

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG
ESCOLA DE ARQUITETURA – EA

Cristiane Borda Pinheiro

Políticas públicas de manejo de águas pluviais em Belo Horizonte:
novos caminhos em meio a velhas práticas

Belo Horizonte
2019

Cristiane Borda Pinheiro

**Políticas públicas de manejo de águas pluviais em Belo Horizonte:
novos caminhos em meio a velhas práticas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Teoria, Produção e Experiência do Espaço

Linha de pesquisa: Produção, projeto e experiência do espaço

Orientador: Prof. Dr. Roberto Eustaáquio dos Santos

Belo Horizonte
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

P654p

Pinheiro, Cristiane Borda.

Políticas públicas de manejo de águas pluviais em Belo Horizonte [manuscrito] : novos caminhos em meio a velhas práticas / Cristiane Borda Pinheiro. - 2019.

289 f. : il.

Orientador: José Roberto Eustaáquio dos Santos.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

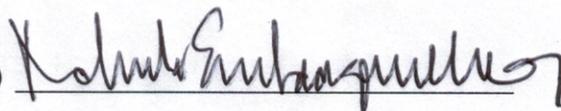
1. Águas pluviais - Teses. 2. Abastecimento de água nas cidades - Teses. 3. Planejamento urbano - Aspectos ambientais - Teses. I. Santos, José Roberto Eustaáquio. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 628

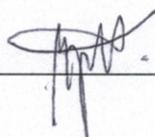
Ficha catalográfica: preenchida pela Biblioteca Professor Raffaello Berti EA/UFMG.

Dissertação defendida junto ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - NPGAU
– da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, e aprovada em 9 de agosto de
2019 pela Comissão Examinadora:

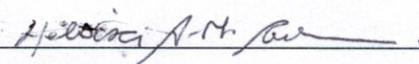
Prof. Dr. Roberto Eustaáquio dos Santos (Orientador-EA-UFMG)



Prof. Dr. Márcio Benedito Baptista (EE-UFMG)

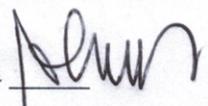


Profa. Dra. Heloisa Soares de Moura Costa (IGC-UFMG)



Profa. Dra. Margarete Maria de Araújo Silva (EA-UFMG)

___ por meio de videoconferência



Ao meu pai, que desde cedo me mostrou o caminho das águas.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Ró, pela confiança, orientação dedicada e sincera e por me mostrar novas possibilidades e desafios na trajetória acadêmica e profissional.

À Fapemig, pelo apoio à produção desta pesquisa.

Aos professores e colegas do Npgau e dos demais programas de pós-graduação da UFMG com os quais tive contato nessa jornada, especialmente à Jupira Mendonça, à Fernanda Borges (*in memoriam*), à Leta, ao Nilo Nascimento, ao Márcio Baptista, à Heloisa Costa, ao Antônio Magalhães e ao Danilo Botelho, com os quais compartilho o interesse pelas temáticas envolvidas neste trabalho.

Aos mestres e amigos Rogério Palhares e Maria Cristina Simão, pelas conversas cotidianas e orientações informais.

Ao Lucas, à minha família e aos amigos da Práxis, pelo apoio permanente e pelas discussões e debates.

Aos técnicos da Prefeitura de Belo Horizonte e aos membros do CBH Rio das Velhas, que me receberam de portas abertas e dispostos à discussão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fapemig.

Instrumentos de múltiplo uso, os conceitos possuem, antes de qualquer coisa, uma dimensão histórica. Evoluem com o tempo, assumindo significados vários (COPASA *et al.*, 1996a, p. 11).

Conhecimento e prática estão sempre 'situados' na trama das relações de poder que define e produz a socrionatureza (SWYNGEDOUW, 2009, p. 110).

RESUMO

Na segunda metade do século XX, uma ampla contestação do modelo de urbanização adotado a partir de meados do século XIX pela sociedade moderna surgiu no bojo do movimento ambientalista. Nesse contexto, um novo paradigma para o manejo de águas pluviais urbanas começou a ser formulado nos países desenvolvidos, visando mitigar os impactos gerados pelas cidades sobre o ciclo hidrológico terrestre, por meio de uma abordagem integrada da bacia hidrográfica, unidade fundamental de análise e projeto, das políticas setoriais, do meio ambiente construído e dos atores urbanos. Esta pesquisa visou identificar os desafios para a implementação desse paradigma emergente na contemporaneidade referente à gestão das águas pluviais urbanas no contexto brasileiro. Apesar do discurso ambiental de valorização das águas urbanas estar bastante difundido no país, as obras seguem orientadas majoritariamente pelo conceito tradicional de drenagem urbana, baseado no viés higienista de canalização dos cursos de água e de evacuação rápida das águas pluviais. Discutiu-se a incorporação de conceitos fundamentais da hidrologia no campo do planejamento e gestão urbanos, a partir de uma visão crítica do desenvolvimento sustentável e da integração entre cidade e natureza. Uma análise da experiência recente de Belo Horizonte, cidade que nos últimos 20 anos desenvolveu políticas públicas para mitigar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico, embora ainda muito restritas, foi realizada. Diversos instrumentos legais e arranjos institucionais, bem como planos, programas, projetos e obras foram levantados e relacionados para compor o panorama dessas políticas públicas e indicar as possibilidades que lançam para diretrizes futuras de intervenção nesse campo. A estratégia de pesquisa combinou os métodos estudo de caso, histórico-interpretativo e qualitativo. Os dados foram coletados por meio de consulta a documentos, participação em eventos, visita a obras públicas e entrevistas com atores-chaves.

Palavras chaves: sustentabilidade, socionatureza, manejo de águas pluviais urbanas, abordagem integrada, infraestrutura verde.

ABSTRACT

In the second half of the twentieth century, a broad contestation of the model of urbanization adopted from the mid-nineteenth century by modern society emerged in the wake of the environmental movement. In this context, a new paradigm for urban stormwater management has been formulated in developed countries to mitigate the impacts generated by cities on the terrestrial hydrological cycle, through an integrated approach off the river basin - a fundamental unit of analysis and design -, sectoral policies, socio-environment and urban actors. This research aimed to identify the challenges for the implementation of this emerging paradigm in the contemporaneity regarding the urban stormwater management in the Brazilian context. Although the environmental discourse on the valorization of urban waters is widely diffused in the country, the works are mainly oriented by the traditional concept of urban drainage, based on the hygienist bias of channeling water courses and rapid evacuation of stormwater. It was discussed the incorporation of fundamental concepts of hydrology in the field of urban planning and management, from a critical view of sustainable development and integration between city and nature. An analysis of the recent experience of Belo Horizonte, a city that in the last 20 years has developed public policies to mitigate the impacts of urbanization on the hydrological cycle, although still very restricted, was carried out. Various legal instruments and institutional arrangements, as well as plans, programs, projects and works were raised and related to compose the panorama of these public policies and indicate the possibilities that they launch for future guidelines of intervention in this field. The research strategy combined the case study, interpretive-historical and qualitative methods. Data were collected through consultation of documents, participation in events, visits to public works and interviews with key actors.

Keywords: Sustainability, socio-environment, urban stormwater management, integrated urban water management, green infrastructure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Obras recentes de macrodrenagem em Belo Horizonte	25
Figura 2: Diagrama ilustrativo do ciclo hidrológico	32
Figura 3: Balança de Lane: diagrama dos elementos fundamentais na conformação da morfologia fluvial	33
Figura 4: Bacia hidrográfica e divisão do sistema fluvial	34
Figura 5: Sistema de drenagem tradicional.....	35
Figura 6: Hidrograma natural x área urbanizada	36
Figura 7: Degradação morfológica de cursos de água urbanos.....	36
Figura 8: Seção transversal e vista em planta de um rio - leitos menor e maior	37
Figura 9: Diversidade do habitat provida por (a) canais naturais e (b) alterados pela engenharia	40
Figura 10: Impactos da urbanização da bacia hidrográfica no ciclo da água	41
Figura 11: Córrego do Leitão, canalizado em seção aberta, na altura da Rua Padre Belchior (1930).....	48
Figura 12: Evolução da ocupação urbana de Belo Horizonte em relação às bacias hidrográficas dos ribeirões Arrudas e da Onça (1918 a 1995)	49
Figura 13: Vale do ribeirão Arrudas, canalizado em seção aberta, à época da construção do Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro e dos novos viadutos (1970): ao norte do ribeirão Arrudas o bairro Lagoinha e, ao sul, a Área Central de Belo Horizonte, delimitada pela Avenida do Contorno	59
Figura 14: Implantação da barragem Santa Lúcia (córrego do Leitão) na década de 1970	60
Figura 15: Enchentes e obras de macrodrenagem na área central de Belo Horizonte na década de 1980.....	61
Figura 16: <i>Status</i> das obras do PROSAM em junho de 1999	67
Figura 17: Urbanização de áreas lindeiras do ribeirão Arrudas no âmbito do Prosam	68
Figura 18: Praça na Av. Teresa Cristina, implantada em área remanescente das obras de canalização do ribeirão Arrudas no final dos anos 1990 pelo Prosam	68
Figura 19: Parque do Confisco ou Parque Linear do Sarandi, implantado no âmbito do Prosam	69

Figura 20: Promevida - Situação da macrodrenagem no município de Belo Horizonte em 1995	73
Figura 21: Córregos selecionados como prioritários para canalização no âmbito do Promevida	74
Figura 22: Obras de macrodrenagem empreendidas pelo DNOS na década de 1970	83
Figura 23: Integração e sofisticação crescentes do manejo de água pluviais urbanas ao longo do tempo.....	98
Figura 24: Classificação sugerida por Fletcher <i>et al.</i> (2015) para os termos recentes acerca da drenagem urbana, de acordo com as especificidades e o foco original deles.....	101
Figura 25: História da gestão das águas, esgotos e águas pluviais na Região de Westernport e Port Phillip, Austrália.....	103
Figura 26: Evolução da drenagem urbana em São Paulo.....	105
Figura 27: Ilustração esquemática dos conceitos de canalização <i>versus</i> reservação	107
Figura 28: Bacias de amortecimento de cheias associadas a espaços de uso social	108
Figura 29: Bacias de retenção construídas recentemente em grandes cidades brasileiras.....	108
Figura 30: Aplicação de técnicas estruturais compensatórias em diferentes escalas	110
Figura 31: Categorização das técnicas compensatórias, segundo sua localização no sistema de drenagem.....	110
Figura 32: Representação esquemática do cenário de restauração de uma determinada variável de um sistema fluvial.....	117
Figura 33: Representação dos cenários de restauração e reabilitação de um curso de água	120
Figura 34: Restauração de cursos de água urbanos.....	122
Figura 35: <i>Lindevangs Park</i> , na cidade de Frederiksberg, Dinamarca (2015) – área verde e de lazer associada a bacia de retenção	123
Figura 36: Técnicas compensatórias estruturais de drenagem integrando paisagens multifuncionais.....	127
Figura 37: Jardim comunitário em Nova York	129

Figura 38: Publicações de órgãos públicos norte-americanos na década de 1980, veiculando o planejamento da ocupação das planícies de inundação de rios urbanos	132
Figura 39: Diagrama da proposta de Olmsted e Bartholomew para o Condado de Los Angeles (1930)	133
Figura 40: Zoneamento das áreas sujeitas à inundação em função das cotas altimétricas das áreas urbanas.....	135
Figura 41: Esquema das políticas públicas setoriais relacionadas com a drenagem pluvial no contexto brasileiro	140
Figura 42: Esquema das relações entre conceitos, práticas e políticas públicas	142
Figura 43: Obras de canalização do córrego São José (afluente do córrego da Ressaca), abertura de sistema viário (avenidas João XXIII, Pedro II e Pres. Tancredo Neves) e reassentamento de famílias no âmbito do PAC / Vila Viva São José.....	163
Figura 44: Projeto do parque linear em fase de implantação no âmbito do Vila Viva São Tomaz/Aeroporto (PAC).....	164
Figura 45: Vista aérea de solução intermediária, entre o parque linear e a tradicional avenida sanitária, implantada pelo PAC entre 2011 e 2014 no trecho final do córrego Bonsucesso, viabilizando a abertura da Via 210, já prevista pelo Promevida em 1995	165
Figura 46: Área de contribuição à Lagoa da Pampulha - Bacia hidrográfica da Pampulha	171
Figura 47: Instrumentos urbanísticos e projetos no vale do Arrudas.....	175
Figura 48: Obras do tamponamento do ribeirão Arrudas em trecho da Av. do Contorno, próximo à Rua Paracatu, em 2010	176
Figura 49: Vista aérea de trecho do Pac Arrudas.....	178
Figura 50: Organograma atual da Smobi/PBH, com destaque para a Dgau.....	185
Figura 51: Organograma da Sudecap/PBH em 2016, com destaque para a extinta DPDU-SD	186
Figura 52: Placas de Prevenção e de Educação instaladas em áreas de risco de inundação na Av. Teresa Cristina, ao longo do ribeirão Arrudas	194
Figura 53: Projetos pilotos em técnicas compensatórias para a drenagem urbana desenvolvidos no âmbito do Switch em Belo Horizonte	197

Figura 54: Edifícios recentes construídos na Rua Fernandes Tourinho, bairro Savassi, com implantação de taxa de permeabilidade sobre terreno natural no afastamento frontal, dando continuidade à calçada	200
Figura 55: Planta de implantação do Parque Baleares	204
Figura 56: Planta de implantação do Parque Primeiro de Maio	204
Figura 57: Planta de implantação do Parque Nossa Senhora da Piedade.....	205
Figura 58: Bacia de retenção implantada no córrego Olhos d'água, na bacia elementar do córrego Bonsucesso.....	206
Figura 59: Trechos do córrego Bonsucesso antes e depois das intervenções do Drenurbs Suplementar	209
Figura 60: Esquema da evolução do Drenurbs	216
Figura 61: Bacias hidrográficas do município de Belo Horizonte inseridas no planejamento original do Programa Drenurbs, na primeira fase das intervenções desse programa e alvo de projetos executivos e/ou obras no âmbito do PAC	217
Figura 62: Situação das bacias de retenção no município de Belo Horizonte.....	220
Figura 63: Projeto das bacias de retenção do Complexo da Avenida Várzea da Palma/Vila do Índio	222
Figura 64: Situação atual das bacias de retenção do Complexo da Avenida Várzea da Palma/Vila do Índio	223
Figura 65: Concepção inicial do projeto urbanístico para a bacia de retenção do Calafate.....	225
Figura 66: Contraproposta elaborada pela Smapu para o projeto urbanístico da bacia de retenção do Calafate	226
Figura 67: Incorporação da bacia de retenção do Calafate no plano urbanístico da OUC Corredor Antônio Carlos / Pedro I e Eixo Leste-Oeste.....	227
Figura 68: Diagramas das situações atual (1) e desejada (2) para a estrutura territorial da RMBH no âmbito do PDDI.....	233
Figura 69: Dimensões da TVA no MZ-RMBH.....	234
Figura 70: Mapeamento dos elementos potenciais para estruturação da Trama Verde e Azul (TVA) proposta no MZ-RMBH.....	236
Figura 71: Projeto de valorização de nascente localizada no bairro Havaí, na sub-bacia do ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte, proposto no âmbito do <i>Projeto Valorização das Nascentes Urbanas – 3ª Fase</i>	240

Figura 72: Localização dos projetos para a otimização do sistema de drenagem (1) Cachoeirinha, Pampulha e Onça e (2) Vilarinho, Nado e Isidoro	245
Figura 73: Vista aérea do Parque Estrelinha – destacado em vermelho - implantado em trecho do córrego Cercadinho como medida compensatória pelo empreendimento residencial contíguo.....	249
Figura 74: Vistas internas do Parque Estrelinha, implantado em trecho do córrego Cercadinho como medida compensatória pelo empreendimento residencial contíguo	249
Figura 75: Evolução da drenagem urbana em Belo Horizonte	252
Figura 76: Vistas aéreas de diferentes intervenções em cursos de água realizadas em Belo Horizonte nos últimos 15 anos, sob a denominação de “tratamentos de fundo de vale”	257

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Terminologia recente acerca do manejo de águas pluviais urbanas.....	99
Quadro 2: Síntese comparativa dos principais conceitos abrangidos pela abordagem tradicional e pelo novo paradigma de drenagem urbana	104
Quadro 3: Características das principais técnicas compensatórias estruturais.....	111
Quadro 4: Ferramentas-chave para a restauração fluvial em áreas urbanas	121
Quadro 5: Campos de gestão das águas urbanas	126
Quadro 6: Síntese da análise de políticas públicas relacionadas ao manejo de águas pluviais	145
Quadro 7: Princípios norteadores das ações do Drenurbs.....	202
Quadro 8: Alternativas concebidas pelo Drenurbs para o tratamento dos fundos de vales.....	210
Quadro 9: Situação das bacias de retenção no município de Belo Horizonte	221
Quadro 10: Síntese dos objetivos específicos da TVA no MZ-RMBH.....	234

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Canais existente em Belo Horizonte no início da década de 1970.....	58
Tabela 2: Memória de cálculo do Índice de Tratamento de Fundo de Vale (ITFV) apresentado no PMS 2016.....	183

LISTA DE SIGLAS

ABRHidro: Associação Brasileira de Recursos Hídricos

ADE: Área de Diretrizes Especiais

Alca: Área de Livre Comércio das Américas

Amda: Associação Mineira de Defesa do Ambiente

ANA: Agência Nacional de Águas

APE: Área de Proteção Especial

APP: Área de Preservação Permanente

Arsae-MG: Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário no Estado de Minas Gerais

BCRMG: Banco de Crédito Real de Minas Gerais

BDMG: Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais

Bemge: Banco do Estado de Minas Gerais

BHTrans: Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A

BID: Banco Interamericano de Desenvolvimento

Bird: Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento / Banco Mundial

BNH: Banco Nacional de Habitação

BRT: *Bus Rapid Transport*

CBH: Comitê de Bacia Hidrográfica

Cepac: Certificado de Potencial Adicional de Construção

CEF: Caixa Econômica Federal

Cemig: Companhia Energética de Minas Gerais

CF: Constituição Federal

Chisbel: Coordenação de Habitação de Interesse Social de Belo Horizonte

Cobrape: Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos

Comag: Companhia Mineira de Águas e Esgotos

Comam: Conselho Municipal de Meio Ambiente

Comdec: Coordenadoria Municipal de Defesa Civil

CMH: Conselho Municipal de Habitação

Compur: Conselho Municipal de Política Urbana

Comupra: Conselho Comunitário Unidos pelo Ribeiro de Abreu

Comus: Conferência Municipal de Saneamento

Comusa: Conselho Municipal de Saneamento

Conama: Conselho Nacional do Meio Ambiente

Copam/MG: Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais

Copasa: Companhia de Saneamento de Minas Gerais

Crear: Centro de Referência em Áreas de Risco

DAE: Departamento de Águas e Esgotos

DBP: Departamento Municipal de Habitação e de Bairros Populares

Demae: Departamento Municipal de Águas e Esgotos

Deop/MG: Departamento de Obras Públicas do Estado de Minas Gerais

Dgau: Diretoria de Gestão de Águas Urbanas

DNOS: Departamento Nacional de Obras e Saneamento

Drenurbs: Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte

EHR: Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG

EIV: Estudo de Impacto de Vizinhança

ETA: Estação de Tratamento de Água

Etaf: Estação de Tratamento de Águas Pluviais

ETE: Estação de Tratamento de Esgoto

EUA: Estados Unidos da América

Feam: Fundação Estadual de Meio Ambiente

FGTS: Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

Fisane: Fundo de Financiamento para Saneamento

FJP: Fundação João Pinheiro

FMS: Fundo Municipal de Saneamento

FMI: Fundo Monetário Internacional

GR: Grupo de Referência

Ibama: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISA: Índice de Salubridade Ambiental

IPCC: *International Panel on Climate Change*

IQVU: Índice de Qualidade de Vida

ITFV: Índice de Tratamento de Fundo de Vale

IVS: Índice de Vulnerabilidade da Saúde

LID: *Low Impact Development*

Lpous: Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo

Luos: Lei de Uso e Ocupação do Solo

MCidades: Ministério das Cidades

MCMV: Programa Minha Casa Minha Vida

Mercosul: Mercado Comum do Sul

MIT: *Massachusetts Institute of Technology*

MMA: Ministério do Meio Ambiente

NAC: Núcleo de Alerta de Chuvas

Nudec: Núcleo de Defesa Civil

ODC: Outorga onerosa do direito de construir

OMC: Organização Mundial do Comércio

ONG: Organização Não Governamental

ONU: Organização das Nações Unidas

OP: Orçamento Participativo

OUC: Operação Urbana Consorciada

PAC: Programa de Aceleração do Crescimento

Pacs: Programa de Ação Comunitárias e Saneamento para Populações de Baixa Renda

PBH: Prefeitura de Belo Horizonte

PDA: Plano de Desenvolvimento Ambiental

PDDBH: Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte

PDIES-RMBH: Plano de Desenvolvimento Integrado Econômico e Social da RMBH

PEA: Plano de Estruturação Urbano-Ambiental

Pear: Programa Estrutural em Áreas de Risco

PGE: Plano Global Específico

PIB: Produto Interno Bruto

PL: Projeto de Lei

Plambel: Superintendência de Desenvolvimento da RMBH

Planasa: Plano Nacional de Saneamento

Plansab: Plano Nacional de Saneamento Básico

Planurbs: Plano de Urbanização e Saneamento Básico de Belo Horizonte

PMH: Política Municipal de Habitação

PMMS: Programa de Modernização do Setor Saneamento

PMS: Plano Municipal de Saneamento

PNDU: Política Nacional de Desenvolvimento Urbano

PNRH: Política Nacional de Recursos Hídricos

Pnuma: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

Precend: Programa de Recebimento e Controle dos Efluentes Não Domésticos

Prodecom: Programa de Desenvolvimento de Comunidades

Progress: Programa de Vias Expressas

Promevida: Programa de Melhoria da Qualidade de Vida

Pronurb: Programa Nacional de Urbanização

Propam: Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha

Prosam: Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça

Prosanear: Programa de Saneamento para Populações de Baixa Renda

PRU: Plano de Regularização Urbanística

PT: Partido dos Trabalhadores

RCC: Resíduo da Construção Civil

RMBH: Região Metropolitana de Belo Horizonte

SCBH: Subcomitê de Bacia Hidrográfica (CBH Rio das Velhas)

Semad: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais

Serfhau: Serviço Federal de Habitação e Urbanismo

SFH: Sistema Financeiro de Habitação

SFS: Sistema Financeiro do Saneamento

SIG: Sistema de Informação Geográfica

SLU: Superintendência de Limpeza Urbana

SMCO: Secretaria Municipal de Comunicações e Obras

SMH: Sistema Municipal de Habitação

SMMA: Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Smobi: Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura

SMPU: Secretaria Municipal de Política Urbana

Smurbe: Secretaria Municipal de Políticas Urbanas

SNSA: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

Snuc: Sistema Nacional de Unidades de Conservação

Sudecap: Superintendência de Desenvolvimento da Capital

Suds: *Sustainable Urban Drainage Systems*

TDC: Transferência do Direito de Construir

TVA: Tennessee Valley Authority

TVA: Trama Verde e Azul

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Unesco: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UP: Unidade de Planejamento

Urbel: Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte

UTE: Unidade Territorial Estratégica

WSUD: *Water Sensitive Urban Design*

ZEIS: Zona de Especial Interesse Social

ZP: Zona de Proteção

ZPAM: Zona de Preservação Ambiental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	CRISE DA GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....	31
2.1	Impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico terrestre.....	31
2.2	Origens da drenagem urbana tradicional.....	41
2.3	Belo Horizonte e suas águas.....	46
2.4	Mudança de rumo?.....	75
3	NOVO PARADIGMA PARA A GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	81
3.1	Cenários de crise e novos paradigmas	81
3.2	Emergência do ambientalismo.....	85
3.2.1	Desenvolvimento sustentável.....	86
3.2.2	Ambientalismo e cidades	91
3.3	Novas ideias e práticas para o manejo das águas pluviais urbanas	97
3.3.1	Técnicas compensatórias	106
3.3.2	Abordagem integrada, paisagens multifuncionais e infraestrutura verde 123	
3.3.3	Do controle à resiliência e adaptação	131
4	DOS CONCEITOS E PRÁTICAS À IMPLEMENTAÇÃO ESTATAL: A	
	EXPERIÊNCIA DE BELO HORIZONTE NO QUADRO POLÍTICO-INSTITUCIONAL	
	BRASILEIRO DE MANEJO DAS ÁGUAS URBANAS.....	139
4.1	Diretrizes nacionais das políticas públicas relacionadas ao manejo de águas pluviais urbanas.....	146
4.2	Retomando a trajetória de Belo Horizonte	158
4.2.1	Fortalecimento institucional da prefeitura voltado para a implantação de medidas compensatórias estruturais e não estruturais	188
4.2.2	Pesquisa, orientação técnica, instrumentos urbanísticos e outras estratégias para emplacar as técnicas compensatórias difusas	195
4.2.3	Projetos e obras estruturais.....	201

4.2.4	As versões metropolitana e municipal da infraestrutura verde: um caminho para o futuro das águas urbanas?	232
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	253
	REFERÊNCIAS.....	263
	APÊNDICES	279
	ANEXOS	287

1 INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento socioeconômico e tecnológico iniciado com a Revolução Industrial gerou conflitos socioambientais que caracterizam a sociedade e a morfologia urbana contemporâneas e, por muito tempo, foram considerados inerentes ao processo de urbanização. A contestação desse modelo a partir da década de 1960 emergiu em meio à crise ambiental do sistema capitalista e do Estado moderno, quando os impactos negativos dele decorrentes não puderam mais ser ignorados. Desde então, vêm sendo buscadas alternativas visando à constituição de um novo padrão de desenvolvimento, dito *sustentável*¹. A possibilidade de conciliação do padrão hegemônico de desenvolvimento com suas próprias contradições é um importante debate contemporâneo, no qual estão envolvidas abordagens com diferentes vieses políticos.

Um dos desafios do planejamento urbano e ambiental nas cidades contemporâneas tem sido responder ao agravamento dos problemas relacionados ao regime hidrológico e à qualidade das águas nas bacias urbanizadas: poluição, erosão e assoreamento de cursos de água, inundações e escassez de água potável. Historicamente, nas cidades brasileiras, os cursos de água têm sido negligenciados, resultando em invisibilidade e rejeição. A prática difundida do tamponamento impede qualquer relação efetiva deles com a paisagem urbana, enquanto que os cursos de água que permanecem em condições naturais vão sendo gradativamente degradados, seja por meio da poluição de suas águas, devido ao lançamento de efluentes *in natura* e da poluição difusa oriunda das águas pluviais, seja pela alteração da morfologia original de seus canais fluviais, em razão do aumento das vazões de contribuição e do volume de sedimentos carreados. Dessa forma, é compreensível que as próprias comunidades ribeirinhas almejem obras de canalização junto aos órgãos gestores, a fim de se afastarem dessas péssimas condições ambientais.

As faixas lindeiras aos cursos de água remanescentes em leito natural nas áreas urbanas são protegidas pela legislação ambiental no Brasil por meio da

¹ Atualmente a noção de sustentabilidade abrange um amplo espectro de visões. Para compreendê-las de maneira crítica, é necessário, primordialmente, questionar quais os posicionamentos delas acerca dos próprios conceitos de modernidade e desenvolvimento (COSTA, 2012a). Para uma discussão ampliada sobre os sentidos do termo “sustentabilidade” ver também Acseirad (2001a), conforme apresentado no Capítulo 3.

demarcação das Áreas de Preservação Permanente (APPs)². Contudo, na prática, essas áreas configuram vazios urbanos, interstícios residuais da cidade formal, destino de esgotos, enchentes, lixo e entulho, para as quais o poder público prevê onerosos projetos de urbanização conforme os padrões tradicionais da infraestrutura moderna, que vão sendo postergados ao longo de gestões municipais sucessivas. Trata-se de um exemplo de como muitas vezes a realidade constatada é oposta à intenção do legislador, uma vez que as restrições legais estabelecidas à ocupação tornam essas áreas pouco atrativas ao mercado imobiliário formal. Sendo assim, muitas delas são ocupadas informalmente por habitações precárias de baixa renda, cuja população fica exposta a riscos ambientais diversos (MARTINS, 2006; MARICATO, 2000).

Os tradicionais projetos oriundos da engenharia sanitária e do urbanismo higienista, dentre os quais se destacam as avenidas sanitárias ao longo dos fundos de vale, seguem sendo implantados nas cidades brasileiras, mas, pontualmente, observam-se soluções projetuais inovadoras. Aparentemente, elas se baseiam num novo paradigma de gestão das águas urbanas, que se encontra mais difundido internacional do que nacionalmente, sobretudo na Europa, nos EUA e na Austrália³. Muitas dessas soluções incorporam os conceitos atuais denominados *Low Impact Development* (LID) e *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), que têm em comum a implementação de uma gestão integrada das águas urbanas, a qual, segundo Nascimento (2014, p. 237):

[...] tem a pretensão de ordenar os diferentes usos de águas urbanas, mitigar os impactos da urbanização sobre os mananciais de abastecimento e os corpos receptores, reduzir riscos como os de inundação, deslizamento de encostas e os associados à salubridade ambiental, de forma articulada e coordenada com diferentes setores públicos urbanos, notadamente: o saneamento básico [...]; os sistemas viário e de transportes [...]; a gestão de recursos hídricos [...]; a proteção ambiental dos ambientes urbanos [...]; o uso do solo e a política habitacional [...]; ações preventivas de saúde coletiva [...].

Nesse sentido, observa-se também a intensificação da proposição de criação de um sistema de áreas verdes e espaços livres urbanos articulado a atributos geomorfológicos do sítio, tais como as nascentes, as linhas de drenagem

² Lei Federal nº 12.651/2012. Diversos autores analisam a aplicabilidade do Código Florestal nas áreas urbanas e os conflitos decorrentes, inerentes ao desafio de compatibilização do uso do solo. Vide, por exemplo, Medeiros (2009).

³ Alguns exemplos ilustrativos são apresentados ao longo do item 3.3 desta dissertação.

natural e os fundos de vale, buscando criar espaços multifuncionais e estruturadores da paisagem local e regional, em uma espécie de *infraestrutura verde*. A manutenção e/ou recuperação de fragmentos de vegetação permite conservar fauna e flora, absorver poluentes atmosféricos, controlar a temperatura local e proteger os cursos de água de processos de erosão e assoreamento. Esses benefícios voltados para os meios físico e biótico podem ser conciliados com a qualificação ambiental das cidades também do ponto de vista social e econômico, dentre os quais se destacam os potenciais de recreação, convivência, valoração histórica e cultural, desenvolvimento da agricultura urbana, do turismo e de modais de transporte alternativos que priorizem a acessibilidade de pedestres e ciclistas.

Dispositivos voltados para a mitigação dos efeitos provocados pela crescente impermeabilização do solo e pelo sistema tradicional de drenagem, denominados *técnicas compensatórias*, têm sido desenvolvidos e aplicados nas cidades, principalmente em caráter experimental. Conforme apontado por Nascimento (2014) e Pellegrino *et al.* (2006), muitas dessas soluções demandam amplas áreas para sua implantação e oferecem oportunidades para o desenvolvimento de usos múltiplos e enriquecimento da paisagem urbana quando concebidas junto à infraestrutura verde.

Esse cenário tem levado a um reconhecimento por parte da comunidade técnica e acadêmica, mas também contando com certa adesão popular, de que novas soluções para o manejo de águas pluviais urbanas são tanto possíveis quanto necessárias⁴. Uma inquietação pessoal, também compartilhada por alguns profissionais da área⁵, despertou minha motivação para a condução deste estudo: se atualmente há um discurso ambiental bastante difundido de valorização das águas quanto à relação das cidades com suas águas pluviais, em que ele consiste fundamentalmente? Quais são suas origens? Quais são os entraves a sua difusão e efetiva implementação no contexto brasileiro (Figura 1)? Nesse sentido, esclareço minha aposta a favor de uma nova abordagem para o tema em pauta, embora

⁴ Como exemplo, pode-se verificar que, a cada estação chuvosa que atinge as grandes cidades brasileiras, é comum verificar na mídia uma ampla divulgação dos transtornos provocados pelas fortes chuvas e uma crescente cobrança da sociedade civil junto ao poder público local para a apresentação de soluções técnicas para este problema. Simultaneamente, são crescentes as reivindicações populares quanto a melhores condições ambientais de vida urbana, demandando acesso universal e de qualidade aos serviços de saneamento e transporte e a áreas verdes públicas.

⁵ Vide, por exemplo, a discussão central problematizada por Bontempo *et al.*, 2012.

pretenda realizar uma análise crítica das ideias em circulação e das práticas delas decorrentes. Cabe ressaltar que se trata de uma análise desde um ponto de vista pessoal e, portanto, incompleta e parcial.

Figura 1: Obras recentes de macrodrenagem em Belo Horizonte



1 - Rua Assis das Chagas, via sanitária implantada no bairro Liberdade, ao longo do córrego São Francisco, Regional Pampulha, Belo Horizonte. Obra do Orçamento Participativo (OP) realizada em 2001 / 2002.



2 - Parque Municipal Primeiro de Maio, implantado na cabeceira do córrego Açudinho, Regional Norte, Belo Horizonte. Obra do Programa Drenurbs, realizada em 2007 / 2008.

Fontes: 1) PBH, 2018; 2) PBH, 2010.

Para elucidar essas questões, propus uma análise crítica da experiência recente de Belo Horizonte, cidade que nos últimos 20 anos desenvolveu políticas públicas relacionadas ao tema que foram reconhecidas no país e internacionalmente como estando inseridas nesse novo paradigma⁶. Questões complementares emergem a partir dessa experiência, tais como: por que essas políticas ainda são ações isoladas e restritas e não constituem elementos estruturadores da paisagem? Elas são coerentes entre si? É possível identificar contradições internas? Há divergências entre discurso e prática? Por que não avançaram? Quais os desafios e limites de natureza socioeconômica, institucional, gerencial, técnica e financeira para as políticas voltadas para as águas urbanas efetivamente integradas com os diferentes setores do planejamento e os atores urbanos? É possível extrair lições da experiência de Belo Horizonte para o contexto brasileiro?

⁶ Na literatura nacional especializada, o paradigma contemporâneo tem sido denominado de diferentes formas, tais como *drenagem sustentável*, *manejo sustentável de águas pluviais*, *abordagem integrada*, *hidrologia urbana*, *idades sensíveis à água* e *idades geossuportadas*. Internacionalmente, diferentes termos também estão sendo utilizados, tais como: *Best Management Practices (BMPs)*, *Sustainable Urban Drainage Systems (Suds)*, *Low Impact Development (LID)*, *Water Sensitive Urban Design (WSUD)* e *Integrated Urban Water Management (IUWM)* (MIGUEZ et al., 2016; FLETCHER et al., 2015). Esse assunto é explorado no item 3.3.

O objeto do estudo proposto compreende, portanto, as soluções de planejamento, gestão e projeto urbanos para mitigar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico terrestre. Busca-se ir além dos conceitos estritamente técnicos da engenharia sanitária e de recursos hídricos para apontar os benefícios dessas soluções na qualificação da paisagem urbana. Ressalta-se que o conceito de paisagem adotado neste estudo abrange as dinâmicas naturais do território, como também as de âmbito socioeconômico e a compreensão crítica da relação entre essas forças indutoras, inclusive do ponto de vista político. Além disso, trata-se de uma abordagem da relação entre cidade e natureza na qual ambas “já não mais se veem como opostas - nem complementares-, mas integradas num mesmo e único sistema” (VESCINA, 2010, p. 79).

Penso que esta pesquisa pode vir a ser uma fonte de consulta para estudantes de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo, buscando levar um conhecimento técnico ainda muito restrito aos cursos das Engenharias Civil e Ambiental, discutindo assim a introdução de conceitos fundamentais da hidrologia no campo do planejamento e desenho urbanos. É necessário um conhecimento mínimo para criticar e propor alternativas à forma como as cidades atualmente são construídas e mitigar os impactos já causados pela urbanização tradicional, buscando novas formas de conceber a infraestrutura necessária para garantir a qualidade ambiental e satisfazer as necessidades humanas no espaço. Compreender a gestão é, portanto, elemento fundamental do projeto urbano⁷.

Este estudo pode ainda permitir a reflexão e crítica sobre a atuação do poder público e sua interface com a sociedade civil, em todas as esferas de gestão, no que se refere às águas urbanas (municipal, metropolitana, Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH, estadual e federal). Essa discussão é de grande pertinência neste momento, no qual há ainda muito o que ser feito em relação ao saneamento ambiental no país, a fim de garantir a universalização dos sistemas que ele abrange e a qualidade dos serviços prestados. É, portanto, fundamental debater como esses

⁷ Durante algumas aulas da disciplina *OFAUP Parcelamento e Assentamentos Habitacionais* ministradas pelo Prof. Dr. Roberto Eustaáquio dos Santos no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo e acompanhadas por mim ao longo do 2º semestre de 2017, ficou evidente a necessidade de os alunos discutirem e compreenderem os processos de gestão do espaço que estão por trás das propostas de desenho urbano e que, portanto, são fundamentais para a construção de argumentos e tomada de decisão em projeto.

investimentos serão feitos e como será a gestão desses serviços, pois têm grande potencial para a qualificação das cidades.

O eixo central desta pesquisa é a identificação dos desafios para a efetiva difusão do paradigma emergente na contemporaneidade referente à gestão das águas pluviais urbanas no contexto brasileiro. Para tanto, os seguintes objetivos específicos guiaram sua estruturação:

- Identificar quais as ideias e práticas contemporâneas em circulação no Brasil e no mundo acerca da gestão das águas pluviais urbanas, levantando os principais atores, documentos, ações e meios de difusão, para caracterizar o novo paradigma e, assim, permitir o cotejamento dos conceitos a ele associados com o estudo de caso selecionado;

- Investigar qual o papel do planejamento e da gestão urbano-ambientais na consolidação de uma nova abordagem voltada para o manejo de águas pluviais;

- Caracterizar a institucionalização contemporânea do manejo das águas pluviais urbanas nas diferentes escalas de gestão relacionadas ao município de Belo Horizonte, identificando as políticas públicas setoriais envolvidas e a relação entre elas;

- Identificar as principais realizações recentes nas frentes de planejamento, gestão e projeto em Belo Horizonte relacionadas ao manejo de águas pluviais e cotejá-las com o novo paradigma;

- Identificar os desafios e limites de natureza socioeconômica, institucional, gerencial, técnica e financeira para as políticas voltadas para as águas urbanas alinhadas com o novo paradigma de manejo de águas pluviais, a partir da análise da experiência contemporânea de Belo Horizonte;

- Construir uma visão para o futuro das águas urbanas a partir da análise retrospectiva da relação entre o processo de urbanização e os atributos naturais do território de Belo Horizonte, enfocando a drenagem e o ciclo hidrológico terrestre.

A estratégia de pesquisa adotada combinou os métodos estudo de caso, histórico-interpretativo e qualitativo, conforme definidos por Wang e Groat (2013).

Trata-se de um estudo de caso essencialmente descritivo e exploratório, cujo ponto de partida foi a percepção do destaque da experiência recente de Belo Horizonte em relação às políticas públicas de manejo de águas pluviais no contexto nacional, e mesmo internacional, em relação a outras grandes cidades inseridas em

países em desenvolvimento. Da mesma forma, a percepção no âmbito do caso selecionado de que tais políticas ainda não alcançaram um *status* predominante sobre o enfoque tradicional da drenagem evidenciou a existência de desafios ou contradições, cujo estudo aprofundado poderia auxiliar na compreensão dos limites da implementação efetiva da nova relação pretendida entre a urbanização e o ciclo hidrológico terrestre. Nesse sentido, tomou-se como premissa que o estudo de caso pudesse fornecer *insights* sobre o assunto em discussão. Todavia, não se pretendeu apontar soluções ou mesmo generalizações precipitadas a partir do caso de Belo Horizonte, ainda que deficiências, contradições e dificuldades pudessem ser reconhecidas e possíveis caminhos emergir para a abordagem do problema.

A análise interpretativa dos fenômenos observados e dos dados coletados, essencialmente qualitativa, baseou-se nas seguintes vias: (i) histórica, tanto de viés diacrônico quanto sincrônico, para compreender como os aspectos em análise no estudo de caso selecionado, a cidade de Belo Horizonte, se configuraram no presente momento; (ii) comparativa, entre o estado atual do caso e o que dizem as teorias em circulação, e (iii) entre o caso e exemplos práticos em outras cidades do mundo, com fins ilustrativos da aplicação dos conceitos apresentados.

Embora se trate de estudo cujo objeto de análise nos é contemporâneo, o método histórico-interpretativo foi utilizado para compreender o cenário atual, sobretudo para permitir uma retrospectiva da institucionalização dos conceitos via políticas públicas setoriais e que deram origem à legislação, aos planos, programas, projetos e obras analisados. Foram considerados três níveis de análise histórica: os eventos, as conjunturas e as circunstâncias, períodos temporais de curta, média e longa duração respectivamente, categorias sintetizadas por Vasconcelos (2009)⁸. A montagem de uma linha do tempo voltada para a evolução do manejo de águas pluviais urbanas em Belo Horizonte abrangeu diferentes camadas diacrônicas, correspondentes às políticas setoriais mais diretamente relacionadas ao objeto de estudo (vide APÊNDICE A). Foi então possível alinhar fatos e eventos, verificar suas conjunturas e circunstâncias e assim investigar a genealogia das ideias (e ações). Cortes sincrônicos em momentos-chave da história identificados permitiram aprofundamentos, mergulhos verticais, para análises mais detidas que interessavam ao objeto de pesquisa.

⁸ Essas categorias foram propostas originalmente pelo historiador Fernand Braudel em artigo publicado em 1958, intitulado "Histoire et sciences sociales. La longue durée".

Os dados foram obtidos por meio da análise de documentos, tais como leis, planos, programas, projetos, editais de licitações de obras e serviços, de visita a obras implantadas ou em fase de construção, de participação em seminários e audiências públicas acerca do tema, e de entrevistas guiadas⁹ com informantes-chave (técnicos de órgãos públicos, do meio acadêmico e de consultorias e empresas projetistas – vide APÊNDICE C), para verificar o entendimento acerca das ideias em circulação e das possíveis práticas via políticas públicas. O foco desta pesquisa é, portanto, na atuação técnica e estatal. Assim, atores relacionados à sociedade civil não foram entrevistados (com exceção do membro do CBH Rio das Velhas, mas que se trata de um espaço de participação institucionalizado), ainda que importantes aspectos relacionados a sua interface com a ação institucional tenham sido apontados (inclusive no que se refere aos possíveis caminhos para o futuro do manejo das águas pluviais urbanas).

O caráter panorâmico teve um peso considerável nesta pesquisa, considerando a importância de caracterizar o novo paradigma de manejo de águas pluviais urbanas, suas origens e difusão no contexto brasileiro. Dessa forma, busquei compreender de que modo as teorias, formuladas no âmbito técnico e acadêmico, são aceitas e incorporadas na dimensão prática, por meio da ação dos profissionais e da institucionalização de políticas públicas. No espaço urbano, os interesses diversos e muitas vezes contraditórios dos diferentes atores incorporam parcialmente os pressupostos teóricos. Todavia, tais experiências práticas acabam por legitimar esses modelos explicativos em circulação no âmbito das ideias¹⁰.

⁹ Optei por adotar a nomenclatura “entrevista guiada” ao invés do termo “entrevista semi-estruturada”, pois, segundo Kapp (2018, *no prelo*, p. 9), esta, “em rigor, (...) define uma técnica de questões preformuladas, feitas a todos os entrevistados da mesma maneira e na mesma ordem, seguida de uma análise comparativa, item a item, das respostas”. Já a “entrevista guiada” não chega a ser totalmente não estruturada ou não diretiva como a “entrevista aberta”, mas adapta o rol de perguntas segundo as respostas do participante ao longo da interação, método adequado para uma pesquisa exploratória como esta. A análise deste tipo de entrevista é feita por temas ou categorizações.

¹⁰ Na minha vivência profissional ao longo dos últimos 10 anos na consultoria voltada para o planejamento urbano e ambiental, pude ter contato com algumas dessas experiências em Belo Horizonte, por exemplo, durante o processo de licenciamento ambiental de técnicas compensatórias estruturais voltadas para o amortecimento de cheias (bacias de retenção); do desenvolvimento de planos de regularização urbanística de assentamentos informais inseridos em áreas de interesse ambiental para a preservação de recursos hídricos; e do plano de gestão apresentado à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), para a candidatura do Conjunto Moderno da Pampulha à Lista do Patrimônio Mundial, que abrange lago urbano artificial com uma série de desafios à gestão municipal e metropolitana para garantir a qualidade de suas águas e a própria conservação da área e do volume originais desse reservatório.

O Capítulo 2 apresenta o contexto que levou à crise atual em relação à gestão das águas pluviais urbanas, enfocando a situação de Belo Horizonte. Conceitos básicos acerca dos impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico terrestre são apresentados inicialmente, para, em seguida, buscar as origens da abordagem tradicional da drenagem pluvial. Um breve histórico da evolução urbana de Belo Horizonte no que diz respeito às águas urbanas é traçado, buscando levantar os principais conflitos emergentes das relações entre o planejamento e a gestão urbanos e os serviços de saneamento básico, sobretudo de drenagem. Essa retrospectiva tem como marco temporal final a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte (PDDBH), no início dos anos 2000, conjuntura que aponta para uma mudança de rumo em relação ao manejo de águas pluviais.

O Capítulo 3 aborda o novo paradigma de gestão das águas pluviais urbanas. Inicialmente é explorado o contexto histórico (circunstância) do surgimento dessas novas ideias (e práticas), enfatizando a crise ambiental gerada pelo modelo hegemônico de desenvolvimento adotado na modernidade, bem como o conceito emergente de desenvolvimento sustentável e suas implicações no meio ambiente urbano. Em seguida, os pressupostos teóricos do novo paradigma são sintetizados e ilustrados por meio de exemplos práticos em diferentes cidades do mundo.

O Capítulo 4 retoma a retrospectiva histórica geral iniciada no Capítulo 2 e explora especificamente o modelo de gestão recente em Belo Horizonte em relação às águas pluviais, considerando a interface com as demais escalas de planejamento e entre as políticas setoriais pertinentes. Os marcos legais, a organização institucional e os principais planos, programas, projetos e obras relacionados ao tema são apresentados. A partir da revisão bibliográfica, busquei definir o conceito do novo paradigma de manejo de águas pluviais de maneira operacional, ou seja, sistematizá-lo por meio de categorias fundamentais, a fim de permitir sua objetivação e consequente manipulação no contexto empírico, conforme sugerem Coutinho e Cunha (2004).

2 CRISE DA GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Atualmente as cidades de médio e grande porte em todo o mundo experimentam uma situação de crise de gestão em relação às águas pluviais. Historicamente, o modelo de desenvolvimento urbano industrial ignorou os efeitos ambientais adversos que provocou, dentre eles os impactos sobre o ciclo hidrológico terrestre. Este capítulo explora as consequências da implantação da infraestrutura tradicional de drenagem pluvial nos contextos geral e da evolução urbana de Belo Horizonte.

2.1 Impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico terrestre

A interface da urbanização com as águas sempre fez parte da história das cidades. Desde a Antiguidade, um dos fatores fundamentais para a escolha do sítio para a implantação de um núcleo de povoamento tem sido a disponibilidade de recursos hídricos e seu potencial de aproveitamento para as múltiplas demandas humanas, tais como abastecimento, irrigação, dessedentação de animais, depuração de efluentes, geração de energia, transporte e comunicação, defesa, turismo, lazer e prática de esportes. Além das finalidades práticas, a água também compõe o imaginário coletivo, sendo elemento fundamental da fundação de mitos, rituais e crenças em muitas sociedades ao longo da história. Os cursos de água urbanos historicamente também desempenharam papel como elemento estruturador da paisagem, sendo importante referencial para a população (BAPTISTA; CARDOSO, 2013).

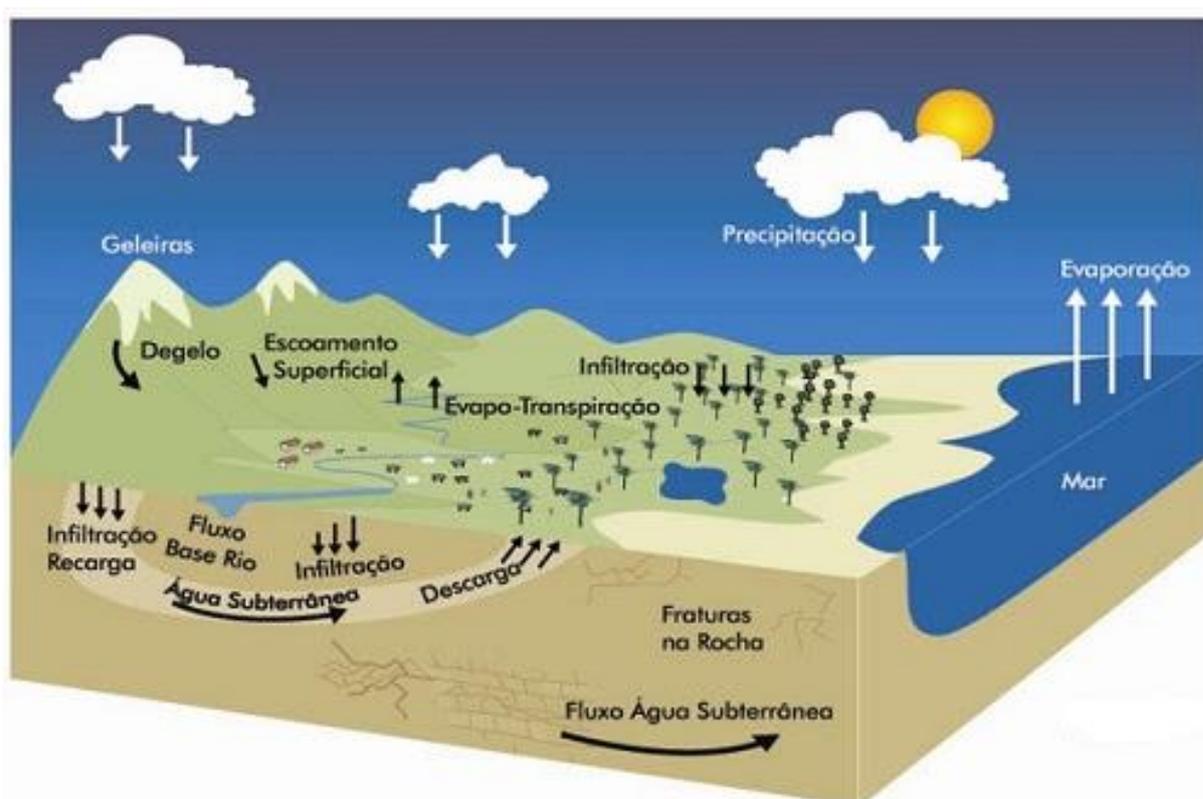
Em uma área urbanizada, é comum nos referirmos às águas ou aos sistemas hídricos urbanos, que englobam, na definição de Tucci (2007), os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial, bem como a gestão das áreas ribeirinhas (rios, lagos e estuários) inseridas nas cidades.

Todo processo de urbanização acarreta impactos sobre o ciclo hidrológico. A formação de cidades representa alteração significativa do uso do solo, causando distúrbios na dinâmica natural de transporte de água e sedimentos na área de contribuição de determinado curso ou corpo de água, além de inserir novas substâncias no ambiente, que resultam na poluição das águas. Como ponto de partida para a análise desses impactos ambientais, é fundamental compreender o

sistema natural de circulação das águas (Figura 2), assim sintetizado por Tucci (2007, p. 87):

O ciclo hidrológico terrestre é um processo natural no qual a água precipita sobre a superfície, sofre interceptação pela vegetação, infiltra ou é evaporada de volta para a atmosfera. A água que infiltra penetra no solo e pode retornar para a superfície ou alimentar os aquíferos. O excedente na superfície escoam em direção ao ravinamento e este para os riachos e rios até o oceano.

Figura 2: Diagrama ilustrativo do ciclo hidrológico



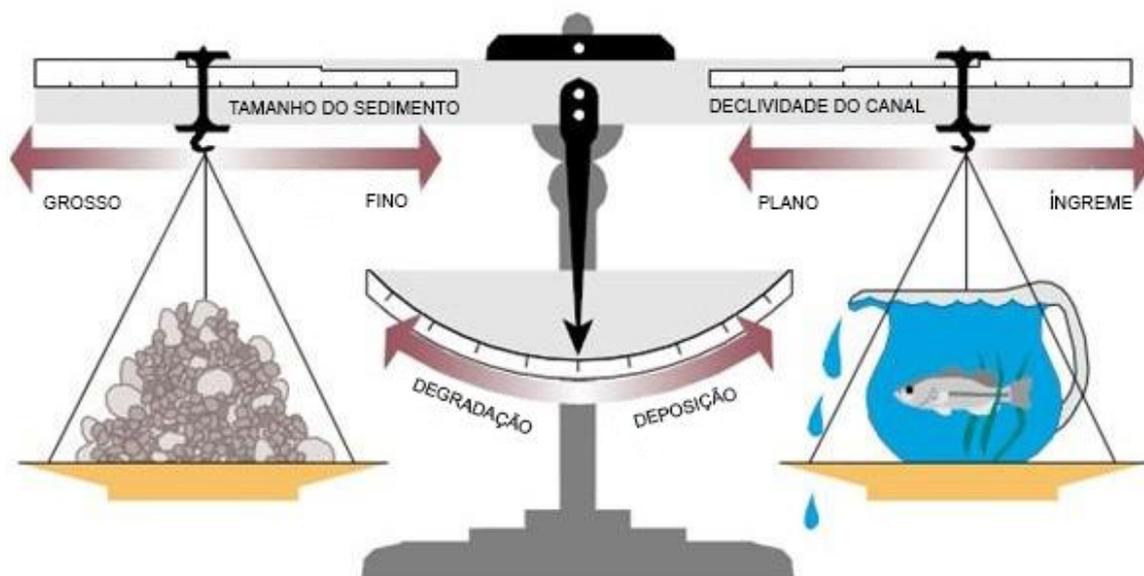
Fonte: MMA, 2018.

A unidade territorial básica para estudar o ciclo hidrológico terrestre é a bacia hidrográfica, que compreende a área cujo transporte de água e sedimentos é direcionado via gravidade para determinado curso de água superficial¹¹. Esse aporte de material associado à energia disponível para seu transporte são os elementos fundamentais na determinação da morfologia dos canais fluviais, conforme ilustrado pelo diagrama intitulado “Balança de Lane” (1955) - Figura 3. Nele é visível que o desequilíbrio da quantidade e das características dos sedimentos aportados aos rios

¹¹ Cabe pontuar os limites metodológicos da adoção desse recorte espacial, tais como as divergências com as unidades hidrogeológicas, ou mesmo as divisões político-administrativas. Em análises de impactos ambientais e na formulação de mecanismos de gestão de recursos hídricos, por exemplo, a consideração de múltiplos recortes espaciais é fundamental (MAGALHÃES, 2017).

versus a vazão e a declividade do canal é que determina se no trecho fluvial analisado predominam processos de degradação (erosão) ou de agradação/deposição (formação de ilhas, barras, bancos de areia, etc). Outros fatores também são importantes para a análise da morfologia fluvial, tais como o clima, o substrato geológico e a presença de vegetação (CHARLTON, 2008).

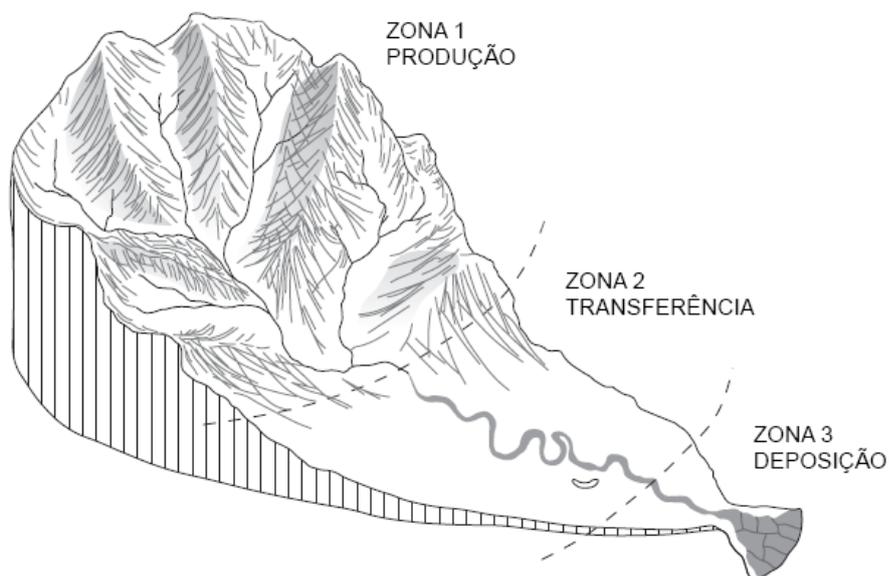
Figura 3: Balança de Lane: diagrama dos elementos fundamentais na conformação da morfologia fluvial



Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de FISRWG, 2001.

Ao longo do percurso de um curso de água, naturalmente seu canal fluvial se altera significativamente. Na porção alta da bacia hidrográfica predominam processos de degradação, em razão das declividades mais acentuadas, passando por uma zona intermediária, de transferência dos sedimentos gerados a montante até a porção mais baixa da bacia hidrográfica, na qual se destacam os processos de deposição, geralmente conformando amplas planícies de inundação (Figura 4). Quanto mais a jusante, maior a área de contribuição e, conseqüentemente, a vazão do curso de água, o que promove o alargamento do canal fluvial (CHARLTON, 2008).

Figura 4: Bacia hidrográfica e divisão do sistema fluvial



Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de Charlton, 2008.

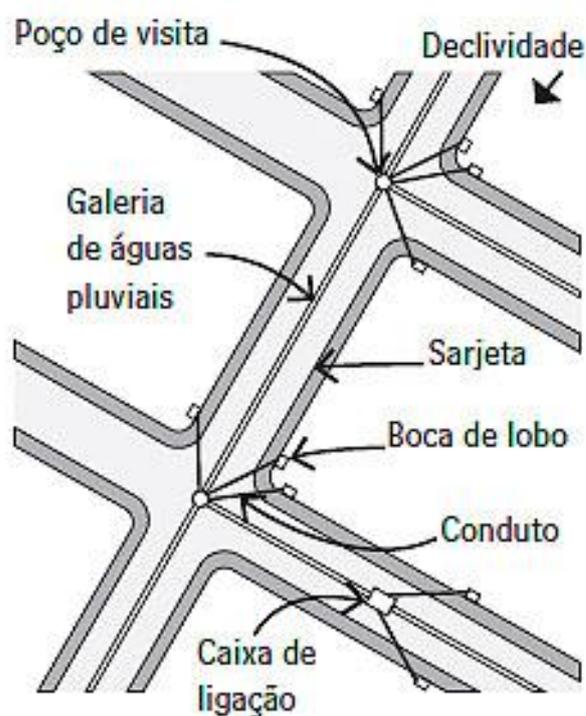
A remoção de vegetação e a impermeabilização do solo, ações iniciais no processo de urbanização do território, alteram o balanço hídrico natural, ao reduzir a interceptação, a evapotranspiração e a infiltração da água do solo e, conseqüentemente, a recarga dos aquíferos e o escoamento de base¹² dos canais fluviais. Ao mesmo tempo, há um aumento significativo do volume do escoamento superficial e de sua velocidade. O solo exposto durante as movimentações de terra, comuns nas fases de implantação de loteamentos e construções, é transportado por esse escoamento superficial intensificado até a rede de drenagem artificial e aos corpos de água em seus trechos mais propensos à sedimentação, levando ao seu assoreamento. A redução da capacidade de escoamento dos condutos, rios e lagos urbanos agrava as inundações.

A implantação do sistema tradicional de drenagem contribui para o aumento da velocidade do escoamento das águas pluviais (Figura 5). Esse sistema consiste em dispositivos de microdrenagem, sarjetas que conduzem as águas pluviais ao longo do sistema viário até bocas-de-lobo, quando a capacidade de vazão desses condutores abertos é superada, sendo então levadas através de

¹² O escoamento ou vazão de base de um curso de água é o escoamento durante os períodos de estiagem anual, mantido pela contribuição dos lençóis de água subterrânea. Já o leito menor é por onde a água escoar na maior parte do tempo, estando limitado ao tempo de retorno de 1,5 a 2 anos. Quando o escoamento no canal fluvial atinge níveis superiores ao leito menor, tem-se o fenômeno da inundação, que atinge o leito maior (TUCCI, 2007).

tubulações subterrâneas de pequenas dimensões até canais abertos ou enterrados de maior porte, denominados galerias, e que compõem a macrodrenagem (Baptista *et al.*, 2005). Os cursos de água normalmente são retificados e canalizados e passam a fazer parte da rede de macrodrenagem. A redução da rugosidade dos canais fluviais e a eliminação de seus meandros transferem as vazões com maior rapidez para jusante, reduzindo o tempo de concentração¹³, aumentando os picos de vazão e sua frequência (Figura 6).

Figura 5: Sistema de drenagem tradicional



1 – Esquema ilustrativo dos dispositivos do sistema de microdrenagem.



2 – Implantação de rede de microdrenagem.

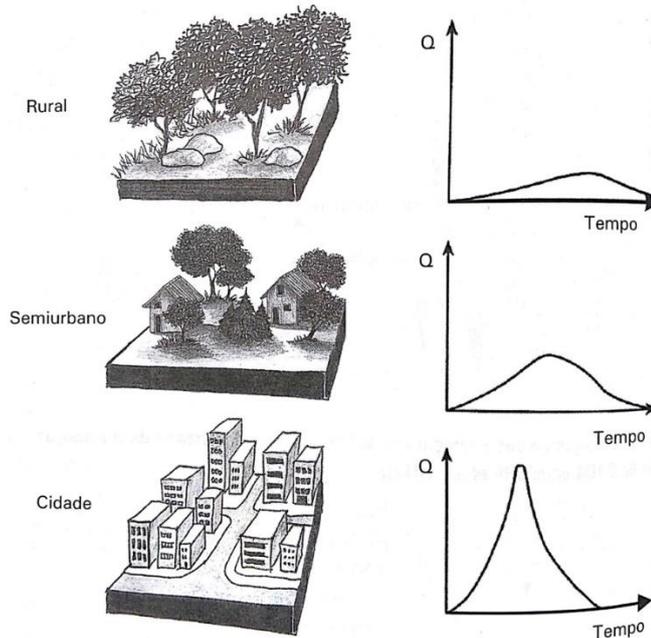


3 – Implantação de rede de macrodrenagem.

Fonte: Loureçon, 2011.

¹³ O tempo de concentração é o “tempo de deslocamento dos escoamentos, desde os pontos mais remotos da bacia hidrográfica até o seu exutório” (MIGUEZ *et al.*, 2016, p. 30).

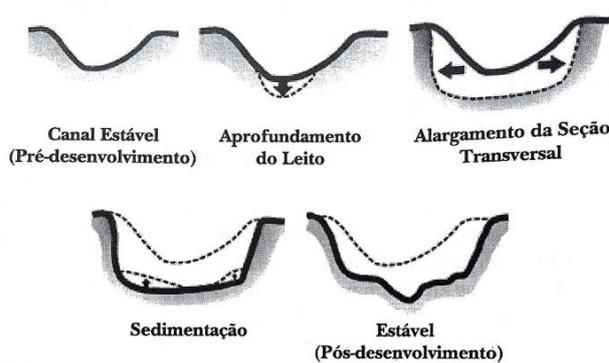
Figura 6: Hidrograma natural x área urbanizada



Fonte: Miguez *et al.*, 2016.

Essas alterações no hidrograma¹⁴ e no aporte de sedimentos alteram a morfologia original dos cursos de água que são mantidos em leito natural. Tucci (2007) cita como exemplos o alargamento da seção transversal e a erosão das margens, o aprofundamento do leito, o assoreamento em trechos de baixa velocidade e a ampliação dos limites da planície de inundação (Figura 7).

Figura 7: Degradação morfológica de cursos de água urbanos



1 - Esquema ilustrativo das modificações na morfologia dos cursos de água devido ao desenvolvimento urbano da bacia hidrográfica.



2 - Exemplo real (córrego Ponte Queimada, afluente do córrego Cercadinho, Regional Oeste de Belo Horizonte).

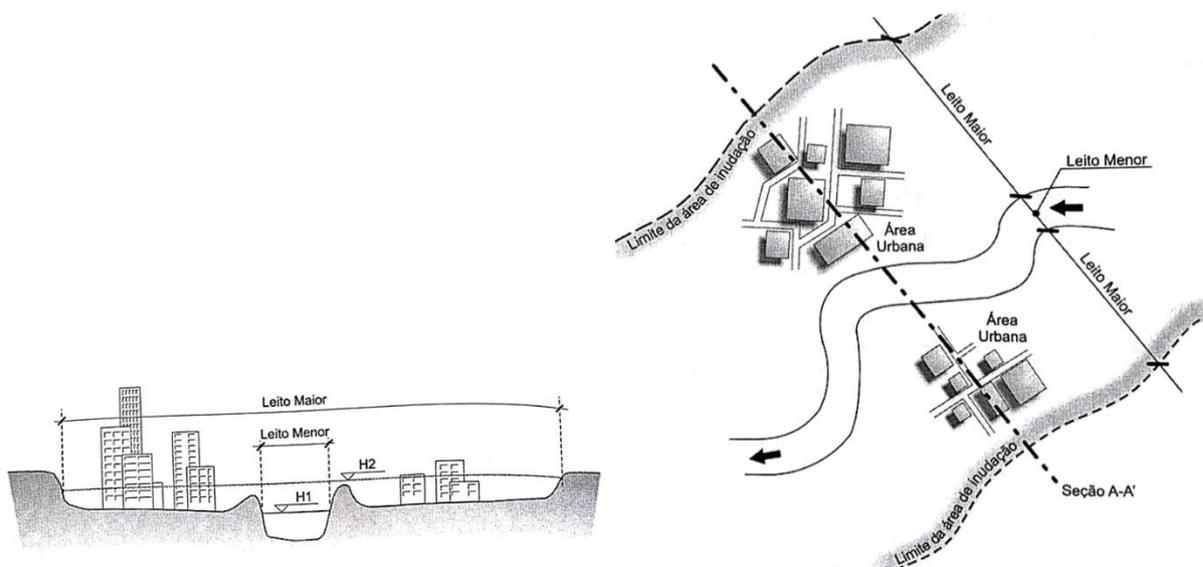
Fontes: 1) Tucci, 2007; 2) a autora, 2006.

¹⁴ O hidrograma se refere à distribuição da vazão ao longo do tempo na bacia hidrográfica ou em determinada seção do curso de água.

A intensificação dos processos de erosão, transporte e disposição de sedimentos promovida pela ocupação urbana também impacta as galerias de drenagem. São então necessários investimento públicos significativos e recorrentes para remoção dos sedimentos por meio de dragagens nos pontos críticos e para proteção dos revestimentos contra abrasão (Sudecap, 1997).

Em relação à evolução urbana, Canholi (2014) observa que normalmente as áreas planas são urbanizadas primeiramente, devido às facilidades para implantação da infraestrutura e de construções oferecidas pela topografia suave. Dessa forma, as planícies de inundação, naturalmente ocupadas sazonalmente pelo leito maior dos cursos de água, são incorporadas ao tecido urbano, sendo loteadas e ocupadas por edificações¹⁵, configurando situações de risco à população que ali se instala e circula (Figura 8). O leito menor inicialmente não é alvo de intervenções pelo poder público, devido ao alto custo que a implantação da infraestrutura tradicional de drenagem demanda. Assim, durante muitos anos ele constitui vazios urbanos lineares, protegidos pela legislação ambiental em razão de estarem inseridos em Áreas de Preservação Permanente (APPs), e muitas vezes são ocupados por moradias irregulares e precárias nas grandes cidades brasileiras.

Figura 8: Seção transversal e vista em planta de um rio - leitos menor e maior



Fonte: Tucci, 2007.

¹⁵ Tucci (2007, p. 68) ressalta que a *inundação das áreas ribeirinhas* (ocupação pelas águas do leito maior dos cursos de água) é um processo natural, “devido à variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica”. Já as *inundações devido à urbanização* são decorrentes da impermeabilização do solo, canalização dos escoamentos naturais e ainda de obstruções ao escoamento (aterros, pontes, assoreamento, lançamento de resíduos sólidos e outras intervenções antrópicas).

Quando o poder público local finalmente intervém nos fundos de vale, a solução usualmente adotada é a implantação das avenidas sanitárias¹⁶. A instalação das pistas de rolamento e a busca pela ampliação máxima das áreas loteáveis demanda a retificação e canalização dos canais fluviais, a céu aberto ou tamponados. Há ainda custos financeiros e socioeconômicos significativos envolvidos na remoção e no reassentamento da população das vilas e favelas ali instaladas e na desapropriação dos imóveis titulados.

Quando as cidades já enfrentam frequentes inundações urbanas, a solução tradicional para mitigá-las consiste em intervenções pontuais na morfologia do curso de água, devido à falta de “uma visão integrada da bacia hidrográfica” (TUCCI, 2007, p. 187). Normalmente a seção fluvial nos trechos críticos dos canais é ampliada, associada à redução da rugosidade do leito e ao aumento da declividade pela eliminação de meandros ou aprofundamento do canal, para reduzir as cotas de inundação e, conseqüentemente, os danos nas áreas afetadas. Todas essas alterações fazem com que as vazões sejam transferidas mais rapidamente para jusante. Canholi (2014, p. 15) aponta que isso ocorre, pois “a drenagem urbana é fundamentalmente uma questão de ‘alocação de espaços’ (...) a várzea utilizada pelo rio ou córrego nas cheias, suprimida pelas obras de urbanização, será sempre requerida a jusante”. Esse processo é ainda acentuado pelo sentido da urbanização de jusante para montante, ou da foz para as cabeceiras, verificado na maioria das cidades brasileiras, conforme indicado por Canholi (2014), onde a crescente impermeabilização das áreas de contribuição aos trechos canalizados agrava as inundações urbanas. À medida que a urbanização se consolida nos fundos de vale, a ampliação dos sistemas de drenagem ali existentes torna-se progressivamente inviável, devido aos altos custos sociais envolvidos (que incluem desapropriações e/ou remoções e reassentamentos consideráveis) e necessários à implantação de obras hidráulicas de grande porte.

¹⁶ A Resolução Conama nº 369/2006 dispõe sobre os casos excepcionais (de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental), nos quais é permitida a intervenção nas APPs. Nos fundos de vale urbanos, esses casos são em grande parte decorrentes da implantação da infraestrutura, sobretudo sanitária e viária, que segue um padrão já consolidado de projeto nas cidades brasileiras (as avenidas sanitárias) e que atende aos interesses econômicos dos empreendedores imobiliários e das empreiteiras. Por outro lado, a regularização fundiária de habitações de interesse social em APPs é ainda um desafio para sua efetiva implementação pelo poder público local. Finalmente, pontuo que a própria implantação de parques lineares e demais áreas verdes de domínio público em APPs urbanas se enquadra como caso excepcional (utilidade pública e/ou interesse social) e demanda a autorização do órgão ambiental competente.

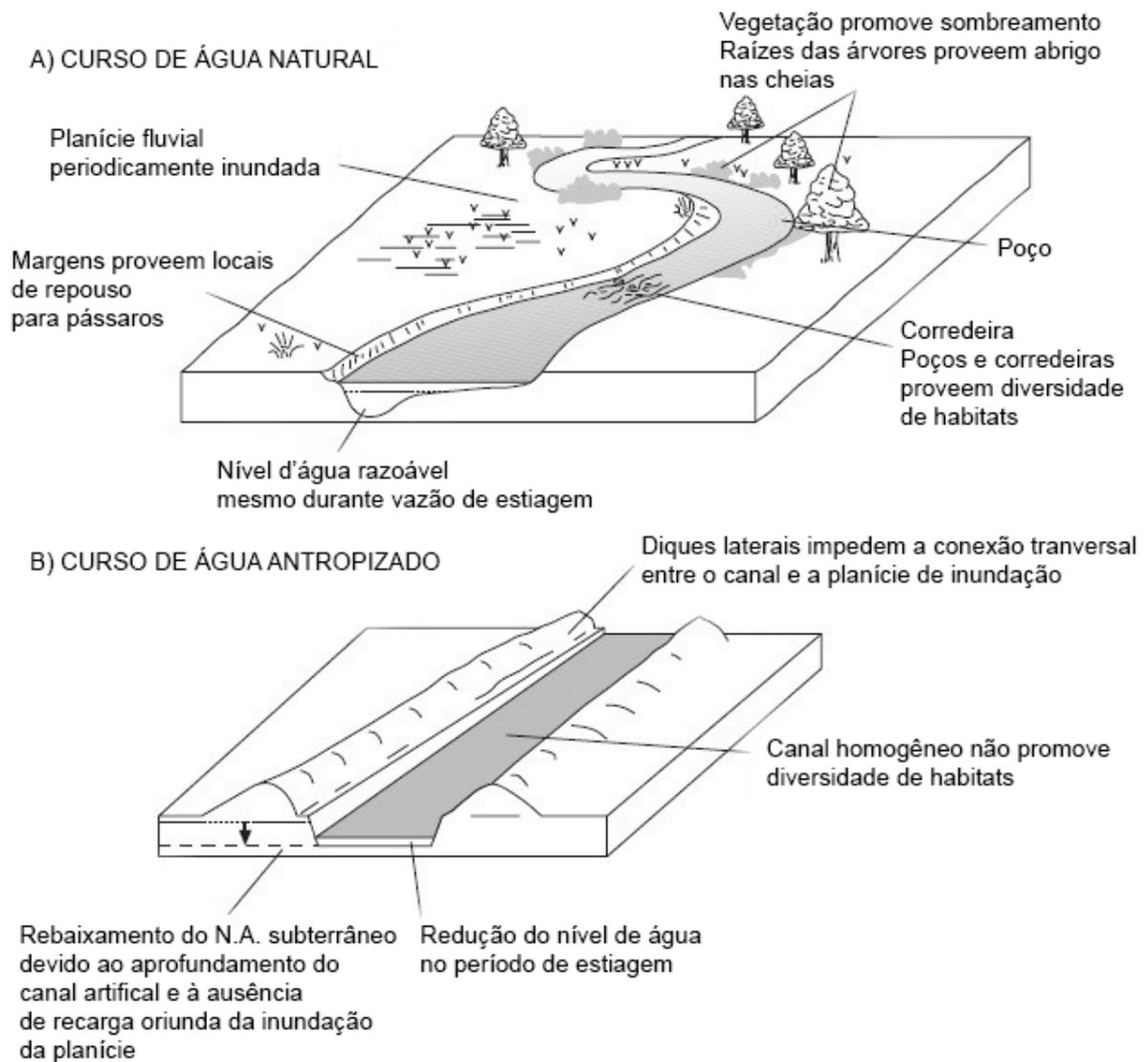
A todas essas alterações no regime hidráulico dos canais fluviais promovidas pela urbanização adicionam-se os impactos referentes à qualidade da água. Os lançamentos de esgotos domésticos e industriais *in natura* nos cursos de água constituem fontes de poluição pontuais, enquanto o escoamento superficial nas bacias hidrográficas, com seus aportes de poluentes ou contaminantes oriundos dos diferentes usos e ocupações presentes nas cidades, configura a poluição difusa. As águas subterrâneas normalmente também são alvo de contaminação nas áreas urbanas, por meio da instalação de fossas negras, lixões e usos potencialmente contaminantes, tais como postos de gasolina, estacionamentos e oficinas automotivas, em áreas de recarga de aquíferos, bem como de vazamentos da rede de esgotamento sanitário.

O lançamento direto nos córregos e rios ou o carreamento pela água da chuva dos resíduos sólidos complementam a poluição das águas urbanas. Isso se deve a deficiências no serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares, à ausência de políticas locais e regionais voltadas para resíduos volumosos e da construção civil e ainda à falta de educação ambiental da população urbana. A própria invisibilidade dos cursos de água urbanos, promovida pelo seu tamponamento, favorece a ausência de consciência ambiental dos habitantes. No espaço urbano cotidiano, os cidadãos não são estimulados a compreender que estão inseridos na dinâmica da unidade territorial da bacia hidrográfica e, dessa forma, não é possível estabelecerem relações de causa e efeito entre suas ações e a dinâmica do ciclo hidrológico¹⁷. Como exemplo dessas relações, Tucci (2007) cita a deterioração progressiva da qualidade da água dos mananciais, que leva ao encarecimento do processo de tratamento químico da água a ser distribuída à população.

Todos esses impactos alteram significativamente os ecossistemas aquáticos inseridos nas áreas urbanas (Figura 9), reduzindo significativamente a biota original em população e variedade de espécies. Restam, assim, apenas as espécies mais tolerantes às variações ambientais.

¹⁷ A respeito da possibilidade de levar o conhecimento abstrato acerca dos impactos ambientais promovidos pela urbanização sobre o ciclo hidrológico para o conhecimento concreto e cotidiano da população, vide o Projeto Águas na Cidade, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa Morar de Outras Maneiras (MOM), da Escola de Arquitetura da UFMG (MOM, 2018).

Figura 9: Diversidade do habitat provida por (a) canais naturais e (b) alterados pela engenharia



Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de Charlton, 2008.

Baptista e Cardoso (2013) sintetizam os impactos da urbanização no ciclo da água a partir do diagrama apresentado na Figura 10. Esses autores concluem que a redução da disponibilidade da água em termos de qualidade e quantidade leva à perda de oportunidades de usos da água. Isso resulta em redução da qualidade ambiental do espaço urbano e, conseqüentemente, da qualidade de vida de sua população.

Figura 10: Impactos da urbanização da bacia hidrográfica no ciclo da água



Fonte: Baptista; Cardoso, 2013.

2.2 Origens da drenagem urbana tradicional

Mas afinal, a relação das cidades com suas águas sempre foi assim? Uma convivência diferente é possível?

Baptista *et al.* (2005) ressaltam o higienismo do século XIX como um ponto de inflexão na interação entre as águas e a cidade, quando o desenvolvimento da microbiologia e da epidemiologia evidenciaram a relação entre as águas pluviais e servidas e a transmissão de diversas doenças que assolavam a população urbana europeia. Até então, a escala das cidades possibilitava a convivência de seus habitantes com os inconvenientes da precária infraestrutura de manejo das águas, mas, a partir do crescimento das aglomerações urbanas com o advento da Revolução Industrial, as preocupações com a insalubridade se tornaram questões centrais para a engenharia e o urbanismo (e para as políticas públicas).

Segundo Botelho Almeida (2017), foi ao longo da Era Moderna (1453-1789), “época de afirmação da ciência” (*ibid.*, p. 25), que o saneamento e a saúde pública passaram de fato a ser tratados como utilidade pública. O controle das epidemias, inserido numa política nascente de assistência social junto às classes mais pobres, tornou-se condição fundamental para garantir a reprodução do proletariado e a segurança das classes mais abastadas. Esse controle também foi

imprescindível na política expansionista imperialista, devido à necessidade dos europeus de se protegerem das doenças tropicais do mundo colonial. A crença no determinismo do meio sobre o estado físico e moral dos indivíduos difundiu-se amplamente via pensamento positivista do século XIX. A salubridade tornou-se uma preocupação constante no projeto urbano e da infraestrutura sanitária, conforme sintetizado por Baptista *et al.* (2005, p. 16), e, ao mesmo tempo, um instrumento de dominação e centralização de poder do Estado comandado pelo Capital:

Esses aspectos sanitários potencializados pelos preceitos positivistas, voluntariamente voltados a um maior controle técnico sobre o meio natural e a organização social, em muito contribuíram para uma mudança radical de concepção das relações entre urbanismo e a presença das águas nas cidades, levando ao advento do “tout a l’égout”, preconizando a evacuação rápida das águas pluviais e servidas. Observa-se, então, a redução progressiva do papel dos cursos d’água no quadro urbanístico, como elemento da paisagem e como fator de embelezamento das cidades.

Os princípios higienistas se difundiram por todo o Mundo Ocidental, agregando algumas inovações científicas e tecnológicas ao longo do tempo, tais como a análise de risco e a adoção do sistema separativo para as águas pluviais e servidas. Ainda hoje eles são preponderantes nas intervenções urbanas, configurando o sistema tradicional de drenagem pluvial (Baptista *et al.*, 2005).

No decorrer do século XX, com a expansão e consolidação do modal de transporte motorizado, as várzeas dos cursos de água foram incorporadas ao sistema viário por meio das avenidas sanitárias. Ainda que a circulação viária tenha sido privilegiada ao extremo no planejamento urbano com o advento do automóvel e de sua popularização enquanto modo de transporte individual em meados do século XX, Botelho Almeida (2017) resgata o amplo estudo da história da cidade realizado por Mumford (2008)¹⁸, no qual se evidencia que, já no período barroco (séc. XVI a XIX), a necessidade de garantir a circulação das pessoas e das mercadorias se impôs como condicionante da organização do espaço urbano, a fim de garantir os interesses da aliança entre o estado autoritário e os capitalistas. Grandes projetos urbanos do período, dentre os quais Botelho Almeida (2017) destaca o Plano Cerdá para Barcelona (1859) e a Reforma Urbana de Paris conduzida por Haussmann (1853-1870), coroaram a ruptura com o passado (nestes casos, a cidade medieval), e impuseram o traçado linear e regular, no qual estavam presentes tanto a doutrina

¹⁸ MUMFORD, Lewis. A estrutura do poder barroco. In: **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

higienista como a ideologia racionalista de dominação e afastamento do homem em relação à natureza.

Illich (1985, p. 37), ao analisar o “status da água no espaço citadino”, sustenta como a ideia de circulação da matéria, inclusive da água, é de origem moderna. Antes, mesmo a água canalizada que supria as cidades, por exemplo através dos aquedutos romanos ou dos chafarizes no Império Árabe, era absorvida pelo solo urbano. Com o desenvolvimento do sanitarismo no século XIX, o conceito de circulação do sangue no corpo humano foi transferido para as cidades:

Em 1843 Sir Edwin Chadwick, que (...) se tornou membro da comissão real para as leis dos pobres [poor laws], apresentou um relatório sobre as condições sanitárias da população trabalhadora da Grã-Bretanha. Nesse relatório, Chadwick imaginou a nova cidade como o corpo social pelo qual a água deveria circular incessantemente, saindo dela como esgoto sujo. Sem interrupção a água deveria “circular” pela cidade para lavá-la de seus suores, excrementos e resíduos. **Quanto mais vigoroso fosse o fluxo**, menos covas estagnadas haveria para criar pestilência congênita e mais saudável seria a cidade. A não ser que a água circulasse constantemente pela cidade, bombeada para dentro e canalizada para fora, o interior do espaço imaginado por Chadwick só poderia estagnar e apodrecer (ILLICH, 1985, p. 43, grifo meu).

As águas foram sendo progressivamente canalizadas e tamponadas, e, simultaneamente, adentraram a esfera doméstica, a vida privada, por meio das necessidades recém-criadas de saneamento urbano e higiene pessoal, respectivamente. À medida que o consumo de água *per capita* foi incentivado devido ao fornecimento de água encanada nos *lares mercadoria*¹⁹, associado à introdução dos banheiros (peças sanitárias com descarga hídrica), também aumentou a geração de esgotos domésticos e, conseqüentemente, a poluição dos cursos de água urbanos. As fossas (e a capacidade de absorção e depuração do solo) não eram suficientes e redes de esgoto passaram a ser necessárias. Assim, a água adquiriu uma nova função: diluir e transportar dejetos para longe das habitações. O tratamento de efluentes sanitários só passou a ser incentivado na segunda metade do século XX e, ainda hoje, constitui um dos principais desafios à universalização do saneamento ambiental nos países em desenvolvimento (ILLICH, 1985).

¹⁹ Segundo Illich, é também nessa época que “a habitação se transformou de atividade em mercadoria” (1985, p. 49). Ao arquiteto cabe então projetar moradias impessoais, produzidas em ampla escala para venda ou aluguel, conforme os padrões que o modo de vida moderno dita.

Silveira (1998) analisa a trajetória do saneamento pluvial urbano no Brasil a partir da evolução caracterizada para o contexto global por Desbordes (1987)²⁰. A etapa higienista é representada no contexto nacional pela implantação das primeiras canalizações de águas pluviais e esgoto em importantes cidades como Rio de Janeiro e Recife, na segunda metade do século XIX, pelas reformas urbanísticas realizadas após a Proclamação da República (1889), dentre as quais se destaca a reforma conduzida pelo prefeito Pereira Passos (1902-1906) no centro do Rio de Janeiro, além da construção na Nova Capital de Minas Gerais, Belo Horizonte (1894-1897). Rezende e Heller (2008, p. 144) apontam que é nesse momento que se inicia o desenvolvimento das ações sanitárias de caráter público no Brasil²¹:

A necessidade de modernizar as cidades brasileiras a partir de meados do século XIX, a fim de melhorar suas condições de salubridade e reduzir o perigo de epidemias, trouxe o Estado para o plano público de ações, dentro de um contexto desenhado pela compreensão da interdependência sanitária e pelos interesses econômicos.

A etapa higienista foi sucedida pela da racionalização (desenvolvimento e aplicação do Método Racional) e normatização dos cálculos hidrológicos para o dimensionamento das obras hidráulicas. Essa segunda etapa, que ainda manteve a premissa da evacuação rápida das águas pluviais, só foi possível com o advento de melhores instrumentos de medida das grandezas hidrológicas, tais como os pluviógrafos, que chegaram ao país na década de 1930. Até então, no Brasil, eram adotadas chuvas de projeto²² típicas das grandes cidades europeias, o que, obviamente, comprometia o desempenho das estruturas dimensionadas no contexto nacional, de clima tropical, caracterizado por chuvas muito mais intensas e concentradas²³ (SILVEIRA, 1998).

²⁰ DESBORDES, M. **Contribution à l'analyse et à la modélisation des mécanismes hydrologiques en milieu urbain**. Montpellier: Académie de Montpellier, 1987. 242 p. Thèse.

²¹ Ainda que se tratasse de um período de transição do sistema escravista e do regime monárquico para o sistema capitalista de produção e o regime republicano, as políticas públicas caracterizaram-se por decisões autoritárias, pautadas no conhecimento técnico da engenharia sanitária em formação no âmbito nacional. A insatisfação das camadas populares em relação às atitudes autoritárias do governo foi explicitada na Reforma da Vacina, ocorrida no Rio de Janeiro em 1904, quando foi estabelecida a obrigatoriedade da vacinação contra a varíola (REZENDE; HELLER, 2008).

²² A “chuva de projeto” corresponde à precipitação máxima associada ao “tempo de retorno” adotado, conceito que será apresentado no item 3.3.3.

²³ O engenheiro sanitarista Saturnino de Britto (1864-1929) teve papel de destaque no debate a respeito dos cálculos das vazões de projeto para as redes pluviais na virada do século XIX para o XX no Brasil. Ele também ajudou a consolidar a adoção do sistema separador absoluto (rede de esgoto pluvial separada da rede de esgoto doméstico), indo contra a tendência europeia da época, ao

O Método Racional foi desenvolvido na segunda metade do século XIX, nos Estados Unidos e na Inglaterra, visando estabelecer uma relação entre a chuva e o escoamento superficial e, assim, se contrapor aos métodos empíricos anteriormente empregados no dimensionamento dos condutos pluviais (TOMAZ, 2013). Um importante meio de divulgação desse método no Brasil foi, segundo Silveira (1998), a publicação do estudo “Chuvas Intensas no Brasil”, em 1957, por Otto Pfafstetter, engenheiro do antigo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS)²⁴. Nessa publicação, foram estabelecidas, a partir de medições regulares de chuva com aparelhos registradores (pluviógrafos) em 98 locais do Brasil, relações entre intensidade de chuva, duração e probabilidade de ocorrência, essenciais para a aplicação do Método Racional. Contudo, esse método e outros de origem norte-americana foram introduzidos sem uma análise técnica e científica criteriosa de alguns dos elementos que compunham as equações de chuvas intensas, por exemplo, o cálculo do tempo de concentração nas bacias urbanizadas brasileiras, resultando no cenário assim descrito por Silveira (1998, p. 11 e 12) no final do século XX:

Esta etapa de racionalização e normatização não se desenvolveu, portanto, de forma ideal no Brasil, caracterizada que foi pela frequente importação direta de métodos sem estudos de validação local, o que, sem dúvida, prejudicou o estabelecimento de normas nacionais, assim como ao próprio planejamento que poderia ter alertado para o impacto de certas práticas num país de intensa urbanização. Isto impediu o desenvolvimento de uma cultura própria em drenagem urbana adaptada aos graves problemas ligados a uma urbanização em grande escala (legal e clandestina) que foi associada ao conceito de evacuação rápida.

Champs (1999, p. 38) respalda a visão de Silveira, ao comentar que a simplicidade de aplicação do Método Racional favoreceu sua aceitação e difusão no Brasil, mas que “sua concepção, essencialmente mecanicista, exclui qualquer abordagem que leve em conta a complexidade dos efeitos da urbanização nos

argumentar que as grandes vazões pluviais implicavam alto custo das canalizações do sistema misto. Isso resultou na consolidação da prática de construir a rede pluvial somente após a rede de esgoto doméstico, quando houvesse recursos financeiros disponíveis (SILVEIRA, 1998).

²⁴ O DNOS foi criado em 1940, no governo ditatorial de Getúlio Vargas (1937-1945), a partir da experiência da Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense nos anos 1930, contando com “volumosas dotações orçamentárias e animado por um espírito claramente antropocêntrico” (SOFFIATI, 2005, p. 64). O DNOS foi extinto somente em 1989, tendo empreendido diversas obras de drenagem de grande porte em todo o território nacional, em áreas urbanas e rurais. As intervenções eram voltadas para o controle de cheias, por meio da construção de diques, barragens, retificações e canalizações de rios, além de dragagens periódicas de brejos e lagoas.

componentes do ciclo natural da água”. Isso resultou, segundo esse autor, em estruturas de drenagem urbana mal dimensionadas em alguns casos.

O percurso histórico da drenagem urbana no Brasil ilustra uma característica comum dos serviços de saneamento nos países em desenvolvimento, os quais, segundo Britto *et al.* (2012), herdaram uma matriz tecnológica e político-administrativa oriunda dos países colonizadores, sendo inicialmente de origem europeia e, após a Segunda Guerra Mundial, predominantemente norte-americana. Nesse processo, as especificidades locais não foram consideradas e, ainda hoje, essa matriz dificulta o desenvolvimento de abordagens genuinamente regionais ou nacionais.

2.3 Belo Horizonte e suas águas

Uma síntese histórica da relação da cidade de Belo Horizonte com suas águas permite ilustrar as duas primeiras fases descritas por Silveira (1998) – higienismo e racionalização - referentes ao manejo de águas pluviais no cenário nacional. Os principais fatos relacionados às políticas públicas de saneamento e desenvolvimento urbano são apresentados a seguir, desde a construção de Belo Horizonte até o final da década de 1990. O período mais recente está contemplado no Capítulo 4.

Primeiramente, cabe ressaltar que Belo Horizonte foi planejada no final do século XIX para ser a Nova Capital do Estado de Minas Gerais, em uma conjuntura nacional na qual as elites políticas buscavam afirmar a modernidade da recém-criada República. Era, portanto, importante romper com o passado colonial, no caso mineiro, transferir a capital de Ouro Preto para a Belo Horizonte planejada sobre um sítio anteriormente ocupado pelo Arraial Curral del-Rei. O Plano de Aarão Reis demandou a total demolição do arraial pré-existente e a completa desconsideração de sua conformação urbana, para permitir a implantação do espaço concebido por ele: “amplo, monumental e hierarquizado” (COPASA *et al.*, 1996b, p. 8), inspirado em grandes projetos da época: “Paris de Haussmann, Washington D.C., de L’Enfant, e La Plata” (*ibid.*, p. 11).

Uma série de levantamentos e rigorosos estudos técnicos foram elaborados para embasar o projeto, indicando, portanto, que a Comissão Construtora da Nova Capital era ampla conhecedora das condicionantes naturais do

sítio escolhido. Conheciam-se a rede hidrográfica local, mas o apego aos princípios racionalistas e positivistas do século XIX, que demandavam um completo domínio do meio ambiente pela técnica, mostraram-se proeminentes:

Num pacto estratégico e deliberado, a natureza foi tratada apenas no plano das grandes configurações da paisagem. É o que demonstram os limites da zona urbana, onde dois elementos naturais condicionaram os sentidos de estruturação e de perspectiva monumental do eixo norte-sul: o vale do ribeirão Arrudas, em plano mais baixo, e a Serra do Curral, em gradativa elevação (COPASA *et al.*, 1996b, p. 15).

A área urbana de Belo Horizonte, delimitada pela Avenida do Contorno, foi totalmente implantada na porção baixa da bacia hidrográfica do ribeirão Arrudas, tributário do rio das Velhas, curso de água que por sua vez é afluente do rio São Francisco. Inicialmente, o ribeirão Arrudas foi mantido praticamente em leito natural, configurando o limite norte da área urbana. Ainda que o saneamento tivesse “posição de destaque na conformação do espaço urbano” (COPASA *et al.*, 1996b, p. 5), em conformidade com o pensamento higienista da época, as intervenções públicas desde a fundação da cidade foram insuficientes diante da dinâmica de crescimento urbano e de suas contradições sociais e políticas²⁵. A ideia inicial de tratar os efluentes antes de lançá-los no ribeirão Arrudas ou de depurá-los pelo solo foi logo abandonada, iniciando o processo de lançamento de esgotos *in natura* nesse curso de água e em seus afluentes, que se estendeu durante décadas. Com relação aos tributários do Arrudas (vide Figura 11), Copasa *et al.* (1996b, p. 15) indicam que:

(...) também não foram usados como referências naturais na composição do traçado da zona urbana, embora estivessem fisicamente presentes, atravessando quarteirões, cortando ruas, e à vista em vários trechos da cidade em seus primeiros anos. Verdadeiros apêndices na concepção urbanística adotada, todos eles seriam progressivamente canalizados em seus percursos dentro do perímetro da avenida do Contorno.

²⁵ A primeira favela de BH foi instalada em 1895, nas margens do córrego do Acaba Mundo, próximo ao atual Instituto de Educação, na Avenida Afonso Pena. Tratava-se de solução improvisada para abrigar parte dos trabalhadores responsáveis pela construção da cidade, cujo plano não previu habitações populares, apenas uma hospedaria provisória para 200 pessoas. Em 1900 essa favela foi removida pelo poder público (PINTO; VERÍSSIMO, 2014). Para uma análise do processo histórico de remoção das favelas dos fundos de vale da área central de Belo Horizonte e adjacências e o deslocamento delas para as cabeceiras dos córregos tributários do ribeirão Arrudas, ver Silva (2013).

