

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO-SENSU* EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

**NOVOS CONCEITOS DE ENGENHARIA URBANA:  
a experiência do Programa DRENURBS  
no Córrego Primeiro de Maio, em Belo Horizonte**

**BERNARDO MONTEIRO BARBOSA**

Belo Horizonte  
2011

**BERNARDO MONTEIRO BARBOSA**

**NOVOS CONCEITOS DE ENGENHARIA URBANA:  
a experiência do Programa DRENURBS  
no Córrego Primeiro de Maio, em Belo Horizonte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

**Área de concentração:** Materiais de Construção Civil

**Linha de pesquisa:** Gestão de Empreendimentos de Construção Civil

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carmen Couto Ribeiro

**Coorientador:** Prof. Msc. Tadeu Starling

Belo Horizonte  
2011

B238n

Barbosa, Bernardo Monteiro.

Novos conceitos de engenharia urbana [manuscrito] : a experiência do programa DRENURBS no córrego Primeiro de Maio, em Belo Horizonte / Bernardo Monteiro Barbosa. – 2011.  
150 f., enc.: il.

Orientadora: Carmen Couto Ribeiro.

Co-orientador: Tadeu Starling.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Bibliografia: 147-150

1. Engenharia civil – Teses. 2. Recursos hídricos - Desenvolvimento – Teses. I. Ribeiro, Carmen Couto. II. Starling, Tadeu. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 624(043)

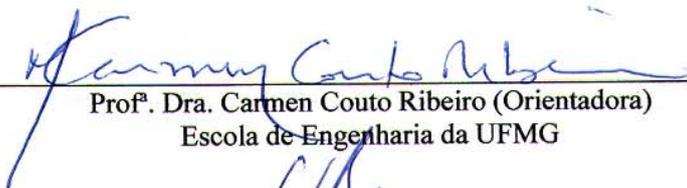
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO-SENSU* EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

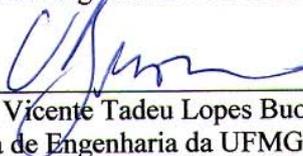
**NOVOS CONCEITOS DE ENGENHARIA URBANA:  
a experiência do Programa DRENURBS no Córrego Primeiro de Maio,  
em Belo Horizonte**

**Bernardo Monteiro Barbosa**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

Banca examinadora:

  
Prof.ª. Dra. Carmen Couto Ribeiro (Orientadora)  
Escola de Engenharia da UFMG

  
Prof. Dr. Vicente Tadeu Lopes Buono  
Escola de Engenharia da UFMG

  
Prof.ª. Dra. Danielle Piuzana Mucida  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

  
Arquiteto Gabriel Geraldo Aun  
Escritório de Engenharia e Arquitetura

Belo Horizonte, 27 de junho de 2011

Aos meus pais, Dunthalmo e Creuza.  
À minha avó, Maria.  
Aos meus filhos, Ravi e Ana..

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram na preparação deste trabalho e, em especial:

à Professora Carmen Couto Ribeiro, por sua lucidez isenta de subterfúgios no conceito de uma sociedade crítica e consciente, por sua amplitude na formação da pesquisa científica transdisciplinar e pelo exemplo de ética e compromisso com a arte do ensinar;

ao Arquiteto Tadeu Starling, pela coorientação enriquecedora e objetiva na realização deste trabalho;

aos integrantes da Banca Examinadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Carmen Couto Ribeiro (UFMG), Prof. Dr. Vicente Tadeu Lopes Bueno (UFMG), Prof<sup>a</sup>. Dra. Danielle Piuzana Mucida (UFVJM) e Arquiteto Gabriel Geraldo Aun, meus sinceros agradecimentos pelas análises e considerações que muito enriqueceram este trabalho;

à Professora Joana Darc da Silva Pinto, da PUC Minas, pela amizade, por suas observações e apoio durante o período de estudos;

aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da UFMG, em especial a Ivonete dos Santos Magalhães, secretária da pós-graduação do DEMC, pela gentileza e presteza na solução de questões acadêmicas;

aos gestores e técnicos do Programa DRENURBS, especialmente a Ricardo Aroeira, Marcos de Souza, Antônio Bittencourt e Carla Vasconcelos, pelo apoio imensurável;

à Alice Maria Ferreira Ribeiro, mãe dos meus filhos e companheira nesta viagem e à Taiz e ao Gael pela maravilhosa oportunidade de poder estar com eles;

aos meus irmãos Ângela, Pedro Augusto, Dunthalmo Filho, José Antônio, Alicia, Alexis, Jacques, João Cláudio e Cyntia;

às equipes do Projeto Manuelzão/UFMG, especialmente ao Prof. Antônio Leite; do Programa de Revitalização da Bacia da Pampulha (PROPAM); e aos membros do Sub-Comitê de Bacia Hidrográfica do Ribeirão Arrudas;

aos colegas da Gerência de Planejamento e Monitoramento Ambiental da Secretaria Municipal de Meio ambiente/PBH, pela amizade e apoio durante o trabalho.

Ter um espírito livre é, com certeza, estar apto a questionar e transgredir, mas é também ser capaz de conseguir se disciplinar para poder plenamente buscar e encontrar aquilo em que de fato acredita.

Carmem Couto Ribeiro

## RESUMO

Esta dissertação discute, a partir da análise do Programa de Recuperação Ambiental dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte (DRENURBS) empreendimento da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH), os novos conceitos da engenharia urbana na revitalização de espaços das cidades. Assim, foi avaliada a implantação do programa no projeto de revitalização de trecho do Córrego Primeiro de Maio ainda em leito natural, localizado na Região Norte do Município. A partir disso, foram abordadas novas técnicas e metodologias utilizadas na Alemanha para recuperar e revitalizar cursos d'água em áreas urbanas, ações que se constituem em novos conceitos de engenharia construtiva. Através desses conceitos, foram analisados os resultados físicos e ambientais do empreendimento da PBH, na área beneficiada pelo Programa, através de imagens antes e após a implantação do projeto, com fotos existentes, mapas adaptados do Google Imagens e de registros fotográficos feitos *in loco*. Em seguida, são apresentados e analisados dados de qualidade das águas do córrego em três momentos: antes, durante e após as obras. A análise dos resultados obtidos com a implantação do Programa foi desenvolvida por meio de um sistema de pontuação de empreendimentos na revitalização de bairros e espaços urbanos, adaptado do modelo atual de certificação norte-americana. Como base de reflexão, este trabalho procura expor como o crescimento das cidades contemporâneas ignorou as características ambientais nos processos de ocupação territorial, assim como a necessidade de se adequar o uso do solo aos aspectos naturais dos sítios de ocupação, além das possibilidades de revitalização desses espaços através de novos conceitos de engenharia urbana.

**Palavras-chave:** Engenharia civil. Saneamento. Recursos hídricos. Novos conceitos de engenharia urbana. Sistemas de certificação de bairros.

## ABSTRACT

This dissertation discusses, from the analysis of the Creeks Environmental Recovering Program in Belo Horizonte (DRENURBS) a Program of Belo Horizonte Municipality (PBH), new urban engineering concepts in urban spaces revitalization. Thus, we evaluated the implantation of this program in a natural bed creek named 1° de Maio, located in the north region of the city. From this onward, new techniques and methodologies used in Germany to recover rivers in urban areas were addressed, these actions constituting new concepts of constructive engineering. Through these concepts, we analyzed the physical and environmental results of the project in the benefited area, using images from before and after the project implementation, with existing photos, maps adapted from Google Images and photographs made *in loco*. Furthermore, this paper presents and analyzes data from stream water quality at three times, before, during and after the works. The evaluation of the results obtained with Program' implementation, an analysis was developed through the enterprises score system to classify urban areas neighborhoods revitalization, adapted from the current model of North American certification. As a basis for reflection, this work tries to show how much the growth of contemporary cities ignored the environmental characteristics in the land occupation process, and the need to adjust soil use to the natural features of sites to be occupied and the possibilities of revitalizing these spaces through new concepts of urban engineering.

**Keywords:** Civil engineering. Sanitation. Water resources. New concepts of urban engineering. Neighborhood's certification systems.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	Cidade industrial de Robert Owen. A multiplicação das cidades pelo campo. ....	21
FIGURA 2:	Praça da Liberdade – local do patrimônio histórico da cidade.....	25
FIGURA 3:	Invasão da Área de Preservação Permanente (APP) de córrego e o processo de degradação ambiental. ....	25
FIGURA 4:	Praia do Rio Pisuerga, em Valladolid, Espanha. Houve a descontaminação do rio e suas margens foram revitalizadas Parque e Praia Pública. ....	28
FIGURA 5:	Antiga Matriz de Nossa Senhora da Boa Viagem. ....	31
FIGURA 6:	Detalhe do projeto original proposto pela Comissão Construtora –parte da planta cadastral do antigo Arraial, comparado com a planta da nova Capital, a Cidade da Minas.....	34
FIGURA 7:	Mapa com levantamentos de agrimensura da Vila do Curral d’El Rey. ....	35
FIGURA 8:	Maquete de um aspecto do Arraial do Curral d’El Rei, antes de sua demolição. ....	35
FIGURA 9:	Mancha urbana de Belo Horizonte em 1918 e 1935. ....	37
FIGURA 10:	Mancha urbana de Belo Horizonte em 1950 a 1977. ....	38
FIGURA 11:	Mancha urbana de Belo Horizonte em 1995 e 1918/1995. ....	39
FIGURA 12:	Foto da região do Palácio da Liberdade e parte da ocupação urbana, Belo Horizonte. ....	40
FIGURA 13:	Ocupação de área de fundo de vale - Bacia do Córrego Baleares, Região de Venda Nova, Belo Horizonte.....	40
FIGURA 14:	Casa do Baile, margem direita da Lagoa da Pampulha/Belo Horizonte. Projeto Niemeyer e Juscelino Kubitschek, década de 40. ....	41
FIGURA 15:	Mapa do Município de Belo Horizonte e Regiões Administrativas/ Unidades de Planejamento. ....	42
FIGURA 16:	Canalização do Córrego da Serra em 1930. ....	43
FIGURA 17:	Canalização do Córrego Acaba Mundo, trecho da Rua Professor Moraes com Rua Tomé de Souza, 1964. ....	44
FIGURA 18:	Mapa da época de construção de Belo Horizonte onde se vê uma região de brejo nas imediações da Rua Joaquim Murtinho com Av. Prudente de Moraes, Bairro Santo Antônio. ....	45
FIGURA 19:	Canalização do Córrego do Leitão nas proximidades da Rua Alvarenga Peixoto. Ao fundo, o Quartel da Cavalaria, que ficava no local onde anos mais tarde foi construído o Colégio Estadual Central. ....	45
FIGURA 20:	Córrego do Leitão durante uma forte chuva que caiu na cidade em 2009. ....	46

FIGURA 21:	O ciclo hidrológico: as trocas de água entre o solo, os ecossistemas aquáticos e a atmosfera.....	50
FIGURA 22:	Efeito da urbanização no comportamento hidrológico.....	51
FIGURA 23:	Resultado da revitalização de rio na Alemanha e uso pela população das margens e praias durante um período do ano. ....	52
FIGURA 24:	Pequenas melhorias em um rio que atravessa o meio urbano. ....	53
FIGURA 25:	Perda da biota na retificação de cursos d'água.....	55
FIGURA 26:	Processos de recuperação de áreas perdidas pela urbanização, podendo até chegar à revitalização de toda a área de várzea de um curso d'água.....	56
FIGURA 27:	Imagem de um trecho do Ribeirão Arrudas em recente evento de chuva intensa em Belo Horizonte. ....	58
FIGURA 28:	O Acaba Mundo, trecho da Avenida Afonso Pena, obra de canalização e fechamento, década de 60.....	59
FIGURA 29:	O leito do rio é mantido natural e a várzea é preservada.....	60
FIGURA 30:	Trechos retificados abertos por necessidade de preservar patrimônio histórico e vias de acesso. Neste caso também deve-se preservar as áreas naturais de inundação de cotas de cheias históricas. ....	61
FIGURA 31:	O mesmo para cursos d'água de menor volume de águas ou para talvegues mais encaixados.....	61
FIGURA 32:	Trecho com ocupação urbana muito densa, com imóveis de melhor qualidade que inviabilizam desapropriações. ....	62
FIGURA 33:	Trecho onde é possível preservar uma das margens em morfologia natural. ....	62
FIGURA 34:	Trechos com ocupações de APP pelas áreas posteriores dos terrenos (fundos de lotes). ....	63
FIGURA 35:	Trechos de travessias sob vias, rodovias e ferrovias. Devem ser de extensão mínima possível.....	63
FIGURA 36:	Bacias de detenção e de retenção de cheias.....	64
FIGURA 37:	Perda biótica nos sistemas hídricos retificados e/ou canalizados.....	66
FIGURA 38:	Esquema para interligação territorial de áreas adjacentes a cursos d'água. ...	68
FIGURA 39:	Modelo de diagnóstico de morfologia de cursos d'água. ....	69
FIGURA 40:	Um rio retificado e canalizado sob forte pressão ocupação urbana. ....	70
FIGURA 41:	Possibilidades de renaturalização parcial em rios urbanos.....	71
FIGURA 42:	As águas correntes (rios, córregos, riachos, etc.) têm múltiplos usos, desde o abastecimento público até a preservação dos ecossistemas. Para assegurar estas funções de maneira sustentável são precisos cuidados especiais.....	72
FIGURA 43:	Ambientes paisagístico de conectividade hídrico-urbana. ....	73
FIGURA 44:	Lixo e esgotos despejados no Ribeirão da Onça. ....	75
FIGURA 45:	Córrego Nossa Senhora da Piedade, em Belo Horizonte, revitalizado. ....	76

FIGURA 46:	Córrego Primeiro de Maio - degradação das margens e da qualidade das águas devido aos processos de ocupações inadequadas. ....	78
FIGURA 47:	Enchente no Ribeirão Arrudas em 2009. ....	82
FIGURA 48:	Evolução da taxa de impermeabilização, à medida que o uso do solo se altera. ....	82
FIGURA 49:	Urbanização em leito de cheia (áreas de vazante). ....	83
FIGURA 50:	Aspecto de inundação, em período de chuvas, de vias a jusante do Córrego Primeiro de Maio, anteriormente à implantação do Parque. ....	84
FIGURA 51:	Localização das bacias prioritárias do DRENURBS no município de Belo Horizonte. ....	89
FIGURA 52:	Mapa da Região do Projeto DRENURBS/Primeiro de Maio. ....	96
FIGURA 53:	Concepção do projeto para a área do Córrego Primeiro de Maio. ....	104
FIGURA 54:	Imagem de satélite apresentando um trecho da bacia do Córrego Primeiro de Maio, antes da implantação do projeto, em 2006. ....	105
FIGURA 55:	Trecho do Córrego Primeiro de Maio em processo adiantado de degradação ambiental. ....	105
FIGURA 56:	Área do Córrego Primeiro de Maio antes de implantação dos projetos, sob pressão de ocupações irregulares. ....	106
FIGURA 57:	Área do Córrego Primeiro de Maio antes de implantação dos projetos, sob pressão de ocupações irregulares. ....	106
FIGURA 58:	Área do Córrego Primeiro de Maio antes de implantação dos projetos, sob pressão de ocupações irregulares. ....	107
FIGURA 59:	Imagem de satélite apresentando um trecho da bacia do Córrego Primeiro de Maio, durante as obras da implantação do projeto, em 2007. ....	107
FIGURA 60:	Obras de terraplanagem e estruturais – cravação de estacas para as fundações da Barragem – calha do Córrego Primeiro de Maio. ....	108
FIGURA 61:	Obras estruturais – armação das estruturas da Barragem – calha do Córrego Primeiro de Maio – 2007 e canal final para macro drenagem. ....	108
FIGURA 62:	Imagem de satélite apresentando trecho da Bacia do Córrego Primeiro de Maio, após a implantação do DRENURBS, em 2010. ....	109
FIGURA 63:	Imóvel utilizado pela Equipe de mobilização do Projeto para reuniões com moradores e aspectos do estacionamento e hall de entrada do Parque. ....	110
FIGURA 64:	Melhorias nos ambientes do entorno ao Parque e pistas internas para caminhadas e espaço para apresentações artísticas. ....	111
FIGURA 65:	Espaços para lazer e pesquisa científica. ....	111
FIGURA 66:	Espaços para convívio social, educação. Materiais construtivos de boa qualidade, visando ainda durabilidade e baixa manutenção. ....	112
FIGURA 67:	A recuperação e preservação dos ambientes de lazer e ribeirinhos. ....	112
FIGURA 68:	A revitalização do ecossistema aquático atrai favoravelmente a fauna. ....	113

FIGURA 69:	Espaços para manifestações, lazer e convívio social.....	113
FIGURA 70:	A preservação da qualidade ambiental proporciona a evolução e riqueza do ecossistema hídrico.....	114
FIGURA 71:	Identificação das Estações de Amostragem da QA - Córrego Primeiro de Maio.....	115
FIGURA 72:	Estação 01 - Córrego Primeiro de Maio, a montante do lago (maio/2009)..	117
FIGURA 73:	Estação 02 - Córrego Primeiro de Maio, próximo ao encontro das ruas Penélope e Joana d’Arc, a jusante do lago (agosto/2009). ....	117
FIGURA 74:	Soluções para drenagens naturais situadas em meio de quarteirões.....	130
FIGURA 75:	Ocupação inteligente – pistas de bicicletas e de caminhadas em meio urbano de ocupação densa. ....	132

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1:	Evolução do crescimento populacional do estado de Minas Gerais, da Região Metropolitana de Belo Horizonte e do município de Belo Horizonte.....	24
TABELA 2:	Metas e Projetos Sustentadores de Resultados - PBH.....	80
TABELA 3:	Resumo dos critérios utilizados para de priorização das bacias a serem contempladas no Programa.....	86
TABELA 4:	Bacias inicialmente contempladas no Programa DRENURBS/BID.....	87
TABELA 5:	Estimativa do número de famílias a serem removidas de seus domicílios pela implantação das obras do DRENURBS.....	91
TABELA 6:	Transdisciplinaridade do Projeto DRENURBS/Primeiro de Maio.....	102
TABELA 7:	Listagem de parâmetros pesquisados na rede de monitoramento da qualidade da água da sub-bacia do Córrego Primeiro de Maio.....	116
TABELA 8:	Intervalos de notas do IQA e classificação da qualidade das águas.....	126
TABELA 9:	Resultados do IQA. ....	127
TABELA 10:	Comparação dos resultados obtidos no DRENURBS/Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND .....	134
TABELA 11:	Pontuação do Projeto DRENURBS do Parque Primeiro de Maio .....	142
TABELA 12:	Correlação entre a pontuação estimada no Project Scorecard (LEED-ND) e uma pontuação proporcional atingida pelo DRENURBS/Primeiro de Maio.....	144

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1:	Estrutura fundiária brasileira: estabelecimentos rurais.....	23
GRÁFICO 2:	Estrutura fundiária brasileira: área ocupada.....	23
GRÁFICO 3	Resultados da DBO - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.....	118
GRÁFICO 4:	Resultados da DBO - Estação 2 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.....	118
GRÁFICO 5:	Resultados de OD - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.....	120
GRÁFICO 6:	Resultados de OD - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.....	121
GRÁFICO 7:	Resultados de SS - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.....	122
GRÁFICO 8:	Resultados de SD - Estação 2 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.....	123
GRÁFICO 9:	Resultados de <i>Coli</i> fecais - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.....	124
GRÁFICO 10:	Resultados de <i>Coli</i> fecais - Estação 2 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.....	124

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CERH-MG	Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais
CEURB/UFMG	Centro de Estudos Urbanos da UFMG
CMS-BH	Conselho Municipal de Saúde
CNU	<i>Congress for the New Urbanism Development Rating System</i>
COMAM	Conselho Municipal de Meio Ambiente
COMPUR	Conselho Municipal de Políticas Urbanas
COMUSA	Conselho Municipal de Saneamento
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CPDOC/FGV	Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
DAS	Diagnóstico Sanitário e Ambiental
DBO	demanda bioquímica de oxigênio
DEMC	Departamento de Engenharia de Materiais e Construção
DQO	demanda química de oxigênio
DRENURBS	Programa de Recuperação Ambiental dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte
EIA/RIMA	Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente
IAB	Instituto de Arquitetos do Brasil
IEAT/UFMG	Instituto de Estudos Avançados Transdisciplinares da Universidade Federal de Minas Gerais
IQA	Índice de Qualidade das Águas
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LEED-ND	<i>Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development Rating System</i>
NRDC	<i>Natural Resources Defense Council</i>
NSF	<i>National Sanitation Foundation</i>
OD	oxigênio dissolvido
ONU-Habitat	Programa de Assentamentos Humanos da Organização das Nações Unidas

OP	Programa de Orçamento Participativo
PBH	Prefeitura de Belo Horizonte
PCO	Programa de Controle de Obras
PDDU	Plano Diretor de Drenagem Urbana
PDR	Plano de Desapropriação, Indenização e Relocalização de Famílias e Negócios
PGAS	Plano de Gestão Ambiental e Social
PGE	Planos Globais Especiais
PMI	Programa Multissetorial Integrado
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SCOMURB	Secretaria Municipal de Coordenação de Política Urbana
SMEU	Secretaria Municipal de Estrutura Urbana
SMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SD	sólidos dissolvidos
SS	sólidos suspensos
UGP	Unidade de Gestão do Programa
UMEI	Unidade Municipal de Educação Infantil
UN-Habitat	<i>The United Nations Human Settlements Programme</i> [Nações Unidas para Assentamentos Urbanos]
UP	unidade de planejamento
URBEL	Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte
USGBC	U. S. Green Building Council

