



## **Trajatória da drenagem urbana no Brasil: uma perspectiva a partir da análise de políticas públicas recentes de Belo Horizonte**

### **Autores:**

Cristiane Borda Pinheiro - Escola de Arquitetura da UFMG - [cristiane.borda@gmail.com](mailto:cristiane.borda@gmail.com)

Roberto Eustaáquio dos Santos - Escola de Arquitetura da UFMG - [ro1234ro@gmail.com](mailto:ro1234ro@gmail.com)

### **Resumo:**

Novas ideias de drenagem pluvial e medidas de controle de inundações urbanas foram sendo incorporadas nas diretrizes de planos, programas e projetos no Brasil nas últimas décadas. As principais iniciativas no âmbito das políticas públicas em Belo Horizonte, voltadas para o manejo de águas pluviais, a partir do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDBH) ou contemporâneas a ele são apresentadas e comparadas com os principais preceitos do novo paradigma de drenagem urbana, para verificar em que medida ocorreram mudanças em relação à concepção tradicional e quais os principais desafios para sua implementação e difusão. Embora tenham sido construídas bases legais e institucionais para uma mudança de rumo em relação aos princípios higienistas e positivistas, que preconizam a evacuação rápida das águas pluviais, e que essas diretrizes estejam presentes no discurso de técnicos, políticos e lideranças, elas ainda não estão refletidas de maneira abrangente na prática cotidiana de projeto e gestão urbanos.

# **TRAJETÓRIA DA DRENAGEM URBANA NO BRASIL:**

Uma perspectiva a partir da análise de políticas públicas recentes de Belo Horizonte

## **INTRODUÇÃO**

O padrão de urbanização cunhado pela sociedade industrial a partir de meados do século XIX vem gerando uma série de contradições e conflitos socioambientais, sobretudo aqueles relacionados à ocupação e ao uso do solo urbano. Tais conflitos decorrem da superposição de interesses de diferentes atores do cenário da cidade: poder público, empresas imobiliárias, entidades de conservação ambiental e de direitos humanos básicos como habitação, saneamento etc. Em princípio, ao Estado cabe o papel de mediador dos interesses, polarizados basicamente entre a garantia de acesso coletivo aos recursos e os objetivos econômicos privados (COSTA; BRAGA, 2004). Em países periféricos como o Brasil, esse modelo de desenvolvimento foi adotado de forma mais contundente a partir de meados do século XX, mas sem uma ampla cobertura de infraestrutura e serviços urbanos garantidos pelo Estado, tal como acontece nos países desenvolvidos, resultando num cenário ainda mais perverso, ao combinar desigualdade social e degradação ambiental.

A perversidade dessa combinação fica evidente quando observamos a relação das cidades com suas águas. Com o crescimento das aglomerações urbanas desde a Revolução Industrial, as administrações públicas passam a ter por tarefa o controle de enfermidades e epidemias provocadas pela aglomeração de pessoas em condições pouco higiênicas. O Estado assume a função de manter um grande contingente de trabalhadores em boas condições de saúde, de modo a não prejudicar a produção. Em vista disso, combater a insalubridade se torna uma questão chave para o urbanismo e a engenharia. As políticas públicas de controle sanitário se apoiam em argumentos técnicos e científicos para reger a vida urbana, da esfera privada da residência aos espaços públicos, mas, especialmente, para legitimar a implantação de serviços de distribuição de água tratada, redes de coleta de esgotos e drenagem. Com isso, o Estado abre espaço para a ação do Capital sobre a cidade, seja pela promoção de obras públicas de saneamento básico, seja pela concessão direta de exploração dos serviços urbanos à iniciativa privada. No entanto, como veremos adiante, a implantação desses serviços no Brasil, especialmente no caso de Belo Horizonte, será sempre parcial: de um lado a instalação paulatina de redes de água, esgoto e drenagem, e de outro, pouco ou nenhum tratamento de efluentes.

Afinada com princípios higienistas e positivistas, a ação do Estado preconiza a evacuação rápida das águas pluviais e servidas, levando à redução progressiva dos cursos de água na paisagem urbana, até a completa supressão em grande parte dos casos. Tais

princípios se difundiram por todo o Mundo Ocidental e ainda hoje preponderam nas intervenções urbanas, configurando o que denominamos aqui sistema tradicional de drenagem pluvial (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Silveira (1998) define três etapas para o modo como a drenagem urbana é posta em prática no Brasil ao longo do tempo. A primeira delas é representada pela implantação das primeiras canalizações de águas pluviais e esgoto em importantes cidades brasileiras, a partir de meados do século XIX. No Recife, por exemplo, têm lugar intervenções urbanas conduzidas por Louis Vauthier, no âmbito do *Plano Geral de Melhoramentos* e do *Novo Regulamento da Repartição de Obras Públicas da Província de Pernambuco* [1]. Após a Proclamação da República (1889), destacam-se a reforma urbanística conduzida por Pereira Passos (1902-1906) no centro do Rio de Janeiro e a construção na Nova Capital de Minas Gerais, Belo Horizonte (1894-1897). O avanço do Capital na exploração de serviços públicos inaugura um promissor mercado de obras públicas.

A etapa higienista foi sucedida pela etapa da racionalização, marcada pelo desenvolvimento e aplicação do *Método Racional* e pela normalização dos cálculos hidrológicos para dimensionamento de obras hidráulicas. Essa segunda etapa não altera substancialmente o conceito de evacuação rápida das águas pluviais e se dedica a conferir mais precisão aos cálculos, possibilitados pela importação de melhores instrumentos de medição das grandezas hidrológicas, tais como os pluviógrafos, que chegam ao país na década de 1930. O *Método Racional* foi desenvolvido na segunda metade do século XIX, nos Estados Unidos e na Inglaterra, visando estabelecer uma relação matemática entre as chuvas e o escoamento superficial e, assim, se contrapor aos métodos empíricos anteriormente empregados no dimensionamento dos condutos pluviais (TOMAZ, 2013). Silveira (1998) relata que um importante meio de divulgação desse método no Brasil foi a publicação do estudo “Chuvas Intensas no Brasil”, em 1957, por Otto Pfafstetter, engenheiro do antigo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) [2]. Nessa publicação, foram estabelecidas, a partir de medições regulares de chuva em 98 locais do Brasil, relações entre intensidade, duração e probabilidade de ocorrência de chuvas, essenciais para a aplicação do *Método Racional*.

Contudo, a aplicação desse e de outros métodos de origem norte-americana não foi técnica e cientificamente criteriosa, especialmente no que diz respeito ao cálculo do tempo de concentração [3] nas bacias urbanizadas brasileiras (SILVEIRA, 1998). Champs (1999) ressalta que o *Método Racional* foi amplamente empregado nos projetos de canalização de cursos de água em Belo Horizonte, e, em alguns casos, resultou em estruturas de drenagem mal dimensionadas e ineficientes.

A adoção do modelo projetual das avenidas sanitárias, isto é, a solução de macrodrenagem associada ao sistema viário estruturante que utiliza os fundos de vale para escoamento de efluentes sanitários e pluviais, disseminou-se em todo o país, demandando obras massivas de canalização. Esses grandes investimentos financeiros são financiados majoritariamente com recursos federais oriundos do Banco Nacional de Habitação (BNH), sob coordenação do DNOS. Propaladas como solução definitiva para as cheias, elas atendem também aos anseios desenvolvimentistas da associação entre Governo Militar (1964-1985) e

empreiteiras, na medida em que liberam as planícies de inundação para expansão urbana e implantação de vias de ligação regional (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1974).