Figura 11: Córrego do Leitão, canalizado em seção aberta, na altura da Rua Padre Belchior (1930)



Fonte: Copasa *et al.*, 1996b.

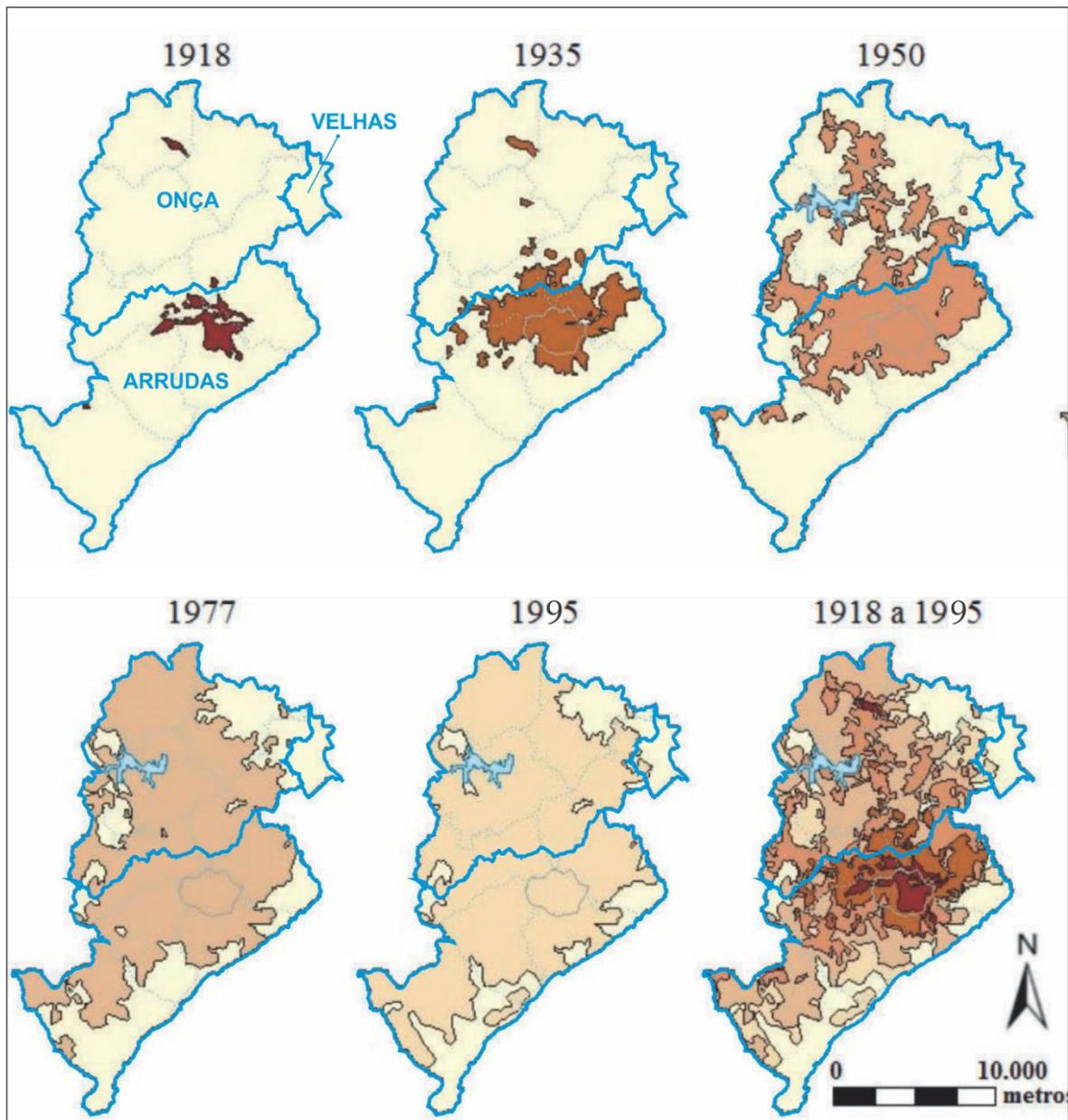
A zona suburbana, situada fora da Avenida do Contorno e destinada à instalação de chácaras e sítios, também foi concebida em sua maior parte na margem direita do ribeirão Arrudas, mas abrangeu terrenos mais íngremes em comparação à área urbana. O plano urbanístico previu um espaço mais flexível e adaptado aos terrenos, bem como ruas mais estreitas. Todavia, de forma similar à área urbana, a hidrografia também foi “tratada como referência ‘de fundo’, numa formação urbana que se estruturou inicialmente pelas linhas de crista e meia encosta” (COPASA *et al.*, 1996b, p. 16), ao longo das quais importantes eixos viários foram sendo implantados, tais como as ruas Niquelina, Pouso Alegre, Platina e Padre Eustáquio.

Em um segundo momento, com o saneamento dos fundos de vale e a canalização dos respectivos córregos, as avenidas ao longo deles passaram a ser os principais eixos viários de estruturação da ocupação, caso, por exemplo, das avenidas Pedro II, Antônio Carlos, Silviano Brandão, Nossa Senhora do Carmo, Prudente de Moraes, Uruguai, etc (COPASA *et al.*, 1996b, p. 24).

À medida que a cidade foi crescendo, a mancha urbana passou a ocupar também área da bacia hidrográfica do ribeirão da Onça, outro afluente da margem esquerda do rio das Velhas, e cujo relevo caracteriza-se pela topografia mais suave e altimetrias inferiores em relação à bacia do ribeirão Arrudas. Nesse sentido, destaca-se o vetor norte, cuja ocupação urbana foi impulsionada com a implantação da Pampulha²⁶ e da abertura da Avenida Antônio Carlos, nos anos 1940 (Figura 12).

²⁶ A Pampulha é um loteamento residencial, voltado para a elite belorizontina, associado a um complexo de lazer e turismo, idealizado pelo então Prefeito de Belo Horizonte, Juscelino Kubitschek. O local escolhido foi o entorno de uma lagoa artificial, implantada anteriormente na gestão de Otacílio Negrão de Lima, para atender à demanda crescente por abastecimento de água na cidade (APCBH, 2011). Trata-se de barramento do ribeirão Pampulha, curso de água que recebe contribuição de

Figura 12: Evolução da ocupação urbana de Belo Horizonte em relação às bacias hidrográficas dos ribeirões Arrudas e da Onça (1918 a 1995)



Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de sítio web PBH.

diversos córregos que drenam parte do território dos municípios de Belo Horizonte e Contagem e que forma o ribeirão da Onça na confluência com o córrego Cachoeirinha. A orla da lagoa recebeu tratamento paisagístico de autoria de Roberto Burle Marx e nela foram implantados os icônicos edifícios concebidos pelo arquiteto Oscar Niemeyer no início da década de 1940: Cassino (atual Museu de Arte da Pampulha), Casa do Baile (atual Centro de Referência em Urbanismo, Arquitetura e Design), late Golfe Clube (atual late Tênis Clube) e Igreja de São Francisco de Assis. Eles compõem o Conjunto Moderno da Pampulha, bem cultural protegido em âmbito federal, estadual e municipal e incluído na Lista do Patrimônio Mundial da Unesco em 2016. A urbanização desordenada da área de contribuição da Lagoa da Pampulha gerou intenso processo de poluição de suas águas e assoreamento de seu espelho d'água. A partir da década de 1980, iniciativas de recuperação ambiental, de cunho paliativo, como dragagens de sedimentos, passaram a ser empreendidas pela PBH (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Na mesma época, outro importante eixo de crescimento urbano se delineou, a oeste, seguindo a direção do vale do ribeirão Arrudas, sentido jusante para montante. A Cidade Industrial Juventino Dias foi instalada no município de Contagem, em 1941, como parte da política estatal de estímulo à industrialização nacional. A implantação da Avenida Amazonas permitiu a ligação desse importante polo de produção ao Centro de Belo Horizonte (FJP, 1997; APCBH, 2008 e 2009).

Desde o princípio, as diferenças em relação à cobertura dos serviços de saneamento básico (e de infraestrutura urbana de maneira geral) entre a zona urbana e as zonas suburbana e rural foram evidentes. Nessas últimas, os serviços tardavam em se instalar e, quando existiam, eram deficientes. Essa disparidade foi ainda mais acirrada, segundo Copasa *et al.* (1996b), em meados do século XX, quando o déficit no serviço de abastecimento de água atingiu um estado crítico nos anos 1950 e 1960. Essa situação se configurou em razão dos sistemas produtores não terem acompanhado o crescimento da demanda de consumo, decorrente em grande parte do crescimento populacional acentuado pelo êxodo rural²⁷.

Como resposta a esse déficit, a gestão do Prefeito Celso Melo de Azevedo (1955-1959) iniciou a implantação do sistema de captação do rio das Velhas, em Bela Fama, município de Nova Lima, sob responsabilidade do DNOS²⁸, abrangendo obras de captação, adução e tratamento. À Prefeitura, coube a implantação da rede de distribuição. Essa obra ampliou consideravelmente a capacidade de abastecimento da cidade, que até então era restrita a uma série de captações de baixo volume frente à demanda, em mananciais localizados no vetor sul (córregos da Serra, Cercadinho, da Posse, Clemente, dos Taboões, do Rola-Moça, da Mutuca e dos Fechos) e no ribeirão Pampulha, além de poços artesianos sem grande expressividade, em função das condições geológicas locais. Contudo, a obra só foi plenamente concluída em 1976, mediante obtenção de empréstimos

²⁷ Na época da criação do Departamento Municipal de Habitação e de Bairros Populares (DBP) e do Fundo Municipal de Habitação (1955), foi feito um cadastramento das favelas de Belo Horizonte, tendo sido identificados 9.423 domicílios e 36.432 moradores nessas áreas (PINTO; VERÍSSIMO, 2014).

²⁸ O Decreto-lei nº 8.847/1946 ampliou as atribuições do DNOS, “que passaram a abranger todas as ações de saneamento e não apenas aquelas relacionadas à drenagem e ao controle de inundações” (REZENDE; HELLER, 2008, p. 216). Em 1962, esse órgão foi transformado em autarquia e os recursos do Fundo Nacional de Obras de Saneamento eram em sua maior parte convergidos para ele. Essa situação foi alterada no final dos anos 1960, quando o BNH passou a centralizar esses investimentos.

junto ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) em 1966 e 1968 (FJP, 1997).

É notável como os investimentos em saneamento em Belo Horizonte até esse momento haviam sido destinados praticamente de forma exclusiva ao abastecimento de água. O alto grau de poluição dos cursos de água da cidade, devido ao lançamento dos efluentes domésticos e industriais sem qualquer tratamento, foi se agravando progressivamente ao longo do século XX, até despertar a atenção das autoridades públicas, do meio acadêmico²⁹ e da população a partir dos anos 1960. O Departamento Municipal de Águas e Esgotos (Demae)³⁰ contratou então a firma Planidro para o desenvolvimento do primeiro Plano Diretor de Esgotos (1969-1971) de Belo Horizonte, que apontou:

(...) o pequeno volume de investimentos no sistema de esgoto ao longo da história da cidade. Da rede então existente, 60% havia sido construída pela Comissão Construtora. Somente no período de 1934-1936 foram executadas algumas modificações, destacando-se a alteração do sistema unitário para o sistema separador absoluto, devido à construção de canalizações para águas pluviais. Todo o conjunto de detritos é lançado num emissário de quatro quilômetros na margem direita do Arrudas, excluindo-se dez redes independentes de pequena extensão e dois pequenos sistemas no ribeirão da Onça (FJP, 1997, p. 206).

Como solução para a poluição dos cursos de água de Belo Horizonte, esse plano recomendou a construção de duas estações de tratamento de esgotos, uma situada na Vila Mariano de Abreu, para receber as contribuições da bacia do Arrudas, e outra na Fazenda Capitão Eduardo, relativa à bacia dos ribeirões Pampulha e da Onça. Essa proposta foi postergada, pois na época foi considerada bastante ousada, tendo em vista que sequer o abastecimento de água da cidade

²⁹ O trabalho "Contribuição ao Estudo sobre Poluição do Ribeirão Arrudas", publicado em 1960 por professores do curso de Engenharia Sanitária da Escola de Engenharia da UFMG, criado em 1955, apontou a situação de calamidade da qualidade das águas do ribeirão Arrudas e de alguns de seus afluentes, devido ao lançamento de esgotos (Sudecap; Magna Engenharia, 2001).

³⁰ O Demae foi criado em 1965, a partir da transformação do Departamento de Águas e Esgotos (DAE) em autarquia. A autonomia efetiva do órgão administrador desses serviços era uma exigência do BID, para a concessão de empréstimos para melhoramentos nesse setor. Rezende e Heller (2008) ressaltam que a figura jurídica da autarquia municipal foi amplamente adotada no Brasil nos anos 1950 e 1960 e, posteriormente, das empresas de economia mista, visando à saída da administração direta e à garantia do sistema de auto sustentação tarifária. Um Conselho Municipal de Águas e Esgotos foi estabelecido como parte integrante do Demae e tinha natureza consultiva e opinativa. Segundo FJP (1997, p. 183), esse conselho era composto por "variadas áreas de conhecimento e diferentes órgãos da Prefeitura, o que reflete um modo de perceber os serviços de água e esgoto como relacionados, especialmente, à área da saúde pública". Ainda que não incorporasse o setor popular, afinal se tratava de um período em plena Ditadura Militar (1964-1985), parece se tratar de um embrião da concepção do saneamento integrado, analisada no item 4.

havia sido solucionado e era considerado prioritário. Somente no âmbito do Prosam, na década de 1990, tal proposta foi encaminhada (FJP, 1997), conforme apresentado adiante. Afirmava-se assim a prática esquizofrênica comum em todo o país ao longo do século XX, baseada na concepção do saneamento essencialmente restrito ao suprimento de água potável. Juntamente com o Plano Diretor de Esgotos, a Planidro elaborou o Estudo de Drenagem Urbana do Ribeirão Arrudas e seus Afluentes, que, segundo Champs (1999), consolidou a aplicação do Método Racional nos projetos de canalização de Belo Horizonte.

Durante a expansão urbana na década de 1960, o número de favelas em Belo Horizonte aumentou, bem como o “processo de formação de periferias descontínuas, extravasando os limites do município” (FJP, 1997, p. 178). Nesses assentamentos proliferavam doenças infecciosas intestinais, sobretudo gastroenterite e esquistossomose. A mobilização popular para reivindicar melhorias na oferta dos equipamentos urbanos foi fortemente controlada pelo governo, em decorrência do golpe militar de 1964. Nesse contexto, foi criado, em 1966, para assessorar o Departamento Municipal de Habitação e de Bairros Populares (DBP), o Serviço Municipal para o Desfavelamento das Áreas Urbanas e Suburbanas, órgão que removeu diversas famílias sem oferecer qualquer alternativa habitacional.

A institucionalização promovida durante o Governo Militar acarretou mudanças significativas na política urbana nacional. O Banco Nacional de Habitação (BNH) e o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (Serfhau), órgão de assessoria técnica do BNH, foram criados logo em 1964, para viabilizar a construção de moradias e investimentos em redes de abastecimento de água e coleta de esgotos, alinhados com a finalidade maior do governo federal, de desenvolvimento econômico e afirmação do regime ditatorial. No entanto, na prática, foi observado que o Serfhau teve atuação desvinculada do BNH, dedicando-se basicamente à elaboração de planos municipais, enquanto a atuação efetiva do BNH só se deu após a criação e o direcionamento para esse banco dos recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) em 1966. A atuação do BNH, contudo, ficou restrita ao atendimento às demandas das classes médias urbanas, enquanto as necessidades de moradia das classes mais pobres só se agravaram (FJP, 1997).

No que se refere à política de saneamento do regime militar, sua estrutura foi estabelecida por meio do Decreto-lei nº 200/1967. Coube ao Ministério do Interior a condução dessa política setorial e, ao BNH, sua execução. Um subprograma do

BNH destinava-se exclusivamente ao financiamento para implantação ou melhoria de sistemas de drenagem que visassem ao controle de inundações em núcleos urbanos, o Fidren. Para viabilizar o financiamento das obras de saneamento, foi estabelecido o Fundo de Financiamento para Saneamento (Fisane), transformado em Sistema Financeiro do Saneamento (SFS) em 1968, e fundos regionais, estaduais ou intermunicipais, que deveriam ser autossuficientes financeiramente via política tarifária própria. Em Minas Gerais, o SFS funcionou por meio dos seguintes agentes: Companhia Mineira de Águas e Esgotos (Comag), criada em 1963, cujo nome foi alterado para Copasa em 1974 (agente promotor); Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais - BDMG (agente gestor); Banco de Crédito Real de Minas Gerais - BCRMG ou Banco do Estado de Minas Gerais – Bemge (agentes financeiros); Departamento Nacional de Obras de Saneamento - DNOS (órgão técnico).

O Plano Nacional de Saneamento (Planasa), implementado em 1971, reforçou a “auto-sustentação econômico-financeira do setor de saneamento básico” (FJP, 1997, p. 211). Para participar do Planasa, os estados federativos deveriam criar suas respectivas empresas estaduais de saneamento. Aos municípios, que não contavam com recursos financeiros suficientes desde a reforma tributária implantada na década anterior pelo regime militar, restou delegar aos estados a atribuição de fornecimento de água e esgotamento sanitário³¹.

Para fortalecer a Comag, que até então atuava em poucos municípios mineiros, decidiu-se incorporar o Demae de Belo Horizonte a ela, cujos serviços de água e esgoto foram concedidos em 1973, pelo prazo de 27 anos. Simultaneamente, outros 36 municípios mineiros concederam o gerenciamento dos serviços de água e esgoto à Comag, com consequente adesão de todos eles ao Planasa.

Na avaliação da FJP (1997), o Planasa viabilizou “a capitalização de grandes empresas do setor da construção pesada” (*ibid.*, p. 212), um crescimento significativo da oferta dos serviços, principalmente de água, um avanço tecnológico do setor, impulsionado pela complexidade e pelo porte dos novos sistemas implantados, a partir dali em escala regional, além do atendimento de pequenas comunidades rurais, pois a filosofia do Planasa era de que “os grandes sistemas

³¹ Aproximadamente três quartos dos municípios brasileiros delegaram os serviços de abastecimento de água às Companhias Estaduais de Saneamento Básico, por um período de aproximadamente 30 anos (REZENDE; HELLER, 2008).

devem permitir o equilíbrio econômico-financeiro da empresa estadual como um todo” (*ibid.*, p. 213). Em Belo Horizonte:

Concretizada a incorporação do Demae, técnicos do BNH selecionam as obras prioritárias dentre os projetos de canalizações, algumas já iniciadas: córregos da Cachoerinha, do Acaba-Mundo, do Navio, da Ressaca; e a abertura das avenidas sanitárias Silva Alvarenga, Petrolina, Tejuco, Barão Homem de Melo, Silva Lobo, Mem de Sá. Destaque-se que o pensamento norteador da abertura dessas avenidas é tanto a solução dos problemas sanitários quanto a formação, ainda que parcial, de um anel rodoviário. O ribeirão Arrudas é considerado problema à parte, uma vez que seria contemplado no Programa de Vias Expressas (Progress) (*ibid.*, p. 214).

Além das canalizações de córregos em áreas de expansão urbana³², as obras de drenagem no início dos anos 1970 constituíram-se da substituição das canalizações abertas na área central de Belo Horizonte por canais fechados, que eliminaram definitivamente o referencial paisagístico para seus habitantes (FJP, 1997). O relato do ex-técnico do Plambel³³ confirma o modelo de drenagem adotado para a cidade:

A tradição da drenagem urbana é a que traçou Belo Horizonte. Ao analisar o principal sistema viário de Belo Horizonte, você verá que ele é radial, pois é feito em cima dos afluentes do Arrudas. Praticamente todos os canais de Belo Horizonte viraram as avenidas arteriais. (...) Esse padrão era o sonho de consumo de toda cidade naquela época. Sobre tudo na bacia do Arrudas, foi seguido esse padrão.

Nessa época, o processo de metropolização de Belo Horizonte se consolidou, seja pela conurbação dos assentamentos urbanos entre os municípios vizinhos, como também pela acentuação das relações cotidianas e administrativas entre eles. A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) foi legalmente instituída em 1973, por meio da Lei Federal Complementar nº 14³⁴, que criou também outras sete RMs no país. Um Grupo Executivo na Fundação João Pinheiro

³² Pinto e Veríssimo (2014) indicam que, ao longo da década de 1970, a Coordenação de Habitação de Interesse Social de Belo Horizonte (Chisbel), criada em 1971 em substituição ao DBP, removeu 8.788 famílias, envolvendo cerca de 35 mil pessoas, em sua maior parte para implantar as avenidas de fundo de vale. Tratou-se de uma política sistemática de desfavelamento, sem qualquer preocupação com a melhoria da qualidade de vida dos moradores. “As famílias recebiam pequenas indenizações, os barracos eram demolidos e os pertences transportados pelo órgão para o novo local de moradia, geralmente outra favela” (*ibid.*, p. 7).

³³ Entrevista concedida em junho de 2018.

³⁴ Originalmente, a RMBH era composta por 14 municípios: Belo Horizonte, Betim, Caeté, Contagem, Ibirité, Lagoa Santa, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano. Atualmente, também fazem parte dela outros 20 municípios: Brumadinho, Esmeraldas, Igarapé, Mateus Leme, Juatuba, São José da Lapa, Florestal, Rio Manso, Confins, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Sarzedo, Baldim, Capim Branco, Jaboticatubas, Taquaraçu de Minas, Itaguara, Matozinhos, Nova União e Itatiaiuçu (Plano Metropolitano, 2018).

(FJP) foi organizado para elaborar o Plano Metropolitano de BH³⁵, com financiamento e orientação do Serfhou. Em 1974, esse grupo foi transformado em autarquia do estado (Superintendência de Desenvolvimento da RMBH – Plambel)³⁶ e foram criados os conselhos deliberativo e consultivo da RMBH, nos quais a supremacia do poder da esfera estadual sobre a municipal foi evidenciada. Segundo a FJP (1997, p. 220), mais uma vez ficou claro se tratar de uma estratégia centralizadora do governo militar:

A implantação do planejamento metropolitano é dificultada, no entanto, pela inexistência de um orçamento global conjugando os recursos da União, estados e municípios. Na realidade, a institucionalização das regiões metropolitanas serve, especialmente, como meio de intervenção do Governo Federal nos principais centros econômicos e sociais do país.

Os primeiros anos do Plambel caracterizaram-se pelos investimentos nos transportes nos vetores norte e oeste (implantação das Vias Expressas Leste-Oeste e Norte-Sul, no âmbito do Progress) e pela formulação da política de transportes metropolitanos. A Via Urbana Leste-Oeste buscava aliviar o tráfego na Avenida Amazonas e demandou a canalização do ribeirão Arrudas (trecho entre o córrego do Tejuco e a Avenida Nossa Senhora de Fátima)³⁷ e a implantação de novo canal em substituição ao existente (trecho entre a Avenida Nossa Senhora de Fátima e a Ponte do Perrela). Concomitantemente, foram implantados interceptores de esgoto ao longo desse fundo de vale. Entretanto, a FJP (1997) destaca que a atuação do Plambel no setor de saneamento foi secundária, pois o repasse de recursos federais aos municípios para investimentos nos serviços de água e esgoto era encaminhado diretamente ao órgão estadual (no caso de Minas Gerais, a Copasa), conforme previsto no Planasa, ou seja, sem envolvimento da autarquia de planejamento

³⁵ Plano de Desenvolvimento Integrado Econômico e Social da RMBH (PDIES-RMBH), aprovado em 1975 pelo Conselho Deliberativo da RMBH (TONUCCI FILHO, 2012).

³⁶ Apesar da sigla *Plambel* se referir a um substantivo feminino (a Superintendência), neste trabalho adotou-se a referência com o artigo masculino, em razão desta autarquia, em sua terceira fase, ser denominada *Planejamento da RMBH* (vide TONUCCI, 2012) e ser assim referenciada ainda hoje pelos técnicos que fizeram parte dela ou contemporâneos a sua atuação.

³⁷ Este trecho foi implantado somente em meados dos anos 1980, conforme apresentado adiante, ainda que o trecho do Arrudas entre a Avenida Bias Fortes e o bairro Prado já fora retificado na década de 1930. No memorial descritivo da Via Urbana Leste-Oeste (Plambel, 1977), consta que inicialmente foi concebida canalização em seção fechada, para “minimizar as desapropriações”, projeto posteriormente alterado para seção aberta. Somente nos anos 2000, no âmbito do projeto Boulevard Arrudas, o ribeirão foi tamponado em parte da Via Urbana Leste-Oeste (ver item 4.2).

metropolitano. Isso contribuiu para a consolidação do saneamento básico como uma política setorial não integrada ao desenvolvimento urbano e metropolitano.

Nos anos seguintes, uma série de estudos relacionados ao saneamento básico foram elaborados na escala metropolitana e orientaram os investimentos no setor durante as duas décadas seguintes: o Plano Metropolitano de Águas Pluviais e Proteção Contra Cheias (FJP, 1975), o Plano Diretor de Abastecimento de Água do Aglomerado Metropolitano (Tams Engenharia Ltda e Copasa, 1977) e o Plano Diretor de Esgotos para a RMBH (Seebla e Copasa, 1980), demonstrando que o enfrentamento dessas questões não mais se restringia à esfera municipal, seja devido ao modelo de gestão centralizado adotado pela política da época, seja pela dinâmica inerente ao espaço regional em formação.

O abastecimento de água da RMBH foi equacionado a partir da integração dos sistemas produtores, uma vez que há algumas décadas já havia ficado evidente a incapacidade de suprir a demanda da Capital apenas pelos mananciais inseridos em seu território municipal. A captação no rio das Velhas, em Bela Fama, foi ampliada entre 1976 e 1979. Em 1978, entrou em funcionamento a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sistema de Vargem das Flores, instalada em barragem que represa o ribeirão Betim. Tratou-se de iniciativa da Prefeitura de Contagem, inicialmente voltada para atender à demanda de abastecimento desse município, mas que depois foi integrada aos demais sistemas de abastecimento da RMBH. Posteriormente, foram instalados os sistemas Serra Azul (1982) e Rio Manso (1990), cujas barragens se situam nos municípios de Juatuba e Brumadinho, respectivamente, ambos na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, curso de água afluente do rio São Francisco. Nesses dois sistemas, as terras no entorno dos reservatórios recém construídos foram desapropriadas e um programa de plantio de mudas de espécies nativas foi implantado, demonstrando “uma preocupação com a preservação ambiental, visando manter a vida útil do reservatório e a qualidade da água do manancial” (FJP, 1997, p. 256). O governo estadual também criou, na década de 1980, Áreas de Proteção Especial (APE) na porção sul da RMBH, visando proteger os mananciais, frente à expansão das minerações e da implantação de condomínios fechados³⁸. Essas iniciativas exemplificam a

³⁸ Para uma análise crítica acerca das APEs no vetor sul da RMBH, ver Euclides (2011).

incorporação da consciência ambiental nas políticas públicas nacionais no final do século XX, conforme apresentado no item 3.2.

Os maiores custos com a captação, cada vez mais distante, e com o tratamento, de mananciais progressivamente mais poluídos, ficaram evidentes no processo de metropolização de Belo Horizonte. Pouco a pouco, o reconhecimento que o tratamento de efluentes promove benefícios para o sistema de abastecimento de água e que o saneamento tem uma escala regional foi sendo interiorizado na gestão pela Copasa. Dessa forma, os investimentos em coleta, interceptação e tratamento de esgotos passaram a ser prioritários para essa companhia na RMBH. Contudo, a única concepção de projeto vigente na época era a canalização dos cursos de água ainda em leito natural, para implantação de avenidas sanitárias e de seus respectivos interceptores nas margens. Como exemplo, tem-se a tentativa de recuperação da qualidade da água da Lagoa da Pampulha pela Sudecap no final dos anos 1980, a partir dessa abordagem em relação aos seus córregos afluentes, e que não solucionou completamente o problema de poluição dessa represa, pois seguiram os aportes de sedimentos e resíduos sólidos. Além disso, apenas parte dos interceptores necessários foram implantados naquela ocasião: ao longo do córrego da Ressaca e da margem direita da lagoa (FJP, 1997).

Nos últimos anos do Planasa, já havia um reconhecimento da necessidade de retomar a autonomia (ou ao menos uma interface maior) do governo municipal e de incluir o manejo das águas pluviais e dos resíduos sólidos na gestão do saneamento básico. Da mesma forma, evidenciou-se a recomendação de reforçar “o caráter de serviço público do saneamento básico, ou seja, (...) a importância da questão social e a impossibilidade de adotar-se [sic] um critério meramente empresarial na prestação dos serviços e na distribuição dos recursos” (FJP, 1997, p. 251), além do “controle público sobre os meios decisórios e a descentralização administrativa” (*ibid.*, p. 251)³⁹.

Em relação à drenagem urbana, o Plano Metropolitano de Águas Pluviais e Proteção Contra Cheias, elaborado pela FJP em 1975, abrangeu um extenso mapeamento hidrográfico da RMBH pelo Plambel (Sudecap; Magna Engenharia, 2001) e um pré-dimensionamento dos canais inseridos em áreas urbanizadas ou previstas para ocupação, cuja execução se daria ao longo de 20 anos. Naquela

³⁹ Vide relatório final publicado em 1986 pela Comissão de Reformulação do Sistema Financeiro de Saneamento, criada em 1985 para redirecionar o Planasa (FJP, 1997).

ocasião, apenas cerca de 30 km de cursos de água eram canalizados em Belo Horizonte⁴⁰, sendo a maioria (91%) localizada na bacia do Arrudas (Tabela 1 e Figura 13). Ramos (1998) destaca que esse Plano apontou importantes problemas no sistema de drenagem metropolitano, que permaneceriam ao longo das duas décadas seguintes: a inexistência de dados fluviométricos regionais, fundamentais para a calibração mais precisa dos modelos hidrológicos e hidráulicos, e de cadastro da rede instalada de drenagem pluvial, além da baixa eficiência e da insuficiência dos sistemas de controle de cheias existentes.

Tabela 1: Canais existente em Belo Horizonte no início da década de 1970

Bacia	Curso de água	Extensão canalizada (m)
Arrudas	Arrudas	4.700*
	Navio	30
	Cardoso	730
	Mangabeiras	150
	Serra	3.020
	Acaba Mundo	3.730
	Leitão	5.040
	Pintos	2.390
	Silva Lobo (Piteiras)	940
	Barão Homem de Melo (Piteiras)	240
	Barreiro	170
	Pastinho	3.970
	Lagoinha	1.270
	Da Mata	3.400
	Petrolina	150
	Santa Inês	470
<i>Subtotal</i>	<i>30.400</i>	
Onça	Engenho Nogueira	2.070
	Cachoeirinha	800
	<i>Subtotal</i>	<i>2.870</i>
<i>Total</i>	<i>33.270</i>	

Nota (*): o trecho canalizado ia desde a Avenida Nossa Senhora de Fátima (passagem da ferrovia) até a Avenida Francisco Sales (ponte do Perrelá) – vide Figura 13.

Fonte: Plambel, 1975, a partir de relatório de julho/1972 da Sudecap.

⁴⁰ A título de comparação, em 2008, 173 km de cursos de água da cidade encontravam-se canalizados (canais em concreto armado), correspondendo a 26% da extensão total (673 km) da rede hidrográfica da cidade, sendo 6% em canais abertos e 20% em canais fechados (CALDAS *et al.*, 2008) – vide ANEXO A. Atualmente, segundo a última versão do Plano Municipal de Saneamento (PBH, 2016), já são 208 km de cursos de água canalizados ou 30,90% da rede hidrográfica total. Observa-se, portanto, que ao longo desse período de 8 anos (2008 a 2016), que coincide com o novo surto de desenvolvimentismo nacional promovido por iniciativas do governo federal, que inclui as obras do PAC, houve um aumento considerável de canalizações (cerca de 20%). Esse assunto é tratado no item 4.2.

Figura 13: Vale do ribeirão Arrudas, canalizado em seção aberta, à época da construção do Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro e dos novos viadutos (1970): ao norte do ribeirão Arrudas o bairro Lagoinha e, ao sul, a Área Central de Belo Horizonte, delimitada pela Avenida do Contorno



Fonte: FJP, 1997.

É interessante notar que, tanto no Plano Metropolitano de Águas Pluviais e Proteção Contra Cheias (FJP, 1975), como no memorial descritivo da Via Urbana Leste-Oeste (Plambel, 1977, p. 4), são mencionados “os graves problemas de inundações que têm assolado” o vale do Arrudas e que eles “tendem a se agravar na medida em que a urbanização se intensifica na área da bacia e que se constroem coletores e galerias de águas pluviais a montante”. A solução apresentada ainda assim é a canalização desse ribeirão e de seus afluentes. Para a bacia do ribeirão da Onça, que na época era menos urbanizada e tinha menos trechos críticos de inundações, também foram projetados trechos extensos de canais como única solução para a macrodrenagem.

Em 1979, esses estudos foram complementados pela Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Sudecap)⁴¹, com a elaboração do Plano de Urbanização e Saneamento Básico de Belo Horizonte (Planurbs), no qual foi proposta a canalização de 270 km de córregos remanescentes em leito natural no município, com base nos estudos hidrológicos de Otto Pfafstetter publicados em

⁴¹ A Sudecap foi criada pela Lei Municipal nº 1.747/1969, para implementar a política governamental para o Plano de Obras do Município. Antes, a responsabilidade do sistema de drenagem municipal cabia à Secretaria Municipal de Comunicações e Obras (SMCO) e, com a criação da Sudecap, coube a esta o planejamento, projeto e execução das galerias de maior porte e, à SMCO, a manutenção do sistema e a implantação das galerias menores (Plambel, 1975).

“Chuvas Intensas no Brasil” e no Método Racional (CHAMPS, 1999). Todos esses estudos e projetos buscavam dar uma resposta às constantes enchentes na área central, com transbordamentos ao longo do ribeirão Arrudas e de alguns de seus afluentes, principalmente os córregos do Leitão e Acaba Mundo. Na gestão do Prefeito Oswaldo Pieruccetti (1971-1975) as barragens para regularização das vazões desses dois córregos, cuja implantação foi iniciada nos anos 1930, foram finalmente concluídas (Figura 14), mas em pouco tempo perderam sua função, conforme registrado pela FJP (1997, p. 232), devido à falta de uma visão integrada entre os sistemas do saneamento e deles com o planejamento urbano:

As duas barragens são exemplos típicos de mau uso do dinheiro público e de mau gerenciamento de questões ambientais, uma vez que somente dois anos depois reconhece-se o assoreamento das mesmas e aponta-se como solução seu aterramento e transformação em parques. A abertura não controlada de loteamentos a montante das represas é o principal responsável pelo assoreamento das mesmas. No caso da barragem Santa Lúcia, é denunciado, inclusive, o lançamento de uma rede de esgotos em suas águas.

Figura 14: Implantação da barragem Santa Lúcia (córrego do Leitão) na década de 1970



Fonte: FJP, 1997.

Em resposta às fortes enchentes registradas nos anos 1978 e 1979, a Sudecap iniciou um amplo programa de projetos⁴² e obras para o novo canal do

⁴² Champs (1999) destaca os “Estudos Hidrológicos do Vale do Arrudas”, desenvolvidos pela consultoria Seebra em 1982, sob contratação da Sudecap. Neles, uma nova equação de chuvas intensas foi gerada para precipitações de duração máxima de duas horas e novos cálculos de coeficientes de impermeabilização aplicados, com base na Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo de 1976.

ribeirão Arrudas no início dos anos 1980 (Figura 15). Tratou-se da execução da canalização do Arrudas existente atualmente e cuja implantação ocorreu em etapas sequenciais, que se estenderam durante quase 20 anos, conforme resumido por Práxis (2013, p. 15, 16):

1ª Etapa: Priorização do trecho crítico da Área Central, compreendido entre a confluência com o córrego Tejuco e a Ponte do Perrela (cruzamento das avenidas Andradas e Contorno), com gerenciamento da Sudecap em meados dos anos 1980;

2ª Etapa: Trecho de jusante em sequência à fase anterior, indo até a Avenida Silviano Brandão, no final da década de 1980, também com gerenciamento da Sudecap;

3ª Etapa: Trecho de jusante da Avenida Silviano Brandão, até a ponte da Rua Itamar, no bairro Caetano Furquim, no início da década de 1990;

4ª Etapa: Trecho de montante em sequência à 1ª Etapa, entre o córrego Tejuco até o limite com o município de Contagem, ao longo da Avenida Teresa Cristina, cujas obras foram gerenciadas pela Copasa através do Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça na Região Metropolitana de Belo Horizonte - Prosam. O projeto foi desenvolvido pela Sudecap e sua implantação foi finalizada na década de 1990.

Figura 15: Enchentes e obras de macrodrenagem na área central de Belo Horizonte na década de 1980



1 - Enchente do ribeirão Arrudas, na altura do cruzamento com a Av. Francisco Sales (data inferida - 1983)



2 - Aspectos das obras de alargamento do canal do Arrudas na Praça da Estação (1984)

Fonte: FJP, 1997.

Na mesma época, o Plambel publicou novos documentos⁴³, buscando retomar o planejamento da drenagem urbana e do controle de cheias em nível metropolitano. Desde a elaboração do Plano Metropolitano de Águas Pluviais e Proteção Contra Cheias em 1975, reconheceu-se que “surgiram diversos problemas

⁴³ “Drenagem urbana e controle de cheias na RMBH” (1983), “Drenagem Urbana da RMBH – Diagnóstico da situação atual” (1984) e “Política Metropolitana de Drenagem Urbana” (1984).

de drenagem não previstos no documento em função da urbanização desordenada da Região” (Plambel, 1984a, p. 4), que as prefeituras da RMBH não tinham “condições financeiras para executar as obras necessárias apenas com recursos próprios” (*ibid.*, p. 7) ou a capacidade de endividamento que era exigida para ter acesso aos recursos do Fidren/BNH e, com exceção de Belo Horizonte e Contagem, tampouco tinham estrutura de planejamento encarregada da drenagem urbana, que deveria incluir profissionais técnicos especializados. Também foi diagnosticada pelo Plambel (1984a, p. 8) a prioridade dada durante o período desenvolvimentista nacional à implantação do sistema viário urbano, no qual a drenagem foi considerada um investimento complementar, que resultou nas inúmeras avenidas sanitárias de Belo Horizonte:

Nos últimos anos foram executadas várias obras viárias na RMBH, principalmente em Belo Horizonte, com recursos provenientes dos tesouros federal e estadual, além de financiamentos do Banco Mundial. Para proteger as obras e dar segurança aos tráfegos de veículos e pedestres, foram construídos vários dispositivos de drenagem. No entanto, as fontes de recursos citadas não financiam obras de drenagem isoladamente (...).

Algumas das diretrizes apontadas pelo Plambel para estruturar a política metropolitana de drenagem urbana eram até então inéditas na RMBH: a integração com outras políticas setoriais, tais como meio ambiente e planejamento urbano; a necessidade de reconhecer o caráter multidisciplinar do planejamento da drenagem urbana, considerando seus aspectos técnicos, legais, institucionais, sociais, econômicos e financeiros; a adoção das bacias hidrográficas como unidades de planejamento, extrapolando limites municipais; a implementação não apenas de medidas estruturais e de caráter corretivo, mas também daquelas não estruturais, que demandariam aperfeiçoamento da legislação urbanística, criação de novos dispositivos legais, visando, por exemplo, ao controle da impermeabilização do solo e do carreamento de sedimentos, bem como da ocupação das planícies de inundação e das margens dos cursos de água que ainda permaneciam em leito natural (RAMOS, 1998; Plambel, 1984a; 1984b).

No âmbito do planejamento urbano em nível municipal, destaca-se a elaboração da Lei de Uso e Ocupação do Solo (Luos), em 1976, posteriormente modificada em 1985. Na avaliação da FJP (1997, p. 228), a primeira Luos reforçou a tendência de organização espacial radioconcêntrica de Belo Horizonte, “ao incentivar densidades decrescentes no sentido centro-periferia e concentrar

atividades múltiplas no centro e junto aos eixos viários principais”, enquanto “estabeleceu tratamentos homogêneos dos espaços urbanos, desconhecendo as peculiaridades da topografia, da paisagem e do patrimônio construído”. Por outro lado, apontam como avanço, na revisão da Luos em 1985, a criação do setor especial SE-4 no zoneamento municipal, visando à urbanização e legalização de posse dos terrenos inseridos em favelas.

Nesse intervalo, foi sancionada a Lei Federal nº 6.766/1979, ainda vigente, regrido o parcelamento do solo urbano e determinando a infraestrutura básica para atendimento aos lotes, que incluiu as redes de saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário e escoamento das águas pluviais). Essa lei também determinou a impossibilidade de parcelar áreas sujeitas ao risco de inundações, com condições geológicas não aconselháveis à edificação, inseridas em áreas de preservação ecológica ou poluídas (BRASIL, 1979). Contudo, nessa época, as regiões metropolitanas, bem como as demais cidades grandes e médias do país, já tinham extensas áreas de urbanização precária, abrangendo favelas e assentamentos clandestinos, abrigando parcela expressiva da população, que não foi incluída na política habitacional, pautada na aquisição da casa própria, via recursos do FGTS.

Esse cenário de déficit habitacional foi agravado na década de 1980, com a crise econômica nacional, desencadeada pelo endividamento externo acumulado no governo militar, crescimento dos índices de inflação e queda do Produto Interno Bruto (PIB). Os investimentos em saneamento foram reduzidos tanto em razão dos custos crescentes do financiamento externo, como também devido à redução dos recursos do BNH, provenientes do FGTS, a partir da compressão salarial e do desemprego crescentes. O BNH foi extinto em 1986 e a Caixa Econômica Federal (CEF) assumiu a gestão do FGTS e do Sistema Financeiro de Habitação (SFH) (FJP, 1997 e REZENDE; HELLER, 2008).

Em Belo Horizonte, os eixos de crescimento norte e oeste foram incentivados por investimentos públicos em acessibilidade, tais como a duplicação do túnel da Lagoinha, das avenidas Cristiano Machado e Vilarinho e da Via Expressa. Um expressivo crescimento populacional foi registrado nas regiões Barreiro, Venda Nova e Nordeste, onde foram construídos conjuntos habitacionais subsidiados por recursos federais fora do SFH, oriundos da Assistência Social do

Gabinete da Presidência. No entorno desses conjuntos, em áreas residuais resultantes de sua implantação, formaram-se favelas (FJP, 1997).

Esse contexto de escassez de recursos financeiros em âmbito nacional levou a Prefeitura de Belo Horizonte a buscar aportes junto a fontes internacionais de maneira mais contundente. Era de praxe a solicitação ao governo local, pelos órgãos de fomento, como o BID e o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento / Banco Mundial (Bird), do mapeamento e da quantificação da população potencialmente beneficiada com as obras de infraestrutura propostas. Assim, a Sudecap montou uma Diretoria de Planejamento, ainda que bastante incipiente, para auxiliar nessa tarefa, sendo composta por alguns arquitetos e sociólogos, no início dos anos 1980. Foi então elaborado um mapeamento da cidade adotando as bacias hidrográficas como unidade de planejamento, numa tentativa de cruzar dados físico-territoriais com as divisões político administrativas intramunicipais (bairros, unidades de planejamento, etc) e os setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Inserida num órgão que tradicionalmente sempre esteve voltado para a execução das obras, a Diretoria de Planejamento era pouco prestigiada internamente, e passou a atuar no sentido de compor indicadores que fossem justificáveis para definir obras prioritárias no município e assim permitir aos servidores públicos, inclusive da própria Sudecap, não ficarem tão à mercê da ingerência dos atores políticos, sobretudo vereadores⁴⁴.

No contexto da redemocratização nacional, observou-se uma mudança na atuação do poder público em relação aos assentamentos precários, em parte devido à pressão popular crescente contra o desfavelamento e a favor da melhoria de qualidade de vida de seus moradores. Surgiram políticas públicas voltadas para a urbanização e legalização de posse dos terrenos, tais como o Programa de Desenvolvimento de Comunidades (Prodecom) em nível estadual, em 1979, o Programa de Ação Comunitária e Saneamento para Populações de Baixa Renda (Pacs), criado pela Copasa em 1992, e a Lei do Provfavela, em Belo Horizonte, em 1983⁴⁵. No âmbito do Prodecom, a Copasa e a Companhia Energética de Minas

⁴⁴ Relato do Professor Universitário e ex-técnico da Sudecap, durante a entrevista concedida em junho de 2018.

⁴⁵ Nesse mesmo ano, foi criada a Companhia Urbanizadora de Bela Horizonte (Urbel), órgão gestor a partir de então responsável pela política habitacional popular, englobando programas como o Profavela, e pela administração do Fundo Municipal de Habitação (PINTO; VERÍSSIMO, 2014).

Gerais (Cemig) atuaram nos principais aglomerados de favelas da Capital, por meio de flexibilizações urbanísticas e financeiras para adequarem o padrão convencional de infraestrutura e serviço aos assentamentos precários e assim viabilizar o atendimento a seus habitantes em relação às redes de água, esgoto e energia elétrica (FJP, 1997).

Em nível federal, foram lançados o Programa de Saneamento para Populações de Baixa Renda (Prosanear), em 1985, e o Programa Nacional de Urbanização (Pronurb), em 1992. Ambos tinham como objetivo a implantação de redes de água, esgoto e drenagem pluvial em favelas e periferias urbanas, via soluções alternativas, tecnologias simplificadas e de baixo custo (como o sistema de esgotamento condominial) e participação comunitária. A coordenação coube aos governos estaduais e municipais e, às companhias estaduais, a supervisão técnica. Os recursos eram oriundos do FGTS e, no caso do Prosanear, também do Banco Mundial. O Planasa encontrava-se enfraquecido, devido às defasagens nas tarifas pelos serviços de água e esgoto e à inadimplência crescente por parte das Companhias Estaduais de Saneamento. Os problemas financeiros do setor de saneamento constatados nos anos 1980 se agravaram na década seguinte, e o governo federal passou a incentivar a concorrência entre a atuação do setor público e a iniciativa privada na operação dos sistemas, a fim de atrair investimentos (FJP, 1997 e REZENDE; HELLER, 2008).

O Planasa foi finalmente extinto em 1990. Ele praticamente atingiu as metas nacionais propostas quando de sua instituição em 1971, para a ampliação do atendimento no que se refere ao abastecimento de água (80% da população urbana brasileira atendida até o ano de 1980, tendo efetivamente atingido essa meta em 1991), mas não do esgotamento sanitário (apenas 32% de atendimento efetivado em 1980). De fato, foram investidos muito mais recursos no abastecimento de água do que no esgotamento sanitário, diferença que se deve ao critério essencialmente financeiro que guiava esse plano⁴⁶ (FJP, 1997). Britto *et al.* (2012) destacam como legado do Planasa a visão encapsulada e tecnocrata do saneamento, que dificulta ainda hoje a ação integrada com outros setores.

⁴⁶ A implantação de redes de abastecimento de água, além de mais barata e menos complexa em relação aos sistemas de coleta e tratamento de esgoto, foi historicamente priorizada por governos locais e agências de fomento internacionais nos países da América Latina de maneira geral, devido à maior facilidade na cobrança do serviço (GARCIA, 2006).

Rezende e Heller (2008, p. 283) apontam que somente “durante os anos 1990 é que o ritmo de crescimento da cobertura de redes de esgotos superou o de redes de água”. Isso foi evidente no caso de Belo Horizonte, quando o Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça (Prosam) foi implantado, no período de 1993 a 1999. Mais uma vez, o modelo adotado para a expansão da cobertura dos serviços de coleta e tratamento dos efluentes foi a avenida sanitária. Por outro lado, conforme apontado pela FJP (1997), foi notável a ampliação da visão do saneamento em comparação à experiência predominante até então, ao incorporar aspectos de gestão ambiental e uma maior integração entre os sistemas (água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos), as instâncias de governo e em relação ao planejamento urbano.

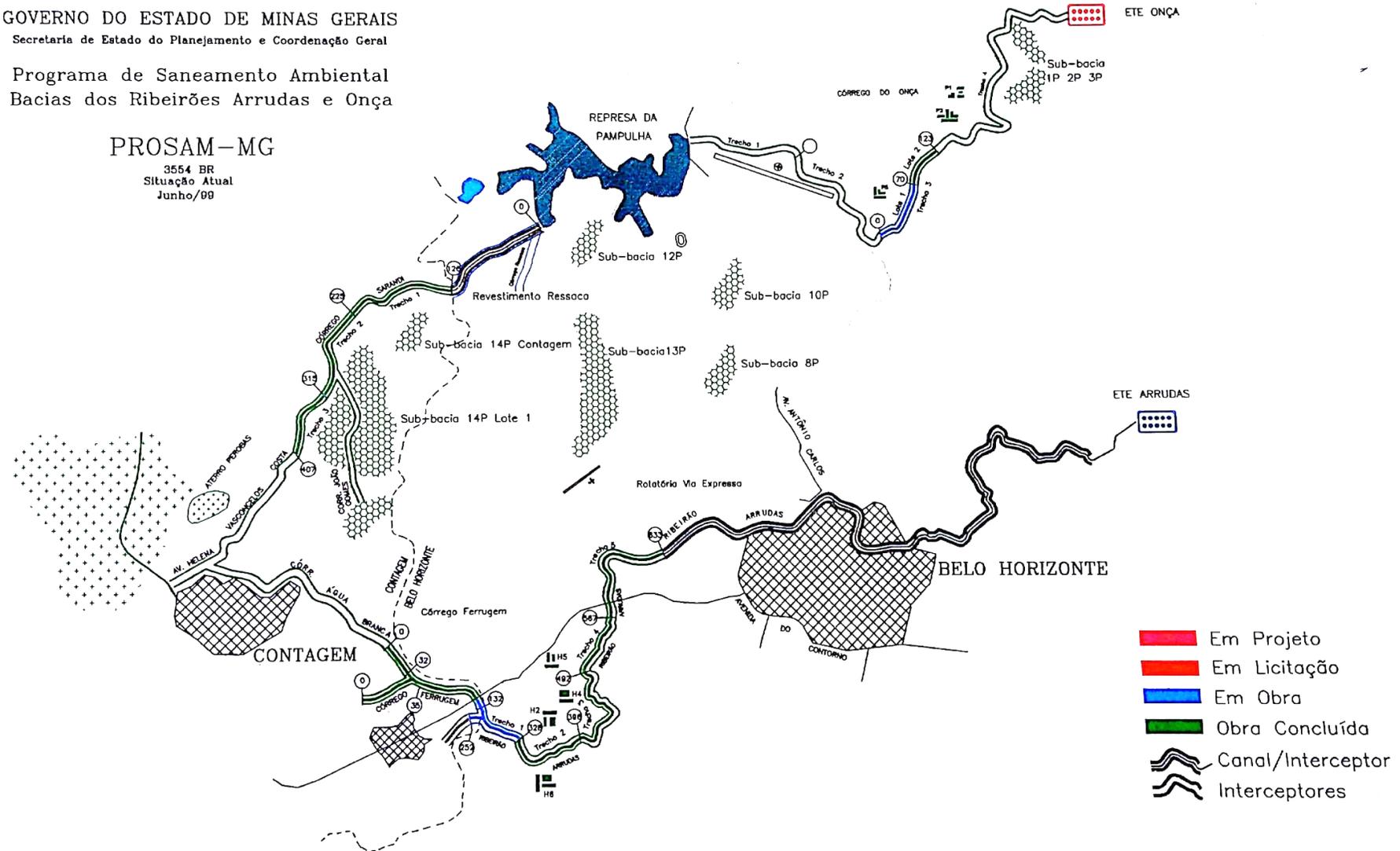
O Prosam foi financiado pelo Bird e teve contrapartida do Governo de Minas, da Copasa e das prefeituras de Belo Horizonte e Contagem. Seu principal objetivo foi a recuperação da qualidade das águas dos ribeirões da Onça e Arrudas e das condições ambientais de suas bacias hidrográficas. Para tanto, foram previstos seis subprojetos: drenagem, esgotos sanitários e industriais, resíduos sólidos, recuperação ambiental, gestão ambiental e gerenciamento, supervisão e projetos complementares.

As obras abrangeram canalização e urbanização das áreas lindeiras dos ribeirões Arrudas e da Onça, bem como dos córregos Ferrugem (afluente do Arrudas) e Sarandi (afluente do ribeirão/lagoa da Pampulha) (Figura 16). Cerca de 3.000 famílias que viviam nas áreas ribeirinhas foram removidas e reassentadas (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1999). Nas áreas remanescentes das obras ao longo do vale do Arrudas, foram implantados pequenos espaços públicos de lazer, desconectados entre si (Figura 17 e Figura 18).

Figura 16: Status das obras do PROSAM em junho de 1999

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral
Programa de Saneamento Ambiental
Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça

PROSAM-MG
3554 BR
Situação Atual
Junho/99



Fonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 1999.

Figura 17: Urbanização de áreas lindeiras do ribeirão Arrudas no âmbito do Prosam



1 – Ciclovía ao longo da Av. Teresa Cristina



2 – Área de lazer cercada, com quadras e academia a céu aberto na Av. Teresa Cristina



3 – Vista aérea da área de lazer ilustrada em 2, implantada em área remanescente da canalização do ribeirão Arrudas.

Fonte: 1 e 2) a autora, 2019; 3) sítio web Google Maps, 2019.

Figura 18: Praça na Av. Teresa Cristina, implantada em área remanescente das obras de canalização do ribeirão Arrudas no final dos anos 1990 pelo Prosam



Fonte: a autora, 2019.

Já na bacia do ribeirão da Onça, foi implantada área verde e de lazer de maior proporção e melhor conexão urbana, o Parque do Confisco, ao longo de trecho do fundo de vale do córrego Sarandi, entre as pistas de tráfego da Avenida Severino Ballesteros (Figura 19). Essa via, juntamente com a Avenida Professor

Clóvis Salgado, permitiu interligar as regiões Ressaca, em Contagem, e Pampulha, em Belo Horizonte, e assim reestruturar essa área periférica conforme previsto no Plano Diretor de Contagem (1995), para configurar uma nova centralidade, cuja consolidação somente atualmente está em curso⁴⁷.

Figura 19: Parque do Confisco ou Parque Linear do Sarandi, implantado no âmbito do Prosam



1 – Vista do parque linear, com pista de caminhada e praça.



2 – Córrego Sarandi, canalizado em seção aberta ao longo do parque linear



3 – Vista aérea do parque linear, entre as pistas da Av. Severino Ballesteros, em Contagem.

Fonte: sítio web Google Maps, 2019.

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) Arrudas e Onça, há muito planejadas, finalmente foram implantadas. O início da operação, contemplando apenas o tratamento primário dos efluentes, se deu em 2001 e em 2006 respectivamente⁴⁸. Os interceptores em ambas bacias hidrográficas foram ampliados, para garantir a condução dos esgotos até as ETEs projetadas⁴⁹.

⁴⁷ Relato do ex-técnico do Plambel, durante a entrevista concedida em junho de 2018.

⁴⁸ As ETEs inicialmente faziam parte do escopo do Prosam, mas acabaram desvinculadas do Programa (Sudcap; Magna Engenharia, 2001). As ETEs Arrudas e Onça foram executadas com recursos próprios da Copasa e, no caso da ETE Onça, também com recursos do FGTS liberados pela CEF.

⁴⁹ Segundo Sudcap e Magna Engenharia (2001, p. 42), ficaram “excluídos do programa de investimentos os interceptores do ribeirão Arrudas, a montante do córrego do Ferrugem, na margem esquerda, e a montante do córrego do Barreiro, na margem direita; também não foram incluídos interceptores na bacia do ribeirão do Isidoro (afluente do ribeirão da Onça)”. Ainda hoje, seguem pendentes trechos de interceptores nas bacias do Arrudas e da Onça, cuja implantação tem sido feita

Também com esse objetivo e buscando a melhoria contínua da qualidade ambiental dos cursos de água, a Copasa criou o Programa Caça-Esgoto (ainda em andamento) nas bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça, que prevê a identificação e correção das interconexões entre as redes de esgoto e águas pluviais. Para o monitoramento da poluição das águas oriunda das atividades industriais, a Copasa criou o Programa de Recebimento e Controle dos Efluentes Não Domésticos (Precend) em 2003, a partir das diretrizes apontadas pelo Estudo sobre o Controle de Poluição Industrial do Prosam (Sudecap; Magna Engenharia, 2001).

No âmbito da gestão dos resíduos sólidos, o Prosam viabilizou a implantação do aterro sanitário Perobas, no município de Contagem e a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos deste município. Em Belo Horizonte, a Prefeitura recebeu recursos financeiros para a aquisição de caminhões de coleta de lixo, implantação de um sistema de tratamento de chorume no aterro da BR-040 e informatização do setor. Finalmente, em relação à gestão ambiental, o Prosam desenvolveu o Estudo de Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas e o Plano de Desenvolvimento Ambiental (PDA) da represa de Vargem das Flores⁵⁰, bem como promoveu o fortalecimento institucional da Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam) (Sudecap; Magna Engenharia, 2001).

Em 1995, foi realizado um importante trabalho, planejado pela Sudecap, mas nunca executado: o Programa de Melhoria da Qualidade de Vida (Promevida). Ele dava continuidade às iniciativas empreendidas pela Diretoria de Planejamento desse órgão na década anterior, mas dessa vez contando com a parceria da Diretoria de Projetos. Segundo relato do professor universitário e ex-técnico da Sudecap, esse programa foi um esboço de política pública, baseada na adoção das bacias hidrográficas como unidade de planejamento, para elencar obras prioritárias de saneamento e urbanização no município, a maioria delas em favelas e conjuntos habitacionais (Figura 20). Foram propostas intervenções integradas de tratamento de fundos de vale ainda não urbanizados, abrangendo os componentes de saneamento, urbanização de vilas e conjuntos habitacionais, reassentamento e

pouco a pouco, conforme pode ser visualizado nos mapeamentos disponíveis nas edições sucessivas do Plano Municipal de Saneamento (PMS) de Belo Horizonte.

⁵⁰ Essa represa não está inserida na bacia do rio das Velhas, mas na bacia do rio Paraopeba. Contudo, conforme relato do ex-técnico do Plambel, foi possível inserir o PDA no escopo do Prosam, pois neste programa foi realizada a reversão dos esgotos coletados na bacia de Vargem das Flores, no município de Contagem, para a bacia do ribeirão Pampulha.

modernização de equipamentos urbanos e comunitários (Urbel, 1995). Ainda que essas intervenções não tenham sido detalhadas em nível de projeto, nas diretrizes é evidente a adoção de solução tradicional de canalização e implantação de avenidas sanitárias como única forma de garantir a melhoria da qualidade urbanística e ambiental:

A atuação dar-se-á através de **intervenções orientadas para a canalização** e despoluição dos ribeirões e córregos, a expansão das redes coletoras e de abastecimento de água e a melhoria dos serviços de limpeza urbana e destinação final dos resíduos sólidos. Além disso, estão previstos planos de recuperação urbanístico-ambiental das vilas e conjuntos selecionados e sua regularização fundiária, que permitirão incorporar esses assentamentos à estrutura oficial da cidade. Nas áreas de risco iminente, com restrições legais à ocupação ou ainda em espaços que deverão ser utilizados para a abertura de sistema viário, implantação de infra-estrutura [sic] básica e/ou **obras de canalização de córregos**, serão removidas as famílias que ali vivem, reassentando-as em outros locais e garantindo-lhes o acesso à terra e à moradia. Buscar-se-á sempre a minimização do número de famílias a serem removidas (Urbel, 1995, p. 2, grifo meu).

Para definir a prioridade das obras de canalização junto ao BID, o Promevida considerou fatores diversos, como a população atingida por inundações e aquela inserida na microbacia do empreendimento, e ainda as seguintes considerações adicionais, que reforçavam e davam continuidade à opção pelo modelo tradicional de drenagem urbana em Belo Horizonte:

1. A priorização de córregos a serem canalizados deve obedecer à hierarquia dos afluentes da sub-bacia, **de jusante para montante** (...). Ainda segundo este enfoque, serão prioritárias aquelas obras que complementam canalizações já executadas, em obras e/ou programadas⁵¹.

2. **Diante da importância viária da maioria das obras de canalização da cidade, característica observada ao longo de todo o processo de urbanização de Belo Horizonte**, deverão ser priorizadas aqueles fundos de vale correspondentes às vias de maior abrangência em termos de atendimento à população, segundo o Plano Municipal de Classificação Viária – 1994 (PBH, 1995, p. 28, grifo meu).

O Promevida priorizou 20 fundos de vale para receberem as obras, totalizando aproximadamente 20 km de córregos a canalizar em Belo Horizonte (Figura 21), sendo alguns deles coincidentes com as propostas de urbanização de favelas⁵² (PBH, 1995). Os recursos financeiros necessários não foram obtidos

⁵¹ São citadas inclusive as obras de canalização então em curso pelo Prosam (PBH, 1995).

⁵² Esses fundos de vale eram: córrego Bonsucesso / Via 210 (Vila Betânia, Regional Oeste); córrego da Baleia ou do Navio / Av. Belém (Vila Belém, Regional Leste); córrego das Taiobas / Av. Avaí (Vila Califórnia, Regional Noroeste); córrego Gorduras / Av. Belmonte (Vila Triba ou Beira-Linha, Regional Nordeste); afluentes do córrego do Nado / Avenidas 12 de Outubro, Várzea da Palma e Virgílio de

naquela ocasião e alguns desses fundos de vale permanecem ainda hoje em leito natural, enquanto outros deram lugar a avenidas sanitárias, construídas no final dos anos 1990. Contudo, a maior parte deles foi objeto de intervenção nas obras estruturantes iniciadas em meados da década de 2000 com o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo federal (vide APÊNDICE B), conforme abordado no Capítulo 4.

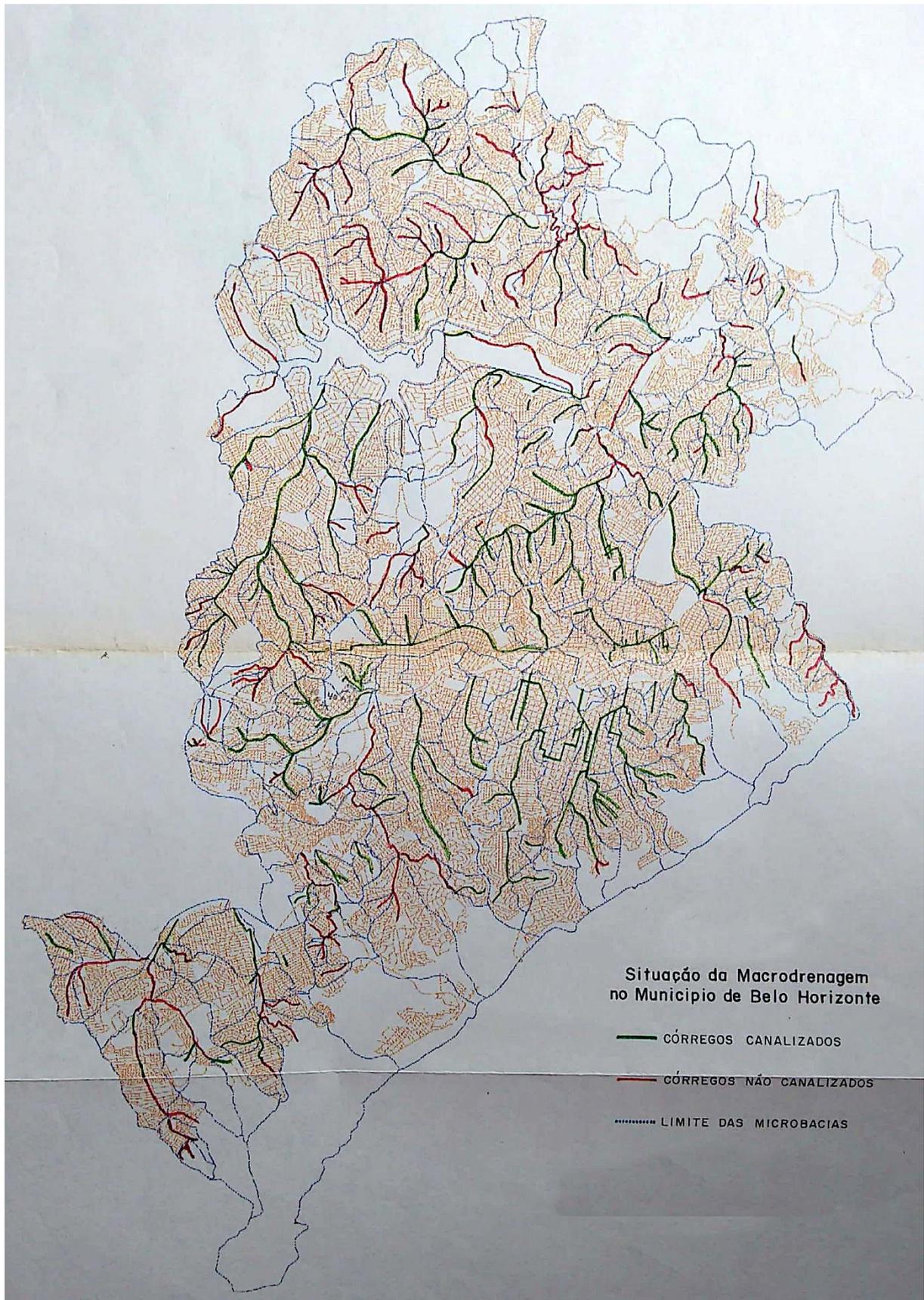
Apesar dos avanços observados na abordagem do saneamento básico nas últimas duas décadas do século XX no Brasil e localmente, Belo Horizonte chegou nos anos 2000 com uma política de drenagem urbana ainda essencialmente inserida no paradigma tradicional de canalizações, preconizado pelos modelos higienista e racionalista. O entusiasmo da FJP (1997, p. 274), visível na conclusão da ampla retrospectiva dos serviços municipais de água e esgoto, publicada na ocasião do centenário de Belo Horizonte, corrobora essa constatação, na qual apenas a opção pela canalização em seção fechada é criticada:

Nos últimos anos, diversos córregos de áreas periféricas vêm sendo canalizados, melhorando as condições gerais de saneamento no município. Essas canalizações, no entanto, vêm sendo feitas em canal fechado, repetindo a prática, ocorrida nas áreas mais centrais, de esconder os córregos sob as vias, não permitindo, assim, sua visualização e o enriquecimento paisagístico que sua passagem a céu aberto poderia propiciar.

Ainda nessa publicação, é notável o não reconhecimento das inundações urbanas na RMBH como um problema sistêmico, resultante do modelo de urbanização adotado desde a inauguração da Nova Capital:

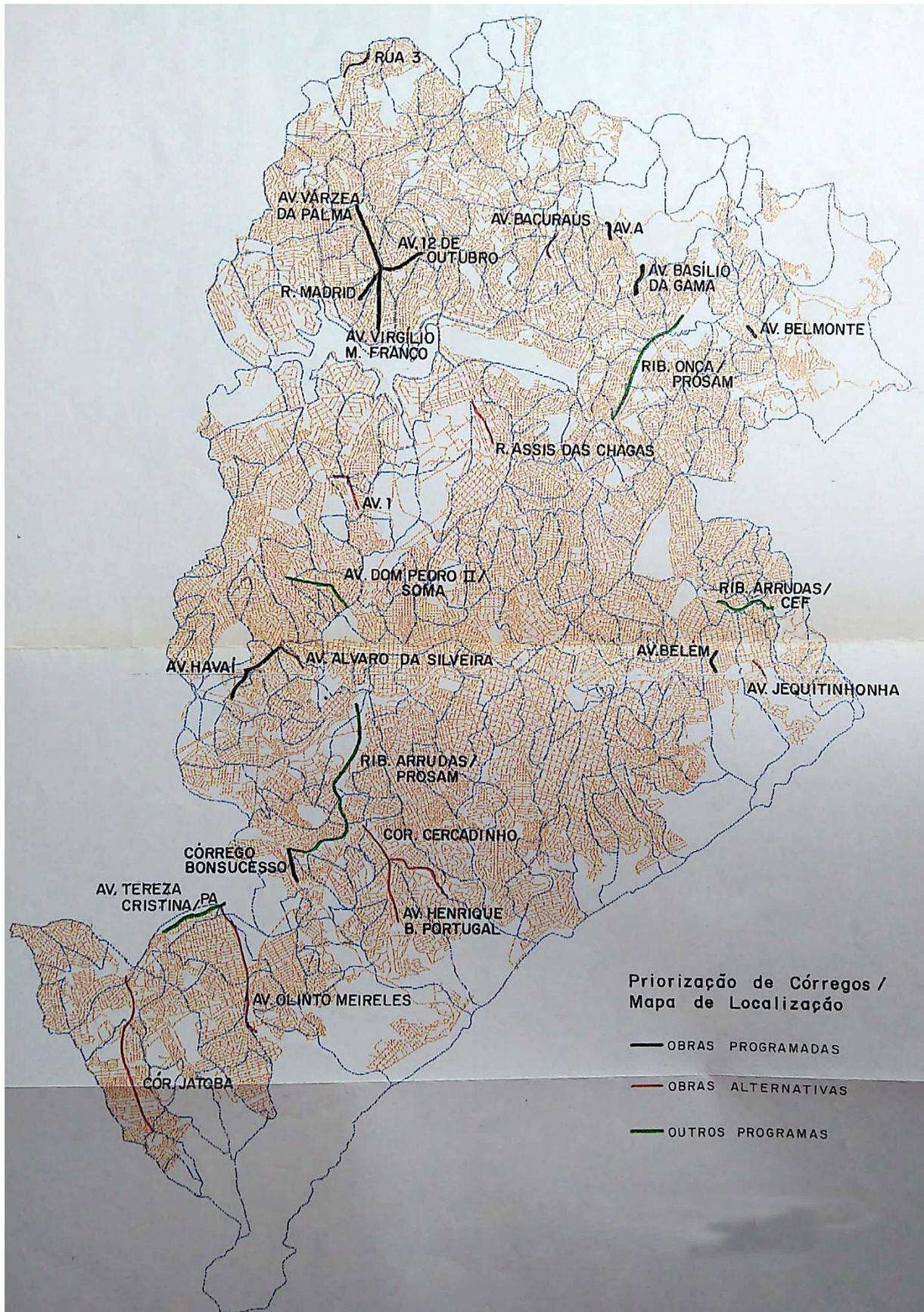
(...) as obras de canalização e ampliação da caixa do ribeirão Arrudas melhoraram significativamente o problema das enchentes na área central, embora a falta de limpeza sistemática das redes e **alguns problemas localizados**, como o do canal do córrego do Leitão, na Avenida Prudente de Moraes, ainda tornem a drenagem pluvial um problema não totalmente equacionado na cidade (FJP, 1997, p. 269, grifo meu).

Figura 20: Promevida - Situação da macrodrenagem no município de Belo Horizonte em 1995



Fonte: PBH, 1995.

Figura 21: Córregos selecionados como prioritários para canalização no âmbito do Promevida



2.4 Mudança de rumo?

Assim que a canalização do córrego Ferrugem foi concluída pelo Prosam, esse curso de água transbordou durante uma chuva de pequena magnitude em agosto de 1997. Tal evento inquietou os técnicos municipais e os professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos (EHR) da Escola de Engenharia da UFMG. Em busca de respostas, esses professores fizeram simulações de vazão a partir de um modelo matemático e informatizado hidrológico-hidráulico norte-americano, recém-chegado dos EUA, exclusivo no Brasil à época, e concluíram que as canalizações recém executadas estavam subdimensionadas⁵³.

Esse fato ilustra a crise do sistema convencional de drenagem em Belo Horizonte no final da década de 1990. Quilômetros de cursos de água remanescentes em leito natural foram canalizados na segunda metade do século XX seguindo preceitos hidrológicos e hidráulicos que já eram obsoletos na época, tal como o Método Racional⁵⁴ e sem contar com uma visão integrada do meio urbano (RAMOS, 1998), conforme indicado pelo relato do ex-técnico do Plambel:

Após o curso de hidrologia que eu fiz nos EUA no início dos anos 1980, nós [Plambel] propusemos começar o monitoramento de bacias na RMBH. Nós escolhemos três bacias em Belo Horizonte, todas sub-bacias do Arrudas: uma já bem urbanizada, outra com um nível de urbanização intermediário e uma pouco ocupada. Propusemos fazer o monitoramento pluviométrico e pluviométrico através dos equipamentos. Levei a proposta para o Estado e para a Sudecap. Algumas pessoas da Sudecap achavam que isso era importante, outras achavam que isso era uma perda de tempo danada. Drenagem era assim: você pegava cada fórmula, estimava lá um coeficiente de *run-off* e pronto. Depois, a gente tentou colocar isso no Prosam, mas não conseguimos, pois já tínhamos inserido resíduos sólidos e a Represa de Vargem das Flores. Esse monitoramento não continuou no Plambel. Mas era uma ideia, naquela época, de acompanhar o avanço da urbanização para depois você obter dados para desenvolver projetos.

Em análise dos eventos de inundação ocorridos na cidade entre 1932 e 2000, Champs (2012) verificou que a evolução das ocorrências de inundações acompanhou a curva de crescimento populacional, sendo a década de 1980 a com maior incidência desses eventos. Belo Horizonte ilustra o crescimento urbano típico no sentido jusante para montante na bacia hidrográfica (vide Figura 12). Assim, inundações foram agravadas ao longo da calha dos ribeirões Arrudas e da Onça,

⁵³ Relato do Ex-Professor Universitário, durante a entrevista concedida em março de 2018.

⁵⁴ Este método segue sendo amplamente empregado no Brasil para os estudos de transformação de chuva em vazão. Todavia, sua aplicação é aconselhável para pequenas áreas, ou seja, para bacias hidrográficas pouco extensas (MIGUEZ *et al.*, 2016).

principais cursos de água da cidade, bem como de seus afluentes, tais como os córregos Acaba Mundo, do Leitão, do Vilarinho e da Ressaca, cujos eventos de transbordamentos tornaram-se mais recorrentes a partir dos anos 1990, atingindo áreas intensamente ocupadas e valorizadas e resultando em vítimas fatais (CHAMPS, 2012).

Apesar das importantes diretrizes para o planejamento da drenagem indicadas pelo Plambel em meados da década de 1980, um novo plano metropolitano sobre essa temática não foi desenvolvido. Cada vez mais esse órgão foi sendo enfraquecido, até sua extinção em 1996 (TONUCCI FILHO, 2012).

O primeiro Plano de Drenagem [1975] foi convencional. É aquele que faz canal e joga o problema lá para baixo, dentro daquela filosofia que tinha aqui em Belo Horizonte. Depois, nos anos 1980, foram definidas diretrizes para um novo plano seguindo esse novo conceito. Mas a Sudecap ainda não trabalhava com essa ideia. Inclusive, na época do Plambel, a gente já teve algumas discussões com a Sudecap, tipo a via do Arrudas a jusante do Perrela, que eles fizeram uma pista de ônibus na margem esquerda e nós fomos discutir com eles para não fazer aquilo ali e fazer um parque linear lá. Aí Belo Horizonte teve uma guinada importante com essa história de drenagem, que hoje também é uma referência (relato do ex-técnico do Plambel).

Foi nesse contexto que a Sudecap elaborou um termo de referência em 1997, para licitar um novo plano de drenagem urbana para o município, cuja necessidade havia sido apontada pelo Plano Diretor do Município (Lei Municipal nº 7.165/1996). Champs *et al.* (2001), na ocasião engenheiros da Sudecap, relatam que esse termo de referência contou com a participação de professores e pesquisadores do EHR/UFMG, bem como da empresa francesa Ceric/Safege, responsável à época pela elaboração do Plano Diretor de Drenagem da Bacia do Rio Sena em Paris, demonstrando a existência de um intercâmbio internacional de ideias e experiências. O membro do CBH Rio das Velhas entrevistado nesta pesquisa também indicou que, em 1997, o recém-criado Projeto Manuelzão⁵⁵ trouxe

⁵⁵ O Projeto Manuelzão foi criado por professores da Faculdade de Medicina da UFMG em 1997, para promover a melhoria das condições ambientais e, conseqüentemente da saúde pública e da qualidade de vida da população. A bacia hidrográfica do rio das Velhas foi escolhida como área de abrangência do projeto, que atua em parceria com o CBH Rio das Velhas, o governo do estado e os municípios inseridos na bacia. Em Belo Horizonte, as parcerias se estruturam principalmente por meio dos "Núcleos Manuelzão", grupos de trabalho locais organizados por microbacias dos ribeirões Arrudas e da Onça, que têm representantes da sociedade civil, do poder público e de usuários de água, e do Instituto Guaicuy, ONG criada em 2000, para apoiar os objetivos do Projeto Manuelzão. O atual presidente do CBH Rio das Velhas, Marcus Vinicius Polignano, é membro do Instituto Guaicuy, e os membros dos Núcleos Manuelzão participam dos Subcomitês de Bacia Hidrográfica – SCBHs Velhas e Onça (CBH Rio das Velhas, 2019; Projeto Manuelzão, 2019).

para Belo Horizonte a equipe alemã que estava no Brasil a convite do Governo do Estado do Rio de Janeiro para o desenvolvimento de orientações técnicas de restauração fluvial. Segundo o entrevistado, os alemães auxiliaram na discussão acerca das soluções tradicionais de macrodrenagem em Belo Horizonte, cujas críticas foram levadas ao conhecimento do então prefeito Célio de Castro.

No termo de referência da Sudecap, é evidenciada a situação de crise ambiental, social, operacional e financeira do sistema tradicional de drenagem urbana. Nele definiu-se que o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte (PDDDBH) deveria orientar o *planejamento sustentável* do sistema municipal de manejo de águas pluviais para um horizonte de 20 anos, partindo de uma concepção integrada aos sistemas urbanos que interagem com a drenagem, sendo eles os sistemas viário, de controle da erosão do solo e dos riscos geológicos, da coleta e destinação final dos resíduos sólidos, do controle da poluição dos ambientes aquáticos, da saúde pública e da ocupação e uso do solo, conceito que já se mostrava presente nas publicações do Plambel nos anos 1980. Também foi prevista a incorporação de “novas técnicas e novas soluções para o controle das enchentes, a exemplo dos recursos compensatórios de infiltração e estocagem de águas pluviais” (Sudecap, 1997, p. 7).

O PDDDBH foi elaborado em duas etapas, pela empresa Magna Engenharia. A primeira etapa, realizada de 1999 a 2001, abrangeu o levantamento cadastral dos sistemas de micro e macrodrenagem do município, contemplando registro das características geométricas dos canais, condições de estabilidade estrutural e sanitárias, e a divisão do território municipal em bacias hidrográficas elementares e sub-bacias, com respectiva caracterização de sua ocupação urbana e de sua rede hidrográfica. Já a segunda etapa do plano foi desenvolvida a partir de 2001 e contemplou diretrizes para o monitoramento hidrométrico, por meio da instalação de estações de medição de chuva, de vazão e de qualidade da água; modelagem hidrológica e hidráulica do sistema; estudos para gestão municipal, com definição da estrutura administrativa, operacional e financeira; e plano de ação para aperfeiçoamento do sistema de drenagem, elencando hierarquicamente as intervenções estruturais e não estruturais necessárias (CHAMPS *et al.*, 2001).

Este plano definiu novas premissas para o planejamento da drenagem pluvial, conforme destacado por Caldas *et al.* (2008, p. 444): “não transferência de inundações para jusante”, “valorização dos cursos de água mediante adoção de

soluções menos intervencionistas”, “gestão integrada das águas urbanas compatibilizada com o planejamento urbano” e “fortalecimento institucional da PBH, para o tratamento da questão”. Dele resultou o Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte (Drenurbs), tendo como um de seus princípios norteadores, até então inédito na gestão pública municipal, a recuperação e preservação ambiental dos cursos de água remanescentes em leito natural.

A partir do PDDBH e do Drenurbs, Belo Horizonte se tornou referência no cenário nacional, figurando na vanguarda do manejo de águas pluviais, ao lado de cidades como São Paulo, Porto Alegre e Curitiba, que desenvolveram estudos similares nessa época⁵⁶. As experiências que derivaram desses instrumentos de planejamento e gestão municipal foram amplamente relatadas, analisadas e debatidas pela comunidade técnica e acadêmica em eventos e publicações referentes ao tema de drenagem urbana nos anos que se seguiram. Cerca de 20 anos depois, chegando ao fim do horizonte de planejamento previsto para o PDDBH, cabe analisar se de fato houve uma mudança de rumo em relação às políticas públicas de manejo de águas pluviais em Belo Horizonte e o que se pode visualizar para o futuro, exercício proposto nesta pesquisa.

Nos últimos 30 anos, mudanças sociais, políticas, econômicas e culturais significativas foram observadas no Brasil e no mundo, com reflexos no processo de urbanização. No âmbito mundial destaca-se a consolidação da consciência ambiental e sua institucionalização como política pública, inclusive em países em desenvolvimento. A população mundial concentrou-se nas cidades e as políticas ambientais em todas as escalas tiveram que se voltar para o fenômeno urbano. Atualmente elas buscam cada vez mais mitigar ou mesmo anular os impactos ambientais provocados pela urbanização, partindo de um conceito ampliado de meio ambiente, no qual a qualidade de vida é elemento fundamental. A preocupação com a mudança climática, provocada pela queima indiscriminada de gases causadores do efeito estufa, foi incluída no discurso do desenvolvimento sustentável e daí

⁵⁶ A primeira versão do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT) foi desenvolvida entre 1998 e 2002. O Plano de Drenagem do Município de Santo André, inserido na Região Metropolitana de São Paulo, foi elaborado em 1998. O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre foi desenvolvido entre 1999 e 2005 e, o Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguazu na Região Metropolitana de Curitiba, entre 1999 e 2002. Na mesma época, tem-se também os planos de Uberaba/MG (1997) e Ribeirão Preto/SP (2002).

emergiram conceitos como vulnerabilidade, resiliência e adaptação, aplicados ao campo socioambiental. As desigualdades sociais se aprofundaram e uma ampla parcela da população urbana vive à margem dos mercados de trabalho e imobiliário formais, improvisando soluções habitacionais nas ruas, em ocupações, nas periferias e favelas, situação verificada mesmo nos países desenvolvidos com a falência do estado do bem-estar social⁵⁷ e, mais recentemente, com a crise humanitária decorrente do fluxo de imigrantes e refugiados.

No Brasil, muitos avanços institucionais foram registrados a partir do final da ditadura militar (1964-1985). Desde então, as políticas setoriais foram reestruturadas ou mesmo formalizadas pela primeira vez em âmbito nacional, dentre as quais, destaco, em razão das motivações deste trabalho, as políticas de meio ambiente, saneamento básico, desenvolvimento urbano, recursos hídricos e defesa civil, conforme apresentado no item 4. A maneira como o planejamento e a gestão municipais em Belo Horizonte se inserem nesse contexto foi explorada, sob o enfoque das mudanças promovidas em relação ao manejo das águas pluviais.

À crise econômica dos anos 1980 e 1990, sucedeu-se um período de crescimento econômico no país (2004 a 2011), impulsionado pelo desempenho positivo da economia mundial, alavancado pela China, pelo preço elevado das matérias-primas produzidas pelo Brasil, tais como minério de ferro e soja, pelo dólar baixo e pela política econômica austera adotada logo no início do primeiro governo Lula (2003 – 2006), que atraiu investimentos e estimulou o crédito, o emprego e o consumo. Nesse cenário, os sucessivos governos federais do Partido dos Trabalhadores (PT) promoveram investimentos em infraestrutura urbana, inclusive inseridos em programas voltados para a urbanização de favelas. Os programas federais de Aceleração do Crescimento (PAC) e Minha Casa Minha Vida (MCMV), lançados em 2007 e 2011, nos governos dos presidentes Lula e Dilma, respectivamente, criaram inúmeras frentes de obra em todo o país e, mais uma vez

⁵⁷ Uma ampla reorganização das estruturas sociais e espaciais de acumulação teve início nos anos 1970, mediante bases lançadas pela política econômica neoliberal. O fenômeno urbano tornou-se mais complexo, abrigando processos aparentemente contraditórios, como desindustrialização e reindustrialização, descentração e recentração, e globalização e ênfase na esfera local e municipal. Muitos países periféricos passaram a receber investimentos financeiros internacionais e abrigar processos produtivos controlados por sedes financeiras nos países desenvolvidos, mas essa aparente descentralização não garantiu um desenvolvimento socioeconômico mais bem distribuído e igualitário. Desigualdades foram aprofundadas, reforçando ou fazendo surgir novas periferias, seja na escala local, inclusive de cidades de países desenvolvidos, seja nas esferas regional e global (SOJA, 1993).

na história brasileira, serviram para atender aos anseios do setor de construção civil, até então monopolizado por grandes empreiteiras nacionais. Arantes (2013, p. 1), ao analisar as manifestações populares registradas nas cidades brasileiras em meados de 2013, sintetiza assim este “cenário cor-de-rosa do Brasil emergente”:

(...) vivíamos no Brasil da última década certo nível de crescimento econômico continuado; aumento do emprego, do consumo e do crédito; mobilidade social, programas compensatórios de transferência de renda; incentivo ao “empreendedorismo” de todos os tipos; recordes na produção, de carros a *commodities*; *status* de potência agrícola e mineral; descoberta das reservas do pré-sal com a miragem da renda petroleira irrigando o país; deixamos de ser devedores para sermos credores do FMI, de alunos passamos a exemplo do Banco Mundial; barramos a ALCA, ampliamos o Mercosul, levamos nossas empresas para a África e alcançamos a presidência da OMC; para arrematar, ganhamos a corrida para hospedar espetáculos globais, como a Copa do Mundo e as Olimpíadas. Enfim, o país deixou de ser coadjuvante e tornou-se um dos protagonistas no concerto mundial das nações.

Para esse autor, os *booms* imobiliário e automobilístico impulsionados pelo governo federal nessa época de euforia afirmaram o avanço da cidade-mercadoria⁵⁸ e agravaram a deterioração da qualidade de vida urbana. O ciclo institucional vivido pelo país nos últimos anos em relação à Reforma Urbana gerou um sofisticado sistema administrativo público, mas que, na prática, serve efetivamente para inserir o espaço urbano na fase financeira e globalizada do capitalismo.

Passada esta euforia, o país vive, desde 2014, uma nova fase de recessão econômica, associada a uma ampla crise política e ideológica. Na prática cotidiana da gestão pública, os municípios suspenderam suas grandes frentes de implantação de infraestrutura urbana, inclusive de saneamento, e aguardam uma nova *janela de oportunidade* para obterem os financiamentos necessários.

No capítulo seguinte esse cenário de mudanças ao longo das últimas décadas no bojo do sistema capitalista é explorado, para compreender o surgimento do novo paradigma de drenagem pluvial.

⁵⁸ Uma maior complexidade da produção socioespacial faz-se presente no atual momento do desenvolvimento capitalista, no qual a aliança entre capital financeiro e atuação estatal foi atualizada e segue extremamente presente no cotidiano da gestão urbana, para garantir a reprodução do capital (HARVEY, 2006; SÁNCHEZ, 1999; ARANTES, 2013).

3 NOVO PARADIGMA PARA A GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Este item explora o contexto de surgimento dos novos conceitos de manejo de águas pluviais em âmbito mundial, uma vez já tendo sido apresentado o cenário de crise derivado da relação das cidades com suas águas a partir da abordagem tradicional. A possibilidade de uma *drenagem sustentável* está inserida na noção de *desenvolvimento sustentável urbano* e, portanto, este conceito também é apresentado sob uma abordagem crítica. Por fim, as principais terminologias e propostas abrangidas pelo paradigma emergente referente às águas pluviais urbanas são sistematizados e seus reflexos práticos em ações de planejamento, gestão e projeto urbanos são apresentados a partir de exemplos ilustrativos oriundos de diferentes cidades do mundo.

3.1 Cenários de crise e novos paradigmas

Em meados do século XX, diversas críticas ao positivismo surgiram. Dentre os partidários da *nova filosofia da ciência*, Thomas Kuhn (1922-1996) foi um dos filósofos que concentrou “suas críticas nos aspectos epistemológicos do conhecimento científico” (COUTINHO; CUNHA, 2004, p. 27). Kuhn questionou a historiografia clássica da ciência, segundo a qual o desenvolvimento do conhecimento científico é baseado na acumulação de descobertas e invenções individuais, e propôs uma construção da ciência a partir de rupturas, de *revoluções científicas*, desencadeadas pela percepção de anomalias que não podem mais ser explicadas ou solucionadas pela prática científica vigente, a *ciência normal*. Segundo Kuhn (1996, p. 26):

(...) uma nova teoria, por mais particular que seja seu âmbito de aplicação, nunca ou quase nunca é um mero incremento ao que já é conhecido. Sua assimilação requer a reconstrução da teoria precedente e a reavaliação dos fatos anteriores. Esse processo intrinsecamente revolucionário raramente é completado por um único homem e nunca de um dia para o outro. Não é de admirar que os historiadores tenham encontrado dificuldades para datar com precisão este processo prolongado, ao qual, impelidos por seu vocabulário, veem como um evento isolado.

Assim, durante um período, predomina determinado *paradigma*, que fornece “problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” e cujas realizações científicas são universalmente reconhecidas (KUHN, 1996, p. 13). No entanto, a partir do momento em que a comunidade

científica não pode mais ignorar as falhas e contradições do paradigma vigente, instala-se uma situação de crise, da qual emerge uma nova teoria, que ameaça a ordem, o sucesso e a competência até então comprovada e aceita dos especialistas da *ciência normal*. Por isso, Kuhn reconhece uma resistência intrínseca à *revolução científica* no seio da própria comunidade científica.

É exatamente porque a emergência de uma nova teoria rompe com uma tradição da prática científica e introduz uma nova dirigida por regras diferentes, situada no interior de um universo de discurso também diferente, que tal emergência só tem probabilidade de ocorrer quando se percebe que a tradição anterior se equivocou gravemente (KUHN, 1996, p. 117).

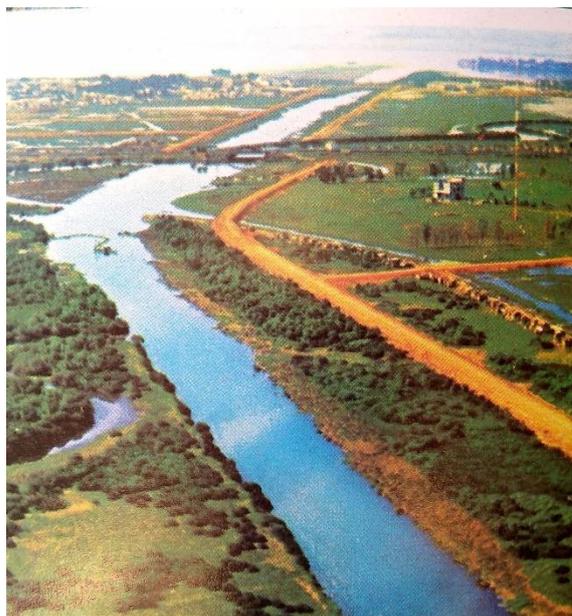
No caso da drenagem urbana, conforme sintetizado por Silveira (1998), os conceitos das etapas higienista e da racionalização forneceram o embasamento teórico para a prática científica e profissional dos engenheiros hidrólogos e hidráulicos durante grande parte do século XX nas cidades brasileiras. As obras massivas de canalização financiadas com recursos federais e coordenadas pelo DNOS eram propaladas como solução definitiva para as cheias urbanas e ainda atendiam aos anseios desenvolvimentistas do período, ao inserir as planícies de inundação nas áreas de expansão urbana (Figura 22), como pode ser notado no trecho a seguir da publicação de 1974 do Ministério do Interior acerca do lançamento do Programa Especial de Controle de Enchentes e Recuperação de Vales:

No meio urbano, é importante realçar que o Programa proporcionará, além de conforto e segurança a uma população numerosa, a incorporação de faixas de terras ociosas, possibilitando a implantação de planos integrados de regiões metropolitanas, a expansão de núcleos industriais e comerciais, de sistemas viários, bairros residenciais e centros de lazer.

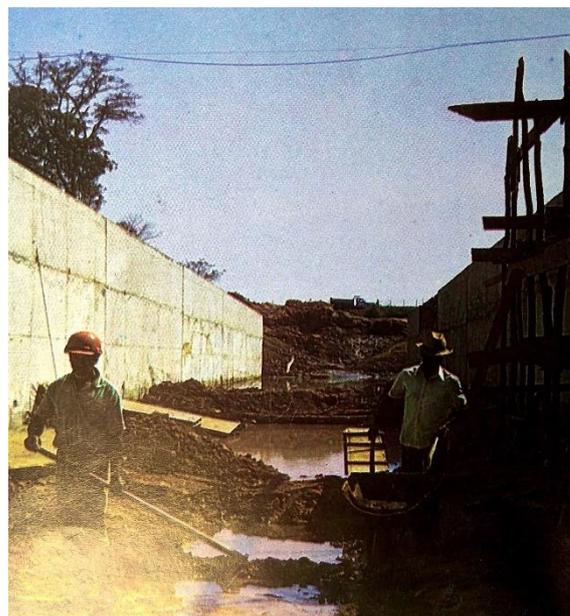
Em Belo Horizonte não foi diferente, onde inúmeros cursos de água foram canalizados sob o modelo projetual das avenidas sanitárias, que se consolidou como a solução mais propícia naquela circunstância, ao atender tanto a demanda pela instalação de redes interceptoras de esgoto como também por uma malha viária baseada no transporte automotivo:

(...) com as avenidas sanitárias procurava-se a solução conjunta dos problemas que a cidade enfrentava com o sistema viário, com as condições precárias de saneamento e com as frequentes inundações. Estas avenidas permitiriam interligar bairros e sanear regiões, antes interceptadas pelos cursos de córregos poluídos que causavam enormes transtornos devido aos repetidos trasbordamentos de suas águas no período chuvoso (RAMOS, 1998, p. 9).

Figura 22: Obras de macrodrenagem empreendidas pelo DNOS na década de 1970



1 - Canal Sapucaí na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: juntamente com os canais Pavuna e Meriti, era divulgado pelo DNOS como “elemento fundamental de um sofisticado complexo de obras” que supostamente beneficiava cerca de dois milhões de habitantes ao “eliminar as inundações e possibilitar o aproveitamento de áreas para implantação de indústrias e núcleos habitacionais”.



2 - Obra de canalização e revestimento do córrego Botafogo em Goiânia (GO): segundo o DNOS, essa cidade estaria, com a conclusão dessas obras, em 1977, “definitivamente livre das inundações e dispondo de um sistema de drenagem pluvial adaptado ao seu sistema viário”.

Fonte: Ministério do Interior, 1974.