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
3.1	<i>A cidade da Revolução Industrial .....</i>	<i>20</i>
3.2	<i>As grandes cidades – Metrópoles .....</i>	<i>22</i>
3.3	<i>Cidades contemporâneas .....</i>	<i>28</i>
3.4	<i>Belo Horizonte .....</i>	<i>30</i>
3.4.1	A mudança da Capital.....	32
3.4.2	O Planejamento e o enobrecimento do traçado da cidade .....	32
3.4.3	Evolução da ocupação territorial de Belo Horizonte .....	37
3.4.4	Consequências do processo de urbanização .....	43
3.5	<i>Leis que regem questões de preservação de ecossistemas hídricos (nascentes, córregos, brejos e várzeas).....</i>	<i>46</i>
3.6	<i>Concepção de Projetos .....</i>	<i>50</i>
3.6.1	Os novos conceitos de engenharia urbana .....	51
3.6.2	A renaturalização de cursos d’água – Possibilidades e limites.....	52
3.6.3	As concepções de Walter Binder para renaturalizar rios .....	57
3.7	<i>Perspectivas .....</i>	<i>73</i>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>75</b>
4.1	<i>Primeira etapa.....</i>	<i>75</i>
4.2	<i>Segunda etapa .....</i>	<i>76</i>
4.3	<i>Terceira etapa .....</i>	<i>76</i>
4.4	<i>Quarta etapa.....</i>	<i>77</i>
4.5	<i>Quinta etapa.....</i>	<i>78</i>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>79</b>
5.1	<i>As metas da PBH para vencer os desafios instalados.....</i>	<i>79</i>
5.2	<i>A aplicação de novos conceitos de engenharia urbana em Belo Horizonte .....</i>	<i>80</i>
5.2.1	A concepção geral do Programa DRENURBS e seus objetivos.....	83
5.2.2	Estudos Ambientais do Programa DRENURBS.....	90
5.2.3	Gerenciamento do Programa DRENURBS .....	94
5.2.4	Benefícios sócio-ambientais do Programa.....	95
5.3	<i>Estudo de caso: o Programa DRENURBS do Córrego Primeiro de Maio.....</i>	<i>96</i>
5.3.1	As características do Córrego Primeiro de Maio, anteriores ao DRENURBS .....	96
5.3.2	Sub-bacia Elementar do Ribeirão Pampulha /Primeiro de Maio .....	97

5.3.3	Argumentos fundamentais de implantação e intervenções previstas no Projeto .....	99
5.3.4	Análises integradas e descritivas da proposta de intervenção.....	99
5.3.5	Principais intervenções na Poligonal Viária .....	100
5.3.6	A complexidade de estudos e projetos estruturadores do Programa.....	101
<b>5.4</b>	<b><i>Resultados</i></b> .....	<b>103</b>
5.4.1	Imagens dos resultados obtidos com a implantação do DRENURBS .....	103
5.4.2	Fotos registradas durante a pesquisa - Correlação com o desenho do projeto.....	110
<b>5.5</b>	<b><i>Qualidade das águas do Córrego Primeiro de Maio</i></b> .....	<b>114</b>
5.5.1	Resultados da pesquisa da DBO .....	118
5.5.2	Resultados da pesquisa de Oxigênio Dissolvido (OD) - Estações 1 e 2 .....	119
5.5.3	Resultados da pesquisa de Sólidos Suspensos (SS) - Estação 2 .....	121
5.5.4	Resultados da pesquisa de Sólidos Dissolvidos (SD) - Estação 2 .....	122
5.5.5	Resultados da pesquisa de coliformes fecais .....	123
5.5.6	Obtenção dos resultados de qualidade das águas.....	125
5.5.7	Monitoramento da Qualidade das Águas.....	126
<b>5.6</b>	<b><i>Proposta de pontuação do Programa DRENURBS/Primeiro de Maio</i></b> .....	<b>128</b>
5.6.1	Análise para a pontuação do DRENURBS – uma adaptação do Project Scorecard/ LEED-ND.....	133
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>145</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>147</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional em todo o mundo exigiu novos espaços, que foram ocupados em processos de urbanização. Contribuíram para tal, principalmente, o advento da Revolução Industrial, o enfraquecimento da economia agrária tradicional, os atrativos socioeconômico-culturais das cidades e a diversidade do *modus* de vida urbano. Assim, por contingências históricas, o desenvolvimento de muitas cidades se deu de maneira a não conciliar a ocupação humana e determinadas características físicas dos sítios onde ela se verificou, desencadeando uma série de problemas e conflitos de natureza ambiental, cuja solução, depois de instalada a malha urbana, exige tecnologia complexa e dispendiosa.

No caso específico de Belo Horizonte, contribuiu para tanto a concepção do projeto original da cidade. Nesse sentido, é possível observar que o rigor geométrico do modelo urbanístico adotado não considerou o povoado existente, Arraial do Curral D'El Rey, além de aspectos ambientais como linhas de drenagens naturais, cursos d'água e suas matas ciliares. Dessa forma também se deu praticamente a ocupação territorial da cidade, acarretando problemas de drenagem urbana, saneamento, ocupação de áreas de riscos geológicos e de áreas de preservação ambiental, com consequências graves sobre a saúde da população, perdas materiais e de sítios ambientais.

Este trabalho se propõe a analisar tanto as causas históricas da urbanização territorial do município e, em particular, da região Norte de Belo Horizonte, bem como os problemas resultantes de uma engenharia tradicional adotada para amenizar riscos e efeitos adversos da ocupação antrópica implementada. Em contraposição, como proposta de solução para alguns dos problemas acima referidos, foram estudados novos conceitos da engenharia, tais como metodologias de estudos e soluções adotadas, para tratar da revitalização de áreas urbanas degradadas, adotados pelo Programa de Recuperação Ambiental dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte – DRENURBS, uma iniciativa da Prefeitura de Belo Horizonte e parceria com o Banco Internacional de Desenvolvimento (BID), **que foi implantado em três áreas do município**. Como exemplos são apresentados os resultados físicos e ambientais obtidos pela implantação do Programa na **Área do Córrego Primeiro de Maio, região norte da cidade**.

## 2 OBJETIVO

Esta dissertação tem como objetivo principal avaliar a implantação do Programa de Recuperação Ambiental dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte (DRENURBS), na área do Córrego Primeiro de Maio, bacia do ribeirão da Onça, região Norte de Belo Horizonte, por meio das seguintes diretrizes:

- discutir os processos de ocupação excessiva do espaço urbano e as consequências adversas desses processos;
- apresentar novos conceitos da engenharia urbana, hoje, mundialmente adotados, na revitalização dos espaços que sofreram com ocupações ou usos indevidos e que, por isso, originaram processos de degradação ambiental e social;
- avaliar os resultados obtidos pela adoção dos novos conceitos no projeto de recuperação e revitalização de um trecho em calha natural, do córrego acima referido, pelo Programa DRENURBS;
- analisar a implantação do Programa na área de interesse deste trabalho, por meio de metodologia adaptada e proposta, tendo como base os Princípios do Crescimento Inteligente (*Smarth Growth*), constantes da Carta do Novo Urbanismo (CONCIL OF NEW URBANISM, 1993) e segundo os critérios do sistema *Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development Rating System* (LEED-ND), que se constitui em um sistema de certificação para projetos de bairros com conservação de energia e critérios ambientais, desenvolvido por instituições norte-americanas para o desenvolvimento sustentável.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo foram abordados temas sobre o desenvolvimento territorial das cidades e o uso do solo urbano como base para a discussão do crescimento da cidade de Belo Horizonte, desde a sua criação até os dias de hoje, tendo em vista o processo de ocupação de seu território e os problemas advindos de uma ocupação excessiva do solo com respeito aos aspectos socioambientais.

#### 3.1 *A cidade da Revolução Industrial*

Segundo Iglesias (1981), convencionou-se dizer que a Revolução Industrial, ocorrida na segunda metade do século XVIII, na Grã-Bretanha – sobretudo na Inglaterra – verificou-se com o aperfeiçoamento da máquina a vapor<sup>1</sup>, que era superior às outras forças utilizadas, sobretudo na produção têxtil e metalúrgica.

A partir desse século começam a surgir as grandes cidades, influenciando sobre as estruturas urbanas até os dias de hoje, com suas áreas nobres, comerciais e industriais; periferias, espaços públicos; infraestrutura viária, de energia e saneamento. Com o crescimento das atividades de produção e geradoras de riquezas, as áreas rurais foram trocadas pelas áreas urbanas. Desde então, diversos fatores econômicos e sociais foram transformando a cidade e a vida urbana. As riquezas tiveram outras origens e destinos. Os grupos socioeconômicos que se formaram naquela época influenciaram as estruturas sociais, principalmente das cidades ocidentais. O ser humano das cidades foi aos poucos transformando suas relações com o ambiente natural e, com o advento da máquina, os sistemas de produção intensificaram o uso dos recursos naturais. Os habitantes das grandes cidades também sofrem as influências do mecanicismo, das alterações ambientais, do aumento do ruído, do excesso de trabalho. O homem do campo também busca nas cidades industriais trabalho e sobrevivência. A Figura 1 apresenta um exemplo de transformação do campo na construção de cidades.

---

<sup>1</sup> A técnica empregada por todos os povos, seja rudimentar ou elaborada, molda suas civilizações, condiciona os modos de produção, fundamental para o processo evolutivo. Se indústria é preparo da matéria prima para seu uso, então sempre houve atividade industrial (IGLÉSIAS, 1987).



**FIGURA 1: Cidade industrial de Robert Owen. A multiplicação das cidades pelo campo.**

Fonte: Benevolo (2007).

Simmel (2005) retrata bem esse novo ser humano das cidades, chamado de o tipo citadino<sup>2</sup>, que, influenciado por novas impressões urbanas, modifica-se sob a intensificação da vida nervosa, que provém de uma sequência rápida e ininterrupta de impressões, tanto externas quanto internas. O homem é um ser diferencial: sua consciência é excitada pela diferença entre a impressão presente e a que precedeu, devido à diversidade dos objetos que podemos abarcar com um único olhar.

Precisamente ao criar estas condições psicológicas – sensíveis a cada passo que damos na rua, provocadas pelo ritmo rápido, pela diversidade da vida econômica, profissional e social – a grande cidade introduz aos próprios fundamentos sensitivos da nossa vida moral, pela grande quantidade de consciência que exige uma diferença profunda em face da cidadezinha e do campo, cuja vida, tanto sensitiva quanto intelectual, corre em ritmo mais lento, mais costumeiro, mais regular (SIMMEL, 2005, p. 330-331).

Ainda sobre as afirmações de Simmel (2005), isso faz com que entendamos, antes de tudo, porque em uma grande cidade a vida é mais intelectual do que em uma pequena cidade. Nessa, a existência é fundada, sobretudo, nos sentimentos e nos laços afetivos, que se enraizaram nas camadas menos conscientes da nossa alma e crescem, de preferência, na regularidade dos hábitos. Naquela, o citadino cria, para si mesmo, uma

<sup>2</sup> Aqui o autor usa as palavras *großstädtisch*, *Großstädter*, relativas à grande cidade, isto é, habitante de grande cidade, que no texto aparece como citadino, urbano, em oposição a *kleinstädtish*, *Kleinstädter*, relativas à pequena cidade.

forma de se proteger contra o desarraigamento com o qual o ameaçam a fluidez e os contrastes do meio ambiente urbano, reagindo não com os sentimentos, mas com a razão. O cidadão reage pela abstração, escudo contra a violação com a qual nos ameaça a grande cidade. Essa se tornou sede da economia monetária, dado à diversidade e concentração de trocas, que lhes conferiram uma importância que nunca teria sido possível através das raras trocas numa economia rural.

Ora, economia monetária e domínio do intelecto estão intimamente ligados. Têm em comum o modo puramente objetivo com que abordam homens e coisas, e neles a justiça formal se alia a uma rigidez implacável. A questão puramente racional afasta o homem da sua individualidade. Se as relações afetivas entre as pessoas fundam-se em sua individualidade, as relações racionais tornam os homens elementos de cálculo. O cidadão converte fornecedores e clientes, criados e, frequentemente, pessoas com quem a sociedade o obriga a conviver, em elementos de cálculo, ao passo que, em um meio mais restrito, o conhecimento inevitável que temos dos indivíduos leva a um relacionamento mais afetivo.

Sob o jugo do capital surgem as grandes metrópoles e suas regiões de influência, do uso irrestrito da natureza.

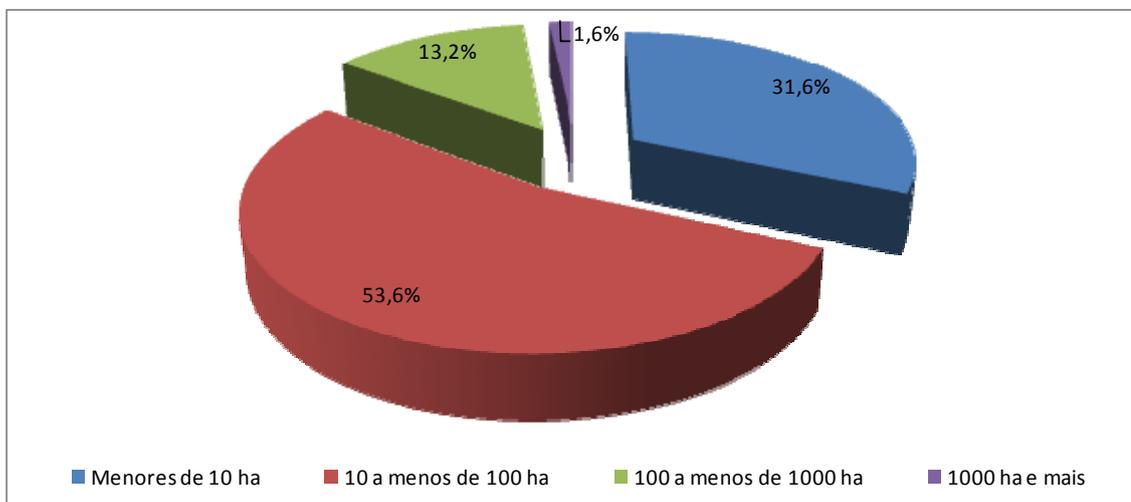
### **3.2 *As grandes cidades – Metrópoles***

Dando um salto de mais de um século, assistimos hoje ao preferencial da vida urbana, com aparecimento de regiões metropolitanas com suas cidades irradiadoras de progresso urbano. Rattner (2001) afirma que o processo de urbanização no Brasil é sintomático e que, durante os últimos cinquenta anos, o crescimento urbano transformou e inverteu a distribuição da população no espaço geográfico.

No campo, o cenário se transforma e a propriedade das terras produtivas passa para as mãos de poucos grupos e conglomerados econômicos que ocupam grandes extensões de terra para extração de biomassa, agroindústrias e minerações (Gráfico 1 e 2), ou seja, 43,8% das terras agriculturáveis estão nas mãos de 1,6% de estabelecimentos rurais.

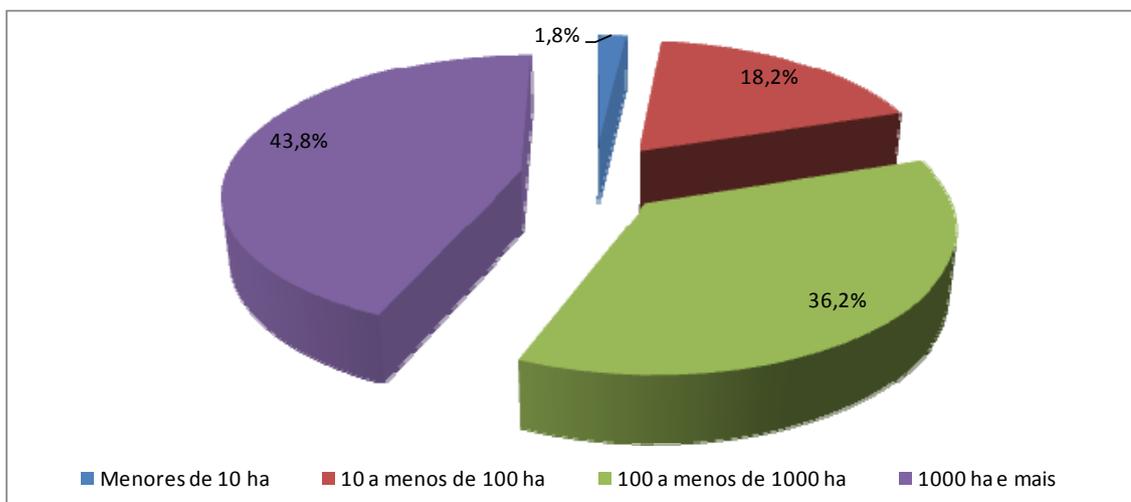
As cidades tornam-se cada vez mais o lugar da esperança, o único refúgio, mas também é o lugar onde o sistema sócio-econômico beneficia uma parte da sociedade. As

idades se transformam em lugares de formar riquezas, de fazer bons negócios (RATTNER, 2001).



**GRÁFICO 1: Estrutura fundiária brasileira: estabelecimentos rurais.**

Fonte: Dados compilados pelo autor.



**GRÁFICO 2: Estrutura fundiária brasileira: área ocupada.**

Fonte: Dados compilados pelo autor.

Este é o cenário da maioria das grandes cidades brasileiras: suas regiões metropolitanas com alta densidade demográfica, diferentes leis de uso e ocupação do solo; sérios eventos de desequilíbrio social; precariedade tecnológica no uso de áreas de risco geológico e ambiental; degradação do solo devido a processos erosivos;

desmatamento e perdas de permeabilidade, modificando os sistemas hídricos naturais; poluição de toda monta sobre o solo, as águas e atmosfera; ruído e insegurança pública.

Como exemplo, faz-se referência o desenvolvimento do município de Belo Horizonte, onde, incessantemente, novas áreas são necessárias para ocupação antrópica. O crescimento populacional no município foi acima de 600% em cinco décadas, conforme a Tabela 1. Além disso, muitas áreas, antes ocupadas pela população imigrante e de baixa renda, foram reocupadas com projetos mais ambiciosos, afastando grande parte da população para áreas suburbanas, na construção de conjuntos habitacionais e, mais grave do que isso, muitas vezes expulsas dos seus lugares de origem, quebrando laços de afinidade familiares, de vizinhança e culturais.

**TABELA 1: Evolução do crescimento populacional do estado de Minas Gerais, da Região Metropolitana de Belo Horizonte e do município de Belo Horizonte.**

Períodos	Estado de Minas	RMBH	Belo Horizonte
1950	7.717.792	578.532	352.724
1960	9.657.738	989.502	693.328
1970	11.487.415	1.711.886	1.235.030
1980	13.378.553	2.676.328	1.780.855
1991	15.743.152	3.445.574	2.020.161
1996	16.673.097	3.886.689	2.091.371
2000	17.891.494	4.349.425	2.238.526

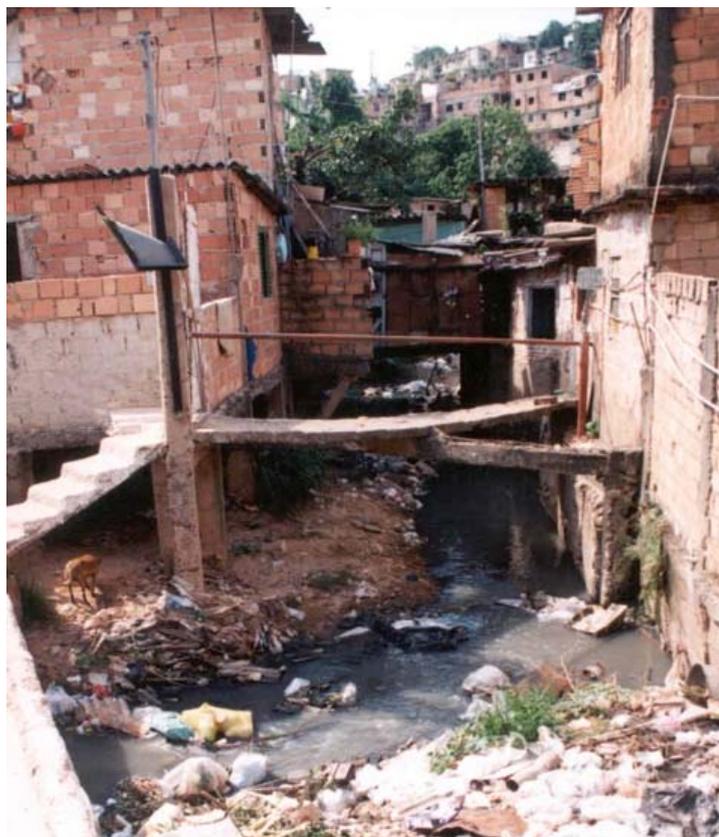
Fonte: IBGE (2010) e PBH (2010).

Analisando a Tabela 1, pode-se ver que o crescimento populacional, entre 1960 e 1970, quase atingiu 100%. Com isso, a cidade sofreu grandes modificações sociais e ambientais, levando a grandes contrastes no tecido urbano, como demonstram as imagens seguintes (Figuras 2 e 3).



**FIGURA 2: Praça da Liberdade - Patrimônio Histórico da cidade.**

Fonte: Google Imagens, 2011.



**FIGURA 3: Invasão da Área de Preservação Permanente (APP) de córrego e o processo de degradação ambiental.**

Fonte: Belo Horizonte (2003).

Observa-se que o processo de urbanização atual tende a caminhar para o caos, dificultando o processo para se atingir um equilíbrio: ampliar a infraestrutura viária e de saneamento, fornecimento de energia e outros equipamentos básicos, quase sempre, ficam reféns das prioridades políticas; o uso do solo sob o avanço especulativo do capital. Nesse cenário, a cidade das pessoas torna-se a cidade das máquinas, do concreto, do asfalto, de lugares insalubres e de periculosidade sanitária e social. A cidade construída por pessoas, tal como se encontra, afugenta-as de seu convívio. Da mesma forma, o processo de retorno ao campo tem novas necessidades. Hoje, certos recursos se tornaram imprescindíveis à vida contemporânea, tais como a acessibilidade aos serviços públicos de saúde e educação, lazer, transporte, cultura e informação. Os meios de comunicação de massa já fazem parte de um novo ser humano – a mídia, a internet e informática, cinemas e teatros, livros e revistas. Não como substituição do pensar filosófico, do ócio criativo, do relacionamento familiar e social, mas complementar à nova forma de viver. Todos os materiais, inventos e máquinas, substâncias e equipamentos podem levar o ser humano ao gozo de uma nova era de paz e energia vital. Depende do quanto e como usá-los.