Contudo, foram desconsiderados nessas ações os impactos socioambientais, tais como a transferência de vazões para jusante, estímulo à ocupação de áreas de risco, desconexão com aquíferos, remoções de população ribeirinha e perda de referências paisagísticas. Ao mesmo tempo, os cursos de água que permaneceram em leito natural foram sendo paulatinamente degradados por lançamentos de efluentes, lixo e entulho, pelo aumento dos picos de vazão e de sua frequência, em decorrência da impermeabilização do solo e da instalação de rede de drenagem em sua área de contribuição, e ainda pela ocupação de margens por habitações precárias, à revelia da legislação urbanística e ambiental (TUCCI, 2007).

A emergência do ambientalismo na década de 1960 levou ao questionamento desse modelo de desenvolvimento, adotado pela sociedade urbano-industrial. A incorporação desse questionamento define o que Silveira denomina etapa da *hidrologia urbana*, sucessora das etapas *higienista* e de *racionalização*. Ela tem origem nos países desenvolvidos, que, dispendo de instrumentos tecnológicos mais sofisticados para a aferição de dados e para simulações via modelagem hidrológica e hidráulica, passam a buscar a mitigação dos impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.

No Brasil, essa nova abordagem é introduzida em meados dos anos 1970, principalmente a partir do contato de técnicos e acadêmicos com pesquisas teóricas e aplicadas estrangeiras. Nesse sentido, Silveira (1998) chama atenção para pesquisas em hidrologia urbana realizadas nas regiões sul e sudeste do país, em alguns casos, a partir de iniciativas conjuntas entre a Universidade e os órgãos técnicos de gestão municipal. Em Belo Horizonte, destaca-se a atuação do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos (EHR) da Escola de Engenharia da UFMG, de consultorias de engenharia, da Superintendência de Desenvolvimento da RMBH (Plambel) e da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Sudacap), conforme será apresentado mais adiante.

O momento atual, portanto, caracteriza-se por uma mudança de paradigma [4] em relação à drenagem urbana. Diferentes termos têm sido empregados pela literatura internacional especializada para denominar essa nova abordagem, 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). No Brasil, há também diferentes denominações, a saber, *drenagem sustentável*, *manejo sustentável de águas pluviais*, *abordagem integrada*, *hidrologia urbana* e *idades sensíveis à água*.

Nesse contexto, Belo Horizonte é uma das cidades que, a partir da elaboração de seu *Plano Diretor de Drenagem Urbana* (PDDBH) no final dos anos 1990, tem desenvolvido uma série de políticas públicas voltadas para a superação da crise ambiental, financeira e operacional por que passa o sistema tradicional de drenagem urbana (CHAMPS, 2012). A partir do PDDBH, Belo Horizonte se tornou referência no cenário nacional, figurando ao lado de outras cidades brasileiras, que desenvolveram estudos similares nessa época [5]. As experiências derivadas desses instrumentos de planejamento e gestão municipais 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 período de planejamento previsto para o PDDBH, cabe analisar o grau de incorporação dessa mudança de rumo nas políticas públicas de manejo de águas pluviais e, a partir disso, vislumbrar possibilidades futuras. Eis, então, a análise a que se propõe este artigo.

## BREVE HISTÓRICO DAS ÁGUAS URBANAS DE BELO HORIZONTE

Belo Horizonte foi planejada, no final do século XIX, para ser a Nova Capital do Estado de Minas Gerais. Naquela conjuntura, as elites políticas buscavam afirmar os ideais de modernidade da recém-criada República. Era crucial, portanto, romper com o passado colonial e, no caso mineiro, essa ruptura se materializou na transferência da capital de Ouro Preto para a Belo Horizonte. O plano urbano concebido pela equipe de Aarão Reis fez *tabula rasa* do sítio original de implantação, ignorando o Arraial do Curral del Rei, ali existente, para dar lugar ao espaço moderno da nova capital – “amplo, monumental e hierarquizado” (COPASA *et al.*, 1996, p. 8) –, inspirado nas grandes realizações da época: “Paris de Haussmann, Washington D.C., de L’Enfant, e La Plata” (*ibid.*, p. 11).

Uma série de levantamentos e estudos técnicos foram elaborados para embasar o projeto, indicando, portanto, que a *Comissão Construtora Nova Capital* (CCNC) tinha amplo conhecimento das condicionantes do sítio escolhido. Apesar dos registros minuciosos da rede hidrográfica local, prevalecem no plano urbano os princípios racionalistas e positivistas que desrespeitam o curso natural dos córregos existentes, submetendo-os a um traçado geométrico rígido, conotando uma crença no domínio do meio ambiente pela técnica.

A área urbana [6] do projeto original de Belo Horizonte foi implantada na margem direita do ribeirão Arrudas [7], abrangendo sua planície de inundação. Inicialmente, ainda que grande parte de seu leito permanecesse em leito natural, o ribeirão Arrudas foi retificado na área central, configurando o limite norte da área urbana. Tanto o Arrudas quanto seus tributários foram sendo progressivamente canalizados ao longo das décadas seguintes, num primeiro momento em seção aberta e, posteriormente, tamponados para dar lugar a importantes vias radiais de acesso ao centro da cidade.

Ainda que o saneamento tivesse “posição de destaque na conformação do espaço urbano” (COPASA *et al.*, 1996, p. 5) desde a fundação da cidade, as obras públicas se mostraram insuficientes diante da dinâmica de crescimento urbano e de suas contradições sociais e políticas [8]. A adoção dos princípios higienistas foi apenas parcial e se limitou ao plano urbano, não tendo sido incorporados à gestão da cidade. Exemplo disso é que as alternativas em disputa naquele momento - de tratamento de efluentes antes de lançá-los no ribeirão Arrudas ou de depurá-los através do solo - foram logo abandonadas, dando início à prática, nada congruente com os princípios higienistas, de lançamento de esgotos *in natura*. Tal prática se estendeu por décadas, até o ponto de parecer natural. Assim como na maioria das cidades brasileiras, em Belo Horizonte os investimentos em saneamento priorizaram o abastecimento de água, inclusive durante a vigência do Plano Nacional de

Saneamento – Planasa (1971 a 1990). Somente da década de 1990 em diante, é que investimentos significativos em coleta e tratamento de esgotos passam a ser feitos (REZENDE; HELLER, 2008).

À medida que a cidade vai crescendo, a mancha urbana ultrapassa as previsões iniciais, atingindo a bacia hidrográfica do ribeirão Onça (também afluente da margem esquerda do rio das Velhas), cujo relevo caracteriza-se por topografia mais suave e altimetrias menores em relação à bacia do ribeirão Arrudas. Nesse cenário, destaca-se o surgimento do chamado vetor norte, cuja ocupação urbana foi impulsionada com a implantação da Pampulha e da Avenida Antônio Carlos, nos anos 1940.

Registra-se um surto de canalizações em Belo Horizonte a partir da década de 1970 [9]. A título de comparação, em 1972, apenas 33 km dos cursos de água encontravam-se canalizados (FJP, 1975) e, em 2008, eram 173 km, correspondendo a 26% da extensão total (673 km) da rede hidrográfica da cidade (CALDAS *et al.*, 2008).