Contudo, nas últimas décadas, a urbanização praticamente total do território municipal de Belo Horizonte⁵⁹ agravou os eventos de inundações e multiplicou os pontos de extravasamento, que passaram a ser identificados em inúmeros locais da cidade e não apenas na área central, em fundos de vale naturais como também ao longo das avenidas sanitárias. A consciência de um estado de crise, seja pela comunidade técnica e científica, seja pela população em geral, atingida pelas inundações frequentes, tomou maior proporção, pressionando o poder público municipal por soluções. As obras tradicionais de drenagem passaram a ser questionadas, diante da repetição dos eventos de inundações, verificados mesmo após a execução das intervenções públicas de canalização.

⁵⁹ A Luos de 1985 ainda definia uma Zona Rural no município de Belo Horizonte, na qual era vedado o parcelamento para fins urbanos. Na Lpous de 1996, definiu-se o perímetro urbano coincidente com os limites do município. Atualmente, apenas as áreas demarcadas como Zona de Preservação Ambiental (ZPAM) e Zona de Proteção 1 (ZP-1) no zoneamento municipal permanecem majoritariamente desocupadas (vide ANEXO B). Essas zonas correspondem, basicamente, aos parques municipais e estaduais, às APES e às áreas de cabeceiras de córregos afluentes do ribeirão Arrudas, no sopé da Serra do Curral, e do ribeirão do Isidoro (BELO HORIZONTE, 1996, 2000 e 2010).

Champs (2012) aponta três aspectos que permitem identificar a crise do sistema de drenagem em Belo Horizonte: (i) ambiental, uma vez que as avenidas sanitárias excluem a hidrografia natural da paisagem urbana e não garantem a completa interceptação das cargas poluidoras oriundas das áreas de contribuição; (ii) financeiro, pois os sistemas convencionais de drenagem demandam altos investimentos financeiros para sua implantação e manutenção, condicionante que acaba limitando a abrangência das obras na cidade; e (iii) operacional, considerando que as canalizações promovem a transferência das inundações para jusante.

Segundo Silveira (1998), atualmente estamos vivenciando a terceira etapa da abordagem da drenagem pluvial, denominada *hidrologia urbana*. Ela sucede a etapa de racionalização e baseia-se conceitualmente em “um saneamento com maior respeito pelo meio ambiente” (SILVEIRA, 1998, p. 2), cuja origem foram os “países desenvolvidos da América do Norte e Europa a partir do fim dos anos 60, em decorrência de uma necessidade crescente de conhecimento e controle das relações, frequentemente conflitantes, entre a cidade e o ciclo hidrológico” (*ibid.*, p. 2), e impulsionada por outras revoluções concomitantes: a “consciência ecológica” e a “explosão tecnológica” (*ibid.*, p. 3). Seus principais objetivos são “conhecer e controlar os efeitos da urbanização nos diversos componentes do ciclo hidrológico” (*ibid.*, p. 2), por meio de pesquisas teóricas e aplicadas, “normalmente com apoio governamental explícito” (*ibid.*, p. 2). Sendo assim, o momento atual caracteriza-se pela mudança do paradigma em relação à gestão das águas pluviais urbanas, não só em Belo Horizonte, mas no Brasil e no mundo.

Conforme destacado por Kuhn (1996), fatores supostamente externos à ciência, tais como socioeconômicos, políticos e culturais, do momento histórico da crise de determinada teoria contribuem para a mudança do paradigma científico. Nesse sentido, é interessante retomar algumas das ideias de Andrew Feenberg, importante filósofo contemporâneo da tecnologia, cujo pensamento também se baseia no viés crítico das noções positivistas acerca do desenvolvimento tecnológico. Ao invés de uma crença na evolução tecnológica isenta, neutra e universal, baseada unicamente numa suposta racionalidade pura, Feenberg (2009) defende uma abordagem crítica que se aproxima da complexidade da tecnologia, ao investigar o ambiente particular e a história de seu desenvolvimento. Tal análise deve incluir a disputa entre as alternativas disponíveis no momento histórico, a partir

dos interesses dos atores sociais envolvidos, que influenciam (ou mesmo determinam) o sucesso de certa solução tecnológica.

A partir desse entendimento, é possível compreender as falhas decorrentes da aplicação de determinadas tecnologias, inclusive no âmbito das políticas públicas, quando são transpostas de seu contexto original e implantadas em um ambiente completamente diferente, situação muito comum entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Segundo Silveira (1998), este é, inclusive, o caso da trajetória da drenagem urbana no Brasil, conforme apresentado no item 2.2. No caso da etapa atual, da abordagem científica e ambiental da drenagem, essa transferência de métodos de cálculo e concepções de obras é ainda mais difícil em comparação com as duas etapas anteriores:

Pode-se constatar que, sendo a pesquisa atual em Hidrologia Urbana mais complexa e custosa, porque multidisciplinar, e fortemente dependente de condições locais, porque ambiental, a aplicação de seus resultados ou métodos para locais diferentes é bem menos aceitável (SILVEIRA, 1998, p. 4).

No item a seguir, o contexto histórico do surgimento das novas ideias (e práticas) para o manejo das águas pluviais é apresentado, enfatizando a crise ambiental gerada pelo modelo de desenvolvimento adotado na modernidade, sua contestação e as tendências dela emergentes.

3.2 Emergência do ambientalismo

Segundo Feenberg (2009), a separação entre conhecimento/desenvolvimento técnico e a experiência do usuário no mundo moderno gera uma ilusão de independência entre causa e efeito da ação do sujeito sobre determinado objeto ou meio. Entretanto, para esse autor, toda tecnologia produz efeitos colaterais, reações que não podem ser ignoradas por muito tempo à medida que ela expande e se dissemina, e que afetam inclusive nossa percepção do mundo. No caso do desenvolvimento tecnológico implantado em escala mundial a partir da Revolução Industrial europeia, a degradação ambiental gerada culminou em tal estado de crise em meados do século XX, que as demandas da sociedade por um meio ambiente saudável e os valores daí emergentes tiveram que ser incorporados nos processos e no *design* técnico pelos especialistas.

Valores não podem adentrar a tecnologia sem serem traduzidos para a linguagem tecnológica. Simplesmente desejar afastar as limitações técnicas inconvenientes não funcionará. (...) Para que algo útil emergja das intervenções públicas, os especialistas precisam descobrir como transformar valores em especificações técnicas viáveis. Quando essa situação é alcançada, uma nova versão das tecnologias contestadas pode ser produzida, em resposta ao seu contexto. Neste processo, valores são traduzidos para fatos técnicos e a tecnologia se enquadra mais suavemente em seu nicho (Feenberg, 2009, p. 12, tradução minha)⁶⁰.

Esse parece ser o caso da emergência do conceito de desenvolvimento sustentável e de todas as aplicações dele derivadas, da certificação de *produtos verdes* até o licenciamento ambiental de empreendimentos com potencial de geração de impactos ambientais e a maneira como construímos as cidades, buscando alternativas para as redes de infraestrutura e serviços urbanos, tais como transporte, resíduos sólidos e drenagem pluvial. O reconhecimento de um estado de crise compartilhado pela sociedade em geral tem levado, desde então, especialistas de áreas diversas do conhecimento a buscarem novos conceitos para o desenvolvimento científico e tecnológico. Essas novas ideias em circulação resultam em novas práticas e novos produtos e processos e, conseqüentemente, demandam políticas públicas atualizadas para regulá-los e implementá-los. Para analisar o caminho traçado por esse desenvolvimento tecnológico e social é preciso ter em mente que nada disso ocorre sem conflitos de interesses dos diferentes atores envolvidos, conforme ressaltado por Kuhn (1996) e Feenberg (1999; 2009).

3.2.1 Desenvolvimento sustentável

O livro "*Silent Spring*", escrito pela norte-americana Rachel Carson em 1962 é considerado um importante marco da deflagração do movimento ambientalista. Ao reunir descobertas científicas da época acerca dos malefícios sobre a fauna nativa provocados pelo uso descontrolado dos pesticidas nos EUA, foi um dos casos pioneiros amplamente divulgados que demonstrou o princípio de ação e reação sobre a natureza (e a própria humanidade) derivado do modelo de desenvolvimento adotado. A resposta do setor da indústria de pesticidas contra Carson foi bastante agressiva, que a acusou de estar alinhada com o regime

⁶⁰ *Values cannot enter technology without being translated into technological language. Simply wishing away inconvenient technical limitations will not work. (...) For something useful to come out of public interventions, experts must figure out how to formulate values as viable technical specifications. When that is accomplished a new version of the contested technologies can be produced that is responsive its context. In the process values are translated into technical facts and the technology fits more smoothly into its niche.*

comunista da União Soviética e visando reduzir a capacidade de produção alimentícia dos países ocidentais (GRISWOLD, 2012).

Esse caso ilustra como a formação do ambientalismo, tanto no Brasil como no mundo, partiu do conceito de proteção ambiental que se formava na década de 1970, restrito à preservação dos ecossistemas naturais e ao controle da poluição (VIOLA; REIS, 1992), ainda que questões ambientais relacionadas essencialmente a aspectos políticos e socioeconômicos já aparecessem em alguns debates internacionais⁶¹. Ao mesmo tempo, emergia uma visão neomalthusiana, inclusive com vertentes associadas a uma abordagem biocêntrica⁶², que pregava o controle do crescimento populacional, principalmente nos países em desenvolvimento, como solução para frear a pressão exercida pela sociedade sobre os recursos naturais e a produção de alimentos (FEENBERG, 1999). O relatório intitulado “Os Limites do Crescimento”, elaborado por um grupo de cientistas do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* sob encomenda do Clube de Roma⁶³, em 1972, divulgou mundialmente uma prospecção acerca do uso indiscriminado dos recursos naturais e do colapso ambiental iminente, caso uma ampla mudança socioeconômica não fosse iniciada imediatamente (*The Club of Rome*, 2018). Paralelamente a essa discussão internacional, como exemplo de atuação do poder público em âmbito nacional nessa fase, tem-se o *boom* de criação de áreas naturais protegidas em diversos países, descrito por Diegues (1996).

Num segundo momento, a problemática ambiental foi redefinida, a partir da visibilidade em nível mundial do conceito de desenvolvimento sustentável. O foco da transição desses dois momentos é, sobretudo, a ampliação dos atores do movimento ambientalista, agrupados basicamente em três setores, segundo Viola e

⁶¹ Vide, por exemplo, as discussões suscitadas na época acerca dos impactos na saúde humana e no meio ambiente devido ao uso do Agente Laranja pelos EUA na Guerra do Vietnã e dos testes de armas nucleares, bem como a constatação de que “In the developing countries most of the environmental problems are caused by under-development. Millions continue to live far below the minimum levels required for a decent human existence, deprived of adequate food and clothing, shelter and education, health and sanitation”, presente na Declaração da Conferência de Estocolmo sobre o Ambiente Humano das Nações Unidas (ONU, 1972).

⁶² Feenberg (1999) cita, como exemplo extremo dessa abordagem, uma publicação nos anos 1980 no jornal do Movimento *Earth First!*, vinculado à plataforma da *ecologia profunda* (vide *Foundation For Deep Ecology*, 2018), na qual são discutidos os efeitos ambientais benéficos oriundos da disseminação da AIDS como uma forma de controle do crescimento populacional mundial.

⁶³ O Clube de Roma é uma ONG, criada em 1968, reunindo empresários, cientistas, economistas e funcionários governamentais de diferentes países, para tratar da discussão acerca do crescimento populacional e desenvolvimento industrial e de seus impactos sobre os recursos naturais mundialmente (*The Club of Rome*, 2018).

Reis (1992): Estado, Comunidade e Mercado. De fato, nos anos 1980, observou-se a emergência do socioambientalismo, quando diversos movimentos sociais e Organizações Não Governamentais (ONGs) incorporaram a dimensão ambiental em sua atuação. Segundo Acselrad (2001b), a concentração do poder de controle dos recursos naturais nas mãos de poucos agentes, com a consequente homogeneização do território e de sua diversidade social, levou à aproximação dos discursos ambiental e de resistência social. Ao mesmo tempo, grupos científicos se articularam para discutir a problemática ambiental e uma parcela do setor empresarial se envolveu no debate.

Nesse contexto de multissetorialismo, é inerente o surgimento de conflitos com relação aos meios de se viabilizar o desenvolvimento sustentável, uma vez que apenas o objetivo final desse conceito é claramente um consenso entre os atores. Segundo Feenberg (1999, p. 70, tradução minha):

Se existia alguma dúvida sobre a crise ambiental intensificar o conflito social e internacional, essa dúvida deve ser agora silenciada. A crise ambiental, em suma, não traz paz, mas sim uma batalha. E precisamente por essa razão, não é uma força messiânica unificadora pela qual a raça humana possa se unir em um nobre combate além dos conflitos triviais históricos. Antes disso, trata-se de um novo terreno no qual as antigas questões serão enfrentadas (...)⁶⁴.

Em 1972, foi realizado o primeiro evento da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre a temática ambiental, a Conferência de Estocolmo sobre o Ambiente Humano, inserindo a questão na agenda política global, tendo como grande desafio as disparidades socioeconômicas entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento⁶⁵. A partir daí, diversos países criaram seus respectivos órgãos responsáveis pela implementação da política ambiental em âmbito nacional.

Contudo, somente em 1987, no Relatório “Nosso Futuro Comum”, elaborado pela Comissão Brundtland (Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento), que o termo *desenvolvimento sustentável* apareceu pela primeira

⁶⁴ *If there was ever any doubt about the environmental crises intensifying social and international conflict, that doubt should now be silenced. The environmental crisis, in short, brings not peace, but a sword. And precisely for that reason it is not a unifying messianic force through which the human race could join in an ennobling struggle beyond the petty conflicts of history. Rather, it is a new terrain on which the old issues will be fought out (...).*

⁶⁵ Um dos princípios estabelecidos nessa conferência foi a necessidade de transferência de tecnologia, de recursos financeiros e mesmo de experiências dos países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento, em prol de soluções para problemas ambientais, desde que não fossem inapropriadas para seu contexto e tampouco acarretassem custos sociais (ONU, 1972).

vez, tendo sido definido como “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer as suas próprias necessidades”⁶⁶ (Semad, 2013, p. 54):

Em essência, **desenvolvimento sustentável é um processo de mudança** no qual a exploração de recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão todos em harmonia e enfatizam concomitantemente o atual e o futuro potencial para atender às necessidades e aspirações humanas (ONU, 1987, p. 43, tradução minha, grifo meu)⁶⁷.

Nesse relatório, aponta-se a necessidade de um sistema político que considere a efetiva participação de seus cidadãos na tomada de decisões, para garantir a implantação do desenvolvimento sustentável. Também destaco o papel atribuído ao desenvolvimento tecnológico, capaz, segundo o relatório, de aumentar a capacidade de suporte dos ecossistemas frente às demandas da humanidade e assim aliviar a pressão sobre eles, seja respeitando os limites naturais de regeneração, no caso do uso de recursos naturais renováveis, seja reduzindo ou substituindo o uso dos recursos não renováveis, ou ainda minimizando os impactos adversos das atividades humanas sobre o meio ambiente. Há ainda um reconhecimento de que apenas o desenvolvimento econômico ou o aumento da capacidade produtiva não levarão ao fim das desigualdades sociais e que, portanto, é fundamental garantir oportunidades iguais para todos. Desse entendimento, são cunhadas as três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, econômica e social.

O que se pode notar no contexto atual é uma adesão crescente do setor empresarial, que ainda era bastante diminuta no começo dos anos 1990. Como evidência concreta desse fato, pode-se citar o crescimento da procura de empresas em ramos diversos por certificações ambientais para seus produtos e processos, muitas vezes motivadas pela cobrança de um grupo cada vez maior de

⁶⁶ A Constituição Federal brasileira de 1988 não utiliza o termo, mas faz alusão ao seu conceito no *Capítulo VI – Do Meio Ambiente*, ao dispor, no Artigo 225º, que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Em 1992, o Brasil sediou a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Rio 92, quando esse conceito foi definitivamente inserido nas políticas públicas internacionais (e nacionais), por meio da Agenda 21.

⁶⁷ *In essence, sustainable development is a process of change in which the exploitation of resources, the direction of investments, the orientation of technological development; and institutional change are all in harmony and enhance both current and future potential to meet human needs and aspirations.*

consumidores conscientes, como também de requisitos legais ligados à regularização de sua implantação e operação. Com isso, segundo Viola e Reis (1992), estaríamos caminhando para um eixo de propostas mais realistas de desenvolvimento sustentável, uma vez que a incorporação da causa ambiental pelo mercado permite compatibilizar o lucro individual com o interesse social de longo prazo. Trata-se, portanto, de um caminho para uma estratégia de transição segundo a lógica capitalista, mediada pelo Estado - a chamada *modernização ecológica* -, ao invés de uma ruptura radical com este sistema econômico.

Na atual *fase ecológica do capitalismo*, Harvey (1996)⁶⁸ *apud* Euclides (2016) indica que o Estado também se adaptou por meio da institucionalização de um aparato burocrático e legal, para alcançar padrões que lhe confirmam credibilidade junto a organismos políticos, econômicos e financeiros internacionais. Por outro lado, na contemporaneidade é notável uma interface cada vez maior entre a preservação do meio ambiente e as ciências sociais, com o surgimento de análises críticas da versão hegemônica da modernidade e do desenvolvimento, agrupadas na corrente denominada *Ecologia Política*⁶⁹.

A partir da década de 1990, a questão do aquecimento global provocado pelas emissões de CO₂ e de outros gases de efeito estufa passou a ser um tema central no ambientalismo, configurando o maior desafio vislumbrado para o século XXI. O *International Panel on Climate Change (IPCC)* foi criado no final dos anos 1980 pela *World Meteorological Organization* e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e passou a divulgar periodicamente seus *Assessment Reports*, compartilhando com toda a sociedade os resultados das pesquisas conduzidas pelos especialistas em clima. Com a ameaça da mudança climática, novamente a relação população, desenvolvimento e meio ambiente voltou à pauta das discussões acerca do futuro da sociedade, pois as comunidades apresentam diferentes graus de vulnerabilidade e capacidade de adaptação frente às alterações ambientais prognosticadas (HOGAN, 2009).

⁶⁸ HARVEY, David. **Justice, nature and the geography of difference**. Oxford: Blackwell Publishers, 1996.

⁶⁹ A Ecologia Política surge dentro da abordagem pós-estruturalista, desconstruindo o discurso do desenvolvimento sustentável, a partir das novas formas de internalização da natureza pelo capital na atualidade, e propondo a reestruturação da vida social em bases mais solidárias e democráticas, pressupostos que demandam mudanças de paradigmas (COSTA, 2000). Sua crítica central é, assim, à viabilidade da compatibilização entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental nos moldes capitalistas.

3.2.2 Ambientalismo e cidades

A concentração da população mundial em cidades ao longo da segunda metade do século XX⁷⁰ e os graves problemas relacionados à deterioração da qualidade do espaço construído e da qualidade de vida de seus habitantes dela decorrentes inseriram o contexto urbano nas discussões ambientalistas. O próprio conceito de espaço urbano se modificou, na medida em que “o modo de vida urbano-industrial, como materialização espacial da modernidade capitalista, embora transformado em cada local, espalhou-se praticamente por todo o mundo”, estando presente na base das relações sociais mesmo dos espaços agrícolas ou “naturais” (COSTA, 2000, p. 58). Trata-se da ideia da *urbanização extensiva*, termo proposto por Monte-Mór (1994) a partir do conceito de *zona urbana* de Henri Lefebvre, para designar a forma socioespacial característica da sociedade capitalista de Estado contemporânea.

Os conflitos relacionados à ocupação do solo, decorrentes da superposição de interesses (tais como especulação imobiliária, conservação ambiental ou a garantia de direitos humanos básicos como habitação) dos diferentes atores que agem sobre a cidade, têm sido o centro da discussão das relações entre sociedade e natureza no meio ambiente urbano, impulsionando planejadores urbanos a repensar a morfologia das cidades e as políticas urbano-ambientais, em prol de *cidades sustentáveis*. Nesse sentido, o poder público (o Estado) é o principal mediador dos interesses, polarizados basicamente entre a garantia de acesso coletivo aos recursos e os objetivos econômicos privados (COSTA; BRAGA, 2004).

Costa (2000, p. 55) analisa criticamente a noção de *desenvolvimento urbano sustentável* e identifica dois “conflitos teóricos de difícil, porém não impossível, reconciliação”. O primeiro deles se refere ao desafio de coordenar as políticas urbano-ambientais, pois, segundo a autora (*ibid.*, p. 58), as análises urbana e ambiental têm suas origens em racionalidades distintas:

(...) a tomada de consciência das questões tipicamente urbanas e a necessidade de intervir sobre elas surgem juntamente com a consolidação do capitalismo ocidental, em sua versão de concentração urbano-industrial

⁷⁰ Segundo a edição de 2018 do relatório “Perspectivas da Urbanização Mundial”, produzido pela Divisão das Nações Unidas para a População do Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais (Desa), atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas. Em 1950, essa proporção era de apenas 30%. Espera-se que essa proporção chegue a 68% em 2050, sendo que 90% desse crescimento ocorrerá na Ásia e na África, sobretudo na Índia, China e Nigéria (ONU, 2018).

iniciada na Europa e expandida para diferentes partes do mundo. Assim, há uma associação clara entre a generalização do processo de urbanização e a consolidação de um determinado projeto de modernidade. Nessa perspectiva, modelos urbanísticos, assim como o próprio planejamento urbano, são vistos como formas de manutenção e/ou organização, em nível de espaço, dessa mesma modernidade. (...) Já a preocupação ambiental surge e ganha corpo no bojo de um amplo conjunto de reações ao caráter massificante, predatório e opressor (...) do desenvolvimento dos modelos de produção capitalista e estatista (...), que passaram a caracterizar a implementação do projeto de modernidade. Ao nascer de um questionamento geral ao projeto, a análise ambiental em suas diversas vertentes questiona também, necessariamente, o modelo de organização territorial associado àquele projeto, expresso nas diferentes formas assumidas pela urbanização contemporânea.

Apesar dessas divergências, nos últimos anos, essas duas racionalidades têm demonstrado pontos de convergência no cenário brasileiro, segundo Costa (2008): a participação na reconstrução social do Estado pós 1988 e a incorporação em seus discursos e instrumentos de princípios de justiça social, participação popular e sustentabilidade. Ao traçar uma retrospectiva no país, fica claro que a regulação pública caminha para a explicitação e negociação dos conflitos por meio dos conjuntos de procedimentos e instâncias participativas criadas. Contudo, há muitas lacunas para críticas a esses fóruns de discussão, tais como a de Carneiro (2005) à política ambiental do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (Copam/MG) e a de Antunes (2019) à estrutura participativa dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) no país. Outro ponto controverso nas políticas ambientais, levantado pelo marxismo ecológico, é a lógica de valoração econômica da natureza, que introduz uma racionalidade econômica ao direito de uso dos recursos naturais, à deterioração e ao impacto ambiental e à apropriação privada de bens comuns. Essa lógica também está presente nos instrumentos de gestão urbana, tais como o licenciamento ambiental de empreendimentos imobiliários e, mais recentemente, o Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV (COSTA, 2000 e 2008).

O segundo conflito levantado por Costa (2000) em relação ao desenvolvimento urbano sustentável se refere ao constante distanciamento entre as formulações teóricas da análise social/urbana e as propostas de intervenção do planejamento urbano. A autora formula a hipótese de que o conceito de desenvolvimento sustentável foi facilmente assimilado pelo planejamento urbano, mas não pela análise espacial crítica, exatamente porque permite articular natureza, modernidade e capitalismo. Nesse contexto, o capital imobiliário também soube

internalizar o apelo à sustentabilidade e à natureza, em uma *versão urbana* da *modernização ecológica*. Como exemplo, tem-se, nos países desenvolvidos, os espaços pasteurizados produzidos pelo *novo urbanismo*⁷¹ ou em prol da renovação de áreas centrais degradadas para incentivar cidades compactas. Ao mesmo tempo, Costa (2000, p. 63) lembra que é também em nome da proposta de desenvolvimento sustentável “que vários movimentos socioambientais vêm se articulando e (re)conquistando espaços e identidades, reescrevendo, assim, o discurso dominante”. É notável, portanto, como esse conceito, tão utilizado na contemporaneidade, apresenta “um aparente consenso revelador mais de imprecisão do que de clareza em torno de seu significado” (*ibid.*, p. 55).

Acselrad (2001) também explora os diferentes sentidos que a sustentabilidade urbana tem adquirido desde a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em 1992. Segundo ele (*ibid.*, p. 28), trata-se de uma construção social, que compreende diferentes discursos, conteúdos e práticas “em disputa pela expressão que se pretende a mais legítima, pois a sustentabilidade é uma noção a que se pode recorrer para tornar objetivas diferentes representações e ideias”. Nesse embate, o Estado e o empresariado, por serem as forças hegemônicas no projeto desenvolvimentista, ocupam posição privilegiada para dar conteúdo à noção de sustentabilidade.

Em relação a esses eixos discursivos voltados para as cidades, Acselrad (2001) identifica três matrizes, com foco: (i) no reajustamento da base técnica das cidades, visando uma racionalidade econômica dos fluxos de matéria e energia, que desconsidera a dimensão política do espaço urbano; (ii) na qualidade de vida dos cidadãos, para resgatar o direito ao ambiente saudável e ao usufruto da existência simbólica de espaços urbanos, favorecendo o desenvolvimento do diálogo e da negociação no âmbito das políticas urbanas; (iii) na reconstituição da legitimidade das políticas públicas, seja via o modelo da eficiência ou o da equidade, em ambos casos para viabilizar pactos políticos e evitar os “riscos de ruptura sociopolítica em

⁷¹ O *novo urbanismo* se consolidou nos Estados Unidos na década de 1990, por meio da atuação de alguns profissionais do campo. Eles retomaram muitas ideias do planejamento urbano e regional das primeiras décadas do século XX, tais como os princípios das cidades-jardins, em contraposição ao urbanismo modernista desenvolvimentista e baseado no automóvel, que orientou o crescimento urbano nas décadas seguintes. Contudo, o *novo urbanismo* tem sofrido críticas em relação ao resultado prático alcançado com o desenho urbano dos projetos efetivamente implantados, tais como bairros nos subúrbios das cidades estado-unidenses sem diversidade socioeconômica ou densidade demográfica compatíveis com as premissas de fomento ao uso misto e ao transporte público (MACEDO, 2007).

idades crescentemente fragmentadas pelos processos de globalização e acumulação flexível” (*ibid.*, p. 51).

Especificamente no que se refere à busca por uma nova relação dos espaços urbanizados com o ciclo hidrológico terrestre, e mesmo dos cidadãos com as águas urbanas, foco deste trabalho, observa-se a emergência de formulações teórico-científicas alternativas ao modelo tradicional de drenagem pluvial, bem como de experiências de planejamento e de práticas sociais urbanas. Nessa busca, uma visão integrada entre cidade e natureza é fundamental, para não recair na abordagem hegemônica do conceito de desenvolvimento sustentável, que segundo Araújo (2009, p. 31) parte de:

(...) uma visão compartimentada da realidade (meio físico e biótico, desvinculados do sócio-econômico) e do ambiente natural como primeira natureza, externa aos processos sociais, como um domínio puro e absoluto, desprovido de conflitos, a ser recuperado ou preservado.

Como pano de fundo deste trabalho, tem-se, portanto, a abordagem de Henri Lefebvre acerca da produção e organização do espaço urbano metropolitano, assim sintetizada por Araújo (2009, p. 28):

(...) espaço socialmente produzido a partir de relações dialéticas entre processos sociais e estruturas espaciais, sob o enfoque da ecologia política da urbanização que encara o ambiente construído das cidades como o resultado histórico-geográfico de processos específicos de interações sócio-ambientais.

Swyngedouw (2009), a partir da obra de Lefebvre, exemplifica como o processo de produção da socionatureza inclui tanto processos materiais, como também representações simbólicas e discursivas da natureza, por meio dos fluxos de água na cidade. Assim, segundo esse autor, o elemento natural puro *água* se transforma completamente no espaço urbano, por meio da infraestrutura instalada, dos usos, significados e imagens a ela atribuídos pela sociedade, transformando-se em um elemento híbrido *socionatural*, pleno de contradições, tensões e conflitos, como toda a cidade em si⁷². Portanto, na construção de uma ecologia política da cidade, interessa reconstruir os processos de produção desses elementos híbridos, elucidando as relações de poder que os estruturam, análise proposta neste trabalho a partir da perspectiva das mudanças recentes em relação ao manejo de águas pluviais urbanas.

⁷² Vide, por exemplo, a análise de Illich (1985) sobre as criações sociais acerca da água ao longo da história da humanidade e sua transformação nos tempos modernos, abordada no item 2.2.

Em relação às propostas de desenho e projeto urbanos que surgem a partir da segunda metade do século XX, observa-se a incorporação crescente dessa visão integrada entre cidade e natureza, ainda que muitas vezes restrita aos aspectos físicos e ignorando seus aspectos socioeconômicos (ACSELRAD, 2001; COSTA, 2008). Drake (2016), por outro lado, acredita que a racionalidade ambientalista se funde à crítica aos espaços e às infraestruturas monumentais, totalizantes e homogeneizantes cunhados pelos métodos modernistas de planejamento e projeto, para buscar configurações espaciais que reflitam os avanços sociais, ambientais e tecnológicos das últimas décadas. Monte-Mór (1994, p. 179) também aponta para a necessidade de “novos arranjos sócio-espaciais e ambientais”, que permitam recriar as relações entre espaço-construído e espaço natural, baseados na pluralidade e na diversidade, “que podem ser propiciadas pelo resgate das mediações e articulações dos muitos subespaços que resistiram à modernização frustrada e incompleta”.

Para Drake (2016), o papel do desenho urbano na esfera pública atualmente está subestimado, mas essa autora prevê que isso tende a mudar. Diante das incertezas frente à perspectiva de acentuação dos fenômenos naturais como tempestades, ondas de calor e ciclones, decorrentes do aquecimento global, sistemas de engenharia mais flexíveis são fundamentais. Segundo ela (*ibid.*, p. 35, tradução minha), “a ideia de usar sistemas naturais para brindar amenidades públicas e benefícios à saúde não é nova”⁷³, dando como exemplo a proposta de Frederick Law Olmsted (1822-1903) para os pântanos de Back Bay em Boston, no final da década de 1880, onde ele propôs utilizar os fluxos de maré para reduzir a pestilência e a contaminação da área.

Nas cidades contemporâneas, é notável a desigualdade social em relação à exposição aos riscos ambientais. Portanto, Acselrad (2001, p. 23) aponta que o desenvolvimento urbano não pode se restringir a um *urbanismo ecologizado*, baseado meramente na racionalidade econômica, mas que promova a justiça ambiental, por meio do combate à segregação socioespacial, da defesa dos direitos de acesso aos serviços urbanos e da superação da desigual exposição aos riscos urbanos.

⁷³ *La idea de usar sistemas naturales para brindar amenidades públicas y beneficios de salud no es nueva.*

Ian McHarg, ao publicar o livro já clássico “*Design with Nature*”, em 1969, nos EUA, propunha um sistemático mapeamento das condicionantes ambientais locais para dar suporte ao projeto urbano e paisagístico. Segundo Vescina (2010, p. 82), ele foi um dos pioneiros na junção da ecologia e do urbanismo, num momento em que o planejamento urbano “era considerado exclusivamente um processo socioeconômico”. Ao longo das últimas décadas, a obra de McHarg recebeu críticas que a consideram impregnada por um certo determinismo ecológico e por uma nostalgia de uma paisagem pré-industrial. Vescina (2010) destaca, entre os seguidores críticos de McHarg, o paisagista Michael Hough, que busca incorporar uma dimensão social ao legado daquele autor. Hough considera fundamental dar visibilidade, no projeto urbano e paisagístico, aos processos que intervêm sobre a paisagem, para despertar a consciência ambiental e, conseqüentemente, a ação por parte dos cidadãos. O projeto passa, então, a ser visto mais como meio suporte de processos do que como objeto pronto e acabado, incorporando “um certo grau de indeterminação e liberdade”, para permitir “uma melhor adaptação às incertezas e imprevisibilidades que caracterizam a construção da cidade” (*ibid.*, p. 105).

Essas propostas de desenho urbano integram muitas vezes políticas públicas urbanas mais amplas, que visam à melhoria da qualidade do *meio ambiente urbano*⁷⁴ por meio de ações voltadas para as águas, o transporte, os resíduos sólidos, as áreas verdes, a qualidade do ar, etc. No item seguinte, o novo conceito para o manejo de águas pluviais urbanas, que surge nesse contexto, é apresentado.

Cabe, antes, ressaltar algumas especificidades da questão ambiental urbana no Brasil, onde, de forma similar aos demais países periféricos, observa-se a *queima de etapas*, em que a provisão dos meios de consumo coletivos pelo Estado de Bem-Estar Social não alcançou a universalidade e já se observam “os efeitos do neoliberalismo desregulador sobre a precária qualidade da vida urbana” (COSTA, 2000, p. 59). Essa situação é visível, por exemplo, no conflito de ocupação do solo de áreas ambientalmente frágeis, como fundos de vale, cabeceiras e áreas úmidas, por moradias e loteamentos ilegais, solução adotada por grande parte da população

⁷⁴ Essa expressão é aqui adotada no sentido exposto por Costa (2000, p. 56), como uma “busca de sintetizar dimensões físicas (naturais e construídas) do espaço urbano com dimensões de ambiência, de possibilidade de convivência e de conflito, associadas às práticas da vida urbana e à busca de melhores condições de vida, seja para a cidadania, seja na busca de qualidade da vida urbana. Trata-se da procura da justiça socioambiental em si, bem como da criação e/ou manutenção das condições materiais/ambientais que deem suporte e expressem tal justiça”.

das grandes cidades brasileiras, que permanece excluída do mercado imobiliário ou de alternativas legais que garantam um padrão mínimo de qualidade de vida, conforme ressaltado por Maricato (2000). Tal contexto deve sempre ser considerado na análise de propostas como a apresentada a seguir, cuja origem são os países centrais. Caso contrário, seguiremos concebendo políticas de uso e ocupação do solo incongruentes com a dinâmica flexível e desigual da produção efetiva do espaço urbano.

A matriz teórica modernista e funcionalista do planejamento urbano criticada por Maricato (2000) está ligada à concepção original dele, baseada no pensamento euclidiano, no cientificismo, no positivismo e na engenharia do século XIX. Portanto, Friedman (2003) resalta a necessidade dessa matriz ser amplamente reconcebida, por meio da ligação entre conhecimento e ação no domínio público. Considerando o colapso atual do *continuum* espaço/tempo, esse autor sugere focar nos processos atuais e não futuros e nas escalas local e regional, que possibilitam maiores chances de solucionar problemas específicos, de viabilizar a participação popular, além de representarem o espaço cotidiano. Ele estabelece cinco características essenciais ao planejamento não euclidiano: normativo, inovador, político, transativo (empoderador, participativo) e baseado no aprendizado social (autocrítico, democrático e flexível). Em síntese, no planejamento, atividade de responsabilidade pública, o conhecimento deve ser produto da *expertise* e da experiência, voltado para a implementação de mudanças estratégicas, sob constante avaliação.

3.3 Novas ideias e práticas para o manejo das águas pluviais urbanas

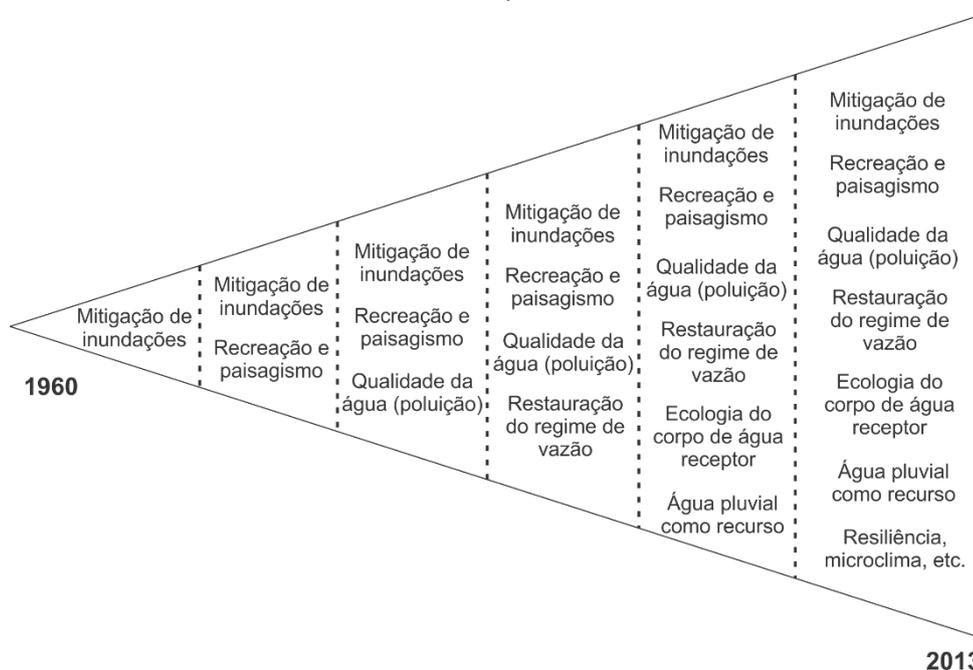
Nesse amplo cenário de contestação do modelo de desenvolvimento adotado a partir da modernidade, o manejo de águas pluviais foi se tornando cada vez mais complexo a partir dos anos 1970 e 1980, inicialmente nos países desenvolvidos, mas logo se estendendo a todo o mundo. Se antes a drenagem urbana tradicional baseava-se no foco único, de aplicação praticamente universal, de implantação de uma rede de tubulações para garantir o escoamento rápido das águas pluviais para jusante, por meio da ação técnica restrita a engenheiros sanitários, observa-se uma abrangência progressiva acerca da abordagem desse

tema, que requer interação com outras disciplinas (e atores), conforme indicado por Fletcher *et al.* (2015, p. 536, tradução minha):

Essas novas abordagens tornaram-se cada vez mais orientadas ideologicamente, sendo mais polivalentes e localmente direcionadas e, portanto, refletem não apenas avanços técnicos, mas também constante abrangência de contextos culturais, sociais e políticos⁷⁵.

Um novo paradigma está, portanto, em fase de desenvolvimento para orientar as práticas de manejo de águas pluviais urbanas, buscando essencialmente mitigar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico terrestre e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, mas sem se restringir apenas aos aspectos físicos e ambientais, considerando os possíveis benefícios para o meio ambiente urbano. Enquanto originalmente a hidrologia e a hidráulica visavam exclusivamente ao controle de cheias e à proteção da saúde humana, ao longo do tempo observa-se a incorporação progressiva de múltiplos objetivos nos processos de tomada de decisão e projetos referentes à drenagem urbana (FLETCHER *et al.*, 2015; vide Figura 23).

Figura 23: Integração e sofisticação crescentes do manejo de água pluviais urbanas ao longo do tempo



Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de Fletcher *et al.*, 2015.

⁷⁵ *These new approaches have become increasingly ideologically driven, being more multipurpose and locally driven, and thus reflect not only technical advances, but also constantly evolving cultural, social and political contexts.*

Neste momento de transição de conceitos, conforme descrito por Kuhn (1996) em sua teoria sobre as revoluções científicas, Miguez *et al.* (2016, p. 3) identificam uma certa inércia na adoção das medidas alternativas de drenagem junto ao meio técnico-profissional, tendência “compreensível pelos anos de experiência acumulados nas atividades de projeto de canalização, diques e barragens”. Por outro lado, esses autores ressaltam a maior facilidade do meio acadêmico em adotar as inovações, devido a sua proximidade com as atividades de pesquisa, o que tem sido observado nos esforços voltados para a aplicação de técnicas compensatórias de drenagem. Finalmente, eles apontam para a importância de não descartar totalmente o conhecimento técnico da drenagem tradicional, e que, em algumas situações, o emprego associado das técnicas tradicionais com as compensatórias pode ser efetivo para reorganizar espacialmente os escoamentos superficiais produzidos na bacia hidrográfica.

Fletcher *et al.* (2015) analisam os diferentes termos que têm sido usados no meio técnico-científico (jargões) para designar o novo paradigma de drenagem urbana, enfocando as referências da língua inglesa. Esses autores apontam para uma variedade considerável de denominações, que muitas vezes tem levado a sobreposições de conceitos ou mesmo a mal-entendidos. Todavia, acreditam que, em função das novas abordagens demandarem maior interface com o contexto local e/ou regional, a adoção de uma denominação universal pode ser prejudicial. Assim, eles indicam a importância de os autores apresentarem claramente o escopo subjacente às denominações adotadas nas publicações, para facilitar a comunicação entre países e disciplinas. O Quadro 1, a seguir, apresenta um resumo dos principais termos utilizados recentemente em âmbito internacional, conforme levantamento realizado por Fletcher *et al.* (2015).

Quadro 1: Terminologia recente acerca do manejo de águas pluviais urbanas

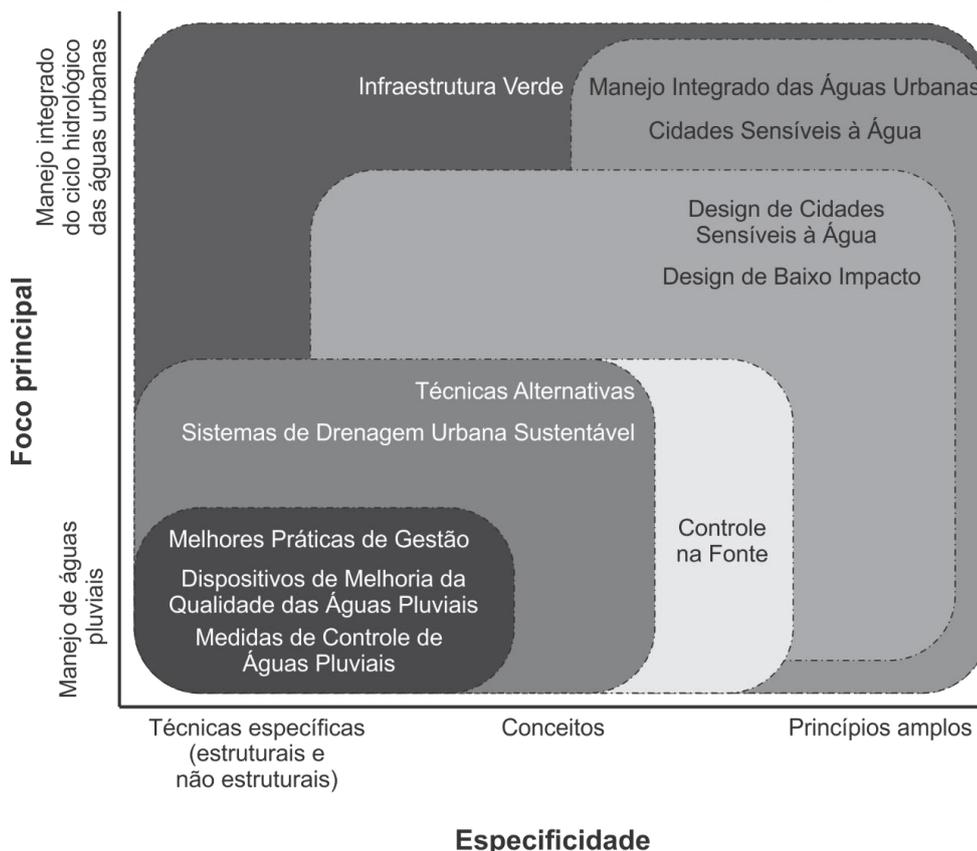
Termo	Países/regiões onde é mais utilizado	Data de origem	Conceitos originais
<i>Low Impact Development (LID)</i>	EUA (origem), Canadá e Nova Zelândia	1977	Projeto com abordagem ambiental (influência de Ian McHarg) para minimizar os custos com o manejo de águas pluviais, proteger áreas ambientalmente sensíveis, como mananciais, da poluição e alcançar um balanço hidrológico próximo ao <i>natural</i> na bacia hidrográfica. Ênfase no emprego de medidas de controle de menor escala e na fonte, em detrimento de grandes sistemas de retenção a jusante.

Termo	Países/regiões onde é mais utilizado	Data de origem	Conceitos originais
<i>Water Sensitive Urban Design (WSUD)</i>	Austrália (origem), Nova Zelândia e Reino Unido	Década de 1990	Emprego de técnicas compensatórias para alcançar objetivos mais amplos do que o manejo de águas pluviais, ao considerá-lo com um dos itens que integra a gestão do ciclo das águas urbanas, juntamente com o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e a proteção ambiental dos recursos hídricos. Visa gerar cidades sensíveis à água por meio do planejamento e projeto urbanos, ao integrar as técnicas compensatórias na paisagem e explorar suas múltiplas funções/oportunidades.
<i>Integrated Urban Water Management (IUWM)</i>	Países diversos em todo o mundo	Década de 1980 (conceitos); década de 1990 (termo)	Visa à gestão integrada de todos os componentes do ciclo hidrológico na bacia hidrográfica e das águas urbanas (abastecimento, águas subterrâneas, esgotos e águas pluviais), inclusive das instituições responsáveis por eles. Considera as demandas antrópicas e ecológicas relacionadas à água.
<i>Best Management Practices (BMPs)</i>	EUA (origem), Canadá, Europa	1972	Práticas estruturais (infraestrutura construída) e não estruturais voltadas para o controle da poluição difusa e/ou do escoamento pluvial. Sua origem está relacionada ao controle da poluição de efluentes industriais nos EUA.
<i>Sustainable Urban Drainage Systems (Suds)</i>	Reino Unido	Final da década de 1980 (conceitos); década de 2000 (termo)	Abrange as tecnologias e técnicas relacionadas ao manejo de águas pluviais, visando ao tripé da drenagem sustentável (quantidade, qualidade e habitat/amenidades). Busca replicar o mais próximo possível a situação da drenagem original do sítio, assim como o LID.
<i>Compensatory or Alternative Techniques</i>	França (origem), Brasil	Início da década de 1980	Busca descrever um novo paradigma para a drenagem urbana. Abrange soluções para o controle da quantidade e qualidade das águas pluviais, como também o potencial delas para melhorar a qualidade de vida nas cidades. Foco nos benefícios para o ambiente construído em relação aos benefícios para o ecossistema.
<i>Green Infrastructure (GI)</i>	EUA (origem), países diversos em todo o mundo	Década de 1990	Extrapolava o manejo de águas pluviais, pois sua origem é a ecologia da paisagem e o desenho urbano, em busca de promover uma rede de espaços verdes. Identifica o potencial dos serviços ecossistêmicos prestados pelos espaços verdes urbanos, incluindo o papel deles para promover amenidades urbanas, saúde humana e igualdade social. Uso da vegetação e do solo para o manejo das águas pluviais na fonte, em oposição à <i>infraestrutura cinza</i> convencional das redes de drenagem monofuncionais.

Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de Fletcher *et al.*, 2015.

Fletcher *et al.* (2015) propuseram uma representação esquemática (vide Figura 24) para classificar os termos recentes referentes ao novo paradigma de drenagem urbana, a partir do foco original deles (se mais restritos ao manejo de águas pluviais ou se mais próximos de uma abordagem holística do ciclo hidrológico urbano) e de suas especificidades (se mais focados no aspecto técnico ou se consideram princípios mais amplos, como fatores paisagísticos, sociais, econômicos e políticos). Os autores ressaltam que essa classificação proposta não é estática, pois se altera ao longo do tempo, na medida em que a terminologia tanto reflete como também direciona a prática⁷⁶. Assim, observa-se um espectro que varia de termos mais restritos à descrição das técnicas, tais como *BMPs* e *Alternative Techniques*, até aqueles que envolvem uma visão mais ampla da aplicação delas, como *LID*, *WSUD*, *IUWN* e *GI*.

Figura 24: Classificação sugerida por Fletcher *et al.* (2015) para os termos recentes acerca da drenagem urbana, de acordo com as especificidades e o foco original deles



Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de Fletcher *et al.*, 2015.

⁷⁶ Segundo Fletcher *et al.* (2015), faltam análises críticas em relação à drenagem urbana que busquem examinar se os novos conceitos têm atingido seus objetivos, tais como a melhoria da qualidade da água, a proteção dos ecossistemas aquáticos e a mitigação das inundações, nas experiências práticas. De certa forma, esta pesquisa propõe esta análise em relação ao discurso e às políticas públicas recentes implementadas em Belo Horizonte.

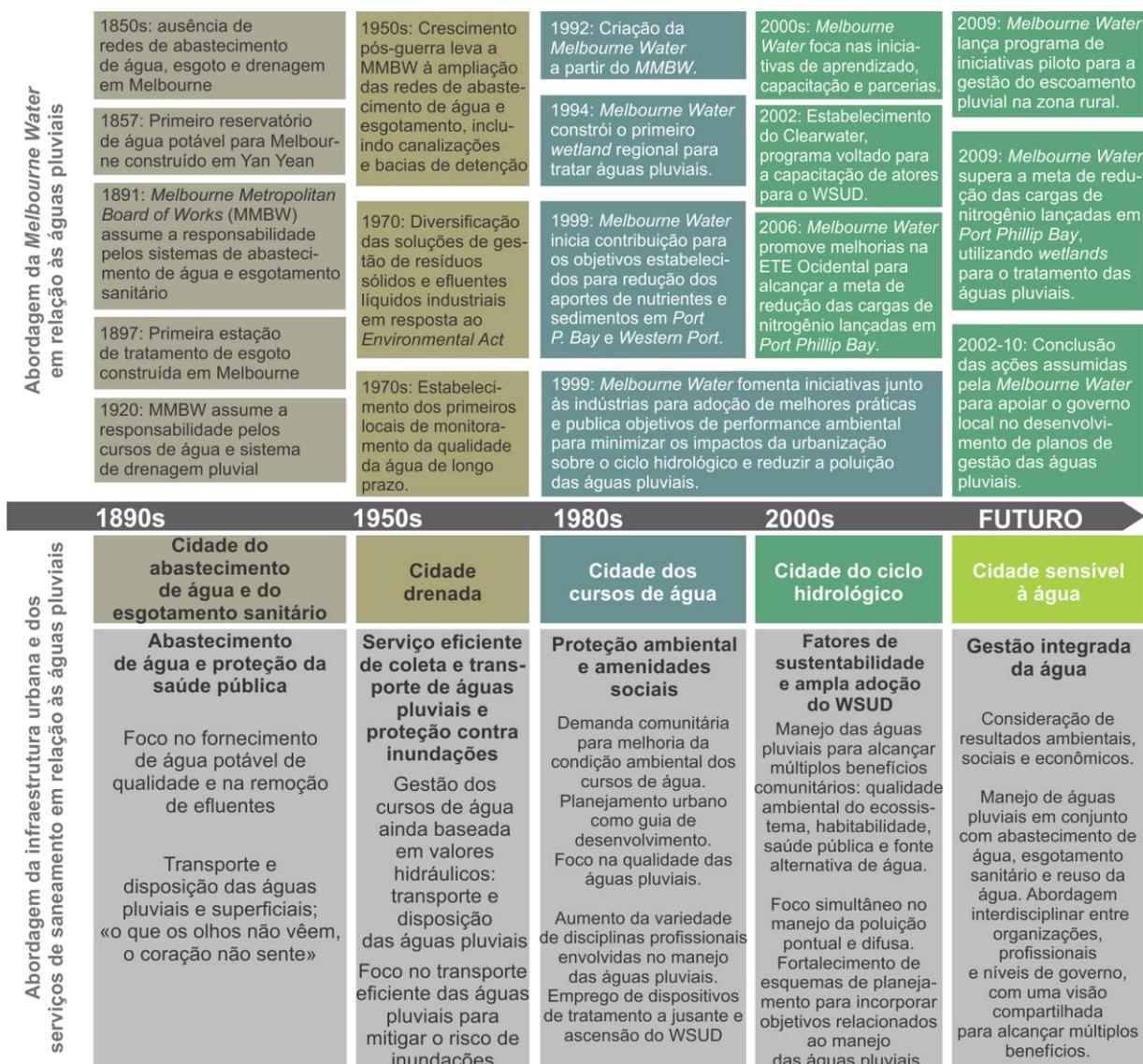
Miguez *et al.* (2016, p. 152) corroboram essa classificação, por meio da síntese que elaboram sobre a evolução dos conceitos de drenagem:

Pode-se interpretar a evolução da drenagem urbana como uma construção sucessiva, a partir de um conceito básico: a substituição de medidas concentradas na condução de água, por medidas que buscam recuperar alterações introduzidas pela urbanização. Assim, primeiro surge a necessidade de introduzir medidas de armazenamento e infiltração. Depois, essas medidas são integradas em uma mímica da hidrologia natural. Mais adiante, expande-se o conceito para além da própria drenagem, procurando integrar as várias áreas do saneamento e a água como recurso, valorizando também a sua interação com a cidade, agregando valor a esta e gerando oportunidades de incremento da biodiversidade. Por fim, ainda com problemas de cheia permeando as cidades, o conceito sai do contexto exclusivamente técnico, para uma esfera em que se busca um arcabouço maior, com desdobramentos sociais, econômicos, legais e institucionais. Nesse contexto, tanto o processo de urbanização quanto o controle do uso do solo urbano devem ser pensados de forma a minimizar os impactos sobre o ciclo hidrológico natural.

E na prática? Como essa transformação tem sido percebida? O órgão responsável pela gestão das águas na Região de Westernport e Port Phillip (Austrália), *Melbourne Water*, em sua publicação acerca da *estratégia* de manejo de águas pluviais em 2013, apresentou um diagrama com a síntese da história da gestão e da percepção das águas urbanas na região (Figura 25). Nele, é notável a incorporação progressiva, a partir da década de 1970, da preocupação ambiental relacionada à gestão urbana e de múltiplos objetivos além daqueles originais das visões sanitarista e racionalista sobre a infraestrutura (saúde pública e controle de inundações respectivamente). Destaco, na primeira fase, a priorização dos investimentos voltados para o abastecimento de água em relação ao esgotamento sanitário, sobretudo o tratamento dos efluentes, situação também verificada na retrospectiva histórica de Belo Horizonte apresentada no item 2.3. Todavia, é notável o período de aproximadamente 100 anos que separam a construção da primeira Estação de Tratamento de Esgoto na Região de Westernport e Port Phillip da ETE Arrudas, na RMBH, fato que ilustra o descompasso entre países desenvolvidos e em desenvolvimento em relação ao acesso aos serviços de saneamento. Outra importante defasagem se refere ao enfrentamento da poluição difusa, presente em Melbourne já nos anos 1990, enquanto no Brasil esta questão ainda é discutida apenas no meio acadêmico, não sendo sequer mencionada na maioria das políticas públicas⁷⁷.

⁷⁷ Para uma análise aprofundada acerca deste tema na América Latina, vide BISWAS *et al.*, 2006.

Figura 25: História da gestão das águas, esgotos e águas pluviais na Região de Westernport e Port Phillip, Austrália



Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de Melbourne Water, 2013.

No Brasil, alguns autores falam em *paradigma da moderna drenagem urbana* (BAPTISTA *et al.*, 2005; CANHOLI, 2014). Contudo, questiono o adjetivo *moderna*, por encontrá-lo deslocado temporalmente. O moderno seria, a meu ver, a concepção tradicional de drenagem urbana, cuja origem é o pensamento cientificista, que tem início no Iluminismo, e positivista, característico do século XIX. Proponho falar em um *paradigma contemporâneo de manejo de águas pluviais*, ainda de aplicação incipiente, sobretudo nos países de desenvolvimento periférico, como o Brasil. O Quadro 2, a seguir, apresenta uma síntese comparativa entre os principais conceitos referentes a essas duas abordagens.

Quadro 2: Síntese comparativa dos principais conceitos abrangidos pela abordagem tradicional e pelo novo paradigma de drenagem urbana

Abordagem tradicional	Nova abordagem
Origem: revolução industrial; higienismo; positivismo (séc. XIX)	Origem: preocupação ambiental (meados séc. XX)
Concepção de soluções restritas à disciplina Engenharia Sanitária, fruto de uma visão fragmentada e setorial	Concepção de soluções com viés multidisciplinar e planeamento integrado das políticas públicas, do ciclo hidrológico e dos usos da água
Viés estritamente técnico	Conhecimento técnico agrega contribuições da participação popular
Falta de integração entre os sistemas do saneamento básico (drenagem pluvial, abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos)	Compreensão da interdependência entre os sistemas de saneamento básico ("o correto funcionamento de um é condição essencial para a eficiência do outro" - MIGUEZ <i>et al.</i> , 2016, p. 17)
Soluções localizadas/pontuais no tempo e no espaço: intervenções restritas à calha fluvial, nos trechos críticos, via ações emergenciais e esporádicas	Soluções integradas: intervenções abrangem toda a bacia hidrográfica e estão inseridas no planeamento urbano
Adequação do projeto às vazões geradas pela urbanização: intervém na consequência das chuvas	Controle das vazões geradas pela urbanização (via infiltração e/ou detenção) e busca de não ampliação da cheia natural com o processo de urbanização: intervém na causa das inundações
Transferência das vazões para jusante	Controle das vazões o mais próximo possível de sua geração
Curso de água: restrito à calha menor	Curso de água abrange sua planície de inundação
Projeto cria espaços monofuncionais, cujo objetivo é o escoamento rápido das vazões	Projeto busca criar espaços e estruturas multifuncionais (controle de vazões e da poluição difusa; uso da água pluvial; lazer, prática de esportes, fruição; lidar com conflitos: habitação, sistema viário, saneamento, barreira urbana, etc; viabilizar implantação e manutenção)
Supressão das águas da paisagem urbana	Integração das águas à paisagem urbana (visibilidade; conscientização ambiental; memória histórica e cultural; usos múltiplos - uso de estruturas da paisagem urbana com funções hidráulicas)
Canalização como meio de viabilizar a ocupação urbana do leito maior dos rios	Busca de resguardar o leito maior dos rios /planície de inundação da ocupação urbana
Cursos de água caracterizados como canais estáveis e fixos, com obras de defesa contra cheias	Busca de soluções mais compatíveis entre as necessidades antrópicas e a dinâmica fluvial natural (restauração fluvial)
Busca de crescente controle das inundações	Busca de crescente resiliência urbana frente às inundações

Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de Miguez *et al.*, 2016.

De maneira similar ao diagrama produzido por *Melbourne Water* (2013), Canholi (2014) traçou a evolução da drenagem urbana na cidade de São Paulo e sua região metropolitana, desde a década de 1990 até meados dos anos 2000, apontando perspectivas para o cenário futuro (Figura 26). Observa-se uma apropriação do novo paradigma inicialmente restrita às medidas compensatórias estruturais, principalmente centralizadas (bacias de retenção), seguida de um movimento crescente de ampliação do conceito, incorporando a abordagem integrada por meio de instrumentos de planejamento, tais como os planos diretores de drenagem na escala da bacia hidrográfica, e as vertentes de restauração de cursos de água. Para o cenário futuro, esse autor vislumbra a inserção de medidas compensatórias não estruturais, tais como os sistemas de previsão e alerta de inundações junto à população, e estruturais, voltadas para o controle das inundações e da poluição difusa de origem pluvial, além de projetos urbanísticos visando à melhoria da qualidade ambiental do espaço construído, por meio da integração de espaços verdes e cursos de água restaurados.

Figura 26: Evolução da drenagem urbana em São Paulo

Até 1994	APÓS 1994	1994 - 1998	1998	2002	2003	FUTURO
Apenas canalização	Retenção	Obras de contenção/canalização	Plano Diretor de Macro-drenagem da bacia do Alto Tietê (DAEE)	Alargamento da calha/redução de velocidades do Aricanduva (PMSP/SIURB)	Requalificação paisagística dos fundos de vale do Aricanduva (<i>river restoration</i>) (PMSP/SVMA)	Continuidade no controle de quantidade
Obs: normalmente fechada/rápida	Mudança do paradigma	Bacias de retenção Cabuçu de Baixo, Água Espreada e Alto Aricanduva (PMSP), Tamanduateí, Pirajuçara (DAEE)	Plano de drenagem de município da RMSP (Santo André)	Ampliação dos sistemas de alerta (FCTH/SIURB)	Programa Drenus (SIURB/PMSP) Redução significativa das vias de fundo de vale	Controle da qualidade da água/ piscinões/ <i>wetlands</i>
Visão higienista	Visão conservacionista					Redução da poluição difusa
						Parques lineares (<i>greenways</i>)
						Operação em tempo real/ sistemas de previsão e alerta
						
PLANEJAMENTO INTEGRADO						

Nota: PMSP: Prefeitura do Município de São Paulo; DAEE: Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo; RMSP: Região Metropolitana de São Paulo; SIURB: Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras; FCTH: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica; SVMA: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de Canholi, 2014.

Nos subitens a seguir, são explorados os principais conceitos relacionados ao novo paradigma de manejo de águas pluviais urbanas, apresentando exemplos ilustrativos da aplicação deles em diferentes cidades do mundo.

3.3.1 Técnicas compensatórias

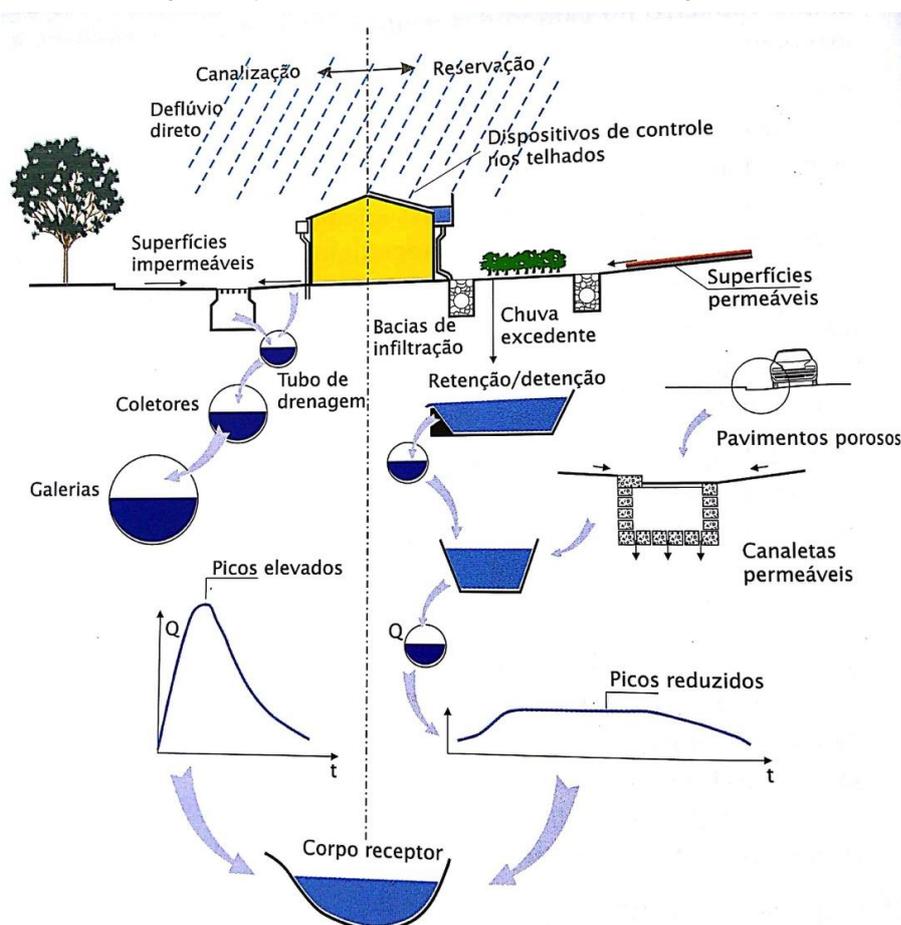
Segundo Baptista *et al.* (2005)⁷⁸, as técnicas *alternativas* ou *compensatórias* ou ainda *medidas de controle* na terminologia adotada por Canholi (2014), são novas soluções de drenagem que surgiram na Europa e na América do Norte a partir dos anos 1970, visando mitigar as inundações⁷⁹. Ao contrário do conceito de origem higienista vigente até então, de evacuação rápida e sistemática das águas para jusante, elas se desenvolveram baseadas no papel potencial de regulação temporal das vazões pelas superfícies urbanas a partir da retenção e infiltração de água, buscando compensar os efeitos da impermeabilização do solo⁸⁰. Canholi (2014) denomina esse novo conceito de vertente *conservacionista*, que se caracteriza pela busca em reter (ou reservar) os escoamentos pluviais nas proximidades de suas fontes (Figura 27).

⁷⁸ Esse livro, de autoria dos professores Márcio Baptista e Nilo Nascimento do EHR da EE-UFMG, em parceria com Sylvie Barraud, professora do *Institut Nationale des Sciences Appliquées (INSA)* de Lyon, é citado por Fletcher *et al.* (2015) como fonte no Brasil do uso do termo *Compensatory or Alternative Techniques*, de origem francesa. De fato, o livro foi publicado pela Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro), buscando promover ampla difusão do tema junto à comunidade técnica e científica brasileira. Esse caso demonstra o protagonismo do EHR/UFMG em âmbito nacional e como as parcerias com acadêmicos de instituições internacionais são uma importante via de troca de conhecimento e experiências e de difusão de conceitos.

⁷⁹ É importante pontuar que, ao longo da história da urbanização, diversas civilizações desenvolveram meios de convivência e tentativas de mitigação das inundações. Entretanto, a tentativa de sua aplicação sistemática, buscando reverter o legado de intervenções sanitaristas e alinhada com o pensamento ambiental, aparece apenas no final do século XX.

⁸⁰ As técnicas compensatórias que envolvem a infiltração das águas ocasionam também a diminuição do volume de águas pluviais escoado e, conseqüentemente, ganho financeiro com a redução das dimensões necessárias do sistema de drenagem a jusante, além de ganho ambiental, ao possibilitar a recarga do lençol freático. Outro benefício adicional decorrente do emprego de algumas técnicas compensatórias é a redução da carga poluidora das águas pluviais, ao reduzir o trajeto do escoamento (revestimentos drenantes, armazenamento e infiltração na fonte) ou promovendo a decantação (estruturas de retenção) (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Figura 27: Ilustração esquemática dos conceitos de canalização *versus* reservação



Fonte: Canholi, 2014.

Na França, inicialmente essas técnicas se restringiam à implantação de bacias de amortecimento de cheias e atualmente abrangem maior variedade de opções. Elas têm sido empregadas em diversos países com uma preocupação crescente de gerar soluções integradas e multifuncionais (Baptista *et al.*, 2005) - Figura 28. No Brasil as técnicas mais difundidas a partir dos anos 1990 até o momento também são as bacias de retenção (Figura 29), além dos reservatórios individuais⁸¹. Canholi (2014) indica que a Região Metropolitana de São Paulo se destaca no cenário nacional pela quantidade e pelo porte das obras *não convencionais* de drenagem implantadas no período compreendido entre 1994 e 2003, no qual foram construídos 33 *piscinões*, denominação utilizada na região para as bacias de retenção.

⁸¹ Em Belo Horizonte, os reservatórios individuais são conhecidos como caixas de captação e drenagem. Eles foram incorporados à legislação urbanística em 1996, por meio da Lei Municipal nº 7.166, quando também pela primeira vez foi estipulada uma taxa de permeabilidade mínima dentre os parâmetros urbanísticos de ocupação do solo urbano (BELO HORIZONTE, 1996; 2000; 2010). Este tema é tratado no item 4.2.

Figura 28: Bacias de amortecimento de cheias associadas a espaços de uso social



1 - Barragem Santa Lúcia, bacia de retenção em Belo Horizonte, inserida no Parque Municipal Jornalista Eduardo Couri.



2 - Bacia de detenção em Guimarães, Portugal, com espelho d'água permanente, associada à área de lazer.

Fontes: 1) sítio web Mapio Net; 2) sítio web Emaze.

Figura 29: Bacias de detenção construídas recentemente em grandes cidades brasileiras



1 - Reservatório Guaramiranga, bacia de detenção seca, sem uso social, no rio Tamanduateí, São Paulo.



2 - Bacia de detenção seca em Porto Alegre, associada à área de lazer (quadra esportiva).

Fontes: 1) Canholi, 2017; 2) sítio web Baccarim Eng. Sanitária e Ambiental.

As medidas compensatórias na literatura técnica (BAPTISTA *et al.*, 2005; TUCCI, 2007; GORSKI, 2010; CANHOLI, 2014) normalmente são classificadas como *estruturais* ou *não estruturais*. As *técnicas estruturais* consistem em dispositivos de drenagem implantados conforme projeto de engenharia hidráulica, ou seja, implicam investimentos em recursos materiais. Elas se dividem ainda em *difusas/extensivas* ou *na fonte* – compreendem os dispositivos de pequeno porte voltados para o armazenamento e/ou a infiltração ou medidas de controle de impermeabilização ou produção de sedimentos aplicados na escala local, próximos à origem dos escoamentos e disseminados no território da bacia hidrográfica - e *centralizadas/intensivas* ou *a jusante* – correspondem às intervenções localizadas em trechos estratégicos do canal fluvial, sendo normalmente de maior porte e, portanto, demandando investimentos de maior escala, geralmente de iniciativa

pública⁸². Já as *técnicas não estruturais* envolvem essencialmente recursos humanos e abrangem iniciativas de planejamento e gestão, tais como legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo, por exemplo, por meio da definição de parâmetros urbanísticos, tais como taxa mínima de permeabilidade, ações de educação ambiental e sistemas de previsão e alerta de inundações, que visam reduzir os danos ou as consequências desses eventos. Estas têm custos mais baixos em comparação com as técnicas estruturais, mas demandam horizontes mais amplos de atuação.

O Quadro 3 a seguir descreve resumidamente as principais técnicas compensatórias estruturais, destacando seus elementos constituintes, condicionantes de projeto, possibilidades de aplicação em áreas urbanas e principais vantagens e desvantagens. As bacias de detenção, retenção e/ou infiltração, bem como os *wetlands* construídos, tendem a ser utilizados de forma intensiva, ou seja, captando vazões de escoamento de áreas extensas de contribuição e, portanto, configurando obras de maior porte situadas a jusante, em pontos estratégicos da bacia hidrográfica. Contudo, reservatórios menores e em maior número, distribuídos ao longo da bacia também podem ser previstos, por exemplo, em praças e pequenos parques, visando captar os volumes oriundos apenas de determinado loteamento e não de um conjunto de bairros (MIGUEZ *et al.*, 2016). As técnicas lineares, como valas e trincheiras de infiltração e/ou detenção, e as técnicas pontuais, como os poços de infiltração, os telhados verdes e os reservatórios individuais, para serem efetivas, devem ser aplicadas de maneira difusa em toda a bacia hidrográfica, ao longo do sistema viário e no interior dos lotes, respeitando as condicionantes geológico-geotécnicas⁸³ (Figura 30 e Figura 31).

⁸² A restauração de cursos de água é considerada por muitos autores (BAPTISTA *et al.*, 2005; CANHOLI, 2014) uma medida compensatória, pois as diversas ações que compreende (tais como a restauração do leito maior, das sinuosidades e de revestimentos rugosos da calha fluvial) visam, dentre outros objetivos, à redução das velocidades de escoamento e, conseqüentemente, dos picos de vazão. Devido à complexidade deste tema e das inúmeras possibilidades para o projeto urbanístico e para a melhoria da qualidade ambiental do espaço construído, optei por abordá-lo de forma mais detalhada no item 3.3.1.1.

⁸³ No caso das técnicas compensatórias com função de infiltração, é fundamental verificar sua viabilidade a partir da condutividade hidráulica do solo, que deve ser suficientemente permeável. De maneira geral, recomenda-se que estruturas hidráulicas de infiltração não sejam instaladas em terrenos com nível freático muito superficial, optando-se pela zona não saturada do solo e respeitando uma distância vertical de pelo menos 1,0 metro em relação ao nível máximo freático, para garantir uma camada mínima de filtração e também a capacidade dimensionada dos dispositivos, já que parte de seu volume útil pode ser ocupado quando da elevação do nível do lençol

Figura 30: Aplicação de técnicas estruturais compensatórias em diferentes escalas



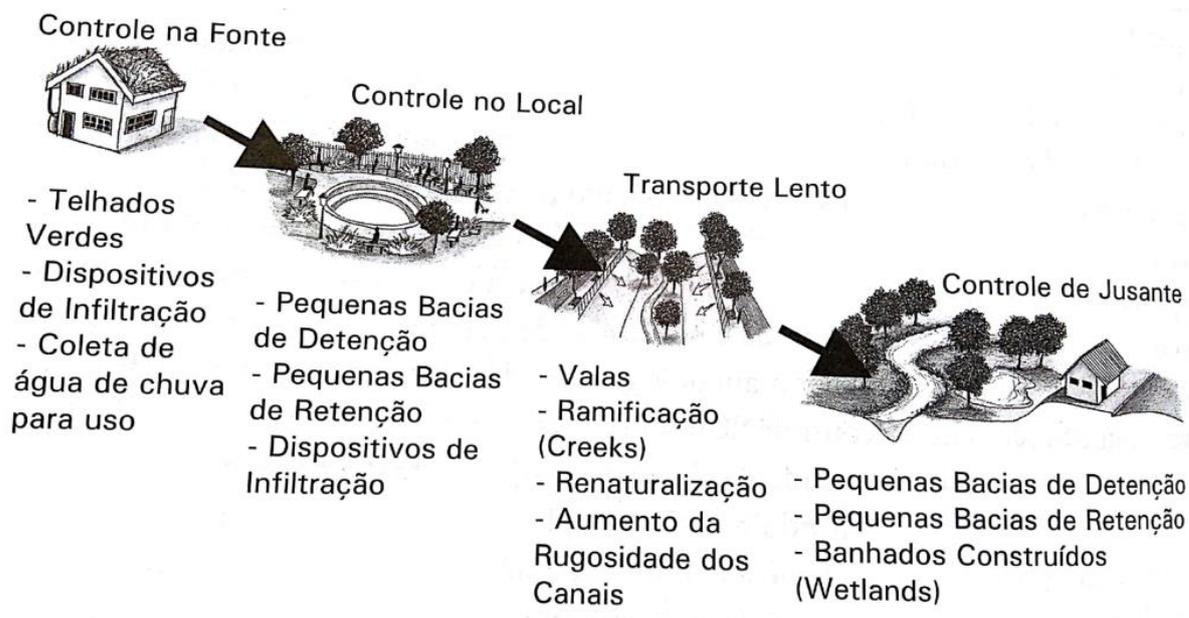
1 - *Wetland* construído para tratamento das águas do rio Sena, integrando parque público (*Parc du Chemin d'Île*) em Nanterre, França



2 - Vala de infiltração no *Bottière-Chênaie Ecodistrict*, em Nantes, França.

Fontes: 1) a autora, 2015; 2) Landezine, 2012.

Figura 31: Categorização das técnicas compensatórias, segundo sua localização no sistema de drenagem



Fonte: Miguez *et al.*, 2016.

ao longo do ano. Essas recomendações visam ao controle do risco de contaminação das águas subterrâneas, inerente às estruturas de infiltração. Do ponto de vista geotécnico, é fundamental garantir uma distância mínima das estruturas compensatórias em relação às áreas construídas, variável conforme o porte do dispositivo proposto, para não comprometer as fundações das edificações. A presença de dispositivos subterrâneos de outras redes de infraestrutura urbana não é um impeditivo à instalação das técnicas compensatórias. Todavia, é necessário cadastro atualizado desses equipamentos urbanos, bem como interface com os órgãos responsáveis por eles, para definição da locação na fase de projeto (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Quadro 3: Características das principais técnicas compensatórias estruturais

Técnica	O que é	Componentes / Tipos	Vantagens	Desvantagens
Bacia de detenção	Reservatório para acumulação temporária das águas pluviais, visando ao amortecimento de cheias.	<ul style="list-style-type: none"> Espaço livre para armazenamento e/ou infiltração das águas pluviais; Via de acesso de veículos para manutenção; Estrutura hidráulica para controle da vazão de saída; Vertedor de emergência, para escoar vazões superiores à capacidade de amortecimento e infiltração da bacia. 		
Bacia de retenção	Reservatório com período mais longo de detenção das águas em relação à bacia de detenção, a fim de permitir a decantação das partículas sólidas e, conseqüentemente, reduzir as cargas poluentes de origem pluvial.	Tipos: <ul style="list-style-type: none"> A céu aberto; <ul style="list-style-type: none"> com espelho d'água permanente; sem espelho d'água permanente / secas <ul style="list-style-type: none"> Com fundo / taludes permeáveis; Com fundo / taludes impermeabilizados Subterrânea. 	<ul style="list-style-type: none"> Eficácia considerável na mitigação das inundações de áreas densamente urbanizadas; Potencial para usos múltiplos e requalificação paisagística. 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda por amplos espaços para implantação; Demanda por manutenção periódica e após cada evento de cheia significativo; Após o período de armazenamento nas bacias de retenção, os sedimentos depositados devem ser removidos e receber destinação final ambientalmente adequada.
Bacia de infiltração	Reservatório que, além da função de detenção, permite a infiltração das águas pluviais armazenadas, contribuindo também para a redução dos volumes de escoamento superficial.	Posição em relação à linha principal do sistema de drenagem: <ul style="list-style-type: none"> <i>on-line</i> ou em série, se localizadas no próprio canal fluvial; <i>off-line</i> ou em paralelo, se implantadas para desvio de escoamentos. 		
Wetland construído	<i>Sistema alternativo</i> de tratamento de efluentes domésticos ou industriais e de águas pluviais que simulam processos físico-químicos e biológicos das áreas alagadas naturais (pântanos, brejos, mangues, etc).	<ul style="list-style-type: none"> Lagoa ou canal raso (profundidade < 1,0 m); Tubulação de chegada do efluente; Tubulação de esgotamento / canal extravasor. Tipos: <ul style="list-style-type: none"> Fluxo superficial; Fluxo subsuperficial: <ul style="list-style-type: none"> Fluxo horizontal ou vertical; Com ou sem macrófitas. Sistemas híbridos (arranjo em série ou em paralelo). 	<ul style="list-style-type: none"> Baixo custo de implantação e operação; Fácil manutenção; Tratamento efetivo e seguro das águas residuárias; Tolerância relativa a variações hidráulicas e de cargas de contaminantes; Eficácia na redução de DBO, DQO, sólidos em suspensão, nitrogênio, metais pesados e agentes patogênicos; Benefícios indiretos, tais como criação de área verde, recreativa e educacional e habitats para a vida selvagem. 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda por amplos espaços para implantação; Recorrentes imprecisões para os critérios de projeto e operação; Complexidade biológica e hidrológica do sistema e falta de conhecimento da dinâmica dos processos de tratamento; Baixa eficiência na remoção de fósforo; Demanda por manutenção periódica; Risco de desenvolvimento de pragas, tais como mosquitos, principalmente nos <i>wetlands</i> de fluxo superficial.
Vala de infiltração/detenção	Depressão escavada no solo para direcionar o escoamento e recolher as águas pluviais, armazená-las temporariamente no interior da estrutura, à superfície livre e, eventualmente, permitir sua infiltração no solo.	<ul style="list-style-type: none"> Se a infiltração é desejável: revestimento vegetal. Espécies vegetais devem ser adaptadas às inundações periódicas. Se a infiltração não é desejável: revestimento em concreto, alvenaria, pedras, argila ou geomembrana coberta com solo. Alimentação: diretamente pelo escoamento superficial (modo difuso) ou por meio de uma rede de drenagem (modo localizado). 	<ul style="list-style-type: none"> Simplicidade de execução: apenas escavações para conformar depressões no terreno com uma direção preponderante de escoamento. 	
Trincheira de infiltração/detenção	Instalação linear (trincheira) ou pontual (poço) nos pontos baixos e preenchida com material granular graúdo (pedra de mão, seixo ou brita), para recolhimento das águas pluviais diretamente ou por meio de tubulação e promoção de sua infiltração no solo e/ou armazenamento temporário.	<ul style="list-style-type: none"> Revestimento superfície: pavimentos permeáveis, grama, pedra ou seixos; Alimentação: diretamente pelo escoamento superficial (modo difuso) ou por meio de uma rede de drenagem (modo localizado); Implantação: em áreas permeáveis ou em áreas onde a camada de solo superficial é pouco permeável, mas que apresentam maior capacidade de infiltração em profundidades maiores. 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda reduzida de espaço; Baixo custo de implantação; Possibilidade de valorização paisagística do espaço urbano; Similaridade com os drenos tradicionais; Possibilidade de utilização de materiais locais para preenchimento. 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda por manutenção periódica e após cada evento de cheia significativo, além de controle da colmatação, nos casos em que há infiltração; Restrição da eficiência em terrenos íngremes ou muito planos.
Poço de infiltração/detenção				

Técnica	O que é	Componentes / Tipos	Vantagens	Desvantagens
Pavimento permeável/poroso	<p>Controle da produção do escoamento superficial ao longo da superfície do sistema viário (pistas de rolamento, calçadas e áreas de estacionamento).</p> <p>A superfície permeável do pavimento permite a infiltração das águas pluviais no interior de sua estrutura.</p> <p>A estrutura porosa do pavimento, função do maior volume de vazios do corpo do pavimento em relação ao pavimento convencional, permite a detenção temporária das águas pluviais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Os revestimentos superficiais podem ser permeáveis (asfalto poroso ou blocos de concreto vazados), semipermeáveis (paralelepípedo, calçamento poliédrico ou blocos de concreto) ou impermeáveis (asfalto ou concreto. Neste caso são necessários difusores associados ao sistema de drenagem superficial). A água armazenada pode ser evacuada via infiltração, caso o pavimento disponha de dispositivos que facilitem essa função, ou via sistema de drenos acoplados ao sistema de drenagem a jusante. Pavimentos com revestimento permeável, mas não dotados de estrutura porosa de detenção na base e sub-base, permitem apenas uma pequena redução da velocidade do escoamento superficial e a retenção temporária de pequenos volumes na superfície do pavimento. 	<ul style="list-style-type: none"> Não demanda área específica para implantação; Reduz a formação de poças d'água, melhora a aderência dos veículos à pista, reduz o risco de aquaplanagem; Reduz o ruído de circulação relativo ao contato pneu-pavimento; Custo de implantação atualmente bastante similar aos pavimentos convencionais. 	<ul style="list-style-type: none"> Custos referentes à manutenção, sobretudo para controle e correção da colmatação; Recomendável em áreas com trânsito pouco intenso de veículos, como estacionamentos; Viável apenas em áreas planas ou com baixas declividades.
Telhado verde	<p>Armazenamento provisório das águas pluviais na cobertura das edificações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura portante (considerar cargas adicionais no dimensionamento); Sistema de impermeabilização; Revestimento (terra, brita ou seixos); Vegetação (opcional); Dispositivos de descarga das águas armazenadas (condutores verticais); Saídas de segurança, para escoar a água em eventos pluviais que excedam o TR adotado e que comprometam os requisitos de impermeabilidade e resistência estrutural do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> Promove melhoria do isolamento térmico e acústico da edificação; Possibilidade de valorização paisagística da edificação e do espaço urbano; A vazão amortecida pode ser restituída à rede pública de drenagem pluvial ou a outro exutório, por exemplo, uma trincheira ou poço de infiltração na base da edificação. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicação limitada a telhados planos e coberturas com declividades de até 5% (neste caso, mediante implantação de compartimentos); O plantio de espécies vegetais arbustivas e arbóreas demanda maior altura do substrato e, logo, acarreta maior peso sobre a estrutura portante.
Reservatório de captação e uso de águas pluviais	<p>Tanque pré-fabricado ou construído <i>in loco</i> em alvenaria ou concreto, instalado a céu aberto ou enterrado, que capta as águas pluviais dos telhados, pisos (permeáveis ou impermeáveis) e jardins filtrantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tubulação de captação; Sistema de descarte de primeira chuva (<i>first flushing</i>); Reservatório; Extravasor; Tubulação de saída para uso da água armazenada. 	<ul style="list-style-type: none"> A vazão amortecida pode ser restituída à rede pública de drenagem pluvial ou a outro exutório, por exemplo, uma trincheira ou poço de infiltração na base da edificação; A água pluvial armazenada oriunda das coberturas das edificações pode ser usada para irrigação de jardins, lavagem de pisos e veículos e descargas em instalações sanitárias (após passar por um sistema de pré-filtragem). 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda manutenção: limpeza periódica das calhas dos telhados e do reservatório; Em locais de clima tropical, as precipitações pluviais são muito concentradas no período chuvoso, o que dificulta o armazenamento da água captada para uso no período de estiagem. São mais indicadas para clima semiárido.
Aterro de RCC	<p>Reabilitação de voçorocas ou ravinas por meio da instalação de dique de gabião a jusante e enchimento com resíduos da construção civil (RCC) Classe A a partir da cabeceira. Denominado "método geológico" por Carvalho (2009).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dique de gabião; Volume preenchido com RCC Classe A e devidamente confinado. 	<ul style="list-style-type: none"> Promove a reabilitação de áreas degradadas, inclusive com possibilidade de instalação de usos e edificações sobre o aterro; Promove a retenção e filtração das águas pluviais pelo aterro; Possibilita destino ambientalmente adequado aos RCC Classe A. 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda projeto geotécnico cauteloso para garantir a segurança e estabilidade do aterro.
Sabo dam ou barragem de retenção de sedimentos	<p>Barragem construída em linha de drenagem natural na zona montante da bacia hidrográfica, para reter sedimentos e, em algum grau, controlar o fluxo da água.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Barragem 	<ul style="list-style-type: none"> Promove o controle do transporte de sedimentos na bacia hidrográfica e evita o assoreamento das linhas de drenagem a jusante; Reduz o risco de desastres naturais ou induzidos pela atividade antrópica relacionados ao fluxo de sedimentos em áreas acidentadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda manutenção periódica para retirada do excesso de sedimentos, conforme capacidade de projeto.

A aplicação de técnicas compensatórias estruturais em áreas com urbanização já consolidada representa um grande desafio técnico e institucional. Por outro lado, é fundamental a disseminação de sua aplicação em tempo hábil, para garantir que os projetos urbanos de novas frentes de ocupação adotem-nas como premissas, conforme previsto por Miguez *et al.* (2016, p. 305):

Recomenda-se observar cuidadosamente a topografia da área a ser urbanizada, buscando conduzir o traçado das vias e redes de drenagem de forma a manter os padrões de escoamento o mais próximo possível do natural. Nesse sentido, devem-se ainda buscar condições para que os escoamentos superficiais tenham oportunidades de infiltração e retenção, percorrendo caminhos mais longos, antes da captação pela rede, de forma a introduzir menores impactos hidrológicos ao ciclo das águas urbanas.

É notável, na literatura internacional e nacional, o apontamento da priorização das medidas estruturais distribuídas na bacia em relação às soluções concentradas⁸⁴. Para tanto, políticas públicas voltadas para a conscientização, a orientação e o incentivo junto à população são fundamentais para garantir a apropriação desse tipo de solução, que, para ser efetiva, deve ser adotada em larga escala na bacia hidrográfica. Miguez *et al.* (2016, p. 159) exemplificam com os reservatórios individuais:

Uma característica interessante deste tipo de medida é a difusão do conceito de responsabilidade compartilhada entre poder público e proprietários urbanos para o controle de inundações, uma vez que a impermeabilização trazida pelas construções tende a agravar o problema de cheias. Porém, para uma maior efetividade dessa medida, seria interessante uma ação integrada de planejamento para a bacia urbanizada, adotando os limites impostos pela própria bacia como referência para o planejamento, de forma a indicar um zoneamento mais eficaz para a implantação dos reservatórios.

Nos países desenvolvidos, há inúmeros programas lançados nos últimos anos voltados para a orientação e o incentivo à aplicação das técnicas compensatórias por projetistas públicos e privados, inclusive por meio da revisão da legislação relativa ao tema e do apoio técnico e financeiro de órgãos regionais ou

⁸⁴ As razões para essa priorização foram descritas na nota de rodapé nº 80. Adicionalmente, Miguez *et al.* (2016) defendem que as medidas de controle na fonte contribuem para uma maior resiliência do sistema de drenagem, em comparação com as medidas de controle concentradas, pois, por aquelas serem inúmeras e distribuídas ao longo da bacia, provocam consequências negativas de menor repercussão em relação a estas últimas, em eventuais falhas. Contudo, cabe ressaltar que muitos autores (tal como CANHOLI, 2017 e MIGUEZ *et al.*, 2016), técnicos e acadêmicos (tal como o Ex-Professor do EHR da EE-UFMG e o técnico da Sudecap entrevistados nesta pesquisa) apontam que, em áreas densamente urbanizadas, o emprego apenas de medidas difusas de infiltração/detenção não são suficientes para garantir um nível eficiente e imediato de segurança para eventos extremos (TRs elevados, de 10 a 100 anos) no projeto da macrodrenagem, devendo ser empregadas as medidas de armazenamento concentradas.

nacionais aos governos locais (FLETCHER *et al.*, 2015; MELBOURNE WATER, 2013; CIRIA, 2013; TUCCI, 2016; CASTAGNA, 2014.).

Baptista *et al.* (2005) ressaltam que, no Brasil, ainda não há uma regulamentação específica para o emprego de técnicas compensatórias de drenagem pluvial, mas indicam o potencial de alguns instrumentos da política urbana previstos no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001) para o controle dos impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico e os recursos hídricos, tais como o plano diretor municipal e os planos setoriais, o zoneamento e os respectivos parâmetros de uso e ocupação do solo, a gestão orçamentária participativa, a transferência do direito de construir, a outorga onerosa, o direito de preempção, as operações urbanas consorciadas e os institutos tributários e financeiros.

Mais recentemente, o Estatuto da Metrópole (Lei Federal nº 13.089/2015) previu a execução compartilhada das *funções públicas de interesse comum*⁸⁵, por meio de uma estrutura de governança interfederativa a ser instituída nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas. Segundo Canholi (2014) é importante que os instrumentos de planejamento, tais como o plano diretor de macrodrenagem⁸⁶, uniformize os procedimentos de análise hidrológico-hidráulica e, conseqüentemente, harmonize as intervenções previstas pelos diferentes órgãos atuantes nesta escala regional (administrações municipais, estadual e concessionárias).

Para incentivar a implantação das técnicas compensatórias na fonte, principalmente em novos empreendimentos imobiliários, Tucci (2016) recomenda o uso de incentivos fiscais, por meio da certificação ambiental, e da regulação da drenagem urbana, via medidas de *comando e controle* relativas à quantidade e

⁸⁵ O Estatuto da Metrópole define como *função pública de interesse comum* a “política pública ou ação nela inserida cuja realização por parte de um Município, isoladamente, seja inviável ou cause impacto em Municípios limítrofes” (BRASIL, 2015, Art. 2º). A drenagem, portanto, pode ser assim considerada, uma vez que municípios inseridos numa mesma bacia hidrográfica compartilham problemas comuns ou decorrentes uns dos outros. Portanto, tais municípios devem também compartilhar soluções. Mesmo inseridos em bacias diferentes, podem ser encontradas situações que demandam integração de ações de planejamento e gestão, por exemplo, a transposição de bacias para garantir o abastecimento de água ou o tratamento de efluentes.

⁸⁶ Aluísio Pardo Canholi coordenou a elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT), cujo território é praticamente coincidente com aquele da Região Metropolitana de São Paulo (CONSÓRCIO COBRAPE, ENGECORPS, MAULBERTEC, 2011). Conforme pode ser observado na nota de rodapé nº 56, os planos diretores de drenagem elaborados no Brasil a partir do final da década de 1990 têm adotado o recorte territorial correspondente aos limites do município ou da bacia hidrográfica.

qualidade de água e à recarga dos aquíferos. Dessa forma, a legislação municipal⁸⁷ deve estabelecer uma vazão máxima permissível a ser transferida de um empreendimento privado para a rede pública de drenagem pluvial (vazão de restrição). Essa vazão torna-se então condicionante para definir o armazenamento temporário do escoamento superficial gerado pelo empreendimento, para diminuir sua energia e reter sedimentos e poluentes, e a área de infiltração mínima nos terrenos (taxa de permeabilidade). Uma possibilidade ainda pouco explorada pelos municípios brasileiros, para promover a manutenção do sistema de águas pluviais e incentivar a manutenção da área permeável pelos proprietários privados, é a cobrança da taxa de drenagem, calculada em função da estimativa do volume lançado pelo imóvel na rede pública de drenagem (CRUZ *et al.*, 2007).

No âmbito da regulação externa às cidades, Baptista *et al.* (2005) citam o instrumento legal de enquadramento dos corpos de água segundo seus usos preponderantes - que deve ser estipulado nos planos diretores das bacias hidrográficas, conforme previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH - Lei Federal nº 9.443/1997) - como uma possibilidade para servir de referência para o estabelecimento de cargas máximas de poluentes nas águas pluviais. Na prática, Tucci (2016) menciona que os Planos de Drenagem Urbana elaborados pelos municípios não têm abrangido análise dos impactos em relação à quantidade e à qualidade da água transferidos para cursos de água a jusante, e tampouco considerado os parâmetros previstos nos planos elaborados pelos comitês e agências de bacias.

Outra importante interface entre a legislação urbanística e o projeto das estruturas hidráulicas consiste na necessidade de elaboração de cenários de ocupação e uso do solo na fase de diagnóstico. Além de estudos demográficos, as diretrizes estabelecidas no plano diretor municipal e na lei de parcelamento, ocupação e uso do solo permitem simular o cenário futuro de urbanização para o horizonte definido no projeto como a vida útil da estrutura de drenagem. Os planos setoriais também podem agregar importantes condicionantes ao projeto, tais como a previsão de eixos de transporte prioritário, de áreas para habitação de interesse social, equipamentos de uso coletivo ou áreas verdes e de lazer. Todos esses dados

⁸⁷ A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece os Municípios como titulares dos serviços de drenagem pluvial.

permitem alimentar as simulações hidrológicas e hidráulicas para o cálculo dos hidrogramas de projeto (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Finalmente, cabe ressaltar a importância da fiscalização do uso do solo na bacia hidrográfica, para garantir o bom funcionamento ao longo da vida útil das técnicas compensatórias estruturais. Os solos expostos durante a fase de implantação de loteamentos e edificações podem ser mobilizados em eventos chuvosos e o carreamento dessas partículas sólidas acarreta o assoreamento de estruturas de armazenamento, bem como a colmatação de estruturas de infiltração⁸⁸ localizadas a jusante (BAPTISTA *et al.*, 2005).

3.3.1.1 Restauração de cursos de água urbanos

Dentre as técnicas compensatórias de drenagem pluvial, os projetos de restauração de cursos de água urbanos destacam-se pela sua complexidade, em razão de abrangerem a aplicação de medidas estruturais e não estruturais. Além disso, ainda que uma análise rápida tenda a considerar as soluções técnicas estruturais neles implicadas como pontuais, concentradas na calha fluvial a ser restaurada, uma série de medidas difusas, aplicadas em toda a bacia hidrográfica do curso de água em foco, deve ser implementada, para garantir a sustentabilidade⁸⁹ da intervenção ao longo do tempo (MIGUEZ *et al.*, 2016).