Por exemplo, os aços e outras ligas metálicas são necessários na produção de veículos, computadores, máquinas diversas e uma infinidade de coisas que servem de uso para nosso conforto e progresso. Por isso os minérios e a siderurgia são tão necessários, porém, a partir disso, uma série de questões apresenta-se, tais como a disponibilidade de matéria-prima e insumos no futuro, o que requer prudência no uso dos recursos naturais. É preciso reciclar e reutilizar, cada vez mais, todos os materiais, bem como preservar as reservas para o futuro, pois podem surgir novas tecnologias de produção, ou novos materiais, que demandem menos quantidade de matéria-prima e de energia nos processos da realização de um produto.

Da mesma maneira pode-se pensar sobre as cidades do futuro, quando poderão ser outras as necessidades para suas estruturas. Assim como a civilização que a ocupa, a cidade também tem seu dinamismo natural. Ela é transformada pela cultura, por novas tecnologias e o uso de novos materiais: os concretos, vidros, resinas, fibras, argilas e areias, aglomerantes, plásticos e pedras, todos deverão continuar úteis às estruturas antrópicas. As cidades, cada vez mais, serão remodeladas às novas conquistas

tecnológicas e de materiais. Assim como o ser humano, que se adaptará ao novo, sempre.

Segundo Hall (1995), na prática:

O planejamento de cidades funde-se, quase que imperceptivelmente, com os problemas das mesmas, e estes, por sua vez, com toda a vida socioeconômico-político-cultural da época; não há termo nem limite para tais relações, mas um – embora arbitrário – tem que ser estabelecido. (HALL, 2007, p. 7)

Oseki a respeito de Henri Lefèbvre (2008) afirma que:

A cidade moderna (e o urbano: a cidade implode e é explodida) é, primeiro, considerada como um direito. Em segundo, passa a ser compreendida e explorada em suas possibilidades práticas, para, finalmente, ser exposto em sua gênese e produção, possibilidades, através da crítica de suas virtualidades bloqueadas, enunciar a sua superação. (LEFÈBVRE, 2008)

A fundação do espaço urbano é uma questão para, sobretudo, compreender a gênese da sociedade atual e as possibilidades da sua transformação, onde também existe a possibilidade de emancipação do homem na procura de sua universalidade. Do mesmo modo, nas cidades do continente norte-americano, em que pese o privilégio exclusivo da homogeneidade suburbana, e não das centralidades tradicionais urbanas, como as absurdas desigualdades sociais que congregam, provocando processos de segregação e violência até hoje inéditos, é que se podem encontrar práticas indicadoras e reveladoras de transformações urbanas mais radicais.

A ciência e a tecnologia da indústria subvertem o mundo moderno: das coisas (mercadorias) produzidas no espaço, passamos à produção do espaço. Há então possibilidade de apropriação total do espaço pela sociedade. Essa apropriação, no entanto, encontra-se bloqueada pela fragmentação a que o espaço é submetido: uma fragmentação prática, por sua venda em parcelas, aos pedaços, assim como por uma fragmentação teórica, pela decomposição do espaço nas várias disciplinas que se debruçam sobre o urbano (LEFÈBVRE, 1999).

Choay (2007) também propõe: a sociedade industrial é urbana. A cidade é seu horizonte. Ela produz as metrópoles, conurbações – termo proposto por Patrick Geddes em *Cities in Evolution*, 1915, como referência à força atrativa de uma grande cidade –, cidades industriais, grandes conjuntos habitacionais. No entanto, fracassa na ordenação desses locais. A sociedade industrial tem especialistas em planejamento urbano,

entretanto, as propostas e ideias para o urbanismo são, assim que aparecem, contestadas e questionadas, traduzindo insatisfação e inquietude. Uma solução para alguns pode não ser para outros. Por isso o crescimento de uma comunidade torna-se complexo e os urbanistas se propõem a procurar a significação em si dos fatos, colocar em evidência as razões dos erros cometidos, o que leva a incertezas e dúvidas por qualquer nova proposta de planejamento urbano.

Poderíamos designar o século XX como a era das metrópoles. Essas atingem números de população diante dos quais recuou a imaginação dos espíritos mais audaciosos. David Hume não foi um dos mais ousados ao estimar, num ensaio, *On the Populousness of Ancient Nations*, que “pela experiência dos tempos passados e presentes, há uma espécie de impossibilidade de que alguma cidade possa ultrapassar os 700.000 habitantes”. Em sua época, só Willian Petty aproximava-se da realidade quando, em 1686, fixava em cinco milhões o número limite da população futura de Londres. Em 1889, Júlio Verne previa cidades com dez milhões de habitantes, mas só para 2889 (HUME; PETTY; VERNE *apud* CHOAY, 2007).

### 3.3 Cidades contemporâneas

Em muitos lugares, diversos cursos d’água tiveram a qualidade das águas recuperadas e suas margens e áreas de proteção revitalizadas (Figura 4). Não são esgotos a céu aberto e fazem parte do cotidiano e lazer dos habitantes da urbe. As cidades podem ser, novamente, o lugar dos sonhos e da criação.



**FIGURA 4:** Praia do Rio Pisuerga, em Valladolid, Espanha. Descontaminação do rio e suas margens foram revitalizadas Parque e Praia Pública.

Fonte: Google Imagens, 2010.

A análise de espaços urbanos deve também refletir a questão da transdisciplinaridade na formação das cidades. Engenharia, arquitetura, urbanismo e sociologia urbana são ciências primordiais na estruturação dos aglomerados urbanos. Brandão (2006) reúne artigos de diversos campos do saber postos em contato para pensar a cidade do passado no presente e no futuro.

Objeto complexo e transdisciplinar por excelência, a cidade recusa qualquer abordagem que a fragmente em domínios parciais do conhecimento disciplinar. Talvez seja ela a maior invenção da história, o espaço onde é possível conquistar nossa liberdade e humanidades plenas. Contudo, a cidade encontra-se ameaçada e em vias de ser, até mesmo, desinventada. Urge pensá-la entre e além das disciplinas, para construir o futuro que desejamos para ela, para nós e nossos filhos (BRANDÃO, 2006).

A cidade não surge como algo natural e nem sempre ela existiu. Refletir sobre ela e sua crise contemporânea é tentar medir o quanto é necessária, quais os fundamentos e os novos valores que pretendemos ter em nosso futuro para saber se a queremos ou não, se ela tem sentido ou não. Refletir sobre a cidade é também examinar a relação histórica por ela estabelecida com o campo, o que ela significa, quais as condições de cidadania pretendida para o século XXI e, ao mesmo tempo e se for o caso, reinventar a cidade e reinventar o ser humano que a habita.

O local em que vivemos envolve a nossa relação com natureza, com a cultura, com nós mesmos, com o absoluto, com a história, com o político, o artístico, o técnico e o científico. A cidade deve ser considerada enquanto local do encontro não só entre as pessoas, mas entre vários tempos, espaços, saberes, tecnologias, produtos, tradições e culturas.

De Paula (2006) afirma que, mesmo em uma única cidade, são várias as realidades e amplíssimas as dimensões abrigadas: a materialidade, a realidade, a fantasia, o imaginário e o simbólico habitam nela, conjunta e simultaneamente. Lugar de revolta, mas também do desejo de liberdade e emancipação, a cidade é o lugar por excelência do conflito e da conciliação. Ela contém em si vários tempos e espaços e abriga todas as esferas da vida física, espiritual e humana. Sua sorte é também a sorte de nossa sociabilidade e do nosso destino histórico e cultural.

A cidade contemporânea não é invenção do capital, como a própria contemporaneidade, e, se essas realidades parecem contíguas, isso se deve à ideologia

burguesa, que busca apagar significativas diferenças e opor-se à essência da cidade, que é ser espaço de liberdade e solidariedade. O capital impôs à cidade contemporânea um regime de alienação e opressão.

A vida na cidade não deve estar atrelada ao desejo e à necessidade de poucos, a um sistema econômico estático. Como tudo na natureza, existe uma dinâmica, um renovar de cenários, descobertas e reflexões. Novas tecnologias nos levam ao próximo passo. O próximo segundo difere do anterior. Assim, a economia de uma sociedade também tem sua dinâmica própria e, como todo o resto, está afeto a todos.

Neste sentido, diga-se que o futuro das cidades, da democracia e da solidariedade, dependerá da capacidade de essas forças sociais, que se mobilizam na cidade, derrotarem o capital, e, assim, que a cidade possa ser, de fato, e para todos, o espaço de liberdade e da justiça (LEFÈBVRE, 2001 *apud* DE PAULA, 2006, p. 29).

A reformulação das cidades contemporâneas, diante de suas contradições históricas, do lugar de encontro e também de discriminação, dos processos de ocupação e uso do solo, constitui-se em grandes desafios para as sociedades atuais e governantes. Soluções de engenharia urbana precisam ser revistas. Tecnologias e gestão do espaço precisam ser geradores de novos caminhos para democratizar a cidade, para torná-la digna de viver para toda a população.

### **3.4 *Belo Horizonte***

Belo Horizonte adquire características de metrópole a partir da década de 60. Tem posição político-geográfica privilegiada no Estado, região por onde passam algumas das principais rodovias estaduais e federais. Sobre os aspectos físico-ambientais destacam-se exuberantes paisagens montanhosas. A cidade é ponto de partida também para passeios históricos (BELO HORIZONTE, 2010a).

Foi à procura de ouro que, em 1701, o bandeirante João Leite da Silva Ortiz chegou à Serra de Congonhas. Em lugar do metal, encontrou uma bela paisagem, de clima ameno e próprio para a agricultura. Resolveu ficar e construiu a Fazenda do Cercado, onde desenvolveu uma pequena plantação e criou gado. O progresso da fazenda logo atraiu outros moradores e um arraial começou a se formar em seu redor. O povoado foi batizado de Curral d'El Rey e a Serra de Congonhas passou a chamar-se

Serra do Curral. Nossa Senhora da Boa Viagem, a quem os forasteiros pediam proteção, tornou-se a padroeira do local (BELO HORIZONTE, 2010a).

Aos poucos, o povoado foi crescendo, apoiado na pequena lavoura, na criação e comercialização de gado e na fabricação de farinha. Algumas poucas fábricas, ainda primitivas, instalaram-se pela região: produzia-se algodão, fundiam-se ferro e bronze. Das pedreiras, extraíam-se granito e calcário. Frutas e madeiras eram vendidas para outros locais. O Arraial se expandiu e das 30 ou 40 famílias existentes no início saltaram para a marca de 18 mil habitantes, quando foi elevado à condição de Freguesia, mas ainda subordinado a Sabará. A Vila Curral D'El Rey englobava as regiões de Sete Lagoas, Contagem, Santa Quitéria (Esmeraldas), Buritis, Capela Nova do Betim, Piedade do Paraopeba, Brumado Itatiaiuçu, Morro de Mateus Leme, Neves, Aranha e Rio Manso.

Vieram as primeiras escolas e o comércio se desenvolveu. No centro do arraial, os devotos ergueram a Matriz de Nossa Senhora da Boa Viagem (Figura 5). Esse ciclo de prosperidade, contudo, durou pouco. As diversas regiões que constituíram o arraial foram se tornando autônomas, separando-se dele. A população rapidamente diminuiu e a economia local entrou em decadência. Já no final do século XIX, restavam apenas mais de quatro mil habitantes.



**FIGURA 5:** Antiga Matriz de Nossa Senhora da Boa Viagem.

Fonte: Borsagli (2010).

A Proclamação da República, em 1889, trouxe aos curralenses a esperança de transformações. Para entrar na era que então se anunciava, deixando para trás o passado monárquico, os sócios do Clube Republicano do arraial propuseram a mudança de seu nome para Belo Horizonte e foi nesse clima de euforia que os horizontinos receberam a notícia da construção da nova capital (BELO HORIZONTE, 2011).

### **3.4.1 A mudança da Capital**

A primeira tentativa de transferir a sede do Governo para uma cidade diferente de Ouro Preto data de 1879, quando os inconfidentes planejaram instalar a capital em São João Del Rei. Depois disso, mais quatro tentativas foram feitas, todas fracassadas. A solução veio após a Proclamação da República. Desta vez, não se tratava de uma simples transferência, mas da construção de uma nova cidade.

Em 1891, o presidente do Estado, Augusto de Lima, formulou um decreto determinando a transferência da capital para um lugar que oferecesse condições de higiene. O Governo Estadual criou uma Comissão de Estudos para indicar, dentre cinco localidades, a mais adequada para a construção da nova cidade e o Congresso Mineiro, a quem cabia a decisão final, votou a favor de Belo Horizonte. Assim, a 17 de dezembro de 1893, a Lei nº 3 foi adicionada à Constituição Estadual, determinando que a nova sede do governo fosse erguida na região chamando-se Cidade de Minas. A Lei criava ainda a Comissão Construtora, composta de técnicos responsáveis pelo planejamento e execução das obras. Em sua formação, estavam alguns dos melhores engenheiros e arquitetos do país, chefiados por Aarão Reis (BELO HORIZONTE, 2011).

### **3.4.2 O Planejamento e o enobrecimento do traçado da cidade**

Uma cidade ordenada, funcionando como um organismo saudável. Esse era o objetivo da Comissão Construtora que idealizou a cidade. Para alcançá-lo, era necessário projetar uma cidade física e socialmente higiênica. Saneada, livre de doenças, mas também livre de desordens e revoluções.

O projeto criado pela Comissão Construtora, finalizado em maio de 1895, inspirava-se no modelo das mais modernas cidades do mundo, como Paris e

Washington. Os planos revelavam algumas preocupações básicas, como as condições de higiene e circulação humana. Dividiram a cidade em três principais zonas: área central urbana, uma área suburbana e outra rural.

No centro, o traçado geométrico e regular estabelecia um padrão de ruas retas, formando uma espécie de quadriculado. Mais largas, as avenidas seriam dispostas em sentido diagonal. Esta área receberia toda a estrutura urbana de transportes, educação, saneamento e assistência médica. Abrigaria, também, os edifícios públicos dos funcionários estaduais. Ali também deveriam se instalar os estabelecimentos comerciais. Uma avenida seria seu limite, a Avenida 17 de Dezembro, hoje Contorno (BELO HORIZONTE, 2010a).

Na Figura 6, pode-se ver o traçado de algumas vias como avenidas Afonso Pena, Álvares Cabral, Brasil e Bias Fortes; além desses, parte do Parque Américo René Giannetti, caminhos e cursos d'água como o Acaba Mundo, que deságua no Parque, antes de atingir o Ribeirão Arrudas (BELO HORIZONTE, 2010a). A Figura 7 apresenta informações de levantamentos de agrimensura da Vila do Curral Del Rey onde se destacam a linha superior da Serra do Curral, cursos d'água e o pequeno aglomerado urbano da Vila.

O projeto desrespeitou o Arraial existente, que foi demolido (detalhe do antigo Arraial na Figura 8). Também as características fluviais da região foram desconsideradas, dando margem para adoção de canalizações futuras como forma de sanear e conter eventos de cheias nas épocas de chuvas. Assim deu-se o início de muitos problemas de macro-drenagem que persistem até os dias de hoje.



**FIGURA 6:** Detalhe do projeto original proposto pela Comissão Construtora – parte da planta cadastral do antigo Arraial, comparado com a planta da nova Capital, a Cidade da Minas.

Fonte: Borsagli (2010).



**FIGURA 7:** Mapa com levantamentos de agrimensura da Vila do Curral d'El Rey.

Fonte: Fundação João Pinheiro (1997, p. 29).



**FIGURA 8:** Maquete de um aspecto do Arraial do Curral d'El Rei, antes de sua demolição.

Fonte: Borsagli (2010).

A região suburbana, formada por ruas irregulares, deveria ser ocupada mais tarde e não recebeu de imediato a infraestrutura urbana. A área rural seria composta por cinco colônias agrícolas com inúmeras chácaras e funcionaria como um cinturão verde, abastecendo a cidade com produtos hortigranjeiros. A implantação de tão grandioso projeto tinha, porém, uma exigência: a completa destruição do Arraial que ali se localizava e a transferência de seus antigos habitantes para outro local. Rapidamente, os horizontinos tiveram suas casas desapropriadas e demolidas, sendo-lhes oferecidos novos imóveis a um preço muito alto. Sem condições de adquirir os valorizados terrenos da área central, os horizontinos foram empurrados para fora da cidade, indo se refugiar em Venda Nova ou em cafuas na periferia. Belo Horizonte, como muitas outras cidades no mundo, sofre os primeiros processos de gentrificação<sup>3</sup>.

A cidade projetada pela Comissão Construtora era um lugar elitista. Seus espaços estavam reservados somente aos funcionários do Governo e aos que tinham posses para adquirir lotes. Acreditava-se que os problemas sociais, como a pobreza, seriam evitados com a retirada dos operários, assim que a construção da cidade estivesse concluída. Mas, na prática, não foi isso que aconteceu.

Belo Horizonte foi inaugurada às pressas, estando ainda inacabada. Os operários, aglomerados em meio às obras, não foram retirados e, sem lugar para ficar, assim como os horizontinos, formaram favelas na periferia da cidade. A primeira favela, a do Leitão, ficava nas proximidades do atual Instituto de Educação, em plena Avenida Afonso Pena. Essa massa de trabalhadores que não eram considerados cidadãos legítimos de Belo Horizonte revelava o grau de injustiça social existente nos seus primeiros anos de vida (BELO HORIZONTE, 2010a).

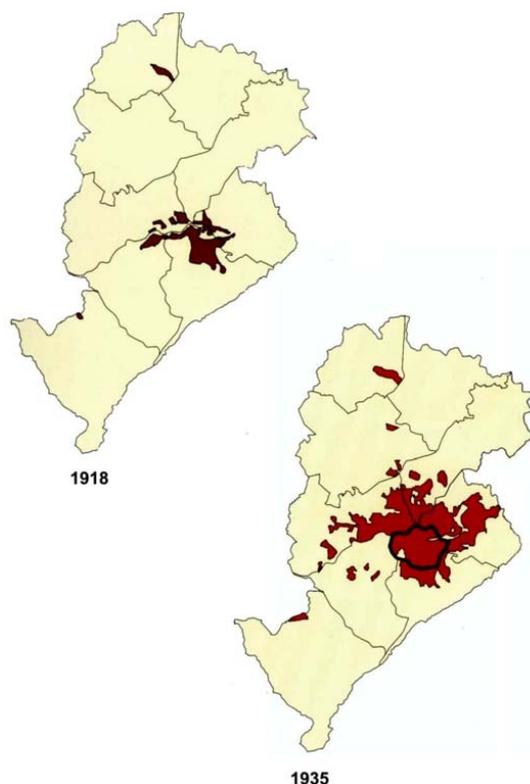
---

<sup>3</sup> Segundo Bernhardt (2008), o termo *gentrification* apareceu pela primeira vez em 1964 no texto de Ruth Glass para descrever um fenômeno observado no centro de Londres. Os bairros mais degradados estavam, aos poucos, recebendo maior investimento de entidades públicas e privadas e parte da classe média britânica estava, gradualmente, trocando os subúrbios pelo centro enquanto que os antigos moradores estavam sendo paulatinamente expulsos.

### 3.4.3 Evolução da ocupação territorial de Belo Horizonte

Segundo Lemos (2000), a cidade, inaugurada em 1897, ainda estava para ser ocupada. Em 1912 a população era de aproximadamente 40 mil habitantes e 70% dela residia nas Zonas Suburbanas e Colônias Agrícolas, fora da área planejada pela Comissão Construtora, como Zona Urbana (a área dentro da Avenida 17 de Dezembro, depois denominada Avenida do Contorno). Essa área ainda não estava inteiramente implantada e ocupada. Alguns bairros como Lagoinha, Floresta, Santa Tereza, entre outros, foram criados, e ali se instalaram, principalmente, os operários que construíram a cidade. O principal acesso à cidade era por ferrovia e as ruas Niquelina, Itapecerica e Platina eram estreitas e tortuosas (Figura 9).

A partir de 1935, graças ao dinamismo da implantação da capital, a população cresce para 115 mil habitantes, ampliando a ocupação territorial.



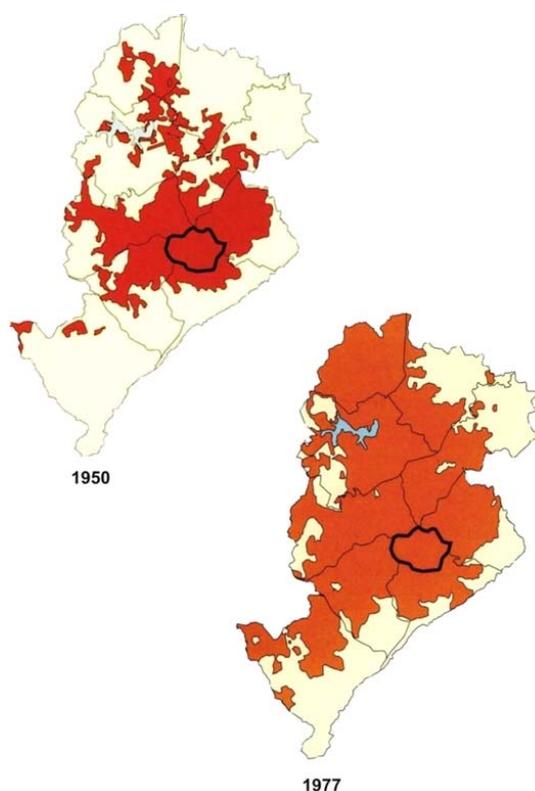
**FIGURA 9: Mancha urbana de Belo Horizonte em 1918 e 1935.**

Fonte: LEMOS *et al.* (2000).

Ampliou-se o consumo, o comércio e serviços vicejaram. Indústrias instalaram-se no centro e no vale das Arrudas. A cidade cresceu da periferia para o

centro e novas vilas operárias foram edificadas nos bairros Calafate e Carlos Prates. Em Santa Tereza e Santa Efigênia instalaram-se serviços de saúde e quartel militar. Foram definidas as Zonas Urbanas, Suburbanas e Rurais.

Na década de 50 a população passa de 350 mil para 690 mil habitantes. O pós-guerra trouxe industrialização e progresso econômico. Nesta época são implantados o Instituto Agrônomo, a Pampulha, a Cidade Industrial e a Mannesmann. Diversos loteamentos clandestinos avançam pelo Município, através de acessos inseridos pelo crescimento, como as avenidas Antônio Carlos, Pedro II e Amazonas (Figura 10). A verticalização do centro se intensifica e as indústrias saem dali.