O primeiro mapeamento hidrográfico sistemático da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) [10] foi elaborado pela Fundação João Pinheiro (FJP), em 1975, no âmbito do *Plano Metropolitano de Águas Pluviais e Proteção Contra Cheias*. Esse documento traz o pré-dimensionamento de canais artificiais para a maior parte dos cursos de água das áreas urbanizadas ou previstas para ocupação, cuja execução se daria ao longo dos 20 anos seguintes. Em 1979, esse trabalho foi complementado pela Sudecap, com a elaboração do *Plano de Urbanização e Saneamento Básico de Belo Horizonte (Planurbs)*, que propunha a canalização de 270 km de córregos remanescentes em leito natural, com base nos estudos hidrológicos publicados por Pfafstetter e no *Método Racional* (CHAMPS, 1999).

Os primeiros anos de atuação do Plambel, instituído em 1974, caracterizaram-se pelos investimentos no sistema viário de acesso aos vetores norte e oeste da RMBH e pela formulação da política de transportes metropolitanos. A Via Urbana Leste-Oeste buscava aliviar o tráfego na Avenida Amazonas, eixo de ligação entre o centro de Belo Horizonte e a Cidade Industrial Juventino Dias, em Contagem, e demandou a canalização do ribeirão Arrudas (trecho entre o córrego do Tejuco e a Avenida Nossa Senhora de Fátima) [11] ou 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 (Plambel, 1977). Entretanto, o texto “Saneamento básico em Belo Horizonte: trajetória em 100 anos – os serviços de água e esgoto”, de 1997, destaca que a atuação do Plambel no setor de saneamento foi secundária, pois o repasse de recursos federais aos municípios para água e esgoto era encaminhado diretamente ao órgão estadual (no caso de Minas Gerais, a Copasa), conforme previa o Planasa, ou seja, sem envolvimento da autarquia de planejamento metropolitano. Isso contribuiu para a consolidação do saneamento básico como uma política setorial não integrada ao desenvolvimento urbano e metropolitano, confirmando a visão encapsulada e tecnocrata de saneamento, que Britto *et al.* (2012) apontam como um dos legados do Planasa, e que ainda hoje dificulta a ação integrada com outros setores de planejamento e gestão.

Na década de 1980, conforme publicações da época [12], o Plambel já dava conta dos equívocos da política de planejamento metropolitano em relação à drenagem pluvial. Desde a elaboração do *Plano Metropolitano de Águas Pluviais e Proteção Contra Cheias*, em 1975, reconhecia-se o surgimento de “diversos problemas de drenagem não previstos no documento em função da urbanização desordenada da Região” (Plambel, 1984a, p. 4), e também que as prefeituras da RMBH não tinham “condições financeiras para executar as obras necessárias apenas com recursos próprios” (*ibid*, p. 7) ou mesmo a capacidade de endividamento exigida para acesso aos recursos do subprograma Fidren, do BNH. Com exceção de Belo Horizonte e Contagem, tampouco havia uma estrutura de planejamento e técnicos especializados em drenagem urbana nas demais prefeituras da RMBH. O diagnóstico do Plambel - Drenagem Urbana na RMBH: Diagnóstico da Situação Atual (1984a, p. 8) - também reconhece a prioridade de implantação do sistema viário urbano durante o período desenvolvimentista nacional. Naquele momento a drenagem era tida como um investimento complementar, fato que acabou resultando nas inúmeras avenidas sanitárias de Belo Horizonte e, conseqüentemente, no agravamento das inundações em trechos fluviais a jusante das intervenções.

Algumas das diretrizes estruturantes apontadas pelo Plambel para a política metropolitana de drenagem urbana eram até então inéditas na RMBH, especialmente: a integração com outras políticas setoriais, tais como saneamento, meio ambiente e planejamento urbano; a necessidade de reconhecimento do 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 e a 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). Apesar disso não houve continuidade do processo e um novo plano de drenagem metropolitano acaba não sendo elaborado. O Plambel foi paulatinamente perdendo protagonismo até ser efetivamente extinto em 1996 (TONUCCI FILHO, 2012).

Ao longo da década de 1990, grandes obras de canalização continuaram sendo realizadas na RMBH obedecendo o escopo do *Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça* (Prosam), com financiamento do Banco Mundial. Esse programa tinha por principal objetivo recuperar a qualidade das águas dos ribeirões Onça e Arrudas e as condições ambientais de suas bacias hidrográficas, prevendo projetos concebidos a partir de uma visão mais abrangente de saneamento, sobretudo quando comparados às obras realizadas anteriormente no âmbito do Planasa, devendo contemplar a ampliação da rede de coleta e tratamento de efluentes domésticos e industriais, o manejo de resíduos sólidos, a drenagem pluvial, a gestão ambiental e o reassentamento das famílias carentes removidas das favelas atingidas pelas obras (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1999). Apesar disso, insistiu-se no mesmo modelo projetual até então adotado para o tratamento dos fundos de vale, isto é, a tradicional avenida sanitária. Extensões significativas dos córregos Ferrugem e Sarandi e dos ribeirões Arrudas e Onça foram canalizadas junto a importantes vias de articulação urbana e metropolitana, associadas à

implantação de interceptores de esgoto. Áreas remanescentes das canalizações receberam um incipiente tratamento paisagístico, criando exíguos e desarticulados espaços públicos de lazer, com exceção do Parque do Confisco, implantado em um trecho do fundo de vale do córrego Sarandi, no município de Contagem.

Em 1995 a Sudecap lança o *Programa de Melhoria da Qualidade de Vida* (Promevida). Esse programa prometia dar continuidade aos trabalhos iniciados na década anterior pela Diretoria de Planejamento da Sudecap, em parceria com a Diretoria de Projetos, e tinha como premissa a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Tanto o arranjo institucional intersetorial quanto a adoção da bacia como princípio de planejamento pareciam um avanço na direção da abordagem integrada, mas não passaram da promessa, já que o programa não foi executado naquele momento. A partir do diagnóstico elaborado pelo Promevida, as obras prioritárias de saneamento e urbanização no município foram apontadas, a maioria delas inseridas em favelas e conjuntos habitacionais. Ainda que essas intervenções não tenham sido detalhadas em nível de projeto, nas diretrizes elencadas em PBH (1995) e Urbel (1995) fica evidente a manutenção de soluções tradicionais de canalização e implantação de avenidas sanitárias, fazendo crer que era a única forma de garantir a melhoria da qualidade urbanística e ambiental nos fundos de vale até então não urbanizados.

Quase que concomitantemente, em 1997, a mesma Sudecap elaborou um termo de referência para licitar um novo plano de drenagem urbana para o município, cuja necessidade já havia sido apontada pelo Plano Diretor de Belo Horizonte (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 Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da 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, fato que demonstra a existência de um intercâmbio internacional de ideias e experiências. Tal termo de referência define que o *Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte* (PDDBH) deveria orientar o “planejamento sustentável” do sistema municipal de drenagem pluvial para um horizonte de 20 anos, partindo de uma concepção integrada da drenagem com os sistemas urbanos (sistemas viário, de controle da erosão do solo e riscos geológicos, de coleta e destinação final dos resíduos sólidos, de controle da poluição dos ambientes aquáticos, de saúde pública e de ocupação e uso do solo). Cabe ressaltar que o conceito de abordagem integrada já estava presente nas publicações do Plambel nos anos 1980. O mesmo termo de referência, também previa 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 PDDBH foi elaborado pela empresa Magna Engenharia em duas etapas. A primeira, realizada de 1999 a 2001, foi dedicada ao levantamento cadastral dos sistemas de micro e macrodrenagem, 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 de 2001 a 2004 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).