Segundo Canholi (2014, p. 75), “em muitos casos, a aceleração dos escoamentos resultantes das canalizações convencionais dos sistemas de drenagem torna-se mais deletéria quanto ao potencial de provocar inundações do que a própria impermeabilização da bacia”. Sendo assim, a manutenção das várzeas remanescentes o mais próximo possível de sua condição natural, bem como a restauração de calhas fluviais alteradas permitem o *retardamento da onda de cheia*. Esse fenômeno consiste na diminuição da velocidade do escoamento ao longo do canal fluvial, promovendo o aumento do tempo de percurso da onda de cheia e, conseqüentemente, a ampliação do tempo de concentração da bacia e a

⁸⁸ A colmatação é provocada pela deposição de partículas de solo nos vazios do meio poroso, ocorrendo de forma mais intensa nas camadas mais superficiais das estruturas de infiltração. Se por um lado a colmatação reduz progressivamente a capacidade de infiltração das estruturas ao longo da vida útil das mesmas, por outro, ela promove a retenção de poluentes, ao favorecer a retenção físico-química e biológica, devido ao desenvolvimento de bactérias (biofilme) sobre as superfícies do meio poroso (BAPTISTA *et al.*, 2005).

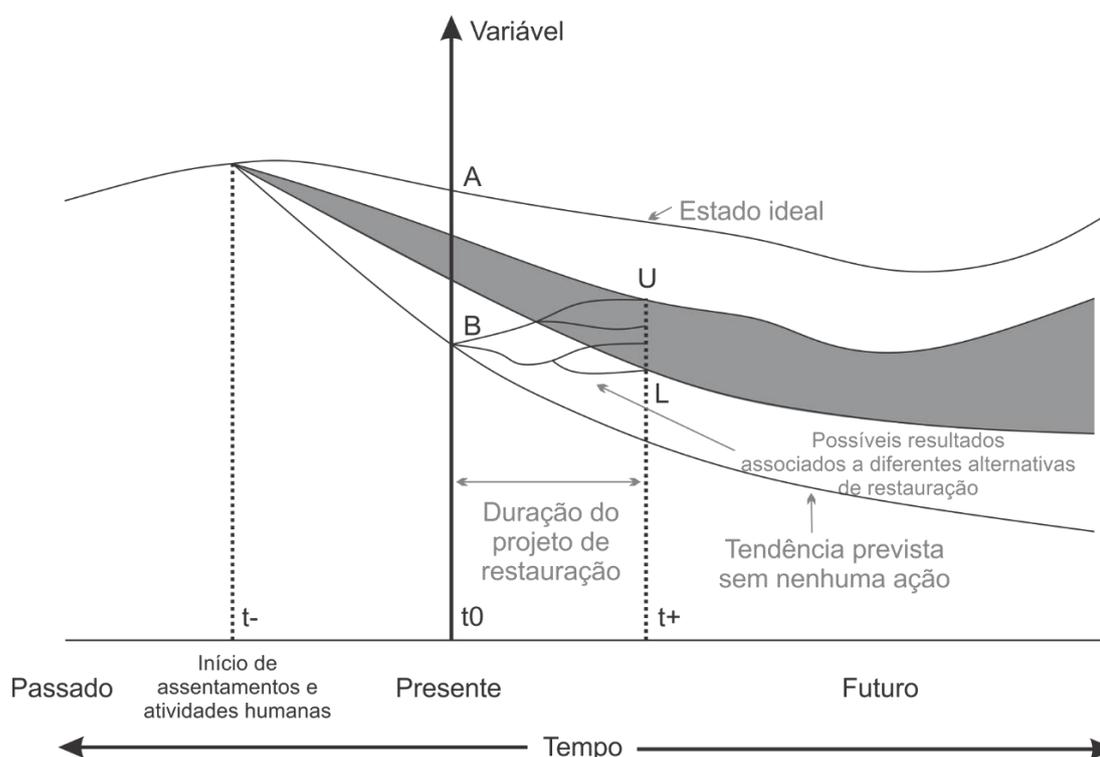
⁸⁹ Brookes e Shields Jr. (1996) definem a sustentabilidade do projeto como a capacidade de o ecossistema fluvial continuar a recuperação ambiental ao longo do tempo com um esforço / custo de manutenção aceitável / mínimo.

redução nos picos de vazão. Permite-se assim, reduzir o impacto da impermeabilização do solo resultante da urbanização da área de contribuição.

A restauração fluvial busca reestabelecer em alguma medida os processos físicos e ecológicos naturais ou anteriores à urbanização (Figura 32). Os cursos de água têm capacidade de se restaurarem e de manterem seu equilíbrio dinâmico, conforme já apresentado na Figura 3, no item 2.1. Contudo, em função do grau dos impactos, pode ser necessária a aplicação de técnicas de restauração⁹⁰. Stevaux e Latrubesse (2017, p. 275) ressaltam que:

Deve-se ter em mente que é impossível a restauração completa das condições originais, uma vez que não apenas os impactos na planície aluvial afetam o sistema, mas também a própria ocupação da bacia produz alterações no suprimento de água e sedimentos ao sistema.

Figura 32: Representação esquemática do cenário de restauração de uma determinada variável de um sistema fluvial



Notas: A = Valor ideal da variável sem atividade antrópica no tempo t_0 ; B = Valor atual da variável; U = Melhor valor da variável passível de ser alcançado ao final do processo de restauração, em ausência de restrições econômicas; L = Valor menos aceitável da variável ao final do processo de restauração. As variáveis podem se referir a fatores físicos ou ecológicos, tais como quantidade de sedimentos, vazão de estiagem, oxigênio dissolvido e diversidade de espécies nativas. Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de Baptista; Pádua, 2016.

⁹⁰ As técnicas de restauração podem ser *passivas*, ou seja, apenas se restringiram à remoção dos fatores chave da perturbação, ou *ativas*, neste caso visando acelerar o processo de recuperação. Stevaux e Latrubesse (2017) citam como exemplos de restauração passiva a instalação da zona-tampão ripária ao longo das drenagens urbanas e a restauração do regime de fluxo e, como restauração ativa, a reconstrução morfológica de meandros.

Sendo assim, Baptista e Pádua (2016, p. XVIII) apontam como ponto de partida para o projeto de restauração fluvial uma pergunta básica aos atores envolvidos: “para qual condição gostaríamos que o curso de água retornasse?” A definição dos objetivos do projeto de restauração fluvial constitui, segundo esses autores, uma tarefa complexa, pois envolve fatores de diferentes disciplinas, tais como ecologia, biologia, hidrologia, hidráulica e geomorfologia, além de atores com diferentes interesses e opiniões. A participação da sociedade civil é, portanto, fundamental em todo o processo de projeto, desde sua fase de concepção e planejamento, até a implementação, manutenção e o monitoramento. Tais projetos devem ser inseridos em programas de médio a longo prazo, que demandam a criação de marcos regulatórios e arranjos institucionais para sua efetiva implantação (BAPTISTA; PÁDUA, 2016).

Esses autores enquadram os objetivos dos projetos em três tipos: (i) *restauração ecológica*, cujo foco principal é a recuperação e manutenção de processos ecológicos por meio da reintrodução e/ou preservação de espécies; (ii) *restauração geomorfológica*, que visa à recuperação do equilíbrio e das funções dos ecossistemas fluviais, via a recomposição da forma do canal; e (iii) *restauração holística*, caracterizada por uma visão mais abrangente dos diferentes aspectos implicados no projeto e da necessidade de considerá-los de forma integrada na proposição de soluções. No caso das áreas urbanas, essa visão é fundamental para ir além dos objetivos físicos e bióticos e agregar finalidades de âmbito socioeconômico, tais como recreação, estética paisagística, saúde pública e controle de inundações (BAPTISTA; CARDOSO, 2013).

De maneira similar ao cenário apresentado nesta pesquisa para a terminologia acerca do novo paradigma de drenagem no item 3.3, Baptista e Pádua (2016, p. XXI) indicam que diferentes termos, tais como *restauração*, *reabilitação*, *renaturalização* e *revitalização*, são empregados por diversos autores em todo o mundo para se referirem às intervenções em cursos de água, “sem que haja (...) uma convergência conceitual sobre seu escopo e abrangência, explicitando claramente o que se pretende alcançar com os distintos tipos de intervenção”. Baptista e Pádua (2016) dão preferência ao termo *restauração* (opção também deste trabalho), em razão de seu amplo emprego no meio técnico e científico

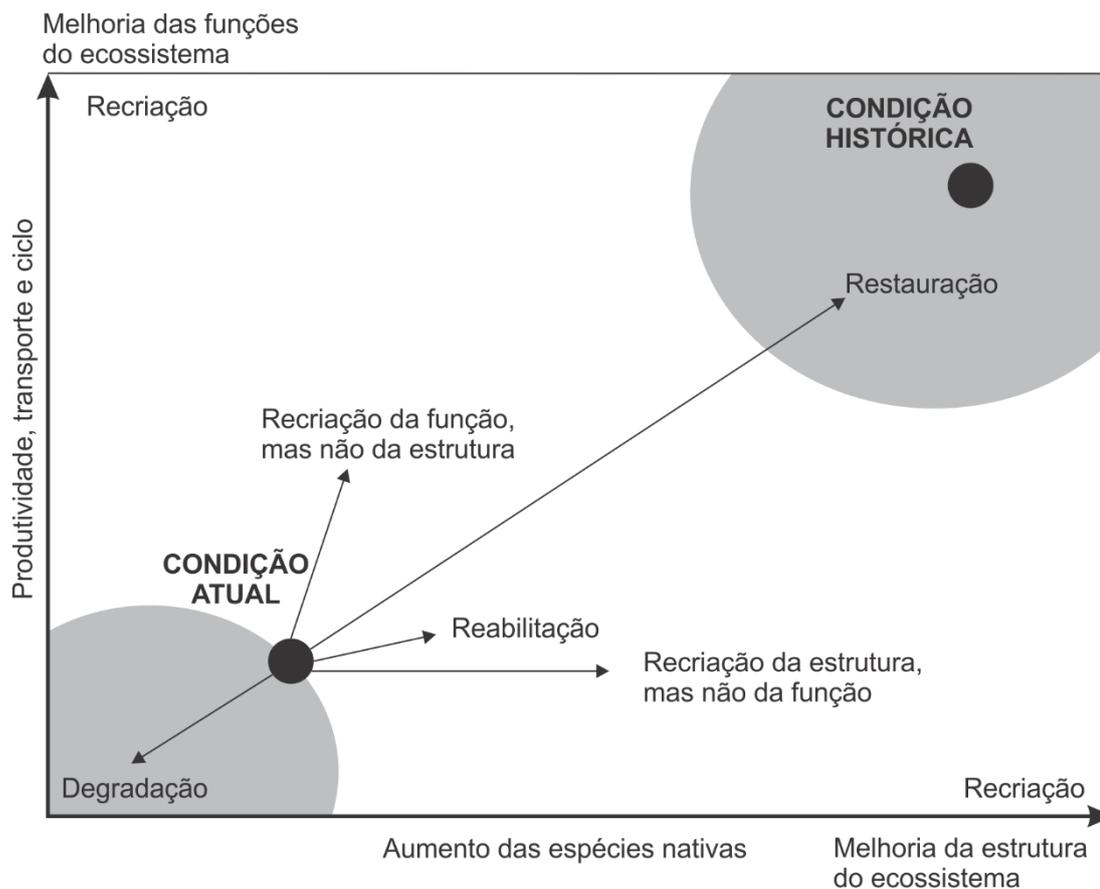
internacional⁹¹ e dele reportar “à recuperação de um sistema degradado, buscando a melhoria de suas condições físicas e de funcionamento” (*Ibid.*, p. XXI). Segundo Brookes e Shields Jr. (1996), tem-se as seguintes definições para os termos apresentados a seguir e ilustrados na Figura 33:

- **Restauração plena:** retorno estrutural e funcional o mais próximo possível ao estado anterior ao distúrbio ambiental;
- **Reabilitação:** retorno estrutural ou funcional parcial em relação ao estado original;
- **Aprimoramento:** qualquer melhoria na qualidade ambiental;
- **Criação ou recuperação:** desenvolvimento de um recurso que não existia originalmente. Abrange a *naturalização* (configuração morfológica e ecológica compatível com o processo fluvial contemporâneo⁹²).

⁹¹ No Brasil, observo o emprego predominante dos termos *revitalização* e *renaturalização*. Miguez *et al.* (2016) apontam o manual do Governo do Estado do Rio de Janeiro, intitulado “Rios e Córregos: Preservar – Conservar – Renaturalizar. A Recuperação de Rios: Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental” e publicado inicialmente em 1998 e, mais recentemente, em 2002, como a principal referência sobre o tema no Brasil. Também fruto do Projeto Planágua – Semads/GTZ de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha, em 2001 foi publicado um novo manual: “Revitalização de Rios: Orientação Técnica”. Diferentemente de Baptista e Pádua (2016), Miguez *et al.* (2016) adotam o termo *requalificação*, ainda que a justificativa pela escolha seja praticamente a mesma: “porque expressa a ideia de passar de uma situação degradada para uma melhor, o que é definitivamente pertinente em nosso contexto, com frequência degradado” (*ibid.*, p. 176). Em Minas Gerais, destaco a publicação dos anais dos seminários internacionais sobre *revitalização* de rios, realizados em 2008, 2010 e 2017, em Belo Horizonte, fruto da parceria entre o Projeto Manuelzão, a UFMG e a SEMAD.

⁹² Nas cidades, a análise hidrológico-hidráulica e da morfologia fluvial deve considerar o processo de ocupação da área de contribuição do trecho fluvial a ser restaurado, para dimensionar o novo canal em equilíbrio com as cheias resultantes. Assim, FISRWG (2001) enumeram os seguintes cenários possíveis para a bacia hidrográfica do sistema fluvial alvo do projeto de restauração: (a) totalmente urbanizada, quando há pouco transporte de sedimentos e vazões de curta duração e alto pico de descarga; (b) passando por nova fase de urbanização, quando há um aumento da produção de sedimentos; ou (c) no início do processo de urbanização.

Figura 33: Representação dos cenários de restauração e reabilitação de um curso de água



Nota: A condição histórica se refere à condição do curso de água antes da degradação ambiental, por exemplo, a situação antes da urbanização da bacia hidrográfica.

Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de Baptista; Pádua, 2016.

FISRWG (2001) definem *ferramentas-chave*, a serem aplicadas simultaneamente para a restauração fluvial em áreas urbanas, sintetizadas no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4: Ferramentas-chave para a restauração fluvial em áreas urbanas

1	Restaurar parcialmente o regime hidrológico original (anterior à urbanização da bacia hidrográfica), para reduzir a frequência dos picos de vazão, por meio da construção de bacias de retenção ou retenção a montante.
2	Reduzir a contribuição de poluentes (nutrientes, bactérias, metais pesados e carga sedimentar excessiva), por meio da construção de barragens de sedimentos, bacia de retenção e <i>wetlands</i> construídos, e de programas voltados para a prevenção da poluição na bacia hidrográfica, por exemplo, via eliminação das ligações clandestinas de esgoto à rede pluvial.
3	Estabilizar a morfologia do canal, visando prevenir futuras erosões promovidas pelas recorrentes vazões de pico, por exemplo, utilizando <i>rip-raps</i> , gabiões e mantas geotêxteis ⁹³ .
4	Restaurar a estrutura do habitat, deteriorada continuamente por cheias erosivas e comprometida pela menor vazão de estiagem, por meio da criação de sucessivos poços e corredeiras (<i>pools/riffles</i>) e de maior complexidade ao longo do leito fluvial.
5	Reestabelecer a cobertura ripária, a fim de garantir a estabilidade das margens, o sombreamento do curso de água e o fornecimento de matéria orgânica, por meio do reflorestamento com espécies nativas, do controle de espécies invasoras e exóticas e da proteção da ocupação urbana por meio de <i>buffer</i> .
6	Proteger substratos do canal fluvial fundamentais para o ecossistema aquático, por exemplo, por meio de dragagens para remover sedimentos grosseiros depositados.
7	Permitir a recolonização pela comunidade aquática, por exemplo, retirando barreiras existentes ao percurso de peixes.

Fonte: elaborado pela autora, 2018, a partir de adaptação de FISRWG, 2001.

Contudo, no contexto urbano, nem sempre é viável a implantação de todas essas diretrizes, sendo necessário definir quais serão priorizadas, a partir dos objetivos estabelecidos para o projeto de restauração fluvial, do estado de degradação do curso de água e dos recursos (financeiros, técnicos, humanos, institucionais, etc) disponíveis (BAPTISTA; CARDOSO, 2013). Miguez *et al.* (2016) indicam, por exemplo, a dificuldade de obter o espaço necessário para recuperar os processos naturais do leito do curso de água e suas margens, em função da ocupação das áreas ribeirinhas. “Assim, o processo de requalificação fluvial precisa ser discutido de forma particular para áreas urbanas, e uma solução de consenso entre a paisagem natural e o ambiente construído deve ser encontrada” (*ibid.*, p.

⁹³ A alternativa da *seção mista* para o canal fluvial a ser restaurado inserido em área urbanizada é destacada positivamente por Canholi (2014) e Pinheiro (2018). Ela consiste em dotar a seção hidráulica de patamares, de forma a manter as vazões mais frequentes, ou seja, com tempos de retorno menores, contidas no leito menor, cujo revestimento pode ser em pedra argamassada ou concreto, visando à proteção contra erosão de pé e à facilidade de manutenção. Já o leito maior pode receber vegetação rasteira e arbustiva e áreas de lazer e recreação, integrando parques lineares. Para uma análise mais aprofundada das alternativas de intervenção, ver Cardoso (2008). No Brasil, destaco os produtos desenvolvidos e comercializados pela Maccaferri, empresa de origem italiana, responsável pelo desenvolvimento do gabião no final do século XIX, como as soluções alternativas ao concreto mais utilizadas no tratamento de canais fluviais (MACCAFERRI América Latina, 2018).

178). Por outro lado, em áreas em fase inicial de urbanização, esses autores apontam a importância de proteger as faixas fluviais, para garantir “a integridade dos recursos e das opções para o futuro da paisagem” (*ibid.*, p. 180). Assim, “Os esforços devem se concentrar na proteção das planícies de alagamento como corredores verdes, mantendo a urbanização distante dos cursos d’água e integrando o trecho como um recurso valorizado na paisagem, com trilhas, parques e acessos” (*ibid.*, p. 180).

Nas últimas décadas, diversas cidades têm implantado projetos de restauração de sistemas fluviais, em diferentes escalas e contextos, priorizando aspectos diversos (Figura 34). Em Belo Horizonte, o exemplo prático se refere aos três parques lineares implantados em áreas de cabeceira pelo Programa Drenurbs em 2007 e 2008: Baleares, Primeiro de Maio e Nossa Senhora da Piedade, analisados no item 4.2.3.

Figura 34: Restauração de cursos de água urbanos



1 - Intervenção realizada nos anos 2000 no rio Cheonggyecheon, Seoul, cujo foco foram os aspectos urbanísticos segundo Baptista e Cardoso (2013).

2 - Parque Nossa Senhora da Piedade implantado na cabeceira do córrego homônimo, Regional Norte, Belo Horizonte. Obra do Programa Drenurbs, realizada em 2007 / 2008.

Fontes: 1) Robinson; Myvonwynn, 2011; 2) a autora, 2009.

3.3.2 Abordagem integrada, paisagens multifuncionais e infraestrutura verde

Em 1995, a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro)⁹⁴ publicou a “Carta de Recife”, documento síntese de parte das discussões realizadas no âmbito do “XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos”, realizado nessa cidade. O tema da Carta foi a drenagem urbana e apontou recomendações para “um melhor planejamento da ocupação do solo urbano, em harmonia com os processos naturais do ciclo hidrológico”, a partir da constatação que o desenvolvimento urbano nas cidades brasileiras vinha sendo realizado sem considerar o impacto potencial das inundações (ABRHidro, 1995).

Nesse sentido, o novo paradigma de drenagem urbana propõe a abordagem integrada, que consiste, segundo Baptista *et al.* (2005), no tratamento concomitante do manejo das águas pluviais, do plano de ordenamento territorial e do projeto de urbanização. Como exemplo, esses autores citam as potencialidades dessa abordagem no projeto das técnicas compensatórias estruturais, especificamente de bacias de retenção e/ou detenção (Figura 35):

Assim, na concepção de um dado empreendimento, a implantação de uma obra de armazenamento não deve ser encarada apenas como uma necessidade técnica, mas também como uma oportunidade de valorização do espaço ou para desempenho de outras funções, sempre à luz das restrições associadas (*ibid.*, p. 26).

Figura 35: *Lindevangs Park*, na cidade de Frederiksberg, Dinamarca (2015) – área verde e de lazer associada a bacia de retenção



Fonte: Landezine, 2017.

⁹⁴ A ABRHidro é uma associação profissional sem fins lucrativos, fundada em 1977, voltada para o desenvolvimento científico e tecnológico referente à gestão de recursos hídricos no país. Uma de suas oito comissões técnicas é denominada “Águas Urbanas”. O Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos é o principal evento técnico-científico relacionado ao tema no Brasil e é organizado pela ABRHidro com periodicidade bianual. Destaco também a realização dos Encontros Nacionais de Águas Urbanas (ABRHidro, 2018).

Para tanto, é necessário considerar a inserção do projeto na bacia hidrográfica, a fim de identificar as contribuições de montante e as consequências para jusante, como também a adoção de uma equipe técnica multidisciplinar, que agregue profissionais de diferentes áreas do conhecimento, além do especialista em drenagem, e de um grupo de trabalho que abranja os diferentes atores urbanos (Baptista *et al.*, 2005). Do ponto de vista da integração com o planejamento e a gestão urbanos, Canholi (2014, p. 17) aponta que:

O gerenciamento de drenagem nas cidades brasileiras, de maneira geral, é realizado pelas prefeituras municipais, uma prática adotada na maioria das cidades do mundo. Entretanto, inexistente entre nós uma visão global que integre esse gerenciamento ao planejamento urbano.

Segundo esse autor, a falta de uma visão sistêmica no planejamento da macrodrenagem é a responsável pela falta de controle das inundações nas cidades brasileiras. Para reverter essa situação, ele propõe a planificação de ações preventivas e corretivas de maneira integrada com o desenvolvimento urbano, tomando como escala de análise a bacia hidrográfica, mesmo quando ela extrapola os limites de um único município. Assim, o planejamento de drenagem deve ser parte de um processo de planejamento urbano abrangente, que coordene as políticas setoriais pertinentes (habitação, transporte, saneamento, etc). Corroborando essa visão, Medeiros (2009, p. 5, grifos meus) aponta que:

(...) para uma gestão integrada das águas urbanas dois paradigmas devem ser revistos: o primeiro concernente à **abordagem setorial** tradicionalmente adotada pelos tomadores de decisão em todos os níveis de poder; o segundo relativo à usual **dicotomia urbano/ambiental** que ainda se faz presente no planejamento e na gestão.

Tucci (2007, p. 233) também caracteriza a “gestão integrada das águas urbanas” como “interdisciplinar e intersetorial”. Segundo ele, o objetivo da visão integrada é minimizar os impactos ambientais provocados pela urbanização, dentre eles aqueles que afetam o ciclo hidrológico, conforme apresentado no item 2.1, por meio de projetos de intervenções sustentáveis ao longo do tempo. Entretanto, para esse autor, o desenvolvimento urbano no Brasil ainda se caracteriza pela partição disciplinar do conhecimento, que se reflete na gestão fragmentada da infraestrutura (inclusive dos componentes do saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e de resíduos sólidos) entre os diversos especialistas, e conclui (*ibid.*, p. 240):

A maior dificuldade para a implementação do planejamento integrado decorre da limitada capacidade institucional dos municípios para enfrentar problemas tão complexos e interdisciplinares e a forma setorial como a gestão municipal é organizada.

Em Belo Horizonte, um importante defensor da abordagem integrada é o professor e consultor em geologia urbana Edézio Teixeira de Carvalho. Segundo ele, há 12 campos de gestão das águas urbanas (vide Quadro 5), mas apenas dois deles são sistematicamente contemplados pela administração pública, e de forma estanque e sem interface entre eles: o suprimento ou abastecimento, normalmente baseado em captações em mananciais superficiais (campo 11), e o escoamento pluvial, através do sistema de drenagem tradicional, que acarreta todos os problemas socioambientais apresentados no item 2.1 desta dissertação (campo 23). A ausência do que Carvalho denomina *soluções compartilhadas* impede a adoção de soluções verdadeiramente sustentáveis, por meio das quais diversos problemas possam ser solucionados de forma conjunta. Carvalho cita diversos exemplos desse tipo de solução, tais como a captação das águas pluviais, que permite suprimento complementar e, simultaneamente, reduz a erosão do solo e as inundações provocadas pelo escoamento superficial alterado pela ocupação urbana, ou o *método geológico* desenvolvido por ele e aplicado em algumas áreas da RMBH, que consiste na recuperação de voçorocas por meio de aterros de resíduos da construção civil inertes, funcionando como alternativa ao lançamento indevido deles em bota-foras clandestinos e, ao mesmo tempo, permitindo o armazenamento e a filtragem das águas pluviais. Por fim, o geólogo ressalta a importância de as soluções serem adaptadas às características geológicas e geotécnicas do sítio natural sobre o qual a cidade se implantou, que configuram o que ele denomina *plataforma geológica*, a “verdadeira” infraestrutura urbana, para gerar *cidades geossuportadas* (CARVALHO, 2009).

Quadro 5: Campos de gestão das águas urbanas

Dimensões de gestão	Fontes de suprimento			
	Superficial	Subterrânea	Pluvial	Servida
Suprimento	11 Básico ou complementar, em geral com tratamento, cobrindo todos os usos.	12 Complementar ou básico, em geral sem tratamento, cobrindo todos os usos.	13 Complementar; uso conforme o coletor (telhado, pátio interno, via pública).	14 Complementar; uso sequencial ou reuso, com ou sem tratamento.
	21 Ação direta. Erosão, inundações, assoreamento ao longo do tempo geológico.	22 Ação indireta. Aquíferos superficiais não explotados são pouco receptivos à infiltração.	23 Ação direta. Erosão, inundações, assoreamento com grandes perdas e custos de controle	24 A infiltração e o reuso reduzem a ação geodinâmica. O reuso reduz outros custos.
Veículo de poluentes e contaminantes	31 Presença potencial de contaminação natural ou adquirida. Tratamento de custo variável.	32 Presença potencial de contaminação natural ou adquirida. Gravidade dada pela natureza do aquífero e qualidade da proteção.	33 Poluição adquirida do ar; inclusão de resíduos conforme o coletor. Nos telhados decresce com a chuva contínua.	34 Com cargas biodegradáveis ou inertes a infiltração protege na seca a vazão de base e purifica a água.

Fonte: Carvalho, 2009.

Britto *et al.* (2012, p. 69) ressaltam que novas abordagens para a gestão das águas urbanas implicam, além da intersetorialidade, “um novo modo de governabilidade do setor [de saneamento básico], valorizando a participação e o aprendizado social”.

A abordagem integrada (ou sistêmica) é condição, portanto, para a concepção, implantação e gestão de *paisagens urbanas multifuncionais*, áreas que podem “cumprir diferentes objetivos e funções quanto a interesses ecológicos, econômicos, culturais, históricos, sociais e estéticos” (MIGUEZ *et al.*, 2016, p. 123). Dentre essas funções, tem-se o controle dos impactos da urbanização sobre as águas pluviais, por exemplo, por meio de *jardins de chuva* ou *sistemas de bioretenção*, capazes de maximizar a infiltração, e de bacias de retenção ou *wetlands* construídos associados a praças e parques (Figura 36). Com relação às técnicas compensatórias voltadas para o controle das inundações, Miguez *et al.* (2016, p. 165) apontam:

A integração de soluções de drenagem com a revitalização e valorização do espaço urbano pode ser um caminho importante para a solução do problema de cheias, seja pela possibilidade de projetar atuações distribuídas sobre toda a bacia urbanizada, fugindo do foco tradicional que direciona esforços para a adequação da rede de drenagem, seja pela possibilidade de financiamento, pelo poder público, de obras com múltiplas finalidades, seja pela melhor aceitação dessas obras pela população, que têm nessa concepção a possibilidade de melhoria do ambiente em que ela se insere.

Figura 36: Técnicas compensatórias estruturais de drenagem integrando paisagens multifuncionais



1 - Jardim de chuva implantado em calçada em Montreal, Canadá

2 - Bacia de detenção em Guimarães, Portugal, associada a parque

Fontes: 1) Langlois, 2016; 2) sítio web Rádio Fundação, 2015.

Esses autores apontam dois desafios principais para a utilização de paisagens multifuncionais no controle de inundações: *(i)* a aceitação da comunidade local, pois muitas vezes a medida é implantada a montante do local que sofre com as inundações e *(ii)* o desenvolvimento de estratégias que evitem a inundação frequente das estruturas de armazenamento em eventos hidrológicos com tempos de retorno maiores e a garantia da limpeza dos locais com acesso público após eventos de chuvas intensas, para evitar a disseminação de doenças de veiculação hídrica, bem como a degradação ambiental do local de maneira geral e sua rejeição pela população.

A ideia de que as paisagens multifuncionais integrem *corredores verdes*, “espaços abertos urbanos, livres de edificações e vegetados” (PELLEGRINO *et al.*, 2006, p. 2) faz parte de uma estratégia para a recuperação ambiental das cidades. Pellegrino *et al.* (2006, p. 5) indicam um crescente interesse em âmbito mundial na aplicação dos princípios da *ecologia da paisagem*⁹⁵ nas cidades a partir dos anos

⁹⁵ A ecologia da paisagem é “a ciência que estuda os processos de fragmentação, isolamento e conectividade realizados pelo homem nos ecossistemas naturais para investigar a influência de padrões espaciais sobre os processos ecológicos” (PELLEGRINO *et al.*, 2006, p. 8)

1990⁹⁶, voltados para a integração de fragmentos florestais urbanos ou periurbanos, a fim de preservar a biodiversidade biológica dos ecossistemas, mas também para:

(...) conduzir as águas com segurança, oferecer melhorias micro-climáticas, atender os usos relacionados à moradia, trabalho, educação e lazer, garantindo uma maior segurança social, acomodar as funções das demais infra-estruturas urbanas como transporte e abastecimento, além de atender os objetivos mais tradicionais de recreação e melhorias ambientais e estéticas.

Nessa proposta, os fundos de vale são elementos paisagísticos potenciais para receberem tratamento ambiental adequado, por exemplo, por meio da restauração fluvial, que pode contemplar a implantação de parques lineares ao longo das faixas de proteção dos cursos de água⁹⁷, configurando *corredores verdes urbanos*⁹⁸.

Van Leeuwen *et al.* (2010) destacam as inúmeras experiências de agricultura urbana e jardins comunitários, mantidos em cidades tanto de países desenvolvidos como daqueles em desenvolvimento, como uma promissora função das áreas verdes urbanas. Esses autores apontam como um dos grandes desafios para a implantação da infraestrutura verde as pressões e disputas entorno do uso do solo e o aumento progressivo dos preços da terra urbana e periurbana delas decorrentes. Os exemplos bem-sucedidos, tais como os jardins comunitários de Nova York e Londres, são exatamente aqueles que combinam o cultivo de alimentos e plantas com outras funções, por exemplo, voltadas para a recreação, o turismo, a educação, a saúde e o tratamento de efluentes (Figura 37).

⁹⁶ Para um histórico acerca da relação entre a urbanização e as áreas verdes e protegidas, ver Euclides (2016).

⁹⁷ Em relação ao estabelecimento da zona-tampão (*buffer*) ao longo das linhas de drenagem urbanas, Stevaux e Latrubesse (2017, p. 276) são favoráveis à garantia do acesso da população à zona, “visando incluir o rio na cultura do cidadão, de modo que, além de usuário do espaço, ele se torne um fiscal da qualidade ambiental”, por exemplo, em relação ao controle de vetores, à degradação do canal por erosão acentuada ou à poluição das águas.

⁹⁸ Pellegrino *et al.* (2006) definem os *corredores verdes urbanos* como elementos lineares que conectam fragmentos de áreas verdes, integram equipamentos urbanos e de uso comunitário e desempenham funções importantes para a cidade, tais como a manutenção da biodiversidade, a proteção dos cursos de água, a oferta de transportes alternativos não poluentes e de espaços para recreação e cultura. Além das nascentes e dos fundos de vale, eles podem ser configurados a partir de ruas e avenidas arborizadas e de faixas de proteção de linhas de transmissão de energia elétrica.

Figura 37: Jardim comunitário em Nova York



1 - P.S. 76 Garden – jardim comunitário e escolar no Harlem, Nova York, em fase de construção em 2002.



2 - Plantio em canteiro do P.S. 76 Garden por voluntários da Clinton Foundation.

Fonte: GrowNYC, 2018.

A tentativa de efetivamente implantar essa *infraestrutura verde* tem sido pautada no reconhecimento dos serviços ecossistêmicos⁹⁹ prestados por esses espaços na cidade e na possibilidade de recompensar os responsáveis por sua manutenção. Essa recompensa, via a transferência de recursos, não necessariamente financeiros, é denominada *pagamento por serviços ecossistêmicos (PSA)* (FGB *et al*, 2017). Esse instrumento, cuja institucionalização normalmente se dá via a adoção de políticas públicas em âmbito regional e local, pode motivar e viabilizar a implementação de ações autônomas permanentes voltadas para a recuperação socioambiental em microescala, conforme apontado por Silva (2013), a partir da análise de uma experiência realizada em 2006 e 2007 no Aglomerado Morro das Pedras, em Belo Horizonte¹⁰⁰.

⁹⁹ Os serviços ecossistêmicos são benefícios econômicos, sociais e ambientais providos à sociedade pela natureza e incluem, por exemplo, “a regulação do clima, a manutenção da fertilidade e o controle da erosão dos solos, o armazenamento de carbono, a ciclagem de nutrientes, o provimento de água, a proteção da biodiversidade, a beleza cênica e a manutenção de recursos genéticos” (FGB *et al*, 2017, p. 17).

¹⁰⁰ Essa experiência foi coordenada pelo Escritório de Integração do curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas, para recuperar a microbacia do córrego Pastinho, que abrigava cerca de 300 famílias. A ideia era executar intervenções estruturantes de pequeno porte associadas à capacitação dos moradores para garantir a segurança das edificações e das margens do córrego, por meio da transferência de recursos financeiros às associações de moradores locais, que conduziriam o processo em sistema de autogestão. O projeto foi inviabilizado pela interdição pela assessoria jurídica da PUC Minas do repasse de recursos às associações e, posteriormente, pelas obras implantadas no âmbito do Programa Vila Viva Morro das Pedras a partir de 2008, baseadas no padrão hegemônico de urbanização e na exclusão dos moradores do entorno dos cursos de água recuperados (SILVA, 2013).

Por outro lado, Euclides (2016) remete às visões críticas de Escobar (1996) e Packer (2011)¹⁰¹, que defendem que instrumentos econômicos de gestão ambiental como o PSA e a compensação ambiental, esta última baseada no princípio constitucional do poluidor-pagador, são formas pós-modernas de capitalização (atribuição de valor monetário) da natureza, que não modificam as bases espoliativas da produção e do consumo capitalista, se beneficiam do crescente valor de mercado à medida que os elementos naturais se esgotam e negligenciam as práticas de manejo de comunidades tradicionais¹⁰². Já Biswas *et al.* (2006) alertam que a aplicação do PSA pode ser inviável em países periféricos, onde parcela significativa da população ainda enfrenta dificuldades severas para satisfazer suas necessidades básicas.

Euclides (2016) ressalta que, nos centros urbanos em diferentes lugares do mundo, recentemente tem havido diversas reações, tais como ocupações, manifestações e assembleias populares, às formas de capitalização da natureza, muitas vezes próximas das reivindicações relacionadas ao direito à cidade. Elas são basicamente críticas às áreas verdes urbanas que são descaracterizadas por empreendimentos ou que beneficiam grupos seletos de proprietários e investidores em detrimento da coletividade. Em oposição a essas situações, em âmbito acadêmico e/ou das iniciativas populares, propõem-se a apropriação coletiva dos espaços e bens públicos, inclusive das áreas verdes, em prol do benefício da coletividade.

¹⁰¹ ESCOBAR, Arturo. Constructing nature: elements for a poststructural political ecology. In: PEET, Richard; WATTS, Michael. (Ed.). **Liberation ecology**: environment, development social movement. Londres: Routledge, 1996, p. 46-68.

PACKER, Larissa. O que é o TEEB – A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade. In: TERRA DE DIREITOS. **Pagamento por “serviços ambientais” e flexibilização do Código Florestal para um capitalismo “verde”**. [S.l.], ago. 2011, p. 5-8. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/analise-psa-codigo-florestal-e-teeb-_terra-de-direitos.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2016.

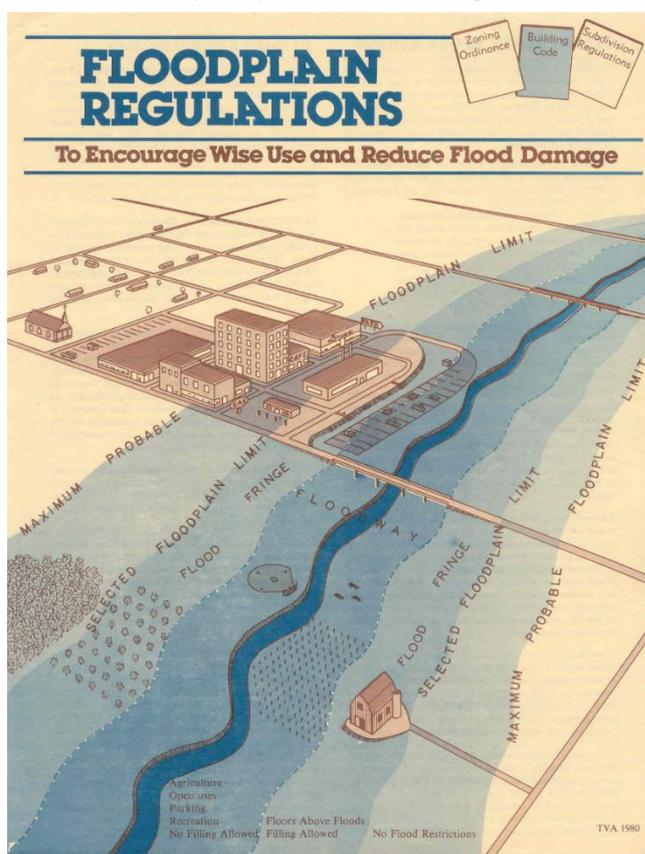
¹⁰² No contexto urbano, Euclides (2016) traça um paralelo entre o instrumento urbanístico da Operação Urbana (pautado na transferência do direito de construir, por exemplo, quando são criadas áreas verdes que permitem flexibilizar os parâmetros urbanísticos de áreas contíguas e, conseqüentemente, gerar lucros expressivos aos proprietários ou investidores) e o comércio internacional de créditos de carbono e o mercado nacional de cotas de reserva ambiental. Em todos esses casos, as áreas verdes ou protegidas funcionam como lastro para as áreas não verdes ou não protegidas. Nas cidades, essa aliança entre a modernização ecológica e o empreendedorismo urbano vincula a ocupação ordenada e sustentável ao grande empreendimento imobiliário, em oposição à ocupação espontânea, veiculada como desordenada e predatória.

3.3.3 Do controle à resiliência e adaptação

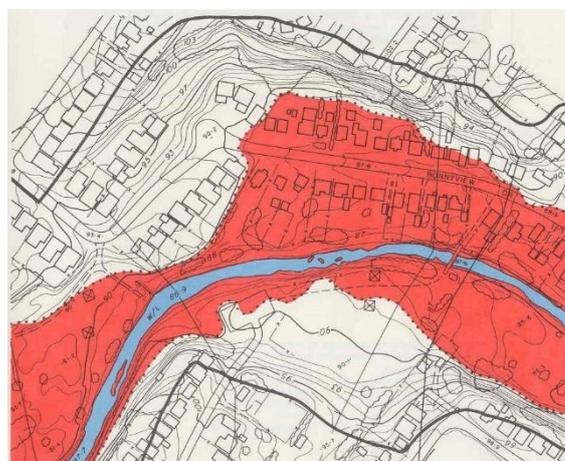
Em meados do século XX, nos EUA, os especialistas em drenagem pluvial urbana começaram a notar que, paradoxalmente, as obras voltadas para o controle das inundações resultavam em uma maior exposição da população ao risco relacionado a esses eventos. A canalização de cursos de água e a implantação de avenidas sanitárias favoreciam os interesses do mercado imobiliário, mas, ao incentivar a ocupação dos fundos de vale, tornavam edificações e importantes vias de tráfego sujeitas a inundações periódicas. Foi então que surgiu o conceito de zoneamento das planícies de inundação¹⁰³, propondo, basicamente, retirar a ocupação humana do caminho natural das águas, ao invés de retirar as águas de onde a ocupação humana está (PINHEIRO, 2018) – vide Figura 38.

¹⁰³ Segundo relato do Ex-Professor Universitário, durante a entrevista concedida em março de 2018, os EUA iniciaram o zoneamento das planícies de inundação dos grandes rios na década de 1950, tendo como pioneiro o *Tennessee Valley Authority (TVA)*, e, em seguida, voltaram-se para as áreas urbanas. Tratava-se de alternativa ao emprego único das intervenções estruturais massivas de engenharia, que buscavam controlar as inundações, tais como barragens, diques e canalizações, disseminadas pela atuação do *U.S. Army Corps of Engineers*, a partir do *Flood Control Act* de 1936. FEMA (1981) indica que, em meados dos anos 1960, o Congresso Nacional dos EUA iniciou a aprovação de uma série de leis, que permitiram a política federal de gestão de inundações enfatizar estratégias não estruturais, além de voltar a atenção para ações de proteção ambiental de importantes ecossistemas hídricos ameaçados, como os *wetlands* naturais. O TVA (1980) avalia que muitos indivíduos, após serem informados sobre os riscos de inundação, decidiram desenvolver empreendimentos imobiliários em outras áreas ou minimizaram sua exposição aos danos causados pelas inundações elevando o nível de estruturas e edificações, dentre outras técnicas construtivas.

Figura 38: Publicações de órgãos públicos norte-americanos na década de 1980, veiculando o planejamento da ocupação das planícies de inundação de rios urbanos



2 - Folder acerca das políticas de regulação do uso e da ocupação das planícies de inundação.



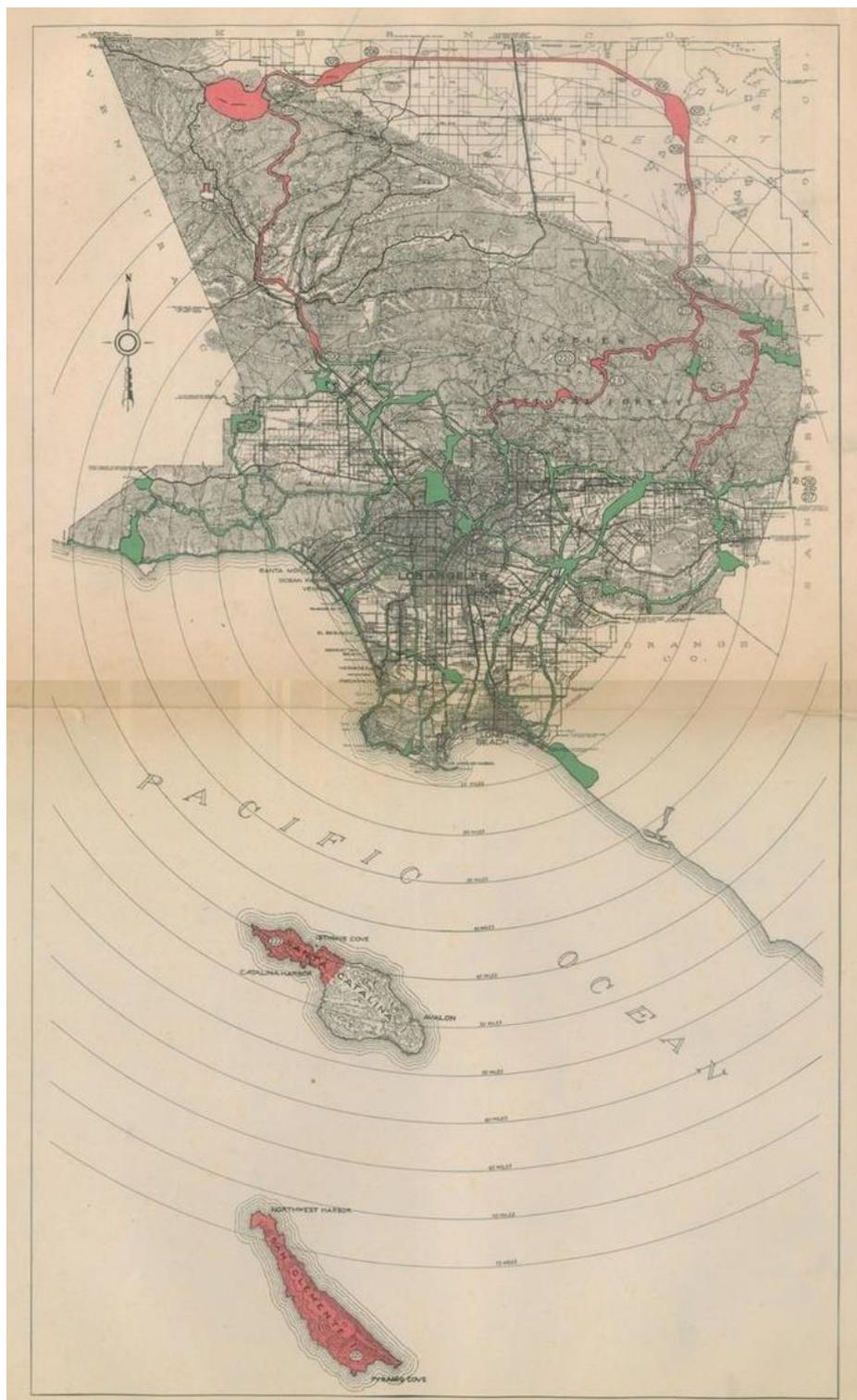
2 - Parte de uma carta de risco de inundação. A mancha vermelha indica a zona inundável.

Fontes: 1) TVA, 1980; 2) Environment Canada, 1982.

Essa proposta não era inédita nos EUA e uma experiência ocorrida décadas antes ilustra a tentativa de emplacar práticas fundamentadas nesse conceito. Na retrospectiva acerca da expansão urbana na Califórnia meridional ao longo do século XX, Davis (2001) destaca a atuação dos planejadores urbanos Frederick Law Olmsted Jr. e Harlan Bartholomew no início da década de 1930, voltada para a estruturação de uma rede de espaços livres, verdes, públicos e multifuncionais no Condado de Los Angeles, região cujos atributos paisagísticos estavam ameaçados pelo intenso desenvolvimento imobiliário. Naquela época, uma crise ambiental já estava instalada na região, devido ao crescimento urbano registrado nos anos anteriores, realizado inclusive em áreas frágeis do ponto de vista ambiental, como *canyons*, margens de rios e encostas íngremes. Essa ocupação foi incentivada pelo governo local, que realizava grandes e onerosas obras para viabilizar a ocupação dessas áreas. Olmsted e Bartholomew propunham que as áreas ribeirinhas configurassem cinturões verdes, voltados para o controle de

enchentes, lazer e transporte, ligando as áreas de recreação das montanhas às áreas das praias (Figura 39).

Figura 39: Diagrama da proposta de Olmsted e Bartholomew para o Condado de Los Angeles (1930)



Nota: As áreas marcadas em verde são os parques lineares propostos e, as áreas em vermelho, as reservas de espaços livres.

Fonte: Hawthorne, 2011; adaptado de HISE, Greg; DEVERELL, William. **Eden by Design: The 1930 Olmsted-Bartholomew Plan for the Los Angeles Region**. Los Angeles: University of California Press, 2000.

Para tanto, caberia à municipalidade lançar mão do *zoneamento pelo risco*, ou seja, limitar ou mesmo proibir o loteamento privado das planícies de inundação ao longo dos canais naturais de drenagem, e incorporá-las à rede de espaços públicos proposta¹⁰⁴. Entretanto, essas ideias não foram implementadas, em função do que Davis (2001, p. 72) denominou de “*lobby pelo controle de enchentes*”. O auxílio financeiro federal oriundo do *New Deal* nos anos seguintes, associado à campanha lançada pelos atores ligados ao mercado especulativo de terras contra a tentativa da legislação urbanística voltada para a implantação da rede de espaços públicos, foi empregado, pelo contrário, para pavimentar progressivamente os pântanos e cursos de água remanescentes na paisagem regional, inclusive o rio Los Angeles.

Recentemente, com a veiculação progressiva dos estudos científicos acerca da mudança climática global, as noções de resiliência e adaptação das comunidades humanas frente aos desastres naturais¹⁰⁵ têm ganhado espaço em relação à tradição da modernidade de incessante busca pelo controle e submissão da natureza pela ciência e tecnologia, conforme indicado por Miguez *et al.* (2016, p. 144, 145, grifos meus):

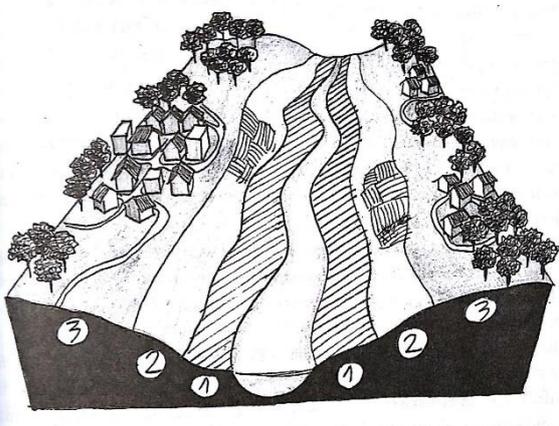
A busca por cidades mais equilibradas em um contexto de melhor **integração entre o ambiente natural e o construído** torna-se uma vertente importante e promissora de trabalho. Um conceito que vem ganhando força trata da discussão do aumento da resiliência das cidades, conceito que nasce da análise de riscos, também uma evolução na abordagem dos problemas de cheias. Em linhas gerais, pode-se dizer que o objetivo de aumentar a resiliência de uma cidade, em relação ao problema de cheias urbanas, apresenta correlação com aumentar a capacidade de resistência e resposta ao sistema, permitindo um melhor convívio com o fenômeno em questão e uma maior adaptabilidade no longo prazo. Essas ações de aumento de resiliência se conjugam adequadamente com outro conceito (...): o do **desenho urbano sensível à presença das águas**.

¹⁰⁴ A proposta de Olmsted e Bartholomew foi sintetizada no relatório “*Parks, Playgrounds and Beaches for the Los Angeles Region*”, publicado em 1930. Davis (2001) ressalta a influência das ideias de Frederick Law Olmsted pai, por exemplo, de seu projeto para os pântanos de Back Bay em Boston, mencionado também por Drake (2016), como um marco projetual na relação cidade e meio ambiente (vide item 3.2.2).

¹⁰⁵ Marandola Jr. (2009) define a *resiliência* como a capacidade de grupos populacionais, lugares ou instituições se recuperarem ao estado anterior ao evento que rompe uma continuidade e provoca danos na interface população-ambiente, e, a *adaptação*, como a capacidade deles de alterar comportamentos, normas ou o ordenamento territorial, para melhor enfrentar os impactos gerados. Já a *vulnerabilidade* decorre das fragilidades e das capacidades de resiliência e adaptação frente aos eventos.

Segundo esses autores, o aumento da resiliência urbana frente às inundações pode ser obtido por dois caminhos: (i) “preparando as cidades para um melhor convívio com as cheias”, por meio do zoneamento das áreas sujeitas ao risco, de maneira integrada à legislação urbanística municipal, “evitando a construção em áreas passíveis de inundação e garantindo espaço para a passagem e o amortecimento das cheias” (Figura 40), ou garantindo a resiliência das edificações inseridas em áreas de risco¹⁰⁶; e (ii) adotando as técnicas compensatórias estruturais na escala dos lotes, loteamentos e bacias hidrográficas, “diminuindo a geração de escoamentos provocados pela transformação da chuva em vazão e reorganizando os padrões de escoamento das vazões resultantes” (*ibid.*, p. 149).

Figura 40: Zoneamento das áreas sujeitas à inundação em função das cotas altimétricas das áreas urbanas



Faixa de inundação	Risco de inundações	Uso e ocupação do solo
1 Zona de passagem de cheias	Alto	Função hidráulica; não ocupar; uso agrícola; paisagismo e proteção ambiental
2 Zonas com restrições	$5 < TR < 25$ anos	Parques e recreação; uso agrícola; habitação com mais de um nível; industrial e comercial; estacionamento; serviços básicos (linhas de transmissão, estradas, etc.)
3 Zonas de baixo risco	$50 < TR < 100$ anos	Ocupação sem restrições; medidas de orientação a fim de mitigar possíveis danos em eventos críticos.

Fonte: Miguez *et al.*, 2016.

¹⁰⁶ O modo de construir de povos e comunidades tradicionais tem como característica a adaptação das construções às condições climáticas locais. Como exemplo referente à variação sazonal do nível de água dos rios, cito as casas de palafitas das comunidades ribeirinhas da Amazônia. Na sociedade urbano-industrial, os saberes e os modos de vida tradicionais foram substituídos pelos padrões técnico-científicos em escala global. No âmbito do desenvolvimento sustentável, considerando a intenção de estabelecer uma relação mais harmoniosa entre sociedade e natureza, conhecimentos tradicionais têm sido resgatados e analisados como fonte de experiências relevantes. Miguez *et al.* (2016) citam como exemplo de técnica de construção à prova de inundações a elevação do nível do piso, caso das tradicionais palafitas, ou do *pilotis*, consagrado pela arquitetura modernista.

O dimensionamento de qualquer estrutura hidráulica para o controle de cheias, inclusive aquelas relacionadas às técnicas compensatórias estruturais, tem como ponto de partida a definição do risco hidrológico, cuja escolha “resulta de um compromisso entre a aspiração a uma proteção absoluta, praticamente inatingível, e a preocupação de limitar, quanto possível, os custos de implantação e operação” (BAPTISTA *et al.*, 2005, p. 80). O risco adotado no projeto é definido basicamente pelo *tempo* ou *período de retorno* referente a variáveis hidrológicas, tais como a intensidade de precipitação ou a vazão de pico de um hidrograma de cheias, e consiste no “intervalo médio de tempo decorrido entre duas ocorrências sucessivas de um dado evento ou sua superação” (Baptista *et al.*, 2005, p. 80)¹⁰⁷. A probabilidade de falha da estrutura dimensionada é, portanto, definida pelo período de retorno adotado: quanto maior o tempo de retorno, menor o nível de risco, mas o que implica maior custo de implantação da estrutura hidráulica.

As falhas das estruturas de controle de cheias, por outro lado, também representam custos associados aos prejuízos causados pelos eventos que extrapolam o tempo de retorno adotado no projeto. Os estudos no contexto brasileiro relacionados a esses prejuízos ainda são muito limitados, mas têm crescido nos últimos anos. Sendo assim, idealmente, uma análise econômica do risco permitiria definir o custo mínimo que possibilitaria otimizar os aspectos de segurança e os custos de implantação e operação. Contudo, Baptista *et al.* (2005) ressaltam que, na prática, os projetos de engenharia hidráulica adotam recomendações gerais - valores tabelados - dos órgãos técnicos governamentais quanto ao tempo de retorno, em função do tipo de obra¹⁰⁸.

A definição do risco aceitável em um projeto depende também da vulnerabilidade associada à população das áreas potencialmente atingidas pelos eventos de inundação¹⁰⁹. Logo, a gestão do risco hidrológico deve basear-se numa integração efetiva entre o planejamento urbano e a regulamentação do uso do solo e

¹⁰⁷ Tucci (2007, p. 137) exemplifica: “O tempo de retorno de 10 anos significa que, em média, a cheia pode se repetir a cada 10 anos ou, em cada ano, esta enchente tem 10% de chance de ocorrer”.

¹⁰⁸ No município de Belo Horizonte, a Sudecap recomenda a adoção de tempo de retorno de 10 anos para projetos de dispositivos de microdrenagem e de 50 a 100 anos para estruturas de macrodrenagem (PBH, 2004).

¹⁰⁹ Em TVA (1980), é notável a importância atribuída à tomada de decisão pela população, auxiliada por especialistas (e estes baseados em dados hidrológicos e hidráulicos consistentes), quanto ao tempo de retorno a ser adotado na regulação da ocupação e do uso do solo nas planícies de inundação.

os estudos hidrológicos e hidráulicos, por exemplo, para definir o direcionamento dos escoamentos em caso de extravasamentos das estruturas projetadas para áreas de menor impacto, tais como espaços livres de uso público – praças, parques, etc. Esse é um exemplo prático de um dos conceitos da Hidrologia Urbana contemporânea, que consiste em combinar soluções estruturais e não estruturais e permitir que um único sistema atenda a múltiplos objetivos¹¹⁰ (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Em alguns casos, as soluções estruturais podem ser inviáveis economicamente para um dado horizonte de projeto e, a curto prazo, medidas não estruturais podem ser viabilizadas para reduzir os prejuízos esperados para inundações com tempos de retorno reduzido e até mesmo salvar vidas (CANHOLI, 2014). Ainda assim, nesses casos, por se tratar de espaços apropriados pela população, é interessante instalar sinalização estática (placas) e sistemas de alerta, tais como alarmes sonoros e luminosos, indicando a elevação rápida do nível de água, para erradicar o risco de perda de vidas humanas. A articulação com a Defesa Civil é fundamental para garantir um trabalho permanente de informação junto a associações comunitárias. Finalmente, a simulação da ocorrência de eventos com tempos de retorno superiores àquele adotado no dimensionamento dos projetos deve ser realizada, para avaliar os possíveis impactos e permitir o planejamento de ações diante de uma eventual situação de crise (Baptista *et al.*, 2005).

A variação do nível ou da vazão de um curso de água depende de características climatológicas, principalmente o total e a distribuição temporal e espacial da precipitação, e físicas da bacia hidrográfica. A previsão da vazão somente pode ser prevista com antecedência de dias ou horas, variando em função do tempo médio de deslocamento da água na bacia a partir do local da precipitação até a seção fluvial de interesse, e depende da disponibilização de “um sistema de coleta e transmissão de dados e uma metodologia de previsão” (TUCCI, 2007, p. 138). Sendo assim, canais de comunicação eficientes coordenados pela Defesa Civil são necessários para comunicar a previsão dos níveis de água em tempo real¹¹¹ à

¹¹⁰ Tucci (2007) alerta para o risco de a implantação exclusiva de medidas compensatórias estruturais criar uma falsa sensação de segurança na população, favorecendo a ampliação da ocupação das áreas inundáveis, o que pode resultar em danos significativos futuramente, situação atualmente vivenciada com as avenidas sanitárias, conforme já mencionado.

¹¹¹ Tucci (2007, p. 136) diferencia a *previsão em tempo real* (curto prazo) da *predição* (longo prazo). Esta “atualmente permite apenas estimar a ordem de magnitude das inundações pela tendência

população potencialmente afetada pela inundação. O sistema de alerta de previsão de inundações em tempo real articula-se em três fases, descritas da seguinte forma por Tucci (2007):

- Prevenção: planejamento das ações para minimizar os danos das inundações, abrangendo, por exemplo, mapeamento das áreas susceptíveis segundo os tempos de retorno determinados, treinamento da equipe da Defesa Civil e da população vulnerável;
- Alerta: acompanhamento dos eventos pluviométricos para notificação prévia diante da chegada de uma enchente;
- Mitigação: ações voltadas para diminuir os danos diante da ocorrência de uma inundação, tais como isolamento de vias e remoção da população das áreas de risco.

Tendo em vista a análise exploratória apresentada neste capítulo acerca das origens das ideias e dos principais conceitos abarcados pelo novo paradigma de manejo de águas pluviais, assim como de suas aplicações no planejamento e na gestão urbanos, o próximo capítulo compreende seus reflexos sobre as políticas públicas do estudo de caso selecionado, a cidade de Belo Horizonte.

4 DOS CONCEITOS E PRÁTICAS À IMPLEMENTAÇÃO ESTATAL: A EXPERIÊNCIA DE BELO HORIZONTE NO QUADRO POLÍTICO-INSTITUCIONAL BRASILEIRO DE MANEJO DAS ÁGUAS URBANAS

Este capítulo apresenta as principais realizações conduzidas pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) ao longo dos últimos 20 anos (2000-2019) no que se refere ao manejo das águas pluviais. Trata-se de uma continuidade da retrospectiva apresentada no item 2.3, partindo da conjuntura introduzida no item 2.4. Cabe ressaltar que, apesar do foco na esfera **municipal**, é importante compreender como as políticas públicas locais se relacionam com as diretrizes para sua implementação definidas em âmbito **estadual** e **federal**, e mesmo **mundial**, por exemplo, por meio de acordos internacionais dos quais o Brasil é signatário. Há ainda duas escalas institucionais e territoriais de planejamento e gestão que se somam a essas outras quatro: a **metropolitana**, em razão de Belo Horizonte ser a capital da região metropolitana homônima, instituída em 1973, e a do **comitê de bacia hidrográfica (CBH)** do rio das Velhas, criado em 1998, conforme estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) - Lei Federal 9.433/1997.

Os principais fatos apresentados ao longo deste trabalho¹¹² estão sistematizados na linha do tempo apresentada no APÊNDICE A. A elaboração desse diagrama temporal baseou-se nas cinco políticas públicas setoriais relacionadas mais diretamente ao manejo de águas pluviais urbanas¹¹³, ilustradas na Figura 41, ainda que, tradicionalmente, conforme demonstrado por Britto *et al.*

¹¹² Esta pesquisa foca nas ações desenvolvidas pela PBH ao longo dos últimos 30 anos (1990-2019). Contudo, para compreender o contexto atual, foi necessário levantar os principais fatos ocorridos ao longo do século XX, sobretudo a partir da década de 1930, quando o Brasil passou por uma inflexão em relação às políticas públicas, durante a Era Vargas (1930-1945). O país, até então essencialmente agrário e caracterizado por uma gestão pública descentralizada, com predomínio dos atores políticos locais, se voltou nesse período para uma pauta de desenvolvimento urbano-industrial, centralizada na União. A linha do tempo apresentada no APÊNDICE A tem esse recorte temporal. Ela foi elaborada a partir do Trabalho Final desenvolvido na Disciplina *Historiografia da Arquitetura*, ministrada pelo Prof. Dr. Roberto Eustaáquio dos Santos, no NPGAU.

¹¹³ Cabe ressaltar que as políticas de saneamento e saúde pública têm ampla interface desde sua origem no final do século XIX, inclusive estando atrelada ao surgimento e à consolidação do paradigma higienista. Segundo Winslow (*The untilled fills of public health*. *Science*, 51/1306: 23-33. Jan. 1920) *apud* Rezende e Heller (2008, p. 350), o saneamento é um importante instrumento da saúde pública, e envolve “um conjunto de medidas relacionadas a intervenções no meio físico, em que se destaca o papel da Engenharia, visando à quebra dos elos da cadeia de transmissão das doenças”. Entretanto, considerando o campo de conhecimento desta pesquisa, optei por não focar tal interface, ainda que reconheça que os investimentos na cobertura e na qualidade dos serviços de saneamento de maneira geral geram benefícios significativos para a saúde pública.

(2012), haja uma tendência em abordar a drenagem pluvial unicamente do ponto de vista do saneamento básico.

Figura 41: Esquema das políticas públicas setoriais relacionadas com a drenagem pluvial no contexto brasileiro



Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Em razão dos objetivos desta pesquisa, é fundamental analisar como o tema em pauta dialoga transversalmente com as políticas setoriais selecionadas, a fim de contribuir para a construção da intersectorialidade:

- **Saneamento básico:** o manejo de águas pluviais se relaciona com os demais componentes do saneamento: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. A dinâmica natural de circulação da água e da matéria sólida demanda que esses sistemas sejam planejados e geridos de forma integrada, a fim de evitar danos ambientais e custos elevados para saná-los, situação facilmente notável, por exemplo, na poluição dos mananciais decorrente de deficiências nos sistemas de tratamento de efluentes sanitários e pluviais e de manejo dos resíduos sólidos.

- **Desenvolvimento urbano**¹¹⁴: a abordagem integrada, preconizada pelo novo paradigma de drenagem pluvial, prevê uma interface entre o manejo de águas pluviais, o planejamento e a gestão urbanos. O controle da ocupação e do uso do solo urbano é fundamental para implementar medidas compensatórias não estruturais (tais como o planejamento das planícies de inundação e das margens dos cursos de água inseridos nas cidades), bem como aquelas estruturais, seja na

¹¹⁴ O eixo temático “desenvolvimento urbano” incluiu neste trabalho as políticas setoriais de habitação e mobilidade.

escala da bacia hidrográfica (por exemplo por meio da construção de dispositivos de amortecimento de cheias, tais como bacias de retenção com múltiplos usos ou da restauração de sistemas fluviais), seja na escala dos lotes (via orientação técnica e legal e incentivos fiscais na manutenção de áreas permeáveis e implantação de caixas de retenção de águas pluviais, telhados verdes, jardins de chuva, pavimentos permeáveis e/ou porosos).

- **Meio ambiente:** o novo paradigma de drenagem pluvial tem origem na contestação, pelo movimento ambientalista a partir dos anos 1960, do modelo de desenvolvimento adotado pela sociedade moderna. Os impactos sobre a qualidade e a quantidade de água gerados pela ocupação urbana passam a ser conhecidos e medidas para mitigá-los são desenvolvidas. Em um contexto mundial de ampliação do reconhecimento dos direitos humanos, o meio ambiente passa progressivamente a abranger pautas além da biodiversidade e do controle da poluição, rumo à qualidade de vida e do espaço urbano. A população passa a reivindicar a reinserção dos cursos de água na paisagem das cidades e o direito aos usos múltiplos da água.

- **Recursos hídricos:** o regramento do domínio das águas e do direito de seu usufruto está relacionado com o manejo das águas pluviais. Os impactos gerados nos cursos de água a partir da urbanização de suas áreas de contribuição deveriam ser analisados e discutidos no âmbito da gestão das bacias hidrográficas estaduais e federais. Os comitês de bacias hidrográficas (CBHs) são importantes fóruns de discussão e participação institucional e popular em nível regional, no que se refere à gestão das águas¹¹⁵.

- **Defesa civil:** o aumento dos picos de vazão e de sua frequência, gerado pela impermeabilização do solo e canalização de cursos de água, agrava os fenômenos naturais de cheia. A ocupação formal das planícies de inundação, promovida pelo paradigma tradicional de drenagem, por meio da implantação de avenidas sanitárias, e a ocupação informal por habitações precárias das áreas remanescentes nos fundos de vale não urbanizados expõem a população ao risco das cheias. Assim, ações voltadas para a proteção da população vulnerável ao risco de inundações em áreas densamente ocupadas são necessárias.

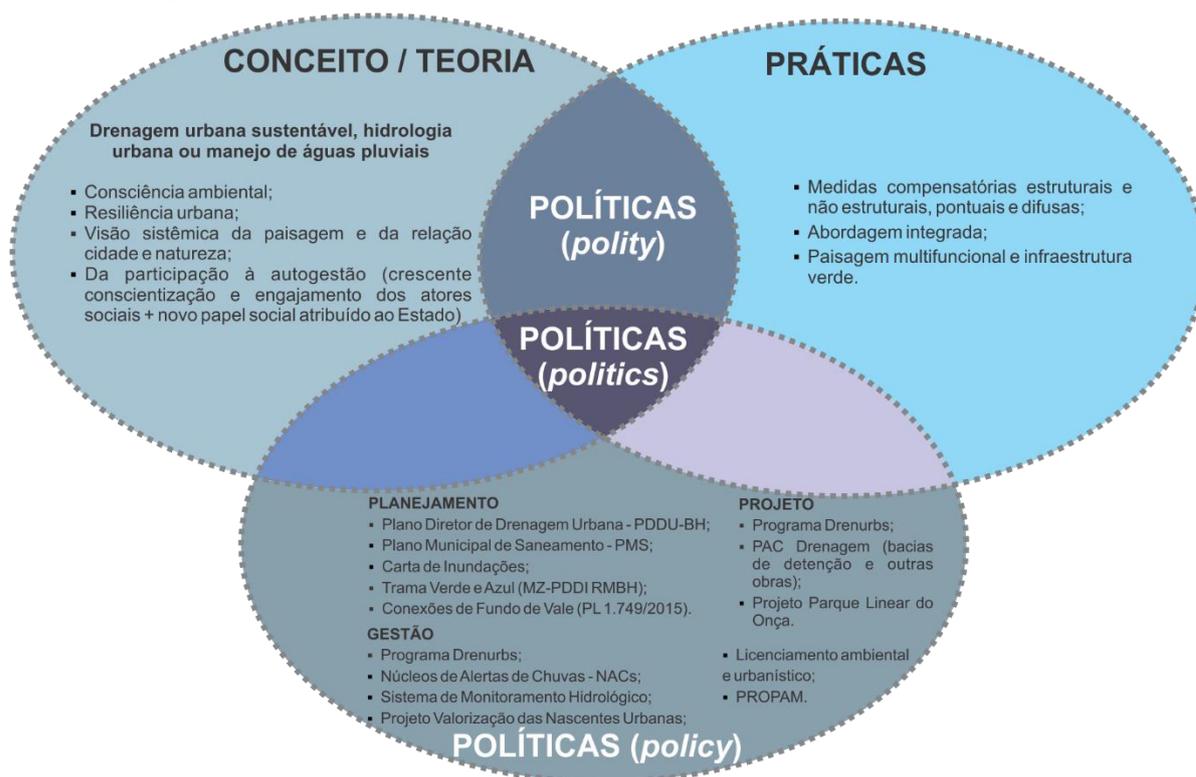
A análise da incorporação pelas políticas públicas dos conceitos abrangidas pelo paradigma emergente de manejo de águas pluviais e das práticas

¹¹⁵ Para uma leitura crítica da estrutura participativa dos CBHs no Brasil, vide Antunes (2019).

dele derivadas, desenvolvidas no âmbito técnico-científico, baseou-se na abordagem analítica da *policy analysis*, cuja literatura, segundo Frey (2000), diferencia três dimensões da política, que são, na realidade, interdependentes:

- **Polity (dimensão institucional):** ordem do sistema político, delineada pelo sistema jurídico (legislação), e estrutura institucional (organizações e procedimentos) do sistema político-administrativo;
- **Politics (dimensão processual):** processo político, frequentemente de caráter conflituoso, em relação à imposição de objetivos, aos conteúdos e às decisões;
- **Policy (dimensão prática):** conteúdos concretos das decisões políticas, expressos em planos, programas, projetos e obras, envolvendo os problemas técnicos (Figura 42).

Figura 42: Esquema das relações entre conceitos, práticas e políticas públicas



Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Sendo assim, o levantamento descrito neste capítulo e sintetizado graficamente na linha do tempo (vide APÊNDICE A) buscou identificar os principais marcos legais, institucionais e regulatórios, referentes à estrutura (*polity*) das políticas setoriais analisadas, e as ações públicas concretas delas derivadas (*policy*) e que se relacionam com o tema da pesquisa. O processo de negociação (*politics*),

que envolve disputas políticas e relações das forças de poder dos diferentes atores, é fundamental para a compreensão de como se configura a *policy*, muitas vezes sendo mais determinante do que o próprio arcabouço institucional (FREY, 2000). Contudo, a *politics* não foi enfocada neste capítulo, ainda que emerja na análise de alguns eventos. No caso da linha do tempo, esta dimensão está representada, de forma bastante simplificada, pelos mandatos dos governos federal e municipal.

É possível relacionar a perspectiva da *policy analysis* com os três níveis de análise histórica sintetizados por Vasconcelos (2009): os eventos, as conjunturas e as circunstâncias, períodos temporais de curta, média e longa duração respectivamente. Os eventos podem ser relacionados aos resultados concretos pontuais das políticas, tais como projetos e obras, ou mesmo publicações técnico-científicas; as conjunturas, aos planos e programas determinados por governos, tal como o PAC; e, as circunstâncias, a fenômenos que determinam um contexto mais amplo, como a própria tomada de consciência mundial acerca da crise ambiental a partir dos anos 1960 ou o processo de redemocratização do Estado brasileiro no final dos anos 1980, cuja reestruturação institucional continua sendo realizada a partir de diretrizes definidas na Constituição Federal de 1988.

Para essa análise, que deve considerar a dimensão temporal dos processos políticos, convém ressaltar a diferenciação entre planejamento e gestão urbanos. Souza (2006) indica que, desde a década de 1970, com a difusão global do neoliberalismo, observa-se a intenção de banir, sobretudo na escala local, o planejamento, considerado moroso, autoritário e tecnocrático, e de substituí-lo pela gestão, associada a uma conotação mais democrática e dinâmica. Contudo, não se trata de termos intercambiáveis, mas sim de atividades de diferentes naturezas, ainda que relacionadas e interdependentes. Enquanto planejar remete ao futuro, à reflexão, previsão, simulação e ao prognóstico, a partir de um complexo diagnóstico da situação atual, gerir está relacionado ao presente, à estratégia prática para alcançar os objetivos planejados. Assim, não é possível abdicar de nenhuma das duas atividades, em qualquer escala de atuação. Souza (2006) alerta ainda que, para que ambas sejam democráticas e comprometidas com a transformação socioespacial positiva, é necessário incorporar a participação da comunidade do

território em análise, garantindo-se autonomia individual e coletiva nos processos decisórios¹¹⁶.

Ainda a respeito da dimensão temporal, o modelo do ciclo de vida de uma determinada política pública é composto, segundo Frey (2000, p. 226), das seguintes fases: “percepção e definição de problemas¹¹⁷, *agenda-setting*, elaboração de programas e decisão, implementação de políticas e, finalmente, a avaliação de políticas e a eventual correção da ação”. Contudo, na prática, nem sempre essa sequência é observada; por exemplo, a avaliação e as modificações muitas vezes se dão permanentemente ao longo do ciclo, a partir das reações dos atores envolvidos, num processo contínuo de *aprendizagem política*. Dessa forma, esse modelo permite ressaltar momentos críticos em que decisões políticas são tomadas, mais do que descrever o real processo para todas as políticas.

Frey (2000) ressalta que a institucionalização via sistemas político-administrativos não deve ser interpretada como um caminho absoluto rumo ao progresso, que na concepção dos teóricos de viés tradicional traria apenas efeitos benéficos, como a satisfação das necessidades humanas e a estruturação das interações sociais. Ao contrário, a institucionalização, que é intermediada por valores e reflete as relações de poder existentes, implica custos sociais significativos, pois representa sempre a exclusão de vozes e de alternativas de ação, bem como a burocratização e as contrariedades dela decorrentes. Além disso, a *polity* não garante por si só a definição das políticas públicas, pois, em determinados contextos, como é o caso do brasileiro, o processo político é amplamente determinado por padrões de comportamento¹¹⁸ como o clientelismo, o populismo, a corrupção e o patrimonialismo.

¹¹⁶ Esse autor (2006, p. 332) explica que “em uma sociedade basicamente autônoma o significado da expressão ‘participação popular’ não é o de uma participação dos indivíduos em processos decisórios comandados e coordenados pelo Estado como instância de poder separada, mas sim o de processos decisórios dos quais os indivíduos participarão plenamente sem a tutela de uma instância superior”. Ele propõe uma escala de avaliação do grau de abertura das abordagens do planejamento e da gestão urbanos, composta por oito categorias, que variam desde a coerção dos indivíduos e grupos pelo Estado até a autogestão.

¹¹⁷ A maneira como os problemas são definidos deve ser considerada na análise das políticas públicas, pois, posteriormente, essa variável é fundamental na proposição de soluções na fase de elaboração da *policy* (FREY, 2000). No caso em pauta, por exemplo, se a problemática da drenagem urbana for abordada como um problema restrito ao âmbito da engenharia sanitária, dificilmente serão propostas soluções institucionais que tratem a questão de forma mais ampla, associada ao desenvolvimento urbano e às demais políticas setoriais pertinentes.

¹¹⁸ “Trata-se de elementos característicos de certos sistemas políticos, que são decorrentes da interação e do inter-relacionamento permanentes de atores e grupos de atores, e cujos impactos e

Essa *cultura política* é modificada em determinados momentos de ruptura social, quando novos atores surgem, impulsionados por mudanças em relação aos valores sociais, interesses e objetivos de ação, e logram *institucionalizar* novos estilos de comportamento por meio de novos procedimentos e arranjos. Como exemplo, Frey (2000) cita a pressão político-social exercida por movimentos sociais e pela sociedade civil em geral no processo de redemocratização nacional, que levou ao surgimento de novos canais de participação na política municipal brasileira, tais como os conselhos populares e o orçamento participativo.

O Quadro 6 apresenta síntese da análise proposta nesta pesquisa das políticas públicas relacionadas ao manejo de águas pluviais no Brasil e em Belo Horizonte. Inicialmente apresenta-se uma breve trajetória histórica recente da estruturação da *polity* em âmbito federal em relação às políticas setoriais selecionadas e, em seguida, em âmbito municipal, para então destacar as ações ligadas à *policy* em Belo Horizonte.

Quadro 6: Síntese da análise de políticas públicas relacionadas ao manejo de águas pluviais

Trajетória recente das políticas setoriais relacionadas ao manejo de águas pluviais no Brasil
Desenvolvimento urbano
Saneamento básico
Meio ambiente
Recursos hídricos
Defesa civil
Policy em Belo Horizonte
Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha (Propam)
Drenurbs
PAC: bacias de retenção e intervenções em vilas e favelas
A Trama Verde e Azul no Macrozoneamento da RMBH
As Conexões de Fundo de Vale no novo plano Diretor de Belo Horizonte (PL nº 1.749/2015)
Licenciamento ambiental e urbanístico
Projeto de Valorização das Nascentes Urbanas do CBH Rio das Velhas nas bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça
Carta de Inundações de Belo Horizonte
Núcleos de Alerta de Chuvas (NACs)
Sistema de Monitoramento Hidrológico
Parque Linear do Onça
Fonte: elaborado pela autora, 2018.

efeitos podem ser detectados no âmbito da implementação de políticas públicas” (FREY, 2000, p. 235). A análise dos estilos políticos se dedica ao aspecto do “como” a política é realizada, seja dentro de um sistema político-administrativo, seja no âmbito dos processos de negociação entre governo e sociedade civil.

Propus uma sistematização do conceito do novo paradigma de manejo de águas pluviais a partir da definição de categorias fundamentais de maneira operacional, para permitir sua objetivação e facilitar sua manipulação no contexto empírico selecionado, conforme descrito a seguir:

1. Adoção da bacia hidrográfica como escala de planejamento e gestão: como se dá a adoção e distribuição nesse recorte territorial das técnicas compensatórias estruturais (pontuais e difusas) e não estruturais?
2. Integração dos componentes do saneamento básico, das políticas setoriais, do ciclo hidrológico terrestre (dinâmica de circulação da água na Terra e usos múltiplos desse recurso natural pela sociedade), das disciplinas do conhecimento técnico e dos atores urbanos: os instrumentos de planejamento e gestão existentes possibilitam oportunidades de exposição, diálogo, negociação e superação dos conflitos existentes em relação aos diferentes interesses ligados ao uso do solo urbano e da água?
3. Criação de paisagens multifuncionais integradas a uma infraestrutura verde: as técnicas compensatórias são implementadas associadas a funções além daquelas de âmbito hidrológico-hidráulico?

Essas categorias guiaram a análise do panorama de políticas públicas apresentado, buscando destacar em quais situações as ações implementadas estão mais próximas (ou mais distantes) dos conceitos e práticas abrangidos pelo novo paradigma de drenagem urbana, para identificar os principais desafios para sua difusão.

4.1 Diretrizes nacionais das políticas públicas relacionadas ao manejo de águas pluviais urbanas

Os movimentos sociais que surgiram no Brasil na década de 1980 lograram inserir importantes Emendas Populares na Constituição Federal de 1988, relacionadas à reforma urbana, à habitação e ao meio ambiente. Dentre elas, Caldas (2018) destaca a inclusão dos artigos 182 e 183, que tratam da Política Urbana. Todavia, somente em 2001 o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257) foi aprovado pelo Congresso, a fim de permitir a aplicação dos instrumentos urbanísticos visando à garantia da função social da propriedade, a partir da elaboração do Plano Diretor Municipal:

(...) inovações foram estabelecidas no novo marco regulatório brasileiro como os instrumentos de intervenção na lógica do mercado imobiliário, visando enfrentar os processos especulativos. Os institutos do Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios, o IPTU Progressivo, a Desapropriação para fins da Reforma Urbana, o Direito de Preempção, a Transferência do Direito de Construir, a Regularização Fundiária são exemplos da capacidade de intervenção no mercado, legalmente outorgadas aos municípios brasileiros pelo Estatuto da Cidade. Da mesma forma, foram instituídos instrumentos para permitir a recuperação da mais-valia decorrente da urbanização e outras externalidades positivas, como a Outorga Onerosa do Direito de Construir e as Operações Urbanas Consorciadas. Há, ainda, medidas que proporcionam avanços para a gestão democrática das cidades e para a participação e o controle social do processo de expansão urbana (CALDAS, 2018, p. 34 e 35).

Em 2003, o Ministério das Cidades (MCidades) foi criado no início do primeiro mandato do presidente Lula, tendo como áreas de competência a política de desenvolvimento urbano, incluindo planejamento urbano territorial e regularização fundiária, e as políticas setoriais de habitação, saneamento ambiental, transporte urbano e trânsito. Na opinião de Britto *et al.* (2012), o MCidades significou um ensaio intersetorial no âmbito das políticas urbanas e uma resposta às demandas dos movimentos sociais em prol da reforma urbana. Sua Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) é considerada emblemática por esses autores, ao prover o setor de um endereço institucional e articulado às demais políticas públicas de desenvolvimento urbano. No entanto, eles destacam a manutenção da escassez de mecanismos que permitam a interação eficiente entre as políticas públicas que têm interfaces, tais como meio ambiente.

Tendo em vista que o planejamento e a gestão urbanos são competências dos municípios, conforme previsto na CF 88, ao Governo Federal cabe a definição das diretrizes gerais da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU). Nesse sentido, o MCidades tinha como intuito apoiar “a capacitação técnica de quadros da administração pública municipal ou dos agentes sociais locais” (BRASIL, 2015, p. 1), além de financiar planos, projetos e obras, em consonância com as diretrizes da PNDU, diferentemente da situação que caracterizava o país até então, onde a política urbana foi praticamente determinada pelos bancos públicos responsáveis pelo financiamento à habitação e ao saneamento¹¹⁹.

¹¹⁹ Segundo BRASIL (2015, p. 1), “isso aconteceu no período do BNH que se sobrepôs ao Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (SERFHAU), criado em 1964, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano (CNDU), como também aconteceu com a Caixa Econômica Federal, que subjugou a Secretaria de Política Urbana (SEPURB), criada em 1995, e a sua sucessora, a Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano (SEDU)”.

A maioria dos municípios brasileiros são de pequeno porte e carecem de capacidade técnica, institucional e financeira para exercer todas as funções previstas a esses entes federativos. Segundo Caldas (2008, p. 154), essa situação resulta em um “modelo híbrido e paradoxal de federação”, na qual a dependência dos municípios de recursos estaduais e federais cria um ambiente de competição e oportunismo, que contribui para consolidar a prática do clientelismo parlamentar no país, na qual promessas e favores de políticos são trocados por apoio eleitoral.

A experiência do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) nas cidades foi, na opinião de Caldas (2018)¹²⁰, uma tentativa de instituir uma coordenação da relação intergovernamental de maneira universal e sistemática, como uma verdadeira política de Estado, no lugar dessa prática oportunista na determinação da alocação dos recursos para obras no país. O PAC 1 (2007 a 2010) abrangeu três eixos de obras: “Logística”, “Energia” e “Infraestrutura Social e Urbana”. Ao contrário dos demais, este último eixo, que reunia as rubricas “Luz para Todos”, “Saneamento”, “Habitação”, “Metrô” e “Recursos Hídricos”, não teve obras anunciadas pelo governo federal. Sua carteira de investimentos foi sendo gradualmente definida, principalmente através da “seleção pública de propostas apresentadas pelos estados e municípios em atendimento às chamadas públicas de iniciativa do governo federal, que, para cada processo, definia regras de enquadramento e priorização específicas”¹²¹ (CALDAS, 2018, p. 175). No caso dos municípios maiores, de um modo geral, “as obras foram definidas mediante processo de diálogo com o conjunto dos entes subnacionais” (*ibid.*, p. 185).

Essa autora (*ibid.*, p. 169, 170) aponta como principais desafios do PAC a inexistência de estudos, planos e projetos desenvolvidos pelos municípios e estados para pleitear as chamadas públicas e as estruturas técnicas e de gestão insuficientes em nível local para gerenciar os investimentos disponibilizados:

¹²⁰ Maria Fernandes Caldas foi Diretora de Infraestrutura Urbana e Social do PAC no Ministério do Planejamento e integrou o Comitê Nacional de Acompanhamento do MCMV e o Conselho Nacional das Cidades. Atualmente ela é Secretária de Política Urbana na PBH.

¹²¹ Para cada área temática em processo de seleção de empreendimentos, eram publicizados os critérios de enquadramento definidos pelo Governo Federal, cuja definição era baseada nas Políticas Setoriais específicas, apresentadas nos Cadernos MCidades. As propostas recebidas dos estados e municípios eram então ranqueadas e selecionadas com base em critérios técnicos, tais como concentração populacional e capacidade institucional e financeira do ente. Esses procedimentos eram acompanhados pela Controladoria Geral da União e auditados pelo Tribunal de Contas da União (CALDAS, 2018). Destaco que, no PAC 2, um dos critérios estabelecidos para a seleção das propostas de empreendimentos foi a articulação entre as modalidades saneamento, habitação, risco e mobilidade no território (BRASIL, 2014).

É justamente nesse ponto que residem importantes contradições do Programa, centradas no dilema entre a necessidade de acelerar de imediato o crescimento, dar respostas às urgentes demandas sociais e apresentar resultados no tempo político, e ao mesmo tempo estruturar estratégias e desenvolver o planejamento e a capacidade institucional do país para executá-lo de forma sustentável. Para a Política de Desenvolvimento Urbano, em especial para o planejamento, apesar de o Programa ter propiciado mudanças importantes, permaneceu o desafio de enfrentar os problemas estruturais decorrentes da característica do Estado e do modelo da federação brasileira (...).

Ao reconhecer a carência do planejamento municipal, o governo federal estimulou a elaboração de planos junto às prefeituras, disponibilizando recursos financeiros e orientação técnica para tal. Simultaneamente, os municípios se sentiram motivados a retomar o planejamento e a elaboração de projetos de infraestrutura urbana, diante da perspectiva de oferta de recursos financeiros de maneira sistêmica via PAC (CALDAS, 2018). Esse foi o caso dos planos diretores e dos planos em nível municipal das demais políticas setoriais relacionadas: habitação, saneamento, defesa civil e transporte e trânsito.

Entretanto, o surto de elaboração de planos municipais não foi suficiente para encobrir as deficiências do planejamento e da gestão subnacional¹²². Elas ficaram evidentes, por exemplo, na morosidade de implantação das obras de infraestrutura urbana, cujo prazo médio observado foi de oito anos entre a seleção do empreendimento pelo PAC e sua conclusão. Segundo Caldas (2018), isso se deve às inúmeras dificuldades enfrentadas pelas prefeituras e até mesmo por alguns governos estaduais em relação às exigências legais e técnicas associadas à execução das obras, tais como os processos de licenciamento ambiental, desapropriações e licitações.

Outro ponto negativo do PAC, destacado por essa autora, foi a ausência de um tratamento diferenciado para as Regiões Metropolitanas. Os municípios inseridos em RMs foram priorizados nas seleções de empreendimentos pelo PAC dirigidas ao grupo de municípios mais populosos, mas não se tratava de financiamento de projetos de natureza metropolitana. Perdeu-se, assim, a

¹²² No que se refere aos planos diretores municipais, já há inúmeras publicações e investigações acerca do alcance da campanha federal para a elaboração deles junto aos municípios pertinentes. Almeida (2015), por exemplo, pontua que muitos desses planos foram elaborados por consultorias de forma padronizada e pouco adaptada ao contexto local. A aplicação efetiva dos instrumentos urbanísticos previstos no Estatuto da Cidade pelos municípios depende ainda da regulamentação por meio de leis específicas municipais, os quais, em muitos casos, não contam com recursos financeiros e técnicos suficientes para tanto. Por outro lado, nos municípios de maior porte, observa-se uma regularização seletiva dos instrumentos, voltada para os interesses do mercado imobiliário (ARANTES, 2013).

oportunidade de induzir novos arranjos para superação do modelo de governança metropolitana mal resolvido que está instituído no país e de fomentar o planejamento e o diálogo federativos.

No caso das políticas setoriais de saneamento e defesa civil, Caldas (2018) pontua que houve um enfrentamento significativo dos desafios institucionais pelo governo federal a partir de 2003. No primeiro mandato do Governo Lula, foi aprovado o marco regulatório para o setor de saneamento, a Lei Federal nº 11.445/2007. Desde a década de 1970, vivia-se um impasse em relação à responsabilidade pelos serviços de saneamento. As empresas em nível estadual foram fortalecidas com o Planasa, enquanto a CF de 1988 estabeleceu que a prestação dos serviços públicos de interesse local é de responsabilidade do município, ainda que os estados possam criar RMs para operar funções de interesse comum aos municípios dessas regiões (GARRIDO, 2006). A Política Nacional de Saneamento Básico estabelecida em 2007 previu a possibilidade da concessão dos serviços, mediante a celebração de contrato¹²³. Todavia, cabe ao titular dos serviços de saneamento a elaboração do plano de saneamento básico, contemplando o estabelecimento de mecanismos e procedimentos de controle social e de metas e diretrizes para alcançar a universalização dos serviços¹²⁴. Busca-se, assim, evitar a situação observada anteriormente em muitos municípios, que se eximiam do controle das concessionárias, relatada por Britto *et al.* (2012).

Ainda no âmbito desse marco legal, destaco a consideração da drenagem e do manejo das águas pluviais¹²⁵, bem como da limpeza urbana e do manejo dos

¹²³ Outro importante marco legal da época, foi a Lei de Consórcios Públicos e da Gestão Associada (Lei Federal nº 11.107/2005), que visa proporcionar a segurança político-institucional para o estabelecimento de estruturas de cooperação intermunicipais. O estabelecimento de consórcios voltados para a gestão sustentável dos serviços de saneamento básico é uma alternativa interessante para municípios de pequeno porte, devido aos ganhos de escala, bem como para aglomerações urbanas e RMs, onde há infraestruturas articuladas e a solução dos problemas comuns demanda políticas e ações construídas coletivamente pelos municípios membros (BRASIL, 2014).

¹²⁴ A Lei Federal nº 11.445 define que o controle social deve garantir “à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico”. Já a universalização é a “ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico” (BRASIL, 2007).

¹²⁵ A definição de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas na Lei Federal nº 11.445 vai além da concepção tradicional, ao abranger, além do “transporte”, “a detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas” (BRASIL, 2007). Ao definir que a mitigação dos impactos provocados pela urbanização em relação ao volume do escoamento superficial e à qualidade das águas pluviais faz

resíduos, como elementos constituintes do saneamento básico, ao lado dos tradicionais e consagrados componentes do setor: abastecimento de água potável e esgotamento sanitário. Como um dos princípios fundamentais da prestação dos serviços públicos de saneamento, consta a articulação entre esses seus elementos, dando origem ao conceito de “saneamento integrado”, bem como com as políticas setoriais relacionadas, tais como desenvolvimento urbano, meio ambiente e saúde. A integração com a gestão dos recursos hídricos também é preconizada, ainda que não faça parte dos serviços públicos de saneamento. Assim, cabe ao responsável pela prestação dos serviços a obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos junto aos órgãos estaduais competentes ou à Agência Nacional de Águas (ANA), no caso de rios federais, para a captação de água ou para a disposição dos efluentes. Segundo Britto *et al.* (2012, p. 73), a Lei nº 11.445 pode, portanto, “ser considerada uma referência fundamental para a construção de um modelo de gestão mais integrado e intersetorial, tanto na dimensão interna ao campo do saneamento, como na dimensão externa ao setor.”

O Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), criado em 1993 no governo Collor e reforçado no governo Fernando Henrique como meio de induzir a entrada da iniciativa privada nesse setor, tomou uma nova direção a partir de 2003. No governo Lula, o programa passou a seguir a orientação institucional da SNSA e, assim, a priorizar o fortalecimento dos operadores públicos dos serviços de saneamento, mas com comprometimento dos governos estadual ou municipal ao qual o prestador está vinculado. Dentre as ações do PMSS, tem-se a formulação de um programa nacional de manejo integrado de águas pluviais urbanas. Segundo o Caderno de Saneamento Ambiental do MCidades (BRASIL, 2004, p; 52), durante a formulação desse programa, verificou-se que, no campo da drenagem urbana, diferentemente dos demais componentes do saneamento, “as deficiências não estão apenas relacionadas à cobertura dos sistemas, mas, sobretudo, à concepção da intervenção e à inexistência de mecanismos tributários próprios para garantir recursos para investimentos”¹²⁶. Esse documento conclui que há uma lacuna de

parte da infraestrutura de saneamento, esse marco legal demonstra-se alinhado ao paradigma contemporâneo explorado neste trabalho.

¹²⁶ Em Brasil (2004, p. 57 e 58), pontua-se que os serviços de drenagem “são prestados quase que exclusivamente de forma direta pelos municípios – a presença de empresas privadas é uma exceção e os Estados atuam apenas na construção de grandes obras de macrodrenagem. (...) Pouquíssimos serviços [de drenagem] são organizados como autarquias, o que os torna dependentes da

capacitação técnica, sobretudo em relação à ausência do tratamento da disposição das águas pluviais nas cidades brasileiras de forma integrada a outras questões urbanas e à gestão da respectiva bacia hidrográfica, e que são necessários recursos para experimentos pilotos nessa área.

Na publicação “Gestão de águas pluviais urbanas”, elaborada pelo Professor Doutor Carlos Tucci da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no âmbito do PMSS em 2005, é ainda mais evidente a tentativa de difusão em nível federal de uma nova concepção técnica e político-institucional para o campo, correspondente aos conceitos apresentados no item 3.3 desta dissertação. Posteriormente, esses conceitos foram compilados em manuais disponibilizados na página eletrônica do MCidades, na tentativa de estabelecer os princípios que regiam as iniciativas apoiadas pela União, relativas à melhoria, ampliação e implantação de sistemas municipais de águas pluviais. A elaboração do plano de manejo de águas pluviais pelo município foi considerada uma prerrogativa para a obtenção de recursos da União, inclusive no contexto do PAC, ainda que a existência de Plano Municipal de Saneamento, ou Estudo/Diagnóstico da Bacia Hidrográfica também tenham sido acatados para o financiamento de medidas estruturais corretivas na drenagem urbana, tais como reservatórios de amortecimento de cheias, adequação de canais para a redução da velocidade de escoamento, sistemas de drenagem por infiltração, implantação de parques lineares, recuperação de várzeas e renaturalização de cursos de água. Os projetos que contemplassem a canalização de córregos somente seriam aceitos se associados a obras e ações não estruturais voltadas para a retenção e a infiltração das águas pluviais (BRASIL, 2011a, 2011b, 2011c).