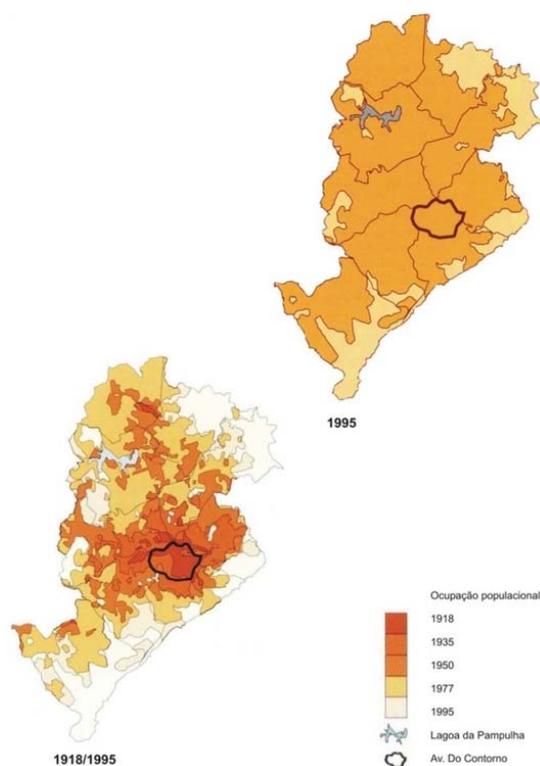
**FIGURA 10: Mancha urbana de Belo Horizonte em 1950 a 1977.**

Fonte: LEMOS *et al.* (2000).

Outro momento importante de registro da evolução de ocupação territorial, a partir de 1977, quando há uma migração em direção às cidades vizinhas, à Região Metropolitana. Belo Horizonte contava, em 1980, com 1,7 milhões de habitantes. O processo abriu fronteiras, destruiu casas, asfaltou vias, desrespeitou o passado. Foram implantados o campus da UFMG, a Av. Cristiano Machado e a Via Expressa, quando

surgiram os bairros Cidade Nova, o Novo São Lucas, Coração Eucarístico, Caiçara e Mangabeiras. A região em torno da Lagoa da Pampulha é ocupada, assim como Venda Nova. Também há um direcionamento da Zona Sul para as montanhas e no Barreiro surgem novos bairros e conjuntos habitacionais. As áreas remanescentes de todo este processo, as Zonas Rurais, são demarcadas na Lei de Uso e Ocupação do Solo, de 1976, principalmente ao longo da Serra do Curral e no extremo nordeste do Município, na região da bacia do Ribeirão Isidoro.

Após os anos 70 e 80, o que se verifica na verdade é um adensamento das regiões já ocupadas e a população chega a 2,1 milhões de habitantes em 1995, resultado da nova Lei de Uso e Ocupação do Solo, de 1986, que sofre um forte interesse do mercado imobiliário e permite uma maior verticalização que atinge várias regiões da Capital. Diversos bairros são transformados, como Belvedere, Buritis e Castelo. A cidade se aproxima do seu limite de expansão (Figura 11).



**FIGURA 11: Mancha urbana de Belo Horizonte em 1995 e 1918/1995.**

Fonte: Lemos *et al.* (2000).

Belo Horizonte conta, hoje, com 2.375.444 habitantes (IBGE, 2010), sendo que aproximadamente um quinto de sua população habita áreas de ocupações irregulares, de

inundação e de risco geológico. Esta ocupação quase desenfreada levou ao agravamento e o surgimento de vários problemas socioambientais (Figuras 12 e 13).



**FIGURA 12:** Foto da região da Praça da Liberdade e parte da ocupação urbana, Belo Horizonte.

Fonte: Google Imagens (2010).



**FIGURA 13:** Ocupação de área de fundo de vale - Bacia do Córrego Baleares, Região de Venda Nova, Belo Horizonte.

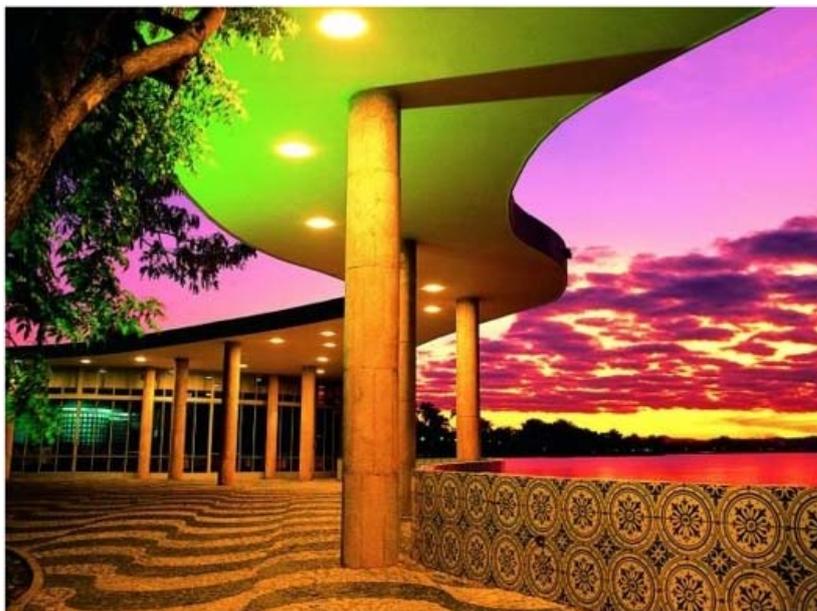
Fonte: Praxis (2003).

No início dos anos 90 foi possível constatar, através de dados do Censo de 1991 e de dados trabalhados pelo Centro de Estudos Urbanos da UFMG (CEURB/UFMG), uma contínua expansão de áreas de favelamento de urbanização

aleatória. Atualmente são aproximadamente 175 dessas áreas no município de Belo Horizonte, com povoamento correspondendo a 20% da população total da capital.

Este panorama vem desafiando as últimas administrações públicas. A Prefeitura de Belo Horizonte adotou e está implantando alguns programas e projetos com a intenção de se obter melhores condições habitacionais, acessibilidade, segurança e salubridade. Programas como os Planos Globais Especiais (PGE) e o Vila-Viva da URBEL, os projetos ligados ao Programa de Orçamento Participativo (OP) e o Programa DRENURBS fazem parte desses empreendimentos. Porém, uma cidade não vive apenas de suas áreas habitacionais e de infraestrutura para saneamento, serviços e acessibilidade. Uma cidade é uma construção humana e deve contemplar outras necessidades do viver humano (Figura 14).

A cidade deve ser reconhecida como matriz do humanismo moderno, pressuposto do projeto de afirmação da dignidade e da plena emancipação humana. A cidade como espaço da liberdade e da criatividade. (DE PAULA, 2006)

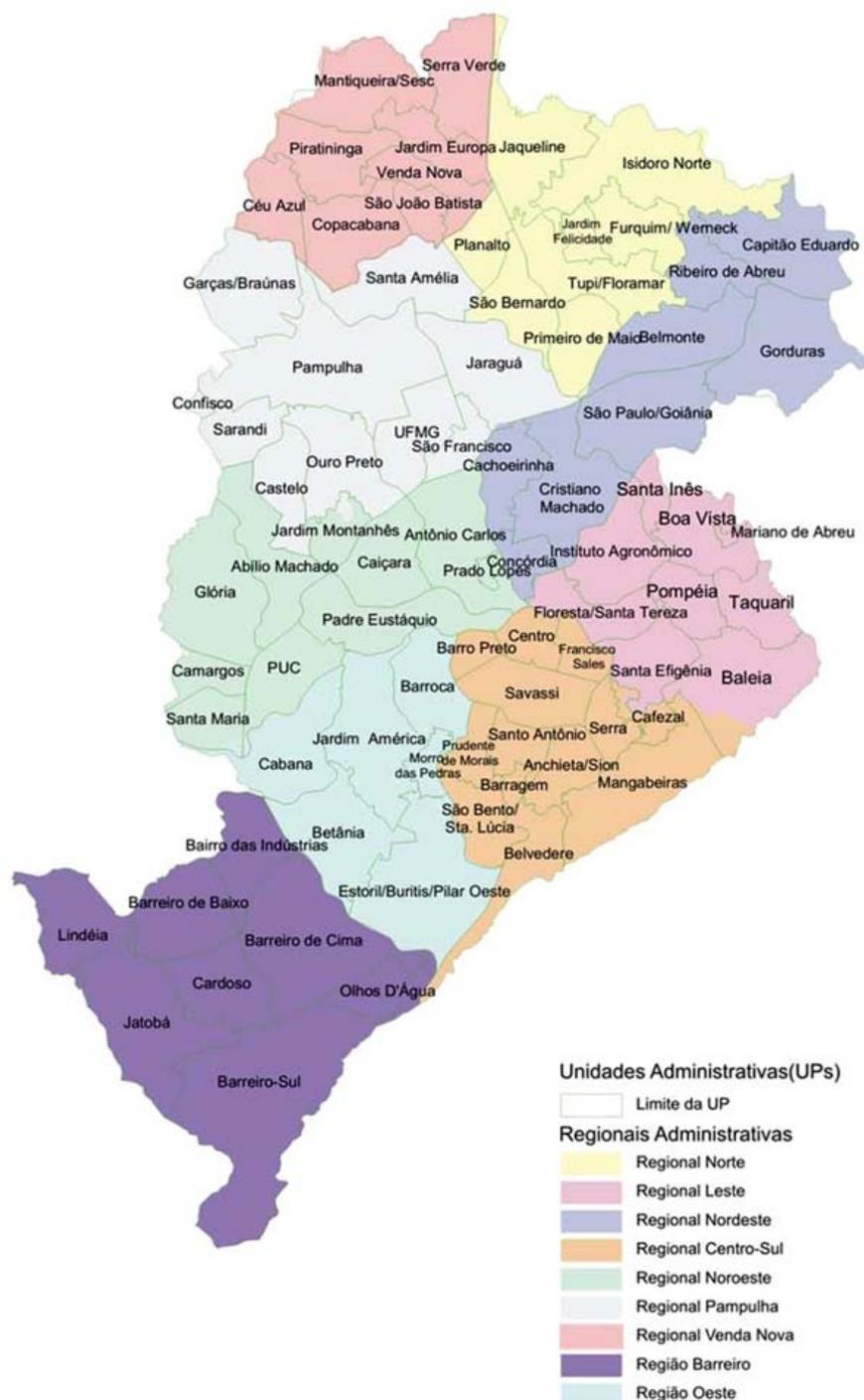


**FIGURA 14:** Casa do Baile, margem direita da Lagoa da Pampulha/Belo Horizonte. Projeto Niemeyer e Juscelino Kubitschek, década de 40.

Fonte: Google Imagens (2010).

Hoje, Belo Horizonte conta com mais de 200 bairros, aglomerados urbanos, vilas, conjuntos habitacionais e favelas, distribuídos em 9 regionais: Barreiro, Centro-

Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova. A Figura 15 apresenta um mapa do município de Belo Horizonte, a partir de 1995, com os principais bairros e as nove Regionais da PBH e Unidades de Planejamento.



**FIGURA 15: Mapa do Município de Belo Horizonte e Regiões Administrativas/ Unidades de Planejamento.**

Fonte: Belo Horizonte (2003).

### 3.4.4 Consequências do processo de urbanização

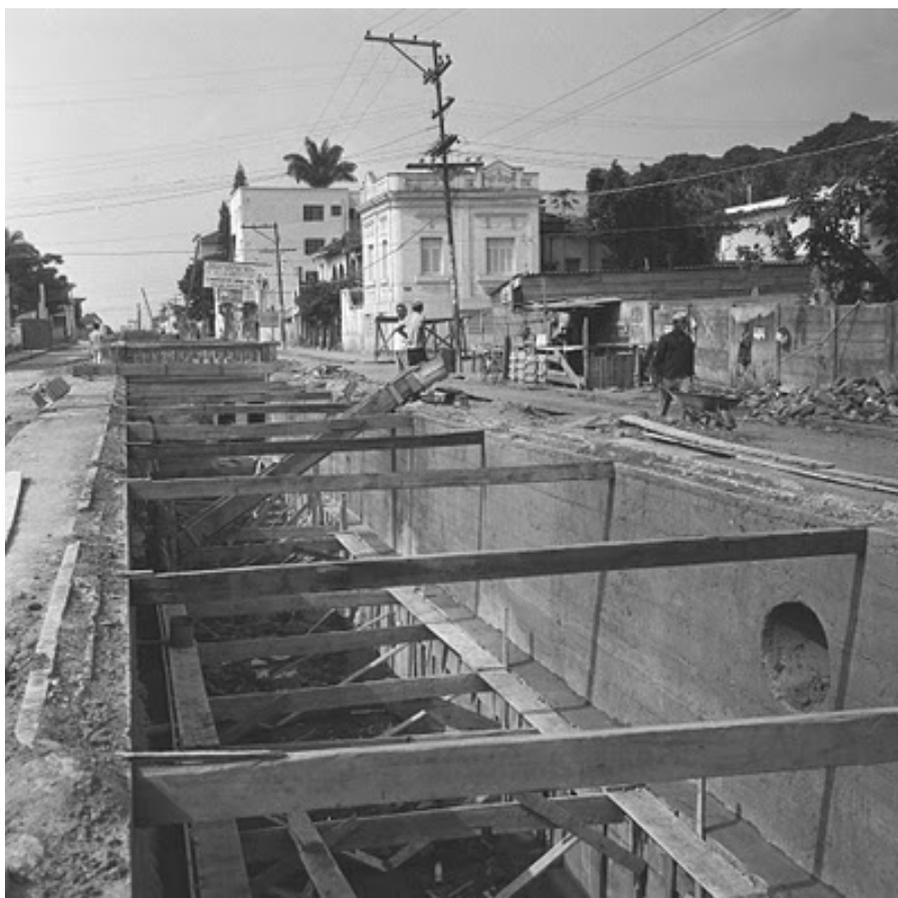
Historicamente, os sistemas de coleta e afastamento dos esgotos domésticos e de drenagem (pluvial e fluvial) em Belo Horizonte foram projetados e construídos juntos, chamados de sistemas unitários. Dessa forma, foram construídas muitas galerias pluviais e canalizados diversos córregos na cidade que, a primeira impressão, resulta em salubridade ambiental e estética para os lugares. Por isso, muitas comunidades ribeirinhas a córregos da cidade solicitavam do Prefeito a canalização dos cursos d'água.

O primeiro curso d'água a ser canalizado em Belo Horizonte foi o Ribeirão Arrudas, na área central, trecho entre as proximidades da Ponte do Saco e a Avenida do Contorno na Ponte do Perrela, obra iniciada na década de 30 e concluída somente em 1940, na administração JK. Outros três córregos que cortavam a cidade, o Acaba Mundo, da Serra (Figura 16 e 17) e Leitão, também tiveram suas canalizações nestes períodos.



**FIGURA 16:** Canalização do Córrego da Serra em 1930.

Fonte: Borsagli (2010).



**FIGURA 17: Canalização do Córrego Acaba Mundo, trecho da Rua Professor Morais com Rua Tomé de Souza, 1964.**

Fonte: Borsagli (2010).

Importante verificar como exemplo o processo de canalização do Córrego do Leitão e as consequências atuais desta solução tradicional para a macro-drenagem da cidade. Primeiramente, um mapa da região da bacia do córrego antes de sua canalização, onde se vê uma área de brejo entre as Avenidas do Contorno e Prudente de Morais, onde depois foi aberta a Rua Joaquim Murtinho, no bairro Santo Antônio.

As Figuras 18 a 20 mostram três momentos da história do córrego do Leitão, que tem suas nascentes na Serra do Curral, nas mediações do Ponteio, hoje atravessa a Barragem da Santa Lúcia e segue pela Avenida Prudente de Morais, depois até a Rua São Paulo, até encontrar o Ribeirão Arrudas no Barro Preto.



**FIGURA 18:** Mapa da época de construção de Belo Horizonte onde se vê uma região de brejo nas imediações da Rua Joaquim Murтинho com Av. Prudente de Moraes, Bairro Santo Antônio.

Fonte: Borsagli (2010).



**FIGURA 19:** Canalização do Córrego do Leitão nas proximidades da Rua Alvarenga Peixoto. Ao fundo, o Quartel da Cavalaria, que ficava no local onde anos mais tarde foi construído o Colégio Estadual Central.

Fonte: Borsagli (2010).



**FIGURA 20:** Córrego do Leitão durante uma forte chuva que caiu na cidade em 2009.

Fonte: Borsagli (2010).

Com o passar dos anos e o crescimento da cidade, as áreas das bacias desses cursos d'água foram sendo ocupadas, originando mais solo impermeabilizado com pavimentação das vias e dos passeios e áreas de telhados. Suas calhas calculadas em outras épocas de ocupação urbana já não suportavam as cargas pluviais de montante e eventos de enchentes tornaram-se frequentes. Soma-se a isto o incremento do tráfego dos automóveis a partir da década de 60 e muitos canais foram fechados em galerias subterrâneas.

O uso indiscriminado do solo no Brasil levou à necessidade da criação e desenvolvimento de leis específicas para a proteção dos sistemas hídricos naturais, superficiais e subterrâneos. No capítulo seguinte foram relacionadas as principais leis de preservação destes ecossistemas no Brasil e em Belo Horizonte.

### **3.5 *Leis que regem questões de preservação de ecossistemas hídricos (nascentes, córregos, brejos e várzeas)***

O Brasil é um país de notável riqueza hídrica, tanto em águas superficiais, quanto subterrâneas, mas diante da evidente poluição dos recursos hídricos fica clara a importância de se preservar os recursos naturais, como por exemplo, as áreas de fundo de vale. Essas áreas podem ser destinadas à formação de parques para recreação e

preservação, pois auxiliam na estabilização das margens dos rios e córregos, na manutenção da qualidade da água, além de influenciar fatores climáticos e a proteção da fauna e flora nativas (BARROS *et al.*, 2003).

Para a utilização da água deve-se levar em conta a legislação existente e a sua proteção é uma obrigação jurídica para toda a sociedade brasileira. A Lei Municipal n. 9.959/10, que altera a Lei Municipal n. 7.166/96 - Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo, em seu artigo 79, parágrafo 3º prevê para a ADE do Vale do Ribeirão Arrudas medidas de proteção das características de drenagem das áreas de fundo de vale e o controle do adensamento das áreas próximas ao curso d'água, além do incentivo a diversos usos que visem garantir mais vitalidade a todo o curso. No capítulo II, seção I, art. 42, inciso VI é objetivada a preservação dos fundos de vale da Região do Isidoro e entorno e no art. 44 é esclarecido que essa região consta como uma área destinada à preservação permanente de nascentes, cursos d'água e grandes áreas contínuas de cobertura vegetal de relevância ambiental onde a ocupação deverá ser proibida, exceto para atividades relacionadas com a sua manutenção e preservação. Essas medidas são relevantes para a manutenção das áreas de fundo de vale em geral, pois tratam do uso sustentável dos recursos hídricos presentes nesses locais (BELO HORIZONTE, 2010b).

No caso de áreas compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, é preciso observar o que é disposto nos planos diretores e leis de uso do solo, conforme o Código Florestal - Lei nº 4.771/65, que define, ainda, em seu parágrafo 2º, que a área “coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 1965) deve ser entendida como uma área de proteção permanente, o que deve ser considerado no gerenciamento da ocupação dos municípios.

O Plano Diretor de Belo Horizonte, Lei nº 7.165/96, determina nos seu Capítulo III, das Diretrizes, na Seção II - Das Diretrizes de Intervenção Pública na Estrutura Urbana e Subseção IX - Do Meio Ambiente: o Art. 21-A: Considera-se meio ambiente o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e política que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas e o Art. 21-B - São princípios fundamentais da Política Municipal de

Meio Ambiente: I - promover o desenvolvimento sustentável, compatibilizando o desenvolvimento social e econômico com a preservação ambiental, a partir dos princípios da justiça social e da eficiência econômica, garantindo o uso racional e equitativo dos recursos naturais, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e o conforto climático; II- garantir a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, incentivando sua preservação para as presentes e futuras gerações; III - proteger as áreas verdes e aquelas ameaçadas de degradação, assegurando a sustentabilidade da flora e da fauna; IV - articular e integrar planos, programas, ações e atividades ambientais intermunicipais, de modo a buscar consórcios e outros instrumentos de gestão (BELO HORIZONTE, 1996a).

Na Subseção X - Da Política do Saneamento, no seu Art. 22-A - Considera-se saneamento como um conjunto de ações entendidas fundamentalmente como de saúde pública e proteção ao meio ambiente, compreendendo: I - o abastecimento de água em quantidade suficiente para assegurar a higiene adequada e o conforto e com qualidade compatível com os padrões de portabilidade; II - a coleta, o tratamento e a disposição adequada dos esgotos sanitários e dos resíduos sólidos; III - a drenagem urbana das águas pluviais; IV - o controle de vetores transmissores e reservatórios de doenças (BELO HORIZONTE, 1996a).

No Art. 23 - São diretrizes gerais da política de saneamento, os itens: IV - 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; V - implantar tratamento urbanístico e paisagístico nas áreas remanescentes de tratamento de fundos de vale, mediante a implantação de áreas verdes e de lazer; No Art. 22 - São diretrizes relativas ao meio ambiente, o item XVIII - instituir programa que crie condições para a sobrevivência de pássaros no meio urbano pelo plantio de árvores frutíferas, nos termos da Lei Federal nº 7.563, de 19 de dezembro de 1986; No Art. 27 - São diretrizes relativas à drenagem urbana: I - 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, (NR); VII - implantar tratamento urbanístico e paisagístico nas áreas remanescentes de tratamentos de fundos de vale,

privilegiando as soluções de parques; III - definir as áreas e ações prioritárias a serem contempladas no planejamento dos serviços, considerando o perfil epidemiológico; (NR) (BELO HORIZONTE, 1996a).