Esse 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 Prefeitura de Belo Horizonte (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)*, cujo objetivo principal, até então inédito na gestão pública municipal, era a recuperação e manutenção dos cursos de água remanescentes em leito natural.

Como vimos, Belo Horizonte passa pelas três etapas de desenvolvimento do saneamento pluvial no Brasil sistematizadas por Silveira (1998). Num primeiro momento, o *higienismo* marca a implantação da cidade; num segundo, entre meados dos anos 1940 e meados dos anos 1990, passa pela etapa de *racionalização* em que se destaca a atuação do Plambel e da Sudecap na implantação de diversas avenidas de fundo de vale; e, finalmente, a partir de 1995 entramos na etapa da *hidrologia urbana*, marcada pelas novas premissas estabelecidas pelo PDDBH, pelas intervenções do Drenurbs e pelo modelo de planejamento e gestão decorrente da *Política Municipal de Saneamento*, que precede a *Política Nacional de Saneamento* (2007) – vide Figura 1.

No item a seguir, apresentamos as principais iniciativas no âmbito das políticas públicas em Belo Horizonte, voltadas para o manejo de águas pluviais, a partir do PDDBH ou contemporâneas a esse plano. Buscamos compará-las com os principais preceitos do novo paradigma de drenagem urbana, para verificar em que medida ocorreram mudanças em relação à concepção tradicional e quais os principais desafios para sua implementação e difusão.

## POLÍTICAS PÚBLICAS RECENTES DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM BELO HORIZONTE

As técnicas ou medidas compensatórias abrangem as soluções de drenagem voltadas para a mitigação de inundações urbanas, por meio da retenção e/ou infiltração das águas pluviais. Adicionalmente, algumas técnicas compensatórias contribuem para o controle da poluição difusa, ao reduzir o trajeto do escoamento superficial ou promovendo a decantação de sedimentos. Sua aplicação sistemática já vem sendo efetivada em cidades de países desenvolvidos desde a década de 1970. Elas podem ser classificadas como *estruturais* - dispositivos de drenagem implantados conforme projeto de engenharia hidráulica - ou *não estruturais* – investimentos em recursos humanos e gerenciais, a partir de iniciativas de planejamento e gestão, via legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo, como 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 (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Em Belo Horizonte, as técnicas compensatórias estruturais implantadas pelo poder público se restringiram, até o momento, a grandes bacias de detenção e retenção, construídas em pontos estratégicos da rede hidrográfica, para amortecer cheias a jusante. São, portanto, medidas denominadas pela literatura técnica como “centralizadas” ou “intensivas”. Muito antes do PDDBH [1999-2004], a PBH já havia empreendido duas iniciativas desse tipo, sem grande sucesso: as barragens para regularização das vazões dos córregos do Leitão e do Acaba Mundo, afluentes do ribeirão Arrudas, cujas obras foram iniciadas nos anos 1930 e concluídas somente na década de 1970. Em poucos anos, os dois reservatórios estavam assoreados e poluídos por lançamentos de esgoto, conforme registra o já citado texto “Saneamento Básico em Belo Horizonte”. Esse fato pode ser explicado pela falta de articulação e visão integrada entre os sistemas do saneamento e deles com o planejamento urbano. Posteriormente, nos anos 1990, o reservatório do Acaba Mundo foi aterrado e transformado no Parque Municipal Juscelino Kubitschek. O reservatório do córrego do Leitão foi remodelado, englobando a implantação do Parque Municipal Jornalista Eduardo Couri em sua orla. Desde então, vêm sendo realizados serviços periódicos de desassoreamento, para garantir sua função original, de amortecimento das inundações que atingem a Avenida Prudente de Moraes.

Também cabe destacar que a Lagoa da Pampulha, originada do represamento do ribeirão de mesmo nome (1936-1943), foi concebida como um reservatório multifuncional. No entanto, à medida que sua área de contribuição foi sendo urbanizada, as funções de amortecimento de cheias, abastecimento de água potável, recreação e prática de esportes náuticos acabaram comprometidas. A partir da década de 1980, iniciativas de recuperação ambiental, de cunho paliativo, como dragagens de sedimentos, passaram a ser empreendidas pela PBH. Somente em 1997, com o lançamento do *Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha* (Propam), é que teve início o enfrentamento das causas da degradação da lagoa. Sob coordenação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), o Propam estrutura-se por meio de um plano de intervenções, cuja área de abrangência corresponde à bacia hidrográfica do ribeirão Pampulha e, por esse motivo, desde 1999, passa a integrar também o município vizinho de Contagem. As ações envolvem melhoria da infraestrutura de saneamento, proteção de nascentes, recuperação de áreas degradadas, controle de focos de erosões, educação ambiental, monitoramento, controle e planejamento urbano. Em Belo Horizonte, a Lei Municipal nº 9.037/2005 regulamenta tanto o Propam quanto a Área de Diretrizes Especiais (ADE) da Bacia da Pampulha, prevista no Plano Diretor Municipal. As ações do Propam são apoiadas e acompanhadas pelo *Consórcio de Recuperação da Bacia da Pampulha*, uma associação civil comunitária, que conta com representantes governamentais e da sociedade civil (ÁGUAS DA PAMPULHA, 2018).

Apesar dessas iniciativas, foi a partir do PDDBH que a implantação de reservatórios de amortecimento de cheias tornou-se uma prática sistemática. Dos três parques lineares implantados pelo Drenurbs em áreas de cabeceiras em 2007 e 2008, dois foram equipados com pequenos reservatórios: os parques municipais Primeiro de Maio e Nossa Senhora da

Piedade. Já as intervenções do Drenurbs executadas nas bacias hidrográficas dos córregos Bonsucesso e Engenho Nogueira, financiadas pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) assim como os parques da fase inicial desse programa, contemplaram bacias de retenção de maior envergadura, cuja operação foi iniciada em 2010. Nos anos seguintes, contando com recursos federais do *Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)*, outras grandes bacias de retenção foram implantadas (complexos Várzea da Palma e Cardoso) e outras oito ainda estão em fase de projeto ou construção (Calafate, Bairro das Indústrias, Lareira, Olaria/Jatobá, Túnel/Camarões e São Francisco).

Conforme análise de Araújo e Pinheiro (2015), somente as primeiras obras do Drenurbs contaram com uma abordagem mais sistêmica, ao associar estruturas de macrodrenagem ao tratamento paisagístico e a possibilidades de apropriação dos espaços públicos gerados pela população, ainda que inseridos em parques cercados e sob o rígido regulamento da Fundação de Parques Municipais. Na sequência, o que se tem observado são obras que privilegiam o desempenho hidráulico das estruturas de drenagem, que demandam grandes volumes para efetivo amortecimento dos picos de vazão gerados pela urbanização, muitas vezes envolvendo remoções e desapropriações significativas no aspecto numérico. A abertura do sistema viário voltado para o transporte automotivo também continua sendo priorizada nos fundos de vale alvo das intervenções, em detrimento de modais alternativos de transporte e do tratamento paisagístico.

A falta de envolvimento genuíno da comunidade lindeira às bacias de retenção no processo de implantação desses dispositivos também prejudica seu funcionamento. Muitos moradores desconhecem a função das bacias de retenção e, como elas permanecem a maior parte do tempo vazias em vista do regime de chuvas de Belo Horizonte, tornam-se local de depósito de lixo e de outros usos não planejados, como a criação de animais. A fim de reverter a degradação ambiental e de converter esses equipamentos em elementos de qualificação da paisagem urbana, alguns setores da PBH têm buscado incentivar a implantação de áreas de lazer e prática de esportes não só na orla, como também nas próprias áreas de reservação.