Apesar de todo esse esforço do MCidades em conceber um arcabouço político-institucional e técnico-científico para embasar as intervenções em infraestrutura urbana, inclusive referentes ao manejo sustentável das águas pluviais, BRITTO *et al.* (2012, p. 74) constatam que:

A maior parte das obras que receberam recursos do PAC 1 segue o modelo anterior de intervenção no território, desconsiderando a dimensão da intersectorialidade, operando por meio de grandes empreiteiras, sem inovação tecnológica, sem vinculação com a gestão dos serviços e sem

administração direta e sem vinculação institucional precisa”. Adicionalmente, os municípios têm grande resistência na instituição de cobrança de taxa de drenagem, devido ao temor da insatisfação junto à população, com a criação de mais um tributo.

contar com qualquer mecanismo de controle social para acompanhamento e avaliação.

Numa tentativa de contraposição a essa situação, alguns segmentos da SNSA e do Conselho Nacional das Cidades pressionaram para a efetiva elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), conforme havia sido previsto na Lei nº 11.445. Esse plano teve sua elaboração iniciada em 2008, sob coordenação do MCidades, buscando orientar os investimentos do PAC 1 no setor de saneamento por uma política de Estado. Ainda que a criação do MCidades e de sua SNSA tenha buscado promover o reordenamento institucional do setor, Britto *et al.* (2013, p. 6982) identificaram “uma forte dispersão de competências quanto ao saneamento básico, associada a uma pulverização de programas e ações, geridos por diferentes Ministérios” no período de 2008 a 2011, analisado por esses autores. No campo da drenagem pluvial, tanto o MCidades coordenou ações, nas linhas designadas “apoio a sistemas de drenagem urbana sustentáveis e de manejo de águas pluviais” (“Programa Drenagem Urbana Sustentável”) e “Saneamento para Todos”, como também o Ministério da Integração Nacional, por meio dos programas “Drenagem Urbana e Controle de Erosão Marítima e Fluvial” e “Prevenção e Preparação para Emergências e Desastres”.

O Plansab (2014, p. 108), concluído em 2013, reconheceu a necessidade de “superar a pulverização das iniciativas” de saneamento no país, que em 2011 estavam distribuídas em 15 programas com 149 ações, conduzidas por sete ministérios. Para tanto, foram definidas diretrizes para favorecer a coordenação nacional das políticas do setor, por meio da criação de uma instância interministerial, coordenada pelo MCidades, assim como a relação interfederativa. Esse plano também previu um programa específico para o aumento progressivo dos investimentos em “ações estruturantes”, que são aquelas voltadas para o aperfeiçoamento da gestão dos serviços de saneamento, incluindo a efetivação do controle social dessa política pública na esfera local (BRITTO *et al.*, 2012). Dessa forma,

(...) o Plansab procura deslocar o tradicional foco dos planejamentos clássicos em saneamento básico, pautados na hegemonia de investimentos em obras físicas, para um melhor balanceamento destas com medidas estruturantes, a partir do pressuposto de que o fortalecimento das ações em medidas estruturantes assegurará crescente eficiência, efetividade e sustentação aos investimentos em medidas estruturais (BRASIL, 2014, p. 25).

O desafio de ir além da conquista da construção de um marco legal para o setor de saneamento, a Lei nº 11.445, e de efetivamente implementar o Plansab é ainda maior a partir de 2019, com a posse do presidente eleito em 2018, Jair Bolsonaro, que dissolveu o MCidades e incorporou suas funções ao Ministério de Desenvolvimento Regional. Essa descontinuidade institucional no âmbito das políticas públicas federais relacionadas ao desenvolvimento urbano pode acarretar retrocessos significativos em relação aos avanços observados nos últimos 16 anos.

Em relação à Política Nacional de Defesa Civil, a Lei Federal nº 12.608/2012 criou um sistema para apoiar os entes subnacionais no enfrentamento de desastres naturais. A motivação foi o acidente na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, ocorrido em janeiro de 2011. O governo federal já vinha atuando nesse setor desde 2009, no apoio a obras de macrodrenagem nas cidades com histórico de inundações e de contenção de encostas associadas à urbanização de assentamentos precários. Contudo, a partir do PAC 2, esse apoio foi intensificado, por meio da ampliação de recursos e de seleções específicas. Sem perspectiva de financiamento até então, praticamente nenhum governo estadual tinha investido em estudos de engenharia para prospectar soluções, conforme relatado por Caldas (2018, p. 199):

É importante mencionar que, apesar da recorrência de acidentes, praticamente para nenhuma dessas áreas existiam estudos hidrológicos e de drenagem elaborados, muito menos projetos executivos. Normalmente, trata-se de obras complexas e de grande porte, que demandam uma fase detalhada de planejamento, investigação geológica e geotécnica minuciosas, uma vez que, se mal dimensionadas, podem implicar ruptura das estruturas hidráulicas e de contenção, com conseqüente danos materiais e perdas humanas. Exigem também o equacionamento prévio e a aquisição das áreas onde serão edificadas, além de todo o procedimento de licenciamento ambiental, que nunca é simples nesses temas. De um modo geral, suas soluções envolvem bacias hidrográficas e regiões que extrapolam os limites municipais, envolvendo vários municípios (...). Portanto, situações quase intransponíveis para o quadro institucional relatado, mesmo considerando a gravidade das conseqüências da inação. Dada a complexidade e gravidade do problema para a escala municipal, a ausência da ação dos governos estaduais e a necessidade de forte articulação institucional, não houve alternativa a não ser apoiar a elaboração do conjunto prévio de estudos, projetos e licenciamentos para somente depois iniciar processo de financiamento da execução das obras resultantes.

Para essa autora, esse é um exemplo “no qual a política de investimento do governo federal abandonou a lógica de programa de governo para adquirir contornos de política de estado” (*ibid.*, p. 200), na medida em que uma política nacional de longo prazo foi estruturada e fomentada com recursos técnicos e

financeiros. Ela pontua que, apesar da disponibilidade de recursos do PAC para os estudos, projetos e obras, os empreendimentos selecionados tiveram um baixo percentual de execução e conclusão até o momento.

Com relação às políticas públicas de meio ambiente e recursos hídricos, as diretrizes nacionais foram estabelecidas anteriormente aos fatos relatados acima, a partir das décadas de 1980 e 1990 respectivamente.

Como já mencionado no item 3.2, as ações governamentais voltadas para a proteção do meio ambiente no Brasil iniciaram-se sob a influência do movimento ambientalista em âmbito mundial, sobretudo das conferências da ONU acerca desse tema. A Lei Federal nº 6.938/1981 estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, mas foi ao longo dos anos seguintes que as regulamentações e instituições necessárias foram sendo estabelecidas, tais como o início das atividades do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), em 1984, a implementação da Avaliação de Impacto Ambiental para atividades modificadoras do meio ambiente, por meio da Resolução Conama nº 001/1986, a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 1989 e 1992, respectivamente, e, em 2000, a aprovação da Lei Federal nº 9985, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc). Pouco a pouco os estados e os municípios foram estabelecendo suas respectivas políticas ambientais e regulamentando os procedimentos administrativos para o licenciamento dos empreendimentos classificados como de impacto ambiental¹²⁷.

Em relação às áreas de preservação permanente (APPs), em 2012 foi aprovada a última revisão do Código Florestal Brasileiro, por meio da Lei nº 12.651. Nela, são estabelecidos critérios para determinar as APPs nos topos de morro, encostas íngremes, restingas, manguezais, veredas, faixas marginais dos cursos de água e entorno das nascentes e dos lagos e lagoas naturais, além dos reservatórios artificiais, tanto em zonas rurais como em áreas urbanas.

Recentemente, a política ambiental tem incorporado a temática da mudança climática, da qual decorre uma interface crescente com a defesa civil. A

¹²⁷ Os municípios que apresentam capacidade administrativa e técnica (órgão ambiental capacitado e conselho de meio ambiente) podem licenciar atividades, obras e empreendimentos de abrangência local, e mesmo supramunicipal, estes últimos que, a princípio, ficam a cargo do Estado ou da União, desde que essa função seja delegada mediante convênio, conforme previsto na Lei Complementar nº 140/2011 (STRUCHEL, 2016).

Lei Federal nº 12.187/2009 instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima. O MMA é o órgão federal responsável por definir estratégias e propor políticas relacionadas ao monitoramento e à implementação dos planos setoriais de mitigação e adaptação. O apoio aos municípios nessas questões é destacado dentre as diretrizes do MMA, disponíveis em sua página web, tanto nas ações preventivas relacionadas ao planejamento e à gestão do desenvolvimento urbano, por exemplo, via o mapeamento das áreas ambientalmente frágeis (que normalmente coincidem com as APPs definidas pelo Código Florestal) e a criação de parques nas margens de rios, como também nas ações de resposta aos desastres (alerta, socorro, assistência às vítimas e reconstrução de áreas atingidas).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída em 1997, por meio da Lei Federal nº 9.433, regulamentando uma das competências da União previstas na CF de 1988. É importante destacar que essa lei define que os órgãos do poder público municipal cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos fazem parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, pois há uma tendência em pensar a esfera local relacionada a este tema restrita ao Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) e a sua respectiva Agência de Água. Cabe, assim, aos municípios promover a integração das políticas locais de saneamento básico, uso e ocupação do solo e meio ambiente com a política de recursos hídricos nos âmbitos regional, via CBH, e federal e estadual, entes federativos que detêm a dominialidade das águas no Brasil.

Senra e Nascimento (2017) exploram o conceito de gestão integrada de recursos hídricos, uma das diretrizes previstas na PNRH. Para alguns autores consultados por eles, esse conceito tem sua origem em 1992, na Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente realizada em Dublin, Irlanda. Tendo em vista que “os vários usos [da água] exigem a necessidade de uma integração que difere da abordagem setorial e fragmentada tradicional” (*ibid.*, p. 1), a gestão da água deve considerar as múltiplas disciplinas e atores interessados, configurando uma visão aproximada àquela apresentada no item 3.3.2 com enfoque para a drenagem pluvial urbana. Da necessidade de se compreender o sistema natural de disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos e das implicações do uso da terra sobre as águas (e vice-versa), a bacia hidrográfica se consolidou como unidade lógica de planejamento e gestão.

De maneira similar ao proposto nesta pesquisa, mas neste caso com foco no manejo de águas pluviais, Senra e Nascimento (2017) analisam em que medida a implementação do conceito de gestão integrada de recursos hídricos está presente na relação estabelecida entre as políticas setoriais do governo federal relacionadas ao tema. Os autores concluem que a lei nacional de saneamento básico é uma das políticas setoriais analisadas que aborda com mais profundidade a inter-relação com os recursos hídricos, devido à definição da adoção da bacia hidrográfica como unidade de referência de planejamento e da necessidade de compatibilizar os planos de saneamento básico com os planos das bacias hidrográficas. Complemento que a bacia hidrográfica também é prescrita como unidade de análise na Política Nacional de Defesa Civil, no que se refere “à análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d’água” (BRASIL, 2012), e tem adoção já consagrada nos relatórios de licenciamento ambiental, tanto no diagnóstico, como importante referência para delimitar as áreas de influência dos estudos temáticos, como também na definição de medidas mitigadoras e compensatórias decorrentes dos impactos identificados a partir do prognóstico de implantação e funcionamento dos empreendimentos de impacto¹²⁸.

No âmbito da *polity*, Senra e Nascimento (2017) destacam a importância da delimitação clara das responsabilidades entre os atores, evitando-se sobreposições e considerando as capacidades de ação e autoridade de cada um, e o estabelecimento de mecanismos de coordenação adequados, seja no nível horizontal, entre políticas setoriais, seja no nível vertical, entre os demais entes federativos.

O Brasil, nestas últimas duas décadas, aprovou diversas políticas setoriais que levaram ao planejamento destas, envolvendo vários segmentos no processo. Sem dúvida estas políticas e seus planos, quando aprovados, trazem em si um grande desafio que é definir prioridades estabelecidas em pactos sociais e setoriais e, também, considerar as demais políticas públicas, com seus acordos setoriais, de forma a promover uma gestão integrada. (...) A existência, ou não, de integração das políticas e planos, em nível federal, acaba por influir para que isso também ocorra, ou não, nos demais níveis e entre eles (SENRA; NASCIMENTO, 2017, p. 7 e 15).

É notável, portanto, que, apesar do avanço institucional (*polity*) significativo em âmbito federal recentemente, há inúmeros desafios para a

¹²⁸ A Resolução CONAMA nº 001/1986 estabeleceu a consideração dos limites da bacia hidrográfica no qual o empreendimento se insere para definir a área de influência como uma das diretrizes para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

implementação das políticas públicas tratadas nesta pesquisa, que se relacionam também com as dimensões da *policy* e da *politics*. Na sequência, é analisada como essas políticas setoriais abordadas neste item foram tratadas em nível municipal, na cidade de Belo Horizonte nos últimos anos, e seus reflexos para a transição almejada em relação ao manejo das águas pluviais.

4.2 Retomando a trajetória de Belo Horizonte

Em Belo Horizonte, as políticas públicas de desenvolvimento urbano, saneamento básico e defesa civil estruturaram-se anteriormente às respectivas diretrizes nacionais apresentadas no item 4.1. Alguns fatores contribuíram para essa peculiaridade, tais como a produção técnica de alta qualidade referente ao planejamento urbano promovida pelo Plambel, as iniciativas de atuação da prefeitura junto aos assentamentos precários, já na década de 1980, voltadas para a consolidação deles em substituição à política de desvafelamento praticada até então em todo o país, e uma relativa continuidade entre as sucessivas gestões democrático-populares, inauguradas pelo prefeito Patrus Ananias em 1993.

Logo nos dois primeiros anos da gestão Patrus, o Sistema Municipal de Habitação (SMH) e o Conselho Municipal de Habitação (CMH) foram instituídos, pelas leis nº 6.326 e 6.508 respectivamente. O conselho tem participação de representantes dos poderes Executivo e Legislativo e dos movimentos de luta pela moradia, sindicatos, universidades e setor empresarial, garantindo assim o espaço institucional da participação popular. A Urbel ficou responsável pela gestão e operação do SMH, por meio da proposição de políticas, planos e programas, mediante aprovação do CMH para o financiamento deles pelo Fundo Municipal de Habitação (PINTO; VERÍSSIMO, 2014).

O Orçamento Participativo (OP), também criado em 1993 e operando ainda hoje, constitui-se originalmente em grande parte de recursos financeiros oriundos do tesouro municipal¹²⁹, cuja alocação é definida parcialmente por meio de

¹²⁹ Posteriormente, com a criação do MCidades e a maior disponibilização de recursos financeiros da União para investimentos em infraestrutura urbana, essa situação se alterou, conforme exemplificado por Caldas *et al.* (2008, p. 460): “A partir de janeiro de 2006, 133 empreendimentos do OP foram aprovados para financiamento no Programa Saneamento para Todos, do Governo Federal, com recursos do FGTS. São obras cuja finalidade principal inclui ações de saneamento integrado, e o montante de recursos contratados é da ordem de 134 milhões de reais, com 10,39% de contrapartida do município. O financiamento contempla intervenções de tratamento de fundo de vale, implantação

processo de discussão e votação nas regionais administrativas do município¹³⁰. Caldas *et al.* (2008) constataram que a maior demanda do OP são investimentos em obras de infraestrutura e urbanização de vilas (entre 60 e 70% em todas suas edições no período analisado por esses autores, de 1994 a 2007) e normalmente contemplam ações de saneamento. Já o OP Habitação, criado em 1995, direciona os recursos para a construção de novas unidades habitacionais.

Dentre as obras de saneamento, destaco, a partir da análise da lista dos empreendimentos do OP de 1994 a 2018, que muitas constituíram-se de canalização de córregos, por meio da abertura de avenidas sanitárias, em alguns casos abrangendo apenas trecho de fundo de vale remanescente em leito natural, em razão das restrições orçamentárias (vide Figura 1). Essa constatação demonstra como ainda é comum a demanda da vizinhança pela canalização dos córregos, tendo em vista ser essa a solução mais conhecida pela população de maneira geral, sobretudo para o afastamento da poluição hídrica, provocada pelo lançamento de efluentes domésticos e resíduos sólidos, e da proliferação de vetores.

Na retrospectiva que traçam acerca da política habitacional de Belo Horizonte, os técnicos da Urbel Maria Luiza Pinto e Pedro Verissimo (2014, p. 9, grifo meu) destacam as ações empreendidas a partir de 1993 na Vila Senhor dos Passos, no âmbito do Programa Alvorada, por meio de uma parceria com o governo de Minas Gerais e uma ONG italiana:

(...) um projeto piloto do modelo de intervenções de **urbanização estruturante** em áreas degradadas, contendo três diretrizes básicas da Política Municipal de Habitação: **intervenção integrada**; geração de emprego e renda; participação popular. O Alvorada pode ser considerado o embrião da **política de intervenção estruturante** que, mais tarde, em 1997, origina o programa Planos Globais Específicos (PGE) e, mais recentemente, o Vila Viva. Tendo em vista a **complexidade do processo da intervenção estruturante** que busca, em última instância, a integração do assentamento à cidade, torna-se necessário o planejamento de todas as ações, viabilizadas através do PGE.

de redes de drenagem, pavimentação, contenções e produção de moradias para reassentamento de famílias.”

¹³⁰ Os recursos disputados regionalmente, via a modalidade OP Regional, são alocados proporcionalmente à população e de maneira inversamente proporcional ao Índice de Qualidade de Vida (IQVU) desde 2000 (PBH, 2008). O recorte espacial para essa análise é a Unidade de Planejamento (UP). Segundo Caldas *et al.* (2008, p. 460), “como é grande a dispersão das intervenções pelo território, pode-se dizer que o OP se tornou a principal ferramenta de intervenção nas regiões periféricas ou de urbanização precária da cidade. Pode-se dizer ainda que estas intervenções têm papel fundamental no incremento das taxas de atendimento por esgoto e por coleta de lixo verificadas nos Censos e no PMS”.

Posteriormente, em 1998, definiu-se a obrigatoriedade de todas as intervenções nas vilas e favelas, inclusive aprovadas via OP, serem condicionadas às diretrizes do PGE. Busca-se assim, segundo PBH (2010), superar as intervenções pontuais e desarticuladas, tais como as soluções de tratamento implantadas apenas em trechos de um mesmo fundo de vale. Mais recentemente, a mesma lógica foi prevista para os loteamentos privados irregulares de interesse social da cidade. Por meio do Plano de Regularização Urbanística (PRU), instrumento de planejamento participativo muito similar ao PGE, a Urbel elenca as intervenções prioritárias em cada uma dessas áreas do município, o que auxilia na captação progressiva de recursos financeiros junto ao governo federal e a organizações internacionais. Esse conceito de “intervenção integrada e estruturante”, que permeia a PMH desde a sua criação, mostra-se presente nas diretrizes do MCidades nos anos 2000, conforme apresentado no item anterior e ressaltado na fala da técnica da Urbel¹³¹:

Quando você consegue o PAC de Requalificação Urbana de uma vila, ele vem com tudo. Aí, não é uma linha. Quando nós intervimos na São Tomaz, na Várzea da Palma, na São José, no Aglomerado Santa Lúcia, no Aglomerado da Serra, a proposta do PAC é de requalificação urbana. Se tiver drenagem, tratamento dos córregos, aí você mexe com isso; se tiver esgoto, também. Você faz toda a requalificação de equipamentos urbanos, de viário, aí é tudo. Isso é um avanço, porque você pensa a vila como um todo. Você faz a requalificação do espaço urbano por todas as partes: do ponto de vista ambiental, de saneamento, de escola, de saúde, de tudo. É uma visão ampla. É muito interessante, porque você consegue dar uma mexida com a vila como um todo. Então o resultado é significativo. (...) Há uma variação significativa de qualidade de vida nos vários pontos, quando tem uma intervenção estruturante como essa, do Vila Viva. É uma requalificação de forma geral, não é nessa linha de tratamento só do curso de água.

Tanto o PGE quanto o PRU caracterizam-se por um trabalho técnico minucioso e extremamente moroso, que contempla amplo e detalhado diagnóstico do assentamento informal, seguido da proposição de medidas para solucionar as deficiências levantadas¹³². Três eixos são abordados de forma integrada:

¹³¹ Entrevista concedida em novembro de 2018.

¹³² Tive oportunidade de integrar equipe técnica de consultorias responsáveis pela elaboração desses planos para alguns dos assentamentos de Belo Horizonte. A metodologia extremamente detalhada empregada nos PGEs e PRUs tem sido questionada recentemente inclusive por técnicos da PBH, que têm buscado alternativas para tornar o processo de planejamento mais célere e compatível com a dinâmica de ocupação dessas áreas. A esse respeito, destaco o emprego da framework do Geodesign, a partir de parceria entre a PBH e o Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG.

urbanístico-ambiental, socioeconômico-organizativo e jurídico-legal. Um grupo de referência (GR) é organizado pela Urbel, com moradores eleitos pela comunidade, para acompanhamento e validação de todas as etapas da elaboração do plano. Diversas reuniões entre a equipe técnica e o GR são realizadas ao longo do processo e algumas assembleias com convocação de toda a comunidade são promovidas pontualmente em momentos cruciais: basicamente no início da elaboração do plano, para apresentação do escopo e eleição do GR; posteriormente, para votação da escolha da proposta de intervenções e, finalmente, na entrega do plano.

Baltazar e Kapp (2010) criticam esse formato de planejamento. Ainda que ele constitua um exemplo de “design participativo-mediado”, pois as decisões não são meramente impostas pelos técnicos aos moradores do assentamento, mas informadas e discutidas com eles, ainda está inserido em um modelo baseado em determinações e instituições heterônomas, tais como o planejamento centralizado. O plano e os futuros projetos e obras dele decorrentes dependem, portanto, da “autorização” das instituições e/ou dos técnicos para acontecer. Em muitos casos, a participação é usada nesse modelo de agenciamento como uma estratégia de imposição de decisões previamente tomadas (tal como a implantação de uma avenida atravessando o assentamento, conforme diretriz prevista nos planos estruturantes do sistema viário municipal) e até mesmo como contenção da resistência popular, como uma nova forma de controle, e não propriamente para alterar substancialmente a natureza dos projetos.

Silva (2013) também critica a “urbanização estruturante” promovida pela Urbel via o Programa Vila Viva¹³³ e financiada principalmente pelo governo federal, por meio do PAC, nos assentamentos precários de Belo Horizonte. O espaço autoproduzido nas favelas, anterior ou marginal à ação estatal, é transformado por essa ação urbanizadora, resultando na eliminação das especificidades de seu processo social de produção, ou seja, “a produção heterônoma do espaço se sobrepõe às possibilidades de produção autônoma” (*ibid.*, p. 15). Em relação às

¹³³ Esse programa, iniciado com o projeto-piloto na Vila Senhor dos Passos e, posteriormente, no Aglomerado da Serra, estendeu-se para outros assentamentos precários, sempre orientado pelo respectivo PGE: Vila Califórnia, Conjunto Taquaril, Vila São José, Aglomerado Morro das Pedras, Vila Pedreira Prado Lopes, Vila Belém, Santa Terezinha, Complexo Várzea da Palma, Aglomerado São Tomás/Aeroporto, Vilas Cemig e Alto das Antenas e Aglomerado Santa Lúcia (AFONSO; MAGALHÃES, 2014).

áreas verdes e às águas urbanas, foco do estudo dessa autora, os cursos de água remanescentes em leito natural nas áreas de cabeceiras ocupadas pelas favelas antes faziam parte do cotidiano e do imaginário da comunidade. Com as intervenções do Vila Viva, essas áreas foram cercadas, pois correspondem a APPs segundo a legislação ambiental. Tendo em vista que a preservação ambiental ainda é abordada na maioria das políticas públicas brasileiras como algo incompatível com a apropriação social, essas áreas de intervenção acabam por formar espaços pasteurizados, especializados, monofuncionais, vazios - ou ainda invadidos posteriormente à conclusão das obras -, em prol de uma suposta melhoria da qualidade de vida, da preservação ambiental e da erradicação da vulnerabilidade da comunidade frente ao risco geológico.

É possível observar um certo padrão nas intervenções do Vila Viva em relação aos cursos de água. Os talvegues mais encaixados normalmente são cercados nos limites correspondentes à APP e conformam áreas verdes sem uso social, devido à dificuldade de acesso e manutenção decorrente das altas declividades e da presença de vegetação densa. Muitas vezes, contudo, as áreas a montante e/ou no entorno já estão completamente ocupadas, o que acaba por comprometer a preservação do curso de água, pelo aterramento de nascentes, lançamento de efluentes sanitários, entulho de construção e resíduos sólidos e por processos erosivos, decorrentes de constantes movimentações de terra para implantação ou ampliação de edificações nos processos de autoconstrução, que não cessam com as intervenções públicas. Conforme exposto por Silva (2013), o modelo insustentável da urbanização da cidade formal, explorado no item 2.1 deste trabalho, é transposto de forma acrítica para os assentamentos informais. Perde-se a oportunidade de investigar novos padrões de urbanização, que valorizem e incorporem os atributos naturais ao cotidiano urbano, além de criar mais espaços especializados para serem mantidos e geridos pelo poder público municipal, gerando situações como as descritas pela autora (*ibid*, p. 173):

(...) as áreas destinadas a parques, tanto no Morro das Pedras quanto no Aglomerado da Serra, estão abandonadas. A Fundação Municipal de Parques, a quem coube a responsabilização pela operação e manutenção, alega que os mantém fechados porque não recebeu qualquer aporte financeiro ou operacional para cuidar dessas áreas. A previsão de cercamento total das áreas, no Aglomerado da Serra, não ocorreu e mesmo onde o cercamento foi executado, há inúmeros pontos onde a cerca foi deliberadamente rompida pelos moradores, para travessia, resgatando antigos caminhos de uso cotidiano, ou para descarte de entulho, terra ou

lixo. Também as crianças fazem uso de pequenas áreas, especialmente, onde é possível o contato com as águas agora limpas.

Já as áreas mais planas entrecortadas por cursos de água, quando já estão ocupadas, dão lugar a avenidas sanitárias, com canal aberto ou fechado. O discurso técnico muitas vezes justifica a opção pelo modelo tradicional de canalização argumentando que assim se evita um número ainda maior de remoções em comparação à solução de recuperação da área de várzea, quando, na realidade, busca-se justificar a implantação de projetos viários estratégicos, há muito planejados pela gestão municipal. Esse tipo de situação é exemplificado no APÊNDICE B, por meio de alguns dos projetos de canalização do Promevida (1995) que foram inseridos no escopo das obras do PAC na década seguinte e demandaram inúmeras remoções de famílias. Esse também foi o caso das intervenções do PAC / Vila Viva São José, ilustradas na Figura 43, as quais, mesmo estando localizadas na zona mais a montante da bacia hidrográfica do córrego São José e tendo acarretado completa troca de tecido urbano, seguiram o modelo projetual da avenida sanitária.

Figura 43: Obras de canalização do córrego São José (afluente do córrego da Ressaca), abertura de sistema viário (avenidas João XXIII, Pedro II e Pres. Tancredo Neves) e reassentamento de famílias no âmbito do PAC / Vila Viva São José



Fonte: a autora, 2010.

Uma obra do Vila Viva ainda em curso, entretanto, difere desse padrão de intervenção. Na Vila São Tomás/Aeroporto, devido à existência de inúmeros domicílios em área de risco, identificados a partir da mancha de inundação mapeada para o transbordamento do ribeirão Pampulha no TR de 100 anos, no trecho em leito natural que atravessa a ocupação, foi projetado um parque linear nas margens desse curso de água. As famílias removidas serão reassentadas em conjuntos habitacionais em construção na comunidade (Figura 44). Contudo, segundo o ofício UEP-DRENURBS – URBEL/DVPO nº 106/2010 (Urbe, 2010), emitido pela coordenação do Programa Drenurbs à Urbel, na ocasião do processo de

licenciamento ambiental das intervenções do Vila Viva, o parque projetado, ainda que contemple equipamentos de uso social, como pista de caminhada e quadras, “terá seu perímetro cercado com alambrado, visando proteção da várzea do ribeirão Pampulha, garantindo não só sua permeabilidade, mas recuperação de sua qualidade ambiental”. Esse trecho demonstra a visão ainda predominante no setor técnico municipal da incompatibilidade entre proteção ambiental e apropriação social. Corroboram para a persistência dessa visão o elevado déficit habitacional, a insegurança e os altos índices de violência nas grandes cidades brasileiras, cujas áreas verdes são frequentemente ocupadas por habitações precárias ou são sede de crimes violentos. Outras possibilidades de planejamento, projeto e gestão desses espaços livres urbanos, baseadas na gestão compartilhada com a comunidade, em usos múltiplos ou em maior integração com a vizinhança imediata, até para garantir a vigilância “natural” dessas áreas, ainda não são pauta efetiva das políticas públicas em Belo Horizonte.

Figura 44: Projeto do parque linear em fase de implantação no âmbito do Vila Viva São Tomaz/Aeroporto (PAC)



Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de Urbe, 2010.

Há ainda um quarto tipo de intervenção em talvegues inseridos em vilas e favelas. São soluções intermediárias, entre o parque linear e a tradicional avenida sanitária, nas quais há uma tentativa de recuperação de parte da várzea natural para amortecimento das cheias, mas em áreas de extensão limitada, que não permitem a conexão longitudinal ao longo do fundo de vale, e sem uso social ou com equipamentos restritos a áreas remanescentes das obras viárias. Para ilustrá-lo, tem-se as soluções de “tratamento de fundo de vale” implantadas pelo PAC no

orientação dos engenheiros da Urbel. As obras de maior porte, que demandam mão de obra e equipamentos especializados, são realizadas por empresas contratadas pela prefeitura. Em alguns casos, é necessária a remoção temporária ou definitiva das famílias dos domicílios em situação de risco. Nesses últimos casos, as famílias são reassentadas e aguardam a nova moradia no aluguel pago pela prefeitura, via o Programa Bolsa Moradia.

O Pear também abrange ações de mobilização e educação ambiental junto aos moradores de áreas de risco geológico. A partir de 2004, a criação dos Núcleos de Defesa Civil (Nudecs), formados por moradores e lideranças das áreas de maior incidência de risco geológico, é estimulada. Esses grupos de voluntários visam envolver a população das comunidades a que pertencem nas ações de prevenção, monitoramento e fiscalização. Eles desempenham funções como encaminhamento à Urbel de solicitações pelos moradores e acompanhamento de vistorias técnicas, recebimento e repasse de alertas de chuva, acompanhamento de remoções e monitoramento das situações de risco e das áreas desocupadas. Também foram instalados seis Centros de Referência em Áreas de Risco (Crear), que são espaços físicos nas comunidades equipados para acomodar moradores locais em caso de chuvas intensas no período noturno, funcionando, assim, como abrigos momentâneos (CAMPOS *et al.*, 2014). Com relação a essa iniciativa de gestão compartilhada da Prefeitura de Belo Horizonte¹³⁴, Pereira *et al.* (2014, p. 23) pontuam que o desenho participativo dos Nudecs é mais próximo do “modelo de ratificação das decisões técnicas”, pois auxiliam na legitimação do Pear na comunidade, mas vislumbram avanços:

Os desenhos institucionais do Nudec e do GR [Grupo de Referência do PGE] não têm caráter deliberativo, mas de acompanhamento e fiscalização das políticas. No entanto, pode-se dizer sobre avanço do papel deliberativo do Nudec ao inserir a possibilidade deste indicar obras de pequeno e médio porte a serem executadas pelo Pear, seja com mão de obra de morador, mutirão comunitário ou empreiteiro contratado pela Prefeitura. Este processo foi denominado “ParticiPear”.

¹³⁴ A Lei Federal nº 12.608/2012 define como uma das competências dos municípios, no âmbito do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, o estímulo à participação e ao treinamento de voluntários para atuação conjunta nas comunidades apoiadas.

Um dos méritos do Pear, além de ser uma iniciativa precursora no cenário nacional, é sua continuidade ao longo do tempo, mesmo com gestões municipais tão diversas, conforme destacado pela técnica da Urbel¹³⁵:

A política de gestão de risco em Belo Horizonte começou em 1994. Não tinha lei nenhuma. Ela foi precursora. Você já tinha alguma coisa em Santos, que inclusive a gente foi lá conhecer, em 1993, 1994, em função de um grande acidente lá, inclusive orientada pelo IPT [Instituto de Pesquisas Tecnológicas]. Depois, foi Belo Horizonte, e aí, ao longo do tempo, começou a surgir em outras cidades, como Recife. Em termos de cidades de encosta, Santos e Belo Horizonte foram precursoras. Esse tempo todo, o programa [Pear] teve altos e baixos, mas ele nunca deixou de existir. Quando a gente começou aqui nas vilas, a gente tinha 15.000 edificações em situação de risco geológico alto e muito alto. Hoje a gente está na faixa de 1.300. Diminuiu bastante! E pensando que essas ocupações informais cresceram. E é um trabalho com obras pequenas, com custo baixo, fundo de quintal, caseira e trabalhando com os moradores. Outros municípios, como a equipe do Rio de Janeiro, ficam impressionados com o recurso financeiro limitado disponível *versus* o resultado que temos.

Belo Horizonte, assim como outras cidades brasileiras de maior porte, também foi precursora em relação à política de ordenamento territorial, tendo desenvolvido seu primeiro Plano Diretor Municipal, “visando a garantia da função social da propriedade urbana e da cidade” (SOUZA, 1996, p. II), antes da publicação do Estatuto da Cidade. A Lei Municipal nº 7.165/1996 estabeleceu o Plano Diretor e, a Lei nº 7.166/1996, as diretrizes para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo, substituindo a lei anterior, de 1985. Diversos diagnósticos e estudos foram elaborados nos anos anteriores, por diferentes órgãos do Executivo Municipal, para embasar a elaboração do Plano Diretor e da nova Lpous. Segundo o então prefeito, Patrus Ananias de Souza (1996), os projetos de lei enviados à Câmara Municipal foram amplamente discutidos em audiências públicas e, anteriormente, em assembleias populares, reuniões com moradores e seminários com entidades representativas de segmentos diversos da sociedade civil.

As principais inovações introduzidas por meio dessas duas leis foram:

- A promoção da desconcentração das atividades econômicas no território municipal, associada ao controle dos incômodos provocados por tais empreendimentos localizados nas vizinhanças de uso residencial e à implantação de um sistema viário com ligações perimetrais e regionais, alternativas à articulação radial já consolidada na cidade de Belo Horizonte;

¹³⁵ Entrevista concedida em novembro de 2018.

- Definição do potencial de adensamento construtivo e populacional conforme a infraestrutura urbana instalada ou prevista, associada às condições topográficas e de acessibilidade viária;

- Proteção do patrimônio cultural, paisagístico e ambiental do município, por exemplo, via definição de Áreas de Diretrizes Especiais (ADEs), cujos parâmetros urbanísticos, fiscais e de funcionamento de atividades são mais restritivos do que os previstos no zoneamento municipal, e de mecanismos compensatórios e incentivadores tais como a Transferência do Direito de Construir (TDC) (SOUZA, 1996).

Em relação à política municipal de saneamento, o Plano Diretor (BELO HORIZONTE, 1996a) previu as seguintes diretrizes gerais para o tratamento dos fundos de vale:

Criar condições urbanísticas para que a recuperação e a preservação dos fundos de vale sejam executadas, preferencialmente, mediante a criação de parques lineares adequadamente urbanizados, que permitam a implantação dos interceptores de esgoto sanitário;

Implantar tratamento urbanístico e paisagístico nas áreas remanescentes de tratamento de fundos de vale, mediante a implantação de áreas verdes e de lazer;

Promover a adoção de alternativas de tratamento de fundos de vale com a mínima intervenção no meio ambiente natural e que assegurem acessibilidade, esgotamento sanitário, limpeza urbana e resolução das questões de risco geológico e de inundações;

É notável, portanto, o reconhecimento pela prefeitura de Belo Horizonte, no âmbito da *polity*, que o modelo projetual da avenida sanitária, adotado até então de maneira sistemática no município, precisava ser substituído pelo “tratamento do fundo de vale”. Assim, ao invés de canalizações e implantação de pistas de tráfego nas margens, a solução para a ampliação da rede de esgotamento sanitário no município, cujo déficit de cobertura, em meados da década de 1990, ainda era muito significativo, passa a ser a criação de “parques lineares”. A ideia de uma concepção integrada entre uso e ocupação do solo, saneamento, recuperação e preservação ambiental, acessibilidade e segurança em relação ao risco geológico e de inundações também está presente no Plano Diretor, buscando subsidiar soluções de desenho urbano multifuncional. Entretanto, cabe lembrar que, ao mesmo tempo em que o Plano Diretor era formulado, as obras do Prosam e o planejamento do Promevida estavam em curso, ambas iniciativas da *policy* ainda voltadas para a

implantação de diversas avenidas sanitárias em Belo Horizonte, conforme apresentado no item 2.3.

Na Lpous, a aproximação em relação ao novo paradigma de drenagem urbano está presente na definição da taxa de permeabilidade mínima. Trata-se de parâmetro urbanístico que varia em função da zona na qual o terreno se insere, definido como “a área descoberta e permeável do terreno em relação à sua área total, dotada de vegetação que contribua para o equilíbrio climático e propicie alívio para o sistema público de drenagem urbana” (BELO HORIZONTE, 2010)¹³⁶. Contudo, foi prevista a possibilidade de impermeabilização total da área do terreno, exceto na Zona de Preservação Ambiental (ZPAM) e nas Zonas de Proteção (ZPs), desde que seja implantada área descoberta e dotada de vegetação, tais como jardineiras sobre laje e telhados verdes, equivalente à área de permeabilidade mínima, cujo volume de águas pluviais nela captado seja direcionado para caixa de captação e drenagem que retarde o lançamento na rede pública. Esse parâmetro urbanístico nada mais é do que uma tentativa de garantir a adoção de técnicas compensatórias de drenagem difusas, no caso, a manutenção de uma área permeável mínima sobre terreno natural em cada lote urbano ou a construção de caixas de detenção.

Na prática, após mais de 20 anos de vigência dessa lei, o que se observa é a pouca eficácia desse parâmetro urbanístico, mesmo considerando apenas o universo da construção formal. Após a vistoria “de baixa” da edificação, é comum a impermeabilização total dos terrenos pelos proprietários, assim como a manutenção precária das caixas de detenção, que compromete sua eficácia. Isso se deve à ausência de ações amplas de fiscalização como também de educação ambiental e conscientização acerca desse tema. A maior parte dos cidadãos não associa essa forma de ocupação dos terrenos privados ao agravamento das inundações urbanas. O relato a seguir, da técnica da Urbel que também atuou no setor de regulação

¹³⁶ As leis nº 7.165 e 7.166/1996 foram revisadas pelas leis nº 8.137/2000 e 9.959/2010. As alterações principais se referem ao detalhamento ou inserção de instrumentos urbanísticos e à criação das Áreas de Especial Interesse Social (AEIS) pela Lei nº 9.959 e, no caso da Lei nº 8.137, à regulamentação da ADE Santa Tereza e das Zonas de Especial Interesse Social (ZEIS). No momento de finalização desta dissertação, o Projeto de Lei nº 1.749/2015, que substituirá completamente as leis nº 7.165 e 7.166/1996, conforme será retomado adiante, encontra-se em análise na Câmara Municipal.

urbana¹³⁷, atesta esse resultado e salienta a importância do envolvimento dos cidadãos na política de gestão do risco das inundações:

Para a ADE da Bacia da Pampulha, é prevista taxa de permeabilidade de 30%. Quando eu trabalhei na Baixa, eu dava a licença e voltava seis meses depois nas grandes mansões, com o público que têm, com um nível de informação muito melhor, e estava tudo impermeabilizado. Eu pegava o tempo todo o pessoal dos prédios querendo enganar a gente, pondo grama em cima de cimento, só para a gente ir lá dar Baixa. Quantas caixas de captação ali no Centro, porque muitas ali não tinham nem como ter área permeável, em requalificações e reformas, as caixas não tinham nem tubulação de entrada nem de saída, era uma caixa só para enganar a gente. Então, se você tem construtoras fazendo isso, você vê que a gente não tem cultura para entender por que que você tem aquela lei. Ela tem um significado. Eu falava assim: 'Vocês não acham que a médio prazo vocês mesmos não vão colher o fruto do que vocês não estão fazendo direito?' Mas ninguém percebe isso. A gente tem uma visão muito imediatista das coisas.

A Lpous também delimitou duas ADEs relacionadas com a questão da drenagem urbana: Bacia da Pampulha (mencionada no relato acima) e Vale do Arrudas. A ADE Bacia da Pampulha corresponde ao território de contribuição à Lagoa da Pampulha no município de Belo Horizonte. Foi prevista taxa de permeabilidade mínima de 30% para os terrenos nela inseridos, acima, portanto, da taxa determinada para o restante dos lotes da cidade, de 20%, exceção daqueles em ZPs e ZPAM, que têm taxas ainda mais restritivas. A Lei Municipal nº 9.037/2005 regulamentou essa ADE e instituiu o Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha (Propam). Ela vedou a substituição total ou parcial da taxa de permeabilidade por caixa de retenção nos terrenos da ADE Bacia da Pampulha, bem como a construção de níveis de edificação que atinjam o lençol freático, a fim de evitar sua exposição e conseqüente contaminação. Nos terrenos lindeiros aos fundos de vale e à orla da Lagoa da Pampulha foram instituídas Áreas de Controle Especial de Uso do Solo, nas quais foi vedada a instalação de atividades com potencial de geração de efluentes líquidos que possam contaminar as águas superficiais e subterrâneas e algumas atividades são toleradas mediante adoção de medidas mitigadoras.

Com relação ao Propam, são previstas ações relativas à melhoria do saneamento ambiental, à recuperação da lagoa, à educação ambiental da população e à gestão urbana e ambiental, em conjunto com o município de Contagem, que abriga a maior parte da área de contribuição à Lagoa da

¹³⁷ Entrevista concedida em novembro de 2018.

A Lei Municipal nº 9.037/2005 listou vilas e favelas prioritárias para obras de urbanização, visando a ampliação das redes de esgotamento sanitário e drenagem, a pavimentação das vias e o estabelecimento de coleta de lixo domiciliar, para reduzir o aporte de efluentes domésticos, sedimentos e resíduos sólidos aos cursos de água e à lagoa. Duas dessas vilas - São Tomaz e Califórnia - foram urbanizadas no âmbito do PAC. A Avenida Havaí, inserida na Vila Califórnia, foi listada nessa lei como fundo de vale para tratamento prioritário, sendo prevista a adoção de alternativas com mínima intervenção no meio ambiente natural, mas, conforme ilustrado no APÊNDICE B, a solução implantada no Vila Viva/PAC foi a tradicional avenida sanitária, já planejada anteriormente pelo Promevida.

Para combater a poluição difusa, o Propam implantou uma Estação de Tratamento de Águas Pluviais (Etaf), em operação pela Copasa desde 2003, na enseada dos córregos da Ressaca e Sarandi (PBH, 2016). É notável que a Etaf seja considerada uma medida voltada para o combate à poluição difusa, quando, na verdade, esses dois cursos de água ainda recebem lançamentos de efluentes domésticos e industriais significativos, devido à ausência do sistema de coleta e interceptação de esgoto em algumas áreas urbanizadas. O sistema de tratamento da Etaf consiste no arraste de substâncias sólidas associadas a bolhas de ar, por meio da adição de cloreto férrico como coagulante. Segundo Sales (2009), ele é pouco eficiente para a redução da concentração de metais e nutrientes presentes na água. Parte da água tratada é encaminhada ao Parque Ecológico da Pampulha, contíguo à Etaf, para irrigação de seus jardins e manutenção de seus dois espelhos d'água. A PBH chegou a estudar a possibilidade de utilizar *wetlands* construídos nas enseadas de outros córregos afluentes da lagoa, mas o projeto não foi adiante. Em relação a ações voltadas para a adoção de técnicas extensivas na bacia hidrográfica para o controle da poluição difusa, até o momento apenas ações de fiscalização foram implementadas, buscando a recuperação de nascentes e áreas degradadas e o controle de focos erosivos e bota-foras. Optou-se, assim, por uma medida estrutural concentrada/a jusante – a Etaf, nos dois principais córregos que formam a Lagoa da Pampulha.

O Programa Pampulha Viva, criado em 2013 na gestão do prefeito Márcio Lacerda, deu novo impulso às ações do Propam. Ao retomar a candidatura da inscrição do Conjunto Moderno da Pampulha na Lista do Patrimônio Mundial (vide Figura 46), uma série de compromissos foram apresentadas pela PBH à Unesco,

para garantir a integridade da Lagoa da Pampulha, elemento que compõe o bem cultural protegido. A realização da Copa do Mundo Fifa 2014 também contribuiu para essa agenda municipal, já que o estádio Mineirão sediou jogos desse campeonato e está situado na região. Todavia, a meta de complementação das redes de esgotamento sanitário na bacia da Pampulha pela Copasa ainda hoje não foi totalmente alcançada. Essa concessionária também vem buscando conscientizar os moradores para realizarem a ligação predial às redes públicas recém instaladas.

A garantia da qualidade da água da Lagoa da Pampulha segue sendo um desafio para a gestão municipal. A Prefeitura renovou em 2018 o contrato com a empresa que realizou o tratamento da água por meio do emprego de tecnologia combinada de biorremediação e sequestro de fósforo ao longo de 2016 e 2017. O monitoramento tem indicado resultados positivos, que permitem enquadrar o corpo de água na Classe 3¹³⁹. Contratos para a remoção dos sedimentos acumulados no fundo da lagoa também têm sido constantes, para garantir a manutenção do espelho d'água e a função de amortecimento de cheias¹⁴⁰. Cabe, portanto, reconhecer o mérito da PBH em garantir a continuidade do Propam ao longo dos últimos 20 anos, por meio da coordenação de ações de planejamento e gestão urbanos e ambientais que envolvem diversos órgãos da prefeitura, além de instituições externas, como a Prefeitura de Contagem, a Copasa, o CBH Rio das Velhas e o Consórcio de Recuperação da Bacia da Pampulha, e setores da população da bacia hidrográfica da Pampulha. Todavia, conforme explorado por Lemos (2014), há inúmeros desafios de interlocução institucional, interescalar e intersetorial no caso da restauração ambiental da Lagoa da Pampulha. Dentre eles, esse autor destaca a necessidade de coordenação das ações no território da bacia hidrográfica, a fim de atacar as causas e não apenas os efeitos da degradação da lagoa, principalmente em relação ao aporte contínuo de sedimentos.

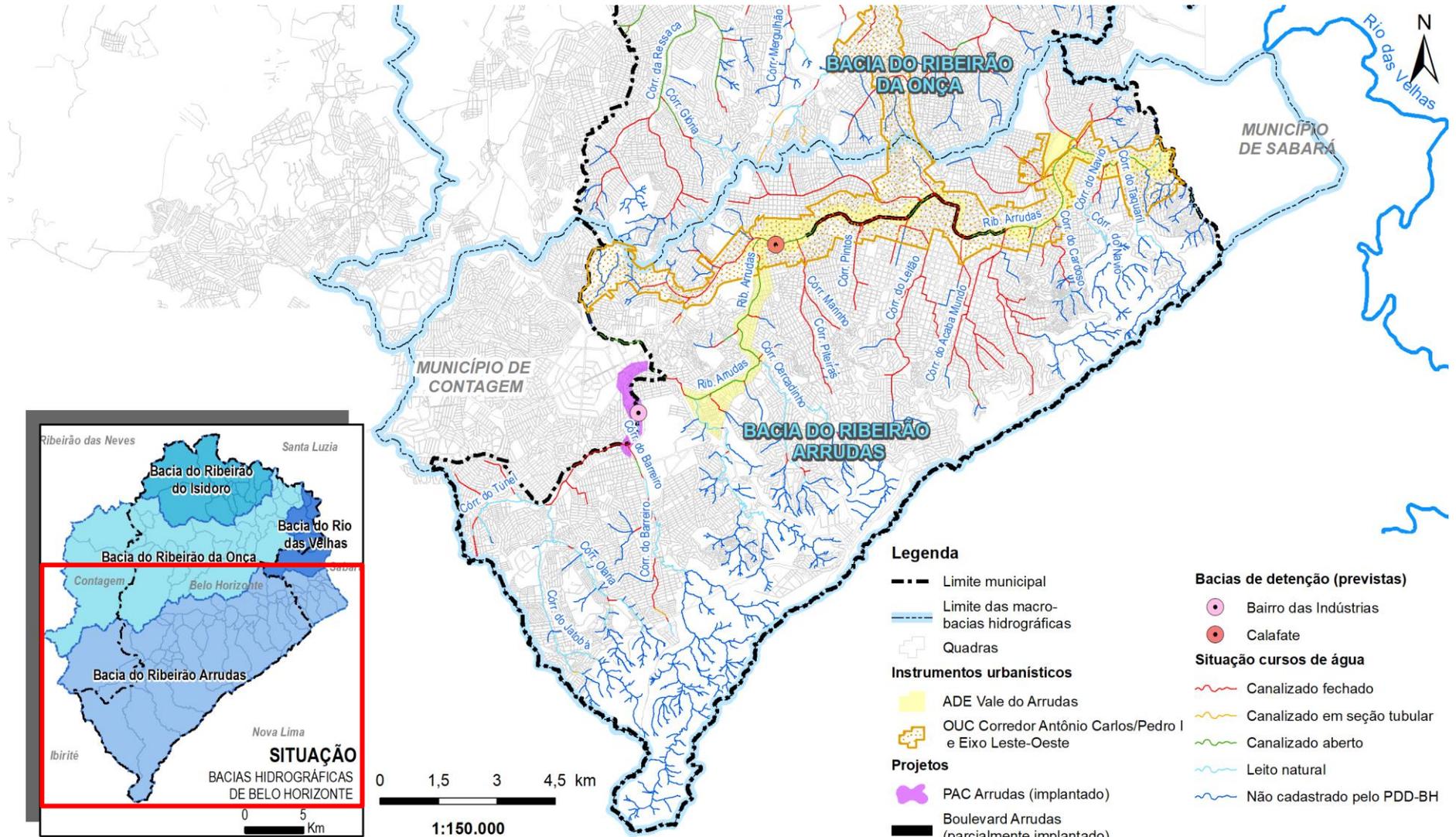
¹³⁹ Conforme as resoluções CONAMA nº 357/2005 e COPAM/CERH nº 01/2008, a Classe 3 permite a recreação de contato secundário, ou seja, a prática de atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental, tais como pesca amadora e iatismo (PBH, 2016). Essas atividades eram realizadas na Lagoa da Pampulha até meados dos anos 1970.

¹⁴⁰ No final dos anos 1990, a PBH realizou ampla remoção de sedimentos acumulados na lagoa, mas que foi inócua com o passar do tempo, devido à ausência de políticas efetivas de controle do uso do solo na bacia hidrográfica, inclusive de bota-foras e focos erosivos. Em 2004, parte dos sedimentos retirados foi acumulada na enseada dos córregos da Ressaca e Sarandi, formando uma ilha sobre a qual foi implantado o Parque Ecológico da Pampulha. Em 2013/2014, 850.000 m³ de sedimentos acumulados foram dragados. O contrato vigente atualmente para o desassoreamento de manutenção tem quatro anos de duração e uma taxa média de retirada anual de 115.000 m³ de sedimentos, segundo informado pelo técnico da Dgau/Smobi entrevistado em janeiro de 2019.

Com relação à ADE Vale do Arrudas, também prevista na Lpous, seu intuito é o fomento de projetos de reurbanização e requalificação urbana ao longo do ribeirão Arrudas, considerando sua importância para o município como eixo simbólico, histórico e de articulação viária e as condições atuais de degradação ou subutilização dos terrenos lindeiros e da própria infraestrutura urbana e equipamentos públicos, tais como os espaços de lazer ali implantados pelo Prosam nos anos 1990 (vide Figura 17 e Figura 18). Diferentemente das ADEs Pampulha e Bacia da Pampulha, ainda hoje essa ADE não foi regulamentada por lei específica, para definir os parâmetros urbanísticos e critérios especiais de ocupação e uso do solo. Todavia, dois grandes projetos foram previstos para o vale do Arrudas desde então (Figura 47).

Um deles é o Boulevard Arrudas, projeto viário implantado em etapas sucessivas a partir de 2007, que vem promovendo o tamponamento do ribeirão Arrudas ao longo das avenidas dos Andradas e do Contorno e na Via Expressa, para aumentar o espaço destinado às pistas de tráfego (Figura 48). O primeiro trecho do Boulevard Arrudas foi executado dentro do escopo da Linha Verde, empreendimento financiado pelo Governo do Estado de Minas Gerais, para melhorar o acesso ao Aeroporto Internacional Tancredo Neves, localizado no município de Confins, a partir da área central de Belo Horizonte. Os trechos posteriores foram implantados com recursos federais, no contexto das obras de infraestrutura, sobretudo de acessibilidade, realizadas para a Copa do Mundo Fifa 2014. O último trecho executado foi concluído em 2016, entre as ruas Rio de Janeiro e 21 de Abril, próximo ao Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro. Com seu tamponamento sucessivo, o ribeirão Arrudas está sendo definitivamente suprimido da paisagem urbana da área central de Belo Horizonte. Ainda que ciclovias, passarelas e projeto paisagístico tenham sido implantados nos trechos de intervenção já executados, essas amenidades não lograram reverter as dificuldades de transposição das pistas veiculares e das linhas férreas e de metrô implantadas na planície do ribeirão Arrudas, reafirmando-as como barreiras urbanas e contribuindo para a degradação urbanística da região.

Figura 47: Instrumentos urbanísticos e projetos no vale do Arrudas



Nota: Os projetos das bacias de retenção no vale do Arrudas estão apresentados no item 4.2.3. Fonte: elaborado pela autora, 2019.

Figura 48: Obras do tamponamento do ribeirão Arrudas em trecho da Av. do Contorno, próximo à Rua Paracatu, em 2010



Fonte: Borsagli, 2010.

O outro projeto (na realidade um instrumento urbanístico) que engloba parcialmente o vale do Arrudas é a Operação Urbana Consorciada (OUC) Corredor Antônio Carlos / Pedro I e Eixo Leste-Oeste, ainda hoje não instituída por lei específica, mas com estudos prévios já elaborados pela prefeitura. Seu objetivo principal é promover o adensamento construtivo e populacional ao longo desses dois importantes eixos estruturantes da cidade, conformados nas direções norte-sul, a partir da Avenida do Contorno, pelas avenidas Antônio Carlos e Pedro I, e leste-oeste, pela Via Expressa, concebida nos primeiros anos do Plambel. Tais eixos receberam importantes investimentos públicos recentemente, destacando-se a duplicação das avenidas Antônio Carlos e Pedro I e a instalação do sistema de BRT (*Bus Rapid Transport*), e, no caso da Via Expressa, o Boulevard Arrudas e, anteriormente, a partir dos anos 1980, a única linha do sistema metroviário da RMBH. Como as diretrizes dessa OUC são similares àquelas previstas na ADE Vale do Arrudas, vislumbra-se, portanto, uma oportunidade de viabilizar o projeto de requalificação urbana desse vale, ao menos no trecho coincidente com a Via Expressa.

O trecho inicial do ribeirão Arrudas, compreendido entre a confluência dos córregos Jatobá e Barreiro e o Anel Rodoviário, no limite com o município de

Contagem, não foi incluído na ADE Vale do Arrudas. Cabe ressaltar que ele é o único trecho não canalizado e que, portanto, mantém características mais próximas da situação de leito natural, ainda que extremamente alterada devido à urbanização da sua área de contribuição – que corresponde a grande parte do território da Regional Barreiro de Belo Horizonte - e de suas margens (à direita, as instalações industriais da Mannesmann e o bairro das Indústrias e, à esquerda, a Cidade Industrial de Contagem).

Ali foi implantado o empreendimento denominado PAC Arrudas ou Requalificação Urbana e Ambiental do Ribeirão Arrudas entre 2008 e 2013. As intervenções foram executadas pelo Departamento de Obras Públicas do Estado de Minas Gerais (Deop/MG), em parceria com as prefeituras de Belo Horizonte e Contagem e com o Governo Federal. Cerca de 1.000 famílias que residiam nas vilas Dom Bosco e São Paulo, nas margens do ribeirão Arrudas, foram removidas e reassentadas em conjuntos habitacionais construídos nas novas quadras configuradas pela extensão da Avenida Teresa Cristina¹⁴¹. O curso de água recebeu tratamento de fundo de vale, englobando retificação dos trechos mais tortuosos, que não eram compatíveis com o traçado viário proposto, execução de muros de contenção e gabiões, em trechos mais susceptíveis à erosão das margens, e reconstituição vegetal da mata ciliar com hidro-semeadura ou manta vegetal projetada e plantio de espécies arbóreas nativas no restante. Ainda que não tenha sido totalmente retificado e canalizado, o ribeirão Arrudas ficou confinado entre as pistas de rolamento do novo trecho da Avenida Teresa Cristina. O resultado urbanístico e paisagístico é mais uma obra em que predomina o viés rodoviarista - não há dúvidas de que as melhorias na articulação do sistema viário na região foram significativas -, onde o trajeto dos pedestres e ciclistas é pouco convidativo em meio às pistas de trânsito rápido e intenso e aos diversos viadutos e pontes de concreto construídos. Esse cenário dificulta inclusive a apropriação dos equipamentos comunitários instalados: centro comunitário, posto de saúde, centro comercial, quadra de futebol, quadras poliesportivas e pequenas praças (vide APÊNDICE B e Figura 49).

¹⁴¹ As obras de canalização do ribeirão Arrudas empreendidas no âmbito do Prosam nos anos 1990 se estenderam até a confluência com o córrego Ferrugem, conforme apresentado no item 2.3. Desse ponto para montante, o fundo de vale foi ocupado informalmente e permaneceu até meados dos anos 2000 sem receber obras de urbanização.

Figura 49: Vista aérea de trecho do Pac Arrudas



Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de sítio web Google Maps.

Conforme as diretrizes previstas no Plano Diretor de 1996, o município desenvolveu sua política de saneamento ao longo da década de 1990, efetivada em 2001, por meio da Lei nº 8.260. Importante condicionante desse processo foi a aproximação do fim do período de vigência do contrato de concessão dos serviços de água e esgoto pelo município à Copasa, previsto para o ano 2000. Maciel Jr. (1999) aponta que os estudos iniciados em 1993 buscavam subsidiar um novo arranjo jurídico-institucional para a gestão do saneamento no município, pois o convênio de concessão então vigente não era compatível com a realidade democrática brasileira, já que não dispunha de mecanismos eficientes para possibilitar um processo participativo e interativo entre as partes signatárias e a sociedade na tomada de decisões quanto à definição de tarifas e obras/investimentos. Além disso, ele não assegurava um planejamento integrado entre os serviços de saneamento.

A construção desse marco legal foi iniciada na Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), por meio da criação de um núcleo de saneamento, que posteriormente foi transferido para a Sudecap, de acordo com o relato do técnico da Dgau/Smobi¹⁴²:

A discussão ambiental dentro da Sudecap era muito incipiente. Ela era vista, e ainda tem gente que a enxerga assim, como um empreendedor de conceitos atrasados do ponto de vista de como enfrentar a discussão das

¹⁴² Entrevista concedida em janeiro de 2019.

águas urbanas, da canalização dos cursos de água, do encaixotamento de rios. Isso sempre foi uma marca que perseguiu a Sudecap. Hoje essa realidade é bem diferente, mas a Sudecap tem uma dificuldade de se livrar deste estigma.

O contrato de concessão à Copasa foi prorrogado por mais dois anos, conforme decisão do então prefeito, Célio de Castro, e, em novembro de 2002, foi firmado o novo contrato, com vigência de 30 anos. Ele foi chamado “Convênio de Gestão Compartilhada”, devido ao papel de maior protagonismo estabelecido para o município na definição das prioridades nos investimentos em saneamento. Esse fator, juntamente com a visão integrada dos componentes do saneamento e das políticas setoriais relacionadas, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e as metas de universalização e controle social dos serviços previstas na Lei nº 8.260/2001, anteciparam os fundamentos do marco legal nacional de 2007 desse setor. O relato do técnico da Dgau/Smobi expressa essa mudança de planejamento e gestão setorial rumo a uma abordagem mais integrada:

Antes era tudo fragmentado. Se entendia que a questão de água e esgoto era um problema da Copasa e a prefeitura não tinha nada com isso, apesar do município ser o poder concedente desse serviço desde sempre. O problema do lixo era tratado pela SLU, de forma estanque. A questão da drenagem urbana, cabia à Sudecap fazer obra para, até então, canalizar cursos de água, mudar a inundação de lugar, e a Urbel enfrentava a questão da urbanização de vilas e favelas. Não havia uma integração com o planejamento urbano, que tratava basicamente de uso e ocupação do solo e nada mais, sem uma preocupação que abrangesse essas outras temáticas, que têm tudo a ver com o planejamento urbano, uma vez que maior ou menor investimento em infraestrutura de saneamento e a escolha de onde se faz isso é determinante em relação ao uso e à ocupação do solo.

Em relação às diretrizes afetas à drenagem urbana, a Lei nº 8.260/2001 reafirmou a preferência por alternativas de tratamento de fundo de vale multifuncionais e menos intervencionistas sobre o meio ambiente natural, já prevista no Plano Diretor de 1996, e acrescentou a busca por assegurar as áreas de preservação permanente dos cursos de água. Indo mais além, essa lei recomendou “soluções que viabilizem a reabertura de canais fluviais” (BELO HORIZONTE, 2001).

Dentre os instrumentos do sistema municipal de saneamento, foram previstos o Fundo Municipal de Saneamento (FMS), a Conferência Municipal de Saneamento (Comus) e o Plano Municipal de Saneamento (PMS). A regra de contribuição da Copasa ao FMS, definida no novo contrato de concessão, consiste em repasses mensais de recursos financeiros equivalentes a 4% da receita líquida dessa concessionária em Belo Horizonte, oriundas da cobrança das taxas de água e

esgoto. A segunda fonte do FMS é oriunda do município e corresponde às contas que a prefeitura pagaria à Copasa pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos imóveis utilizados pelos serviços públicos municipais (escolas, centros de saúde, sede de órgãos da administração municipal, etc). Tais recursos só podem ser usados para ações e serviços de saneamento, definidos pelo município. Anualmente, a Diretoria de Gestão de Águas Urbanas (Dgau) da Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura (Smobi) realiza proposta de plano de investimentos dos recursos do FMS, a partir do levantamento de demandas junto à Sudecap, Urbel e SLU. Esse plano é então submetido à aprovação do Conselho Municipal de Saneamento (Comusa). Com relação aos investimentos que o FMS por si só não suporta, a PBH realiza a captação de recursos junto a organismos federais ou internacionais e os recursos do fundo acabam viabilizando as contrapartidas do município nesses empreendimentos.

O primeiro PMS foi elaborado em 2004. Ele é revisado a cada quatro anos e atualizado bienalmente. Seu principal objetivo é diagnosticar a cobertura dos serviços de saneamento nas 256 sub-bacias hidrográficas do município, que foram delimitadas e nomeadas no PDDBH. Esse diagnóstico é sintetizado por meio de indicadores e de índices que, combinados, geram um *ranking* para definir os investimentos prioritários. No *ranking* são considerados tanto os indicadores setoriais, relativos ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e de resíduos sólidos, que compõem o Índice de Salubridade Ambiental (ISA)¹⁴³, como também os critérios de densidade demográfica, população moradora de vilas e favelas e, mais recentemente, na última versão do PMS, o Índice de Vulnerabilidade da Saúde (IVS), produzido pela Secretaria Municipal de Saúde, que introduziu aspectos ligados à qualidade da moradia e a aspectos socioeconômicos (PBH, 2016). Portanto, o PMS tem um viés de priorização das ações voltadas para a população socialmente mais vulnerável da cidade: aqueles

¹⁴³ “Dentro dos indicadores temáticos, a valoração de cada um deles é parte de uma pesquisa que é feita com especialistas na área de saneamento, via metodologia Delfi, para apurar qual é a percepção de onde estão as maiores carências na cidade. Hoje essa percepção está ficando cada vez mais clara e centrada nas temáticas esgotamento sanitário e drenagem urbana, principalmente nesta última. Avançou-se muito na questão do esgotamento sanitário na cidade. Na primeira versão do plano, o índice de cobertura de tratamento de esgotos era de 11% em 2004 e hoje [2018] é de 80%. O salto é fantástico!” (relato do técnico da Dgau/Smobi durante a entrevista realizadas em janeiro de 2019).

que moram em vilas e favelas e que têm condições mais precárias de renda, moradia e acesso à saúde e educação.

O PMS também abrange os índices complementares, que buscam avaliar aspectos qualitativos da prestação de serviços de saneamento e que não fazem parte da metodologia para o cálculo da priorização das sub-bacias do município (PBH, 2016). Dentre eles, destaco o Índice de Tratamento de Fundo de Vale (ITFV), calculado pela primeira vez na última versão do PMS¹⁴⁴. Ele busca mensurar a extensão de projetos e obras em fundo de vale executados pela administração municipal após 2008 que utilizaram as concepções do Programa Drenurbs, conforme fórmula abaixo:

$$\text{ITFV} = \text{Lfv} / \text{Lt}$$

Onde:

- Lfv é a soma das extensões dos trechos com projetos/obras de tratamento de fundo de vale que seguiram as diretrizes do Drenurbs (m);
- Lt é a soma das extensões totais de projetos/obras de tratamento de fundo de vale (m).

É curioso notar que a justificativa de adoção desse índice em PBH (2016, p. 121) expressa o reconhecimento de que os princípios do Drenurbs, que sintetizam em grande parte os conceitos do novo paradigma de drenagem urbana (vide item 2.4), se opõem às soluções tradicionalmente executadas em Belo Horizonte e, portanto, devem ser incentivadas:

A incorporação do Índice de Tratamento de Fundo de Vale - ITFV se justificou pela expectativa de que as intervenções em fundos de vale, concebidas e implementadas no Município de Belo Horizonte, estejam em consonância com as diretrizes do Programa Drenurbs, privilegiando soluções menos intervencionistas, que incluam a mínima descaracterização das calhas dos cursos d'água, preservando ao máximo as condições de infiltração, assegurando condições adequadas de escoamento que protejam as margens contra a instalação de processos erosivos e promovam a sua incorporação à paisagem urbana.

O PMS não apresenta o que foi considerado como intervenção alinhada ou não com o Drenurbs, tornando difícil avaliar o que exatamente a gestão municipal está adotando como projetos exemplares. O resultado apresentado se restringe ao cálculo do índice para todo o território municipal, correspondendo a 0,76, “ou seja,

¹⁴⁴ Segundo técnicos da Dgau/Smobi contatados em março de 2019, o ITFV foi sugerido pelo professor do EHR da EE-UFMG, Márcio Baptista, na ocasião conselheiro do Comusa.

dos cerca de 33 km de fundos de vale para os quais foram elaborados projetos ou nos quais foram executadas intervenções, mais de 25 km foram executados privilegiando soluções menos intervencionistas” (PBH, 2016, p. 169). Portanto, para que o monitoramento desse índice ao longo das próximas edições do PMS permita avaliar a qualidade dos empreendimentos executados pelo município e a efetiva incorporação dos conceitos e diretrizes do Drenurbs, conforme proposto pela PBH, um maior detalhamento de suas premissas é necessário, inclusive para garantir sua transparência pública e controle social.

Em contato com técnicos da Dgau/Smobi em março de 2019, foi possível ter acesso à memória de cálculo do ITFV, apresentada na Tabela 2. Foi então esclarecido que os tratamentos de fundo de vale que abrangem soluções em leito natural (obras de contenção pontuais e recomposição de mata ciliar) e seminatural (tais como revestimentos da calha menor com mantas geotêxteis, pedra arrumada, pedra jogada e gabião, que permitem em certo grau uma maior permeabilidade e revegetação das margens em comparação ao tradicional revestimento em concreto), foram computados como alinhados com o Drenurbs. As bacias de retenção também foram consideradas da mesma forma, tendo em vista que a implantação dessa técnica compensatória para mitigação dos riscos de inundação é uma das premissas desse programa. Obras e projetos sob coordenação dos governos estadual e federal, tais como o PAC Arrudas e os trechos recentes do Boulevard Arrudas, não foram contabilizados no cálculo do ITFV. Por outro lado, os tratamentos de fundo de vale planejados pela PBH, mesmo que financiados com recursos supra municipais, foram considerados.

Tabela 2: Memória de cálculo do Índice de Tratamento de Fundo de Vale (ITFV) apresentado no PMS 2016

Nome do empreendimento	Alinhado com o Drenurbs (m)	Não alinhado com o Drenurbs (m)	Total (m)	ITFV *	Bacia de detenção	Parque linear
Bacia do córrego Baleares (1ª etapa Drenurbs)	840,95	262,00	1.102,95	0,76	-	✓
Bacia do córrego Nossa Sra. da Piedade (1ª etapa Drenurbs)	640,00	-	640,00	1,00	-	✓
Bacia do córrego 1º de Maio (1ª etapa Drenurbs)	751,00	-	751,00	1,00	✓	✓
Bacia do córrego Engenho Nogueira (1ª etapa Drenurbs)	1.058,00	923,00	1.981,00	0,53	✓	-
Bacia do córrego Bonsucesso (Drenurbs): inclui 1ª etapa Drenurbs, Drenurbs Suplementar, Via 210 e PAC 2 (Metas 1 e 2)	6.907,63	437,39	7.345,02	0,94	✓	-
Complexo da Av. Várzea da Palma (1ª etapa)	-	519,10	519,10	0,00	-	-
Complexo da Av. Várzea da Palma (2ª etapa)	431,00	1.440,44	1.871,44	0,23	✓	-
Complexo da Av. Várzea da Palma (3ª etapa)	1.438,00	251,31	1.689,31	0,85	-	-
Córregos Jatobá/Olaria (1ª etapa)	700,00	-	700,00	1,00	✓	-
Córregos Jatobá/Olaria (Complemento – PAC 2)	722,15	-	722,15	1,00	-	-
Urbanização da Av. Belém	416,80	-	416,80	1,00	-	✓
Bacia do Nado: córregos Lareira e Marimbondo (PAC 2)	1.465,00	722,70	2.187,70	0,67	✓	✓
Ribeirão Arrudas: bacia de detenção do Bairro das Indústrias (PAC 2012)	874,69	-	874,69	1,00	✓	-
Córrego Túnel / Camarões (PAC 2)	1.210,80	321,15	1.531,95	0,79	✓	✓
Córrego São Francisco (Av. Assis das Chagas)	534,11	-	534,11	1,00	✓	-
Córrego Cachoeirinha e ribeirões Pampulha e da Onça (PAC 2012)	5.800,50	839,55	6.640,05	0,87	-	✓
Córrego Santa Terezinha / Freitas	960,03	306,96	1.266,99	0,76	-	✓
Vila São José	174,20	1.454,39	1.628,59	0,11	-	-
Vila Sport Clube (PAC 2)	182,74	-	182,74	1,00	-	-
Vila Califórnia	-	551,71	551,71	0,00	-	-
Total	25.107,60	8.029,70	33.137,30	0,76		

Nota (*): a PBH não calcula o ITFV parcial, ou seja, por empreendimento. A coluna com esse dado foi calculada neste trabalho, utilizando a mesma fórmula adotada pela Dgau para o ITFV de todo o território municipal, com a finalidade de permitir comparar a adoção dos preceitos do Drenurbs pelos diferentes empreendimentos de tratamento de fundo de vale considerados no cálculo desse índice.

Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de tabela fornecida pela Dgau/Smobi em março/2019.

A análise da Tabela 2 indica que mesmo algumas das intervenções do Drenurbs não foram totalmente compatíveis com as premissas desse programa. Em um extremo, estão as obras das bacias hidrográficas dos córregos Nossa Senhora da Piedade e 1º de Maio, com ITFV máximo (1,00) e, no outro, a bacia do córrego Engenho Nogueira, com ITFV igual a 0,53¹⁴⁵. Os trechos não compatíveis com o Drenurbs correspondem aos canais de concreto implantados em seção aberta ou fechada, seja para viabilizar travessias (bueiros) sob o sistema viário, seja para reduzir remoções e indenizações em margens ocupadas, segundo relato dos técnicos da Dgau/Smobi.

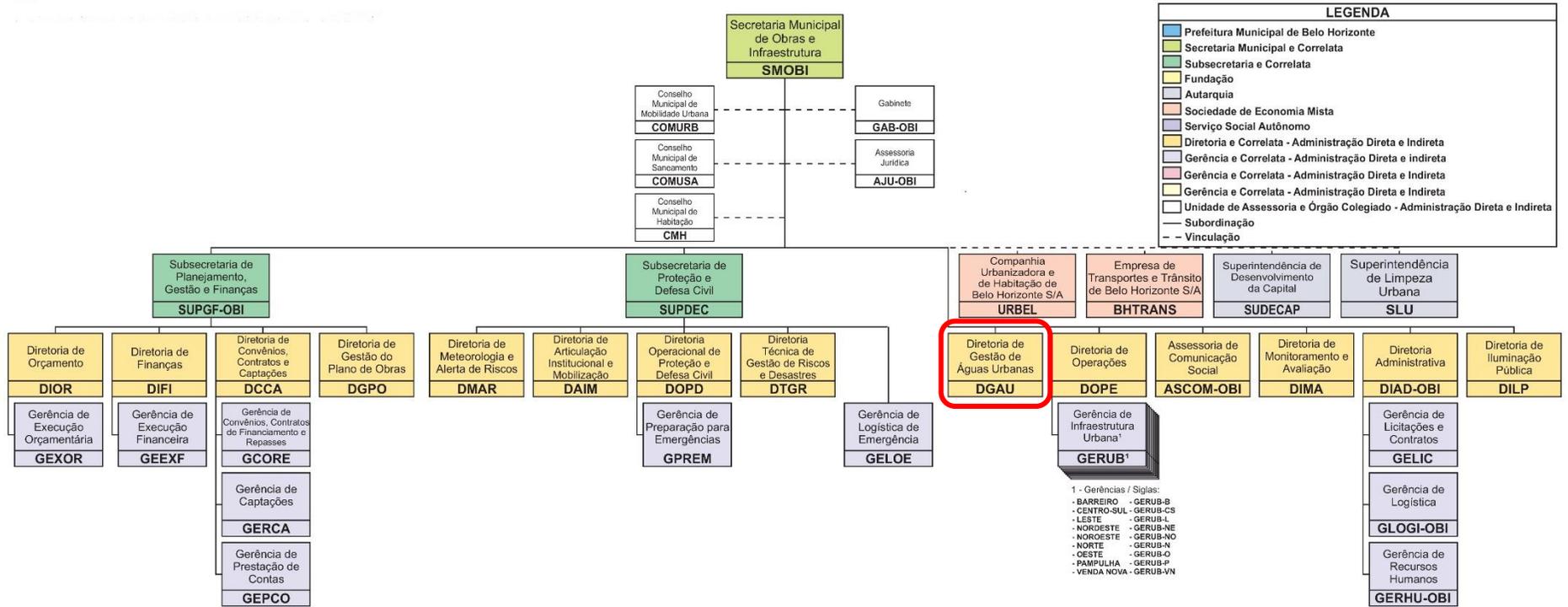
O ITFV não faz uma análise mais aprofundada dos tratamentos dos cursos de água em leito natural ou seminatural (ou das bacias de detenção) em relação ao grau de integração com a paisagem urbana. Tanto os trechos fluviais inseridos em parques lineares com áreas de lazer e esporte e soluções de acessibilidade para pedestres e ciclistas são computados como alinhados ao Drenurbs, como também as margens vegetadas confinadas entre amplas pistas e interseções veiculares com equipamentos de uso social e áreas de preservação da várzea de inundação pouco significativos, como ilustrado no projeto implantado na Avenida Belém (vide APÊNDICE B).

A equipe responsável pela elaboração do PMS e pelo apoio técnico e executivo ao Comusa originalmente pertencia à Sudecap¹⁴⁶. Posteriormente, em 2017, ela migrou para a Dgau, instituída em 2015 na Smobi (Figura 50).

¹⁴⁵ Vide análise acerca das intervenções da primeira fase do Drenurbs adiante, no item 4.2.3.

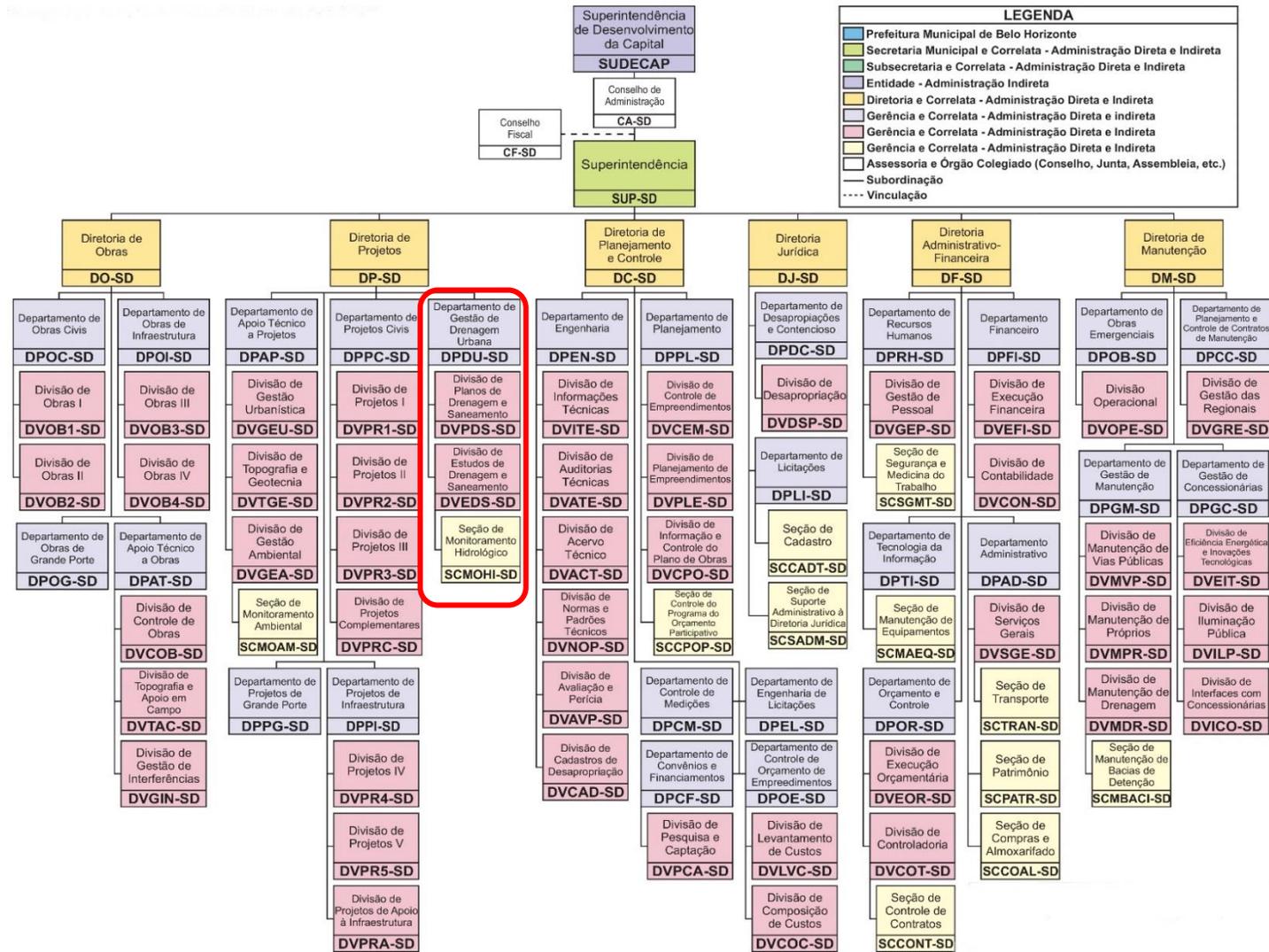
¹⁴⁶ As atividades de gestão e planejamento do sistema de drenagem municipal eram de responsabilidade do Departamento de Gestão de Drenagem Urbana da Sudecap (DPDU-SD), composto de duas divisões e uma seção: Divisão de Planos de Drenagem e Saneamento, Divisão de Estudos de Drenagem e Saneamento e a Seção de Monitoramento Hidrológico (PBH, 2016) – vide Figura 51: Organograma da Sudecap/PBH em 2016. Esse departamento teve origem em 1999/2000, quando foram criados os grupos gerenciais do Plano Diretor de Drenagem (GGPD) e de Saneamento (GGSAN), com as funções de desenvolvimento do PDDBH e de acompanhar a renovação do contrato entre PBH e COPASA respectivamente. Em 2007, o GGSAN foi renomeado como Núcleo de Execução de Projetos Especiais de Saneamento (NEPE-SAN) e, o GGPD, como NEPE-PDD. Em 2013, esses dois núcleos independentes, que não eram ligados a nenhum departamento ou diretoria da Sudecap, mas com vínculo direto ao superintendente, foram reincorporados à estrutura e deram origem ao DPDU-SD (COSTA *et al.*, 2012).

Figura 50: Organograma atual da Smobi/PBH, com destaque para a Dgau



Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de sítio web PBH, outubro/2017.

Figura 51: Organograma da Sudecap/PBH em 2016, com destaque para a extinta DPDU-SD



Nota: A PBH ainda não disponibilizou o atual organograma da Sudecap. Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de sítio web PBH, março/2018.

A Dgau também se encarrega de fazer propostas de captação de recursos para investimentos em obras estruturantes para a gestão do risco de inundações e definir diretrizes para a elaboração de projetos de tratamento de fundo de vale, cujo desenvolvimento e acompanhamento das obras ficam a cargo da Sudecap. Há ainda o papel de interlocução institucional com a Copasa, encaminhando, por exemplo, demandas da Urbel e Sudecap, além de manter uma discussão permanente com o grupo de direção dessa concessionária no que se refere à modernização e melhoria da qualidade da prestação dos serviços de água e esgoto em Belo Horizonte. O representante da PBH no conselho da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário no Estado de Minas Gerais (Arsae-MG) também é um técnico da Dgau. Outra função da Dgau é a análise dos projetos de ligação predial na rede pública de drenagem pluvial de maior complexidade, tais como aqueles dos empreendimentos enquadrados como de impacto ambiental ou urbanístico pela legislação municipal¹⁴⁷.

É notável, portanto, que essa diretoria acumula diversas funções para o seu reduzido quadro de funcionários¹⁴⁸. Apesar das limitações técnicas e financeiras, a Dgau tem buscado desenvolver uma atuação abrangente do ponto de vista do planejamento e da gestão das águas urbanas a nível local, com interfaces com o estado e o governo federal. O próprio nome adotado, “águas urbanas” e não “diretoria de saneamento” demonstra uma intenção de enfatizar o papel da água no meio urbano nos diversos serviços e redes de infraestruturas relacionados e tratá-la como um elemento integrador. Ao se desvincular da Sudecap e se subordinar diretamente à Smobi, fica perceptível uma tentativa de essa diretoria atuar com maior isenção em relação ao legado negativo dessa superintendência no que se refere à prática tradicional de canalizações e uma maior independência para articulações com as demais secretarias (planejamento urbano, meio ambiente, saúde, etc), como ressaltado pelo técnico da Sudecap entrevistado em dezembro de 2018:

¹⁴⁷ A respeito do procedimento de licenciamento de empreendimentos de impacto em Belo Horizonte, vide item 4.2.2 adiante.

¹⁴⁸ As atribuições detalhadas e atualmente vigentes da Dgau estão descritas no Decreto Municipal nº 16.681/2017. Segundo a técnica da Dgau entrevistada em fevereiro de 2018, essa diretoria dispõe de cinco engenheiros, dois técnicos, além de dois engenheiros dedicados à elaboração do PMS, outros dois engenheiros e uma equipe enxuta exigida pelo BID para o acompanhamento do programa Drenurbs.

O que ficou mais fácil foi o diálogo com as outras secretarias, porque a gestão da drenagem urbana agora está numa secretaria executiva. Antes, mesmo que a gente aqui na Sudecap planejasse, porque tinha o departamento aqui, as secretarias achavam que a Sudecap, por ser um órgão executor, que a gente estava fazendo tudo do nosso jeito. Quem fazia a gestão da drenagem urbana do município era a Sudecap. Até hoje, quem faz as ações de manutenção, vistoria, gestão, é a gente. A Diretoria lá vai fazer um macroplanejamento utilizando o Plano Diretor de Drenagem como referência. As atuações hoje ainda estão acontecendo com diretrizes da Sudecap.

Com relação à trajetória da política de saneamento municipal, o técnico da Dgau/Smobi entrevistado em janeiro de 2019 avalia positivamente a conquista da continuidade dela, independentemente das sucessivas mudanças de gestão municipal, de maneira similar ao observado para o Pear:

Essa estrutura veio se consolidando e se encorpando ao longo desses anos todos. Nós tivemos a felicidade que ela virou uma política de estado, estado no sentido amplo, que não dependeu, não sofreu retrocessos, apesar das trocas de comando na Prefeitura de Belo Horizonte, no gabinete de prefeito e de secretário. Ela hoje é entendida como uma política de estado, ela não está com a chancela política de uma determinada corrente política, de um partido político ou governo. Então não é a política do Patrus, não é a do Célio, não é a do Márcio, não é a do Khalil, não é a do Pimentel. É pouco provável que a gente desconstrua isso. Já é muito amarrado, já é um legado.

Tendo compreendido o cenário das políticas setoriais relacionadas ao manejo de águas pluviais, a seguir apresentam-se as principais ações de planejamento e gestão recentes em Belo Horizonte acerca desse tema e sua aproximação em relação ao novo paradigma.

4.2.1 Fortalecimento institucional da prefeitura voltado para a implantação de medidas compensatórias estruturais e não estruturais

A segunda etapa do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte (PDDBH), iniciada em 2001, enfocou uma das premissas desse instrumento de planejamento: o fortalecimento institucional da prefeitura, para o tratamento das questões relacionadas ao manejo das águas pluviais urbanas. As ações foram financiadas a partir de 2004 pelo Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte (Drenurbs) e compreendem, segundo PBH (2016):

- Modelagem Matemática Hidrológica e Hidráulica do Sistema de Macrodrenagem das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça (2008);
- Elaboração da Carta de Inundações de Belo Horizonte (2009);

- Expansão do Sistema de Informação Geográfica (SIG) Drenagem e Implantação do SIG Ambiental (2010);
- Formulação de Modelo de Gestão Integrada das Águas Urbanas (2010);
- Implantação do Sistema de Monitoramento Hidrológico e Alerta contra Inundações (2011);
- Atualização Tecnológica para a Drenagem Urbana e Meio Ambiente - Sustentação do Sistema de Banco de Dados Hidrológico (em andamento).

As informações levantadas acerca da infraestrutura de micro e macrodrenagem implantada no município, realizada na primeira etapa do PDDBH, foram organizadas num Sistema de Informação Geográfica desenvolvido especialmente para o município de Belo Horizonte e denominado SIG Drenagem. Entretanto, ao longo dos anos seguintes, em PBH (2016, ANEXO - p. 63) consta que:

A execução de obras de drenagem, por diferentes órgãos, ou sem projetos pelos setores responsáveis pela manutenção do sistema, e a não realização de *as built*, dificultavam a atualização do cadastro, gerando prejuízos para o adequado planejamento e para a manutenção do sistema.

Uma nova plataforma SIG foi então desenvolvida em 2010 e disponibilizada para permitir a integração entre os diferentes gestores do sistema de drenagem municipal, tais como Secretarias Regionais, órgãos de obras de infraestrutura, de políticas urbanas, de limpeza urbana, do meio ambiente, de regulação urbana e de defesa civil, empregando novas ferramentas computacionais desenvolvidas desde a versão original do sistema. A atualização permanente dos cadastros é um desafio para a gestão municipal, pois demanda a entrega das versões *as built* de todas as obras executadas no sistema de drenagem, pelos técnicos dos diferentes órgãos envolvidos. Outro ponto crítico é a ausência, até o momento, do cadastro das redes localizadas no interior dos quarteirões, devido à dificuldade de acesso às áreas particulares (PBH, 2016), sendo que, em algumas delas, há inclusive edificações construídas sobre as tubulações. A consulta ao SIG Drenagem não é facilmente disponibilizada ao público em geral, sendo necessário solicitar as informações à PBH para determinada área da cidade, com a devida justificativa da demanda.

O conhecimento do funcionamento real do sistema de drenagem da cidade era uma demanda já identificada pelo Plambel nos anos 1980, conforme apresentado no item 2.3. Associado ao cadastro da infraestrutura de micro e macrodrenagem, o Sistema de Monitoramento Hidrológico é fundamental para obter dados hidrométricos reais e permitir a calibração e validação dos modelos hidrológicos e hidráulicos. Tais modelos subsidiam tanto o dimensionamento dos projetos de tratamento de fundos de vale como também os alertas contra inundações emitidos pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (Comdec).

O Sistema de Monitoramento Hidrológico iniciou sua operação em 2011 e consiste em uma rede hidroclimatológica, composta por 35 estações fixas distribuídas pelo território municipal, sendo 21 de monitoramento limnimétrico, voltadas para a medição das variações do nível de água nos canais fluviais, 10 pluviométricas e quatro climatológicas, além de sete estações móveis, das quais seis limnimétricas e uma pluviométrica. Os dados levantados pelas 42 estações são gerenciados pelo *software* Banco de Dados Hidrológicos (BDH), desenvolvido por uma empresa francesa. O BDH permite a visualização geográfica das estações e seu acompanhamento em tempo real, com atualizações a cada 10 minutos. Contudo, a PBH não previu o serviço de suporte ao sistema e, desde 2015, está sendo estudada a viabilidade de um contrato com essa finalidade. Outra demanda importante é a contratação de um amplo estudo que permita calibrar a representação dos principais eventos pluviométricos de projeto para as bacias hidrográficas do município com os dados reais que estão sendo obtidos pelo Sistema de Monitoramento Hidrológico (PBH, 2016).

A partir do SIG Drenagem, dos estudos de Modelagem Hidrológica e Hidráulica do Sistema de Macrodrenagem das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, realizados pela empresa de consultoria Cobrape e concluídos em 2008¹⁴⁹, e das manchas de inundação (TR = 25 e 100 anos) que foram definidas para os córregos com calha não revestida em 2003 e 2004 pelo Drenurbs, foi publicada a Carta de Inundações do município em 2009. Trata-se de um instrumento de macroplanejamento municipal, que também incorporou informações obtidas junto às equipes das Secretarias Regionais e aos moradores próximos aos trechos de

¹⁴⁹ Nesses estudos foram identificados os trechos de canais revestidos da macrodrenagem com insuficiências hidráulicas, parametrizados em função das probabilidades (TR = 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos) de ocorrências de vazões extremas (PBH, 2009a).

extravasamentos dos córregos. Todavia, a própria PBH (2016, ANEXO - p. 67) destaca a imprecisão das poligonais das manchas de inundação que constam na Carta, pois elas foram lançadas sobre bases aerofotogramétricas, uma vez que não foram realizados levantamentos topográficos de campo. Dessa forma, a Carta não estabeleceu as cotas altimétricas de elevação dos níveis de água e, portanto, “não pode ser utilizada na elaboração de projetos de engenharia, que demandam estudos específicos, em nível de bacia hidrográfica e com levantamento de campo atualizado”.

Outra limitação da aplicação da Carta de Inundações é que ela precisa ser constantemente atualizada, pois a geometria das manchas mapeadas se altera em função da dinâmica de uso e ocupação do solo e do sistema de drenagem da bacia hidrográfica. Por exemplo, as diversas bacias de retenção implantadas pela prefeitura nos últimos anos modificaram a situação mapeada em 2009. Segundo o técnico da Sudecap¹⁵⁰, o principal empecilho para a atualização desse instrumento são as restrições orçamentárias do município:

A Carta de Inundações tem que ser atualizada e a prefeitura não tem recursos para isso. A gente vem fazendo à medida que desenvolvemos um estudo em determinada bacia, em que geramos um modelo hidrológico-hidráulico e, conseqüentemente, a mancha nova, inclusive a partir da intervenção que está sendo proposta no projeto.

A Carta de Inundações permitiu à PBH formar os Núcleos de Alerta de Chuvas (NACs), similares aos Nudecs criados pela Urbel em 2004 nas áreas de risco de escorregamento, mas, nesse caso, nas áreas suscetíveis ao risco de inundações¹⁵¹. As comunidades inseridas nas manchas de inundação mapeadas são permanentemente mobilizadas e capacitadas para a convivência com o risco, por meio de grupos de cidadãos voluntários que residem ou trabalham nas áreas mapeadas. Um canal de diálogo direto entre a Comdec e esses voluntários é estabelecido (chamadas telefônicas e mensagens via celular), para comunicar os alertas de inundação, disponíveis a partir do Sistema de Monitoramento Hidrológico. Os voluntários são treinados periodicamente, para liderar ações preventivas nas comunidades face aos riscos, por exemplo, comunicando à prefeitura os pontos

¹⁵⁰ Entrevista concedida em dezembro de 2018.

¹⁵¹ Os NACs foram criados em 2009 pela Sudecap. Posteriormente, em 2015, eles passaram a ser coordenados pela Urbel, mesmo que os NACs tenham como peculiaridade em relação aos Nudecs a abrangência de áreas não inseridas em vilas e favelas. Segundo PBH (2016), havia nesse ano 44 núcleos de alerta de chuvas em Belo Horizonte, totalizando cerca de 400 voluntários.

críticos que precisam de pequenas obras corretivas e limpeza de córregos e bocas-de-lobo pela SLU. Além disso, eles são capacitados para orientar e prestar auxílio adequado e imediato nas situações de calamidade, a partir da identificação das pessoas com dificuldades de locomoção, da forma de disseminação do alerta na comunidade, das rotas de fuga e dos pontos de apoio durante os eventos críticos.