Outra lei de considerável importância é a Lei Estadual n. 13.199/99, que trata dos Recursos Hídricos, que no capítulo II, seção II, artigo 4º dita que o

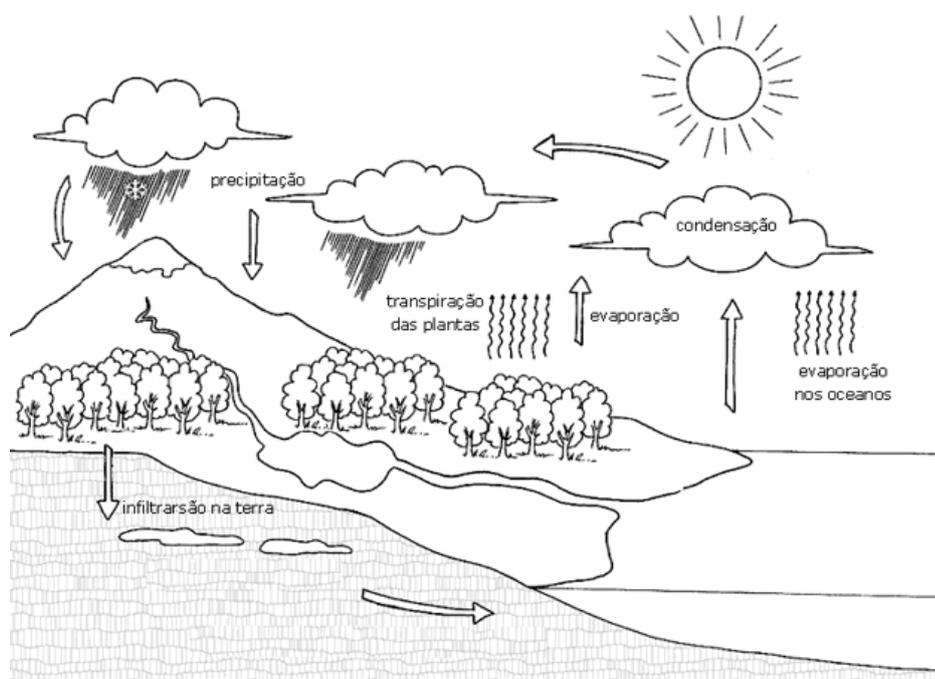
Estado assegurará por intermédio do SEGRH-MG os recursos financeiros e institucionais necessários ao atendimento do disposto na Constituição do Estado com relação à política e ao gerenciamento de recursos hídricos, especialmente para: VII - instituição de sistema estadual de rios de preservação permanente, com vistas à conservação dos ecossistemas aquáticos, ao lazer e à recreação das populações; VIII - conscientização da população sobre a necessidade da utilização múltipla e sustentável dos recursos hídricos e da sua proteção. (MINAS GERAIS, 1999)

Ainda no artigo 6º é direcionada ao Estado a promoção do planejamento de ações integradas nas bacias hidrográficas, para o tratamento de esgotos domésticos e outros efluentes antes desses serem lançados nos corpos d'água. Vale ainda ressaltar o art. 7º em que o Estado estabelecerá convênios com os municípios, para a implantação de programas que busquem: I - a manutenção do uso sustentável dos recursos hídricos; IV - a implantação, a conservação e a recuperação da cobertura vegetal, em especial das matas ciliares; VI - o tratamento de águas residuárias, em especial dos esgotos urbanos domésticos e VIII - a instituição de áreas de proteção e conservação dos recursos hídricos (MINAS GERAIS, 1999).

Em Belo Horizonte, a Lei n. 4.253/85, do Meio Ambiente, que dispõe sobre a política de proteção do controle e da conservação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no município, estabelece no capítulo I, art. 2º, inciso III, que poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, o sossego, a segurança ou o bem estar da população, além de afetar desfavoravelmente qualquer recurso ambiental; e que, de acordo com o inciso IV, o agente poluidor é qualquer indivíduo, de direito público ou privado, responsável direta ou indiretamente por atividade causadora de degradação ambiental. A conservação dos recursos hídricos é, antes de tudo, a manutenção da vida humana e o desenvolvimento da sociedade deve ocorrer de forma sustentável em relação ao ambiente natural para que essa manutenção seja possível (BELO HORIZONTE, 1985).

### 3.6 *Concepção de Projetos*

Este capítulo apresenta algumas das mudanças significativas na concepção de projetos de engenharia urbana principalmente no que toca a novos conceitos aplicados à infraestrutura de drenagem. Isto se dá por volta das décadas de 70 e 80, no Brasil, com o desenvolvimento das ciências ambientais e também a partir dos trabalhos do Professor titular do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRS, Carlos E. M. Tucci. Em Belo Horizonte teve grande repercussão quando o professor participou de um Seminário sobre Enchentes Urbanas, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), de 26 a 28 de outubro de 1983. Na ocasião, apresentou uma série de novos dispositivos de micro e macro drenagem, aproveitando canteiros centrais de avenidas e outras áreas, além de artifícios para melhorar infiltrações e controle de cheias para cidades com alto índice de urbanização. Seus projetos evidenciam a necessidade de conciliar urbanização e o ciclo natural das águas: as águas de chuvas se precipitam, caem sobre o solo e vegetação, infiltram ou escorem, dando origem a nascentes e cursos d'água, lagos e oceanos que, por sua vez, têm suas águas elevadas à atmosfera pelo fenômeno da transpiração e evaporação (Figura 21).



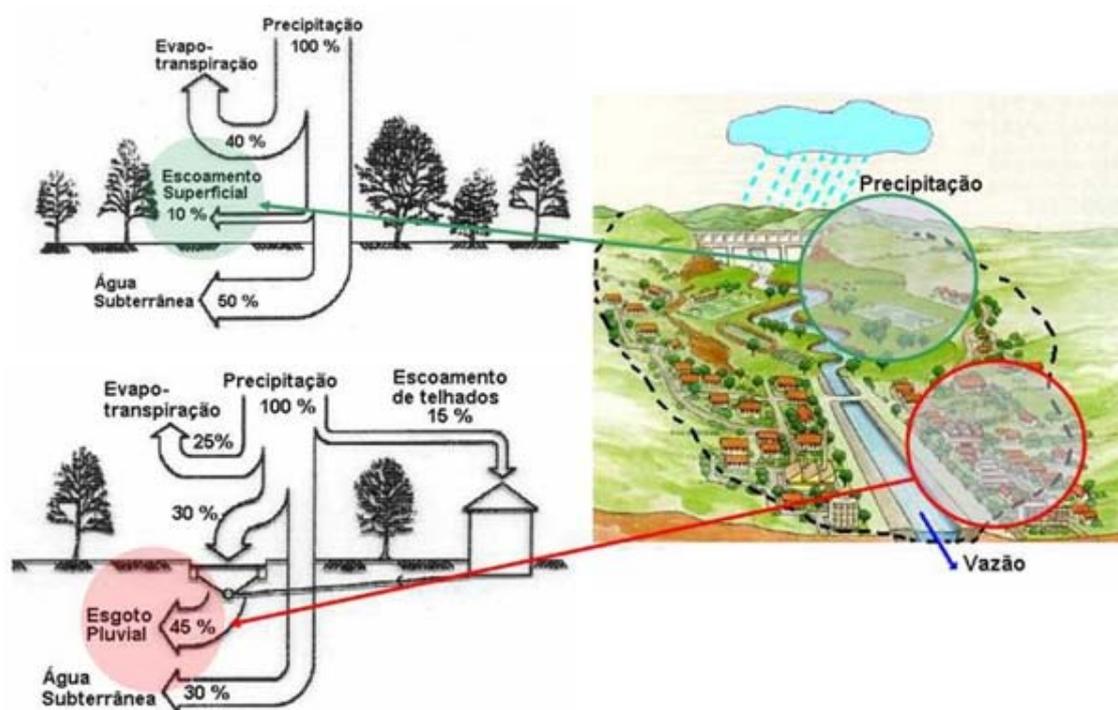
**FIGURA 21:** O ciclo hidrológico: as trocas de água entre o solo, os ecossistemas aquáticos e a atmosfera.

Fonte: Google Imagens (2010).

### 3.6.1 Os novos conceitos de engenharia urbana

Segundo Tucci quando impermeabilizamos o solo ou canalizamos um curso d'água interrompemos um ciclo natural hidrológico, influenciando sobre os sistemas meteorológicos de pressão e temperatura, sobre a cobertura vegetal, sobre as estruturas do solo, com consequências sobre o clima local, sistemas de infiltração do solo, assoreamentos de fundos de vales, dentre outras adversidades.

Nascimento *et al.* (2009) consideram que o crescimento das cidades, por mais ordenado que seja, cria alterações no meio natural. Onde antes eram matas e campo, agora são casas, edifícios, ruas pavimentadas, galerias de águas pluviais, etc. O processo de impermeabilização do solo altera o ciclo hidrológico, impedindo a infiltração e aumenta o escoamento superficial, com o agravante do incremento na velocidade do fluxo, causando enchentes, erosões e assoreamentos a jusante. Por sua vez, as águas subterrâneas sofrem diminuição da recarga natural alterando contribuições para nascentes e regimes dos cursos d'água, nas épocas da estiagem (Figura 22).



**FIGURA 22: Efeito da urbanização no comportamento hidrológico.**

Fonte: Nascimento *et al.* (2009).

### 3.6.2 A renaturalização de cursos d'água – Possibilidades e limites

Em Minas Gerais, importante influência dos novos conceitos para tratamento dos cursos d'água ocorre através da equipe do Projeto Manuelzão/UFMG, em 2003, que sustenta a luta pela não canalização dos rios urbanos, com reinserção dos meios aquáticos nas cidades, como melhor estratégia para o controle de enchentes, preservação do ciclo das águas e de ecossistemas aquáticos, contribuindo também para mudanças de cultura da engenharia urbana. Nesta época a equipe do Projeto Manuelzão convida à nossa cidade e promove a vinda de influente engenheiro da Agência Estadual de Meio Ambiente da Baviera, Alemanha, o Sr. Walter Binder, responsável por importantes projetos de revitalização de rios urbanos naquele país, como demonstra a Figura 23.



**FIGURA 23: Resultado da revitalização de rio na Alemanha e uso pela população das margens e praias durante um período do ano.**

Fonte: Teuber (2000).

Durante muito tempo a engenharia fluvial hidráulica esteve orientada no sentido de retificar o leito dos cursos d'água, principalmente em áreas urbanas em projetos para irrigação, ou vias de transportes. Os objetivos, em geral, visavam ganhar novas terras para a agricultura, escoamento de produção, novos espaços para

urbanização e minimizar efeitos locais de enchentes. Hoje em dia, com a intensificação da consciência ambiental, novas estratégias surgiram na renaturalização de rios e córregos, valorizando as características naturais dos cursos d'água e das planícies de inundação, também denominadas áreas de várzeas. É evidente que estas novas concepções têm seus limites quando se trata de proteger zonas urbanas e das vias de transportes. Binder apresenta soluções, por exemplo, para os casos de cursos d'águas que pressionados por urbanização excessiva como mostra a Figura 24.



**FIGURA 24:** Pequenas melhorias em um rio que atravessa o meio urbano.

Fonte: Teuber (2000).

Esta técnica consiste basicamente em criar melhorias em cursos d'água, imitando a natureza, aumentando a profundidade da calha ou do canal, ofertando

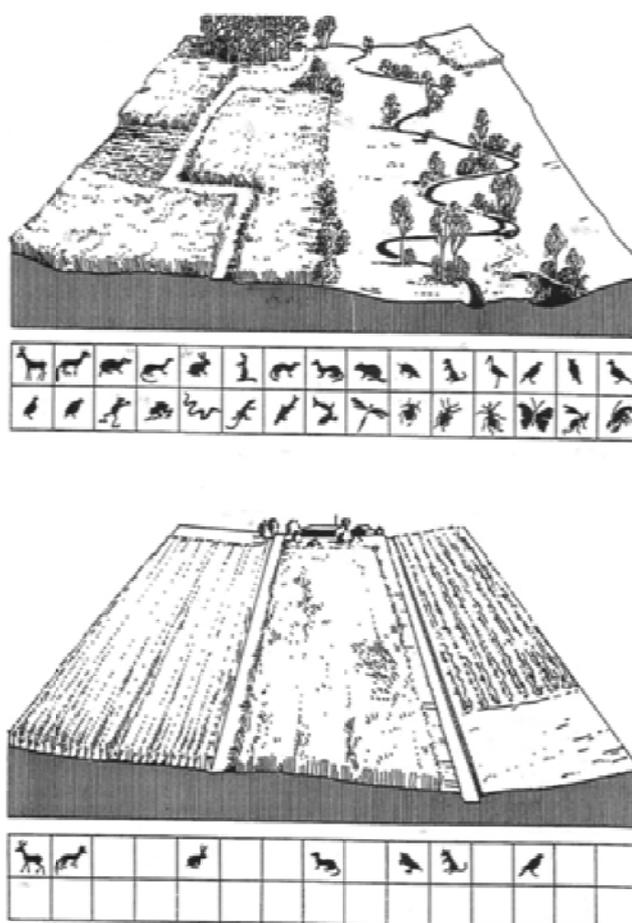
habitats, ambientes propícios à vida aquática e nichos ecológicos. Pequenas adaptações podem resultar em melhorias significativas para a qualidade ambiental e paisagística.

A Alemanha é pioneira quando o assunto é revitalização de cursos d'água. Como em diversos países também os rios alemães sofreram intervenções para facilitar a navegação, gerar energia e para fins agrícolas. Também em muitas cidades recebiam o aporte de efluentes sanitários e industriais. Em 1960/70, as consequências ambientais entraram em discussão. Conforme Binder, os primeiros projetos de revitalização começaram na década de 80, que tiveram participação de ONG', associações de pescadores e população ribeirinha. Diversas tentativas foram empregadas para considerar as condições da natureza, conservar as biotas principais e incluir vegetação nas matas ciliares. Um aspecto importante refere o engenheiro, que diferentemente do Brasil, a despoluição dos rios na Alemanha é uma pré-condição.

Em suas palestras em Belo Horizonte, Binder apresentou diversas técnicas e modelos utilizados na revitalização de rios e córregos e expos os aspectos positivos da convivência com os cursos d'água em leito natural, os benefícios da revitalização para o controle de cheias e recuperação da fauna e flora aquática. Seus trabalhos levam a re-inserção de grandes áreas de lazer para a população. Alertou também sobre pesquisas realizadas em rios que sofreram grandes modificações antrópicas. Segundo o engenheiro alemão, a retificação de um trecho ou de um curso d'água como um todo, principalmente quando o ecossistema encontra-se na sua condição natural, reduz drasticamente a vida faunística da bacia, tanto de animais superiores quanto da micro-fauna. Esta perda também produz efeitos deletérios sobre a flora e sobre o solo, alterando redes complexas de trocas de energia e materiais. O pior acontece quando, além de retificações, é permitida a poluição das águas que pode exterminar toda e qualquer vida natural aquática e semi-aquática, além dos efeitos adversos sobre a saúde de populações ribeirinhas. Chernicharo e Heller (2007) afirmam que o aporte de efluentes, em geral, facilita o surgimento e crescimento de micro-organismos patológicos, como vírus, bactérias, protozoários e helmintos, assim como a proliferação de vetores de doenças como ratos, baratas e escorpiões.

Na Figura 25 um exemplo dos efeitos da retificação de um rio sobre a fauna e micro-fauna, normalmente ocorrentes nos ecossistemas aquáticos. A primeira imagem apresenta o curso d'água em seu leito natural e uso do solo compatível com as

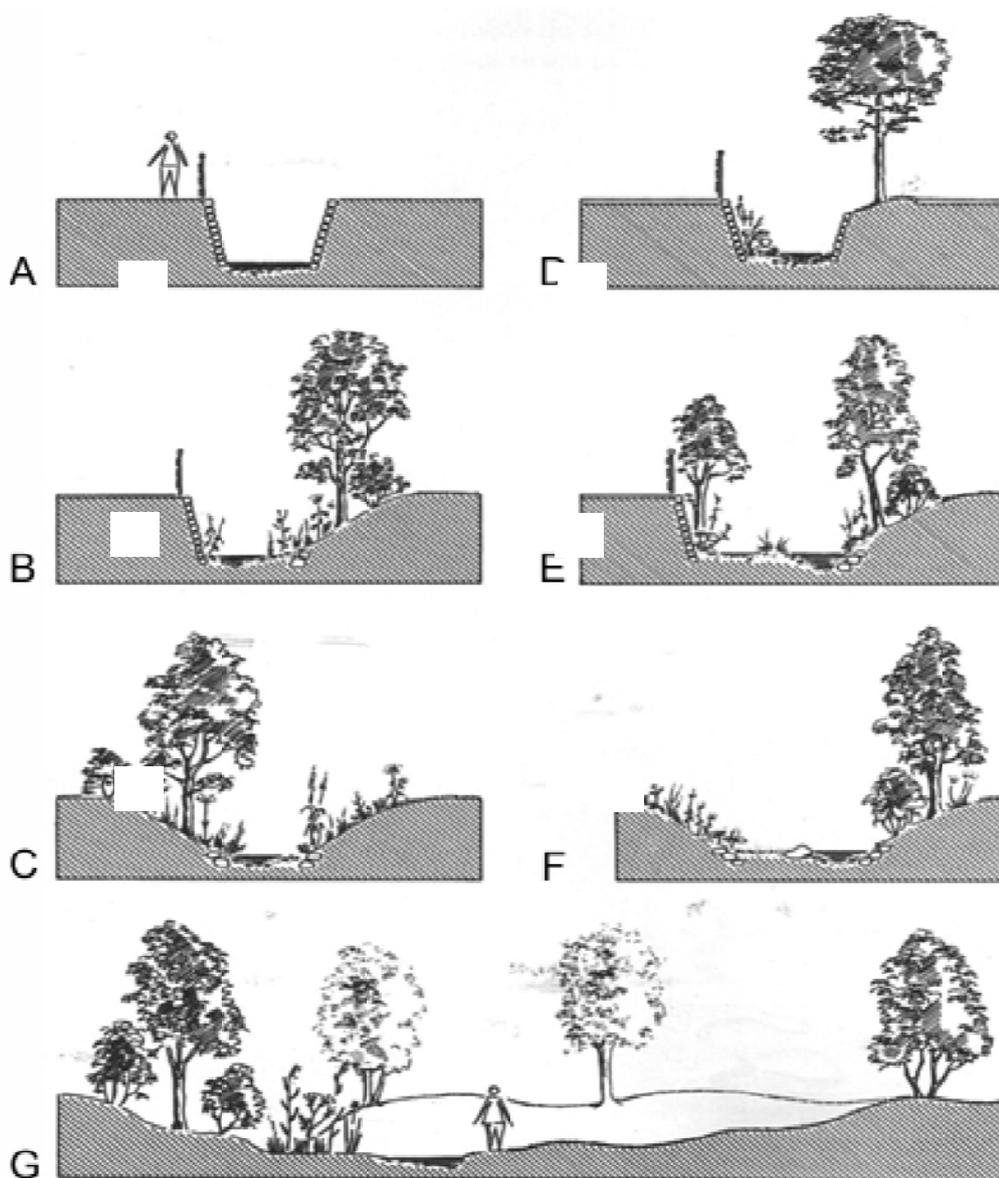
características do ecossistema: diversos organismos estão presentes. A segunda imagem apresenta o curso d'água retificado, construções a montante, retirada e substituição da vegetação natural por cultura e o resultado de redução das espécies, restando apenas as mais resistentes às modificações.



**FIGURA 25: Perda da biota na retificação de cursos d'água.**

Fonte: Teuber (2000).

Outra contribuição proposta por Binder pode ser vista nos desenhos que compõem a Figura 26: um esquema das etapas a serem estabelecidas em um processo de renaturalização. São diversos tipos de intervenção em fundos de vales que podem explicar, um pouco, suas teorias. A partir destes processos, diversos cursos d'água, de pequenos córregos até grandes rios, foram revitalizados e suas áreas de vazante (áreas de várzeas) reprogramadas para controle de cheias. E o mais importante, a qualidade de suas águas foram restabelecidas, os peixes voltaram e praias fluviais começaram a ser usadas.



**FIGURA 26** Processos de recuperação de áreas perdidas pela urbanização, podendo até chegar à revitalização de toda a área de várzea de um curso d'água

Fonte: Binder (1998).

O esquema apresentado na Figura 26 pode traduzir intervenções em um trecho ou em toda extensão do curso d'água. As diversas etapas de obras podem ser implantadas a médio e longo prazo quando há espaço para a renaturalização de toda a extensão do rio, começando pela etapa (A) até atingir a etapa (G). Em geral, isto ocorre em cursos d'água que estão compreendidos nos interiores de parques urbanos. Porém quando um rio corta uma cidade densamente urbanizada todas as etapas podem surgir

ao longo do percurso das águas. Importante considerar que rios de zonas rurais também podem ter suas características restabelecidas utilizando as mesmas técnicas. Para fins de entendimento este Trabalho considerou um curso d'água cortando uma região urbanizada. As etapas poderiam ser assim descritas:

- Etapa A: um rio urbano foi retificado e canalizado no passado: em alguns pontos de extrema urbanização pode continuar correndo dentro do canal e nas sub-travessias. Em geral são construídas pistas de tráfego adjacentes às margens, exercendo mais pressão sobre as possibilidades de melhorias;
- Etapa B: a renaturalização tem início e em alguns pequenos trechos de pressão urbana pode-se utilizar da técnica abordada na Figura 24;
- Etapas C, D, E, F e G: o rio é renaturalizado na sua forma original. Nestes casos é preciso que antigas áreas sejam restituídas ao regime fluvial, como as áreas de várzea, recuperar a mata ciliar com espécies vegetais naturais da região, desapropriar terrenos particulares e invasões, reassentar população. São processos de renaturalização mais complexos quando realizados em meio urbano.

### **3.6.3 As concepções de Walter Binder para renaturalizar rios**

Esta parte foi adaptada do Projeto PLANAGUA SEMAD/GTZ (TEUBER, 2002), das técnicas propostas e utilizadas por Binder na renaturalização de rios da Europa. Aqui são citados como córregos, cursos d'água ou ecossistemas hídricos por não existir rio, um ecossistema hídrico deste porte, no território belorizontino. As informações contidas no trabalho de Binder têm como objetivo apresentar alternativas de recomposição de rios impactados, que tiveram as condições naturais alteradas por obras realizadas em seu leito.