No que diz respeito à incorporação de técnicas compensatórias estruturais “difusas” ou “extensivas”, a PBH passa a determinar uma taxa mínima de permeabilidade para todos os lotes, conforme previsto na Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo (nº 7.166/1996, revista pelas leis nº 8.137/2000 e 9.959/2010). Contudo, essa medida pode ser contornada na medida que é permitida a impermeabilização total do terreno [13], mediante construção de caixa de captação e drenagem para retardar o lançamento das águas pluviais na rede pública de drenagem e de manutenção de área descoberta e dotada de vegetação, equivalente à área permeável mínima. Ressalta-se que a ausência de fiscalização pelo poder público municipal após a baixa da edificação ou de incentivos fiscais aos proprietários dos terrenos que adotam esse tipo de medida mitigadora não tem garantido o bom funcionamento desses dispositivos de amortecimento ao longo de sua vida útil.

Nos últimos anos, observa-se uma tentativa da SMMA de implementar medidas compensatórias difusas, por meio da exigência de adoção desse tipo de dispositivo em empreendimentos classificados como “de impacto ambiental ou urbanístico” pela legislação municipal. Telhados verdes e caixas de captação e drenagem são solicitados, mesmo quando

o projeto arquitetônico atende à taxa mínima de permeabilidade. Poços e trincheiras de infiltração também são recomendados para garantir o *escoamento primitivo*, conceito que remete à vazão de contribuição do terreno original, ou seja, considerando-o totalmente permeável. Contudo, esses dispositivos são exigidos sem considerar as condicionantes ambientais específicas do terreno, tais como permeabilidade e localização em relação à bacia hidrográfica e o lençol subterrâneo, fatores fundamentais para o bom funcionamento dos dispositivos de infiltração. Ainda que indique algum avanço na incorporação da ideia de manejo de águas pluviais por parte do poder público, sua adoção de modo parcial e pouco sistemático indica a prevalência do paradigma tradicional da drenagem, assim como o quanto ele está ajustado à produção hegemônica do espaço, orientada principalmente pelo lucro.

No âmbito das técnicas compensatórias não estruturais, a Sudecap elaborou, em 2009, a *Carta de Inundações de Belo Horizonte*, instrumento voltado para o fortalecimento institucional da gestão das águas urbanas, conforme diretriz prevista no PDDBH. As áreas potencialmente suscetíveis a inundações foram mapeadas em todo o território municipal, com base em estudos de modelagem hidrológica e hidráulica (Sudecap, 2009). Esse instrumento tem sido fundamental no contexto do novo paradigma, para embasar o planejamento da ocupação das planícies de inundação, a partir da definição dos níveis de risco associados às cotas altimétricas das áreas urbanas. O aumento da resiliência urbana [14] frente a fenômenos naturais como as cheias, cuja imprevisibilidade tem sido agravada com as mudanças climáticas, é um conceito que vem ganhando força (Miguez *et al.*, 2016). Assim, ao invés do controle do risco das inundações unicamente via intervenções estruturais, as cidades têm sido estimuladas a buscar um melhor convívio com as cheias, por meio do zoneamento das áreas sujeitas à inundação, de maneira integrada à legislação urbanística municipal.

Essa integração, entretanto, não tem sido observada em Belo Horizonte. A última revisão do Plano Diretor (Projeto de Lei – PL nº 1.749/2015), curiosamente, indica diversas áreas de “Ocupação Preferencial” em faixas lindeiras a fundos de vale com urbanização consolidada e inseridos em manchas de inundação. Importantes equipamentos de uso coletivo e sistemas de transporte de alta capacidade, como metrô e *Bus Rapid Transport* (BRTs), são elementos atratores de população, cuja instalação é incentivada nessas áreas, inclusive para sustentar o adensamento previsto para elas, indo na contramão da diretriz de zoneamento das planícies de inundação.

Por outro lado, a *Carta de Inundações* foi utilizada pelo *Sistema Municipal de Defesa Civil* para formar os *Núcleos de Alerta de Chuvas (NACs)*. As comunidades inseridas nas manchas de inundação são permanentemente mobilizadas e capacitadas para a convivência com o risco. Um canal de diálogo direto com essa população foi estabelecido, para comunicar os alertas de inundação, disponíveis a partir do *Sistema de Monitoramento Hidrológico* em tempo real, instalado no município desde 2011. Grupos de voluntários são treinados para liderar ações preventivas nas comunidades face os riscos. Além disso, eles orientam e prestam auxílio adequado e imediato nas situações de calamidade. 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 Volponi [15], 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.

Tendo em vista que o novo paradigma de drenagem urbana se insere num cenário de contestação do modelo de desenvolvimento da sociedade moderna, essencialmente tecnocêntrico e setorializado, ele incorpora a necessidade da concepção de soluções técnicas e políticas a partir de uma abordagem integrada das diferentes áreas do conhecimento, além da hidrologia e da hidráulica, e dos atores urbanos. Portanto, os instrumentos de planejamento e gestão devem propiciar o diálogo e a negociação democráticos em relação aos conflitos de interesse ligados ao uso do solo urbano e da água.

A experiência dos NACs demonstra que houve uma relativa ampliação da participação de atores na definição das políticas públicas, inclusive daquelas relacionadas ao manejo de águas pluviais urbanas, a partir da redemocratização nacional em meados dos anos 1980. Ainda no âmbito do saneamento básico, a renovação por mais 30 anos, em 2002, do convênio para concessão de serviços de água e esgoto, inicialmente firmado entre a PBH e a Copasa no âmbito do Planasa (1971-1990), se dá em bases muito diferentes daquelas dos anos 1970. Em 2002, já estava vigente a atual *Política Municipal de Saneamento*, estruturada segundo a Lei Municipal nº 8.260/2001, antes, portanto, da Lei Federal nº 11.445/2007, que trata das diretrizes nacionais, o que demonstra o protagonismo de Belo Horizonte no que se refere à política de saneamento no país. A Lei nº 8.260/2001 estabelece como princípio a participação popular no controle social dos serviços prestados, por exemplo, tanto no planejamento via democratização dos processos decisórios, como também na gestão. Ela prevê que as ações voltadas para a melhoria da salubridade ambiental devem ser orientadas pelo *Plano Municipal de Saneamento (PMS)*, atualizado a cada dois anos. O PMS baseia-se numa metodologia que prioriza intervenções a partir do diagnóstico de componentes do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial, manejo de resíduos sólidos e controle de vetores), e que tem como unidade territorial as sub-bacias hidrográficas do município. O *Conselho Municipal de Saneamento (COMUSA)*, composto por representantes do poder público e da sociedade civil, aprova os programas a serem financiados pelo *Fundo Municipal de Saneamento (FMS)*, a partir das diretrizes elencadas no PMS. Esse processo decisório tem permitido dirigir grande parte dos recursos financeiros para melhorias na infraestrutura de saneamento em áreas carentes, como vilas e favelas, ao longo dos últimos anos. Essas intervenções são planejadas em conjunto com as políticas setoriais pertinentes, tais como habitação (PBH, 2017; BELO HORIZONTE, 2001).