Ações não estruturais dessa natureza não demandam grandes investimentos financeiros. O desafio nesses casos, conforme ressaltado pela Gerente de Área de Risco e Assistência Técnica da Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (Urbel), Isabel Volponi¹⁵², é a continuidade da mobilização da população ao longo do tempo e a ampliação da abrangência a diferentes faixas etárias, a efetiva integração entre poder público e comunidade e entre os diferentes órgãos envolvidos na prevenção e resposta aos eventos extremos. A importância de desenvolver ações como essa, voltadas para a percepção, sensibilização e mobilização da população rumo ao desenvolvimento de uma “cultura do risco” e da prevenção de forma associada às intervenções estruturantes (obras de engenharia), é ressaltada pela fala da técnica da Urbel entrevistada em novembro de 2018:

A cultura de risco é a pessoa ter a percepção do risco ao qual ela está submetida, tanto com as atitudes dela, que ela pode agravar essa situação, e no momento de um evento, ela saber se auto proteger e ajudar a proteger quem está ao lado dela. Eu acho que essa questão da cultura, tanto do ponto de vista ambiental, urbano e do risco, nós não temos, em todas as classes sociais, inclusive formadores de opinião, empresários e às vezes até a própria linha técnica de administração pública. Eu não consigo ver essa questão das inundações sem ter a participação dos cidadãos. Não acho que só obra resolve. Uma das nossas estações pluviométricas registrou uma chuva de 53 mm em 20 minutos, no dia 15 [de novembro de 2018]. Qual estrutura que dá conta disso?

Com o intuito de ampliar iniciativas como os NACs, a Urbel, em parceria com a Secretaria Municipal de Educação, está trabalhando há cerca de cinco anos com o tema do risco geológico e de inundação no âmbito da Escola Integrada, em unidades da rede de ensino municipal localizadas próximas às vilas e favelas, conforme relatado pela técnica entrevistada:

Ao trabalhar o risco, nós abordamos a questão ambiental. Para desenvolver a cultura do risco, nós começamos a trabalhar com os meninos desde o conceito de cidade, como ela se formou, onde que eles estão, trabalhando essa percepção toda. São vários encontros e a gente fala do risco geológico, de inundação, lá para o sexto, sétimo encontro. Existe então todo

¹⁵² Fala durante o Seminário “O Programa Estrutural das Áreas de Risco e a Valorização dos NUDECs e NACs”, realizado na Câmara Municipal de Belo Horizonte (CMBH) em 21/09/2017.

um mecanismo deles se situarem, onde moram, porque a cidade é desse jeito, para depois trabalhar o risco. É um processo de conscientização, para a gente desenvolver a percepção deles para até o que é a cidade. A gente trabalha com o Google, com mapas, depois a gente sai com eles para a rua, para poderem localizar, ver.

Ainda nesse sentido, uma iniciativa polêmica da prefeitura consistiu na instalação de diversas Placas de Prevenção e de Educação nas áreas de risco de inundação em todo o município em 2008 (Figura 52). Ao transitar pelas avenidas de fundo de vale da cidade, é notável a presença dessa sinalização, que, inicialmente, despertou dúvida, curiosidade e até indignação junto aos cidadãos, até então pouco acostumados ao debate acerca da convivência com o risco de inundação. A opinião bastante crítica e irônica do historiador Carlos Alberto Oliveira, registrada na edição de fevereiro de 2013 da Revista “Minha Cidade”, disponível no portal Vitruvius, ilustra essa postura:

Ao sair da minha casa na Região Leste e ir em direção ao centro da cidade eu vejo cinco das mais de mil placas instaladas pela prefeitura. É um trajeto curto, mas principal para evacuação da região. Assim como em outras regiões da cidade que estão em situações piores que a minha, se você precisar de uma ambulância ou de um serviço policial em dias de chuva, esqueça. Vivenciar tais níveis de tensão e estresse em épocas de elevada precipitação pluvial é uma dose de realidade que pode nos ajudar a emergir de um mar de publicidade milionária que intoxica e nos lobotomiza. Pode ser um acordar para o que não temos – a melhor gestão pública do país – e para o que não somos – o estado com melhor infraestrutura urbana, saúde, educação e segurança. Com a instalação de placas selamos o maior programa de prevenção que a cidade já teve. Mas como se não bastasse, agora teremos a instalação alto-falantes em áreas críticas para avisar a população do risco de morte que é viver em Belo Horizonte. Estou cada vez mais certo de que a piada que circula nas redes sociais pode ser levada a sério: “Evite morar em Belo Horizonte em caso de chuva forte”.

É notável como grande parte da população, inclusive do meio técnico-científico, ainda cobra do poder público municipal uma solução definitiva para o controle das inundações urbanas, por meio unicamente de grandes e onerosas obras de engenharia. Para mudar a percepção em relação à gestão das águas pluviais, o desenvolvimento da cultura do risco é fundamental. Somente por meio da sensibilização e da tomada de consciência frente à vulnerabilidade da população urbana, sobretudo diante da perspectiva cada vez mais incerta colocada pela mudança climática global, será possível a adoção efetiva pelos cidadãos de técnicas compensatórias estruturais difusas na bacia hidrográfica (ainda que estas apresentem pouca efetividade em eventos pluviométricos extremos), assim como daquelas de natureza não estrutural.

Figura 52: Placas de Prevenção e de Educação instaladas em áreas de risco de inundação na Av. Teresa Cristina, ao longo do ribeirão Arrudas



Fonte: a autora, 2019.

Finalmente, no âmbito das iniciativas voltadas para o fortalecimento institucional da PBH no que se refere à política de manejo de águas pluviais, em 2010 foram concluídos estudos para a Formulação de Modelo de Gestão Integrada das Águas Urbanas, também elaborados pela consultoria Cobrape. Neles foram examinadas três alternativas jurídico-legais e organizacionais sobre o modelo de manejo e gestão integrada das águas urbanas de Belo Horizonte e o contexto metropolitano, com destaque para a drenagem, sendo elas a instituição: (i) da Secretaria Municipal de Operacionalização das Águas Urbanas (Smoa), órgão da administração direta da estrutura administrativa do Poder Executivo; (ii) da Superintendência da Gestão das Águas Urbanas da Capital (Águascap), entidade autárquica vinculada ao prefeito ou a determinada secretaria municipal; (iii) da Diretoria de Águas Urbanas, integrante da estrutura administrativa da Sudecap. A terceira alternativa foi adotada anos mais tarde, com a diferença de que a Dgau foi instituída subordinada à Smobi e não como parte da Sudecap, conforme apresentado no item 4.2. Essa opção certamente foi a menos onerosa para as finanças municipais, por não demandar receita própria para a manutenção do órgão responsável pela gestão das águas urbanas, ao contrário das outras alternativas. Nesses outros dois cenários, seria necessário instituir uma taxa sobre a prestação dos serviços de drenagem urbana no município de Belo Horizonte, como forma de

viabilizar o custeio de mais um órgão público municipal. Por outro lado, conforme previsto por PBH e Cobrape (2010), a opção pela Dgau resultou em menor autonomia política e capacidade técnica e operacional para exercer as atribuições originalmente almejadas para um cenário de maior mudança em relação à situação institucional inicial, no qual a gestão das águas urbanas estava inserida na Sudecap.

4.2.2 Pesquisa, orientação técnica, instrumentos urbanísticos e outras estratégias para emplacar as técnicas compensatórias difusas

Desde sua origem em 1969, a Sudecap mantém uma interface significativa com a equipe acadêmica das áreas de saneamento básico, hidráulica e recursos hídricos da Escola de Engenharia da UFMG, como está ilustrado em alguns episódios da retrospectiva da política pública de manejo das águas pluviais neste trabalho. Naturalmente, isso se deve em grande parte ao fato de que a maioria dos técnicos da Sudecap (e atualmente também aqueles da Dgau/Smobi) é de profissionais egressos dessa instituição de ensino e que, portanto, em alguma medida têm contato com os colegas da área acadêmica. Cabe também reconhecer o protagonismo dos professores e pesquisadores da EE-UFMG nesse campo do conhecimento no cenário nacional, ao lado de outras unidades de ensino superior e pós-graduação, como a UFRGS e a USP.

Nesse sentido, uma experiência recente de pesquisa e inovação, fruto da parceria entre a PBH e a EE-UFMG, contribuiu para a discussão em âmbito local do paradigma contemporâneo de drenagem pluvial. Trata-se do Projeto “Sustainable Water Management Improves Tomorrow’s Cities’ Health” (Switch), coordenado pelo Instituto IHE da Unesco entre 2006 e 2011, que buscou difundir o conceito de gestão integrada das águas urbanas de forma prática e aplicada em 12 cidades de diferentes países, a partir de parcerias com instituições locais (sítio web Switch, 2019). Em Belo Horizonte, foram desenvolvidos projetos pilotos em técnicas compensatórias para a drenagem urbana para verificar eficácia, custos de implantação e operação e a possibilidade de aplicação delas em maior escala. O financiamento do projeto ocorreu por meio de recursos a fundo perdido da União Europeia e de contrapartida da UFMG e PBH. Os experimentos desenvolvidos no âmbito do Switch foram:

- Trincheira de infiltração e vala de retenção no campus UFMG, na bacia do córrego Mergulhão;

- Trincheiras de infiltração nos parques municipais Nossa Senhora da Piedade e Lagoa do Nado;
- *Wetland* construído na bacia de detenção Vilarinho;
- Reservatório para armazenamento e aproveitamento de águas pluviais na Escola Municipal Anne Frank.

Os resultados estão descritos no ANEXO da última edição do Plano Municipal de Saneamento - PMS (PBH, 2016). Todos os experimentos estão hoje desativados, devido à falta de recursos financeiros e humanos, com exceção do reservatório da escola municipal. De maneira geral, observa-se que poucos eventos pluviométricos foram analisados, o que comprometeu o monitoramento das técnicas compensatórias e, conseqüentemente, as conclusões acerca de sua aplicação no município. De qualquer forma, como uma primeira experiência, importantes fatores puderam ser observados, tais como a importância da participação e aceitação da comunidade, que, no caso do *wetland*¹⁵³ e do reservatório ficaram bastante evidentes: na primeira, a ausência de um trabalho mais amplo e continuado de mobilização, comunicação e educação ambiental resultou em ações de vandalismo e invasão da área do experimento por animais, que inviabilizaram a continuidade da pesquisa e, na segunda, a transmissão do conhecimento por meio de cursos oferecidos aos funcionários responsáveis pela limpeza da escola resultaram em uma boa aceitação do sistema, que segue em operação (Figura 53).

O Projeto Switch também envolveu algumas iniciativas voltadas para a capacitação de técnicos da prefeitura, divulgação e discussão com potenciais parceiros acerca dos experimentos científicos realizados e da visão de Belo Horizonte para a gestão futura das águas urbanas (PBH, 2016). De fato, para introduzir e disseminar as soluções alternativas de manejo de águas pluviais, o Kit de Treinamento elaborado pelo Projeto SWITCH (ICLEI, 2011) enfatiza a necessidade de vencer a resistência dos profissionais e da população à mudança.

¹⁵³ Vide maior detalhamento em Pinheiro (2014).

Figura 53: Projetos pilotos em técnicas compensatórias para a drenagem urbana desenvolvidos no âmbito do Switch em Belo Horizonte



1 – Criação de animais no sistema de *wetlands* construídos instalado na bacia de detenção Vilarinho em março de 2012.



2 – Sistema de captação e uso de água de chuvas na Escola Municipal Anne Frank

Fonte: 1) Sudecap, 2011 a 2012; 2) PBH, 2016.

Nesse sentido, destaco a importância das pesquisas desenvolvidas ou em andamento por estudantes do programa de pós-graduação da EE-UFMG para avaliar o potencial de utilização de técnicas compensatórias difusas em Belo Horizonte. Iniciativas de parceria permanente entre a universidade e a prefeitura também são fundamentais para avançar na aplicação dessas medidas, pois, do ponto de vista conceitual, há uma abertura institucional, mas ainda pouca orientação técnica para sua aplicação de maneira sistemática¹⁵⁴. Há uma demanda por capacitação de técnicos da prefeitura e de consultorias e empresas projetistas para métodos de cálculo e pré-dimensionamento e avaliação de viabilidade diante das características locais climatológicas, morfológicas e de uso e ocupação do solo.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) tem buscando difundir a aplicação das técnicas compensatórias extensivas nos últimos anos. Os empreendimentos enquadrados como de impacto pela legislação municipal¹⁵⁵ são

¹⁵⁴ Talvez o maior exemplo prático de aplicação sistêmica de medidas compensatórias difusas na RMBH em novas frentes de ocupação seja o empreendimento de alta renda Vale dos Cristais, implantado pela Construtora Odebrecht no município de Nova Lima, a partir de 2004. O projeto assumiu como premissa os conceitos de *plataforma geológica* e *idades geossuportadas* de Edézio Teixeira de Carvalho (vide item 3.3.2), geólogo que participou da concepção desse empreendimento.

¹⁵⁵ O licenciamento ambiental pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMAM) foi instituído pela Lei nº 7.277/1997. Em 2010, a revisão da Lpous – Lei nº 9.959 – instituiu o licenciamento urbanístico pelo Conselho Municipal de Política Urbana (COMPUR), regulamentado pelo Decreto nº 14.594/2011.

analisados pela SMMA e demais órgãos competentes, mediante o protocolo dos estudos indicados: Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), quando sujeitos ao licenciamento urbanístico, e Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e Plano de Controle Ambiental (PCA) – ou formatos mais simplificados conforme a atividade e o porte do empreendimento - nos casos de licenciamento ambiental. Para mitigar o impacto decorrente da impermeabilização do solo, presente na maioria dos empreendimentos licenciados, a SMMA tem solicitado a adoção de técnicas compensatórias de drenagem urbana que garantam a aplicação do conceito de “escoamento primitivo”, ou seja, o volume de lançamento na rede pública equivalente à situação atual (anterior à implantação do projeto pleiteado). Contudo, o que se observa é a ausência de orientações técnicas claras e sistematizadas disponibilizadas ao empreendedor e seu projetista para o atendimento dessa condicionante, bem como de um mapeamento detalhado do município que indique as zonas onde cada uma das técnicas compensatórias é viável. Durante o processo de licenciamento dos empreendimentos de impacto, a interface entre a análise da SMMA e da Dgau/Smobi, diretoria responsável pela análise dos projetos de ligação à rede pública de drenagem pluvial, também carece de maior sintonia, não sendo rara a solicitação de medidas contraditórias por cada um desses órgãos.

A fim de preencher essa lacuna técnica, a Sudecap elaborou, nos anos 2010, um termo de referência para contratar, via licitação, estudo para elaboração de manuais de técnicas compensatórias aplicadas à realidade do município, iniciativa observada em muitas cidades do mundo, como indicado no item 3.3.1. Até o momento, essa licitação não foi realizada, segundo relato do técnico da Sudecap entrevistado em dezembro de 2018 (grifo meu):

Não adianta você implantar algo que é mais no nível acadêmico e você não saber dar manutenção depois. O sistema demanda manutenção. Demanda saber implantar. Você tem que ver se o coeficiente de infiltração do solo é adequado, se o terreno tem uma declividade muito alta, se põe uma brita para infiltração e vai lavar tudo com a primeira chuva... Colmatação é algo natural de acontecer, principalmente em área urbana, onde tem carreamento de sedimento a toda hora. Então nós íamos contratar um estudo desse voltado para várias temáticas alternativas de drenagem: telhado verde, pavimento permeável, caixas de retenção nos lotes, que isso em nível de inundação não tem um resultado efetivo, mas, pontualmente, naquela rua, naquela rede, você tem um impacto positivo, questão mesmo das bacias de retenção, de consolidar esse conceito de você deter essa água na própria bacia, não passar adiante, de tratar aquele problema todo ali, aquela vazão, só lançar o que o canal a jusante comporta. Esse estudo iria gerar um manual que seria incorporado ao nosso procedimento para

elaboração de projetos de infraestrutura e ao Caderno de Encargos, com desenhos técnicos. Infelizmente, parou nesse ponto. Íamos utilizar recursos do Drenurbs Suplementar, que é um recurso de fortalecimento institucional. Já tínhamos montado o termo de referência para a licitação. Estava pronto. Tinha orçamento pronto. Nessa mudança de 2017, acabou. Esse departamento foi extinto da Sudecap e a Dgau não tem condições de contratar isso lá. Hoje você não implanta essas técnicas por falta de conhecimento, por falta de um documento técnico que garanta aos engenheiros mais antigos da casa mesmo, da prefeitura como um todo, de abrir a cabeça. **Apesar do Plano Diretor ter mudado o paradigma, de acabar com canalização em concreto, as pessoas ainda não conseguiram absorver. Isso leva tempo. É mudança de paradigma, então não acontece do dia para a noite.**

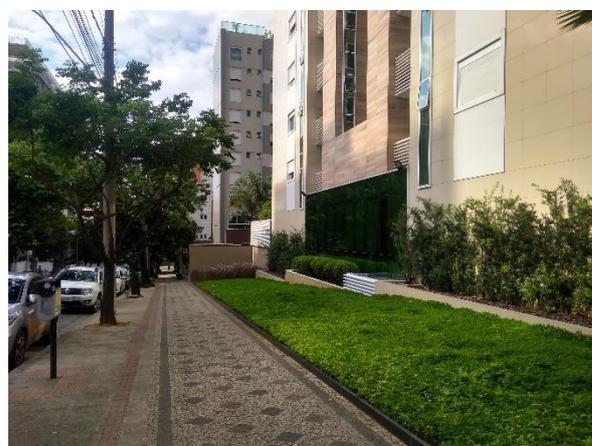
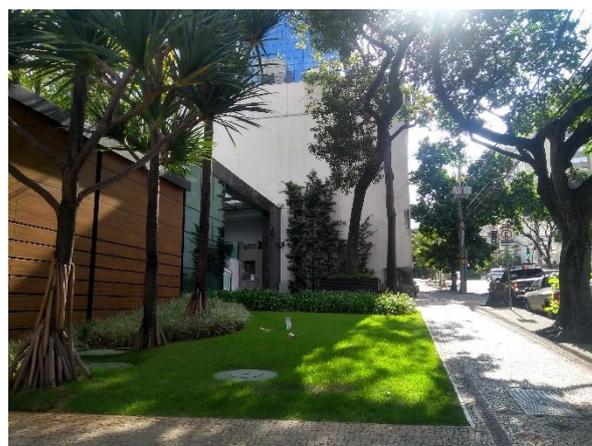
Para incentivar o emprego voluntário das técnicas compensatórias difusas pelos cidadãos de Belo Horizonte, alguns instrumentos têm sido considerados pela PBH. O Conselho Municipal do Meio Ambiente (COMAM) instituiu, por meio da Deliberação Normativa nº 66/2009 e da Portaria SMMA nº 06/2012, o Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental, voltado para empreendimentos públicos e privados instalados no município que adotem medidas de sustentabilidade e combate às mudanças climáticas¹⁵⁶. Na dimensão “água”, a adoção de “Mecanismos de Gestão de Águas Pluviais”, tais como pisos permeáveis, bacias e trincheiras de retenção e telhados verdes, pontuam no cálculo estabelecido para o percentual de eficiência necessário à obtenção do selo, assim como o uso de águas pluviais (PBH, 2018c).

Já para incentivar a adoção de medidas como essas, está em tramitação na Câmara de Vereadores o Projeto de Lei (PL) nº 179/2017, que institui o Programa de Incentivo à Sustentabilidade Urbana, conhecido como IPTU Verde. Nele está previsto desconto progressivo (5, 7 e 10%) na cobrança do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) segundo o Nível de Sustentabilidade (1, 2 ou 3) alcançado pela edificação. As ações e práticas de sustentabilidade consideradas para a pontuação das edificações são listadas em anexo ao PL e, dentre elas, consta o aproveitamento de águas pluviais, a implantação de telhados verdes, pavimentos permeáveis, reservatórios e/ou valas de infiltração e a manutenção de área permeável em taxa superior ao exigido na Lpous (BELO HORIZONTE, 2017). A implementação desse instrumento está sendo proposta sem qualquer interface com o Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental, já vigente no município.

¹⁵⁶ Esse programa é parte da política municipal de combate às mudanças climáticas, iniciada em 2006 com a instituição do Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência (CMMCE) (PBH, 2018c).

Finalmente, mecanismos de compensação aos proprietários também são preconizados no PL nº 1.749/2015, que prevê desconto no pagamento referente ao potencial construtivo adicional obtido por meio da outorga onerosa do direito de construir (ODC) para “soluções projetuais de gentileza urbana”, dentre as quais “área permeável no afastamento frontal, em terreno natural, vegetada e arborizada” e “em porção do terreno coincidente com área de vegetação relevante”. Atualmente, a Lpous vigente já prevê a permissão de converter a área permeável, livre e vegetada, implantada no afastamento frontal e totalmente visível do logradouro público em pagamento do potencial construtivo adicional utilizado no próprio lote (BELO HORIZONTE, 2010). O resultado é a melhoria da qualidade do ambiente urbano e uma maior garantia da manutenção da taxa de permeabilidade após a concessão do Habite-se, em função de sua visibilidade pública (Figura 54).

Figura 54: Edifícios recentes construídos na Rua Fernandes Tourinho, bairro Savassi, com implantação de taxa de permeabilidade sobre terreno natural no afastamento frontal, dando continuidade à calçada



Fonte: a autora, 2019.

4.2.3 Projetos e obras estruturais

A maioria das obras de macrodrenagem no município executadas nos últimos 20 anos foram basicamente financiadas por recursos externos – BID - e federais, no âmbito dos programas Drenurbs e PAC respectivamente. O mesmo pode ser considerado para os projetos elaborados e ainda não executados, que aguardam a captação de recursos financeiros para sua implantação. As novas premissas estabelecidas pelo PDDBH no início dos anos 2000 foram em parte materializadas pelos projetos e obras referentes às intervenções estruturais e às iniciativas de fortalecimento institucional viabilizadas a partir do Drenurbs.

O Drenurbs é um programa municipal, concebido pela Sudecap a partir da elaboração do PDDBH, e tem como objetivo geral “a melhoria da qualidade de vida da população de Belo Horizonte, por meio do controle e recuperação dos recursos hídricos naturais, buscando a valorização das águas existentes no meio urbano” (PBH, 2009b, p. 3). Seus objetivos específicos são: *(i)* a redução do risco de inundação por meio da recuperação e preservação das condições naturais dos cursos de água, via execução de intervenções estruturais de saneamento e sistema viário; *(ii)* a recuperação da qualidade da água dos cursos de água por meio da ampliação da rede de coleta e tratamento de esgotos e *(iii)* a garantia da sustentabilidade das melhorias ambientais por intermédio do fortalecimento institucional da gestão ambiental municipal, conforme as ações apresentadas no item 4.2.1, além dos programas de mobilização, comunicação e educação ambiental voltados para a população das áreas de intervenções estruturais do programa (PBH, 2009b). Os princípios norteadores do Drenurbs, apresentados no Quadro 7, estão inseridos no arcabouço dos conceitos e práticas preconizados pelo novo paradigma de manejo de águas pluviais.

Quadro 7: Princípios norteadores das ações do Drenurbs

1	Tratamento integrado dos problemas sanitários e ambientais no nível da bacia hidrográfica, utilizada como unidade para o planejamento das intervenções;
2	Limitação à ampliação da impermeabilização do solo através de proposições de tipo naturalísticas;
3	Opção pela estocagem de águas no lugar da evacuação rápida;
4	Implantação do monitoramento hidrológico;
5	Tratamento das nascentes e cursos de água enquanto paisagem urbana;
6	Adoção de técnicas alternativas aos procedimentos convencionais para as questões de drenagem;
7	Inclusão das comunidades beneficiadas na gestão da implantação e na conservação das intervenções propostas;
8	Fortalecimento institucional para a gestão socioambiental.

Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de PBH, 2009b.

Na ocasião, a estrutura organizacional da PBH favoreceu a concepção e execução de um programa socioambiental de abordagem integrada como o Drenurbs. A Secretaria Municipal de Políticas Urbanas (Smurbe) reunia as políticas setoriais de obras e infraestrutura, saneamento, meio ambiente, habitação, circulação viária, planejamento e regulação urbanos, o que favorecia a integração entre esses temas e entre as frentes de planejamento e execução, de forma institucional. Em 2005, um núcleo de planejamento urbano foi criado na Smurbe, com o objetivo de apoiar a formulação da política urbana municipal e a articulação das políticas setoriais de enfoque urbanístico (CALDAS *et al.*, 2008). Posteriormente, esse núcleo deu origem à Secretaria de Planejamento Urbano, conforme apontado pela técnica da SMPU entrevistada em março de 2019. Segundo ela:

O Drenurbs foi concebido na Sudecap, mas nós [Smurbe] acompanhávamos a discussão teórica, as decisões e, acima de tudo, a interação dessa política com as outras políticas. Ao fazer um projeto de urbanização, tinha que considerar princípios como a não canalização.

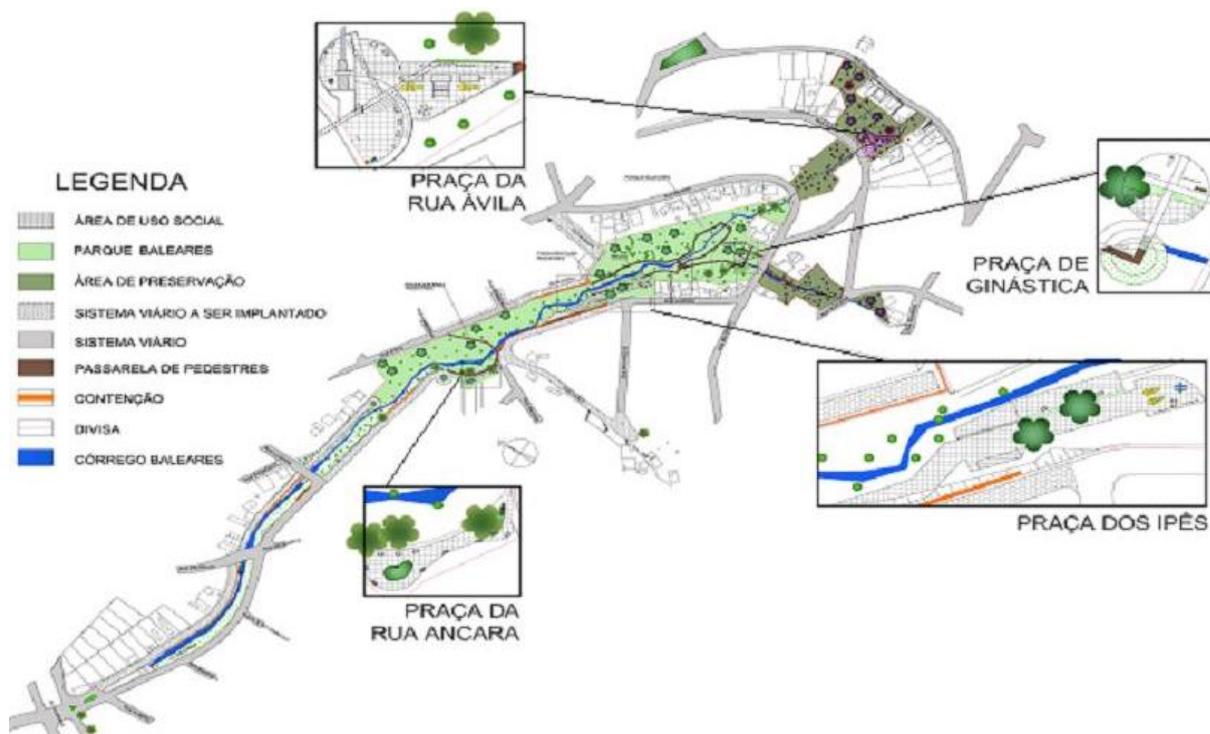
O Drenurbs abrange originalmente 47 bacias hidrográficas elementares do município, de um total de 98 (Figura 61). Elas foram selecionadas considerando os cursos de água remanescentes em leito natural e inseridos na mancha urbana, sobretudo áreas de significativo adensamento habitacional. Para cada bacia elementar, foram elaborados: (i) Diagnóstico Sanitário e Ambiental; (ii) Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Financeira, Social e Econômica; (iii) Projetos Básicos. Tendo em vista a ampla abrangência do programa, sua implantação foi

dividida em etapas, para permitir sua viabilidade financeira e operacional. Até o momento, apenas a primeira etapa foi executada. Ela abrangeu intervenções em cinco bacias elementares - córregos da Avenida Nossa Senhora da Piedade, 1º de Maio, da Avenida Baleares, Engenho Nogueira e Bonsucesso -, a partir de contrato de empréstimo assinado em 2004 entre a PBH e o BID. As obras nas três primeiras bacias foram concluídas em 2008 e, nas duas últimas, em 2011 (PBH, 2016).

As três primeiras obras têm em comum a abrangência territorial reduzida, por se tratar de bacias hidrográficas elementares pouco extensas, entre 40 e 75 hectares (Figura 55 a Figura 57). As intervenções abrangeram desapropriações, remoções e reassentamentos de famílias, tratamento de focos erosivos, implantação de sistema viário (pistas marginais e travessias) e redes de esgotamento sanitário e microdrenagem, além de tratamento de fundo de vale com técnicas pouco intervencionistas, que buscaram proteger a calha menor contra a erosão decorrente das vazões concentradas recorrentes e manter a calha maior vegetada¹⁵⁷. Nas áreas de intervenção foram instalados pequenos parques lineares associados às nascentes e aos trechos dos cursos de água recuperados e preservados, com equipamentos de uso social, como academia a céu aberto, *playground* e pistas de caminhada e skate. Os parques são cercados, com poucos pontos de acesso, controlados por guaritas, e são administrados pela Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica, vinculada à SMMA. Conforme apontado por Araújo e Pinheiro (2015), a apropriação dessas áreas é regulada pelas normas de conduta e regras de funcionamento e utilização pública comuns a todos os parques municipais de Belo Horizonte, o que limita a plena integração desses equipamentos na vida cotidiana das comunidades nas quais foram inseridos. O Parque Primeiro de Maio também foi contemplado com a instalação de uma bacia de retenção de volume reduzido (11.130 m³) e, o Parque Nossa Senhora da Piedade, de um espelho d'água com função estritamente paisagística junto às nascentes preservadas (PBH, 2009b).

¹⁵⁷ Vide detalhamento do tratamento de fundo de vale nessas três intervenções iniciais do Drenurbs em Medeiros (2009).

Figura 55: Planta de implantação do Parque Baleares



Fonte: Aroeira, 2010.

Figura 56: Planta de implantação do Parque Primeiro de Maio



Fonte: Aroeira, 2010.

Figura 57: Planta de implantação do Parque Nossa Senhora da Piedade



Fonte: Aroeira, 2010.

Já as obras nas bacias hidrográficas dos córregos Engenho Nogueira e Bonsucesso foram mais complexas e onerosas, tendo em vista a extensão dos fundos de vale a serem tratados e de suas áreas de contribuição (600 ha e 1.192 ha respectivamente), assim como a diversidade e simultaneidade das frentes de obra (BONTEMPO *et al.*, 2012). Ambas abrangeram a implantação de grandes bacias de retenção, não associadas a equipamentos de uso social ou sequer a tratamento paisagístico do entorno. No caso do córrego Engenho Nogueira, a bacia de retenção foi instalada em terreno inserido no campus da UFMG, sem acesso público, em área limítrofe à via de ligação regional, o Anel Rodoviário. Já a bacia de retenção Bonsucesso foi instalada no córrego Olhos d'Água, em área de expansão urbana informal, que demandou a remoção de muitos domicílios da Vila Bernadete. Atualmente esse equipamento está sendo ocupado nas suas ombreiras e é utilizado como “corta-caminho” pela população dos assentamentos informais do entorno, por meio de trilhas de terra batida improvisadas, tendo em vista sua configuração como barreira urbana na região (ARAÚJO; PINHEIRO, 2015) – vide Figura 58.

Figura 58: Bacia de retenção implantada no córrego Olhos d'água, na bacia elementar do córrego Bonsucesso



Fonte: a autora, 2015.

No âmbito das obras do Drenurbs na bacia elementar do Engenho Nogueira, Carla Wstane (2013) analisou a mobilização da população local, que se mostrou insatisfeita em relação a incongruências identificadas entre a concepção original do programa e o que de fato foi executado, destacando: a solução de canalização em trecho do córrego da Rua Prentice Coelho, a não conclusão da instalação da infraestrutura urbana nas áreas de intervenção, a ausência de áreas sociais e de lazer associadas ao tratamento dos córregos, a não consideração de toda a área da bacia hidrográfica (a sub-bacia do córrego São Francisco não foi contemplada) e as falhas nas ações de controle ambiental durante o período das obras pela empreiteira contratada, bem como pela fiscalização via gestão municipal. O aporte de esgotos nos cursos de água dessa bacia também não foi totalmente solucionado até o final das obras em 2011 e a Copasa segue implementando o Programa Caça Esgotos ali, para eliminar lançamentos clandestinos de efluentes sanitários e industriais (PBH, 2016). A questão financeira contribuiu para a simplificação das intervenções no Engenho Nogueira em comparação ao projeto original, pois houve uma desvalorização significativa do dólar no intervalo entre a aquisição do financiamento externo e a implementação dos projetos (BONTEMPO *et al.*, 2012).

Com relação à interface com a população das bacias hidrográficas alvo das intervenções, o Drenurbs englobou planos de (i) Comunicação e Mobilização Social, de (ii) Educação Sanitária e Ambiental e de (iii) Desapropriação e Realocação de Famílias e Negócios para cada uma delas. Esses planos

abrangeram uma série de atividades nas comunidades afetadas, tais como reuniões comunitárias em associações de bairro, visitas técnicas a locais com experiências positivas em relação ao tratamento de questões socioambientais e atividades educativas nas escolas da rede pública. Uma Comissão Comunitária Local – Comissão Drenurbs – foi criada em cada bacia elementar para participar da elaboração e o acompanhamento das atividades e produtos desses planos (BONTEMPO *et al.*, 2012). As discussões com a comunidade nas três primeiras bacias elementares - Baleares, Primeiro de Maio e Nossa Senhora da Piedade - incluíram o resgate histórico da relação com os cursos de água a partir da experiência relatada pelos moradores mais velhos, levantamento de proposições para o projeto e a manutenção dos parques lineares, visitas às obras e apresentação das instâncias participativas locais das políticas de saneamento – o Comusa - e recursos hídricos - o CBH Rio das Velhas (COSTA *et al.*, 2008).

Nos primeiros contatos com as comunidades, a PBH buscou transmitir os princípios do programa, enfatizando as possibilidades de tratamento de fundo de vale além da tradicional solução de canalização e implantação de avenidas sanitárias para reverter a situação de degradação socioambiental dos córregos em leito natural. A premissa de que a participação da população local seria fundamental para a definição e manutenção das soluções de projeto de restauração fluvial ao longo do tempo é declarada inclusive como um dos princípios do Drenurbs (vide Quadro 7) e faz parte do que é denominado como “ação integrada” por PBH (2016). Convém ressaltar que esse conceito é coerente com as premissas das políticas municipal e nacional de saneamento, bem como do BID. Nesse sentido, Costa *et al.* (2008, p. 8) apontam:

Alternativas mais ecológicas, que mantenham o leito natural e preservem as margens do curso d'água requerem não somente ações permanentes de manutenção por parte do poder público, nem sempre garantidas principalmente em áreas mais pobres, de menor visibilidade, nas quais a população tem menor poder de pressão política; como também pressupõem uma série de ações e desenvolvimento de novas posturas ambientalmente mais sensíveis por parte da população residente e/ou usuária de suas margens, ou seja, requer sempre mais trabalho coletivo para que haja um usufruto social.

Em relação aos impasses referentes à remoção da ocupação das áreas de várzea recuperadas¹⁵⁸, Bontempo *et al.* (2012, p. 14) destacam os desafios envolvidos nesse impacto socioambiental relevante, ainda que a política municipal de habitação tenha avançado no tratamento destinado aos assentamentos precários nas últimas décadas:

A necessidade de remoção de famílias para a revitalização dos cursos d'água e de suas margens leva muitas vezes a resistências devido às mudanças significativas que representa na vida da população remanejada, bem como em relação às alternativas normalmente propostas: a opção pela indenização nem sempre é considerada, por não oferecer um valor justo para o imóvel removido, enquanto a opção pelo reassentamento em unidade habitacional verticalizada impõe mudanças no cotidiano das famílias, inclusive com o acréscimo de custos financeiros como, por exemplo, o pagamento da taxa de condomínio.

O empréstimo inicial não possibilitou cumprir as metas previstas para a bacia do córrego Bonsucesso e, em 2013, a captação pela PBH de novos recursos junto ao BID e ao Governo Federal – via PAC Mobilidade e PAC 2 - viabilizou o “Programa Drenurbs Suplementar à 1ª Etapa”. Seu escopo contempla intervenções já concluídas ou atualmente em andamento nos sistemas viário, de esgotamento sanitário e de drenagem, tratamento de fundo de vale, contenção e estabilização de margens, tratamento paisagístico, implantação de áreas de uso social, desapropriações e remoções de famílias residentes nas áreas de inundação ou com interferência com as obras (cerca de 350 domicílios), além da continuidade das ações de comunicação, mobilização social, educação ambiental e monitoramento da qualidade das águas. A Via 210, apresentada no item 4.2 e no APÊNDICE B, faz parte desse escopo.

Essa segunda fase de intervenções na bacia do Bonsucesso garantirá a infraestrutura de coleta e interceptação dos esgotos numa área significativa do município, que, assim como muitos outros afluentes dos ribeirões Arrudas e da Onça não foram contemplados pelo Prosam na década de 1990. Ao optar pela solução de saneamento de fundos de vale sem a implantação de avenidas sanitárias na maior parte dos trechos fluviais objeto das intervenções, servirá como importante exemplo no rumo à consolidação de formas alternativas ao tratamento dos cursos de águas urbanos no município. De maneira similar às demais intervenções do Drenurbs,

¹⁵⁸ As obras da primeira fase do Drenurbs demandaram a desapropriação ou o reassentamento de 16 famílias na bacia do córrego Primeiro de Maio, 88 no Baleares, 175 no Nossa Senhora da Piedade, 59 no Engenho Nogueira e 957 no Bonsucesso (PBH, 2016).

optou-se pelo revestimento apenas da calha menor, para garantir a sustentabilidade das intervenções, ou seja, a proteção do leito fluvial contra a erosão promovida pelas alterações no aporte de vazão e sedimentos decorrentes da urbanização da área de contribuição, e por meio de técnicas mais próximas ao leito natural em comparação à canalização em concreto (Figura 59).

Figura 59: Trechos do córrego Bonsucesso antes e depois das intervenções do Drenurbs Suplementar



1 – Trecho do córrego Bonsucesso antes das intervenções: degradação morfológica do leito fluvial em relação a sua condição original, devido à urbanização da área de contribuição.



2 – Tratamento de trecho do córrego Bonsucesso na confluência com o córrego da Rua Marselhesa: revestimento da calha menor com Colchão Reno, para proteção contra erosões e revegetação das margens.

Fonte: PBH, 2016.

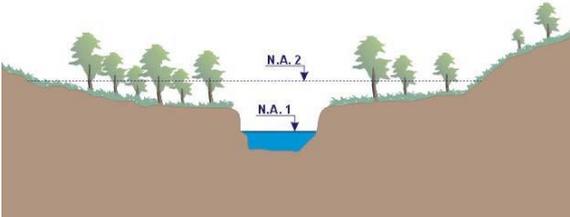
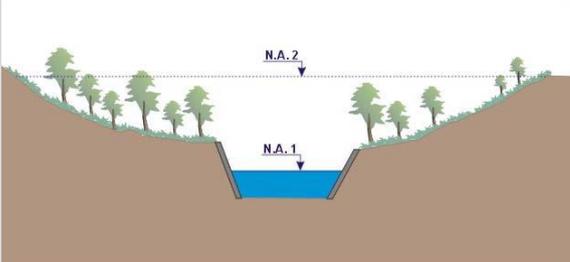
Contudo, o tratamento das “áreas remanescentes” no Bonsucesso está sendo feito sem a implantação de equipamentos e áreas de uso social, com apenas cercamento, recuperação de focos erosivos ao longo das margens e revegetação com espécies nativas. Esse tipo de solução acentua a fragilidade das áreas públicas e de preservação ambiental frente às ocupações informais, em uma região com concentração de população de alta vulnerabilidade socioeconômica. Muitos técnicos da prefeitura estão cientes desse risco e defendem a instalação de áreas de uso social associada às ações de mobilização e educação ambiental junto à população. Contudo, na prática, o que se observa são apenas placas para denúncia de invasões junto ao setor de controle urbano da PBH. O descompasso temporal entre o início das obras e a contratação do Projeto de Trabalho Técnico Social (PTTS)¹⁵⁹

¹⁵⁹ O PTTS tornou-se uma exigência aos Estados e Municípios nos programas sob gestão do MCidades e operacionalizados pela CEF, a partir do PAC 2. O técnico da Sudecap entrevistado em dezembro de 2018 acredita se tratar de uma influência positiva dos organismos multilaterais de financiamento, como o BID e o Banco Mundial, em direção à incorporação de temáticas socioambientais nas intervenções estruturais. Segundo CEF (2013, p 4), “é o conjunto de ações que visam promover a autonomia e o protagonismo social, planejadas para criar mecanismos capazes de viabilizar a participação dos beneficiários nos processos de decisão, implantação e manutenção dos

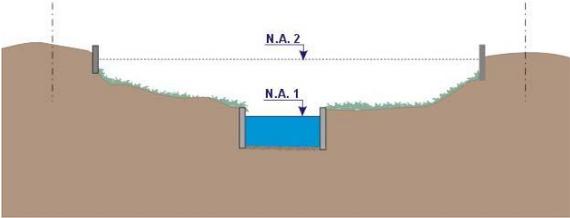
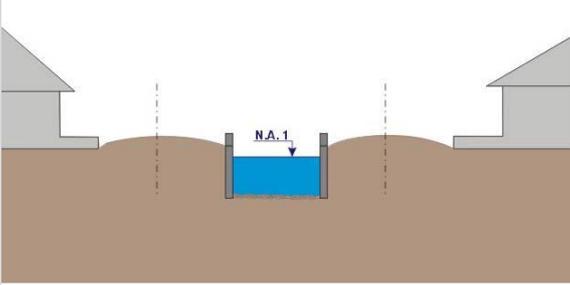
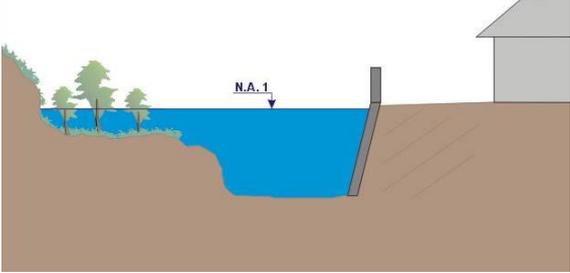
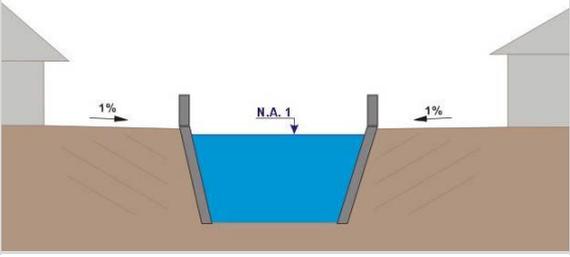
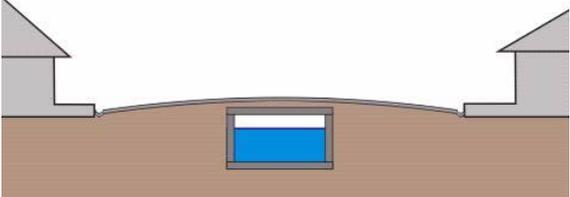
no Drenurbs Suplementar acentua esse conflito socioambiental e distancia ainda mais as intervenções recentes em relação àquelas da primeira fase do programa, sobretudo da interface com a população local alcançada nos três parques lineares implantados (Primeiro de Maio, Baleares e Nossa Senhora da Piedade).

É perceptível um certo grau de insatisfação de setores da sociedade civil entre a expectativa gerada em torno dos preceitos do Drenurbs e as intervenções implementadas. Medeiros (2009) aponta que em nenhum dos registros que compõem a documentação oficial do Drenurbs foi prometida a abolição completa da solução de canalização. De fato, no EIA/RIMA elaborado para subsidiar o requerimento da Licença Prévia de todas as intervenções do programa junto ao Comam (Práxis, 2003), constava o rol de possibilidades de soluções técnicas para o tratamento de fundo de vale, em função das condições geomorfológicas e de uso e ocupação do solo das margens e áreas de contribuição de cada um dos cursos de água alvo do programa (Quadro 8). Essa adaptação de soluções também já era apresentada nos projetos básicos elaborados para cada uma das bacias elementares no início dos anos 2000.

Quadro 8: Alternativas concebidas pelo Drenurbs para o tratamento dos fundos de vales

	Seção ilustrativa	Descrição
SOLUÇÃO 1		O leito do córrego é mantido natural e a várzea de inundação é preservada segundo o nível de cheia. Os interceptores são implantados sob a via, a meia encosta ou em área de servidão sobre a várzea. As obras de contenção são pontuais e restringem-se à estabilização de margens erodidas. O tratamento paisagístico consiste basicamente na recomposição da mata ciliar.
SOLUÇÃO 2		Revestimento da calha menor do córrego visando amenizar processos erosivos, deixando o restante da várzea de inundação preservada para acomodação das cheias. Assim como na solução 1, os interceptores são implantados sob a via a meia encosta ou em área de servidão sobre a várzea. Tratamento paisagístico de recomposição da paisagem natural.

bens/serviços, adequando-os às necessidades e à realidade dos grupos sociais atendidos, além de incentivar a gestão participativa para a sustentabilidade do empreendimento". Ele deve ser iniciado logo após a assinatura do Termo de Compromisso ou Contrato e abranger atividades antes, durante e após as obras, nos eixos de mobilização e organização comunitária, geração de trabalho e renda e educação sanitária e ambiental. Nas intervenções do PAC que envolviam realocação de famílias, o PPTS deveria abranger também o Plano de Reassentamento.

Seção ilustrativa	Descrição
<p>SOLUÇÃO 3</p> 	<p>O leito do córrego é mantido natural, porém as margens de sua calha menor são retificadas e contidas, visando ao controle de erosões. A planície de inundação é preservada e há implantação de vias ao longo do córrego que recebem também os interceptores.</p>
<p>SOLUÇÃO 4</p> 	<p>Não havendo espaço para a preservação da várzea de inundação, propõe-se o canal aberto, com vias dos dois lados do canal. Prevê-se a implantação de interceptores sob a via.</p>
<p>SOLUÇÃO 5</p> 	<p>A presença de moradias em uma das margens obriga a implantação de contenção e via de acesso às edificações a qual recebe também o interceptor. O córrego permanece natural e a várzea preservada na margem oposta que pode receber interceptor implantado a meia encosta.</p>
<p>SOLUÇÕES 6 e 7</p> 	<p>Nos córregos no meio de quadras e fundo de lotes, a presença de moradias, em ambas as margens, exige a implantação de canal aberto, porém sem via lateral ao canal (Solução 6).</p> <p>Caso seja necessária a reserva de uma faixa de servidão para implantação do interceptor, prevê-se, em geral, via de pedestre nesta área de servidão (Solução 7).</p>
<p>SOLUÇÃO 0</p> 	<p>Solução convencional, de implantação de avenida sanitária com canal fechado.</p> <p>“Apesar de opor-se à filosofia do Drenurbs, o canal fechado provou ser, em alguns casos, a única solução viável diante das características de ocupação urbana e demandas de sistema viário para o local.” (Práxis, 2003, p. 11)</p>

Fonte: elaborado pela autora, a partir de adaptação de Práxis, 2003.

Observa-se em Belo Horizonte uma dificuldade em emplacar a via de meia encosta (soluções 1 e 2 do Quadro 8) como alternativa para a avenida de fundo de vale, liberando a planície de inundação apenas para a instalação da infraestrutura viária mínima, voltada para modais de transporte não motorizados e

para a manutenção das áreas livres e vegetadas, redes de drenagem e de esgotamento sanitário. Há que se destacar dois fatores fundamentais na tomada de decisão dos projetos de infraestrutura urbana: os custos elevados inerentes aos processos de indenização e/ou remoção e reassentamento nos fundos de vale, já majoritariamente ocupados, e a compatibilização com a implantação do sistema viário estruturante do município que, historicamente, baseou-se no aproveitamento das condições geomorfológicas propícias inerentes aos fundos de vale para a articulação urbana. De fato, Costa *et al.* (2008, p. 1), ao analisarem as primeiras obras do Drenurbs, apontaram que “a recuperação ambiental, além de aspectos sanitários, envolve a renovação urbanística da área e, usualmente, conflitos de apropriação do espaço pelos diversos sujeitos sociais”. O ex-técnico da Sudecap, entrevistado em novembro de 2018, comenta:

A própria Prefeitura começou a modificar o programa [Drenurbs], porque achava muito caro. Você tinha que remover lá 200, 300, 400 famílias que estavam morando na margem do curso de água, geralmente invasores. Aí você tinha que pagar a benfeitoria e pagar o dono do terreno. Então tinha um custo muito elevado. A maioria dos fundos de vale era assim.

Heloisa Costa, professora do Instituto de Geociências da UFMG entrevistada na pesquisa desenvolvida por Isaac Medeiros (2009) indica que, no caso do embate entre a implantação do sistema viário *versus* a preservação das APPs hídricas, está em jogo a disputa entre o valor de troca e o valor de uso na cidade. A avenida sanitária promove fluidez à circulação de pessoas e mercadorias, valor tão caro à cidade capitalista, e amplia as áreas parceladas, ainda que muitos lotes inseridos na planície fiquem sujeitos a inundações periódicas. Na contramão dessa lógica, programas como o Drenurbs, ao menos em seu enunciado teórico, buscam resgatar os fundos de vale como áreas de uso público e de preservação ambiental. Somam-se a essa inércia projetual, os interesses econômicos dos atores da construção civil:

(...) há que se reconhecer que grandes obras viárias e sanitárias constituem objetos de licitação e contrato de vultosos valores, usualmente superiores aos valores de projetos envolvendo alternativas mais ecológicas, fazendo com que seja também **necessário vencer a resistência das empreiteiras e construtoras quanto à nova concepção de tratamento dos cursos d'água** (Costa *et al.*, 2008, p. 8, grifo meu).

Além da lucratividade ameaçada pelas técnicas alternativas de tratamento de fundo de vale, técnicos entrevistados por Medeiros (2009) também apontaram a falta de capacitação dos profissionais locais (e no país de maneira geral) para

conceberem, projetarem e executarem soluções diferentes dos canais em concreto. Isso reforça a indisposição dos profissionais para assumirem os riscos que naturalmente decorrem da aplicação de técnicas “alternativas”. Na opinião do ex-técnico da Sudecap, entrevistado nesta pesquisa em novembro de 2018, os técnicos da Copasa são um exemplo dessa resistência e defendem a implantação de interceptores de esgotos associada à abertura das avenidas de fundo de vale ainda hoje, alegando que somente assim é possível garantir um suporte físico contra a erosão das margens.

Cabe destacar o debate em Belo Horizonte acerca das intervenções de engenharia nas situações em que o Drenurbs opta pela não canalização em seção fechada (solução 0 do Quadro 8). Os técnicos da SMMA defendem que não haja qualquer intervenção no leito do curso de água, de forma a mantê-lo em sua situação “natural”. Por outro lado, os engenheiros da Sudecap e Dgau apresentam soluções para estabilizar as margens e adaptar a calha fluvial às vazões e aos aportes de sedimentos decorrentes da urbanização da bacia hidrográfica. Essa ala técnica da PBH não acredita numa restauração fluvial plena, tendo em vista que a área de contribuição do trecho fluvial a ser restaurado sofreu um processo de ocupação que é, em grande medida, irreversível, ainda que sejam implantadas técnicas compensatórias difusas em toda a bacia hidrográfica para mitigar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico. Essa visão está sintetizada no trecho abaixo do PMS (PBH, 2016, ANEXO – p. 69, grifo meu):

A partir da elaboração do Plano Diretor de Drenagem e da formatação do Drenurbs, a Administração Municipal tomou a decisão de reverter essa tendência histórica de canalizar os cursos d'água naturais. Em seu lugar, consolida-se uma nova concepção de intervenção para as águas circulantes no meio urbano através de princípios que venham a favorecer a adoção de alternativas capazes de preservar a condição natural dos leitos de escoamento dos cursos d'água. **Sabe-se que no meio urbano, via de regra, é impossível retornar ao estado original em que se encontrava um curso d'água qualquer. O que se propõe é o estabelecimento de uma prática de renaturalização sob novas condições ambientais destes ecossistemas hoje degradados, possibilitando sua inserção na paisagem das cidades.**

O relato do técnico da Dgau/Smobi, entrevistado em janeiro de 2019, ilustra, por meio de um episódio, essa discussão atual no município:

Uma vez eu fui fazer uma defesa de renovação de uma Licença de Implantação das obras do Drenurbs na bacia hidrográfica do córrego Bonsucesso numa reunião do Comam. Eu fiquei duas horas debatendo com um dos conselheiros a respeito da solução que conseguimos viabilizar ali

em função das velocidades do fluxo de água. A solução menos intervencionista possível foi a implantação de seções trapezoidais com colchão reno e aquilo depois a vegetação cresce, os meandros ficam preservados, o aspecto final é de um córrego em leito natural. O conselheiro me perguntou: 'Por que não se optou por não fazer nada?' Porque não fazer nada, havia processos erosivos instalados nas margens, degradação... Era necessária uma intervenção em alguns pontos. Foi feita estabilização das margens, para proteger minimamente a calha e aquilo depois vai ficar como se Deus tivesse criado. Essa visão romântica de manutenção de córregos em leito natural em uma cidade com um nível de urbanização que Belo Horizonte tem, todas essas áreas são antropizadas... Só é possível manter como está nas cabeceiras inseridas em áreas de proteção, onde de fato não vamos intervir.

Outros importantes atores nesse debate são o CBH Rio das Velhas e o Projeto Manuelzão, cuja visão de restauração fluvial é mais próxima daquela do setor de meio ambiente da PBH, atuando, portanto, como uma ala bastante crítica às obras da Sudecap. Tendo como modelo de restauração fluvial em ambientes urbanos a intervenção realizada nos anos 2000 no rio Cheonggyecheon, em Seoul, Coréia do Sul (vide Figura 34), muitas pessoas ligadas ao comitê de bacia defendem a necessidade de a PBH realizar obras similares em Belo Horizonte, ou seja, descanalizar córregos. Não se trata de uma meta absurda para a realidade local, afinal ela consta como diretriz na Lei Municipal de Saneamento (vide item 4.2). Todavia, no contexto atual, a descanalização não é tratada como prioridade no escopo das obras de drenagem de curto e médio prazo, considerando os inúmeros desafios ainda a serem vencidos pela gestão municipal, tais como a ocorrência de óbitos anualmente decorrentes de inundações provocadas por chuvas intensas. Como resposta, a Sudecap tem priorizado a implantação de bacias de retenção, técnica compensatória concentrada, que também está alinhada aos princípios do Drenurbs, associada ao fomento de medidas não estruturais, tal como a capacitação contínua da população para o enfrentamento dos eventos pluviométricos críticos, conforme apresentado no item 4.2.1. O descompasso entre a agenda de investimento em infraestrutura urbana de países desenvolvidos, onde o paradigma contemporâneo de manejo de águas pluviais foi originado, e aquela dos países em desenvolvimento como o Brasil, que sequer garantiu até o momento a universalização dos serviços de saneamento, é visível nas falas dos técnicos da Dgau/Smobi e da Sudecap entrevistados, transcritas a seguir:

Não é possível imaginar que nós vamos fazer um parque linear nas avenidas Prudente de Moraes, Vilarinho ou Francisco Sá. Não tem como! São situações em que essas práticas menos intervencionistas, como os conceitos do Drenurbs, não servem mais, devido ao nível de urbanização

consolidado! O Drenurbs nem estudou essas áreas, os tais 200 km de córregos já canalizados. Isso é passado, morreu! Nós não vamos destampar cursos de água. Essa é uma visão romântica, ingênua, irresponsável, pois não é compatível com nossas necessidades e prioridades. Você vai gastar um dinheiro para desapropriar os prédios da Avenida Prudente de Moraes e fazer um parque linear, sendo que tem gente que ainda mora sem rede de esgoto? Não faz sentido!

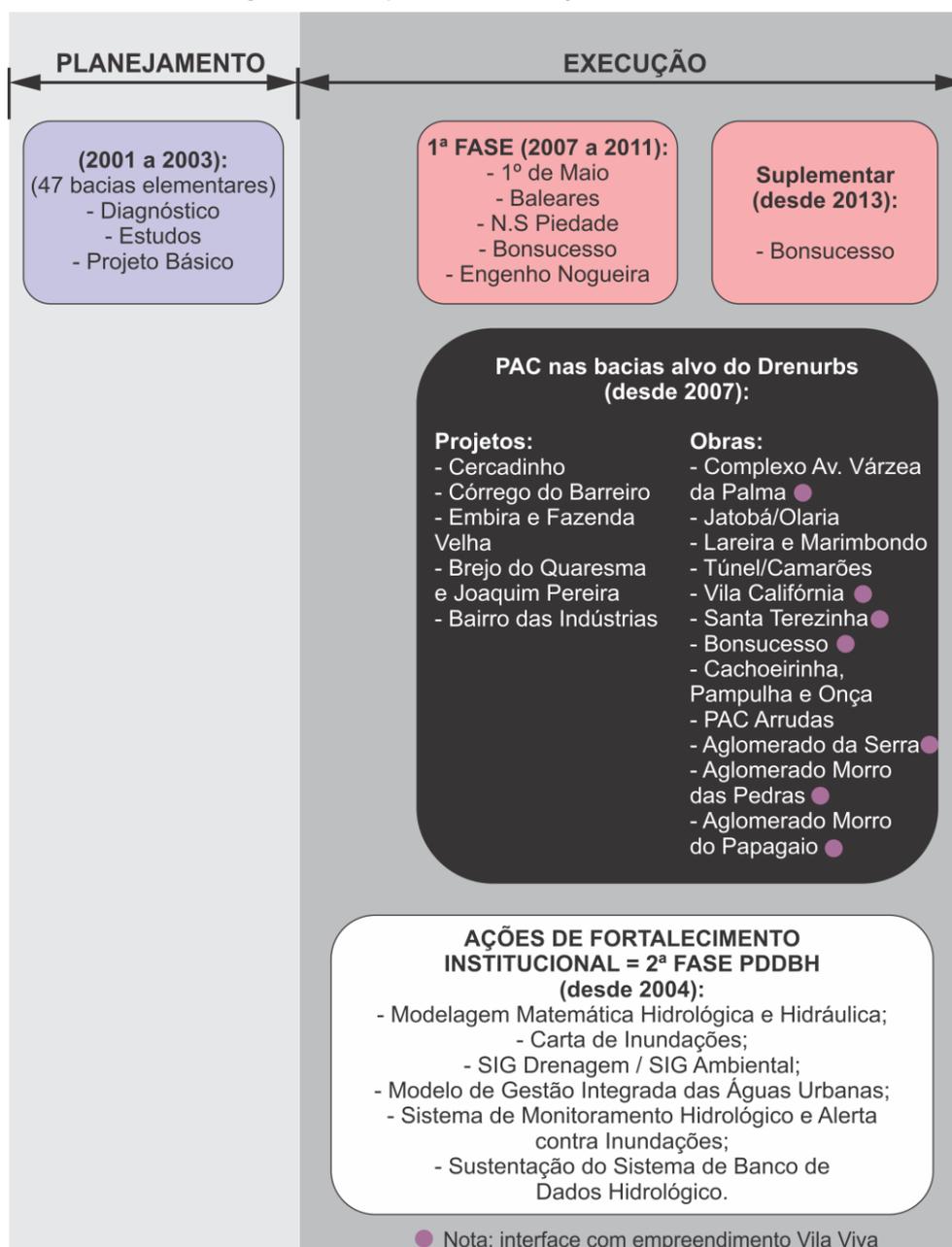
Quem sabe um dia no futuro, quando universalizarmos o saneamento, nós possamos abrir o Arrudas?

Para a gestão municipal, é claro, portanto, que a restauração fluvial se restringe aos cursos de água remanescentes em leito natural ou seminatural, pelo menos no contexto atual.

Muitos dos projetos básicos elaborados no início dos anos 2000 para as demais bacias elementares que faziam parte do Drenurbs foram revisados pela PBH diante da “janela de oportunidade” oferecida pelo PAC para a captação de recursos pelos municípios para grandes obras de saneamento, urbanização de favelas e/ou redução de risco de inundações (Figura 60 e Figura 61). Foi necessário atualizar as concepções originais ao estado atual de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas e às regras do governo federal para acessar os recursos disponibilizados. A técnica da SMPU entrevistada em março de 2019, que também atuou no MCidades, destaca a existência de uma política de planejamento urbano consolidada em Belo Horizonte como um diferencial em relação às demais cidades de grande porte no país:

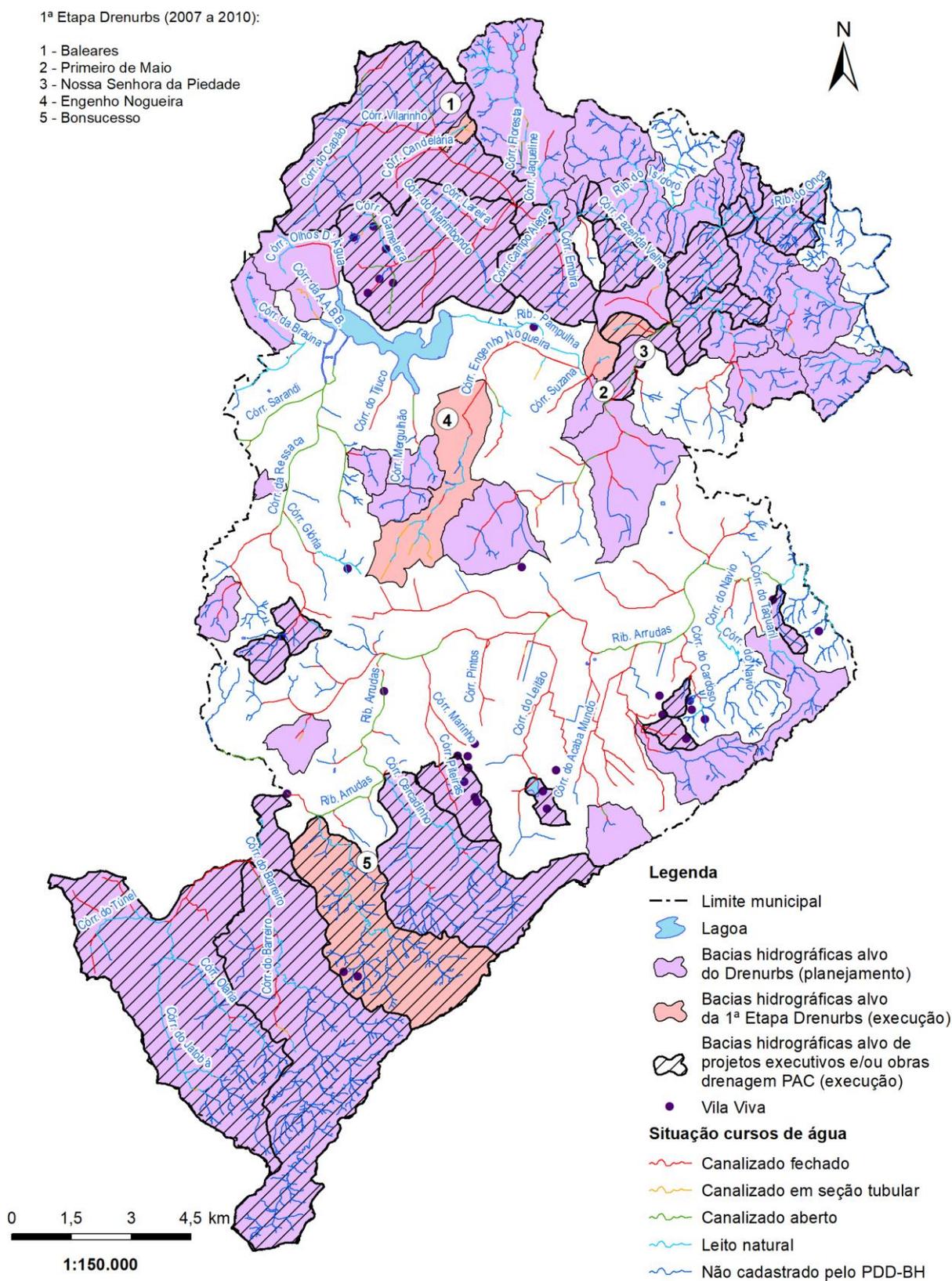
Belo Horizonte captou muitos recursos financeiros junto ao PAC em projetos de saneamento e habitação, principalmente em favelas. Quase todos os grandes aglomerados tiveram obras do PAC. O Vila Viva pegou financiamento na rubrica de “Assentamentos Precários”. Belo Horizonte teve uma coisa rara que é uma longa continuidade de um mesmo grupo político, de Patrus a Pimentel [1993 a 2008], de 16 anos, em uma época em que não tinha dinheiro para fazer obra. Tinha o OP, que fazia obras de urbanização de pequeno porte, e raramente havia um volume maior de recursos financeiros disponível. Mas esse grupo investiu muito em planejamento. Por exemplo, fazia obra em favela, mas viram que não era razoável fazer uma obra e depois desmanchar. Era preciso uma lógica de entender o território. Quando o dinheiro apareceu de uma forma nunca vista por nós no país, para fazer obras de grande porte em favelas, esgotamento sanitário, que nem o BNH fez, Belo Horizonte tinha projetos, então foi apresentando e captando recursos, o que era um pré-requisito no PAC. A cidade saiu na frente e captou o que quis; o que apresentou, obteve recurso.

Figura 60: Esquema da evolução do Drenurbs



Nota: as cores desse diagrama correspondem àquelas adotadas também na figura seguinte (Figura 61). Fonte: elaborado pela autora, 2019.

Figura 61: Bacias hidrográficas do município de Belo Horizonte inseridas no planejamento original do Programa Drenurbs, na primeira fase das intervenções desse programa e alvo de projetos executivos e/ou obras no âmbito do PAC



Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de PBH, 2016.

O tratamento urbanístico e social cuidadoso que caracterizou as três primeiras obras do Drenurbs deu lugar às intervenções de grande porte características do PAC, nas quais a abertura de sistema viário estruturante e o desempenho hidráulico das estruturas de drenagem para o controle de inundações em áreas críticas a jusante das intervenções foram privilegiados em relação ao tratamento paisagístico, às áreas de uso social, à circulação de pedestres e ciclistas e à efetiva integração dos cursos de água à cidade. O resultado foram trechos significativos de novas avenidas de fundo de vale, principalmente nas vilas e favelas, conforme apresentado no item 4.2 e no APÊNDICE B, e grandes bacias de retenção monofuncionais, pouco integradas a sua vizinhança. Há, assim, um distanciamento entre o arcabouço teórico, preconizado pelas políticas nacional e municipal de saneamento em relação ao manejo de águas pluviais (vide item 4.1 e as falas abaixo da técnica da SMPU e do ex-técnico da Sudecap entrevistados), e as obras de drenagem implantadas em Belo Horizonte com recursos do PAC.

A política de drenagem do MCidades era a mesma do Drenurbs: manter o córrego em leito natural sempre que possível... De um modo geral, o MCidades buscava priorizar projetos que atendiam essas funções. Só quando não havia condição possível ou o custo era inviável. Essa era uma solução induzida pela política nacional de drenagem e os projetos que atendiam a essas premissas eram priorizados em relação a outros. (...) As bacias de retenção implantadas no PAC fazem parte do que o Drenurbs construiu como política. O PAC tinha limites de componentes: um projeto para acessar recursos do fundo destinado à drenagem, x% tinha que ser intervenções de drenagem. Mas podia ter habitação, uso múltiplo, que eram inclusive financiadas e incentivadas. Porque assim, coincidentemente, esse período de PAC era um período de governo de esquerda. Ele era formado e influenciado por pessoas que tinham essa visão da cidade. Foi quando foram construídos os paradigmas da reforma urbana, da cidade acessível, etc. Todo mundo que estava de alguma maneira definindo política pública tinha essa visão da cidade. Não tinha disputa. Eram exatamente esses princípios: mobilidade tinha que ter ciclovia, drenagem tinha que ter bacia de retenção com uso múltiplo...

Eu admito que tenha havido uma transição do ponto de vista conceitual. Começaram a surgir várias ideias novas a respeito da abordagem que teria que ser dada à questão da drenagem urbana e, na prática, passaram a existir várias tentativas de implantar essas novas ideias. Pelo que eu pude perceber, a resistência a essas novas ideias foi muito forte. Eu até considero que ela foi superior às ideias daqueles que queriam transformar e inovar o sistema de drenagem. Elas foram tão fortes, que as velhas práticas de drenagem continuaram existindo ao lado das novas ideias. As novas ideias ficaram concentradas no programa denominado Drenurbs, enquanto um forte contingente continuou persistindo na política de suprimir os fundos de vale da paisagem urbana, através de canalizações e implantação de avenidas sanitárias. Do ponto de vista das inovações, o que foi possível implantar, foi a política de retenção e armazenamento de água antes dela fluir nos canais. Isso ajudou a minorar o problema grave das inundações,

por implantar várias bacias de retenção em vários pontos da cidade, e isso ajudou bastante a diminuir a gravidade das inundações.

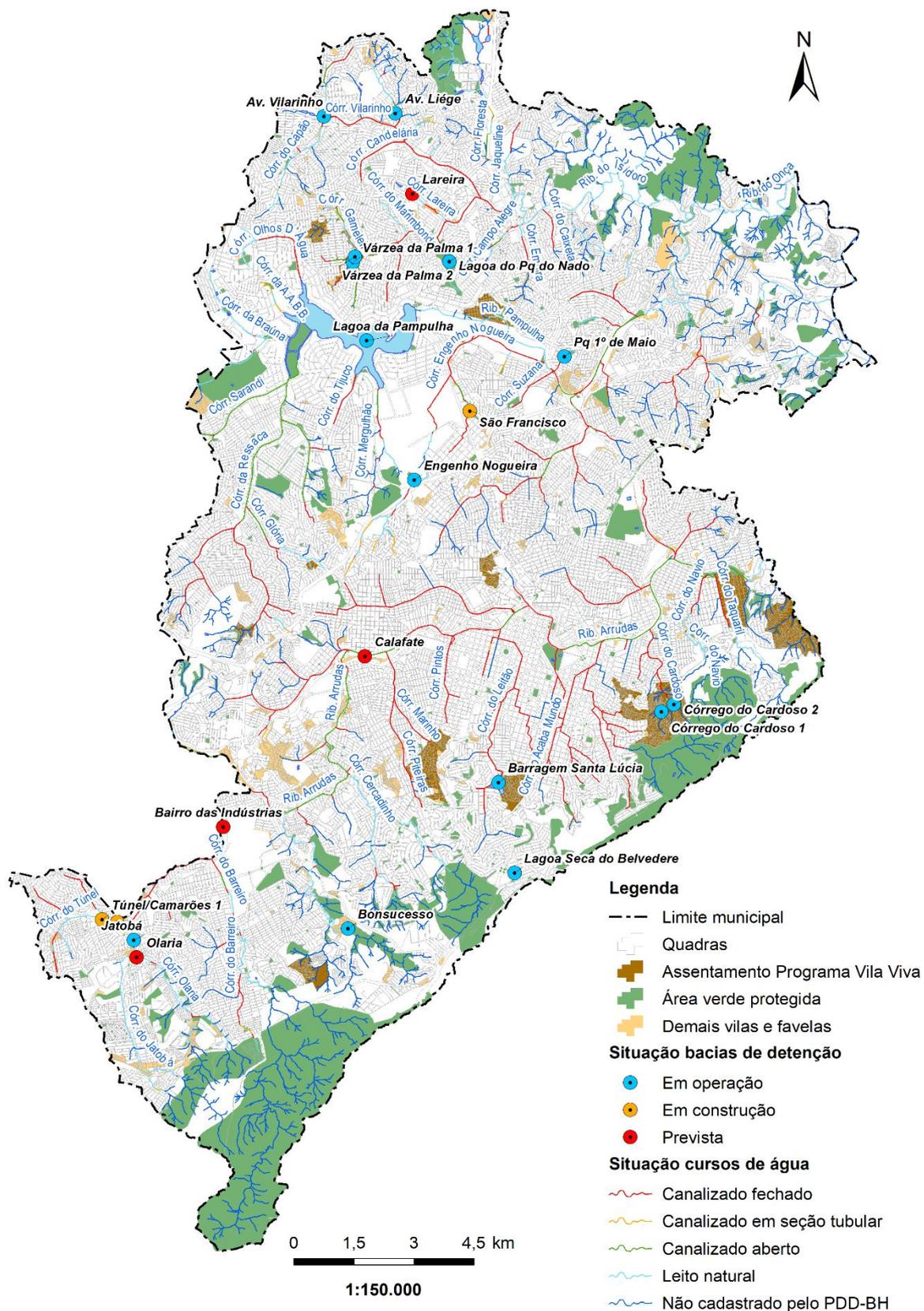
Belo Horizonte teve construídos apenas três reservatórios para amortecimento de cheias ao longo da maior parte do século XX, viabilizados por meio das barragens do ribeirão Pampulha e dos córregos do Leitão e Acaba Mundo (vide item 2.3). No final da década de 1990, essa solução passou a ter aplicação sistemática no município (e no país), fruto da disseminação dos conceitos do novo paradigma de drenagem urbana, sobretudo a partir de parcerias entre as gestões municipais e os centros de pesquisa universitários. É dessa época a implantação das bacias de detenção das avenidas Vilarinho e Liège e do Parque Lagoa do Nado, na Regional Venda Nova¹⁶⁰, e da Lagoa Seca do bairro Belvedere, área de expansão urbana no vetor sul do município.

Nos anos 2000, com o PDDBH e o Drenurbs e, posteriormente, com o PAC, as bacias de detenção se consolidaram definitivamente em Belo Horizonte como solução para mitigação das inundações (Quadro 9 e Figura 62). O membro do CBH Rio das Velhas entrevistado critica a adoção de tais técnicas compensatórias concentradas de forma dissociada de outras medidas, tais como as técnicas difusas e a restauração fluvial por meio da descanalização:

A natureza foi feita para ser respeitada e não disciplinada. O que não significa que eventualmente não possam ser feitas intervenções como as bacias de detenção, como forma de alívio disso. A questão é a dosagem, pois se tais intervenções são feitas de forma sistemática e sob o entendimento de que só isso vai resolver o problema, é outro equívoco. Por exemplo, nós não temos nada no nosso Plano Diretor que obrigue os empreendimentos a captar água de chuva. Não há soluções difusas, apenas concentradas, como se uma substituísse a outra. E o discurso é sempre de que a ocupação urbana já está consolidada e que não há o que fazer. Há também exemplos do mundo inteiro, que em determinados lugares e momentos promoveram a descanalização de cursos de água. Ou seja, não é colocado em nenhum momento que teremos que repensar que ocupamos o caminho natural das águas ou então teremos que pagar o preço de todas as vezes que houver chuva, haverá ameaça às pessoas, às construções, etc.

¹⁶⁰ O Plano Diretor Regional de Venda Nova (PBH, 1999), contemporâneo ao PDDBH, abrangeu o “Programa de Implantação de Áreas de Estocagem de Áreas Pluviais e de Recuperação e Proteção de Várzeas de Inundação”. Nele foram mapeadas as várzeas dos córregos não canalizados dessa Regional e as áreas selecionadas para implantação de bacias de retenção.

Figura 62: Situação das bacias de detenção no município de Belo Horizonte



Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de PBH, 2018a.

Quadro 9: Situação das bacias de detenção no município de Belo Horizonte

Nome	Bacia hidrográfica	Situação
Av. Vilarinho	Ribeirão do Isidoro / Onça	Em operação
Av. Liége	Ribeirão do Isidoro / Onça	Em operação
Lareira	Ribeirão do Isidoro / Onça	Prevista
Várzea da Palma 1	Ribeirão do Isidoro / Onça	Em operação
Várzea da Palma 2	Ribeirão do Isidoro / Onça	Em operação
Lagoa do Parque do Nado	Ribeirão do Isidoro / Onça	Em operação
Parque 1º de Maio	Ribeirão Onça	Em operação
Lagoa da Pampulha	Ribeirão Pampulha / Onça	Em operação
São Francisco	Ribeirão Pampulha / Onça	Em construção
Engenho Nogueira	Ribeirão Pampulha / Onça	Em operação
Calafate	Ribeirão Arrudas	Prevista
Córrego do Cardoso 1	Ribeirão Arrudas	Em operação
Córrego do Cardoso 2	Ribeirão Arrudas	Em operação
Barragem Santa Lúcia	Ribeirão Arrudas	Em operação
Bairro das Indústrias	Ribeirão Arrudas	Prevista
Lagoa Seca do Belvedere	Ribeirão Arrudas	Em operação
Bonsucesso	Ribeirão Arrudas	Em operação
Túnel / Camarões 1	Ribeirão Arrudas	Em construção
Túnel / Camarões 2	Ribeirão Arrudas	Em construção
Jatobá	Ribeirão Arrudas	Em operação
Olaria	Ribeirão Arrudas	Prevista

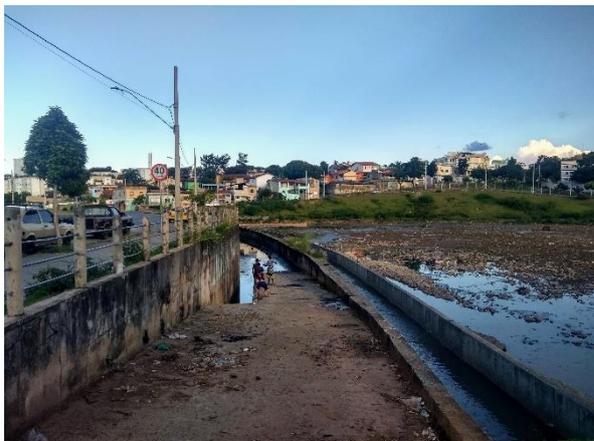
Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de PBH, 2018a.

No planejamento das bacias de detenção, a integração à paisagem urbana e ao cotidiano da população parecia ser uma premissa indiscutível para a equipe técnica da PBH, como indica a fala abaixo da técnica da SMPU entrevistada, mas que tem sido reduzida ou eliminada nos projetos executivos e nas obras efetivamente implantadas.

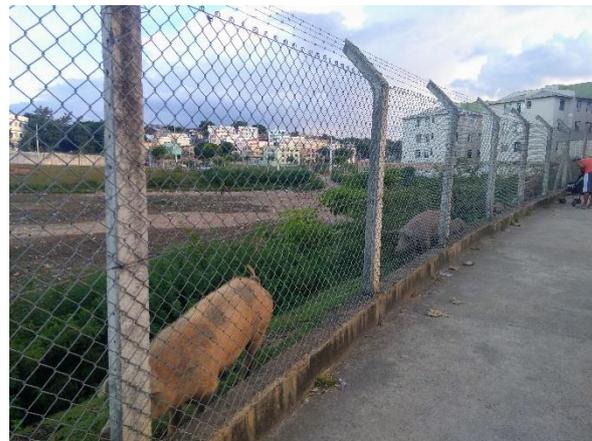
Quando tínhamos uma política clara e unificada de drenagem, isso já era um conceito internalizado, exceto quando havia uma impossibilidade geográfica ou qualquer coisa assim, essas bacias de detenção teriam uso múltiplo por razões óbvias: o pior já foi feito, a obra de macrodrenagem, porque a população só lembra que tem problema de drenagem quando tem inundação e, portanto, a utilização da bacia de detenção conforme sua função primordial; a boa notícia da bacia de detenção é a utilização de um espaço novo, pela apropriação da população, quando não há inundação, que é a maior parte do tempo. Até então era uma coisa atrelada a outra: falou que teria bacia de detenção, sabia-se que ela seria dotada de uso múltiplo. Agora de novo começa essa disputa de conceito. Mudam os atores...

No caso das duas bacias de detenção do Complexo da Avenida Várzea da Palma/Vila do Índio, construídas com recursos do PAC, localizadas na

Figura 64: Situação atual das bacias de detenção do Complexo da Avenida Várzea da Palma/Vila do Índio



1 – Célula 2, vista a partir da Av. Várzea da Palma: lama e empoçamentos após eventos pluviométricos e crianças junto às estruturas de controle e descarga.



2 – Célula 2, vista a partir da Av. Universo: criação de animais. À direita, conjunto habitacional.



3 – Célula 2, vista a partir da Av. Universo: ausência de cobertura vegetal; campo de futebol improvisado.



4 – Célula 1, vista a partir da Rua Camões: vegetação rasteira e criação de animais.

Fonte: a autora, 2019.

No projeto da maior bacia de detenção de Belo Horizonte, concebida paralelamente ao leito do ribeirão Arrudas no bairro Calafate¹⁶¹, o licenciamento ambiental possibilitou uma esfera de discussão e, em alguma medida, de

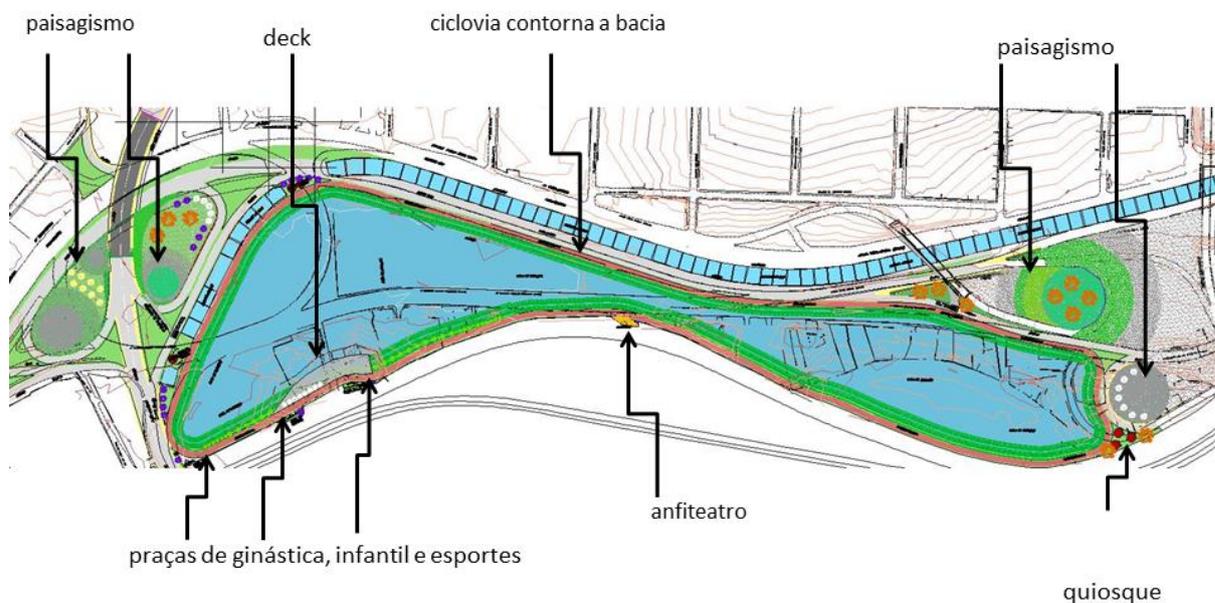
¹⁶¹ Essa bacia de detenção, juntamente com as demais – previstas, em implantação ou recém implantadas - na bacia hidrográfica do ribeirão Arrudas (vide Quadro 9 e Figura 62) foram indicadas para o controle de cheias em estudo elaborado pela consultoria Cobrape em 2012, intitulado “Estudos Técnicos de Reestruturação e Revitalização da Bacia do Ribeirão Arrudas”. Nele, foram consideradas ações estruturais já propostas em programas e projetos anteriores contratados pela PBH, inclusive no âmbito do Drenurbs, para avaliar a pertinência delas, bem como indicadas novas ações nos trechos fluviais identificados como críticos. Até o momento, um estudo similar não foi elaborado para a bacia do ribeirão da Onça, mas está prevista contratação englobando toda a bacia do ribeirão do Isidoro, seu principal afluente. Esse tipo de análise objetiva integrar, por meio de modelos matemáticos de simulação hidrológico-hidráulica, todas as intervenções propostas em uma mesma bacia hidrográfica para verificar o desempenho conjunto delas sobre o sistema fluvial (PBH; COBRAPE, 2012a).

participação popular acerca dessa técnica compensatória de drenagem¹⁶². O rito processual de elaboração e tramitação dos estudos ambientais necessários ao requerimento da Licença Prévia – EIA/RIMA – junto ao órgão competente abrangem: análise de alternativas de projeto, inclusive de sua localização e inserção urbana; interface com os órgãos públicos setoriais, que analisam os estudos e emitem pareceres; e participação social. Esta última é viabilizada por meio de: entrevistas do Estudo de Percepção Ambiental, que integra o EIA; realização de audiência pública, na qual são apresentados o escopo do projeto e os resultados dos estudos ambientais; apreciação pelo plenário do conselho de meio ambiente, que tem em sua composição representantes da sociedade civil.

O projeto básico apresentado pela empresa projetista sofreu muitas críticas ao longo desse processo. Nele as áreas previstas para receberem tratamento paisagístico e equipamentos de lazer e prática de esportes eram extremamente reduzidas e se restringiam a espaços residuais e à orla do reservatório, ainda que ele não contaria com lâmina de água permanente ao longo do ano (Figura 65). O acesso de pedestres e ciclistas às áreas de uso social era previsto através de passarelas, tendo em vista a localização da bacia de detenção em meio a pistas de trânsito rápido da Via Urbana Leste-Oeste. Moradores dos bairros do entorno do projeto demonstraram muita preocupação com a manutenção da bacia de detenção, pois, conhecendo equipamentos similares na cidade, indicaram que o local poderia se tornar depósito de lixo e entulho, ocupação irregular e local propício para a proliferação de vetores de doença, principalmente do mosquito transmissor da dengue. Outro aspecto relevante é que houve solicitação pela SMMA de detalhamento acerca da solução para a remoção e o reassentamento das famílias que seriam diretamente afetadas pelo projeto, por estarem inseridas nas vilas Calafate e da Amizade, instaladas em canteiros da Via Expressa e sob viadutos.

¹⁶² Entre 2012 e 2014, participei da equipe técnica responsável pela elaboração do EIA/RIMA das bacias de detenção do Calafate e do Bairro das Indústrias, ambas propostas para o vale do ribeirão Arrudas.

Figura 65: Concepção inicial do projeto urbanístico para a bacia de retenção do Calafate



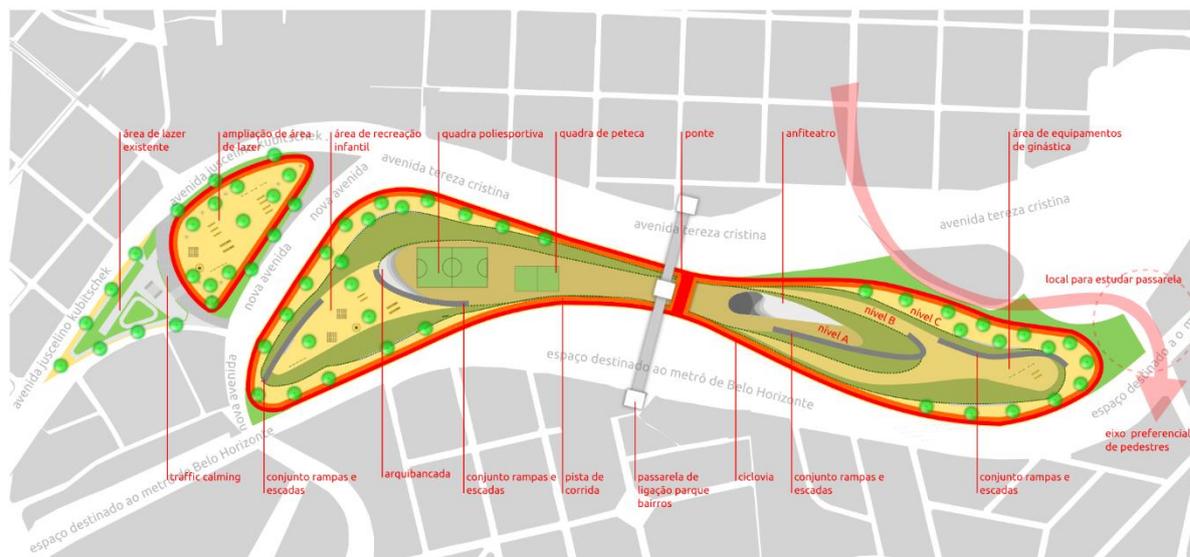
Fonte: PBH; COBRAPE, 2012b.

Na ocasião, a Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano (SMAPU) emitiu parecer solicitando a revisão do projeto da bacia de retenção do Calafate, para que as áreas de reservação pudessem ser apropriadas durante o período de estiagem (PBH, 2012a e 2012b). Foi sugerido um espelho d'água permanente como uma amenidade paisagística, assim como revestimento do piso da bacia permeável e vegetado, em substituição à proposta inicial em concreto (Figura 66). A empresa projetista resistiu em acatar tais soluções, argumentando que elas implicariam na redução do volume necessário para o amortecimento efetivo das cheias e que o revestimento em concreto era fundamental para garantir a estabilidade geotécnica da estrutura. Outros fatores indicados como empecilhos foram as dificuldades relacionadas à necessidade de instalação de um sistema de alerta para evacuação da área antes dos eventos pluviométricos e de uma rotina de limpeza e manutenção pela prefeitura, considerando o regime de chuvas torrenciais de Belo Horizonte e a presença de esgoto e resíduos sólidos no ribeirão Arrudas e em seus tributários. Com relação à integração com o entorno, a Smapu sugeriu tratamento paisagístico que incluísse equipamentos de uso social e ciclovia nas áreas sob o viaduto previsto no programa Viurbs¹⁶³ para interligar as margens do

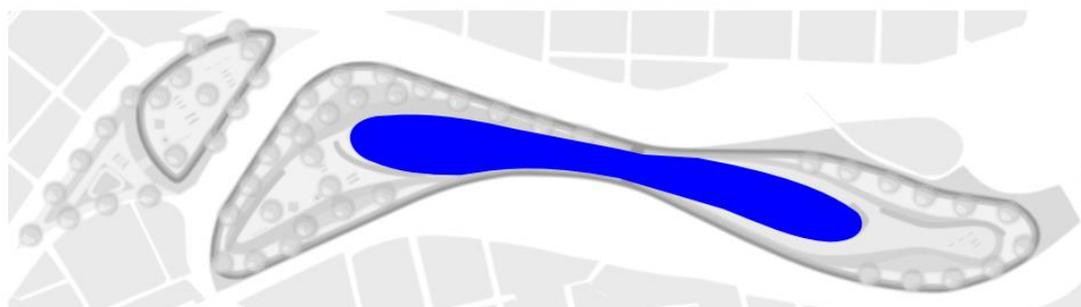
¹⁶³ O Programa Viurbs foi lançado em 2008 pela PBH e trata de atualização do planejamento das intervenções viárias prioritárias na cidade, as quais, em muitos casos, coincidem com fundos de vale remanescentes em leito natural.

ribeirão Arrudas. O projeto não foi revisado até o momento, pois a Licença Prévia foi emitida para a bacia de detenção, mas a Sudecap ainda não obteve os recursos necessários para sua implantação (estimados em 500 milhões de reais) e, portanto, não deu continuidade ao detalhamento dos projetos e ao requerimento da Licença de Implantação.

Figura 66: Contraproposta elaborada pela Smapu para o projeto urbanístico da bacia de detenção do Calafate



1 – Planta Geral



espelho d'água - tempo 1



espelho d'água - tempo 2

2 – Planta espelho d'água (períodos estiagem e evento pluviométrico)



3 – Seção esquemática

Fonte: PBH, 2012a.

Posteriormente, o tratamento urbanístico desse equipamento de drenagem foi incorporado ao escopo do plano da OUC Corredor Antônio Carlos / Pedro I e Eixo Leste-Oeste (PBH, 2013a e 2013b). Ele seria implantado com recursos oriundos da venda dos Certificados de Potencial Adicional de Construção (Cepacs), no bojo de uma grande renovação do tecido urbano das quadras inseridas na área da OUC. As imagens divulgadas pela PBH veicularam um projeto urbanístico bastante atrativo (Figura 67) e muito diferente da proposta original da Sudecap, abrangendo inclusive áreas de uso social e passarelas de pedestres articulando os bairros e os equipamentos públicos lindeiros ao ribeirão Arrudas nesse trecho, que incluem uma das estações do metrô da RMBH.

Figura 67: Incorporação da bacia de detenção do Calafate no plano urbanístico da OUC Corredor Antônio Carlos / Pedro I e Eixo Leste-Oeste





Fonte: PBH, 2013a.

Essas imagens também são bastante distantes do tratamento urbanístico normalmente dado às obras de infraestrutura em Belo Horizonte. Conforme apontado pela arquiteta da SMPU entrevistada, a PBH se destaca pela tradição e continuidade no desenvolvimento técnico referente ao planejamento urbano municipal, mas está bastante aquém no que se refere à execução das soluções:

Belo Horizonte tem uma excelência no planejamento, na formulação de políticas urbanas. Ela está muito acima da média das cidades brasileiras em relação à capacidade técnica e de gestão municipal. Já na operação, na implantação, ainda somos muito tímidos nos projetos. A prefeitura sempre pensa com muita racionalidade em relação ao custo financeiro, não se preocupa com a estética urbana. É feito sempre o mínimo necessário.

Tendo em vista o grande número de bacias de retenção implantadas na cidade e a demanda permanente pelos serviços de limpeza e manutenção que esses equipamentos demandam, a Smobi contratou empresa para esse fim em 2014. Outro desafio da PBH, em conjunto com a Copasa, é garantir a universalização da interceptação dos esgotos nas áreas de contribuição das bacias de retenção, que tem sido perseguido por meio de obras de complementação do sistema de esgotamento sanitário e do Programa Caça Esgotos. Associadas a essas iniciativas, deveriam ser adotadas ações de mobilização e educação ambiental junto à vizinhança das bacias de retenção, inclusive para esclarecer a função dessas estruturas. É comum que moradores queixem sequer saber do que se trata e, portanto, acabam utilizando-as como área de criação de animais, despejo de esgoto, lixo e entulho. O resultado paisagístico é desalentador, ainda que as bacias de retenção (e as técnicas compensatórias em geral) tenham grande potencial para a

qualificação socioambiental das áreas urbanas, como mostrado para o Complexo da Avenida Várzea da Palma.