Experiências realizadas na Europa demonstram que a recomposição de um curso d'água, buscando restabelecer seu estado natural, é possível, mesmo com as restrições impostas no meio rural e urbano. Técnicas alternativas podem ser utilizadas no resgate ecológico, paisagístico e na manutenção das possibilidades de usos pela comunidade.

Durante muito tempo, a estratégia da engenharia fluvial e hidráulica, principalmente em meio urbano, esteve orientada no sentido de retificar o leito dos rios e córregos com os objetivos principais de ganhar novas áreas para urbanização, ou para sistemas agrícolas, ou minimizar o efeito locais de cheias.

A realização de obras com base nessa concepção, muitas vezes, teve consequências não consideradas ou avaliadas como sendo negligenciáveis no planejamento: a variedade de biota foi reduzida de uma maneira alarmante e as cheias hoje causam prejuízos cada vez maiores (Figura 27).



**FIGURA 27:** Imagem de um trecho do Ribeirão Arrudas em recente evento de chuva intensa em Belo Horizonte.

Fonte: Belo Horizonte (2009).

A conscientização das interações entre as atividades antrópicas e o meio ambiente permite, hoje, que sejam consideradas novas estratégias dirigidas à renaturalização de rios e córregos, valorizando as condições naturais dos cursos hídricos e das planícies de inundação (várzeas). É evidente que esta concepção tem os seus limites, quando se trata de manter a proteção das zonas urbanas e das vias de transporte.

Em diversos países, a partir da segunda metade do século XX, muitos cursos d'água foram retificados ou retirados da paisagem através de canais fechados. Em Belo Horizonte, desde a década de 30, deu início à construção de canais fechados como do córrego da Serra e do córrego Acaba Mundo (Figura 28).



**FIGURA 28: O Acaba Mundo, trecho da Avenida Afonso Pena, obra de canalização e fechamento, década de 60.**

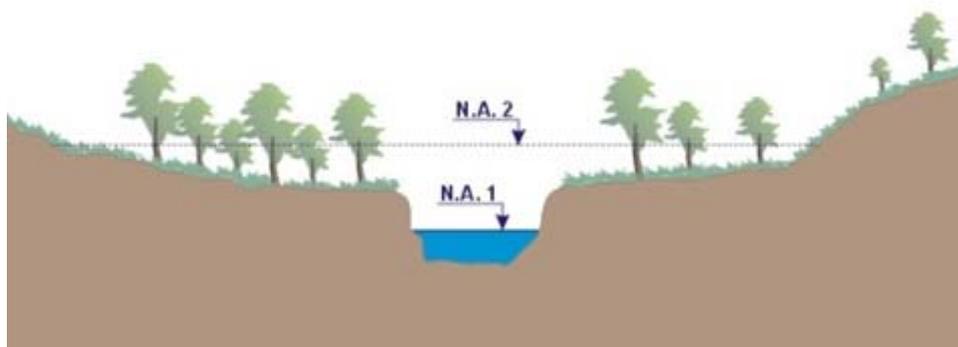
Fonte: Borsagli (2010).

Entretanto, a redução do comprimento do curso do rio e a uniformização da seção de vazão aumentam a velocidade da corrente, podendo provocar graves processos de erosão e o assoreamento à jusante, exigindo obras de vulto para manter o leito do rio retificado. Em épocas de enchentes extremas, são frequentes os prejuízos materiais e, às vezes, humanos. Além disto, causa ruptura no ciclo das águas e no sistema da interação natural entre rio, suas margens, áreas de cabeceira, zonas de recarga, matas ciliares, permitindo o empobrecimento dos ecossistemas com perda da diversidade biótica.

### Intervenções previstas para os Fundos de Vale

As novas concepções da engenharia hidráulica e civil para tratamento de fundo de vales para as bacias e sub-bacias em meio urbano, adotando conceitos internacionais para uma melhor conservação das condições naturais, são apresentadas a seguir (BELO HORIZONTE, 2010b):

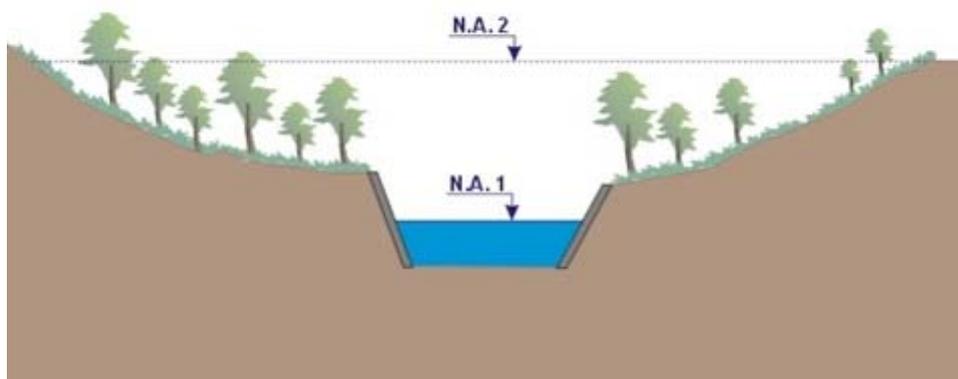
**Solução 1:** O leito do córrego é mantido natural e a várzea é preservada segundo o nível de cheia. Neste caso, os interceptores são implantados sob a via, a meia encosta ou em área de servidão sobre a várzea. As obras de contenção são pontuais e restringem-se à estabilização de margens erodidas. O tratamento paisagístico consiste basicamente da recomposição da mata ciliar (Figura 29).



**FIGURA 29:** O leito do rio é mantido natural e a várzea é preservada.

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

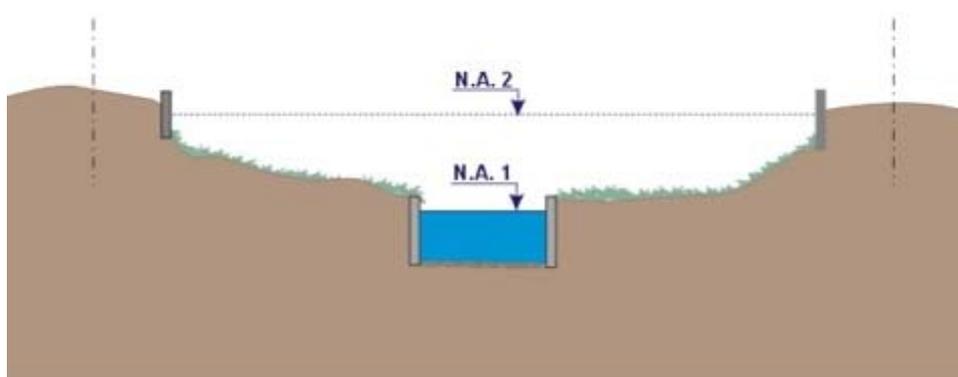
**Solução 2:** A calha menor do curso d'água é revestida visando amenizar processos erosivos, deixando o restante da várzea de inundação preservada para acomodação das cheias. Também os interceptores são implantados sob a via a meia encosta ou em área de servidão sobre a várzea. Também nessa solução, o tratamento paisagístico é de recomposição da paisagem natural (Figura 30).



**FIGURA 30:** Trechos retificados abertos por necessidade de preservar patrimônio histórico e vias de acesso. Neste caso também deve-se preservar as áreas naturais de inundação de cotas de cheias históricas.

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

**Solução 3:** 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 pode haver a implantação de vias ao longo do córrego que recebem também os interceptores de esgotos sanitários (Figura 31).

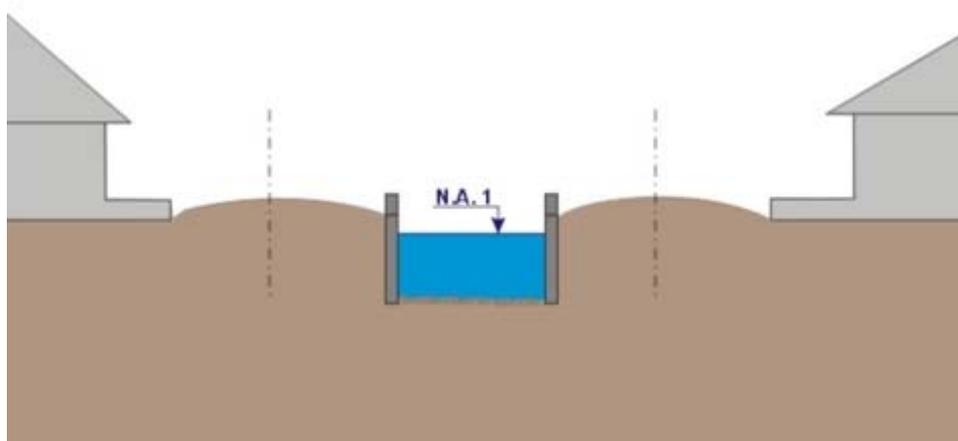


**FIGURA 31:** O mesmo para cursos d'água de menor volume de águas ou para talvegues mais encaixados.

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

**Solução 4:** Não há 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

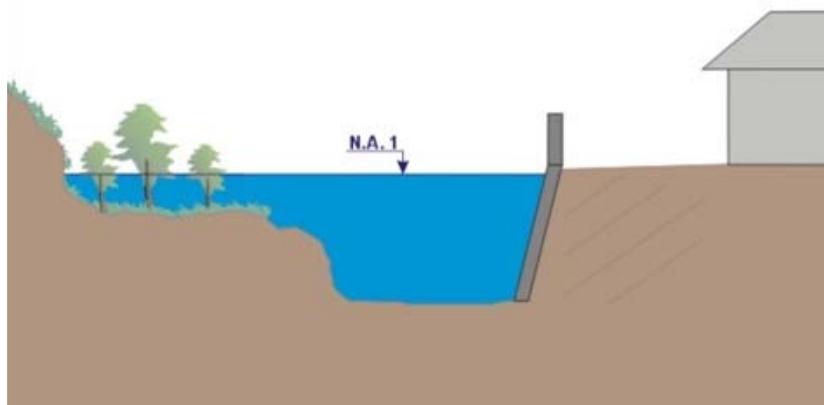
interceptores sob a via. Caso onde a ocupação urbana é muito densa, com imóveis de melhor qualidade, inviabilizando desapropriações (Figura 32).



**FIGURA 32: Trecho com ocupação urbana muito densa, com imóveis de melhor qualidade que inviabilizam desapropriações.**

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

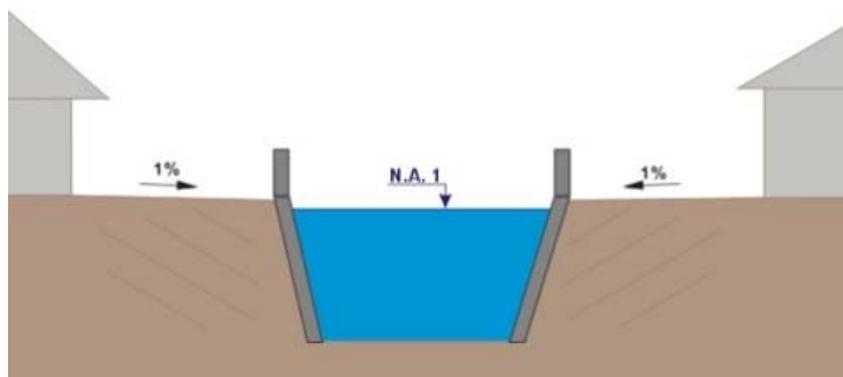
**Solução 5:** A presença de moradias em uma das margens obriga a implantação de contenção e via de acesso às edificações a qual recebe também o interceptor. O córrego permanece natural e a várzea preservada na margem oposta que pode receber interceptor implantado a meia encosta (Figura 33).



**FIGURA 33: Trecho onde é possível preservar uma das margens em morfologia natural.**

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

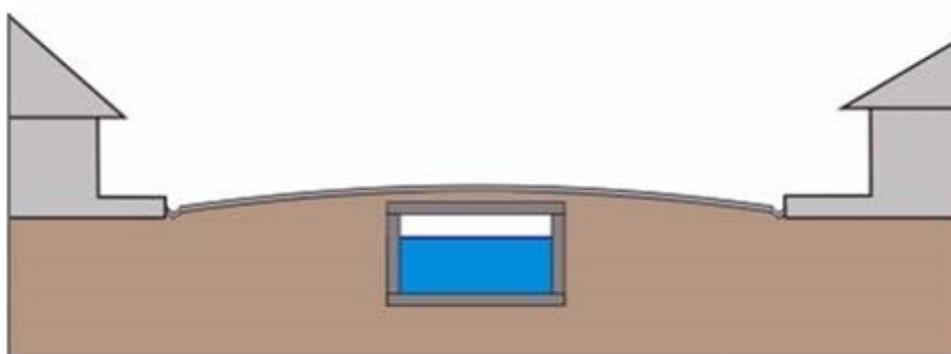
**Solução 6:** Esta solução refere-se aos córregos no meio de quadras e fundo de lotes onde a presença de moradias, em ambas as margens, exige a implantação de canal aberto, porém sem via lateral ao canal (Figura 34).



**FIGURA 34:** Trechos com ocupações de APP pelas áreas posteriores dos terrenos (fundos de lotes).

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

**Solução 7:** Além destas, o canal fechado subterrâneo se impõe sob determinadas condições urbanas. Solução muitas vezes implantada, denominada de avenida sanitária. Apesar de opor-se à filosofia do DRENURBS, o canal fechado, em alguns casos, parece ser a única solução viável. Estes casos ocorrem em passagens inferiores de rodovias, ferrovias, trechos de córregos fechados e travessias sob entroncamentos de vias urbanas. Também nestes casos há a necessidade de instalar rede interceptora de esgotos, em geral, de ambos os lados (Figura 35).

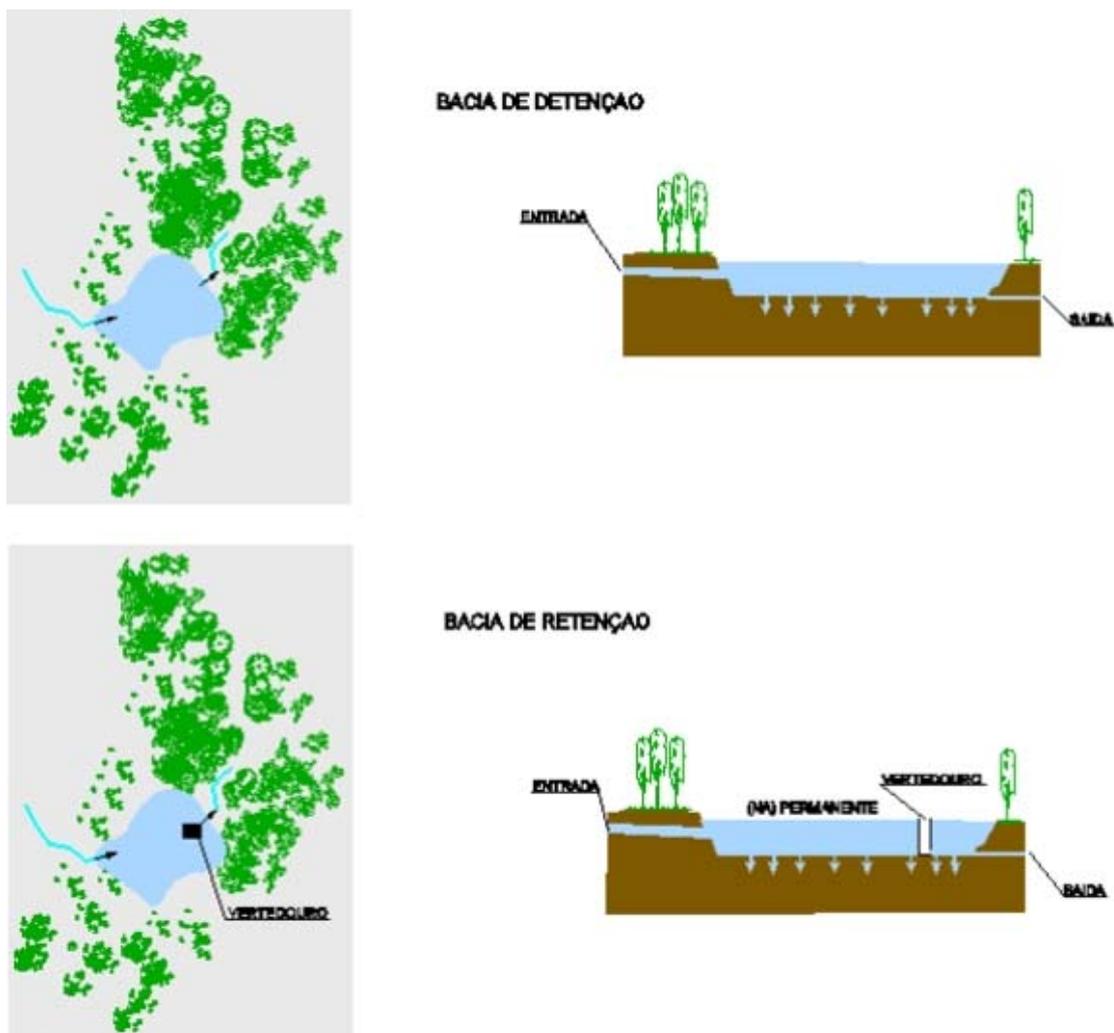


**FIGURA 35:** Trechos de travessias sob vias, rodovias e ferrovias. Devem ser de extensão mínima possível.

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

## Bacias de Retenção/Detenção de Cheias

A Figura 36 apresenta mais um importante conceito urbano que vem sendo adotado para o controle de cheias: são de bacias ou reservatórios de detenção, que minimiza o impacto hidrológico, em meio urbano devido ao aumento da impermeabilização do solo.



**FIGURA 36:** Bacias de detenção e de retenção de cheias.

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

Desta forma, os reservatórios funcionam retendo parte do volume de água durante os picos de chuva aliviando os dispositivos e estruturas a jusante (*detenção*) e podem ser dimensionados para manter uma lâmina d'água permanente (*retenção*), ou

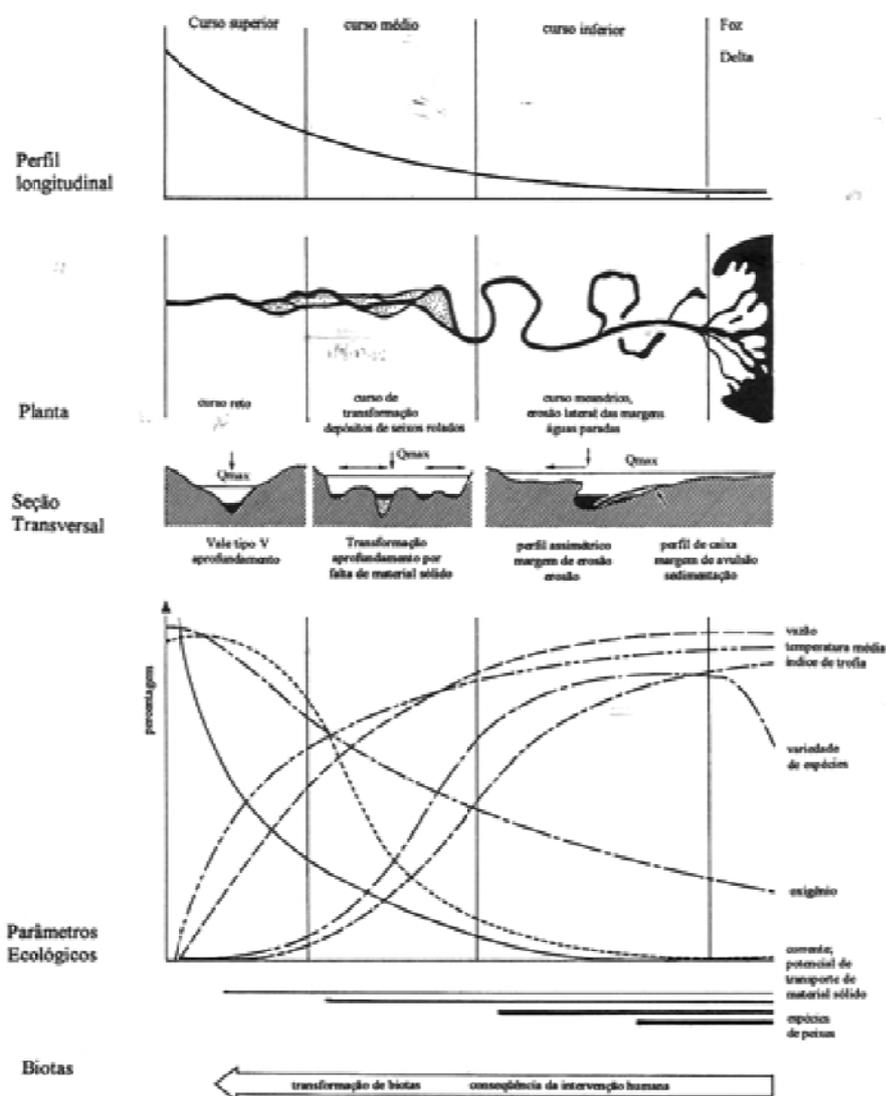
secarem após uma chuva intensa e que também podem ser utilizadas em outras finalidades como, por exemplo, áreas de uso social e paisagismo.

### **Ecossistemas de águas correntes naturais**

As características naturais das bacias hidrográficas e as modificações pelo seu uso determinam a situação das correntes naturais. Dependendo da precipitação e da capacidade natural de retenção das águas na bacia, as vazões do rio que estão também relacionadas às cotas das águas superficiais e subterrâneas nas baixadas variam, podendo acarretar inundações em vastas áreas. A força das águas e a capacidade de transporte de um rio concorrem para as modificações naturais no seu curso. Determina o perfil longitudinal, o traçado do seu percurso e a seção transversal do rio. O material sólido transportado e o material constituinte do leito e das margens de um rio definem sua morfologia, que é fortemente influenciada pela vegetação existente. (BINDER, 1998)

Modificações físicas ocorrem ao longo do tempo, relacionadas à variação da vazão e promovem uma renovação contínua da morfologia do curso d'água e das várzeas. É como funciona um sistema ecológico de águas superficiais correntes. A dinâmica natural de um rio ou córrego, sem alterações antrópicas significativas, leva à formação de uma grande variedade de núcleos biológicos, estruturas e condições específicas que, em conjunto, determinam o ecossistema dos rios e das planícies de inundação.

