou o projeto de esgotamento sanitário do Trecho 2 do SHTq, Etapa I, cuja implantação está licitando em parceria com a TERRACAP, com a definição de lançamento dos efluentes gerados no Lago Paranoá (ETE Norte), apesar de sua capacidade de suporte de diluição de fósforo ter sido extrapolada em 2015, e ainda considerando-se que, em resposta à consulta feita na URB 111/99, desaconselhou qualquer nova ocupação na bacia do lago Paranoá sem que antes se avaliasse como um todo o processo de sua ocupação e recomendou um reestudo da ocupação e uso do solo na bacia;
5. A exigência da realização de estudos hidrológicos da bacia do Paranoá e de estudos sobre a ocupação e uso do solo da bacia em questão;
6. A realização de consulta à ADASA sobre a viabilidade do lançamento das águas pluviais e dos efluentes de esgotos tratados do novo trecho do SHTq no Lago Paranoá e sobre tais lançamentos disporem de outorga da ADASA baseada em estudos compatíveis com a situação de escassez hídrica, um evento crítico na bacia hidrográfica, para o qual a Resolução CNRH nº 16, de 08 de maio de 2001, indica a necessidade de restrição de lançamentos de efluentes que comprometam a qualidade do corpo receptor, os quais demonstrem se tais lançamentos causarão prejuízos ao corpo hídrico erigido à condição de manancial e, ainda, quais serão as consequências da retirada permanente de determinado volume de suas águas



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

para abastecimento, vez que não é um reservatório de acumulação e é utilizado para a produção de energia elétrica, razão pela qual é fundamental que se avalie, por meio de simulações, como essa retirada afetará a sua capacidade de diluição, já extrapolada no ano de 2015;

7. A rejeição do projeto de drenagem pluvial do parcelamento apresentado pela TERRACAP, como forma de prevenir impactos severos, haja vista a certeza da extensão dos danos que causará ao ecossistema hídrico local, devendo ser o empreendedor orientado a adequá-lo de forma a eliminar o uso de bacias de contenção para reduzir os picos de cheia; a adotar técnicas modernas de infiltração (trincheiras de infiltração, valas de infiltração, pavimentos permeáveis, caixas de permeabilidade, poços de infiltração, áreas de lazer e esporte destinadas à reservação de águas de chuva) associadas a um projeto de paisagismo conectado com a manutenção do fluxo de drenagem; e a utilizar pavimentação permeável nos estacionamentos externos e nas vias internas do loteamento;
8. A anuência à exigência do ICM-Bio relativa à necessidade da TERRACAP apresentar estudos de fauna, mediante os quais o IBRAM deverá estipular as medidas necessárias à sua preservação;
9. A inclusão entre as condicionantes da LI da exigência de criação e manutenção de corredores ecológicos que garantam o fluxo gênico de fauna e flora entre as Unidades de Conservação da Natureza já existentes na região: Parque do Taquari, Parque do Varjão e Parque do Morro do Careca, bem como a ligação entre o complexo do JBB-IBGE-FAL e o Parque Nacional de Brasília;
10. A Inclusão de condicionantes na LI que imputem à TERRACAP a obrigação de priorizar a regularização fundiária das áreas dos córregos Urubu e Jerivá e de prever a instalação de estruturas destinadas a dinâmicas locais indutoras de geração de emprego e renda que incentivem a vocação da área da Serrinha do Paranoá para o turismo ecológico e a produção agroecológica;
11. A revisão da proposta de criação de unidades de conservação apresentada pela TERRACAP a título de cumprimento da condicionante de nº 22 da LI 059/2014, para que novos estudos sejam elaborados visando à possível criação de unidades de conservação de proteção integral, sobretudo para a proteção da fauna e das áreas que exercem a função ambiental de recarga dos aquíferos, levando-se em consideração o encaminhamento de proposta de criação de Parques Distritais nas áreas propostas para o Monumento Natural da Encosta, o Parque Mirante do Lago e o Monumento Natural Mirante Norte, com ampliação das respectivas áreas;
12. A manutenção da possibilidade de ser tomado um Termo de Compromisso da



MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO
MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

TERRACAP para o deslinde mais célere das questões aventadas na presente recomendação, desde que atestada a viabilidade do lançamento no Lago Paranoá dos efluentes de esgotos gerados pelo trecho do SHTq a ser implantado, com o objetivo de que sejam adequados os projetos urbanístico, de drenagem pluvial e de paisagismo do loteamento, a serem substituídos por desenhos urbanos e uso de técnicas sensíveis à água.