No âmbito da política de recursos hídricos, Belo Horizonte está inserida em território sob gestão do *Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Velhas)*, criado em 1998, obedecendo à Lei Federal nº 9.433/1997. A atuação do CBH Velhas destaca-se pela priorização de medidas conservacionistas, voltadas para a revitalização ambiental da bacia. Nesse sentido, destaca-se o *Projeto Valorização de Nascentes Urbanas nas Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Arrudas e Onça*, cujo sucesso de 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 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”.

Iniciativas similares à do CBH Velhas estão sendo adotadas em outros lugares do Brasil. Caso exemplar é o do *Projeto Conservador das Águas*, no município de Extrema/MG, onde 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. Esse instrumento econômico é denominado *Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)*. No caso do CBH Velhas, o PSA poderia ser adotado como uma forma de incentivar a adesão dos cuidadores de nascentes, ressaltando que a contrapartida econômica não precisa necessariamente envolver a transferência de recursos de natureza financeira, mas deve ser financiada pelos beneficiários do serviço ambiental valorado (FGB *et al.*, 2017). No caso dos comitês de bacias hidrográficas, as medidas conservacionistas normalmente são financiadas pela taxa das outorgas pelo uso da água.

Ações autônomas permanentes voltadas para a recuperação socioambiental em microescala (SILVA, 2013), como as apresentadas acima, estando ou não incorporadas a políticas de PSA, são uma maneira de as comunidades atuarem no manejo das águas pluviais, ultrapassando a ação pública centralizada. A conformação de corredores verdes nas cidades tem sido um dos conceitos englobados pelo paradigma da drenagem sustentável e consiste na criação de um sistema de áreas verdes e espaços livres urbanos articulados a atributos geomorfológicos do sítio, tais como nascentes, linhas de drenagem natural e fundos de vale, buscando criar espaços multifuncionais e estruturadores da paisagem local e regional, em uma espécie de infraestrutura verde, em oposição à tradicional solução da avenida sanitária. 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 contra possíveis processos de erosão e assoreamento. Tais benefícios voltados para os meios físico e biótico podem ser também estendidos a uma maior qualificação dos aspectos social e econômico das cidades, dentre os quais se destacam 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.

Conforme apontado por Nascimento (2014) e Pellegrino *et al.* (2006), muitas das técnicas compensatórias estruturais de drenagem demandam amplas áreas para implantação e oferecem oportunidades para o desenvolvimento de usos múltiplos e enriquecimento da paisagem urbana quando concebidas junto à infraestrutura verde. A combinação entre a implementação dessas técnicas em suas diferentes escalas (aplicação difusa, por exemplo via adoção de jardins de chuvas nas calçadas dos loteamentos, *versus* aplicação pontual, tal como *wetlands* construídos ou bacias de retenção integrados a parques) permite articular o manejo sustentável das águas pluviais à conformação da infraestrutura verde (Miguez *et al.*, 2016).

Essa discussão também está presente nas políticas recentes de Belo Horizonte. Na escala metropolitana, em 2015, foi finalizada a proposta técnica para o Macrozoneamento da RMBH (MZRMBH), que complementou a primeira etapa do *Plano Diretor de*

*Desenvolvimento Integrado da RMBH (PDDI)*, concluída em 2010. Nessa proposta de ordenamento e estruturação territorial está prevista a chamada *trama verde e azul (TVA)*, uma malha de corredores verdes, a ser criada principalmente a partir das serras e dos fundos de vale, buscando conectar unidades de conservação e complexos ambientais culturais. Essa trama visa promover a biodiversidade, melhorar a qualidade ambiental das regiões interceptadas, reforçar a identidade cultural e paisagística e promover o contato dos habitantes com a natureza, por meio da estruturação de um território com múltiplos usos e funções, que variam segundo os atributos ambientais, as atividades econômicas e os usos do solo ao longo de seus trechos.

As possibilidades de implantação efetiva das TVA estão sendo amplamente discutidas pela equipe técnica responsável pela elaboração do PDDI, em conjunto com os órgãos públicos e a população, e segue sendo um grande desafio. Para a equipe técnica, a TVA pode indicar mais do que um caminho para articular as esferas metropolitana e da bacia hidrográfica na territorialização do planejamento e da gestão. Além de ser um instrumento de regulação e ordenamento territorial, a TVA tem potencial para promover a mobilização social e a participação política dos múltiplos atores locais e regionais e, conseqüentemente, a desalienação do espaço (social) de vida e a construção da consciência cívica e ambiental (UFMG, 2014). Essas inúmeras possibilidades despertadas pelas discussões fomentadas pela ideia da TVA foram exploradas por Euclides (2016) e, mais especificamente em relação às prioridades e estratégias de implementação relacionadas à gestão das águas urbanas, por Nascimento et al. (2016).

Já na escala municipal, o conceito de infraestrutura verde e azul está presente no PL nº 1.749/2015, ainda em tramitação na Câmara Municipal. Nele, o zoneamento do Município abrange *áreas de conexões ambientais*, divididas em *conexões verdes* – “vias que interligam zonas de preservação ambiental e áreas de diretrizes especiais ambientais, visando à melhoria da arborização urbana e a formação de corredores ecológicos” (BELO HORIZONTE, 2018, p. 96) - e em *conexões de fundo de vale*:

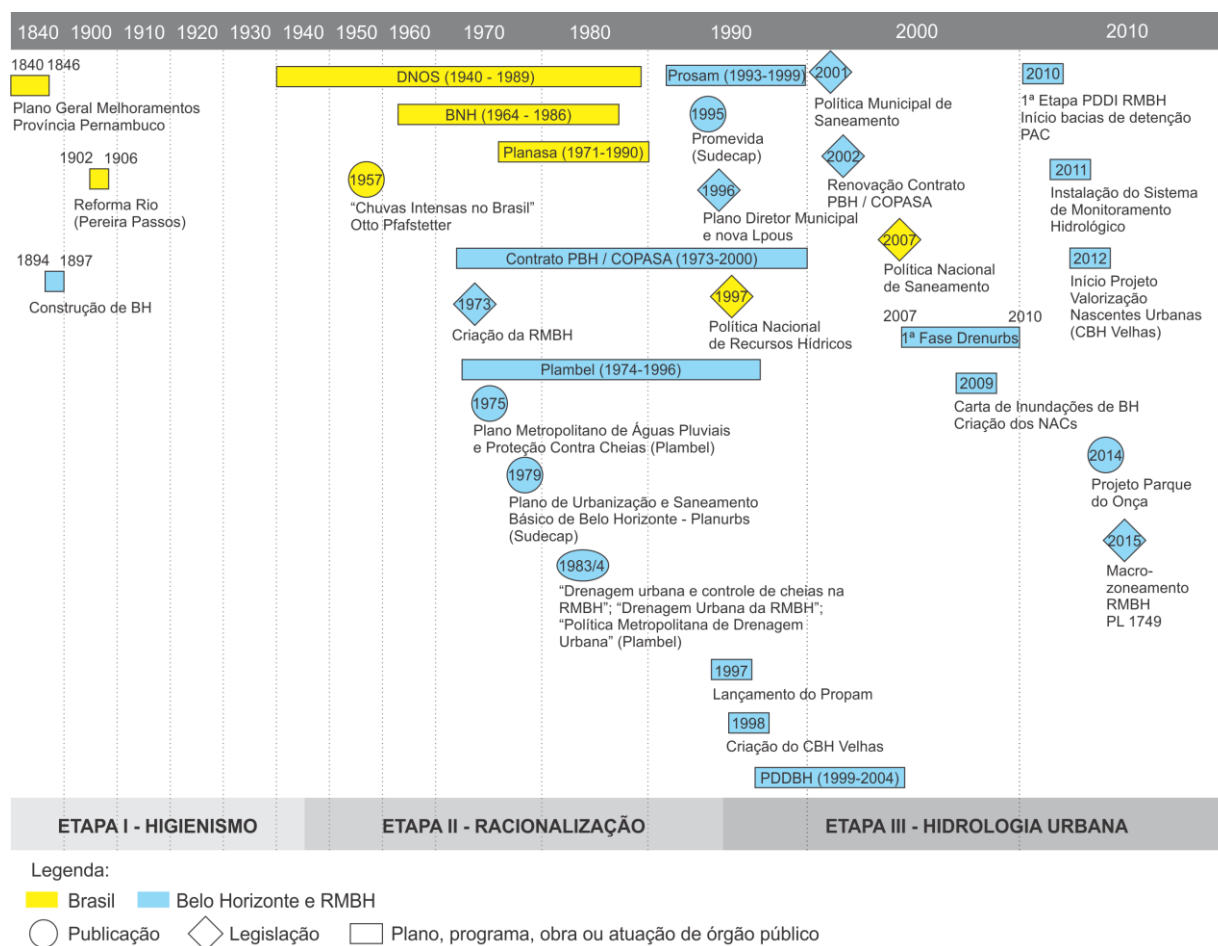
[...] onde há necessidade de saneamento ambiental amplo, visando à restauração da qualidade dos cursos d’água, à necessidade de contenção de cheias, à recuperação de ambientes hídricos e à intervenção em áreas de preservação premente, de forma a viabilizar a implantação de parques lineares (*ibid*, p. 96).