A questão principal que emerge desse panorama é por que razão as obras de infraestrutura urbana se distanciam tanto das premissas das políticas de planejamento na qual estão inseridas? Os múltiplos atores envolvidos têm interesses distintos, e muitas vezes, conflitantes. Como já apontado, empreiteiras e o setor técnico tendem a atuar no vetor inercial, na medida em que é conveniente manter projetos e obras da forma como vêm sendo realizados há décadas, com modelos projetuais, insumos e técnicas construtivas consagrados pelo mercado de obras públicas. Do ponto de vista da gestão pública, há uma grande dificuldade em integrar as políticas setoriais, cada qual com seu interesse e suas demandas específicas para o espaço urbano. E, finalmente, o setor técnico, de âmbito público ou privado, segue atuando de forma centralizada e heterônoma, ainda que tenha incorporado estratégias de participação social na elaboração de projetos e no controle social na execução de políticas e obras públicas.

Em relação à integração das políticas setoriais em nível municipal, a PBH tem buscado ampliar a interlocução entre elas, antecipando-se ao rito processual do licenciamento ambiental, ou mesmo via reforma da organização institucional. A opinião da técnica da SMPU entrevistada ressalta a importância dessa articulação ser institucionalizada, para não depender da boa vontade pessoal de políticos e técnicos da gestão municipal de determinado mandato:

A Smurbe levou a uma concentração grande de decisão, de poder, mas tinha a grande vantagem de construir políticas mais articuladas. Então eu defenderia a volta de um modelo que tivesse de novo essa coordenação, mas com uma coordenação para as áreas de planejamento e formulação de políticas e outra para a execução de obras. Hoje, nós [SMPU e demais secretarias e órgãos ligados às políticas setoriais relacionadas ao desenvolvimento urbano] conseguimos trabalhar muito juntos, mas é diferente quando você tem essa articulação de forma institucional. Essa articulação da Smurbe foi importante. Hoje a conceituação de um projeto de drenagem está isolada na Smobi e Sudecap. O projeto chega pronto no licenciamento ambiental e aí começa a briga. Não é mais uma construção conjunta, é uma disputa depois. Isso está acontecendo repetidamente. A gente tem até pensado em criar uma coordenação para uma conceituação prévia dos projetos. Antes da prefeitura elaborar um projeto, nós daríamos conjuntamente diretrizes para esses projetos serem então desenvolvidos. Isso tem que ser institucionalizado como política, como processo, para ter um certo poder de decisão sobre o projeto, para não ficar informal e ser submetido a uma decisão individual política, por exemplo, do secretário ou da próxima gestão. Caso contrário, a opção sempre será pela alternativa de obra mais barata. É claro que é muito mais barato, no curto prazo, canalizar e tamponar os córregos, porque para mantê-los em leito natural, recuperar

as margens, é necessário, provavelmente, uma área de desapropriação e desocupação muito maior.

No que se refere à integração entre as políticas municipais e a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica, também foi apontada a falta de diálogo pelo membro do CBH Rio das Velhas entrevistado. No contexto do licenciamento ambiental, as obras de macrodrenagem no município propostas pela Smobi e Sudecap demandam o requerimento da outorga de intervenção em cursos de água junto ao órgão estadual responsável pela política ambiental, mediante deliberação do CBH Rio das Velhas. Entretanto, essa interface ocorre na fase de solicitação da Licença de Implantação, quando os projetos de intervenção já estão detalhados, em nível executivo. Assim, não há uma discussão em relação à concepção do projeto, conforme destacado pelo entrevistado:

São várias coisas que não dialogam: o Plano Diretor Municipal com o Plano de Bacia Hidrográfica e a gestão ambiental com a gestão hídrica. Então a Sudecap já entrega um projeto de intervenção em cursos de água formatado para que o CBH opine, a favor ou contra a outorga, quase que de uma forma terminal, em um processo que deveria ser inicial. Então não chega ao CBH no início, na concepção – “olha, nós estamos querendo fazer isso, vamos discutir”. Assim, cria-se um impasse. Esse é um exemplo de para onde caminham os conflitos, por falta absolutamente de diálogo.

Ao longo desta pesquisa, pude perceber como muitos técnicos da Prefeitura e membros da população em geral se referem ao Drenurbs como um órgão responsável pela política de manejo de águas pluviais em Belo Horizonte, quando, na realidade, trata-se de um programa, inicialmente concebido pela Sudecap, mas atualmente sob a coordenação da Dgau/Smobi. Interpreto esse fato como um indício de que o Drenurbs teve um impacto social, inclusive pela interface com as comunidades que abrangeu, muito significativo em comparação às demais iniciativas ligadas à política de saneamento municipal, a ponto de parte de sua dimensão prática (*policy*) – um programa - passar a representar sua estrutura institucional (*polity*). Também notei como esse programa é empregado no discurso para se referir ao paradigma contemporâneo em foco nesta pesquisa, sendo comum frases do tipo: “O Parque Nossa Senhora da Piedade tem tudo que é Drenurbs” (fala da Técnica UEP Drenurbs entrevistada) ou “O Vila Viva São José não tem nada de Drenurbs, porque eles canalizaram o córrego” (fala do ex-técnico da Sudecap entrevistado).

Concluo que o Drenurbs representa a aplicação prática em nível municipal de muitas premissas do novo paradigma de manejo de águas pluviais,

sistematizadas no PDDBH, apesar dos conflitos de interesse dos diferentes atores e de uso do solo que envolve, inerentes às políticas urbanas. Ainda que o Drenurbs tenha resultado efetivamente em projetos restritos a poucas bacias hidrográficas até o momento em relação ao seu escopo inicial, seu conceito principal, a integração dos cursos de água à paisagem urbana, configura atualmente uma ideia que influencia os projetos elaborados para a drenagem urbana em Belo Horizonte via outras fontes de financiamento além do BID. Quando esse conceito é contrariado nos projetos e obras há, pelo menos, um visível constrangimento técnico em relação à incapacidade de aplicá-lo, normalmente acentuado com a mobilização popular.

O próprio entendimento do que seja o cumprimento das premissas do novo paradigma não é consensual. Os técnicos da Smobi e Sudecap, por exemplo, entendem que a não adoção do tamponamento e a canalização em seção aberta ou via soluções mistas de tratamento da calha fluvial estão alinhados ao conceito do Drenurbs, enquanto técnicos da SMMA ou membros do Projeto Manuelzão ou do CBH Rio das Velhas defendem descanalizações e manutenção de córregos totalmente em leito natural. As falas abaixo dos diversos técnicos entrevistados ilustram esse cenário:

As críticas que a gente ouve – ‘Ah, o Drenurbs acabou’ – não, não acabou. Uma coisa é o contrato firmado com o BID, outra coisa é o programa visto de uma maneira mais abrangente. Hoje 100% dos projetos que são feitos para tratamento de fundo de vale pela Sudecap, a partir de diretrizes dadas por nós [Smobi], não são de canalizar os córregos. Mas o discurso permanece. A crítica permanece... (Técnico da Dgou/Smobi)

Até hoje há uma briga intensa, porque em diversas situações esse conceito é abandonado, com a adoção de canalizações. Os projetos que são apresentados, em sua maioria, não são de revitalização de cursos de água, tais como as intervenções do Drenurbs no Nossa Senhora da Piedade, no Primeiro de Maio e no Baleares. Elas são modelos de intervenção em que foi restituída a vitalidade do córrego e trouxe essa sistemática para dentro do conceito da cidade. Mas a cidade ainda vem sacrificando sistematicamente os seus cursos de água para vias de transporte. Então, ironicamente, nós podemos falar que há uma disputa entre Viurbs e Drenurbs, e sempre o Viurbs ganha. Ganha, mas não leva, porque, no discurso, no PDDBH, há essa ideia de abandono do modelo insustentável, mas o modelo, hegemônico, que sempre vem à tona, são as canalizações sistemáticas (Membro do CBH Rio das Velhas).

É evidente a importância de estabelecer conceitos como políticas públicas, ou seja, que as premissas de intervenção em fundo de vale estejam efetivamente institucionalizadas – via legislação, planos e programas -, mas ainda assim não garantem que, na prática – projetos e gestão - elas serão aplicadas. Argumentos técnicos e financeiros sempre poderão ser utilizados para justificar as

escolhas projetuais e, portanto, cabe ao controle social das políticas públicas a cobrança pela mudança, ainda que gradual.

Na sequência, são apresentadas as iniciativas de planejamento e gestão públicas do estudo de caso em pauta que se aproximam do termo “infraestrutura verde” (*Green Infrastructure – GI*, conforme disposto no Quadro 1 e na Figura 22 do item 3.3). Ele representa o escopo mais abrangente em relação ao paradigma emergente de gestão de águas pluviais urbanas, em razão da abordagem integrada que preconiza entre as técnicas compensatórias de drenagem, os usos da água e do solo, a paisagem urbana, as políticas setoriais e os atores e, por essa razão, indica os maiores desafios para a mudança nesse campo.

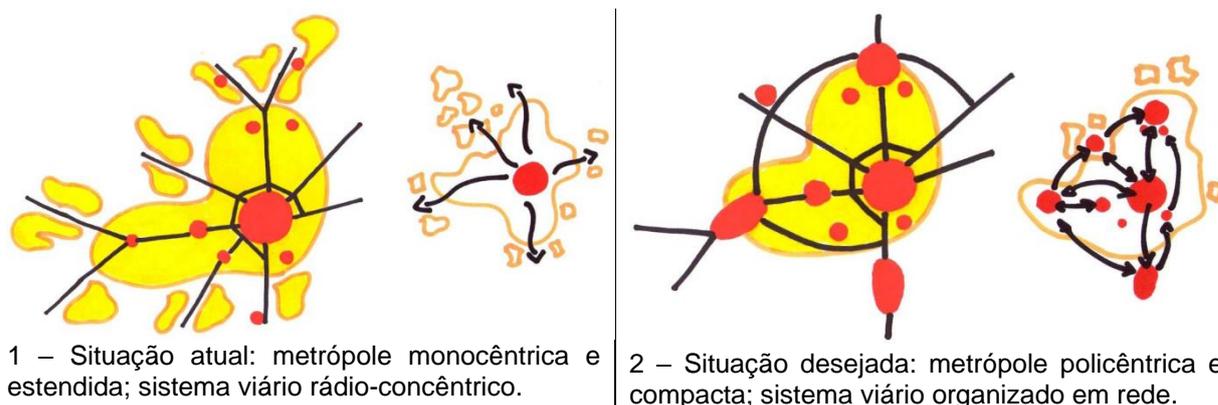
4.2.4 As versões metropolitana e municipal da infraestrutura verde: um caminho para o futuro das águas urbanas?

Após a extinção do Plambel em 1996, a gestão em âmbito metropolitano foi descontinuada. Um arranjo institucional voltado para a governança metropolitana da RMBH foi retomado apenas em 2006, quando as leis complementares nº 88, 89 e 90, aprovadas pela Assembleia Legislativa de Minas Gerais, estabeleceram uma Assembleia Metropolitana, um Conselho Deliberativo de Desenvolvimento Metropolitano, um órgão técnico – a Agência de Desenvolvimento Metropolitano - e outras instituições ligadas às “funções públicas de interesse comum”. Foram também definidos dois instrumentos de planejamento e gestão, o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano e o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH (PDDI). Ainda que esse arranjo se encontre em fase de consolidação, ele permitiu a contratação de estudos e projetos de abrangência metropolitana por órgãos do estado, dentre os quais se destaca o PDDI, elaborado entre 2009 e 2015, pela UFMG, em parceria com a PucMinas e a UEMG (COSTA, 2012b). Dessa forma, a RMBH antecipou-se às diretrizes e aos instrumentos estabelecidos para a governança interfederativa, democrática e participativa das regiões metropolitanas por meio da aprovação da Lei Federal nº 13.089/2015, que instituiu o Estatuto da Metrópole.

O principal objetivo do PDDI é uma ampla reestruturação territorial da RMBH, a partir da descentralização da oferta de serviços e infraestrutura, atualmente muito concentrada na área central de Belo Horizonte (Figura 68). A partir do desenvolvimento de uma rede hierárquica de múltiplas centralidades, articulada

por meio de ampla oferta de transporte público multimodal e considerando áreas de interesse ambiental e cultural e zonas agrícolas produtoras de alimentos, pretende-se reduzir a desigualdade socioeconômica e promover a justiça urbana, ambiental e cultural (ARAÚJO; COSTA, 2017).

Figura 68: Diagramas das situações atual (1) e desejada (2) para a estrutura territorial da RMBH no âmbito do PDDI



Fonte: ARAÚJO; COSTA, 2017.

A primeira etapa do PDDI consistiu em um amplo diagnóstico da RMBH e na proposição de diretrizes e, a segunda, no macrozoneamento (MZ). O MZ é considerado uma das principais estratégias para implementar a reestruturação espacial do território metropolitano proposta. Ambas as etapas do PDDI foram baseadas num amplo processo participativo, envolvendo diversas instituições e organizações da sociedade civil. Para tanto, foram realizadas pesquisas e oficinas nos municípios da RMBH, que abrangeram ferramentas como teatros e mapas coletivos, além da criação de um endereço *web* com informações sobre o Plano, atualizadas permanentemente. O grande desafio na participação dos diferentes atores foi articular as múltiplas escalas de atuação, sobretudo interesses metropolitanos e necessidades locais (ARAÚJO; COSTA, 2017).

No contexto do MZ, foi proposta a *trama verde e azul (TVA)*. Ela configura uma estrutura territorial para o planejamento do uso do solo, que visa articular e dar coerência às 19 *Zonas de Interesse Metropolitano (ZIMs)* demarcadas no MZ, sobretudo aquelas de interesse ambiental¹⁶⁴. Os objetivos específicos e as

¹⁶⁴ As ZIMs de interesse ambiental são as que abrangem os mananciais da RMBH (Rio Manso, Serra Azul, Vargem das Flores, Taquaraçu e Jaboticatubas), além das ZIMs Serras, Gandarela e Rodoanel (Eleutério *et al*, 2015).

dimensões da TVA estão apresentados no Quadro 10 e na Figura 69, respectivamente, a seguir.

Quadro 10: Síntese dos objetivos específicos da TVA no MZ-RMBH

Proteger os mananciais estratégicos para a produção de água potável;
Reduzir os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico e a qualidade da água dos corpos de água receptores dos efluentes;
Mitigar riscos naturais, tais como inundações e deslizamentos de solo e rocha;
Mitigar os impactos das atividades agrícolas, industriais e minerárias sobre o meio ambiente;
Aumentar significativamente a arborização e os espaços vegetados nas áreas urbanas;
Promover conexão e integração das áreas urbanas e protegidas na RMBH;
Restaurar e proteger matas ciliares, recursos hídricos e topos de morro, em conformidade com a legislação brasileira e as necessidades ambientais;
Restaurar e promover a biodiversidade;
Associar-se a atividades de agricultura urbana e rural;
Criar oportunidades para diversificar os modais de transporte, como o uso de bicicleta e o deslocamento a pé;
Associar parques lineares a eixos viários principais de interesse metropolitano;
Criar diferentes oportunidades para o turismo, o lazer e a convívio social;
Valorizar e proteger complexos ambientais e culturais, em particular os que têm por referência os corpos de água e outras singularidades do território com referência à água, aos recursos hídricos, à paisagem e à fauna e flora;
Criar oportunidades para a geração de emprego de diversos tipos, tais como para suprir as necessidades de manutenção de áreas verdes e equipamentos associados, guiar e gerenciar atividades de turismo, as atividades agrícolas, o monitoramento de variáveis de interesse ambiental e a educação ambiental.

Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de ELEUTÉRIO *et al.*, 2015 e UFMG, 2014.

Figura 69: Dimensões da TVA no MZ-RMBH



1 – Ambiental



2 – Social e cultural



3 – Gestão de risco geológico e de inundações



4 - Mobilidade

Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de ARAÚJO; COSTA, 2017.

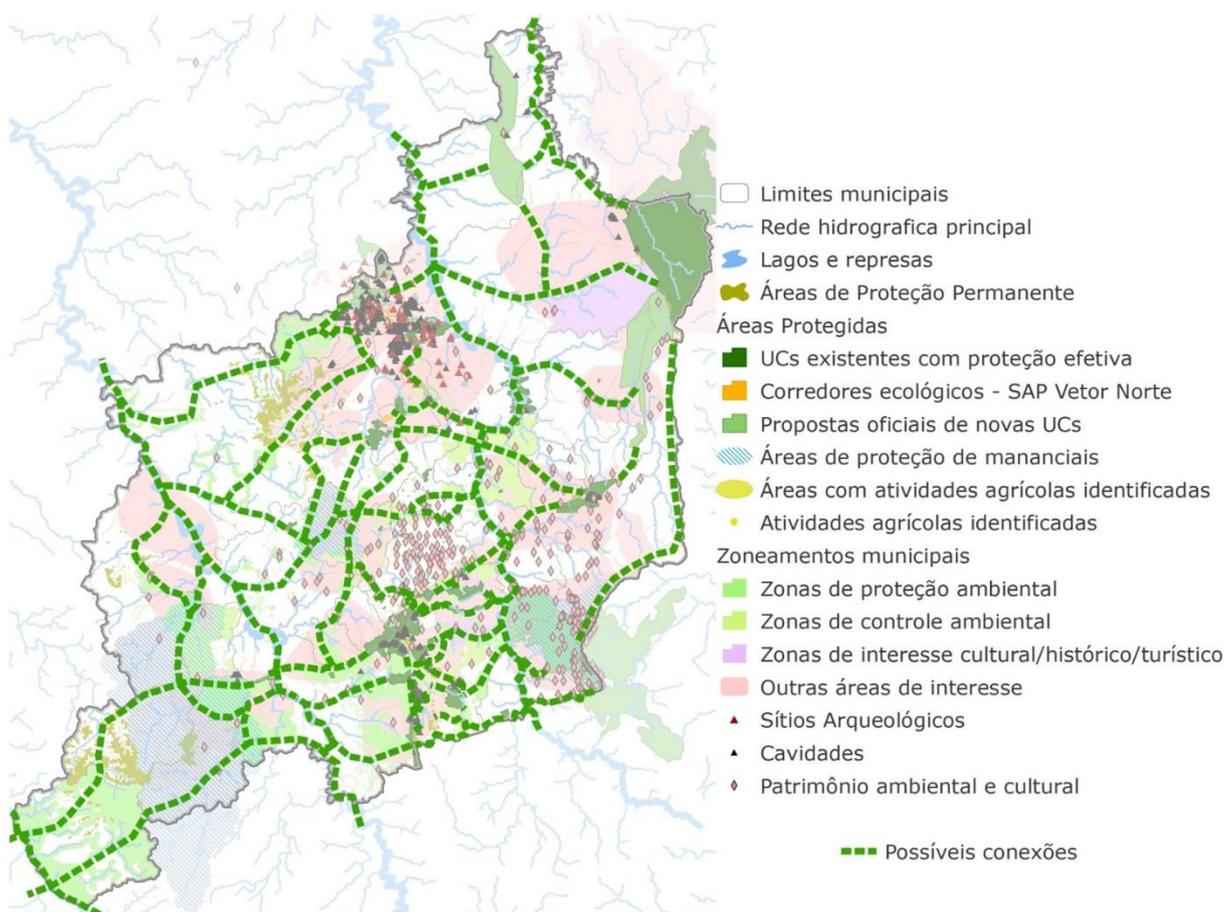
Araújo e Costa (2017) elencam as origens e inspirações da TVA, que abrangem desde os parques públicos implantados nas cidades nos séculos XVIII e XIX, com fins estéticos e recreativos, o modelo da Cidade Jardim de Ebenezer Howard na virada dos séculos XIX e XX, até experiências recentes, como a implantada na França para recuperação de áreas minerárias degradadas e o próprio Programa Drenurbs em Belo Horizonte. Eleutério *et al.* (2015) ressaltam que um dos principais objetivos da TVA é a conciliação da proteção dos recursos hídricos com o desenvolvimento urbano, a partir de soluções alternativas ao tradicional manejo das águas urbanas. Trata-se, portanto, de uma proposta para configurar uma infraestrutura verde na estruturação do território, partindo dos elementos naturais significativos, principalmente os recursos hídricos e as áreas protegidas, mas sem se restringir a eles, como ressaltado por UFMG (2014, p. 1):

A trama estabelece-se, portanto, como um território de múltiplos usos e funções, articulando tanto objetivos de proteção ambiental permanente, por trechos de sua malha, como os de criação de oportunidade para múltiplos usos e diferentes níveis de acesso, em outros de seus trechos. Nesse sentido, a trama não é uma unidade de conservação, ainda que desempenhe funções ambientais relevantes.

O mapeamento das espacialidades relevantes para a construção da TVA na RMBH abrangeu sítios arqueológicos, cavidades naturais, centros culturais, parques e outras áreas protegidas em âmbito federal, estadual e municipal, áreas de produção agroecológicas, manchas de vegetação nativa remanescente, atividades minerárias, recursos hídricos e rede hidrográfica (Figura 70). Ele foi efetuado tanto em áreas urbanas, como também rurais e naturais. Nesse exercício, observou-se uma grande disparidade entre as APPs concebidas pela legislação ambiental e a ocupação diagnosticada nessas áreas. Nas APPs há, portanto, um grande esforço

de recuperação ambiental a ser efetuado para implantar a TVA. Outro desafio se refere à descontinuidade espacial representada pelas áreas urbanas densamente ocupadas¹⁶⁵ e aquelas onde são desenvolvidas atividades minerárias, para as quais diferentes prioridades (e estratégias de implantação) deverão ser consideradas. A TVA também foi estruturada em uma escala mais local, por meio de sua inclusão no processo de zoneamento de cada uma das 19 ZIMs demarcadas no MZ-RMBH (ELEUTÉRIO *et al.*, 2015).

Figura 70: Mapeamento dos elementos potenciais para estruturação da Trama Verde e Azul (TVA) proposta no MZ-RMBH



Fonte: ARAÚJO; COSTA, 2017.

Em termos práticos, a implantação da TVA é um projeto de longo prazo, que demanda a articulação entre ferramentas de planejamento já existentes e investimentos oriundos dos órgãos públicos, da iniciativa privada e da sociedade civil. Um sistema de governança colaborativa em nível metropolitano e de caráter

¹⁶⁵ Nessas áreas, Nilo Nascimento e outros professores da UFMG envolvidos na elaboração do PDDI têm estudado a possibilidade de implantação da trama por meio das técnicas compensatórias de drenagem difusas, tais como telhados verdes, trincheiras de infiltração e jardins de chuva, em razão delas permitirem múltiplos benefícios ao meio ambiente urbano (vide NASCIMENTO *et al.*, 2016).

permanente é necessário (ELEUTÉRIO *et al.*, 2015). Nesse sentido, a concepção integrada de natureza e urbanização está voltada para despertar um sentimento de pertencimento junto à comunidade urbana em geral. É, portanto, um projeto que vai contra interesses estritamente mercadológicos, em um contexto no qual a apropriação privada dos recursos naturais é uma estratégia cada vez mais presente para garantir a reprodução do capital (ARAÚJO; COSTA, 2017).

Segundo Euclides (2016), a TVA no PDDI oscila entre uma visão mais pragmática, na qual ela funciona como um instrumento de regulação e ordenamento territorial voltado para a mitigação dos impactos ambientais provocados pelo uso e ocupação do solo, e uma abordagem mais utópica, em que seu potencial de mobilização social e participação política é ressaltado. Essa autora explorou a possibilidade de imaginar novas apropriações para as áreas verdes urbanas, construindo uma utopia (espaço diferencial) a partir de desejos e necessidades para outra relação entre a urbanização e o espaço-natureza, diferente da contemporânea, dominada pelo espaço abstrato, da lógica urbano-industrial. Nessa análise, ela (2016, p. 148) aproximou a experiência da TVA no MZ-RMBH da noção de utopia experimental, na qual ela identificou:

(...) tanto movimentos de reprodução (e aprimoramento) das concepções tradicionais de áreas verdes e áreas protegidas, condizentes com a fase ecológica do capitalismo, quanto movimentos tendentes à superação dessas concepções, no sentido da construção do urbano.

Em uma análise crítica, Euclides buscou expandir a “dimensão mais idealista” da proposta da TVA presente no PDDI, partindo de três de seus eixos temáticos - a agricultura urbana, a mobilidade e o lazer - por meio dos quais apontam-se caminhos para a superação da oposição cidade *versus* natureza, favorecendo a percepção desta como um lugar cotidiano, de trabalho e fruição. Assim, a trama ideal não é apenas *verde* (conformada por áreas protegidas) e *azul* (por APPs hídricas), mas *multicolorida*.

Em âmbito municipal, o conceito de infraestrutura verde de caráter mais pragmático está presente no PL nº 1.749/2015, referente à revisão do Plano Diretor. Nele, o zoneamento do município abrange *áreas de conexões ambientais*, uma espécie de sobrezoneamento, de maneira similar às ADEs, que são divididas em *conexões verdes* – “vias que interligam zonas de preservação ambiental e áreas de diretrizes especiais ambientais, visando à melhoria da arborização urbana e à

formação de corredores ecológicos” (BELO HORIZONTE, 2018b, p. 96) - e em *conexões de fundo de vale*:

(...) onde há necessidade de saneamento ambiental amplo, visando à restauração da qualidade dos cursos d'água, à necessidade de contenção de cheias, à recuperação de ambientes hídricos e à intervenção em áreas de preservação permanente, de forma a viabilizar a implantação de parques lineares (*ibid*, p. 96).

Uma análise do *Mapa de Estrutura Ambiental* de Belo Horizonte, apresentado anexo ao PL nº 1.749/2015, revela que as conexões de fundo de vale coincidem com os cursos de água remanescentes em leito natural inseridos em áreas urbanizadas, ou seja, tem escopo similar ao do Drenurbs. Para atingir os múltiplos objetivos expostos acima, está prevista a elaboração de um *Plano de Estruturação Urbano-Ambiental* (PEA) pela PBH, para cada porção do território demarcada como conexão de fundo de vale. Para as intervenções, o PL indica importantes condicionantes, que podem permitir avanços em relação à maioria dos projetos atualmente implantados pela PBH nessas áreas, tais como: a priorização da manutenção dos córregos em leito natural; a delimitação de parques lineares por vias públicas, para garantir visibilidade e acesso às áreas livres; a necessidade de elaboração de plano de reassentamento da população afetada no perímetro da área de qualificação para os casos em que haja remoções de domicílios; e, por fim, a possibilidade de regularização de imóveis, desde que compatíveis com o projeto de qualificação ambiental da região. A depender da maneira como os PEAs serão elaborados, implantados e geridos, por se tratar de intervenções em microescala, a exemplo daquelas apontadas por Silva (2013), eles poderão permitir experiências rumo à dimensão mais idealista da trama verde e azul. Para tanto, a autonomia das comunidades inseridas ou próximas às áreas delimitadas como *conexões ambientais* deverá ser privilegiada em relação à tradicional ação heterônoma do planejamento técnico municipal, desafio muito mais amplo em comparação às questões técnicas envolvidas.

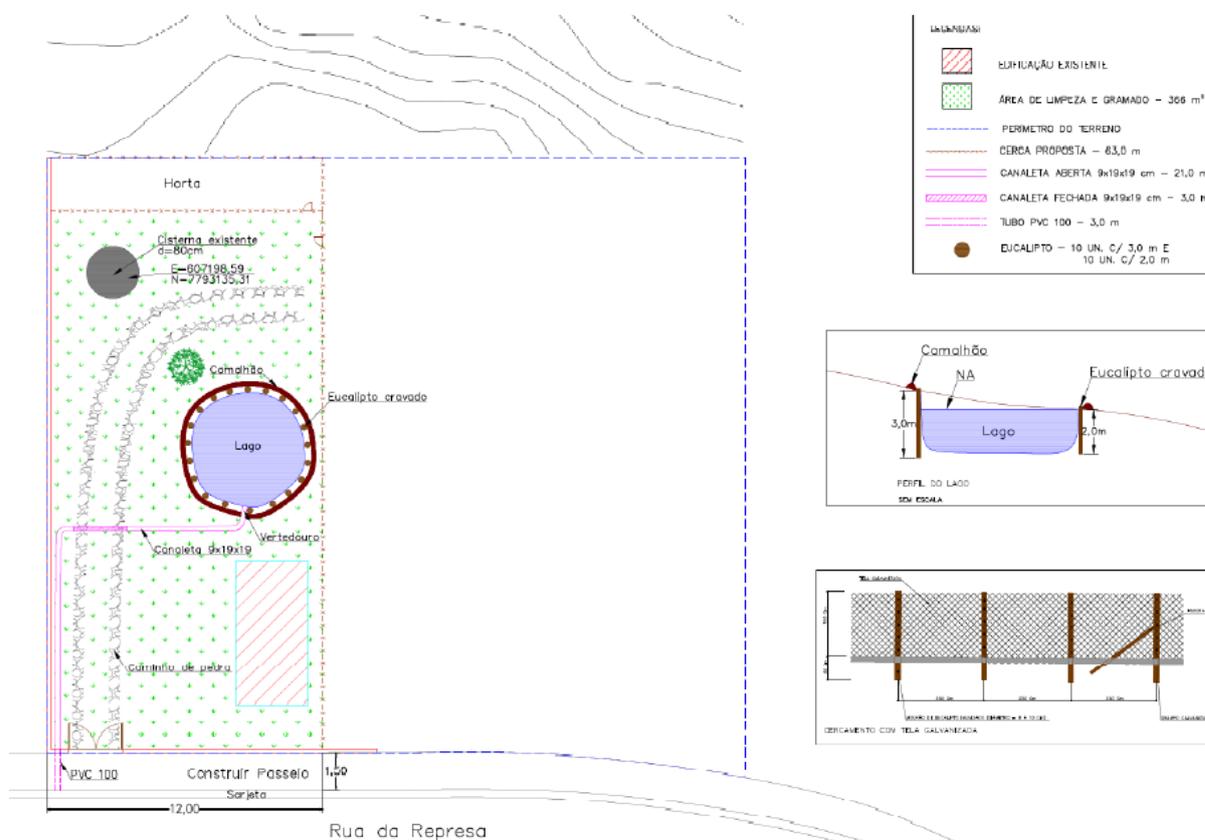
Em relação à escala de atuação da política de recursos hídricos, o CBH Rio das Velhas tem desenvolvido *projetos hidroambientais*, voltados para a recuperação e conservação de nascentes e cursos de água, nas bacias hidrográficas dos afluentes do rio das Velhas. As ações envolvem intervenções difusas, tais como cercamento de nascentes, adequação de estradas vicinais, construção de bacias de contenção de água de chuva e sedimentos (*barraginhas*) e

de terraços e curvas de nível em encostas (CBH Rio das Velhas, 2015b). O território de planejamento e gestão desses projetos tem sido as sub-bacias do rio das Velhas, por meio da atuação dos subcomitês¹⁶⁶. Nas sub-bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça, onde está inserido o município de Belo Horizonte, está em andamento o *Projeto Valorização das Nascentes Urbanas* desde 2011, cuja implementação depende da adesão efetiva da comunidade. Para tanto, o projeto abrange o desenvolvimento de atividades de comunicação, mobilização social e educação ambiental em âmbito regional, além do levantamento de áreas de nascentes e cadastro dos respectivos proprietários, a fim de identificar e incentivar *cuidadores de nascentes* voluntários, voltados para sua preservação. Segundo CBH Rio das Velhas (2012, p. 4), “A proposta é gerar um efeito multiplicador na comunidade e o nascimento de novos cuidadores, para que cada vez mais nascentes urbanas possam ser adotadas e protegidas”.

Os desdobramentos recentes desse projeto têm sido a seleção de determinadas nascentes para serem contempladas com a execução de intervenções físicas voltadas para a valorização delas e avaliação da qualidade e quantidade de suas águas (CBH Rio das Velhas, 2018). É interessante que as intervenções buscam manter e qualificar o acesso e a fruição dessas nascentes, ainda que elas estejam inseridas em áreas de uso privado, normalmente terrenos abrigando uso residencial multifamiliar horizontal em ocupações informais (Figura 71). Há, portanto, um avanço em relação às tradicionais ações de recuperação e conservação de recursos hídricos e de intervenção em APPs, que normalmente envolvem seu cercamento e isolamento em relação à população do entorno, mesmo em áreas urbanas. Outra inovação é a guarda dessas áreas, que cabe ao proprietário / usuário do terreno que abriga a nascente.

¹⁶⁶ O CBH Rio das Velhas implantou os subcomitês em cada uma das Unidades Territoriais Estratégicas (UTES), que correspondem às áreas de contribuição dos principais tributários do rio das Velhas (sub-bacias), definidas para o planejamento e a gestão da bacia, visando maior descentralização das ações e articulação com a escala local (CBH Rio das Velhas, 2016).

Figura 71: Projeto de valorização de nascente localizada no bairro Havaí, na sub-bacia do ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte, proposto no âmbito do *Projeto Valorização das Nascentes Urbanas – 3ª Fase*



Fonte: CBH Rio das Velhas, 2018.

Os *projetos hidroambientais* como esse são implantados com recursos financeiros oriundos da cobrança pelo uso da água sobre os grandes usuários (outorga), implementada desde 2009 na bacia do Rio das Velhas. Por consistirem intervenções pontuais e difusas, para serem efetivos, demandam que sejam adotados em larga escala na bacia hidrográfica, de maneira similar ao apresentado para as técnicas compensatórias de drenagem no item 3.3.1. Assim, a institucionalização de políticas de pagamento por serviços ambientais (PSA) pode ser um caminho para a difusão dessas práticas de recuperação de recursos hídricos, como indicado no item 3.3.2 e, conseqüentemente, da viabilização da TVA na RMBH¹⁶⁷. O PSA é elencado no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas como um dos instrumentos a serem implementados no Estado de Minas Gerais e nos municípios que fazem parte da bacia (CBH Rio

¹⁶⁷ Os professores Nilo Nascimento e Julian Eleutério do EHR da EE-UFMG consideram o PSA uma possível fonte de financiamento nos estudos que estão desenvolvendo sobre a viabilização da TVA na RMBH.

das Velhas, 2015b). Todavia, ele ainda é visto como um instrumento essencialmente associado às áreas rurais¹⁶⁸, conforme indicado pelo membro do CBH Rio das Velhas entrevistado em abril de 2019:

No caso urbano, não acho pertinente o pagamento por serviços ambientais. Acho interessante alguma isenção, por exemplo, no pagamento do IPTU. A maioria das nascentes estão em áreas de favelas, então também não se aplicaria. Nós já discutimos a possibilidade de fazer um reconhecimento público desses cuidadores de nascentes urbanas, por exemplo, assim como tem os cidadãos honorários. Nós já mapeamos cerca de 1.500 nascentes nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça. Então a cidade ainda é muito rica em recursos hídricos, apesar de todo o despautério do processo de urbanização. Eu acho que a nascente ajuda a dar uma visibilidade na questão das águas urbanas. Aproxima as pessoas e mostra que a água brota nas cidades, que as nascentes devem ser cuidadas, pois fazem parte dos cursos de água.

No trecho acima, fica evidenciado o papel da conscientização e mobilização da população em relação à dinâmica de circulação da água na cidade e às ações dessa natureza como medidas mitigadoras dos impactos causados pela urbanização, indicando um alinhamento com as ideias despertadas pela TVA em alguns dos atores envolvidos na elaboração do PDDI da RMBH. Nos vieses utópico de Euclides (2016) e propositivo de Silva (2013), por exemplo, de colaboradores inseridos em políticas públicas de caráter ainda muito centralizador, as comunidades podem passar a configurar-se como autogestoras do meio ambiente urbano em que estão inseridas, com ou sem a participação/orientação do Estado.

Em relação aos fundos de vale, elementos tão fundamentais para a TVA quanto as nascentes, encontro que, paradoxalmente, as possibilidades em Belo Horizonte de implantação efetiva de parques lineares de maior escala e abrangência têm sido decorrentes de projetos de drenagem convencionais, propostos como solução imediata para trechos críticos de inundação urbana. Ao transferir as vazões para jusante, a gestão municipal recente, diferentemente da visão passada, compreende que alguma medida mitigadora (e mesmo compensatória) deva ser tomada e, nesses casos, são previstas a realocação da população das áreas de risco, ampliadas com as obras a montante, e a consequente implantação de áreas de uso social para evitar a reocupação.

¹⁶⁸ No Brasil, o caso exemplar de aplicação de PSA, sobretudo pela escala que alcançou no território municipal e pela sua continuidade ao longo de diferentes governos, está situado na área rural do município de Extrema/MG. Por meio do *Projeto Conservador das Águas*, os produtores rurais que recuperam e mantêm as matas ciliares no entorno de nascentes e cursos de água em suas propriedades são recompensados via transferência de recursos financeiros (FGB *et al.*, 2017).

Exemplifico essa situação com dois projetos atualmente em elaboração pela PBH para a otimização do sistema de drenagem: (i) do córrego Cachoerinha e ribeirões Pampulha e Onça e (ii) dos córregos Vilarinho e Nado e ribeirão Isidoro (Figura 72).

No primeiro caso, a fim de mitigar os eventos anuais de inundação do trecho da Avenida Cristiano Machado na interseção com o Anel Rodoviário, importante ponto nodal do sistema de transporte e trânsito da RMBH, a Sudecap contratou estudo para *Otimização do Sistema de Drenagem das Bacias do Córrego Cachoerinha e dos Ribeirões Pampulha e Onça*. A partir do diagnóstico das enchentes nessas bacias hidrográficas, foi elaborado projeto de canal tamponado paralelo ao canal existente do ribeirão da Onça, próximo à Estação São Gabriel, a jusante da confluência do ribeirão Pampulha e do córrego Cachoerinha. O aumento da capacidade hidráulica desse trecho acarretará alterações nas vazões a jusante, na região denominada *Baixo Onça* e que corresponde ao trecho previsto para tratamento como parque linear, a fim de evitar novas ocupações das áreas de risco de inundação que serão liberadas (PBH, 2014).

O trecho fluvial do projeto do parque linear do Onça abrange extensão de aproximadamente 5,5 km remanescente em leito natural, uma oportunidade única em Belo Horizonte, onde os cursos de água não canalizados estão localizados predominantemente nas porções de montante das bacias hidrográficas, em áreas de relevo mais acidentado e inseridas em vilas e favelas ou em áreas de proteção ambiental, como parques e APEs (vide ANEXO A e ANEXO B). O trecho em pauta foi objeto de propostas de canalização pelos planos e programas elaborados para essa bacia hidrográfica na segunda metade do século XX, conforme apresentado no item 2.3. Contudo, tais propostas nunca foram implantadas, sob a justificativa do grande volume de recursos financeiros que era necessário e da prioridade dada pelo governo municipal a outras áreas urbanas naquelas ocasiões, a maioria delas inseridas na bacia do ribeirão Arrudas, que abrange o núcleo urbano original da cidade. No âmbito do Prosam, na década de 1990, esse trecho do ribeirão da Onça teve os interceptores de esgoto implantados em ambas as margens, mas não da respectiva avenida sanitária, ao contrário do que ocorreu na maioria dos trechos fluviais que foram alvo das intervenções desse programa¹⁶⁹ (vide Figura 16).

¹⁶⁹ Segundo Copasa *et al.* (1996a), a primeira versão do projeto elaborado pela Sudecap para o Prosam previa a canalização de praticamente todo o ribeirão da Onça. O projeto foi revisto após

Atualmente há uma significativa mobilização popular em prol da restauração fluvial do ribeirão da Onça, articulada ao CBH Rio das Velhas, por meio do Subcomitê Ribeirão da Onça, associada tanto aos espaços de participação institucionalizados como também fora deles. O projeto do parque linear foi elaborado pela PBH e contou com apoio do Conselho Comunitário Unidos pelo Ribeirão de Abreu (Comupra) e do Movimento Deixem o Onça Beber Água Limpa. Um ciclo de oficinas foi realizado a partir de outubro de 2014, para efetivar a participação da comunidade na elaboração do projeto preliminar. Posteriormente, a Sudecap supervisionou o contrato de Licitação SCO-078/2013, para o desenvolvimento do projeto executivo do parque (CBH Rio das Velhas, 2015a), ainda em andamento.

O custo para implantar todo o projeto foi estimado pela Sudecap em R\$227 milhões, excluídos os gastos com a realocação das famílias¹⁷⁰. Diante da morosidade da PBH em implantar o projeto, sob alegação de inexistência da totalidade dos recursos financeiros necessários, o Comupra, por meio de apoio da Escola de Arquitetura da UFMG e dos coletivos Micrópolis e Oásis BH, realizaram mutirão para implantar uma área de lazer nas margens do ribeirão (AFONSO, 2017?). Esse fato indica uma mobilização significativa da comunidade, que extrapola a ação oficial do poder público. As falas a seguir, do ex-técnico da Sudecap e do membro do CBH Velhas respectivamente, entrevistados nesta pesquisa, destacam a participação e mobilização da população para a implantação das soluções alinhadas ao novo paradigma de manejo de águas pluviais:

Eu acho que as soluções vão se dar com o tempo. Não adianta um passe de mágica, com uma varinha de condão: “agora é assim e acabou”. Não vai ser uma mudança brusca de jeito nenhum. De qualquer forma, o que foi feito em termos de Drenurbs, foi uma semente que deve frutificar de alguma maneira ainda. E tem que ter a participação da população. Tem que ter lideranças comunitárias que puxam o povo, para você não ficar só dependendo do burocrata, de um técnico sentado lá na mesinha da Sudecap ou de não sei onde. Então tem que ter animadores sociais, tem que despertar isso.

Tem momentos em que nossa [CBH e Sudecap] visão coincide. Existe, por exemplo, o projeto do Parque do Onça. Ele foi muito defendido pela sociedade, principalmente pelos moradores do Ribeirão de Abreu. Nós [CBH]

passar por um processo de avaliação pelas entidades envolvidas, que incluíam a Associação Mineira de Defesa do Ambiente (Amda).

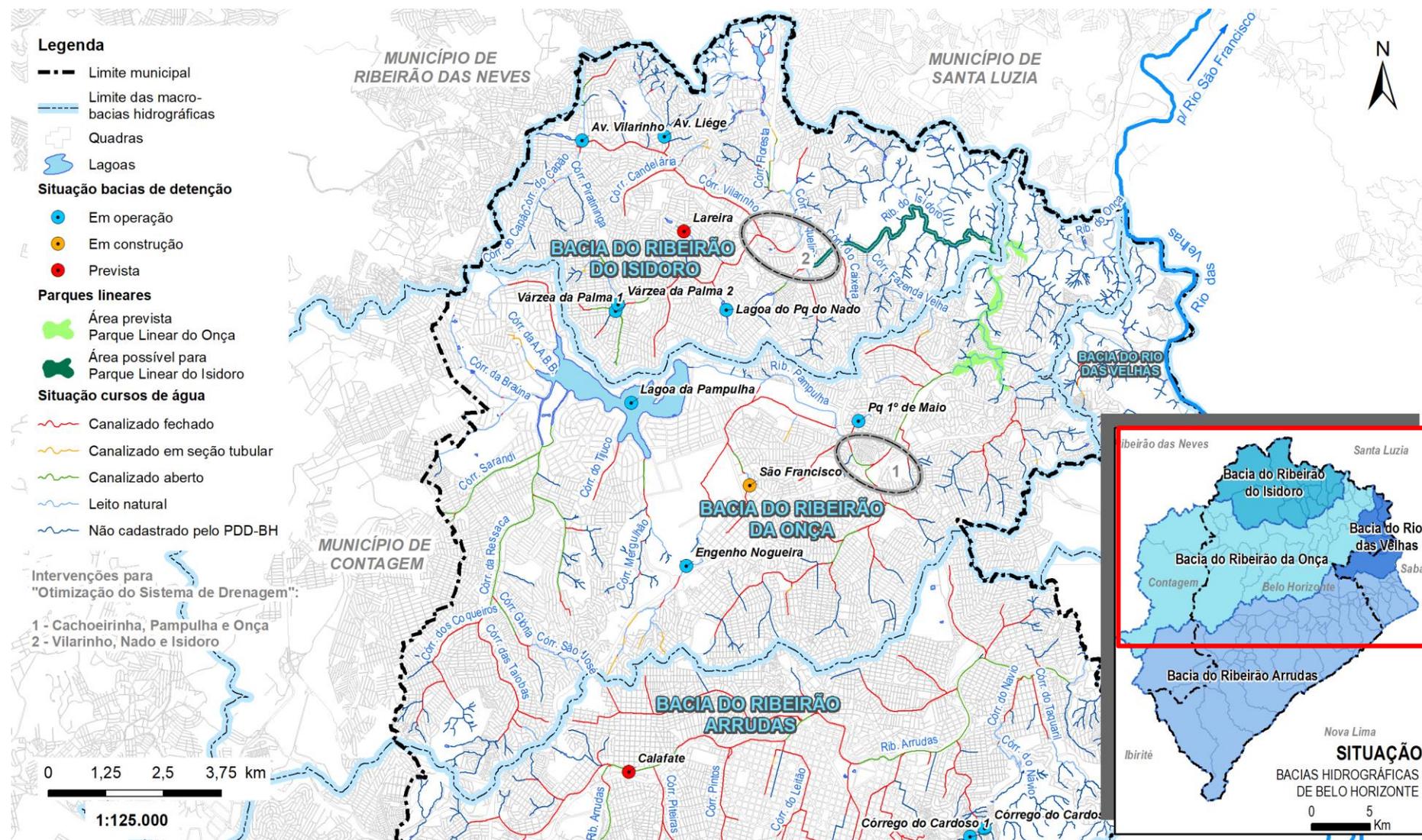
¹⁷⁰ Estima-se que será necessária a remoção de cerca de 1.300 famílias (AFONSO, 2017?). Esse valor, assim como a estimativa de desapropriações, poderá ser alterado quando da revisão da mancha de inundação pela Sudecap (PBH, 2014). A remoção de parte desses domicílios já foi realizada.

apoiamos essa luta. Tem o movimento *Deixe o Onça Beber Água Limpa...* Mas algumas vezes ainda temos embates do ponto de vista do conceito.

Ao contrário das restaurações fluviais executadas em Belo Horizonte no âmbito do Drenurbs, o Parque do Onça está situado na porção de jusante de bacia hidrográfica (Figura 72). Sendo assim, o trecho fluvial a ser restaurado tem área de contribuição significativa (aproximadamente 221,38 km², equivalente à bacia do ribeirão da Onça), que inclusive abrange território pertencente a mais de um município (Belo Horizonte e Contagem) e uma população urbana de cerca de 1,3 milhão de habitantes (CBH Rio das Velhas, 2016). Há, portanto, a demanda por um arranjo de planejamento e gestão mais sofisticado em relação à experiência anterior da PBH, dos três parques lineares da primeira fase do Drenurbs. Ações distribuídas em toda a bacia hidrográfica são necessárias para dar sustentabilidade ao projeto do parque linear, sejam elas voltadas para a melhoria da qualidade das águas fluviais, uma vez que nem toda a área de contribuição tem sequer rede de coleta e interceptação de esgoto, sejam elas para garantir a segurança das áreas ribeirinhas por meio da restauração parcial do regime hidrológico.

No que se refere às possibilidades do Parque Linear do Onça configurar uma paisagem multifuncional, que cumpra outras funções urbanas além do controle do risco de inundações, e permita, por exemplo a implantação de espaços de lazer, fruição, prática de esportes e modais de transporte não motorizados, parece haver ainda um longo caminho a ser percorrido. Os técnicos da prefeitura reconhecem a importância de associar os espaços livres de uso público a funções urbanas múltiplas, para evitar a reocupação das áreas sujeitas às inundações do tempo de retorno adotado no projeto, mas as intervenções seguem ainda um viés setorial. A obtenção parcial e seriada dos recursos financeiros necessários para o tratamento de fundo de vale de trechos fluviais extensos como esse é um fator de impedimento, assim como a dificuldade de integrar as políticas setoriais pertinentes e a ação pública às iniciativas comunitárias (vide relato a seguir do técnico da Dgau entrevistado).

Figura 72: Localização dos projetos para a otimização do sistema de drenagem (1) Cachoeirinha, Pampulha e Onça e (2) Vilarinho, Nado e Isidoro



Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de PBH, 2014 e 2018d.

O projeto do Parque Linear do Onça contempla áreas de uso social, mas é algo que vai ter que ser implantado em etapas, porque a área é muito grande. Nós temos uma proposta de uma intervenção que inclua áreas de uso social, para que ajude a uma maior apropriação por parte da comunidade, inibindo invasões. Num primeiro momento, nós vamos ter recursos para fazer a obra de macrodrenagem, para disciplinar minimamente a condução das águas naquele trecho, que vai ficar em leito aberto, o plantio de mata ciliar e cercamento da área. As remoções já estão acontecendo. A Urbel que está fazendo o trabalho técnico social lá. Foi feito um mapeamento, que caracterizou o risco em níveis: baixo, médio, alto e muito alto. As áreas de risco muito alto estão sendo liberadas.

O segundo caso consiste em solução ainda em fase de anteprojeto, para mitigar as inundações constantes ao longo da Avenida Vilarinho, sobretudo na confluência com a Avenida 12 de Outubro¹⁷¹. Nesse trecho tem havido registros de óbitos nos últimos eventos pluviométricos intensos e o atual prefeito, Alexandre Kalil, se comprometeu a “solucionar definitivamente” este problema ainda em seu mandato. Em novembro de 2018, foi então criado um *Comitê Estratégico de Emergência* para esse fim. Uma única empresa de engenharia apresentou sugestão de solução técnica, segundo a PBH (2018d).

A solução proposta consiste na construção das seguintes estruturas: dois túneis para desviar as vazões excedentes dos córregos Vilarinho e do Nado, estrutura hidráulica na confluência desses dois cursos de água, aberturas na cobertura dos canais existentes, uma bacia de detenção *in-line* no córrego Floresta, a jusante, para reter o volume de água que será conduzido pelos túneis, e um viaduto sobre essa bacia. O orçamento preliminar totaliza R\$ 300 milhões. São, portanto, intervenções de caráter estrutural, voltadas para acelerar o escoamento das águas pluviais no trecho crítico desses fundos de vale, já totalmente urbanizados e cujas áreas de contribuição são densamente ocupadas. De maneira similar à solução já descrita para a confluência entre o ribeirão Pampulha e o córrego Cachoeirinha, essas intervenções alterarão a dinâmica das vazões a jusante, provocando impacto significativo, a ser avaliado, mas que, conceitualmente, contrariam uma das principais premissas do PDDBH e do Drenurbs. Ciente desse impacto, a PBH está considerando a possibilidade de implantar parque linear ao longo do ribeirão Isidoro, assim como foi previsto para o trecho do ribeirão da Onça. Entretanto, há uma importante condicionante para o projeto em pauta, que o difere

¹⁷¹ Essas duas vias são importantes na articulação da Regional Venda Nova de Belo Horizonte e do vetor norte da RMBH. Elas foram implantadas sobre os córregos Vilarinho e do Nado, cursos de água que dão origem ao ribeirão do Isidoro, principal afluente do ribeirão da Onça.

da situação do fundo de vale do Baixo Onça, que é a não ocupação e urbanização da maior parte das margens do ribeirão Isidoro. Essa situação poderá ser alterada rapidamente, tendo em vista o processo de ocupação informal das áreas de cabeceiras de córregos afluentes desse curso de água na última década¹⁷².

O projeto para a bacia do Vilarinho deverá iniciar em breve os estudos ambientais para o requerimento da Licença Prévia junto ao Comam. Todavia, o debate acerca do projeto já se iniciou, por meio de espaços institucionalizados de participação popular, como os plenários do CBH Rio das Velhas e do Comusa. Representantes desse CBH têm se posicionado contra a solução apresentada, defendendo a necessidade de um estudo hidrológico-hidráulico preliminar abrangendo toda a área de contribuição dos córregos Vilarinho e do Nado, que contemple alternativas, inclusive medidas compensatórias concentradas e difusas, dentre elas até mesmo a descanalização. A área de contribuição em pauta tem diversas bacias de retenção implantadas pela PBH desde o final dos anos 1990, e a análise de sua eficiência e de melhorias em sua manutenção e operação são inclusive solicitações do CBH para embasar a solução que está sendo proposta¹⁷³.

Outro ponto de debate importante presente nesse projeto é o discurso do atual prefeito, que veicula as obras de macrodrenagem propostas como a solução definitiva para as inundações desse trecho crítico (2018d), enquanto técnicos da PBH e membros do CBH ressaltam a impossibilidade desse viés assertivo, tão característico do tradicional paradigma de drenagem pluvial. Em contraposição, eles enfatizam o grau de incerteza dos eventos pluviométricos atuais e futuros diante do cenário das mudanças climáticas, assim como o conceito básico de dimensionamento de estruturas hidráulicas, baseado no tempo de retorno adotado no projeto, para o qual sempre corresponderá um nível de risco associado às chuvas com menor probabilidade de ocorrência. Nesse sentido, apesar da continuidade e dos resultados positivos da política de gestão do risco implementada no município

¹⁷² No bairro Granja Werneck, a partir de 2013, as áreas de cabeceira dos córregos da Terra Vermelha e dos Macacos têm sido ocupadas por um conjunto de assentamentos informais, denominados Rosa Leão, Esperança e Vitória, configurando as Ocupações da Izidora. Em 2014, elas totalizavam 4.170 famílias ocupantes e, em 2016, estimativas indicavam 8.000 famílias. A proposta de ocupação formal dessa região passou então a ser negociada entre Estado, proprietário das terras e incorporadora imobiliária, prevendo-se a implantação de empreendimento no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida, com cerca de 11.000 apartamentos, e demandando a remoção forçada das famílias já instaladas (RODRIGUES, 2016).

¹⁷³ Esses pontos foram debatidos durante a reunião ordinária do Comusa realizada em 26/03/2019.

ao longo dos últimos 20 anos, conforme descrito no item 4.2, o desenvolvimento da cultura do risco é constantemente ameaçado pelo discurso imediatista inerente aos mandatos de governo. As grandes obras de macrodrenagem, inclusive de bacias de retenção, também atendem aos interesses das empreiteiras, importantes atores no financiamento das campanhas políticas e, conseqüentemente, no *lobby* pelo controle de enchentes via medidas estruturais concentradas. Isso acaba por inviabilizar o desenvolvimento de ações de médio e longo prazo voltadas para a mitigação dos impactos gerados pela urbanização sobre o ciclo hidrológico, dentre as quais destaco o desafio da implantação das técnicas compensatórias difusas e daquelas não estruturais.

Além desses dois grandes projetos em fase de elaboração e implantação, há também pequenos parques lineares implantados pontualmente pela iniciativa privada como medida compensatória vinculada a empreendimentos de impacto. A Figura 73 ilustra o caso de um grande condomínio residencial no bairro Havaí, construído junto ao córrego Cercadinho, afluente da margem esquerda do ribeirão Arrudas. O empreendedor promoveu o tratamento de fundo de vale em um curto trecho, limdeiro ao empreendimento e, portanto, conveniente devido à valorização imobiliária dele decorrente como amenidade ambiental. Essa requalificação foi implantada sem qualquer conexão com ações a jusante e a montante e, assim, tem pouca possibilidade de se sustentar ao longo do tempo e de gerar um efeito estruturador na paisagem. Ao mesmo tempo, o modelo de gestão desses espaços, que cabe ao poder público municipal via a Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica, está saturado, pois a prefeitura alega não ter recursos financeiros suficientes para a manutenção dos inúmeros espaços livres de uso público, tradicionalmente cercados e monitorados (Figura 74).

Figura 73: Vista aérea do Parque Estrelinha – destacado em vermelho - implantado em trecho do córrego Cercadinho como medida compensatória pelo empreendimento residencial contíguo



Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de sítio web Google Maps.

Figura 74: Vistas internas do Parque Estrelinha, implantado em trecho do córrego Cercadinho como medida compensatória pelo empreendimento residencial contíguo



1 – Guarita padrão instalada no acesso dos parques municipais de Belo Horizonte.



2 – Pista de caminhada com 1.700 m de extensão, na margem do córrego Cercadinho



3 – Pista de caminhada e via de acesso e manutenção. À esquerda, muro de divisa com o empreendimento Aqua Clube Residencial.



4 – Áreas de jardim do parque. Ao fundo, uma das três torres que compõem o empreendimento Aqua Clube Residencial.

Fonte: a autora, 2019.

Concluo com a reflexão transcrita abaixo do professor da Escola de Arquitetura da UFMG entrevistado em julho de 2018, acerca do balanço necessário entre as ações locais e as diretrizes de caráter mais amplo, oriundas das políticas públicas. Esse pode ser um caminho para avançarmos na escala das experimentações associadas à implantação da trama verde e azul e de um padrão de urbanização menos predatório em relação ao meio ambiente de maneira geral, inclusive com reflexos positivos rumo à justiça socioambiental.

A ideia do planejamento integrado - tentar solucionar as diversas demandas com soluções integradas - continua sendo minha bandeira. Entretanto, tenho pensado na inversão da lógica: ao invés de um planejamento centralizado pensado para toda a cidade, tal como fez o Drenurbs, que buscou implementar uma política para o município como um todo, ainda que foram propostas obras dispersas, pontuais, que emplaca um conceito e é inserido no Plano Diretor, pensar em atuar na escala mais local. Tenho observado a turma que defende o *microurbanismo*, em investir em soluções mais localizadas, mas tendo em vista a escala mínima da microbacia, ainda que ela não explique a dinâmica da organização social. (...) Tem que trabalhar com as pessoas, mas não no sentido da simples cooptação, mas em uma forma de engajamento onde se consiga dar respostas concretas e completas para as demandas que elas têm. Nosso planejamento ainda tem circunstâncias e ferramentas muito precárias. O buraco é mais embaixo, somos pobres e não temos os direitos básicos garantidos. Mas isso não é justificativa para não fazermos nada. (...) Sugiro como exercício de reflexão: pensar se as soluções projetuais pontuais sobrevivem no tempo, a uma lógica que se pretende mais integral, mais natural e menos intervencionista. Do ponto de vista da apropriação social da natureza, temos defendido uma forma mais harmônica de fazê-lo, seja via agricultura urbana, ou de formas de utilização dessas áreas para lazer, seja da simples incorporação dessas áreas ao paisagismo ou reinserção dessas áreas na paisagem da cidade, ou mesmo até da mercantilização da natureza para fins de captura da *mais valia* imobiliária. Para mim tanto faz, o importante é este momento de questionamento do padrão de urbanização no qual estamos. Precisamos usar de todas as formas para contrapor-la, pois ela é totalmente predatória

em relação à preservação dos recursos naturais. É uma fase de experimentação a partir de críticas de modelos, mas vejo pouca experimentação dos modelos alternativos como forma de avançarmos numa possível disseminação. São muitos conflitos de interesse envolvidos, mas vejo como elemento fundamental o enfrentamento deles.

Apesar de todas as divergências apontadas entre discurso e prática, entre o planejamento e a gestão, entre os planos e programas e os projetos e obras na experiência recente de Belo Horizonte, importantes avanços foram identificados no manejo das águas pluviais, tais como: a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, o desenvolvimento de uma cultura do risco, as iniciativas de pesquisa voltadas para as medidas compensatórias difusas, a implantação de um sistema de monitoramento hidrológico, a aproximação com os instrumentos urbanísticos, a implantação de bacias de retenção e de pequenos parques lineares. O PDDBH e o Drenurbs conformaram o momento de inflexão em relação aos conceitos de drenagem no município, ainda que eles não tenham sido incorporados pela maioria das ações práticas das iniciativas pública ou privada. Os próprios projetos originais do Drenurbs foram sendo adaptados aos recursos financeiros, humanos e técnicos disponíveis para as obras nas bacias hidrográficas que fazem parte do programa. Assim, as possibilidades de restauração fluvial foram reduzidas em muitas bacias a tratamentos alternativos das calhas dos cursos de água em relação ao seu tamponamento, mas sem abranger múltiplas funções urbanas e, portanto, uma efetiva integração à paisagem e à vida cotidiana. O desafio atual é a ampliação das experiências alternativas, que de fato busquem uma visão integrada das soluções na bacia hidrográfica, articulando ação pública, privada e comunitária e as políticas setoriais. A Figura 75 sintetiza essa evolução, com base nos principais pontos levantados nesta pesquisa.

Figura 75: Evolução da drenagem urbana em Belo Horizonte

1890	até 1980	1980	1990	2000	2010	FUTURO
Crença no controle dos cursos de água pela técnica	Canalização via Método Racional para implantação de vias radiais e incorporação imobiliária	Início de uma visão crítica da política de drenagem (Plambel)	Adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão	Início da adoção sistemática de bacias de retenção	Conceito de infraestrutura verde inserido no planejamento metropolitano e municipal	Medidas de controle em diferentes escalas (pontuais e difusas) associadas a múltiplas funções urbanas
Afastamento rápido das águas pluviais e servidas	Poucas obras de reservação (Pampulha, Acaba Mundo e Leitão)	Saneamento e meio ambiente como direitos humanos e dimensões da cidadania	Canalização para interceptação de esgoto e melhoria da qualidade de vida da população	Canalização associada a amenidades de «tratamento de fundo de vale»	Projeto de parques lineares estruturantes	Operação em tempo real/ sistemas de previsão e alerta
Ausência de coleta e tratamento de esgoto	Visão setorial, tecnicista e autoritária		Tratamento urbanístico de áreas remanescentes de canalização	Parques lineares pontuais	Sistema de monitoramento hidrológico e hidráulico	Comunicação social e educação ambiental amplas
	Saneamento restrito a abastecimento de água e coleta de esgoto		Início do desenvolvimento da cultura do risco	Retomada do planejamento metropolitano	Projetos hidroambientais (CBH Velhas)	Ações autônomas coordenadas na bacia hidrográfica pela iniciativa pública e/ou comunitária (gestão compartilhada)
			Interface drenagem e planejamento urbano (Plano Diretor e nova LPOUS)	Política municipal de saneamento (controle social e intersectorialidade)	Difusão de medidas de controle na fonte, via licenciamento de empreendimentos de impacto	
			Novos métodos de cálculo hidrológico e hidráulico	Tratamento de esgoto (poluição concentrada)		Resiliência e adaptação
			Saneamento incorpora manejo de águas pluviais e resíduos sólidos	Pesquisas voltadas para medidas de controle difusas		
				Comunicação social e educação ambiental restritas à população das áreas de intervenção		


NOVO PARADIGMA MANEJO ÁGUAS PLUVIAIS

Fonte: elaborado pela autora, 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da incorporação dos conceitos abrangidos pelo novo paradigma de drenagem pluvial pelas políticas públicas implantadas em Belo Horizonte nas últimas duas décadas permitiu identificar em um caso concreto os desafios inerentes à mudança de paradigma descritos por Thomas Kuhn (1996). Emplacar novas ideias e práticas da ciência e tecnologia demanda tempo – muitas vezes algumas gerações – e o enfrentamento de conflitos de interesse dos atores envolvidos. Como destacado por Andrew Feenberg (1999; 2009), o desenvolvimento científico e tecnológico não é neutro, pois sempre estará impregnado dos valores e das contradições da sua circunstância histórica. Essa condição é ainda mais crítica na análise da inserção dos conceitos via políticas públicas, como evidencia a abordagem de Frey (2000). No caso em pauta, a crise socioambiental instalada nas cidades, a partir da adoção do modelo de gestão das águas urbanas inaugurado com o conceito higienista em meados do século XIX e fortemente reforçado durante o século XX pela etapa da racionalização (SILVEIRA, 1998), já é evidente e consensual na atualidade. Ainda assim, as técnicas emergentes de manejo de águas pluviais urbanas para mitigar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico terrestre seguem acompanhadas do adjetivo “alternativas” e não alcançam aplicação generalizada.

A busca por uma infraestrutura de drenagem urbana mais sustentável, assim como outras questões socioambientais a serem enfrentadas rumo a novos padrões de urbanização, está inserida no amplo (e contraditório) conceito de desenvolvimento sustentável, como discutido no item 3. Nesse sentido, o debate técnico para avançar rumo à superação do modelo tradicional de cidade afirmado na modernidade deve ser indissociável de questões mais amplas, afetas ao desenvolvimento socioeconômico, conforme defendido pela ecologia política.

Este estudo buscou apontar as dificuldades, contradições e caminhos dessa transição no contexto da cidade de Belo Horizonte. As iniciativas do governo local estão relacionadas a um contexto geográfico e político mais amplo, dialogando com diretrizes metropolitanas, do comitê de bacia hidrográfica, estaduais, federais ou mesmo internacionais, seja no sentido de reforçá-las ou de contrariá-las. Ainda assim, o foco na gestão municipal é fundamental, por se tratar, como visto no item 4.1, do ente federativo responsável pelo manejo das águas pluviais urbanas, bem

como dos demais componentes do saneamento básico. Contudo, a articulação entre os diferentes níveis de governo e escalas do planejamento e gestão é importante, considerando que normalmente a dinâmica da circulação das águas, sedimentos e poluentes extrapola os limites municipais, demandando que os problemas sejam considerados no âmbito do território da bacia hidrográfica referente aos cursos de água de maior porte. É necessário o reforço da capacidade de planejamento e gestão dos entes responsáveis por essas múltiplas escalas, tal como preconizado pelo Plansab (2014), de modo a garantir uma visão mais abrangente, coerente com as ideias do paradigma emergente de drenagem urbana, para além das medidas estruturais (obras físicas de engenharia). Tal visão também é imprescindível para gerar obras com caráter multifuncional sustentáveis ao longo do tempo.

A trajetória da Prefeitura de Belo Horizonte registra avanços significativos nesse sentido nos últimos 20 anos. Esses avanços foram possíveis a partir da circunstância decorrente do processo de redemocratização no país, que permitiu a pactuação de diretrizes de desenvolvimento nacional no âmbito das políticas setoriais analisadas, que foram expressas nos arranjos normativo e institucional (*polity*) desenvolvidos nos anos que sucederam a CF de 1988, primeiramente em nível federal e, posteriormente nos estados e municípios. Em alguns momentos, contudo, alguns entes federativos se estruturaram à frente do governo federal em determinados campos.

Esse foi o caso de Belo Horizonte, que, em vista da continuidade das gestões democrático-populares nos anos 1990 e 2000 e do legado técnico do Plambel, logrou uma conjuntura favorável para estruturar o planejamento em nível local. A tradução da *polity* em uma agenda pública efetiva (*policy*) está condicionada à capacidade de planejamento e gestão dos titulares dos serviços e do papel de coordenação e apoio da União e dos Estados para que ela seja implementada conforme os princípios normativos. Belo Horizonte, uma das maiores cidades do país, é claramente uma exceção no panorama dos municípios brasileiros que, conforme demonstrado por Caldas (2018) têm, em sua maioria, recursos financeiros, técnicos e humanos muito aquém das suas obrigações como entes federativos. Na perspectiva histórica traçada, o Governo do Estado de Minas Gerais teve papel pouco relevante¹⁷⁴. Por outro lado, as esferas de planejamento e gestão regionais

¹⁷⁴ Em parte, isso se deve ao fato de Belo Horizonte ser uma das maiores cidades do país e contar com uma capacidade de planejamento e gestão bastante desenvolvida. Provavelmente, os

(RMBH e CBH Velhas) tiveram momentos históricos de protagonismo em relação à experiência de Belo Horizonte.

O desenvolvimento municipal nas políticas setoriais analisadas neste trabalho, associado à interface da Sudecap com os departamentos de engenharia sanitária e ambiental, hidráulica e recursos hídricos da Escola de Engenharia da UFMG, permitiu que os principais pontos do estado de crise da infraestrutura de drenagem implantada em Belo Horizonte desde sua concepção como nova capital de Minas Gerais fossem analisados e sistematizados no PDDBH, elaborado entre 1999 e 2004. O principal resultado desse plano foi o Programa Drenurbs, viabilizado por meio de recursos do BID e da PBH, que concebeu soluções para os cursos de água da cidade que ainda permaneciam em leito natural e atravessavam áreas urbanizadas. O potencial desses trechos fluviais para a qualificação da paisagem urbana num sentido amplo, envolvendo mobilização, participação e educação ambiental das comunidades da bacia hidrográfica elementar, ampliação dos serviços de saneamento e das áreas verdes e de uso público e mitigação dos riscos de inundação, foi explorado e efetivamente implantado nas três primeiras intervenções do programa, que funcionam ainda hoje como uma “vitrine” na visão da gestão municipal: as bacias hidrográficas dos córregos Baleares, Primeiro de Maio e Nossa Senhora da Piedade. As intervenções seguintes – bacias dos córregos Bonsucesso e Engenho Nogueira – envolveram áreas muito mais amplas que as obras anteriores e, conseqüentemente, enfrentaram dificuldades financeiras para cumprir o escopo inicialmente previsto. Áreas de uso social associadas às estruturas hidráulicas de amortecimento de cheias (bacias de detenção) e ao longo dos cursos de água tratados, que eram uma premissa do Drenurbs, não foram implantadas. Com os recursos adicionais obtidos posteriormente junto ao BID e à União, as intervenções na bacia do córrego Bonsucesso estão sendo continuadas.

A conjuntura que deu origem ao Drenurbs foi alterada com o lançamento do PAC em 2007. Os projetos originais elaborados pela Sudecap para as bacias elementares que faziam parte do programa foram sendo adaptados para se enquadrarem nas linhas de financiamento disponibilizadas pelo governo federal. As grandes obras, abrangendo remoção e reassentamento de grande número de

municípios mineiros de menor porte têm sua trajetória de desenvolvimento das políticas públicas setoriais analisadas neste trabalho muito mais dependente do arcabouço da *polity* instituída em âmbito estadual. Tal hipótese demanda uma verificação mais cautelosa e aprofundada.

famílias de vilas e favelas e construção de bacias de detenção e eixos viários ao longo dos fundos de vale – as avenidas sanitárias previstas nos sucessivos planos viários do município - foram priorizadas em relação às intervenções de caráter pontual e viés socioambiental. Os reflexos socioambientais positivos se restringiram à ampliação massiva das redes de coleta e interceptação de esgoto¹⁷⁵.

Nos últimos anos o uso do termo “tratamento de fundo de vale” se difundiu no Brasil, inclusive por meio de documentos elaborados pelo Ministério das Cidades, buscando apontar alternativas de projeto às avenidas sanitárias. Em Belo Horizonte, ele tem sido aplicado em um amplo espectro, sendo usado para se referir desde a soluções de restauração fluvial que priorizam a recuperação (ainda que parcial) das planícies de inundação associada a funções urbanas, por exemplo através da implantação de parques lineares, até a tradicional canalização em seção aberta dos cursos de água e implantação de pistas veiculares em suas margens, com mais ou menos espaço para amenidades urbanísticas, como ciclovias, canteiros vegetados e calçadas arborizadas (Figura 76). A meta de “sanear” essas áreas segue presente, pois normalmente os fundos de vale remanescentes em leito natural carecem de redes e serviços de saneamento e encontram-se ocupados por moradias precárias. As soluções de reassentamento são pasteurizadas e atendem aos interesses das grandes construtoras, cuja aliança com o Estado foi reforçada a partir do lançamento do Programa Minha Casa Minha Vida.

O desafio projetual para os fundos de vale remanescentes em leito natural envolve, portanto, a difícil conciliação entre aspectos sociais e ambientais, entre a necessidade de recuperar o espaço natural da dinâmica fluvial e, ao mesmo tempo, atender às demandas inerentes à qualidade de vida da população, tais como habitação, saneamento, acessibilidade e lazer. À gestão municipal cabe administrar esses conflitos de interesse, atuando de forma técnica e política, susceptível às diferentes escalas de influência e poder dos atores urbanos implicados. Por isso, o controle social das políticas públicas é de extrema relevância, por meio dos espaços de participação (institucionalizados ou não).

¹⁷⁵ A melhoria da acessibilidade e das condições de habitação da população diretamente afetada pelas obras do PAC e daquela inserida no seu entorno também foram pontos positivos nesse sentido. Todavia, eles poderiam ter sido potencializados através de soluções projetuais que explorassem modais de transporte não motorizados no fundo de vale, deixando as pistas de rolamento para as vias de meia encosta, bem como formas de autoprodução das unidades habitacionais, que permitiriam conferir maior diversidade tipológica e adequabilidade aos modos de morar.

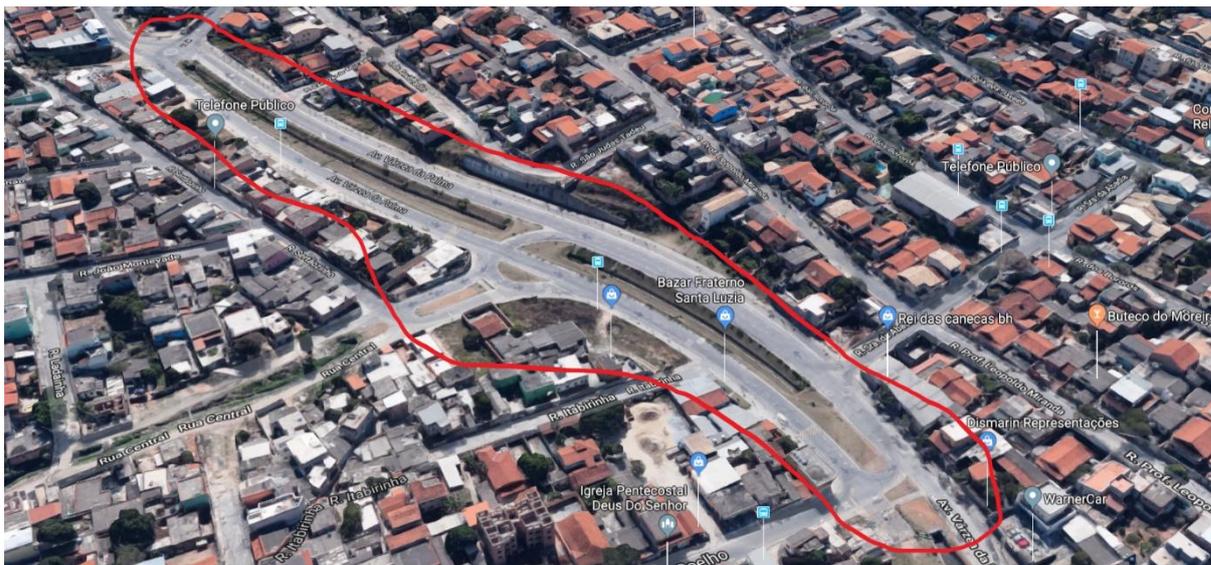
Figura 76: Vistas aéreas de diferentes intervenções em cursos de água realizadas em Belo Horizonte nos últimos 15 anos, sob a denominação de “tratamentos de fundo de vale”



1 – Parque Municipal Nossa Senhora da Piedade, inaugurado em 2008, integrando a primeira fase do Drenurbs, mais próxima às premissas (discurso) desse programa.



2 – Obras realizadas pelo PAC na Avenida Belém e concluídas em 2010: intervenção intermediária, entre o parque linear e a avenida sanitária.



3 - Avenida Várzea da Palma, concluída em 2013 pelo PAC: tradicional solução da avenida sanitária com canalização do córrego homônimo em seção aberta.

Fonte: elaborado pela autora, 2019, a partir de adaptação de sítio web Google Maps.

Conforme preconizado pelo BID, além das intervenções estruturais o Drenurbs abrangeu ações voltadas para o fortalecimento institucional da PBH para o tratamento das questões relacionadas ao manejo das águas pluviais urbanas. Tais iniciativas têm auxiliado o desenvolvimento de uma cultura do risco no município, ou seja, a introdução do conceito de convivência com a ameaça das inundações em substituição à noção de controle absoluto da dinâmica natural das cheias pelas obras de engenharia. O trabalho de prevenção em vilas e favelas que já vinha sendo desenvolvido pela Urbel desde os anos 1990 no âmbito do Pear também foi uma importante condicionante para a disseminação desse conceito junto à população das áreas de risco. Todavia, no caso das inundações, é necessário promover ações de mobilização e comunicação mais amplas, envolvendo toda a população do município e mesmo da RMBH, tendo em vista que muitas das principais vias de Belo Horizonte estão implantadas ao longo de fundos de vale. O trabalho com a comunidade local, por meio dos NACs é fundamental, mas não é suficiente para abranger o contingente populacional que utiliza esses eixos viários.

O desenvolvimento da capacidade de resiliência e adaptação da população em relação às inundações urbanas é constantemente ameaçado pelo imediatismo da lógica de governo. Sucessivas gestões municipais seguem prometendo resolver definitivamente esse problema por meio de grandes obras de macrodrenagem, perpetuando a crença que caracterizou as intervenções nos cursos de água na cidade nos anos 1970 e 1980. A diferença é que, atualmente, as

avenidas sanitárias são associadas, em alguns casos, a bacias de retenção, inclusive para garantir um grau de segurança a esses eixos viários, como verificado no projeto da bacia de retenção do Calafate em relação ao Boulevard Arrudas.

A estruturação da política municipal de saneamento foi simultânea a das políticas nacional e estadual de recursos hídricos e ao desenvolvimento do PDDBH. Nesse momento também foram criados o Projeto Manuelzão e o CBH Rio das Velhas, importantes elementos na difusão do novo paradigma de drenagem pluvial nas bacias hidrográficas dos principais cursos de água de Belo Horizonte: os ribeirões Arrudas e da Onça. A implementação da política de saneamento municipal passou, desde sua concepção inicial, pela SMMA, Sudecap e, atualmente, está a cargo da Dgau/Smobi. Sem dúvida, em comparação à situação anterior à década de 1990, no contexto do Planasa, houve avanço notável no que se refere ao protagonismo do município na relação com a concessionária responsável pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário e à integração entre os serviços que compõem o saneamento básico e deles com as demais políticas setoriais pertinentes. O controle social também é um elemento importante, institucionalizado no município através do Comusa. Entretanto, a análise dos conflitos em torno dos projetos de macrodrenagem recentemente concluídos ou previstos em Belo Horizonte indicaram, por meio das entrevistas realizadas nesta pesquisa, que tanto a participação popular como a integração entre os órgãos da PBH e entre a gestão municipal e o CBH Rio das Velhas ainda não é satisfatória para permitir a discussão das diversas (e muitas vezes divergentes) demandas envolvidas nas intervenções em cursos de água urbanos. O arranjo institucional e os ritos processuais desde a definição das diretrizes, elaboração, detalhamento e aprovação de projeto, obra e gestão da infraestrutura e dos espaços implantados ainda são extremamente heterônomos e frágeis em relação ao jogo de influências dos atores. Mesmo o processo do licenciamento ambiental, que contempla espaços de deliberação com participação de múltiplos atores – Comam e CBH – não consegue avançar nesse sentido.

Muitas questões importantes no marco teórico do paradigma contemporâneo de manejo de águas pluviais, como o controle da poluição difusa, as medidas compensatórias na fonte e as paisagens multifuncionais ainda não estão na agenda da gestão pública de Belo Horizonte. Há avanços nas parcerias com pesquisas acadêmicas, na legislação urbanística e nos processos de licenciamento

ambiental para tentar difundi-las, mas que carecem de detalhamento técnico, ações de educação ambiental, incentivos fiscais e fiscalização.

Na presente conjuntura, a gestão municipal é pressionada pela população, pela mídia e pelo Ministério Público para dar respostas rápidas (e definitivas) a problemas que tiveram origem no passado, no paradigma tradicional de drenagem. A esse contexto soma-se nossa realidade de país periférico, com desenvolvimento via queima de etapas, que leva a uma adaptação dos conceitos associados ao novo paradigma de manejo de águas pluviais, tal como originalmente concebidos nos países centrais. Assim, por exemplo, a descanalização de cursos de água ou a aplicação de técnicas compensatórias difusas voltadas prioritariamente para o controle da poluição do que das inundações são relegadas a segundo plano ou mesmo consideradas inviáveis para a realidade atual de Belo Horizonte na visão de muitos gestores públicos.

Dessa forma, as soluções projetuais de macrodrenagem nos últimos 20 anos empreendidas em Belo Horizonte consistiram basicamente em avenidas sanitárias associadas ou não a bacias de retenção, técnica de drenagem compensatória de caráter pontual. A tradição sanitarista e rodoviarista segue presente, respaldada pelo argumento do alto custo de remoção e reassentamento necessário para implantar soluções de cunho “mais ambiental”. Os parques lineares implantados são em pequenos trechos fluviais, funcionando como uma espécie de “acupuntura urbana” e intervenções modelo. Quando não são implantados nos trechos de cabeceira, tais parques apresentam fragilidades para se sustentarem ao longo do tempo, pois a ausência de coordenação de ações na sua área de contribuição gera impactos sobre o trecho restaurado.

Paradoxalmente, a oportunidade de implantar tratamentos de fundo de vale de maior amplitude e alternativos às vias sanitárias tem sido decorrente de intervenções “tradicionais” a montante, que promovem a transferência de vazões para jusante e, conseqüentemente, expõem um maior contingente populacional de baixa renda ao risco de inundação. A remoção e o reassentamento desses domicílios são então previstos, associados à implantação de áreas de uso social, como é o caso das obras em andamento no córrego Cachoerinha e ribeirões Pampulha e da Onça e dos estudos para os córregos Vilarinho e Nado e ribeirão Isidoro. Tem-se, nas planícies dos ribeirões da Onça e Isidoro, o potencial de viabilizar uma relação entre cidade e natureza diferente daquela que predomina nos

fundos de vale de Belo Horizonte. Para tanto, é preciso associar outras funções urbanas latentes à função hidrológico-hidráulica desses espaços.

No caso do Parque Linear do Onça, um primeiro projeto foi elaborado pela Smapu e Sudecap, em conjunto com representantes das comunidades ribeirinhas, buscando uma ampla qualificação da área urbana entrecortada pelas intervenções. O projeto, contudo, já vem sofrendo adaptações pela empresa contratada para seu detalhamento, considerando a atual dificuldade de obtenção de recursos financeiros para viabilizar uma obra desse porte e a manutenção de suas instalações ao longo do tempo. O cenário de crise em relação ao modelo de implantação e gestão de espaços livres de uso público em Belo Horizonte, ilustrado pelo Parque do Onça, que se soma à circunstância atual de questionamento do paradigma tradicional de manejo de águas pluvial e de abordagem das águas urbanas como um todo, deve ser enfrentado por meio de mudanças mais amplas.

O que está em xeque é o caráter massificante e predatório do modelo de desenvolvimento característico do projeto de modernidade determinado pela aliança entre capital e Estado. Por isso, é fundamental questionar a quem não interessa essa mudança de paradigma¹⁷⁶. O *lobby* pelo controle de enchentes, identificado por Davis (2001) na conjuntura do *New Deal* em Los Angeles na década de 1930, encontra certa similaridade na história brasileira recente, no surto desenvolvimentista alavancado pelo PAC, que atendeu aos interesses de grandes empreiteiras nacionais. No caso de Belo Horizonte, a mudança da origem dos investimentos (do BID para o governo federal) acarretou impactos na política de manejo de águas pluviais, ainda que órgãos de financiamento brasileiros, como a CEF, tenham incorporado conceitos similares àqueles dos órgãos de fomento internacionais no discurso e nos termos de referência, tais como mobilização e participação social e educação ambiental. Entretanto, são obras estruturais de grande porte que não logram envolver a população efetivamente no processo de decisão (projeto), implantação e operação da infraestrutura instalada. Assim, as medidas/técnicas difusas, adaptadas à realidade local (inclusive nos casos das ocupações informais) e dependentes muito mais do engajamento da população e de uma estrutura de planejamento e gestão urbana compartilhada (que articule ações

¹⁷⁶ Esse foi um importante questionamento lançado pela Profa. Margarete Maria de Araújo Silva, durante a discussão do projeto desta dissertação no Seminário de Dissertação do NPGAU em outubro de 2018, e que incorporo nesta conclusão.

centralizadas e públicas com ações descentralizadas e cidadãos) do que de grandes intervenções estruturais, seguem menosprezadas sob o discurso de que a ocupação já está “consolidada”, mesmo nos casos em que a opção pelas grandes obras acarretam a completa substituição do tecido urbano.

Algumas ideias e experiências na esfera técnica e estatal foram resgatadas nesta pesquisa para apontar possíveis caminhos para a superação da relação predatória da cidade com suas águas. A dinâmica natural da circulação das águas e sedimentos demanda a coordenação das ações empreendidas na bacia hidrográfica, que normalmente cabe ao governo na modernidade, por meio da articulação entre as diferentes escalas de planejamento e gestão e as políticas setoriais relacionadas. Essas iniciativas públicas devem estimular e abranger as ações pontuais (descentralizadas) cidadãos. Entretanto, como apontado por Frey (2000), a institucionalização via sistemas político-administrativos não é o único caminho para o progresso e iniciativas populares podem ser resgatadas ou despertadas e articuladas sem a mediação do Estado. Interessa, nesse momento de crise e possível transição, o incentivo às diversas iniciativas que permitam experimentar possibilidades para a melhoria da qualidade do meio ambiente urbano.

Como um desdobramento possível para esta pesquisa, vislumbro a possibilidade de realização de estudos de caso comparados com outras cidades de grande porte, no Brasil e no mundo, para identificar em que medida os desafios para a difusão do novo paradigma de manejo de águas pluviais urbanas se assemelham e quais os caminhos traçados para superá-los. Outras possibilidades de investigação envolvem o aprofundamento na dimensão processual das políticas públicas (*politics*), buscando explicitar a trama de interesses em jogo nessa mudança necessária de pensamento e ação, tendo em vista que a água é um bem comum e um caminho para o resgate da socrionatureza.

REFERÊNCIAS

ABRHidro – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. **Carta de Recife**. XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Recife, 1995. Disponível em <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?P1=2&P2=115&P3=121&P1T=institucional&P2T=cartas&P3T=recife_1995>. Consulta em ago. 2018.

_____. Institucional. Disponível em: <<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php>>. Consulta em ago. 2018.

ACSELRAD, Henri. Introdução e Sentidos da Sustentabilidade Urbana. In: ACSELRAD, Henri (org.). **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001a. p. 21-55.

_____. Políticas ambientais e construção democrática. In: VIANA, Gilney; SILVA, Marina; DINIZ, Nilo; FALEIRO, Airton. (orgs.). **O desafio da sustentabilidade: um debate sócio-ambiental no Brasil**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2001b.

AFONSO, Andrea Scalon; MAGALHÃES, Maria Cristina Fonseca. Programa Vila Viva: Intervenção estrutural em assentamentos precários In: **Revista Urbanização & Habitação**. Nº 1. Belo Horizonte: Urbel, 2014. p. 31 – 36.

AFONSO, Juliana. Um parque às margens do rio: o trabalho comunitário para transformar o Ribeirão do Onça em parque linear. In: **Jornal O Beltrano**, [2017?].

Águas da Pampulha – Consórcio de Recuperação da Bacia da Pampulha. Disponível em: <<http://aguasdapampulha.org/home>>. Consulta em fev. 2019.

ALMEIDA, Luiz Felype Gomes de. O estatuto da cidade e o cumprimento da função social da propriedade: o que ficou, para onde vai? In: **Anais do XVI ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR**. Belo Horizonte, maio de 2015.

ANTUNES, Livia. Governança e governabilidade dos Comitês de Bacia Hidrográfica – uma leitura crítica da estrutura participativa. In: RANDOLPH, Rainer *et al.* (orgs.). **Consórcios Intermunicipais e Comitês de Bacia Hidrográfica: suas potencialidade e limitações para formular agendas de desenvolvimento regional no Brasil**. Rio de Janeiro: Hexis Editora, 2019.

APCBH – Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte. **História de bairros [de] Belo Horizonte**. Coleção Regionais. Belo Horizonte, APCBH; ACAP-BH, 2008 a 2011.

ARANTES, Pedro Fiori. Da (Anti)Reforma Urbana brasileira a um novo ciclo de lutas nas cidades. In: **Correio da Cidadania**, 08/Nov/2013.

ARAÚJO, Rogério P. Zschaber. 2009. **Contradições e possibilidades da regulação ambiental no espaço urbano**. Tese (Doutorado em Geografia). UFMG, Belo Horizonte.

ARAÚJO, Rogério P. Zschaber, COSTA, Heloisa Soares de Moura. Articulating nature, culture and urbanization: an experience of metropolitan planning in Belo Horizonte, Brazil. In: **AESOP Annual Congress**. Lisboa, 2017.

ARAÚJO, Rogério P. Zschaber; DUARTE, Simone M. Cancellia; PINHEIRO, Cristiane Borda. Plano de Gestão como estratégia integradora das ações de proteção do patrimônio cultural: a experiência do Conjunto Moderno da Pampulha. In: **Anais do 4º Colóquio Ibero-Americano Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto**. Belo Horizonte, 2016.

AROEIRA, Ricardo. **Recuperação Ambiental de Bacias Hidrográficas: a experiência de Belo Horizonte**. Apresentação realizada no II Seminário Internacional sobre Revitalização de Rios. Belo Horizonte, maio/2010.

BALTAZAR, Ana Paula; KAPP, Silke. Against determination, beyond mediation. In: KOSSAK, Florian *et al.* (Org.). **Agency: working with uncertain architecture**. Abingdon: Routledge, 2010.

BAPTISTA, Márcio; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. **Técnicas compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005.

BAPTISTA, Márcio; CARDOSO, Adriana. Rios e Cidades: uma longa e sinuosa história. In: **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p.124-153, Jun./Dez. 2013.

BAPTISTA, Márcio; PÁDUA, Valter Lúcio de (editores). **Restauração de sistemas fluviais**. Barueri, SP: Manole, 2016.

BELO HORIZONTE. **Lei nº 7.165, de 27 de agosto de 1996**. Institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 1996a.

_____. **Lei nº 7.166, de 27 de agosto de 1996**. Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município. Belo Horizonte, 1996b.

_____. **Lei nº 7.277, de 17 de janeiro de 1997**. Institui a licença ambiental e dá outras providências. Belo Horizonte, 1997.

_____. **Lei nº 8.137, de 21 de dezembro de 2000**. Altera as leis nº 7.165/96 e 7.166/96, ambas de 27 de agosto de 1996, revoga a lei nº 1.301/66 e dá outras providências. Belo Horizonte, 2000.

_____. **Lei nº 9.037, de 14 de janeiro de 2005**. Institui o plano de ação - Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha - PROPAM - em Belo Horizonte, e regulamenta as ADEs da Bacia da Pampulha, da Pampulha e Trevo, em conformidade com as leis nºs 7.165/96 e 7.166/96. Belo Horizonte, 2005.

_____. **Lei nº 9.959, de 20 de julho de 2010**. Altera as leis nº 7.165/96 - que institui o plano diretor do município de Belo Horizonte - e nº 7.166/96 - que estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município -, estabelece normas e condições para a urbanização e a regularização fundiária das zonas de especial interesse social, dispõe sobre parcelamento, ocupação e uso do solo nas áreas de especial interesse social, e dá outras providências. Belo Horizonte, 2010.

_____. **Decreto nº 14.594, de 30 de setembro de 2011.** Regulamenta o processo de licenciamento integrado de empreendimento de impacto, bem como o processo de licenciamento urbanístico, no Município de Belo Horizonte e institui a Comissão de Interface para Orientação e Acompanhamento do Processo de Licenciamento de Empreendimentos de Impacto. Belo Horizonte, 2011.

_____. **Projeto de Lei nº 179/2017.** Institui o Programa de Incentivo à Sustentabilidade Urbano, denominado “IPTU Verde”, que estabelece o desconto progressivo no IPTU de imóveis que adotarem medidas de redução de impacto ambiental e eficiência energética. Belo Horizonte, 2017.

_____. **Decreto nº 16.681, de 31 de agosto de 2018.** Dispõe sobre a organização da Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura. Belo Horizonte, 2018a.

_____. **Substitutivo-Emenda nº 132 ao Projeto de Lei nº 1.749/2015.** Aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte e dá outras providências. Belo Horizonte, 2018b.

BISWAS, Asit K. *et al.* **Water Quality Management in the Americas.** The Netherlands: Springer Berlin Heidelberg New York, 2006.

BORSAGLI, Alessandro. **Qualquer semelhança não é mera coincidência:** o destino dos rios urbanos que atravessam a capital. 2010. Disponível em: <<http://curraldelrei.blogspot.com/2010/11/qualquer-semelhanca-nao-e-mera.html>>. Consulta em jun. 2019.

BONTEMPO, Valdete Lima et al. Gestão de águas urbanas em Belo Horizonte: avanços e retrocessos. In: **Revista Rega.** Vol. 9, nº 1, p. 5-16. Porto Alegre, 2012.

BOTELHO ALMEIDA, Danilo de Carvalho. **O éthos urbanístico da microbacia do córrego do Acaba-Mundo** – Belo Horizonte/MG. 2017. Projeto de Dissertação de Mestrado apresentado no Seminário de Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura. UFMG, Belo Horizonte.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 dez. 1979.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Consulta em jul. 2018.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 jan. 1997.

_____. Ministério das Cidades. **Caderno de Saneamento Ambiental.** Brasília, outubro de 2004. 106 p.

_____. Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Consulta em ago. 2017.

_____. Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 mar. 2006.

_____. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 8 jan. 2007.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Termo de Referência para Elaboração de Plano Diretor de Águas Pluviais Urbanas**. Diretrizes e Parâmetros. Brasília, 2011a.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Termo de Referência para Elaboração de Estudos de Concepção para Gestão das Águas Pluviais. Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana**. Diretrizes e Parâmetros. Brasília, 2011b.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Termo de Referência para Elaboração de Projetos de Engenharia para Gestão das Águas Pluviais. Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana**. Diretrizes e Parâmetros. Brasília, 2011c.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 mai. 2012.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)**. Brasília, 2014. 215 p.

_____. **Ministério das Cidades**. Página Inicial – Institucional – O Ministério. 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/index.php/institucional/o-ministerio>>. Consulta em dez. 2018.

BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva *et al.* Da fragmentação à articulação: a Política Nacional de Saneamento e seu legado histórico. In: **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. Vol. 14, n. 1, mai. 2012.

_____. A política pública saneamento básico no Brasil entre 2008-2011: uma análise através dos programas implementados pelo governo federal. In: **Anais do X Enanpege**. Campinas, 2013. p. 6974-6984.

BROOKES, Andrew; SHIELDS JR, F. Douglas. **River Channel Restoration: guiding principles for sustainable projects**. Chichester, England: John Wiley & Sons, 1996.

CALDAS, Maria Fernandes *et al.* (org.). **Estudos Urbanos: transformações recentes na estrutura urbana**. Belo Horizonte: PBH, 2008.

CALDAS, Maria Fernandes. **A utopia da reforma urbana: ação governamental e política pública no Brasil**. Belo Horizonte: C/Arte, 2018. 280 p.

CAMPOS, Luciane de Castro; DELGADO, Luiz Roberto; VOLPONI, Isabel E. Queiroz. 20 anos do programa estrutural em áreas de risco: avanços e resultados. Texto produzido em 2011 e atualizado em 2013. In: **Revista Urbanização & Habitação**. Nº 1. Belo Horizonte: Urbel, 2014. p. 25 – 30.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

_____. **Piscinões na contenção de cheias: lições aprendidas em 25 anos de prática**. OfitextoTalk (Webinar). São Paulo: Ofitexto EAD, 2017.

CARDOSO, Adriana Sales. **Desenvolvimento de metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água em áreas urbanas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos: Recursos Hídricos). UFMG, Belo Horizonte.