Estes processos naturais são fortemente limitados em cursos d'água retificados ou disciplinados por obras hidráulicas. Impede a renovação natural dos núcleos biológicos, como por exemplo, a existência de seixos rolados que são, também, responsáveis pela manutenção e desenvolvimento da fauna bentônica (Figura 37).



**FIGURA 37: Perda biótica nos sistemas hídricos retificados e/ou canalizados.**

Fonte: Binder (1998).

### O planejamento da revitalização de cursos d'água: diagnóstico e objetivos

Inicialmente é preciso avaliar a situação sanitária e ambiental dos cursos d'água em meio urbano, conhecer sua vizinhança, suas áreas de nascentes e recarga dos aquíferos, as condições de funcionamento dos sistemas de coleta de efluentes sanitários e de águas pluviais e dos resíduos sólidos (lixo), o nível de ocupação urbana e permeabilidade remanescente. É preciso comparar a realidade atual com os objetivos possíveis de revitalização. No caso de águas correntes deve ser considerada a dinâmica do seu ecossistema, caracterizando-se pela contínua renovação da morfologia e dos

biótopos. Projeta-se então, um cenário onde as áreas urbanizadas existentes sejam desocupadas para que sejam revitalizadas as condições naturais do meio aquático.

Com a realização de obras hidráulicas, o perfil é reduzido, o leito aprofundado e a velocidade da corrente aumentada. O aumento da capacidade de vazão reduz a frequência de transbordamento das cheias menores e médias, porém permanecem as grandes enchentes. A relação entre o corpo d'água e as planícies de inundação naturais é interrompida, contribuindo para o desaparecimento de locais para a desova de peixes, por exemplo. Atualmente, um dos objetivos de intervenções em cursos d'água, na Europa, para evitar os problemas mencionados, é recuperar o funcionamento de ecossistema típico de águas correntes, através da:

- Aplicação de obras hidráulicas adaptadas à natureza; e
- Conservação e recuperação das áreas de inundação, onde for possível.

A implementação de projetos voltados para a revitalização de áreas de fundo de vales onde ocorrem os cursos d'água, perenes ou não, exige a disponibilidade de áreas e novos conceitos na engenharia hidráulica e no planejamento territorial. São linhas básicas da revitalização de cursos d'água:

- Recuperar os rios e córregos de modo a regenerar o mais próximo possível a biota natural, através de manejo regular ou de programas de revitalização;
- Preservar as áreas naturais de inundação e impedir quaisquer usos que inviabilizem tal função.

Na Alemanha, estas ideias integram a concepção para a renaturalização de rios norteando os planos específicos de manutenção dos cursos d'água. Os planos demonstram as possibilidades de **preservar, conservar e renaturalizar** o leito dos rios, as zonas marginais e as **baixadas inundáveis** (que no Brasil são denominadas áreas de várzeas ou planícies de inundação), com objetivos ambientais, sem colocar em risco as zonas urbanas e vias de transporte, e sem causar desvantagens para a população e para os proprietários das áreas vizinhas. A Figura 38 apresenta um esquema para interligação territorial de áreas adjacentes a cursos d'água, na concepção da renaturalização de rios.

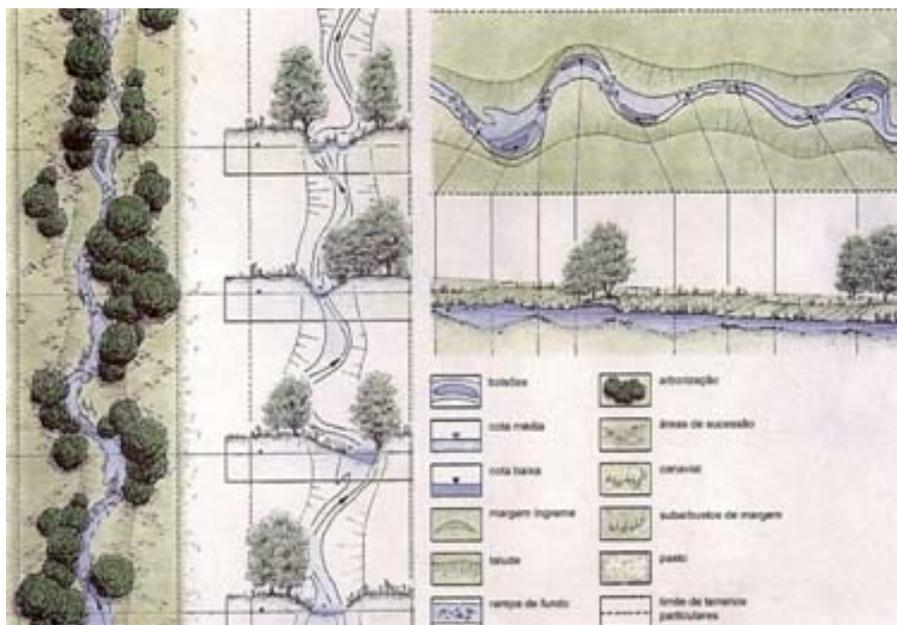


**FIGURA 38:** Esquema para interligação territorial de áreas adjacentes a cursos d'água.

Fonte: Binder (1998).

Como parte do diagnóstico do uso e ocupação das áreas de preservação permanentes pode ocorrer a necessidade de desapropriações e reassentamentos de moradores, quando são registrados os usos e direitos de uso definidos por legislação específica, que muitas vezes contrapõem-se à recuperação ecológica das áreas. Caso os direitos de uso não tenham a chance de ser negociados, acarretará **restrições** a retomada da evolução natural do curso d'água e de sua paisagem. Baseado no diagnóstico e na avaliação das necessidades de implantar o processo de revitalização, considerando os usos e as restrições existentes, são definidos os objetivos específicos do trabalho, seguidos pelo planejamento das medidas necessárias para a sua implementação.

Também é fundamental o mapeamento da morfologia fluvial por ser importante elemento constituinte do ecossistema do curso d'água juntamente com a vazão e a qualidade da água. A Figura 39 demonstra um modelo de diagnóstico da morfologia do curso d'água e os princípios para a formação ideal de um córrego.



**FIGURA 39: Modelo de diagnóstico de morfologia de cursos d'água.**

Fonte: Binder (1998).

Como consequência, a recuperação de ecossistemas de águas correntes se orienta pela evolução natural dos cursos d'água e pelas características dos vales.

Os cursos d'água podem ser considerados como sistemas naturais funcionais que precisam estar isentos de contaminações de qualquer natureza, e manter suas capacidades naturais de modificar sua morfologia, sem interferências antrópicas. Esta capacidade consiste principalmente:

- do fluxo contínuo das águas e do material transportado, bem como, da mobilidade e condições naturais do fundo do leito (dinâmica do fundo);
- da mobilidade e condições naturais das margens (dinâmica das margens);
- das condições naturais para inundação, relacionada ao uso adequado das baixadas
- inundáveis (dinâmica das zonas inundáveis).

### **Adoção de conceitos de revitalização em áreas urbanas**

Em áreas urbanas, frequentemente, os cursos d'água apresentam trechos retificados com leito e margens canalizados, havendo grande comprometimento das relações biológicas. Nestes casos, as possibilidades de uma revalorização ecológica são

limitadas, pois, o controle de enchentes e a necessidade de manter os níveis da água subterrânea, muitas vezes, ultrapassam as necessidades da revitalização. Mesmo assim, há possibilidades de melhorias ambientais que, muitas vezes, também favorecem as condições de vida da população ribeirinha. A Figura 40 apresenta uma possibilidade de revitalização de um trecho do Ribeirão Arrudas, Belo Horizonte, que teve seu leito retificado e canalizado, quando a renaturalização torna-se inviável economicamente.



**FIGURA 40:** Possibilidade de revitalização de um trecho do Ribeirão Arrudas em Belo Horizonte.

Fonte: Google Imagens (2010).

Através da cooperação de planejadores urbanos, engenheiros, arquitetos, biólogos e paisagistas, muitas vezes, chega-se a soluções integrantes, incorporando a valorização ecológica de um curso d'água. Aspectos a serem considerados:

- acesso à água e a propiciação de elementos favoráveis ao lazer;
- aplicação de técnicas da engenharia ambiental;
- recuperação do leito do curso d'água e da continuidade de sua corrente;
- o restabelecimento de faixas marginais de proteção e da mata ciliar e de áreas de recarga e nascentes;
- a reconstituição de estruturas morfológicas típicas no leito e nas margens como depósitos de seixos rolados;
- a promoção de biotas especiais.

Quanto mais áreas puderem ser restituídas ao sistema hídrico, maiores serão as possibilidades de revitalização. Por vezes, estas áreas poderão ser transformadas em parques municipais, oferecendo melhores condições de vida à população local. A demanda por áreas adicionais é calculada em relação às características do curso d'água e sua dinâmica de transformação do seu curso, que pode limitar-se a poucos centímetros, mas também pode chegar a vários metros. Mapas históricos, fotos aéreas e observações da natureza geralmente trazem indicações importantes.

Em casos de limitação de áreas disponíveis, devem-se buscar as soluções possíveis adaptadas às necessidades de evolução natural, como por exemplo, a ampliação do leito em uma das margens, a substituição de obras longitudinais por obras laterais para conter a erosão, como mostra a Figura 41 com um trecho de córrego em zona urbana, parcialmente renaturalizado.



**FIGURA 41:** Possibilidade de renaturalização parcial em rios urbanos.

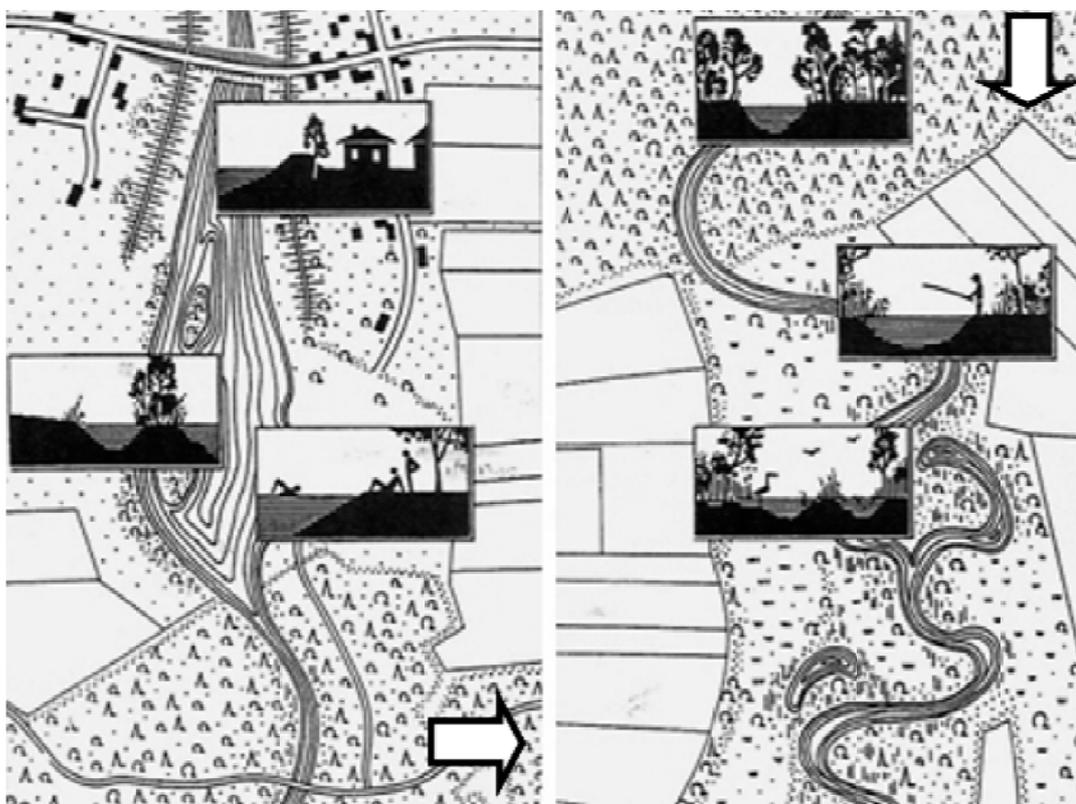
Fonte: Binder (1998).

Para assegurar as áreas lindeiras em longo prazo, é necessário indicá-las nas Leis de Uso do Solo. É recomendável que o órgão responsável pela gestão das águas possa desapropriar terrenos particulares que também definem as áreas de inundação e aquelas previstas para sucessão natural.

Em relação à restrição de recursos financeiros, pode-se optar pela evolução natural do curso d'água, cujos gastos são pequenos em comparação aos custos de

manutenção das obras de contenção ou hidráulicas executadas para a renaturalização. Dependendo das características hidrológicas, especialmente das cheias extremas, o processo de recuperação das feições naturais de um curso d'água pode demorar anos ou décadas. Este processo de “desenvolvimento próprio” exige a compreensão da dinâmica ambiental da bacia e pessoal técnico experiente, que saiba observar, com paciência, o desenvolvimento do ecossistema hídrico e tenha a capacidade de interferir quando necessário, (“com mais engenhosidade e menos concreto”).

A Figura 42 demonstra um esquema dos diversos usos de um ecossistema aquático com suas múltiplas funções. Sob estes aspectos consideramos a perda de um recurso hídrico na sua plena capacidade de preservação uma grande perda sócio-ambiental e cultural. A renaturalização de rios aumenta não só a capacidade de recuperação ecológica, mas também a atratividade de águas correntes para a recreação e o lazer.



**FIGURA 42:** As águas correntes (rios, córregos, riachos, etc.) têm múltiplos usos, desde o abastecimento público até a preservação dos ecossistemas. Para assegurar estas funções de maneira sustentável são precisos cuidados especiais.

Fonte: Binder (1998).

### 3.7 *Perspectivas*

As chances da revitalização de cursos d'água em meio urbano, deve sempre que possível evitar prejuízos para a população ribeirinha ou oferecer compensações por eventuais mudanças. Fazem parte das restrições para a revitalização os custos econômico-financeiros e sociais, caso haja necessidade de deslocamento da população ribeirinha e de remanejamento de áreas agrícolas. Contudo, melhorias significativas podem ser obtidas através de técnicas da engenharia ambiental e os cursos d'água revitalizados devem servir como exemplos para a educação ambiental e facilitado o seu uso para recreação quando possível (Figuras 43).



**FIGURA 43:** Ambientes paisagístico de conectividade hídrico-urbana.

Fonte: Teuber (2000).

Nas cidades concentram-se as oportunidades de trabalho, a disponibilidade de serviços e atividades culturais, mas também de problemas sociais e ambientais. Uma das estratégias que vêm sendo implementadas em diversas comunidades, para reverter este quadro de excesso de urbanização e ocupação inadequada, é a revitalização de áreas degradadas, tanto de áreas centrais como suburbanas ou periféricas.

A geração de áreas degradadas faz parte de processos inadequados de ocupação do solo para fins residenciais e de atividades econômicas. Além disso, a ocupação

verificada no território belorizontino, assim como no projeto inaugural, adotou critérios que levaram a uma separação entre áreas mais nobres e áreas suburbanas, com resultados em processos de estratificação social. Uma parte da população precisou ocupar as áreas menos nobres das cidades, ocasionado o favelamento e ocupações em áreas de risco e insalubres. Vieira (2009) afirma que as cidades estão diante de um desafio proporcional ao tamanho de sua população: o de oferecer condições dignas de vida aos diversos grupos que a compõe, como descrito abaixo:

A centralidade do lugar do indivíduo na agenda de políticas públicas ressurgiu nas ruas de Londres UK, em março de 2011. “*Put people first*”, repetiam milhares de britânicos durante protesto dirigido à cúpula do G20. A força do slogan residia em questão óbvia: desastres econômicos afetam pessoas. Ademais, “as pessoas em primeiro lugar” soava inovador por seu apelo direto, elegendo a dimensão individual em detrimento de categorias sociais, um lugar-comum entre os movimentos civis organizados e em discursos políticos. Um quase ensinamento, por outro lado, do quanto os poderes se distanciaram daquilo que de fato os fundamenta: as pessoas. (VIEIRA, 2009)

Ainda segundo este autor, de acordo com a ONU, pelo menos um bilhão de pessoas vive em assentamentos precários – favelas e áreas de risco –, dos quais 90% estão em países em desenvolvimento. E, no relatório “Um lar na cidade”, divulgado em 2005, o valor anual, então necessário para melhorar as condições de vida de 100 milhões de habitantes dessas áreas, somado a outros 570 milhões prestes a se favelizar, girava em torno de 18 bilhões de dólares em intervenções na qualidade da moradia e de transportes e no fornecimento de saneamento básico e de serviços de saúde e educação. Existe um déficit, portanto, desses direitos, e que tende a ficar mais complexo de solucionar. Em 2008, 3,3 bilhões de pessoas saíram do campo para a cidade e projeção das Nações Unidas para Assentamentos Urbanos (UN-Habitat) indica que, em 2030, os cidadãos serão dois terços da população mundial. Portanto, é factível pensar que não haverá retorno ao campo nas próximas décadas, ou então isto se dará sob condições especiais de direitos adquiridos.

Nesse sentido, propõe-se discutir novos conceitos para recuperar e revitalizar espaços urbanos em processo de degradação sócio-ambiental, que, efetivamente, possam transformar esses lugares e sua vizinhança em locais de convivência salutar. Restabelecer a função precípua da cidade como lugar de evolução humana.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida permitiu avaliar os resultados físicos e ambientais obtidos pela implantação do Programa DRENURBS na área do Córrego Primeiro de Maio, Região Norte de Belo Horizonte, tendo em vista novos conceitos da engenharia urbana atualmente adotados para revitalização de áreas degradadas em fundos de vales. Para tanto foram realizadas as seguintes etapas.

### 4.1 *Primeira etapa*

Elaboração de estudos sobre a estrutura das cidades e de como e por que se deu o crescimento das mesmas e, através do levantamento do histórico de Belo Horizonte, avaliar processos de ocupação territorial do Município e da Região Norte da cidade, tendo em vista as condições estabelecidas por uma sociedade e sua cultura e os consequentes problemas ambientais e sociais advindos desta ocupação. O trabalho discute a ocupação de áreas de fundo de vales, áreas risco e de várzeas (planícies de inundação) e as interferências negativas sobre essas áreas e o que se pode fazer para revitalizar.

O crescimento da área urbana de Belo Horizonte se deu, muitas vezes, com a ocupação de ribeirinhas e de risco, não raro dificultando a implantação de obras de saneamento, como mostra a Figura 44.



**FIGURA 44: Lixo e esgotos despejados no Ribeirão da Onça.**

Fonte: Belo Horizonte (2003).

Desta forma, projetos de melhorias sanitárias e ambiental dessas áreas exigem novos conceitos de engenharia urbana de revitalização, recuperação da qualidade ambiental e renaturalização das áreas de fundo de vale.

#### **4.2**     *Segunda etapa*

Discussão de novos conceitos de revitalização de áreas de cursos d'água ainda em leito natural que sofreram processos de degradação ambiental e que permeiam projetos públicos em diversas partes do mundo, tendo em vista a proteção de ambientes naturais, possibilitando a inclusão social urbana.

Neste item, foram destacados os trabalhos de renaturalização de rios desenvolvidos pelo engenheiro Walter Binder, coordenador da Divisão de Engenharia Ambiental do Departamento Estadual de Recursos Hídricos da Baviera, Alemanha. A Figura 45 apresenta a renaturalização de curso d'água em Belo Horizonte segundo aqueles novos conceitos de engenharia.



**FIGURA 45: Córrego Nossa Senhora da Piedade, em Belo Horizonte, revitalizado.**

Fonte: Belo Horizonte (2010b).

#### **4.3**     *Terceira etapa*

Discussão do Programa DRENURBS para o qual foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- analisar o histórico das ocupações irregulares das áreas de fundo de vales e os conceitos tradicionais e antigos de tratamento dessas áreas e algumas consequências da ocupação urbana excessiva e da canalização de cursos d'água;
- apresentar como se deu as influências dos novos conceitos de engenharia urbana para o tratamento das áreas de fundo de vales;
- analisar a concepção geral do Programa DRENURBS e seus objetivos, tendo em vista a aplicação da renaturalização de áreas de fundo de vales em Belo Horizonte. A priorização e hierarquização das bacias em função do objetivo de se tratar os córregos em leito natural;
- analisar os métodos construtivos adotados pelo DRENURBS, estabelecidos pelos novos conceitos referenciados neste trabalho;
- apresentar parte dos estudos ambientais elaborados por ocasião do licenciamento ambiental do Programa, realizados antes da implantação dos projetos, tendo em vista a análise dos principais impactos socioambientais e dos benefícios esperados de aplicação do empreendimento.

#### **4.4**     *Quarta etapa*

Apresentação dos resultados físicos e ambientais obtidos após a implantação do DRENURBS na área do Córrego Primeiro de Maio, região Norte do Município.

Como objeto de estudo, de aplicação dessa nova engenharia urbana, foi apresentado o projeto desenvolvido e implantado na área do Córrego Primeiro de Maio na Região Norte do Município. A Figura 46 apresenta uma imagem de um trecho desse curso d'água e os processos de degradação de suas margens devido a ocupações e uso do solo inadequados.

Como avaliações dos resultados obtidos de implantação do DRENURBS/Primeiro de Maio, foi analisada uma série de imagens da área de interesse focalizando seus problemas antes das obras, durante e após a implantação do Projeto. Para tanto foram utilizadas fotos dos arquivos da PBH, imagens obtidas através do Google Earth e de registros fotográficos realizados no local do Parque Primeiro de Maio em 2010 e dados sobre a qualidade das águas conforme o Relatório de

Acompanhamento da Implementação do Plano de Gestão Ambiental e Social (PGAS) (2009) para o BID, parceiro financiador do DRENURBS.



**FIGURA 46:** Córrego Primeiro de Maio - degradação das margens e da qualidade das águas devido aos processos de ocupações inadequadas.