Uma análise do “Mapa de Estrutura Ambiental”, revela que as conexões de fundo de vale coincidem com os cursos de água remanescentes em leito natural, inseridos em áreas urbanizadas. Para atingir os múltiplos objetivos expostos acima, o PL prevê 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 aos espaços públicos; 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 em compatibilidade com o projeto de qualificação ambiental da região.

Até o momento, o Parque do Onça é o projeto de maior envergadura no que se refere ao tratamento de fundos de vale e de córregos remanescentes em leito natural no município (vide Figura 1). Paradoxalmente, sua motivação inicial tem origem na necessidade de conferir uso público às áreas remanescentes geradas pela remoção de diversas moradias informais inseridas em áreas de risco de inundação, nas margens do ribeirão Onça. A mancha de inundação atual poderá ser ainda maior se consideradas as obras de canalização previstas a montante. Tais obras visam solucionar transbordamentos frequentes em uma importante interseção viária de Belo Horizonte (Avenida Cristiano Machado com Anel Rodoviário), localizada na confluência de cursos de água que dão origem ao ribeirão Onça (o córrego Cachoeirinha e o ribeirão Pampulha) (PBH, 2018).

Figura 1: Síntese da trajetória da drenagem urbana no Brasil e em Belo Horizonte



Fonte: elaborada pelos autores, 2018.

O Parque do Onça terá extensão aproximada de 5,5 km e tangenciará diversos bairros carentes, além de vilas e favelas e loteamentos irregulares. Em tese, sua implantação representa uma possibilidade de qualificação urbanística e ambiental da região, além de melhoria da qualidade de vida de sua população, sobretudo se originada de uma concepção



integrada entre as demandas da comunidade, do tratamento das áreas de preservação permanente, da instalação de infraestrutura de saneamento e articulação viária e de equipamentos de uso comunitário, enfim, que resulte de um projeto que de fato dê conta de conciliar a participação efetiva da população com soluções técnicas competentes. Da mesma forma, para garantir a sustentabilidade do parque linear ao longo do tempo, devem ser previstas medidas que considerem integralmente a bacia hidrográfica do ribeirão Onça. Ressalte-se que o projeto se localiza no trecho mais a jusante, próximo à foz no rio das Velhas. Outro desafio se refere à adoção efetiva pela população dessas medidas, inclusive de forma autônoma, e, para tanto, um primeiro passo seria ampliar e horizontalizar a compreensão do ciclo hidrológico nas cidades, considerando que o modelo urbano até o momento levou à completa ruptura entre os cidadãos e o território natural em que estão inseridos.

## CONCLUSÃO

Passados cerca de 20 anos desde a elaboração do PDDBH, é notável a intensidade com que novas ideias de drenagem pluvial e medidas de controle de inundações urbanas foram sendo incorporadas nas diretrizes de planos, programas e projetos. Pode-se afirmar que, embora tenham sido construídas bases legais e institucionais para uma mudança de rumo e que essas diretrizes estejam presentes no discurso de técnicos, políticos e lideranças populares ligados à temática ambiental, elas ainda não estão refletidas de maneira abrangente na prática cotidiana de projeto e gestão urbanos no Brasil. Nos parece, portanto, que os conceitos relacionados ao paradigma da drenagem sustentável já foram em grande parte incorporados pelo planejamento urbano, mas não pela gestão.

O fortalecimento institucional da PBH para o tratamento das águas pluviais parece ter sido o objetivo do PDDBH que mais avançou nos últimos anos, especialmente se for considerado o fato de que antes a gestão municipal carecia de dados e métodos precisos para apoio à tomada de decisão, seja em relação à eleição das obras prioritárias, seja diante da atuação frente ao risco iminente das inundações com tempos de retorno [16] maiores. A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão está presente em experiências significativas, como a atuação do Propam, as sucessivas edições do PMS e os estudos abrangentes contratados para analisar a locação das bacias de retenção para o controle de cheias nos ribeirões Arrudas e Onça. Entretanto, esse conceito ainda permanece distante do cotidiano dos cidadãos e, portanto, das estratégias de concepção e manutenção das técnicas compensatórias de drenagem, ainda essencialmente estruturais, pontuais e setoriais.

Em momentos de ruptura e consolidação de novos paradigmas, a inércia e a resistência à mudança não surpreendem, pois em certa medida os novos modelos podem representar ameaças ao conhecimento técnico-científico, às práticas e aos interesses instalados (KUHN, 1996). No caso do manejo de águas pluviais, observa-se como conceitos anteriormente considerados válidos, como o do higienismo e da racionalização, ainda definem as soluções efetivamente adotadas. Os maiores desafios para a adoção do paradigma de drenagem sustentável parecem ser aqueles relacionados à superação da estrutura tradicional do conhecimento técnico-científico e de sua capacidade de influenciar

as políticas públicas: a multidisciplinaridade, a intersetorialidade e o diálogo democrático entre diferentes atores, rumo à horizontalização do conhecimento. A adoção das técnicas difusas, das medidas compensatórias não estruturais e da implantação de paisagens multifuncionais depende, em grande parte, dessa superação.

## REFERÊNCIAS

ÁGUAS DA PAMPULHA – Consórcio de Recuperação da Bacia da Pampulha. Disponível em: <<http://aguasdapampulha.org/home>>. Consulta em out. 2018.

ARAÚJO, R.P.Z.; PINHEIRO, C.B. Reflexões acerca das intervenções integradas na gestão das águas urbanas em Belo Horizonte. In: *Anais do XVI ENANPUR – Encontro Nacional da Anpur*. Belo Horizonte, 2015.

BAPTISTA, M. *et al.* *Técnicas compensatórias em drenagem urbana*. Porto Alegre: ABRH, 2005.