CARNEIRO, Eder Jurandir. A Oligarquização da Política Ambiental Mineira. In: ZHOURI, Andréa; LASCHEFSKI, Klemens; PEREIRA, Doralice Barros. (orgs.). **A insustentável leveza da política ambiental**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. p.65-88.

CARVALHO, Edézio Teixeira de. **Manifesto sobre a fundamentação geológica de sistemas de drenagem urbanos**. Belo Horizonte, 2009.

CASTAGNA, Guilherme. Drenagem vs. manejo sustentável de água de chuva - a experiência de Portland. In: **Revista Infraestrutura Urbana**. n. 37, março. São Paulo: Pini, 2014. Disponível em <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/37/artigo308750-2.aspx>>. Consulta em mai. 2017.

CBH Rio das Velhas – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. **Projeto Valorização de Nascentes Urbanas nas Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Arrudas e Onça**. Catálogo. Belo Horizonte, 2012.

_____. **Parque do Onça: a luta da comunidade pela revitalização**. Texto de Michelle Parron. In: Revista Rio das Velhas. Nº 1. Ano I. Fev. 2015a.

_____. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 2015: Plano Diretor Consolidado – Volume II / Prognóstico e Plano de Ações**. Belo Horizonte, 2015b. 309 p.

_____. **Cartilha Plano Diretor de Recursos Hídricos:** Unidade Territorial Estratégica Ribeirão Onça. Belo Horizonte: CBH Rio das Velhas, 2016. Disponível em: < <http://cbhvelhas.org.br/onca/>>. Consulta em set. 2018.

_____. **Projeto de Recuperação e Conservação de Nascentes Urbanas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Arrudas.** Produto 1: Plano de Trabalho. Belo Horizonte, 2018.

_____. Disponível em: < <http://cbhvelhas.org.br/>>. Consulta em abr. 2019.

CEF – Caixa Econômica Federal. **Caderno de Orientação Técnico Social.** Brasília, 2013.

CHAMPS, José Roberto B. Inundações urbanas em Belo Horizonte: ocorrências, controle e medidas de proteção. **Aqua-Lac:** Revista del Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe. Montevideo, v. 4, n. 2, p. 1-6. Set. 2012. Disponível em: < <http://www.unesco.org.uy/phi/aqualac/es/numeros-de-aqualac/octavo-numero-vol-4-num-2.html> >. Consulta em mai. 2014.

_____. Planejar a drenagem urbana: menos inundações e mais qualidade de vida. In: **Revista Planejar BH.** Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Planejamento, PBH, 1999. p. 38-41.

CHAMPS, José Roberto B; PEREZ, Silvana T. C. S; FRÓES, Carla M. V. O planejamento do sistema de drenagem urbana na cidade de Belo Horizonte. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.** João Pessoa, 2001.

CHARLTON, Ro. **Fundamentals of fluvial geomorphology.** London and New York: Routledge, 2008.

CIRIA - Construction Industry Research and Information Association. **Water Sensitive Urban Design in the UK:** ideas for built environment practitioners. London: CIRIA, 2013.

CONSÓRCIO COBRAPE, ENGECORPS, MAULBERTEC. **Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT 3.** São Paulo, DAEE, 2011. Disponível em: < http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1364&Itemid=77 >. Consulta em jul. 2018.

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais; FJP – Fundação João Pinheiro; IEPHA-MG – Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Coleção Belo Horizonte. Saneamento Básico em Belo Horizonte: trajetória em 100 anos – os serviços de água e esgoto. **Saneamento Básico e Cidadania.** Vol. 2. Belo Horizonte: FJP/CEHC, 1996a. 44 p.

_____. Coleção Belo Horizonte. Saneamento Básico em Belo Horizonte: trajetória em 100 anos – os serviços de água e esgoto. **Saneamento Básico e Paisagem Urbana.** Vol. 5. Belo Horizonte: FJP/CEHC, 1996b. 40 p.

COSTA, Heloisa Soares de Moura. Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos? **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, n. 2, 2000. p. 55-71.

_____. A trajetória da temática ambiental no planejamento urbano no Brasil: o encontro de racionalidades distintas. In: COSTA, Geraldo Magela; MENDONÇA, Jupira Gomes de (org). **Planejamento urbano no Brasil: trajetória, avanços e perspectivas**. Belo Horizonte: C/Arte, 2008. p. 80-93.

_____. **Disciplina População, Espaço e Meio Ambiente**. Notas de aula. Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFMG / IGC. 2012a.

_____. E nas metrópoles: quem planeja o território? Breve contribuição ao debate a partir da experiência recente de Belo Horizonte. In: RIBEIRO, A.C., LIMONAD, E., GUSMÃO, P.P. (Org.) **Desafios ao planejamento**. Rio de Janeiro: ANPUR; Letra Capital, 2012b. P. 75-94.

COSTA, Heloisa Soares de Moura; BRAGA, Tânia Moreira. Entre a conciliação e o conflito: dilemas para o planejamento e a gestão urbana e ambiental. In: ACSELRAD, Henri (org.). **Conflitos Ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, Fundação Heinrich Boll, 2004. Cap. 9, p. 195-216.

COSTA, Heloisa Soares de Moura *et al.* Programa DRENURBS: uma discussão sobre a constituição de alianças de aprendizagem na Política de Saneamento de Belo Horizonte. In: **XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais**. Anais eletrônicos... Caxambu: ABEP, 2008.

COSTA, Heloisa Soares de Moura *et al.* Urban water management and planning: urban sanitation policies and an emerging institutional structure. In: *Int. J. Water*, Vol. 6, Nos. 3/4, p. 250–269. 2012.

COUTINHO, Maria Tereza da Cunha; CUNHA, Suzana Ezequiel da. **Os caminhos da pesquisa em ciências humanas**. Belo Horizonte: Editora PUCMinas, 2009.

CRUZ, A. S. Marcus *et al.* Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007.

DAVIS, Mike. Como o Éden perdeu seu jardim. In: _____, **Ecologia do medo**. Rio de Janeiro: Record, 2001. p. 63-91.

DIEGUES, A. O mito do paraíso desabitado: as áreas naturais protegidas. In: FERREIRA, L.C.; VIOLA, E. (orgs). **Incertezas de sustentabilidade na globalização**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1996. p. 279-313.

DRAKE, Susannah. WPA 2.0: belleza, economía, política y la creación de la nueva infraestructura pública. In: **Revista Land Lines**, Instituto Lincoln de Políticas de Suelo, Out. 2016. p. 28-46.

ELEUTÉRIO, Julian *et al.* Conciliating urban development with water resources protection in Brazil through the conception of a "trama verde e azul", green-blue network, as an urban planning framework. In: **Water, megacities and global change Conference Proceeding**. Paris, UNESCO, 2015.

ENVIRONMENT CANADA. **Une Nouvelle Solution pour un Vieux Problème: Le Programme de Réduction des Dommages Causés par les Inondations**. Ministère des Ressources Naturelles, Ontario-CA, 1982.

EUCLYDES, A.C.P. **A hipótese otimista: dialética e utopia das áreas verdes, das áreas protegidas e da trama verde e azul.** 2016. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). UFMG, Belo Horizonte.

_____. O que há de especial na proteção dos mananciais? Um estudo sobre as Áreas de Proteção Especial – APEs do Eixo Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte. In: **Revista Geografias**. Belo Horizonte, 2011. p. 29-43.

FEENBERG, Andrew. Environmentalism and the Politics of Technology. In: **Questioning Technology**. Routledge: London, New York, 1999. p. 45-70

_____. **Ten Paradoxes of Technology**. Biennial Meeting of the Society for Philosophy and Technology. Minnesota, 2009.

FEMA – Federal Emergency Management Agency. **Design Guidelines for Flood Damage Reduction**. Washington, D.C., 1981. Disponível em: <<https://dnr.nebraska.gov/sites/dnr.nebraska.gov/files/doc/general-nfip-resources/fema-publications/5FEMA15.pdf>>. Consulta em ago. 2018.

FGB - Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza; TNC - The Nature Conservancy do Brasil; MMA - Ministério do Meio Ambiente; GIZ/GmbH - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. **Guia para a Formulação de Políticas Públicas Estaduais e Municipais de Pagamento por Serviços Ambientais**. Abril de 2017. Disponível em <<file:///C:/Users/crist/Downloads/guia%20politicass%20psa.pdf>>. Consulta em dez. 2017.

FLETCHER, Tim D. *et al.* SUDS, LID, BMPs, WSUD and more: The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. In: **Urban Water Journal**. Vol. 12, nº 7, 2015, p. 525-542.

FREY, Klaus. Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. In: **Revista Planejamento e Políticas Públicas**, n. 21, jun. 2000, p. 211 - 259.

FISRWG – Federal Interagency Stream Restoration Working Group. **Stream Corridor Restoration: principles, processes and practices**. U.S. 2001.

FRIEDMAN, J. Toward a Non-Euclidian Mode of Planning. In: CAMPBELL, S. & FAINSTEIN, S.S. (Ed.) **Readings in Planning Theory**. Malden/USA, Oxford, UK, Carlton/Australia: Blackwell Publishing Ltd., 2003 (2nd ed.). p. 75-80.

FJP – Fundação João Pinheiro. **Plano Metropolitano de Drenagem Urbana**. Belo Horizonte, 1975.

_____. **Saneamento básico em Belo Horizonte: trajetória em 100 anos – os serviços de água e esgoto**. Coleção Centenário. Belo Horizonte: FJP/CEHC, 1997. 311 p.

Foundation For Deep Ecology. **About the Foundation**. Disponível em: <<http://www.deepecology.org/index.htm>>. Consulta em jun. 2018.

GARCÍA, Luis E. Water quality issues in Latin America. In: BISWAS, Asit K. et al. **Water Quality Management in the Americas**. The Netherlands: Springer Berlin Heidelberg New York, 2006. p. 1-15.

GARRIDO, Raymundo. Institutional Aspects of Water Quality Management in Brazil. In: BISWAS, Asit K. et al. **Water Quality Management in the Americas**. The Netherlands: Springer Berlin Heidelberg New York, 2006. p. 95-106.

GORSKI, Maria Cecília Barbieri. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010. 300p.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. **Programa de Saneamento Ambiental Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça (Prosam): Relatório Gerencial**. Belo Horizonte, UGP; Consorcio LEME / DHV, junho de 1999.

GRISWOLD, Eliza. How 'Silent Spring' Ignited the Environmental Movement. In: **The New York Times Magazine**. Disponível em: < <https://www.nytimes.com/2012/09/23/magazine/how-silent-spring-ignited-the-environmental-movement.html>>. Consulta em jun. 2018.

GrowNYC. **PS 76 Garden**. Disponível em: < <https://www.grownyc.org/>>. Consulta em ago. 2018.

HARVEY, D. Do Administrativismo ao Empreendedorismo: a transformação da governança urbana no capitalismo tardio. In: HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. São Paulo: Annablume Editora, 2006 (2a edição) p. 163- 190.

HAWTHORNE, Christopher. Reading LA: The Olmstead Brothers plan and what might have been. 11/11/2011. In: **Los Angeles Time Blog**. Disponível em: < <http://latimesblogs.latimes.com/culturemonster/2011/11/reading-la-the-olmsted-bartholomew-plan-and-what-might-have-been.html>>. Consulta em ago. 2018.

HOGAN, Daniel Joseph. População e mudanças ambientais globais. In: HOGAN, Daniel Joseph; MARANDOLA JUNIOR, Eduardo (orgs.). **População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. Campinas: NEPO/UNICAMP; Brasília: UNFPA, 2009. p. 11-24.

Iclei – Governos Locais pela Sustentabilidade. **Kit de Treinamento Switch: Gestão Integrada das Águas na Cidade do Futuro. Módulo 4 – Manejo de Águas Pluviais: Explorando opções**. 1 ed. São Paulo: Iclei Brasil, 2011. Original em inglês.

ILLICH, Ivan. **H2O e as águas do esquecimento: Reflexões sobre a historicidade da matéria**. Tradução: Silke Kapp. 2018. (1985).

KAPP, Silke. **Entrevistas na pesquisa sócio-espacial**. Belo Horizonte: Grupo MOM, EA-UFGM, 2018. No prelo.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. Editora Perspectiva, 1996. Original em inglês (1962).

LANE, E. W. **The importance of fluvial morphology in hydraulic engineering**. Proceedings, American Society of Civil Engineers, N. 745, July, 1955.

LANDEZINE - Society for Promotion of Landscape Architecture. **Bottière Chênaie**. 24/09/2012. Disponível em: <<http://www.landezine.com/index.php/2012/09/bottiere-chenaie-eco-district-by-atelier-des-paysages-bruel-delmar/>>. Consulta em fev. 2018.

_____. **Lindevangs Park**. 23/11/2017. Disponível em: <<http://www.landezine.com/index.php/2017/11/lindevangs-park-by-marianne-levinsen-landscape/>>. Consulta em fev. 2018.

LANGLOIS, Michel. Le Triangle Namur – Jean-Talon Phase 1: Mountain Sights street is now open and it's embellished with rain gardens. In: **Catalyse Urbaine**: architecture, architecture de paysage, design urbain. 27/06/2016. Disponível em:<<http://www.catalyseurbaine.com/le-triangle-namur-jean-talon-phase-1-la-rue-mountains-sights-est-maintenant-ouverte-et-habillee-de-jardins-de-pluie/?lang=en>>. Consulta em set. 2018.

LEMOS, Rodrigo Silva. Entre os limites e as fronteiras da gestão de recursos hídricos e da gestão municipal: pressões ambientais, expansão urbana e a situação hidroambiental da bacia hidrográfica Lagoa da Pampulha – RMBH. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia). UFMG, Belo Horizonte.

LOUREÇON, Ana Carolina. Desenvolvimento urbano: antes de empreender, construtor necessita preparar o terreno e levar serviços para os novos bairros. In: **Revista Técnica**. Edição 169, abr. 2011. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/169/artigo285862-1.aspx>>. Consulta em set. 2018.

MACCAFERRRI América Latina. **Histórico**. Disponível em: <<https://www.maccafferri.com/br/>>. Consulta em ago. 2018.

MACEDO, Adilson Costa. A Carta do Novo Urbanismo norte-americano. In: **Revista Arquitectos**. Portal Vitruvius, ano 07, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/07.082/262>>. Consulta em jun. 2019.

MACIEL JR., Paulo. Nova Política de Saneamento para BH. In: **Revista Planejar BH**. Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Planejamento, PBH, 1999. p. 35-37.

MAGALHÃES, Antônio. **Disciplina Mapeamento e Análise de Recursos Hídricos**. Notas de aula. Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFMG / IGC. 1º semestre de 2017.

MARANDOLA JUNIOR, Eduardo. Tangenciando a vulnerabilidade. In: HOGAN, Daniel Joseph; MARANDOLA JUNIOR, Eduardo (orgs.). **População e mudança climática**: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: NEPO/UNICAMP; Brasília: UNFPA, 2009. p. 29-52.

MARICATO, E. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias – Planejamento Urbano no Brasil. In: ARANTES, O., VAINER, C. e MARICATO, E., **A cidade do pensamento único**: desmanchando consensos. Petrópolis: Vozes, 2000. p.121-192.

MARTINS, M.L.R. **Moradia e mananciais: tensão e diálogo na metrópole.** Impasses urbanísticos, jurídicos e sociais da moradia nas áreas de proteção a mananciais na Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: FAUUSP/FAPESP, 2006. p. 47-66.

MEDEIROS, Isaac Henriques de. **Programa Drenurbs / nascentes e fundos de vale: potencialidades e desafios da gestão sócio-ambiental do território de Belo Horizonte a partir de suas águas.** 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia: Análise Ambiental). UFMG, Belo Horizonte.

MELBOURNE WATER. **Stormwater Strategy: A Melbourne Water strategy for managing rural and urban runoff.** Melbourne Victoria: Melbourne Water Corporation, 2013. Disponível em: <https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/2017-10/Stormwater-strategy_0.pdf>. Consulta em fev. 2018.

MIGUEZ, Marcelo Gomes *et al.* **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade.** 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

MINISTÉRIO DO INTERIOR. DNOS – Departamento Nacional de Obras de Saneamento. **Programa Especial de Controle de Enchentes e Recuperação de Vales.** Encarte. 1974.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Ciclo Hidrológico. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Consulta em set. 2018.

MOM – Morar de Outras Maneiras. **Projeto Águas na Cidade.** Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/29_aguas/#>. Consulta em mai. 2018.

MONTE-MÓR, Roberto Luís. Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar ambiental. In: SANTOS, Milton; SOUZA, Maria Adélia Aparecida de; SILVEIRA, Maria Laura. **Território: globalização e fragmentação.** São Paulo: Editora Hucitec, ANPUR, 1994. 332 p.

MUMFORD, Lewis. A estrutura do poder barroco. In: **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas.** 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

NASCIMENTO, Nilo Oliveira. Águas Urbanas: a reconceituação de um antigo debate. In: FERNANDES, E; ARAÚJO, R.P.Z. (org.). **Entre o urbano, o social e o ambiental: a práxis em perspectiva.** Belo Horizonte: Gaia Cultural – Cultura e Meio Ambiente, 2015. p. 233-245.

NASCIMENTO, Nilo Oliveira *et al.* Green blue infrastructure at metropolitan scale: a water sustainability approach in the Metropolitan Region of Belo Horizonte, Brazil. In: **NOVATECH 2016.** Lyon, Paris. 5 p.

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Horizonte submerso. In: **Revista Minha Cidade.** Portal Vitruvius, Belo Horizonte, ano 13, fev. 2013. Disponível em: <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/13.151/4665>>. Consulta em mar. 2019.

ONU – Organização das Nações Unidas. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. Estocolmo, 1972. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/unchedec.htm>>. Consulta em jun. 2018.

_____. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.** Oslo, 1987. Disponível em: < <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> >. Consulta em jun. 2018.

_____. **2018 Revision of World Urbanization Prospects.** Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/>>. Consulta em jul. 2018.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. **Promevida:** Sub-programa de Fundos de Vale. Exercício de Priorização. Belo Horizonte, nov. 1995.

_____. **Plano Diretor Regional de Venda Nova.** Belo Horizonte, nov. 1999.

_____. **Instrução técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem urbana do Município de Belo Horizonte.** Belo Horizonte: Sudecap, 2004.

_____. **Orçamento Participativo de Belo Horizonte: 15 anos (1993 – 2008).** Belo Horizonte, 2008.

_____. **Carta de Inundações de Belo Horizonte.** Belo Horizonte: Sudecap, 2009a.

_____. **Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte – Drenurbs.** Belo Horizonte: Sudecap, 2009b.

_____. **Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS).** Belo Horizonte, 2010.

_____. **Proposta conceitual para projeto de parque com bacia de contenção – Arrudas.** Belo Horizonte: Smapu, 2012a.

_____. **Proposta alternativa para a bacia de detenção do Calafate.** Belo Horizonte: Smapu, 2012b.

_____. **Cartilha Nova BH.** Belo Horizonte, 2013a.

_____. **Plano Urbanístico: OUC Antônio Carlos/Pedro I – Leste-Oeste/Vale do Arrudas.** Belo Horizonte: Smapu, 2013b.

_____. **Parque Ecológico Primeiro de Maio.** Foto tirada em 06/10/2010. Disponível em: < <https://www.flickr.com/photos/portalpbh/5707705643/in/album-72157626691713216/> >. Consulta em set. 2018.

_____. **Diagnóstico Técnico, Oficinas Comunitárias e Estudo Preliminar (Memorial Descritivo): Parque do Onça.** Belo Horizonte: Smapu, 2014. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/planejamento-urbano/projetos-urbanos/parque-do-onca>>. Consulta em set. 2018.

_____. **OP Pampulha 1999/2000.** Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/orcamento-participativo/obrasconcluidas/oppampulha1999-2000>>. Consulta em set. 2018.

_____. **Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte 2016/2019.** Volume I – Texto. Belo Horizonte, novembro de 2016.

_____. **Política de Gestão do Risco de Inundações em Belo Horizonte.** Apresentação realizada por Ricardo Aroeira em audiência pública na CMBH em 19 de abril de 2018. Belo Horizonte, 2018a.

_____. Secretaria Municipal de Governo. Diretoria de Informações Estratégicas. **Tabela Empreendimentos do Orçamento Participativo: 1994 a abril/2018.** Belo Horizonte, 2018b.

_____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Certificação em Sustentabilidade Ambiental: Manual de Procedimentos – Versão 2.0.** Belo Horizonte, 2018c.

_____. **PBH apresenta propostas para evitar inundações na região da Avenida Vilarinho.** 19/12/2018. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/pbh-apresenta-propostas-para-evitar-inundacoes-na-regiao-da-avenida-vilarinho>>. Consulta em dez. 2018. Belo Horizonte, 2018d.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. Cobrape – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. **Seminário final a propósito do manejo e gestão das águas urbanas de Belo Horizonte e Contexto Metropolitano.** Apresentação. Belo Horizonte, junho de 2010.

_____. **Prognóstico Integrado.** Levantamento de dados e identificação dos principais problemas e das potencialidades – Parte 3: Proposta de Alternativas. Reestruturação, Revitalização Ambiental dos córregos da Bacia do Ribeirão Arrudas com requalificação urbana das suas áreas de influência. Belo Horizonte, 2012a.

_____. **Projeto Urbanístico: Bacia de Detenção do Calafate.** Belo Horizonte, 2012b.

PELLEGRINO, P.R.M. *et al.* A paisagem da borda: uma estratégia para a condução das águas, da biodiversidade e das pessoas. In: COSTA, L.M.S.A. (org.). **Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras.** Rio de Janeiro: Ed. PROURB, 2006.

PEREIRA, Alessandra D. Rodrigues; BRASIL, Flávia P. Duque; CARNEIRO, Ricardo. Arquitetura participativa na política habitacional: estudo de caso do município de Belo Horizonte. Texto produzido em 2013. In: **Revista Urbanização & Habitação.** Nº 1. Belo Horizonte: Urbel, 2014. p. 13 – 24.

PINHEIRO, Cristiane B. **Wetlands horizontais construídas em áreas urbanas: uma abordagem integrada.** 2014. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu - Especialização em Meio Ambiente e Saneamento Ambiental). Universidade FUMEC, Belo Horizonte.

PINHEIRO, Mário Cicareli. **Cursos de água urbanos: o equilíbrio morfodinâmico e os novos paradigmas conservacionistas.** Palestra proferida no Workshop Projeto, Manutenção e Inovação para a Infraestrutura Hidráulica, realizado pela Maccaferri. Belo Horizonte, 31 de julho de 2018.

PINTO, Maria Luiza Costa; VERÍSSIMO, Pedro. A cidade, as favelas e a Urbel. Texto produzido em 2011. In: **Revista Urbanização & Habitação.** Nº 1. Belo Horizonte: Urbel, 2014. p. 3 – 12.

Plambel - Superintendência de Desenvolvimento da RMBH. **Via Urbana Leste-Oeste**: primeira etapa de implantação. Belo Horizonte, 1977. 31 p.

_____. HORTA, Isnard Monteiro; RIBEIRO, Euler. **Drenagem Urbana na RMBH**: Diagnóstico da Situação Atual. Belo Horizonte, 1984a.

_____. HORTA, Isnard Monteiro; RIBEIRO, Euler. **Política Metropolitana de Drenagem Urbana**. Belo Horizonte, 1984b.

Plano Metropolitano. **Breve Histórico da Gestão Metropolitana da RMBH**. Disponível em: <<http://www.rmbh.org.br/mzrmbh/pt-br/content/rmbh.htm>>. Consulta em maio. 2018.

Práxis Projetos e Consultoria Ltda. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): Programa Drenurbs**. Belo Horizonte, 2003.

_____. **Relatório de Controle Ambiental (RCA)**: Programa Drenurbs – Complexo Várzea da Palma/Vila do Índio. Belo Horizonte, 2007.

_____. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**: Sistema de Amortecimento de Cheias da Bacia do Ribeirão Arrufas – Intervenções nos bairros das Indústrias e Calafate (COBRAPE/ Sudecap). Belo Horizonte, 2013.

Projeto Manuelzão. Disponível em: <<https://manuelzao.ufmg.br/>>. Consulta em abr. 2019.

RAMOS, Maria Helena Domingues. **Drenagem Urbana**: Aspectos Urbanísticos, Legais e Metodológicos em Belo Horizonte. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos). UFMG, Belo Horizonte.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. **O saneamento no Brasil**: políticas e interfaces. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

ROBINSON, Alexander; MYVONWYNN, Hopton. **Cheonggyecheon Stream Restoration Project**. Landscape Performance Series. Landscape Architecture Foundation, 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.31353/cs0140>>. Consulta em ago. 2018.

RODRIGUES, Guilherme de Abreu B. L. **O Caso Izidora**: as Ocupações Urbanas e a reprodução do espaço em Belo Horizonte. 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Núcleo de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2016.

SALES, Suellen Cristina Moreira de. Reavaliação ecotoxicológica da qualidade da água e do sedimento do reservatório da Pampulha (MG) e seus principais tributários. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). UFMG, Belo Horizonte

SÁNCHEZ, Fernanda. Políticas urbanas em renovação: uma leitura crítica dos modelos emergentes. In: **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. N. 1, maio 1999. p. 115-132.

Semad – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais. **Manual de Cidadania Ambiental**. Belo Horizonte, 2013.

SENRA, João Bosco; NASCIMENTO, Nilo Oliveira. Após 20 anos da lei das águas como anda a Gestão Integrada de Recursos Hídricos do Brasil, no âmbito das Políticas e Planos Nacionais setoriais? In: **Revista Rega**, v.14, e6. Porto Alegre, 2017.

SILVA, Margarete Maria de Araújo. **Água em meio urbano, favela nas cabeceiras**. 2013. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). UFMG, Belo Horizonte.

SILVEIRA, A.L.L. Hidrologia Urbana no Brasil. In: BRAGA, B.; TUCCI C.E.M.; TOZZI, M. **Drenagem Urbana: Gerenciamento, Simulação, Controle**. ABRH Publicações, nº 3. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998.

SOJA, E. **Geografias Pós-Modernas: a reafirmação do espaço na teoria social crítica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1993.

SOFFIATI, Arthur. DNOS: Uma Instituição Mítica da República Brasileira. In: **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. Vol. 7, n. 2, nov. 2005.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 2006. 560 p.

SOUZA, Patrus Ananias. **Apresentação das leis 7.165 e 7.166/1996**. Belo Horizonte, 1996.

STEVANUX, José Cândido; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

STRUCHEL, Andrea. **Licenciamento ambiental municipal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

Sudecap – Superintendência de Desenvolvimento da Capital. **Termo de Referência para a elaboração do Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte – PDDBH**. Belo Horizonte, 1997.

_____. **Memoriais fotográficos do sistema de áreas alagadas do Vilarinho**. Elaboração: engenheiro Francisco Souza e estagiários Guilherme Tavares e Heitor Silva. Belo Horizonte, 2011 a 2012.

Sudecap – Superintendência de Desenvolvimento da Capital; Magna Engenharia Ltda. **Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte – PDDBH: Primeira Etapa**. Belo Horizonte, 2001.

SWYNGEDOUW, E. A cidade como um híbrido. In: ACSELRAD, Henri (Org.) **A Duração das Cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. p. 83-104.

Switch – Sustainable Water Management in Cities of the Future. Disponível em: <<http://www.switchurbanwater.eu/>>. Consulta em mar. 2019.

The Club of Rome. **About Us**. Disponível em: <<https://www.clubofrome.org/>>. Consulta em jun. 2018.

TOMAZ, Plínio. **Curso de manejo de águas pluviais**. 2013.

TONUCCI FILHO, João Bosco Moura. **Dois momentos do planejamento metropolitano em Belo Horizonte**: um estudo das experiências do Plambel e do PDDI-RMBH. 2012. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional). FAUUSP, São Paulo.

TUCCI, Carlos E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393 p.

_____. Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. In: **REGA - Revista de Gestão de Água da América latina**. Porto Alegre: ABRH, v. 13, n. 1, jan./jun. 2016. p. 29-42.

TVA – Tennessee Valley Authority. **Floodplain Regulations, National Flood Insurance Program** - Folder, Knoxville-TN, 1980.

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. **Trama Verde e Azul**: MZ-RMBH – Equipe Ambiental. Belo Horizonte, 2014.

Urbe Consultoria e Projetos Ltda. **Relatório de Controle Ambiental (RCA)**: Aglomerado São Tomás/Aeroporto – Programa Vila Viva. Belo Horizonte, 2010.

Urbel – Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte. **Plano Preliminar de Reassentamento**: Programa Promevida. Belo Horizonte, 1995.

VAN LEEUWEN, E. *et al.* The multifunctional use of urban greenspace. In: **International Journal of Agricultural Sustainability**, vol. 8, 2010 – Urban Agriculture: diverse activities and benefits for city society.

VASCONCELOS, Pedro de Almeida. Questões metodológicas na geografia urbana histórica. In: **GeoTextos**, vol. 5, n. 2. 2009.

VESCINA, L.M. **Projeto urbano, paisagem e representação**: alternativas para o espaço metropolitano. 2010. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 207 f.

VIOLA, Eduardo J.; LEIS, Hector R. A evolução das políticas ambientais no Brasil, 1971-1991: do bissetorialismo preservacionista para o multisetorialismo orientado para o desenvolvimento sustentável. In: HOGAN, Daniel Joseph; VIEIRA, Paulo Freire. (Orgs.). **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável**. Coleção Momento. Editora da UNICAMP, 1992. p. 73-102.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.

WANG, David; GROAT, Linda. **Architectural Research Methods**. 2 ed. New York: Wiley, 2013.

WSTANE, Carla. **Gestão de Águas Urbanas**: mobilização social em torno de rios invisíveis. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia: Organização do Espaço). UFMG, Belo Horizonte.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Linha do tempo

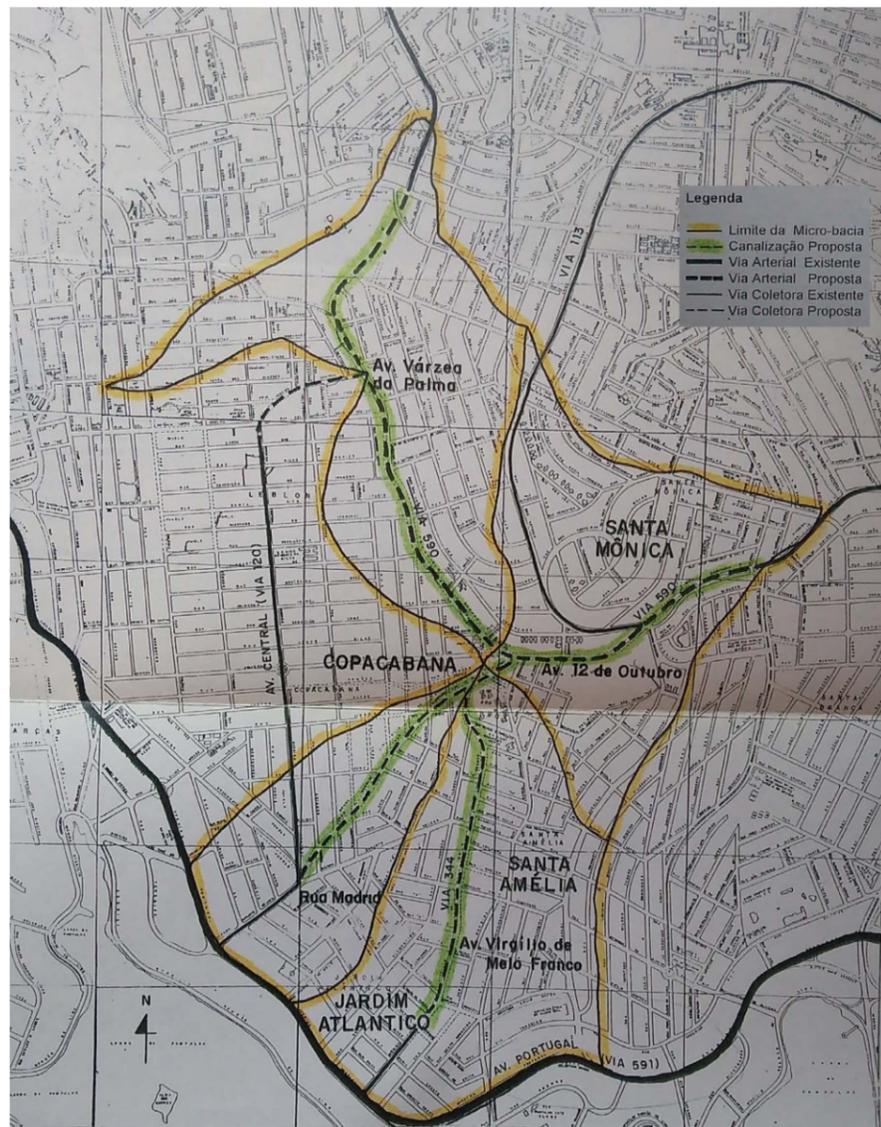
APÊNDICE B: Exemplos de fundos de vale urbanizados no PAC

APÊNDICE C: Lista de entrevistas realizadas

MARCOS POLÍTICOS	Oswaldo Pieruccetti (1971-1975) Luís Verano (1975-1979) Maurício Campos (1979-1982)		Júlio Arnoldo Laender (1982-1983) Hélio Garcia (1983-1984) Antônio Carlos Flores Carone (1984) Rui José Viana Lage (1984-1985) Sérgio Ferrara (1986-1988) Pimenta da Veiga (1989-1990)		Eduardo Azeredo (1990-1992) Patrus Ananias (1993-1996) Célio de Castro (1997-2000) Gov. Collor (1990-92) Gov. Itamar (1993-94) 1º Governo FHC (1995-98) 2º Governo FHC (1999-2002)		Célio de Castro (2001) Fernando Pimentel (2001-2004) Fernando Pimentel (2005-2008) Márcio Lacerda (2009-2012) Márcio Lacerda (2013-2016) Alexandre Kalil (2017...)	
	Era Vargas (1930-45) República Populista (1945-64)		Gov. Sarney (1985-90) CF 1988		1º Governo Lula (2003-06) 2º Governo Lula (2007-10)		1º Governo Dilma (2011-14) 2º Governo Dilma (2015-16) Governo Temer (2016-18) Governo Bolsonaro (2019...)	

	1930	1969	1970	1980	1990	2000	2010
SANEAMENTO BÁSICO	1925 Primeiras obras de canalização do córrego do Leitão nos bairros Lourdes e Centro 1929 Canalização do ribeirão Armutas para implantação do 1º trecho da Av. dos Andradas 1936 - 1943 Repasseamento do ribeirão Pampulha 1936 Canalização dos córregos da Mata e Pastinho, para implantação das avenidas Silvano Brandão e Pedro II respectivamente Início da canalização do córrego dos Pintos, para implantação da Rua Jaquesni no Prado	1940 - 1989 UNOS - Depto. Nacional de Obras de Saneamento 1940 Canalização de córregos para implantação da Av. Antônio Carlos 1947 Criação do DAE - Depto. de Água e Esgoto 1951 Canalização de córrego para implantação da Av. Cristiano Machado 1963 Retomada construção da barragem Sta Lúcia (PBH/DNOS) 1954 Rompimento e reconstrução da barragem da Pampulha 1965 Criação do IES - Instituto de Eng. Sanitária e Implantação do Curso de Especialização (pós-graduação lato sensu) em Eng. Sanitária da UFMG 1957 Publicação do estudo Chuvas Intensas no Brasil, pelo eng. do DNOS Otto Pfisterbauer 1962 Transformação do DNOS em autarquia 1963 Criação da COMAG - Cia. Mineira de Água e Esgotos 1965 Criação do DEMA - Depto. Municipal de Água e Esgotos (transformação do DAE em autarquia) 1966 Fundação da ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária 1966 Canalização de córrego para implantação da Av. Catalão (Carlos Luz) Início da canalização do córrego Marinho para implantação da Av. Silva Lobo Início da canalização do córrego Cachoeirinha (trecho de jusante) para implantação da Av. Bernardo Vasconcelos 1969 Criação da SUDECAP - Superintendência de Desenvolvimento da Capital 1969 - 1971 Plano Diretor de Esgoto de BH (PLANIDRO/DEMAE)	1970 Criação dos departamentos de Engenharia Sanitária e de Engenharia Hidráulica na Escola de Engenharia da UFMG Continuação da canalização do córrego dos Pintos, para implantação da Av. Francisco Sá Canalização de córregos para implantação da Av. Guacuí no Luxemburgo e da Rua Prof. Estevão Pinto na Serra 1971 - 1989 PLANASA - Plano Nacional de Saneamento 1971 Estudo de Drenagem Urbana do Ribeirão Armutas e seus Afluentes e Plano Diretor de Esgotos de BH (PLANIDRO) 1972 Início do curso de Mestrado (pós-graduação stricto sensu) em Eng. Sanitária na Escola de Eng. da UFMG Canalização do córrego do Leitão, do Acaba Mundo e do Tejuco, para implantação das avenidas Prudente de Moraes, Lúcioval e Venâncio Cipriano Idelfonso 1972 - 1982 Canalização do córrego das Piteiras, para implantação da Av. Barão Homem de Melo 1973 - 2000 Assinatura convênio PBH / COMAG - atual COPASA: concessão dos serviços de água e esgoto (27 anos) 1973 Incorporação do DEMA à COMAG Criação da SLU - Superint. de Limpeza Urbana 1974 Alteração do nome de COMAG para COPASA - Cia. de Saneamento de Minas Gerais 1974 - 1977 Estudos Hidrológicos e Hidráulicos do Vale do Ribeirão Armutas para projeto da vila urbana Leste-Oeste (DER-MG) 1974 Reformulação do Plano Diretor de Esgotos de BH (PLANIDRO/COPASA) Canalização do córrego Santa Inês para implantação da Av. Conceição do Para 1975 - 1977 Plano Diretor de Abastecimento de Água do Aglomerado Metropolitano (Tams Eng Ltda/COPASA) Plano Metropolitano de Águas Pluviais e Proteção contra Cheias (FJP) 1975 Inauguração e rompimento da barragem do córrego Acaba-Mundo Inauguração da barragem Santa Lúcia (córrego do Leitão) 1976 - 1978 Duplicação do Sistema Rio das Velhas para abastecimento de água de BH 1976 Canalização de córregos para implantação das avenidas Francisco Deslandes, Brigadeiro Eduardo Gomes, Petróleo e Itaipua 1978 Inauguração ETA do Sistema Vargem das Flores 1978 Canalização do córrego Vilarinho, para implantação da Av. Vilarinho 1979 - 1987 1979 - 1982 Implantação do Sistema Serra Azul 1979 Plano de Urbanização e Saneamento Básico de BH - PLANURBS (SUDECAP) Canalização de córrego para implantação da Av. dos Esportes	1980 Plano Diretor de Esgotos para a RMBH (Seelba/COPASA) 1982 Início estudos de simulações hidrológicas e hidráulicas e outros métodos de verificação das vazões pelos professores e pesquisadores do EHR/UFMG - Depto. de Eng. Hidráulica e Recursos Hídricos PROSAM - Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Armutas e Onça 1993 - 1999 1995 1983 - 1999 Canalização do ribeirão Armutas (bairro das Indústrias ao Caetano Furquim 1983 Drenagem Urbana e Controle de Cheias na RMBH (Plambel) 1984 Política Metropolitana de Drenagem Urbana (Plambel) 1985 - 1990 Implantação do Sistema Rio Manso 1986 Relatório da Comissão de Reformulação do Sistema Financeiro de Saneamento 1987 Lançamento Propam - Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha 1997 Termo de Referência para elaboração PDDU-BH (SUDECAP, EHR/UFMG e CERIC/SAFEGE) 1999-2001 1ª Etapa PDDU-BH (SUDECAP, MAGNA Engenharia Ltda e IPHUFRRGS - Instituto de Pesquisas Hidráulicas) 1974 Reformulação do Plano Diretor de BH (PLANIDRO/COPASA) Canalização do córrego Santa Lúcia (conformação atual) Início operação barragem Santa Lúcia Alteração do nome do curso de Mestrado em "Saneamento e Meio Ambiente" na Escola de Engenharia da UFMG para "Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos", incorporando as áreas de Hidráulica e Recursos Hídricos 2004 1ª edição do PMS - Plano Municipal de Saneamento Instituição do COMUSA - Conselho Municipal de Saneamento Assinatura contrato de empréstimo PBH ID 1 - Fase Drenuras (US\$7,5 milhões) - 40% contrapartida local 2006 - 2010 Projeto SWITCH - Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health 2006 Início operação ETE Onça - tratamento primário (COPASA) 2007 Lei Federal nº 11.445 - Diretrizes nacionais para o saneamento básico Criação do Instituto Trata Brasil 2007 1ª COMUS - Conferência Municipal de Saneamento 2007 - 2008 Implantação Parques Municipais Primeiro de Maio, Balaiares e Nossa Senhora da Piedade (1ª Fase Drenuras) 2007 - 2013 Tamponamento do ribeirão Armutas, para implantação do Boulevard Armutas (Trechos I-AI, Esqueleto Dias e R. Rio de Janeiro, V - R. Caripó à Av. Barbacena e V - Av. Barbacena à R. Extrema) 2008 - 2014 Elaboração do PNSB - Plano Nacional de Saneamento Básico 2008 - 2011 Implantação bacias de retenção córregos Bonsucesso e Engenho Nogueira (1ª Fase Drenuras) 2008 - 2013 Implantação primeira etapa PAC Armutas - Requalificação Urbana do Ribeirão Armutas (BH / Contagem) 2009 Drenagem da Vila Califórnia (PAC / Vila Viva) 2009 - 2011 Tratamento de fundo de vale da Av. Belém (PAC / Vila Viva) 2009 - 2011 Drenagem da Vila São José (PAC / Vila Viva) 2009 - 2017 Ampliação do canal córrego Resaca - 1ª e 2ª etapas (PAC) Tratamento de fundo de vale do córrego Santa Teresinha - 1ª e 2ª etapas (PAC)	2000 Início do curso de Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos na Escola de Eng. da UFMG 2001 Início operação ETE Armutas - tratamento primário (COPASA) 2001 2ª Etapa PDDU-BH (SUDECAP, MAGNA Engenharia Ltda e IPHUFRRGS - Instituto de Pesquisas Hidráulicas) 2001 Lei Municipal nº 8.260 - Política Municipal de Saneamento 2002 Injeção do componente resíduos sólidos no SNIS 2002 Início operação tratamento secundário ETE Armutas (COPASA) Início operação ETA - Estação de Tratamento das Águas Fluviais Lagoa da Pampulha (córregos Resaca e Sarandá) 2002 Início operação bacia de retenção Av. Vilarinho Renovação convênio PBH / COPASA: concessão dos serviços de água e esgoto (30 anos) 2003 Lançamento dos Programas Minas Sem Lixo e Minas Trata Esgoto (Fean) 2003 Criação do PRECEND - Programa de Recebimento e Controle dos Efluentes Não Domésticos (COPASA) 2003 Início operação bacia de retenção da Av. Liege 2004 1ª edição do PMS - Plano Municipal de Saneamento Instituição do COMUSA - Conselho Municipal de Saneamento Assinatura contrato de empréstimo PBH ID 1 - Fase Drenuras (US\$7,5 milhões) - 40% contrapartida local 2006 - 2010 Projeto SWITCH - Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health 2006 Início operação ETE Onça - tratamento primário (COPASA) 2007 Lei Federal nº 11.445 - Diretrizes nacionais para o saneamento básico Criação do Instituto Trata Brasil 2007 1ª COMUS - Conferência Municipal de Saneamento 2007 - 2008 Implantação Parques Municipais Primeiro de Maio, Balaiares e Nossa Senhora da Piedade (1ª Fase Drenuras) 2007 - 2013 Tamponamento do ribeirão Armutas, para implantação do Boulevard Armutas (Trechos I-AI, Esqueleto Dias e R. Rio de Janeiro, V - R. Caripó à Av. Barbacena e V - Av. Barbacena à R. Extrema) 2008 - 2014 Elaboração do PNSB - Plano Nacional de Saneamento Básico 2008 - 2011 Implantação bacias de retenção córregos Bonsucesso e Engenho Nogueira (1ª Fase Drenuras) 2008 - 2013 Implantação primeira etapa PAC Armutas - Requalificação Urbana do Ribeirão Armutas (BH / Contagem) 2009 Drenagem da Vila Califórnia (PAC / Vila Viva) 2009 - 2011 Tratamento de fundo de vale da Av. Belém (PAC / Vila Viva) 2009 - 2011 Drenagem da Vila São José (PAC / Vila Viva) 2009 - 2017 Ampliação do canal córrego Resaca - 1ª e 2ª etapas (PAC) Tratamento de fundo de vale do córrego Santa Teresinha - 1ª e 2ª etapas (PAC)	2010 Lei Federal nº 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos 2010 Plano para Incremento do Percentual de Engastamento Sanitário da Bacia do Rio das Velhas 2010 Início operação tratamento secundário ETE Onça (COPASA) 2010 - 2011 Ampliação de canal bairro Serra (PAC) 2010 - 2012 Reestruturação e Revitalização Ambiental dos Córregos da Bacia do Ribeirão Armutas com Requalificação Urbana das suas Áreas de Influência (COBRAP/SUDECAP) Implantação bacia de retenção 1 córrego Chuaculota (PAC) 2011 Consolidação do Diagnóstico das Enchentes das Bacias do Córrego Cachoeirinha e dos Ribeirões Pampulha e do Onça 2011 - 2013 Implantação bacia de retenção e tratamento de fundo de vale Complexo da Av. Várzea da Palma e Vila do Indio (Av. Camões e Virgílio M. Franco) (PAC / Vila Viva) 2011 - 2014 Implantação da Via 210 - córrego Bonsucesso (PAC) 2011 - 2015 Obras na Vila São Tomás / Aeroporto - 1ª etapa (PAC / Vila Viva) 2012 - 2013 Macrodrenagem do Córrego Leitão - 2ª Etapa / Drenagem urbana sustentável na Bacia do Córrego do Leitão (PAC) - Desassoreamento da Barragem Santa Lúcia e recuperação de trecho de galeria 2013 - 2015 Projeto executivo de saneamento integrado da Bacia Hidrográfica do Córrego do Barreiro - Parcial (PAC) Tratamento de fundo de vale - córrego Bonsucesso - Trechos 6, 7, 7A, 8, 9, 16, 17 e 18 (Drenuras Suplementar) 2013 - 2016 Projeto executivo de saneamento integrado da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cercadinho (PAC) 2013 - 2017 Licença de Implantação para as Obras de Infraestrutura da Bacia do Córrego do Nado: sub-bacias dos córregos Ladeira e Martinbonito Projeto executivo de saneamento integrado das Bacias Hidrográficas dos córregos Embira e Fazenda Velha (PAC) 2013 - (...) Construção bacias de retenção córregos Tunnel / Camarões (PAC) Projeto executivo para o saneamento integrado das Sub-Bacias Hidrográficas dos Córregos Brejo do Quaresma e Joaquim Pereira (PAC) 2014 Projeto Parque Linear do Onça (SMAPUSUDECAP) 2014 - (...) Construção bacia de retenção córrego São Francisco 2015 Ampliação da capacidade da ETE Armutas (COPASA) 2015 - 2017 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGRS 2016 Injeção do componente águas pluviais urbanas no SNIS 2016 - 2017 Plano Metropolitano de Gestão Integrada de Resíduos com foco em Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) e Resíduos da Construção Civil e Volumosos (RCCV) 2016 - 2020 Licença de Implantação para a Otimização do Sistema de Macro e Microdrenagem das Bacias Ribeirão Pampulha, Cachoeirinha e Onça (PAC) 2017 - (...) Implantação segunda etapa PAC Armutas - Requalificação Urbana do Ribeirão Armutas (BH / Contagem) 2018 Abertura licitação SMOBI 01/2018 - execução de canal temporado paralelo ao canal existente do ribeirão do Onça, próximo à Estação São Gabriel, a jusante da confluência do ribeirão Pampulha e do córrego Cachoeirinha Abertura licitação SMOBI 01/2018 - execução das Obras e Serviços de Tratamento de Fundo de Vale e Contorno da Cheia na Bacia do Córrego do Nado: sub-bacias dos córregos Ladeira e Martinbonito 2018 - (...) Tratamento de fundo de vale - córrego Bonsucesso - Rua Maralhesa 2019 - (...) Tratamento de fundo de vale - córrego Bonsucesso - Trecho 5	
	DESENVOLVIMENTO URBANO	1955 Instituição do DBP - Depto. Municipal de Habitação e de Bairros Populares e do Fundo Municipal de Habitação Popular 1964 - 1986 BNH - Banco Nacional de Habitação 1965 Criação do Serviço Municipal para o Desfavelamento das Áreas Urbanas e Suburbanas 1966 Criação do FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço 1969 Criação da FUP - Fundação João Pinheiro	1971 Extinção do DBP e criação da CHISBEL - Coordenação de Habitação de Interesse Social de Belo Horizonte 1973 Criação da RMBH - Região Metropolitana de Belo Horizonte 1974 - 1996 Plambel - Superintendência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte 1975 Aprovação do PDIES - Plano de Desenvolvimento Integrado Econômico e Social da RMBH (PLAMBEL) 1976 Lei Municipal nº 2.662 - Primeira Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) 1972 Lei Federal nº 6.768 - Parcelamento do solo urbano 1972 PRODECOM - Programa de Desenvolvimento de Comunidades	1983 Lei Municipal nº 3.532 - PROFÁVELA Criação da URBEL - Cia. Urbanizadora e de Habitação de BH 1984 Plano Municipal de Habitação Popular 1985 Lei Municipal nº 4.034 - primeira revisão da LUOS Plano Municipal de Habitação Popular II 1986 Delegação da gestão do FGTS à Caixa Econômica Federal (CEF) 1988 1ª Conferência Municipal de Habitação 1990 Lei Federal nº 6.768 - Parcelamento do solo urbano 1972 PRODECOM - Programa de Desenvolvimento de Comunidades	1983 Criação do OP - Orçamento Participativo Criação do SBH - Sistema Municipal de Habitação 1984 Instituição do CMH - Conselho Municipal de Habitação 1995 Criação do PROAS - Programa de Reassentamento de Famílias Removidas em Dependência de Execução de Obras Públicas 1996 Lei Municipal nº 7.165 e 7.166 - Plano Diretor Municipal e nova LPOUS Instituição do COMPLUR - Conselho Municipal de Política Urbana Criação do Programa PGE - Planos Globais Específicos (URBEL) 1998 1ª Conferência Municipal de Habitação 2005 Plano Nacional de Habitação (Planhab) 2008 VOURBS - Programa de Estruturação Viária de Belo Horizonte (BHTrans / Tectran) 2008 - 2010 Elaboração do PlanMob-BH - Plano de Mobilidade Urbana de BH (BHTrans / LOGIT) 2009 Criação da Agência RMBH - Agência de Desenvolvimento Metropolitano 2009 - 2010 Elaboração do PDDI-RMBH (Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH)	2000 Lei Municipal nº 8.137 - primeira revisão das Leis Municipais 7.165 e 7.166 2001 Lei Federal nº 10.257 - Estatuto da Cidade 2003 Lançamento do 2ª fase do PAC Lançamento do Programa Minha Casa Minha Vida (Lei Federal nº 11.977, que também dispõe sobre a regularização de assentamentos urbanos) 2011 Decreto Municipal nº 14.534 - licenciamento integrado de empreendimentos de impacto e licenciamento urbanístico Lei Municipal nº 10.134 - Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável 2011 - 2012 Elaboração dos Planos Diretores Regionais 2012 Lei Federal nº 12.587 - Política Nacional de Mobilidade Urbana 2013 Início Programa Pampulha Viva 2013 - 2015 Elaboração do Macrozoneamento RMBH 2013 - 2016 Criação do Programa PRU - Planos de Regularização Urbanística (URBEL) 2015 Lei Federal nº 13.089 - Estatuto da Metrópole 2015 Encaminhamento à Câmara de Vereadores do PL 1.749 - nova legislação urbanística 2017 Lei Federal nº 13.465 - nova legislação acerca da regularização fundiária de assentamentos urbanos 2017 Publicação da 1ª Revisão do PlanMob-BH (BHTrans)	
MEIO AMBIENTE	1654 Decreto Federal nº 23.793 - Código Florestal 1962 Publicação do livro Silent Spring, de Rachel Carson (EUA) 1965 Lei Federal nº 4.771 - revisão Código Florestal 1973 Criação do SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente (Ministério do Interior) 1984 Início atividades do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente 1985 Lei Municipal nº 4.263 - Política Municipal do Meio Ambiente Instituição do COMAM - Conselho Municipal de Meio Ambiente 1983 Resolução CONAMA nº 001 - Implementa a Avaliação de Impacto Ambiental 1987 Relatório Brundtland 1988 Criação do IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	1972 Conferência de Estocolmo - sobre o Ambiente Humano das Nações Unidas Publicação do relatório "Nosso Futuro Comum", pelo Clube de Roma 1973 Criação do SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente (Ministério do Interior) 1984 Início atividades do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente 1985 Lei Municipal nº 4.263 - Política Municipal do Meio Ambiente Instituição do COMAM - Conselho Municipal de Meio Ambiente 1983 Resolução CONAMA nº 001 - Implementa a Avaliação de Impacto Ambiental 1987 Relatório Brundtland 1988 Criação do IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	1981 Lei Federal nº 6.938 - Política Nacional do Meio Ambiente 1984 Lei Estatual nº 7.179 - Política Estadual do Meio Ambiente 1985 Lei Municipal nº 4.263 - Política Municipal do Meio Ambiente Instituição do COMAM - Conselho Municipal de Meio Ambiente 1983 Resolução CONAMA nº 001 - Implementa a Avaliação de Impacto Ambiental 1987 Relatório Brundtland 1988 Criação do IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 1989 Lei Federal nº 9.795 - Política Nacional de Educação Ambiental	1990 First Assessment Report do IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change 1991 Lei Federal nº 6.938 - Política Nacional do Meio Ambiente 1991 Lei Estatual nº 7.179 - Política Estadual do Meio Ambiente 1992 Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92), Rio de Janeiro, Brasil 1992 Criação do MMA - Ministério do Meio Ambiente 1993 Associação de BH ao ICLEI - Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais 1997 Assinatura do Protocolo de Kyoto 1997 Lei Municipal nº 7.277 - Institui a Licença Ambiental em nível municipal 1999 Lei Federal nº 9.795 - Política Nacional de Educação Ambiental	2000 Declaração do Milênio da ONU (ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio 2000 a 2015) 2000 Lei Federal nº 9.985 - SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação 2000 Lei Federal nº 10.261 - Código Florestal Estadual 2000 Lei Federal nº 9.985 - SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação 2000 Rio-10, Johannesburg, África do Sul 2000 Lei Municipal nº 8.137 - primeira revisão das Leis Municipais 7.165 e 7.166 2000 Lei Federal nº 10.257 - Estatuto da Cidade 2003 Lançamento do 2ª fase do PAC Lançamento do Programa Minha Casa Minha Vida (Lei Federal nº 11.977, que também dispõe sobre a regularização de assentamentos urbanos) 2011 Decreto Municipal nº 14.534 - licenciamento integrado de empreendimentos de impacto e licenciamento urbanístico Lei Municipal nº 10.134 - Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável 2011 - 2012 Elaboração dos Planos Diretores Regionais 2012 Lei Federal nº 12.587 - Política Nacional de Mobilidade Urbana 2013 Início Programa Pampulha Viva 2013 - 2015 Elaboração do Macrozoneamento RMBH 2013 - 2016 Criação do Programa PRU - Planos de Regularização Urbanística (URBEL) 2015 Lei Federal nº 13.089 - Estatuto da Metrópole 2015 Encaminhamento à Câmara de Vereadores do PL 1.749 - nova legislação urbanística 2017 Lei Federal nº 13.465 - nova legislação acerca da regularização fundiária de assentamentos urbanos 2017 Publicação da 1ª Revisão do PlanMob-BH (BHTrans)		
REC. HÍDRICOS	2003 Criação da Diretoria de Águas (Ministério da Agricultura) 1954 Decreto Federal nº 24.643 - Código de Águas 1973 Criação do CEBRH - Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas	1971 Fundação da ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos 1973 Criação do CEBRH - Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas	1992 Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE) Dublin, Irlanda 1996 Carta de Recife (ABRH) 1997 Lei Federal nº 9.423 - Política Nacional de Recursos Hídricos 1997 Criação do Projeto Manuaelito (UFMG) 1998 Criação do CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 1998 Lei Estatual nº 13.199 - Política Estadual de Recursos Hídricos	1990 Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE) Dublin, Irlanda 1996 Carta de Recife (ABRH) 1997 Lei Federal nº 9.423 - Política Nacional de Recursos Hídricos 1997 Criação do Projeto Manuaelito (UFMG) 1998 Criação do CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 1998 Lei Estatual nº 13.199 - Política Estadual de Recursos Hídricos	2000 Declaração do Milênio da ONU (ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio 2000 a 2015) 2000 Lei Federal nº 9.985 - SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação 2000 Rio-10, Johannesburg, África do Sul 2000 Lei Municipal nº 8.137 - primeira revisão das Leis Municipais 7.165 e 7.166 2000 Lei Federal nº 10.257 - Estatuto da Cidade 2003 Lançamento do 2ª fase do PAC Lançamento do Programa Minha Casa Minha Vida (Lei Federal nº 11.977, que também dispõe sobre a regularização de assentamentos urbanos) 2011 Decreto Municipal nº 14.534 - licenciamento integrado de empreendimentos de impacto e licenciamento urbanístico Lei Municipal nº 10.134 - Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável 2011 - 2012 Elaboração dos Planos Diretores Regionais 2012 Lei Federal nº 12.587 - Política Nacional de Mobilidade Urbana 2013 Início Programa Pampulha Viva 2013 - 2015 Elaboração do Macrozoneamento RMBH 2013 - 2016 Criação do Programa PRU - Planos de Regularização Urbanística (URBEL) 2015 Lei Federal nº 13.089 - Estatuto da Metrópole 2015 Encaminhamento à Câmara de Vereadores do PL 1.749 - nova legislação urbanística 2017 Lei Federal nº 13.465 - nova legislação acerca da regularização fundiária de assentamentos urbanos 2017 Publicação da 1ª Revisão do PlanMob-BH (BHTrans)		
DEFESA CIVIL	2003 Primeiro Diagnóstico de Risco Municipal (ORBEL) 1994 Criação do PMRR - Plano Municipal de Redução de Risco 1990 Estudos geológicos, hidrogeológicos, geotécnicos e geomorfológicos integrados no município de BH (SILVA et al.) 1998 Emissão do PROAS para famílias relocaladas de áreas de risco	1991 Fundação da ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos 1973 Criação do CEBRH - Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas	1992 Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE) Dublin, Irlanda 1996 Carta de Recife (ABRH) 1997 Lei Federal nº 9.423 - Política Nacional de Recursos Hídricos 1997 Criação do Projeto Manuaelito (UFMG) 1998 Criação do CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 1998 Lei Estatual nº 13.199 - Política Estadual de Recursos Hídricos	1990 Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE) Dublin, Irlanda 1996 Carta de Recife (ABRH) 1997 Lei Federal nº 9.423 - Política Nacional de Recursos Hídricos 1997 Criação do Projeto Manuaelito (UFMG) 1998 Criação do CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 1998 Lei Estatual nº 13.199 - Política Estadual de Recursos Hídricos	2000 Declaração do Milênio da ONU (ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio 2000 a 2015) 2000 Lei Federal nº 9.985 - SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação 2000 Rio-10, Johannesburg, África do Sul 2000 Lei Municipal nº 8.137 - primeira revisão das Leis Municipais 7.165 e 7.166 2000 Lei Federal nº 10.257 - Estatuto da Cidade 2003 Lançamento do 2ª fase do PAC Lançamento do Programa Minha Casa Minha Vida (Lei Federal nº 11.977, que também dispõe sobre a regularização de assentamentos urbanos) 2011 Decreto Municipal nº 14.534 - licenciamento integrado de empreendimentos de impacto e licenciamento urbanístico Lei Municipal nº 10.134 - Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável 2011 - 2012 Elaboração dos Planos Diretores Regionais 2012 Lei Federal nº 12.587 - Política Nacional de Mobilidade Urbana 2013 Início Programa Pampulha Viva 2013 - 2015 Elaboração do Macrozoneamento RMBH 2013 - 2016 Criação do Programa PRU - Planos de Regularização Urbanística (URBEL) 2015 Lei Federal nº 13.089 - Estatuto da Metrópole 2015 Encaminhamento à Câmara de Vereadores do PL 1.749 - nova legislação urbanística 2017 Lei Federal nº 13.465 - nova legislação acerca da regularização fundiária de assentamentos urbanos 2017 Publicação da 1ª Revisão do PlanMob-BH (BHTrans)		

LEGENDA: âmbito MUNICIPAL, METROPOLITANO, COMITÊ BACIA HIDROGRÁFICA - CBH, ESTADUAL, FEDERAL, MUNDIAL.



Projeto PROMEVIDA (PBH, 1995): avenidas 12 de Outubro, Várzea da Palma e Virgílio de Melo Franco e Rua Madrid



Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2002): antes das obras estruturantes PAC

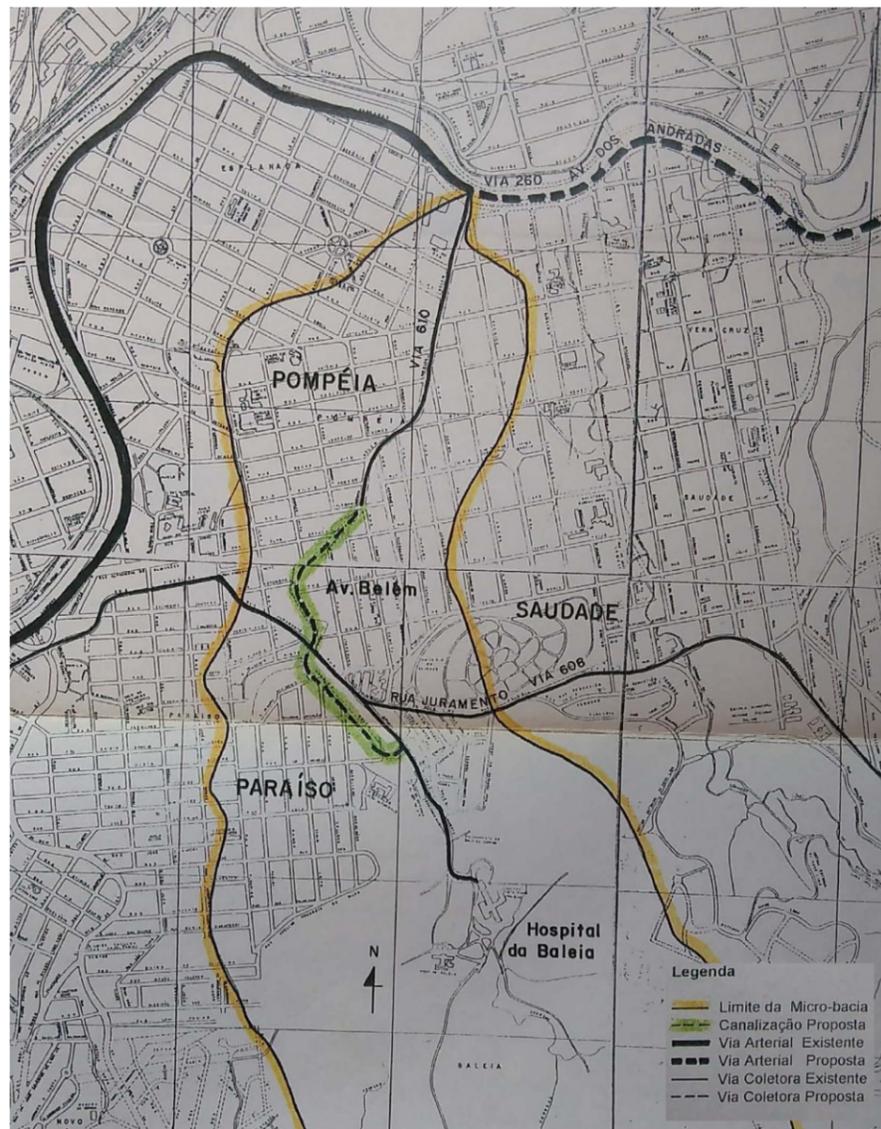


Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2017): após as obras estruturantes PAC. Nota: BD - bacia de detenção

**APÊNDICE B:
PAC - COMPLEXO VÁRZEA
DA PALMA (CÓR. BORGES)**

Fonte: a autora, 2019.





Projeto PROMEVIDA (PBH, 1995): Avenida Belém

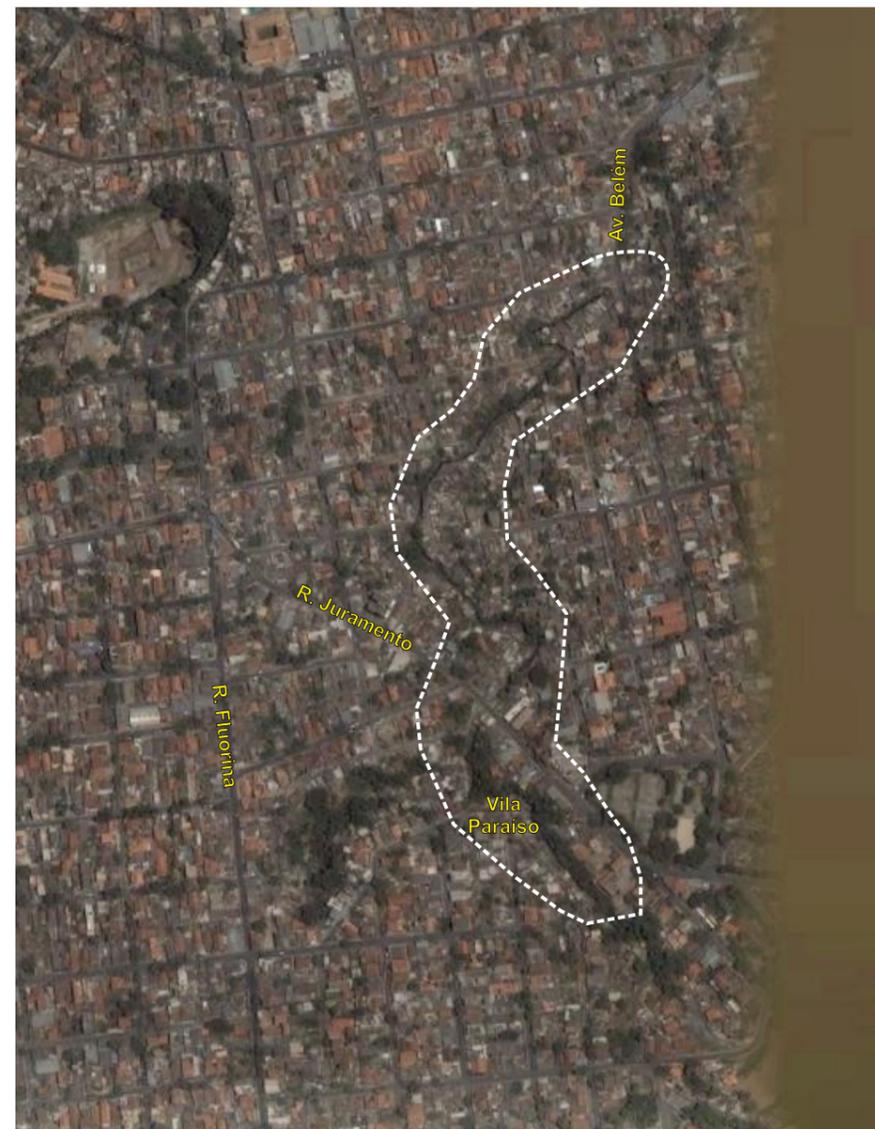


Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2002): antes das obras estruturantes PAC



Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2017): após as obras estruturantes PAC.

APÊNDICE B:
PAC CÔR. DA AV. BELÉM

Fonte: a autora, 2019.



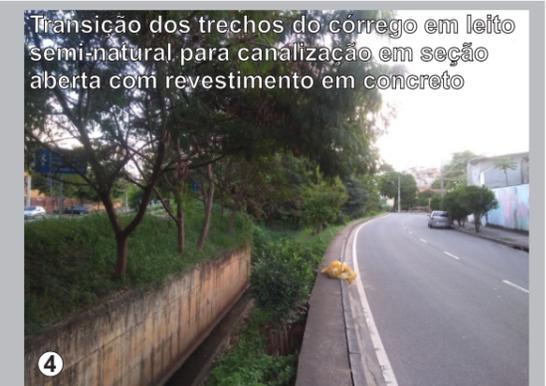
1 Córrego a montante da área de intervenção do PAC, remanescente em leito natural, na Vila Paraiso



2 Pista de caminhada de 600 m de extensão ao longo do «parque linear»



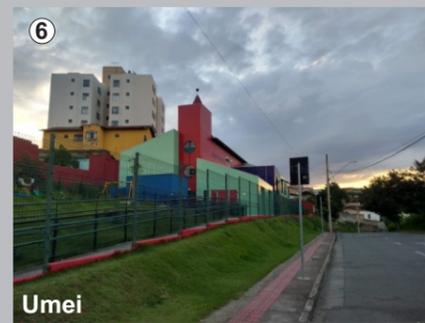
3 Pista de caminhada (à esquerda) e área de reassentamento (à direita)



4 Transição dos trechos do córrego em leito semi-natural para canalização em seção aberta com revestimento em concreto



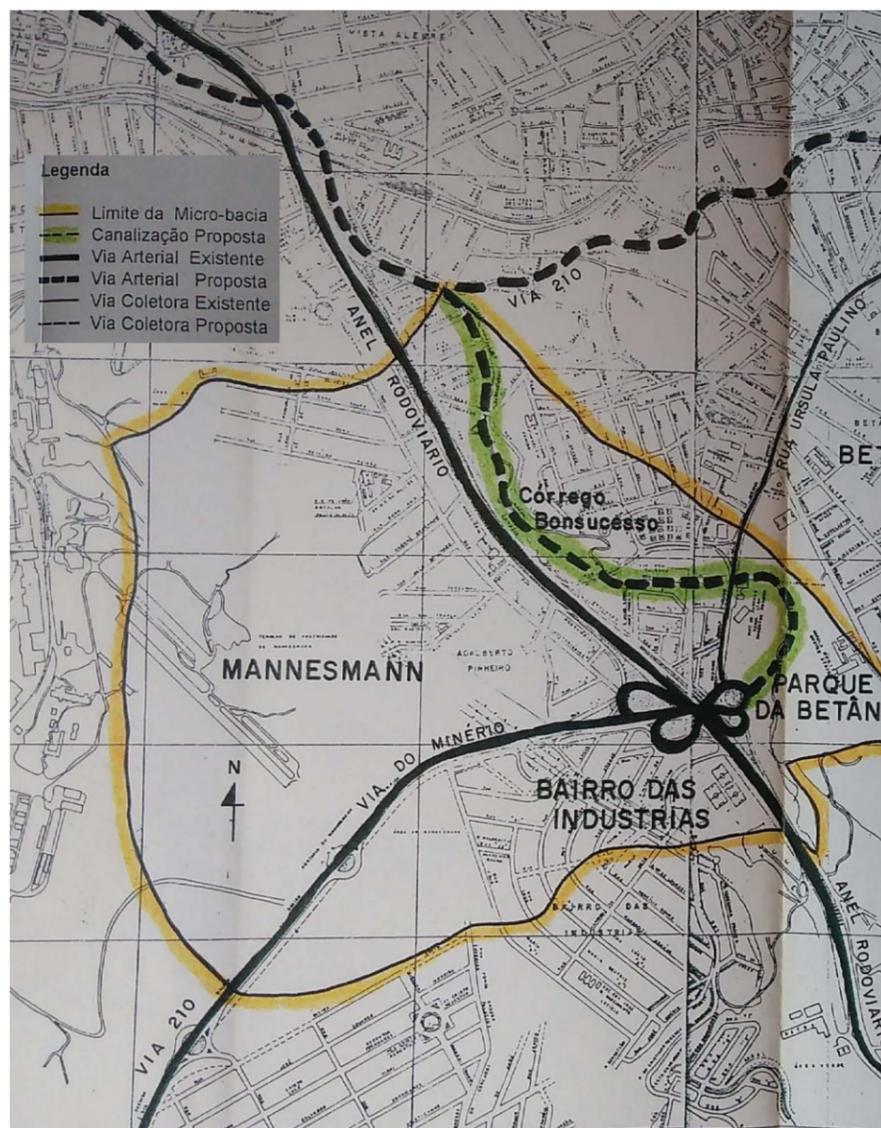
5 Academia a céu aberto



6 Umei



7 Interseção viária (Av. Belém e ruas Juramento, Alegria, Salvador Pinto e Pe. Júlio Maria)



Projeto PROMEVDA (PBH, 1995): córrego Bonsucesso



Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2002): antes das obras estruturantes PAC

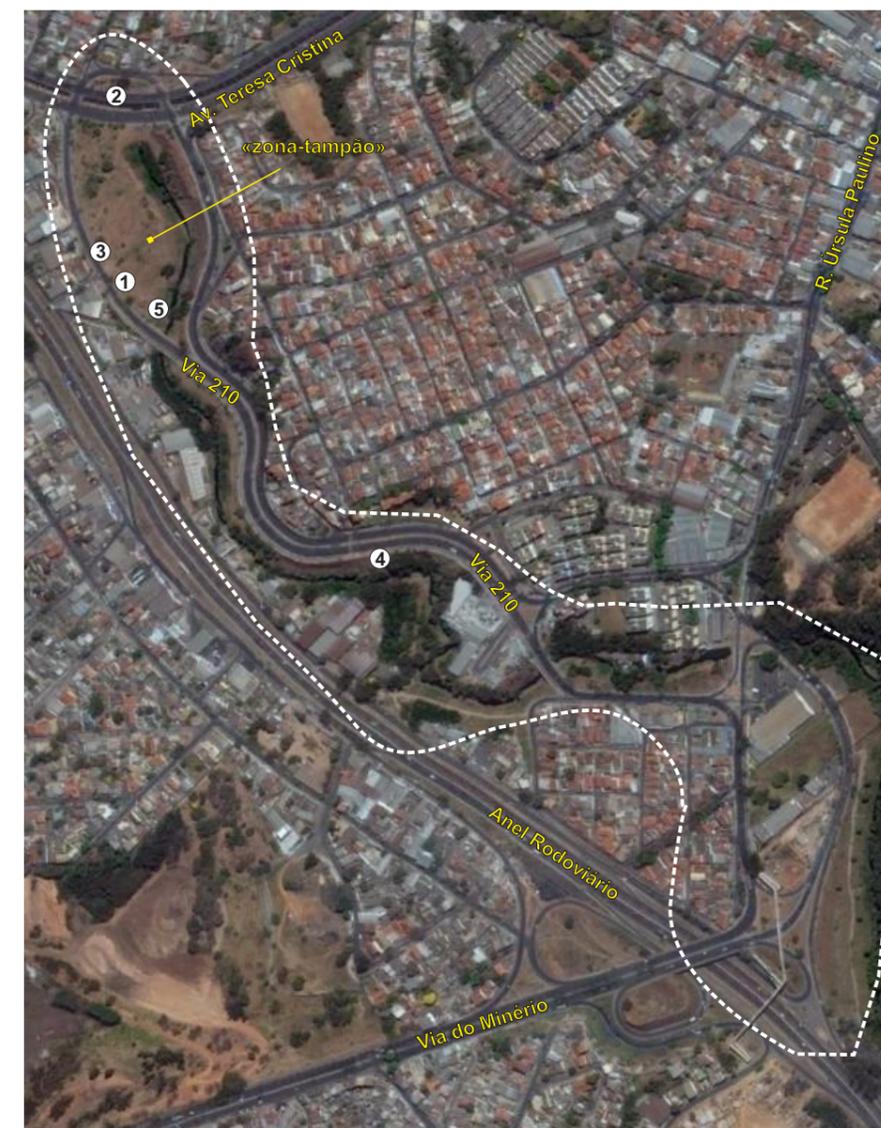
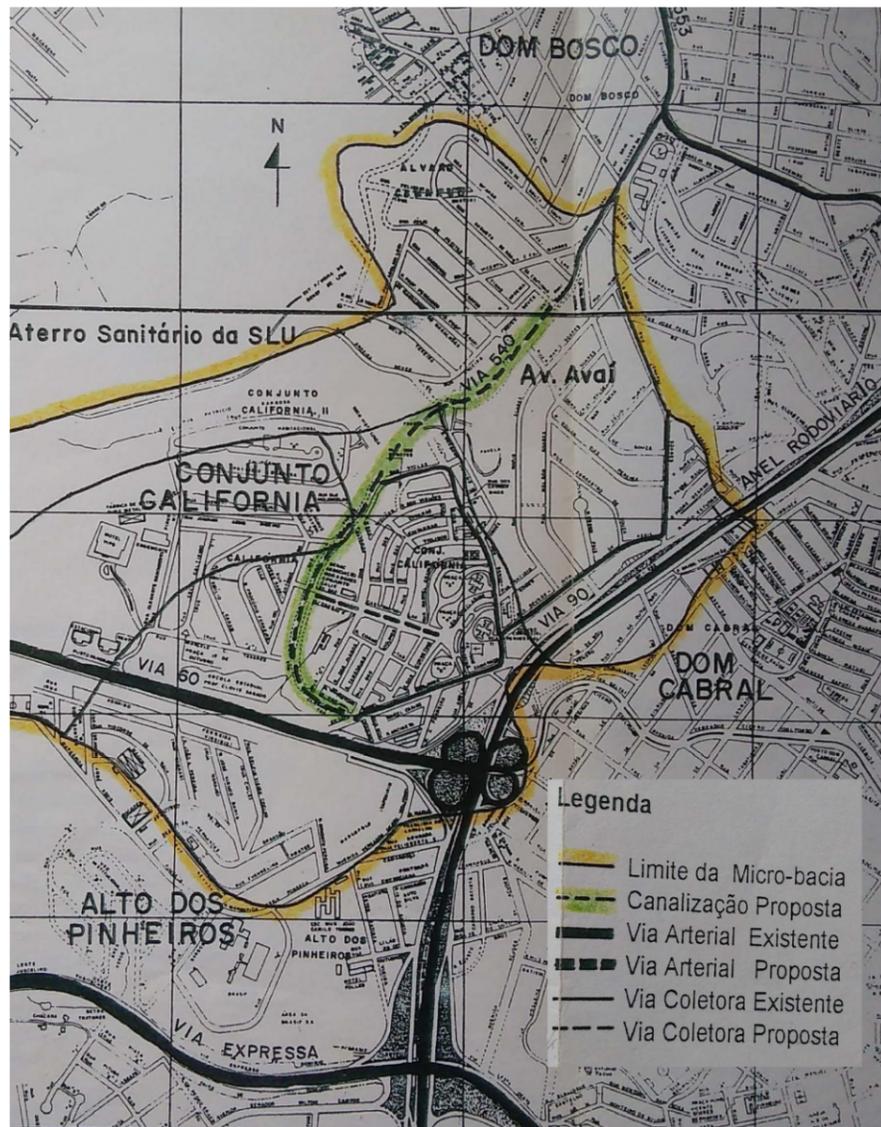


Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2017): após as obras estruturantes PAC.



APÊNDICE B:
PAC MOBILIDADE - VIA 210
(CÓR. BONSUCESSO)

Fonte: a autora, 2019.



Projeto PROMEVIDA (PBH, 1995): Av. Avai

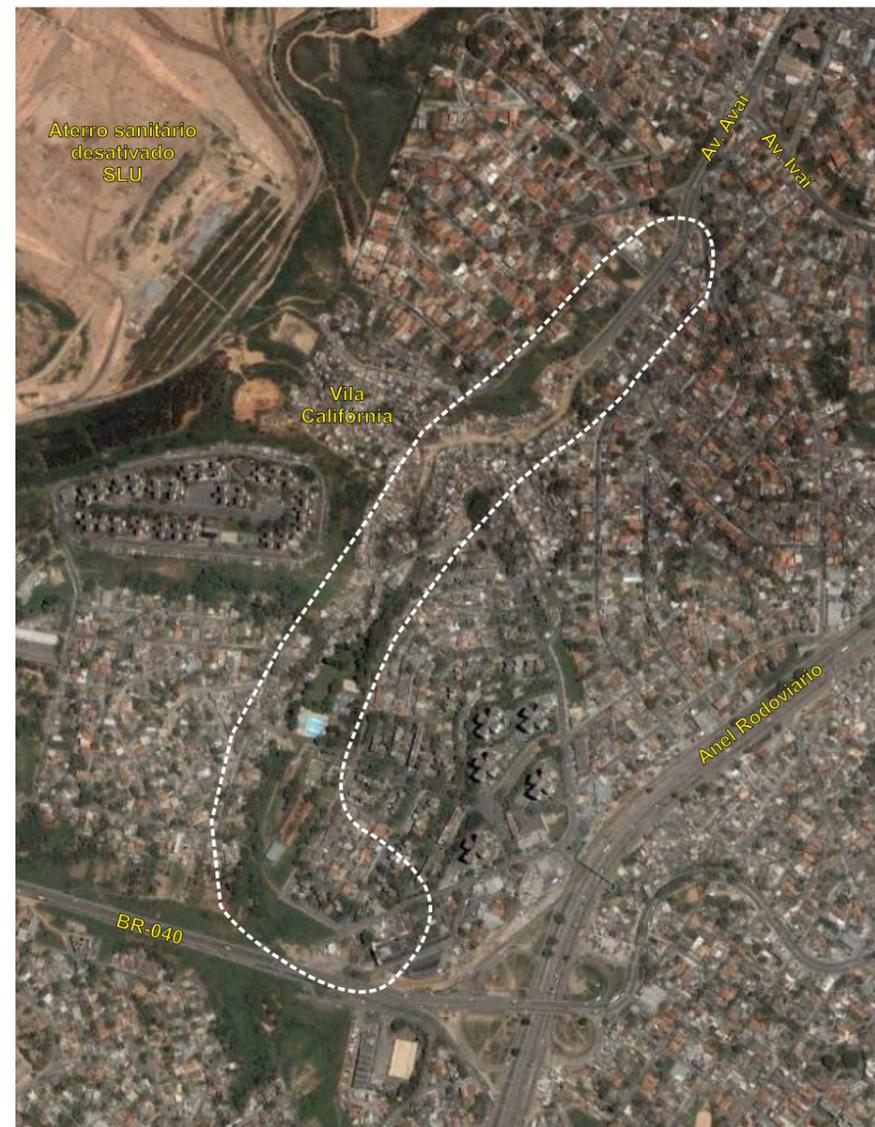


Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2002): antes das obras estruturantes PAC



Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2017): após as obras estruturantes PAC.



Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2002): antes das obras estruturantes PAC



Projeto Urbanístico do Parque Linear e do Reassentamento previsto no âmbito das obras estruturantes PAC (ENGESOLO; DEOP-MG, 2009)



Imagem de satélite (Google Earth Pro, 2018): após as obras estruturantes PAC



APÊNDICE B: PAC ARRUDAS (RIB. ARRUDAS)

Fonte: a autora, 2019.



1
Campo de futebol



2
Praça



3
Interseção viária e reassentamento ao fundo



4
Calçada



5
Leito semi-natural do ribeirão Arrudas

APÊNDICE C: Lista de entrevistas realizadas

Entrevistas realizadas	12
Identificação	Data
Técnica Dgau/Smobi PBH	15/02/2018
Ex-professor EHR EE/UFMG (atual consultor e projetista)	01/03/2018
Ex-técnico SMMA/PBH	11/06/2018
Ex-técnico Sudecap (atual professor EA/UFMG)	18/06/2018
Ex-técnico Plambel (atual consultor)	28/06/2018
Ex-técnico Sudecap	19/11/2108
Técnica Pear/Urbel	21/11/2018
Técnica UEP Drenurbs	30/11/2018
Técnico Sudecap	05/12/2018
Técnico Dgau/Smobi PBH	08/01/2019
Ex-técnica Ministério das Cidades (atual técnica SMPU)	26/03/2019
Membro CBH Rio das Velhas	25/04/2019

Fonte: elaborado pela autora, 2019.

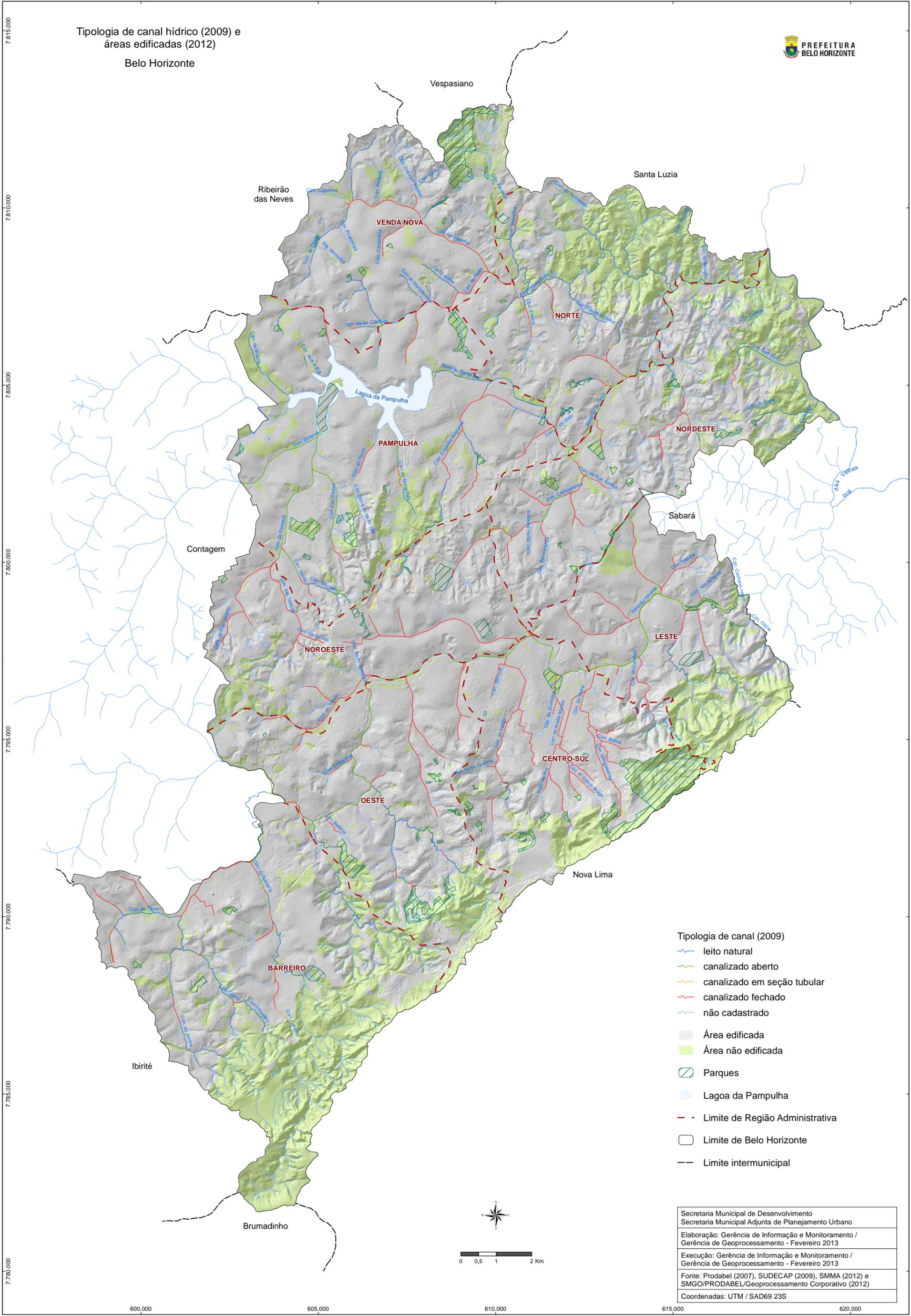
ANEXOS

ANEXO A: Mapa - Tipologia de canal hídrico (2009) e áreas edificadas (2012) – Belo Horizonte

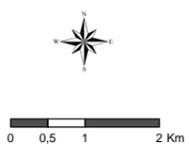
ANEXO B: Mapa - Zoneamento (Lpous) por sub-bacia hidrográfica – Belo Horizonte

Tipologia de canal hídrico (2009) e áreas edificadas (2012)

Belo Horizonte



- Tipologia de canal (2009)**
- leito natural
 - canalizado aberto
 - canalizado em seção tubular
 - canalizado fechado
 - não cadastrado
- Áreas e Limites**
- Área edificada
 - Área não edificada
 - Parques
 - Lagoa da Pampulha
 - Limite de Região Administrativa
 - Limite de Belo Horizonte
 - Limite intermunicipal

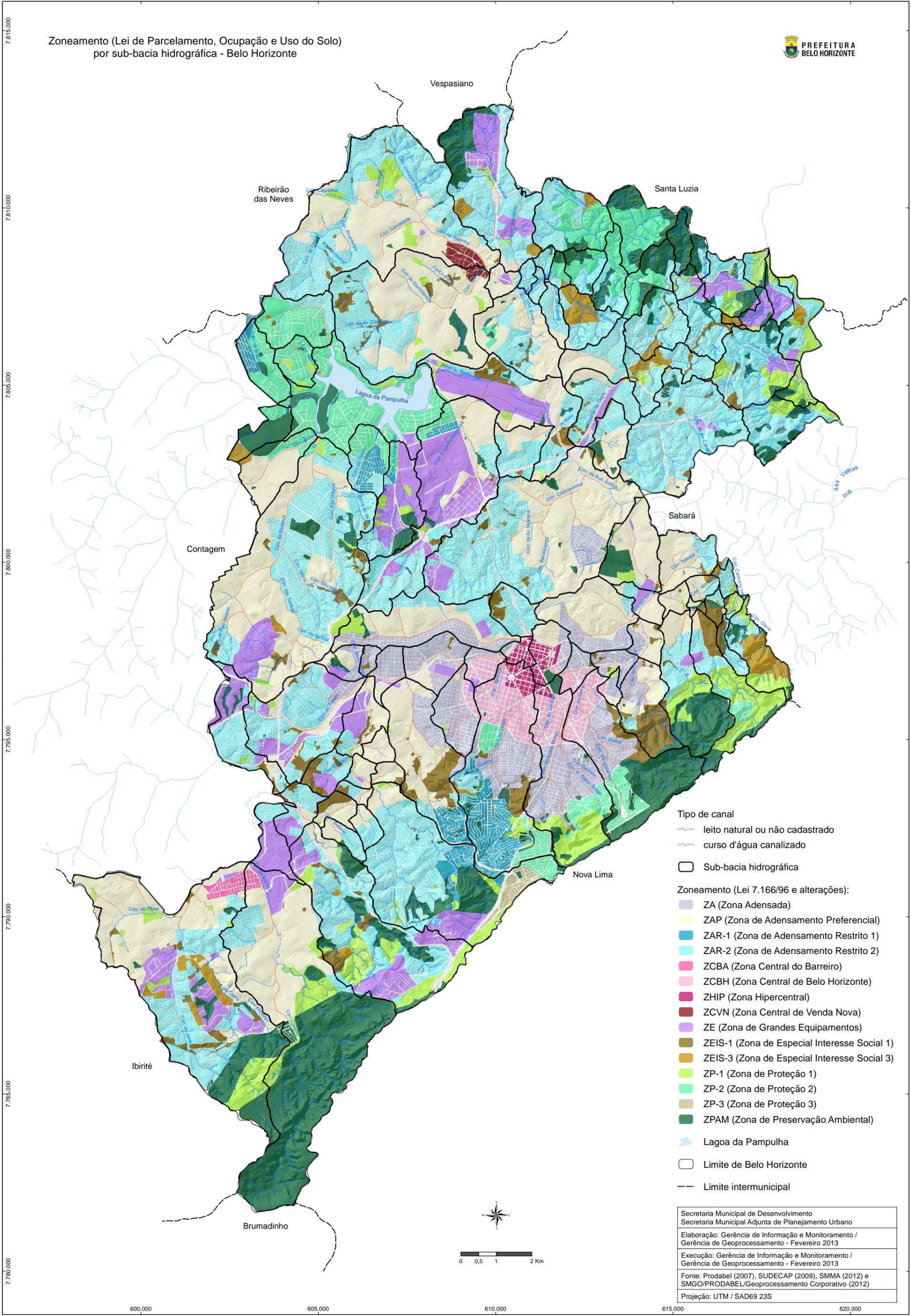


Secretaria Municipal de Desenvolvimento
 Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano
 Elaboração: Gerência de Informação e Monitoramento /
 Gerência de Geoprocessamento - Fevereiro 2013
 Execução: Gerência de Informação e Monitoramento /
 Gerência de Geoprocessamento - Fevereiro 2013
 Fonte: Prodabel (2007), SUDECAP (2009), SMMA (2012) e
 SMGO/PRODABEL/Geoprocessamento Corporativo (2012)
 Coordenadas: UTM / SAD69 23S

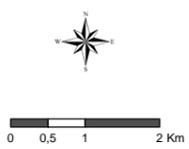
7.815.000
7.810.000
7.805.000
7.800.000
7.795.000
7.790.000
7.785.000
7.780.000

600,000 605,000 610,000 615,000 620,000

Zoneamento (Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo)
por sub-bacia hidrográfica - Belo Horizonte



- Tipo de canal**
- leito natural ou não cadastrado
 - curso d'água canalizado
 - Sub-bacia hidrográfica
- Zoneamento (Lei 7.166/96 e alterações):**
- ZA (Zona Adensada)
 - ZAP (Zona de Adensamento Preferencial)
 - ZAR-1 (Zona de Adensamento Restrito 1)
 - ZAR-2 (Zona de Adensamento Restrito 2)
 - ZCBA (Zona Central do Barreiro)
 - ZCBH (Zona Central de Belo Horizonte)
 - ZHIP (Zona Hipercentral)
 - ZCVN (Zona Central de Venda Nova)
 - ZE (Zona de Grandes Equipamentos)
 - ZEIS-1 (Zona de Especial Interesse Social 1)
 - ZEIS-3 (Zona de Especial Interesse Social 3)
 - ZP-1 (Zona de Proteção 1)
 - ZP-2 (Zona de Proteção 2)
 - ZP-3 (Zona de Proteção 3)
 - ZPAM (Zona de Preservação Ambiental)
 - Lagoa da Pampulha
 - Limite de Belo Horizonte
 - Limite intermunicipal



Secretaria Municipal de Desenvolvimento
Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano
Elaboração: Gerência de Informação e Monitoramento /
Gerência de Geoprocessamento - Fevereiro 2013
Execução: Gerência de Informação e Monitoramento /
Gerência de Geoprocessamento - Fevereiro 2013
Fonte: Prodabel (2007), SUDECAP (2009), SMMA (2012) e
SMGO/PRODABEL/Geoprocessamento Corporativo (2012)
Projeção: UTM / SAD69 23S

7.815.000
7.810.000
7.805.000
7.800.000
7.795.000
7.790.000
7.785.000
7.780.000

600,000 605,000 610,000 615,000 620,000