As informações pertinentes devem ser prestadas no prazo de até 30 (trinta) dias.

Brasília-DF, 29 de setembro de 2017.

MARTA ELIANA DE OLIVEIRA
Promotora de Justiça

APÊNDICE A

Quadro 0-1 – Normativos referentes a Drenagem em Brasília.

	Normativos referentes a Drenagem em Brasília.
LEIS DISTRITAIS	<ul style="list-style-type: none"> • Lei Complementar nº 929, de 28 de julho de 2017: Dispõe sobre dispositivos de captação de águas pluviais para fins de retenção, aproveitamento e recarga artificial de aquíferos em unidades imobiliárias e empreendimentos localizados no Distrito Federal. • Lei n.º 4.285, de 26 de dezembro de 2008: Reestrutura a Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal - ADASA/DF, dispõe sobre recursos hídricos e serviços públicos no Distrito Federal e dá outras providências. • Lei n.º 3.693, de 8 de novembro de 2005: Dispõe sobre a Política de Irrigação e Drenagem no âmbito do Distrito Federal e dá outras providências. • Lei Complementar n.º 711, de 13 de setembro de 2005: Cria a Taxa de Fiscalização sobre Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário - TFS e a Taxa de Fiscalização dos Usos dos Recursos Hídricos - TFU e dá outras providências. • Lei n.º 2.725, de 13 de junho de 2001: Institui a Política de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal. • Lei n.º 1.399, de 10 de março de 1997: Altera o art. 15 da Lei nº 41, de 13 de setembro de 1989, que dispõe sobre a Política Ambiental do Distrito Federal e dá outras providências. • Lei n.º 512, de 28 de julho de 1993: Dispõe sobre a Política de Recursos Hídricos no Distrito Federal, institui o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos - SGIRH/DF e dá outras providências. • Lei n.º 41, de 13 de setembro de 1989: Dispõe sobre a Política Ambiental do Distrito Federal e dá outras providências.
DECRETOS DISTRITAIS	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto n.º 35.363, de 24 de abril de 2014: Regulamenta a Taxa de Permeabilidade nos Planos Diretores Locais que especifica e dá outras providências. • Decreto n.º 30.587, de 16 de julho de 2009: Institui o PROGRAMA DE GESTÃO DAS ÁGUAS E DRENAGEM URBANA DO DISTRITO FEDERAL - ÁGUAS DO DF, cria a Unidade de Gerenciamento do Programa Águas do DF - UGP ÁGUAS DO DF e dá outras providências. • Decreto n.º 24.499, de 30 de março de 2004: Dispõe sobre o uso e ocupação do Lago Paranoá, de sua Área de Preservação Permanente e Entorno e dá outras providências. • Decreto n.º 22.359, de 31 de agosto de 2001: Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos no território do Distrito Federal e dá outras providências. • Decreto n.º 22.356, de 31 de agosto de 2001: Regulamenta o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Distrito Federal, e à outras providências. • Decreto nº 12.055, de 14 de dezembro de 1989: Cria a Área de Proteção Ambiental do Lago Paranoá.
RESOLUÇÕES ADASA	<ul style="list-style-type: none"> • Resolução n.º 06, de 14 de dezembro de 2015: Estabelece os níveis altimétricos da água a serem mantidos no Lago Paranoá, no ano de 2016, visando assegurar os usos múltiplos dos recursos hídricos. • Resolução n.º 01, de 1º de fevereiro de 2015: Estabelece as diretrizes e critérios para requerimento e obtenção de outorga do direito de uso dos recursos hídricos

	<p>por meio de canais em corpos de água de domínio do Distrito Federal e delegados pela União.</p> <ul style="list-style-type: none">• Resolução n.º 13, de 08 de maio de 2014: Estabelece as diretrizes e os critérios para requerimento e obtenção de outorga do direito de uso dos recursos hídricos superficiais subterrâneos por meio de (1) poço(s) Tubular com a finalidade de irrigação.• Resolução n.º 13, de 26 de agosto de 2011: Estabelece os critérios técnicos para emissão de outorga para fins de lançamento de efluentes em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União.• Resolução n.º 09, de 08 de abril de 2011: Estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de lançamento de águas pluvial em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e Estados.
--	---

Fonte: A Autora, 2019.