BELO HORIZONTE. *Lei 8.260, de 3 de dezembro de 2001*. Institui a Política Municipal de Saneamento e dá outras providências. Belo Horizonte, 2001.

\_\_\_\_\_. *Emenda Substitutiva do Projeto de Lei nº 1.749/2015, que aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte e dá outras providências*. Belo Horizonte, 29 de junho de 2018.

BRITTO, A.L.N.P. *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.

CALDAS, M.F. *et al.* (org.). *Estudos Urbanos: transformações recentes na estrutura urbana*. Belo Horizonte: PBH, 2008.

CBH Velhas - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. *Projeto Valorização de Nascentes Urbanas nas Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Arrudas e Onça*. Catálogo. Belo Horizonte, 2012.

CHAMPS, J.R.B. Inundações urbanas em Belo Horizonte: ocorrências, controle e medidas de proteção. In: *Aqua-Lac: Revista del Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe*. Montevideo, v. 4, n. 2, p. 1-6. 2012.

\_\_\_\_\_. 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, J.R.B *et al.* 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.

- COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais *et al.* 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, 1996. 40 p.
- COSTA, H.S.M.; BRAGA, T.M. Entre a conciliação e o conflito: dilemas para o planejamento e a gestão urbana e ambiental. In: ACSELRAD, H. (org.). *Conflitos Ambientais no Brasil.* Rio de Janeiro: Relume Dumará, Fundação Heinrich Boll, 2004. p. 195-216.
- 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.
- FGB - Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza *et al.* *Guia para a Formulação de Políticas Públicas Estaduais e Municipais de Pagamento por Serviços Ambientais.* 2017.
- 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.
- FLETCHER, T.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.
- 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.
- KUHN, T.S. *A estrutura das revoluções científicas.* Editora Perspectiva, 1996. Original em inglês (1962).
- MARANDOLA JUNIOR, E. Tangenciando a vulnerabilidade. In: HOGAN, D.J.; MARANDOLA JUNIOR, E. (orgs.). *População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais.* Campinas: NEPO/UNICAMP; Brasília: UNFPA, 2009. p. 29-52.
- MIGUEZ, M.G. *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.
- NASCIMENTO, N.O. Águas Urbanas: a reconceitualização de um antigo debate. In: FERNANDES, E; ARAÚJO, R.P.Z. (org.). *Entre o urbano, o social e o ambiental: a práxis em perspectiva.* p. 233-245.

NASCIMENTO, N.O. *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.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. *Promevida*: Sub-programa de Fundos de Vale. Exercício de Priorização. Belo Horizonte, 1995.

\_\_\_\_\_. *Política Municipal de Saneamento de Belo Horizonte*. Apresentação realizada por Ricardo Aroeira em audiência pública na CMBH em 18/09/2017.

\_\_\_\_\_. *Política de Gestão do Risco de Inundações em Belo Horizonte*. Apresentação realizada por Ricardo Aroeira em audiência pública na CMBH em 19/04/2018.

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.

PINTO, M.L.C; VERÍSSIMO, P. A cidade, as favelas e a Urbel. 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, I.M; RIBEIRO, E. *Drenagem Urbana na RMBH*: Diagnóstico da Situação Atual. Belo Horizonte, 1984a.

\_\_\_\_\_. HORTA, I.M; RIBEIRO, E. *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.

RAMOS, M.H.D. *Drenagem Urbana*: Aspectos Urbanísticos, Legais e Metodológicos em Belo Horizonte. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos). UFMG, Belo Horizonte.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. *O saneamento no Brasil*: políticas e interfaces. 2.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

SANTOS, Roberto E. A Missão Técnica de Vauthier e a Produção do Espaço Construído no Brasil do Século XIX. In: PONCIONI, Claudia; PONTUAL, Virginia (orgs.). *Un ingénieur du progrès: Louis Léger Vauthier entre la France e le Brésil*. Paris: Michel Houdiard, 2010.

SILVA, M.M.A. *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. *et al. Drenagem Urbana: Gerenciamento, Simulação, Controle*. ABRH Publicações, nº 3. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998.

SOFFIATI, A. DNOS: Uma Instituição Mítica da República Brasileira. In: *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*. Vol. 7, n. 2, nov. 2005.

SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital. *Termo de Referência para a elaboração do Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 1997.

\_\_\_\_\_. *Carta de Inundações de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 2009.

SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital; MAGNA Engenharia Ltda. *Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte – PDDBH: Primeira Etapa*. Belo Horizonte, 2001.

TOMAZ, P. *Curso de manejo de águas pluviais*. 2013.

TONUCCI FILHO, J.B.M. *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, C.E.M. *Inundações urbanas*. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393 p.

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. *Plano Metropolitano - Macrozoneamento da RMBH - Produto 03: Avaliação dos marcos normativos e projetos estruturantes federais, estaduais e municipais referentes ao ordenamento territorial da RMBH*. Belo Horizonte, 2014. p. 40-42.

URBEL – Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte. *Plano Preliminar de Reassentamento: Programa Promevida*. Belo Horizonte, 1995.

## NOTAS

[1] O então jovem engenheiro politécnico francês Louis-Léger Vauthier vem ao Brasil contratado pela Província de Pernambuco para realizar uma série de trabalhos técnicos, incluindo levantamentos geodésicos e topográficos, projetos de infraestrutura e edificações, bem como execução de obras civis e de infraestrutura (SANTOS, 2010).

[2] O DNOS foi criado em 1940, no governo 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 em 1989, tendo empreendido diversas obras de grande porte de drenagem 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.

[3] 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).

[4] Segundo Kuhn (1996), paradigma são as realizações científicas universalmente reconhecidas durante um período determinado, baseadas em problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência. 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*.

[5] 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 Iguaçu 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).

[6] O Plano da CCNC previa uma área urbana, dentro do anel conformado pela Avenida do Contorno, e uma área suburbana circundante, destinada à futura expansão da cidade (COPASA *et al.*, 1996).

[7] O ribeirão Arrudas é tributário do rio das Velhas, que por sua vez é afluente do rio São Francisco.

[8] 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, 2011). 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).

[9] Pinto e Veríssimo (2011) 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 Departamento Municipal de Habitação e de Bairros Populares (DBP), removeu 8.788 famílias, envolvendo cerca de 35 mil pessoas, em sua maior parte para implantar as avenidas de fundo de vale. Trata-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).

[10] A RMBH foi legalmente instituída em 1973, por meio da Lei Federal Complementar nº 14, que criou também outras sete RMs no país. Inicialmente ela era composta por 14 municípios e, atualmente, por 34 (Plano Metropolitano, 2018).

[11] Este trecho foi implantado somente em meados dos anos 1980, ainda que o trecho do Arrudas entre a Avenida Bias Fortes e o bairro Prado tenha sido retificado na década de 1930.

[12] “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).

[13] Exceto para terrenos situados em ADEs de Interesse Ambiental, Zona de Preservação Ambiental (ZPAM) ou Zona de Proteção (ZP).

[14] Segundo Miguez *et al.* (2016), o termo resiliência é originalmente da Física, e se refere à capacidade de um material retornar a sua condição original quando submetido a uma dada tensão. No campo socioambiental, Marandola Jr. (2009) define 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.

[15] 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.

[16] O tempo de retorno consiste no “intervalo médio de tempo decorrido entre duas ocorrências sucessivas de um dado evento ou sua superação”, referente a variáveis hidrológicas, tais como a intensidade de precipitação ou a vazão de pico de um hidrograma de cheias (Baptista *et al.*, 2005, p. 80).