Fonte: Belo Horizonte (2003).

#### 4.5 *Quinta etapa*

Avaliação do Programa DRENURBS, por meio da metodologia adaptada e, tendo como base os Princípios do Crescimento Inteligente (*Smarth Growth*), constantes da Carta do Novo Urbanismo (CONCIL OF NEW URBANISM, 1993) e segundo os critérios do sistema *Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development Rating System* (LEED-ND) proposto para certificar projetos de bairros, analisando questões sobre conservação de energia e critérios ambientais. Para tanto, foi adaptada a Versão Piloto do *Project Scorecard* (um *check-list*), um sistema de pontuação desenvolvido por instituições norte-americanas, o *U. S. Green Building Council - USGBC* (Conselho Norte-Americano para Construções Sustentáveis), o *Congress for the New Urbanism - CNU* (Congresso para um Novo Urbanismo) e o *Natural Resources Defense Council - NRDC* (Conselho de Defesa dos Recursos Naturais). Essa análise foi colocada com a intenção de sugerir uma pontuação matemática ao DRENURBS e compará-lo com empreendimentos públicos atuais de revitalização urbana, no mundo de hoje.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Propõe-se, neste capítulo discutir metas da Prefeitura de Belo Horizonte visando vencer desafios da gestão da cidade. Também são apresentados novos conceitos de engenharia urbana, propostos por técnicos da Alemanha para revitalização de áreas de fundo de vales. A partir destes conceitos adaptados à nossa realidade, apresentam-se a aplicação do Programa DRENURBS no Córrego Primeiro de Maio, Região Norte da cidade e os resultados físicos e ambientais desse empreendimento. Este capítulo é concluído com uma análise do projeto por meio de um sistema de pontuação para certificação, adaptado e proposto neste trabalho.

### **5.1 *As metas da PBH para vencer os desafios instalados***

Nos últimos 20 anos, são visíveis os esforços de alguns governos no sentido de conciliar a geração de riqueza e a obtenção de bem estar social com a manutenção de qualidade ambiental. Assim, é imperativo que o desenvolvimento de uma sociedade contemporânea combine os benefícios econômicos com a melhoria dos indicadores socioambientais. Em cidades, o conceito de sustentabilidade ambiental inclui ainda questões ligadas à qualidade e forma de ocupação do espaço urbano.

Por isso, assegurar a qualidade dos recursos hídricos, garantir uma cidade limpa e esteticamente equilibrada, ampliar áreas verdes e espaços de convívio social, constituem elementos que integram a Estratégia de Desenvolvimento de Longo Prazo de Belo Horizonte. Os principais desafios a serem enfrentados no médio prazo estão relacionados à destinação e tratamento de resíduos sólidos, à infraestrutura básica de saneamento e ao planejamento e desenvolvimento do espaço urbano. Para tanto a atual administração da PBH propôs Metas Fundamentais para a Gestão da Cidade que serão atingidas através da execução de Projetos Sustentadores, conforme a Tabela 2.

**TABELA 2: Metas e Projetos Sustentadores de Resultados - PBH.**

<b>Metas</b>	<b>Projetos sustentadores de resultados</b>
Sustentabilidade (onde se insere o projeto DRENURBS)	Coleta, destinação e tratamento de resíduos sólidos Recuperação ambiental Estrutura urbana Movimento respeito pela cidade Manutenção Parques e jardins
Mobilidade	Expansão do metrô Projeto corta-caminho Conclusão das avenidas Antônio Carlos e Pedro II Prioridade para o transporte coletivo Gestão inteligente do transporte urbano Novos terminais rodoviários
Projeto Vila-Viva	Revitalização de vilas e favelas, como o PMI da Serra
Participação compartilhada	Orçamento participativo e gestão compartilhada – incluem o DRENURBS
Maior inserção da população	BH cidadania/SUS – Assistência Social Atendimento ao idoso
Cultura	Rede BH cultural – 30 centros culturais.
Integração metropolitana	A RMBH irradia economia, questões socioculturais e ambientais sobre 33 municípios
Educação	Expansão do ensino infantil Expansão da escola integrada e os UMEI
Saúde	Hospital metropolitano Programa Saúde da Família Atendimento hospitalar – epidemiologia Gestão e regionalização da saúde Apoio aos municípios vizinhos
Segurança pública	Vigilância eletrônica

Fonte: Belo Horizonte (2003).

## **5.2 A aplicação de novos conceitos de engenharia urbana em Belo Horizonte**

Foi a partir do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) (1999/2000), desenvolvido por equipe multidisciplinar da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP), sob a coordenação da Secretaria Municipal de Políticas Urbanas, que propõe novas tecnologias para as obras de drenagem urbana na Capital. Para tanto foi criado o DRENURBS, Programa de Recuperação Ambiental dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte, cujo Termo de Referência data de

março de 2001. Um novo modelo de gestão da engenharia pública se fazia necessária. Assim, foram estabelecidas novas bases para sistemas de drenagem, com re-inclusão como um dos elementos estruturadores da paisagem urbana, tais como:

- integração do planejamento da drenagem com os planos de redes de infra-estrutura viária, de saneamento e com elementos do ambiente natural, tais como mata ciliar;
- conhecimento atualizado do sistema, através de diagnóstico geral e atualizado;
- não transferência de impactos entre bacias, evitando as ocorrências de jusante;
- revalorização e incorporação paisagística dos cursos d'água, como elementos do tecido urbano.

A área de abrangência desse Plano foi composta pelos cursos d'água no município de Belo Horizonte, existentes ainda em leito natural, considerando as grandes bacias dos ribeirões Arrudas, Onça, Isidoro e afluentes diretos do Rio das Velhas. O município foi dividido em cinco grandes regiões.

Até alguns anos atrás (década de 70/80) e estendendo-se aos dias de hoje, canalizar cursos d'água em meio urbano foi a solução adotada para conter enchentes e afastar resíduos, na tentativa de evitar o contato direto da população com esses ambientes insalubres. Historicamente, os cursos d'água foram usados para afastar resíduos, tanto de esgotos como lixo.

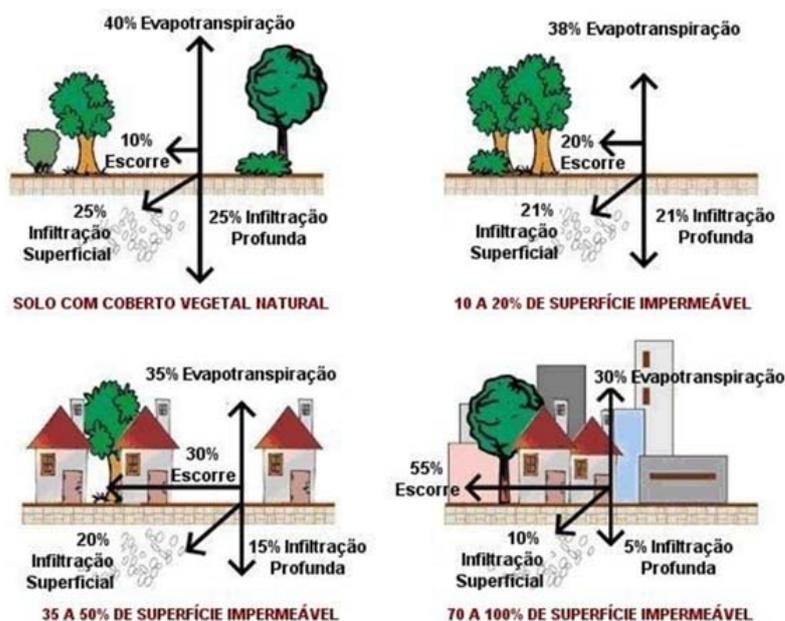
Outro aspecto agravante da drenagem urbana relaciona-se com o processo de ocupação urbana que originou na perda de áreas de solo permeável, áreas de várzea e de ambientes aquáticos – áreas de nascentes e de recarga do aquífero e cursos d'água. Como resultado houve um grande acréscimo do volume de águas pluviais. As canalizações projetadas em outro momento de vida da cidade se mostraram insuficientes para conter as novas vazões (Figura 47).



**FIGURA 47: Enchente no Ribeirão Arrudas em 2009.**

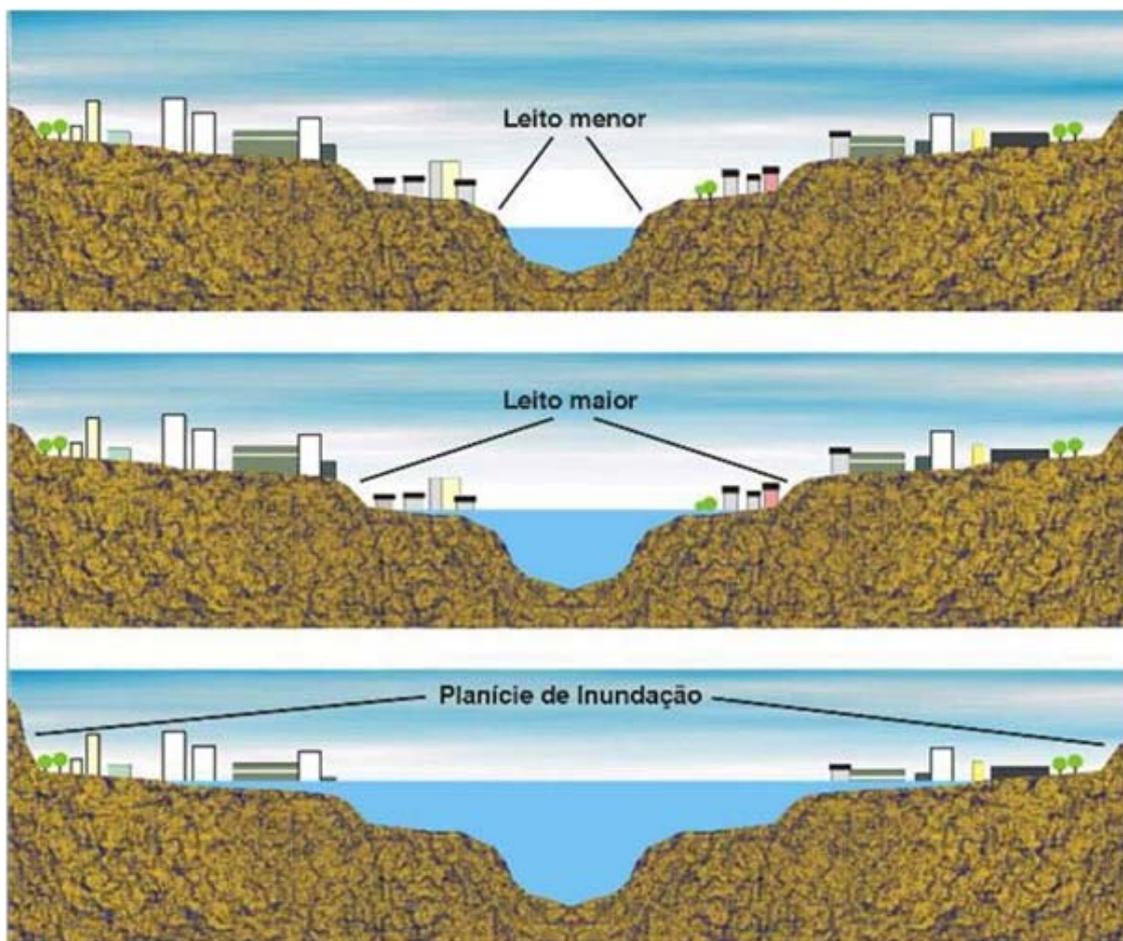
Fonte: Google Imagens (2010).

Como em outras localidades, essa engenharia urbana não tem se mostrado adequada e em Belo Horizonte e fenômenos como enchentes estão tornando-se cada vez mais frequentes. Canalizações de grandes trechos de cursos d'água e construções de avenidas sanitárias além de alterar os regimes naturais dos córregos, induzem a ocupação inadequada de várzeas e áreas de risco de suas margens. As várzeas são estruturas naturais dos cursos d'água e funcionam como áreas de vazantes nos períodos de cheias, também denominadas de planícies de inundação (Figura 48 e 49).



**FIGURA 48: Evolução da taxa de impermeabilização, à medida que o uso do solo se altera.**

Fonte: Nascimento (2009).



**FIGURA 49: Urbanização em leito de cheia (áreas de vazante).**

Fonte: Acervo do Projeto Manuelzão (UFMG, 2005).

Era preciso iniciar novas experiências no tratamento da drenagem urbana, tanto pluvial como fluvial. Naquele momento, 2001, surge o Programa DRENURBS que veio como resposta aos novos paradigmas da engenharia urbana.

### 5.2.1 A concepção geral do Programa DRENURBS e seus objetivos

A adoção de novos conceitos para projetos de drenagem urbana é uma premissa do Programa DRENURBS, cuja concepção e objetivos a alcançar são descritos a seguir. De conformidade com os objetivos do PDDU, algumas questões se fizeram prementes:

- responder rapidamente através de ações de saneamento e habitação, às ocorrências de inundação e/ou insalubridade que atingem ou colocam em

risco as parcelas da população instaladas nas áreas lindeiras aos cursos d'água;

- interferir na condição das calhas dos cursos d'água, assoreadas e com problemas de erosão e instabilidade de margens;
- interferir nas áreas de preservação permanente dos cursos d'água, visando a melhoria dessas áreas sujeitas a erosão, escorregamentos e depósitos irregulares de resíduos.



**FIGURA 50:** Aspecto de inundação, em período de chuvas, de vias a jusante do Córrego Primeiro de Maio, anteriormente à implantação do Parque.

Fonte: Belo Horizonte (2003).

Partindo das 94 bacias elementares caracterizadas, foi definida, inicialmente, uma abrangência de trabalho que contemplaria 48 bacias, destacadas em função de:

- a densidade e tamanho da mancha urbana;
- o curso d'água principal apresentar-se total ou parcialmente em leito natural;
- o impacto da degradação ambiental no curso d'água principal.

Em coerência com as metas preconizadas pelo PDDU, o DRENURBS adotou os seguintes princípios básicos:

- tratamento integrado dos problemas sanitários e ambientais no nível da bacia hidrográfica, utilizada como unidade para o planejamento das intervenções;
- limitação à ampliação da impermeabilização do solo através de proposições de calhas vegetadas, criação de parques lineares, recomposição das áreas de preservação permanente dos córregos;
- execução de sistemas de estocagem de água, durante o período de chuvas, através da implantação de bacias de detenção, sem comprometer a vazão a jusante;
- tratamento integrado dos corpos d'água como elementos da paisagem urbana;
- inclusão das comunidades afetadas e usuárias dos serviços e equipamentos propostos no processo de tomada de decisão.

Desta forma o Programa DRENURBS foi concebido e implantado, com o envolvimento de profissionais de diversas áreas do conhecimento e participação do público em reuniões e audiências públicas. As ações programadas no Programa visam atingir objetivos relacionados com a melhoria das condições de saúde pública, o incremento de redes de infra-estrutura viária e de saneamento (esgotos e coleta de resíduos), a transferência de população assentada em moradias irregulares e de risco para moradias adequadas, e o incremento da oferta de espaços voltados para o lazer, nessas áreas desafetadas. Para tanto, foram previstas as seguintes ações:

- a despoluição dos cursos d'água com implantação de redes coletoras e interceptores dos esgotos e de controle da poluição hídrica de origem industrial/comercial – parceria com a Empresa de Saneamento;
- a redução dos riscos de inundação com implantação de sistemas de controle de cheias e desocupação das várzeas;
- o controle da produção de sedimentos com eliminação de focos erosivos, contenção e revegetação de margens;
- a integração dos córregos na paisagem urbana através da compatibilização das intervenções de drenagem com aquelas de saneamento, viárias, ambientais, habitacionais e de lazer através da

criação de novos espaços comunitários e de lazer associados aos fundos de vales.

### **Priorização das bacias hidrográficas do DRENURBS**

A partir da necessidade de responder às questões anteriormente apontadas, atuando a curto e médio prazo numa parcela do município, foram adotados 14 critérios de priorização de bacias. Os critérios receberam pesos diferenciados, em ordem decrescente, de acordo à sua importância no contexto das soluções a apresentar e à sua relevância em termos do benefício que as obras a eles associadas poderiam gerar (Tabela 3).

**TABELA 3: Resumo dos critérios utilizados para de priorização das bacias a serem contempladas no Programa.**

Critérios	
1 - Densidade populacional	8 - Ocorrências de erosões
2 - Custo/habitante	9 - Doenças de veiculação hídrica
3 - Taxa de impermeabilização	10 - Taxa de ocupação de APP*
4 - Índices de cobertura de esgotamento sanitário	11 - Situações de salubridade ambiental**
5 - Índices de coleta de lixo	12 - Níveis de mobilização social
6 - Incidências de IPTU	13 - Necessidades de remoção e reassentamento
7 - Ocorrências de enchentes	14 - Interferências em outras obras

Legenda: \* - APP: área de preservação permanente nos meios aquáticos, composto de área de vazante, mata ciliar, a calha do curso d'água e áreas de recarga do aquífero (áreas de nascentes);

\*\* - Aspectos quanto à degradação ambiental, maus odores, presença de lixo e entulhos, vetores de doenças, ausência de vegetação, processos erosivos.

Fonte: Dados da pesquisa.

### **Hierarquização das bacias**

Além bacias e micro-bacias a serem beneficiadas com as intervenções foram definidas conforme um cronograma de quatro anos de execução previstos para o Programa com financiamento parcial do BID. Assim, foram escolhidas 10 sub-bacias elementares do DRENURBS/BID, conforme Tabela 4.

**TABELA 4: Bacias inicialmente contempladas no Programa DRENURBS/BID.**

Curso d'água	Sistema de drenagem (km)	Esgotamento sanitário (m)	Famílias afetadas (n°)	Desapropriação e aquisição de áreas (m <sup>2</sup> )	Sistema viário (km)	Áreas de uso social (m <sup>2</sup> )
Primeiro de Maio*	0,44	674	16	38.455	--	38.455
Engenho Nogueira**	2,81	-	46	Dados não processados		
Baleares*	1,37	2.006	76	6.989	1,30	2.537
Terra vermelha	4,97	6.763	49	200.000	6,82	2.200
Gorduras	2,94	2.284	1.723	126.960	4,17	--
Bonsucesso**	22,6	24.567	710	288.742	12,69	86.833
Maria Carmen Valadares	1,26	13.526	171	149.541	0,97	144.624
Nossa Senhora. Piedade*	0,99	1.242	169	6.526	1,00	46.526
Nado	10,96	Em elaboração	2.267	Em elaboração		
Piteiras	0,65	2.457	128	2.100	0,81	--

Legenda: \* Sistemas já implantados  
 \*\* Sistemas em implantação.

Fonte: Belo Horizonte (2003).

### Conceitos adotados no Programa

O Programa contemplou um conjunto de aspectos que são definidores da crise do sistema de drenagem de Belo Horizonte: o custo financeiro, o funcionamento inadequado das canalizações da rede de macrodrenagem e o custo ambiental. Apesar das grandes somas de recursos investidos em seu sistema de drenagem, a cidade continua padecendo com as inundações.

Muitos dos canais implantados funcionam de maneira inadequada, não comportando as vazões para as quais foram projetados além do aporte de diversos tipos de resíduos assoreando e obstruindo a passagem das águas - canais, bueiros, galerias, pontes e a invasão urbana de leito natural, não permitem o escoamento adequado durante as chuvas mais intensas. Outras causas que prejudicam o funcionamento dos sistemas de drenagem:

- o nível de ocupação do solo e a perda excessiva de permeabilidade prejudicando a infiltração e carreando, nas primeiras chuvas, muito material;
- grande volume de finos de minerações em atividades no entorno da aglomeração urbana que contribuem para o assoreamento de micro e macro drenagens;
- a ocupação inadequada dos fundos de vales que pode continuar através de ação antrópica desordenada e ambientalmente insustentável, gerando situações de moradia subnormal, recebendo grande quantidade de sedimentos e lixo carregados pelas águas pluviais e pelos esgotos.

Percebidas pela população em geral como áreas sem propriedade definida, permanecem como locais preferenciais para lançamento de lixo e bota-fora, o que provoca o aumento dos assoreamentos, contaminação dos cursos d'água e, conseqüentemente, aumento das doenças redutíveis por ações de saneamento. (BELO HORIZONTE, 2003)

- As áreas de preservação permanentes previstas pela legislação para proteção de mananciais e conservação de remanescentes florestais, inclusive as áreas de zoneamento especial, são frequentemente ocupadas ou ameaçadas pela expansão dos assentamentos informais, aumentando o número de famílias sujeitas aos riscos de inundações;
- resíduos e refugos de obras da construção civil, das atividades de terraplanagem e a implantação de novos assentamentos;
- a retirada da vegetação nestas áreas e nas vertentes desprotege o solo e as margens que se tornam vulnerável a processos erosivos. Locais cuja vegetação foi devastada também perdem muito da sua capacidade de absorver as águas pluviais que passam a fluir, com altas velocidades de escoamento, para a drenagem fluvial, contribuindo para a ocorrência de enchentes;
- a qualidade das águas dos córregos é progressivamente deteriorada por lançamentos de efluentes domésticos e resíduos sólidos.

Estas questões da cidade exige planejamento integrado de ações e participação pública e que se constitui em um dos méritos Programa DRENURBS que propõe a

articulação conjunta de ações na busca de soluções ambientalmente sustentáveis. Este modelo de desenvolvimento urbano integrado exige tratamento interdisciplinar dos problemas e pressupõem soluções em longo prazo, negociação política, compatibilização de políticas públicas e participação social, o que deverá levar a uma maior conscientização ambiental, não só dos responsáveis pela definição das políticas setoriais, mas também da população residente nas áreas das bacias/sub-bacias elementares, que participa de todo o processo de elaboração e implantação do Programa.

Assim, podemos classificar o DRENURBS como um Programa de múltiplos projetos, com intervenções de saneamento e coleta de resíduos, drenagem, obras viárias, implantação de áreas de uso público e ações de mobilização e educação ambiental.

A fim de compor a amostra representativa desse universo de trabalho, foram escolhidas três bacias que representam cerca de 30% do conjunto de obras e investimentos totais – Ribeirão Pampulha/Primeiro de Maio, Córrego da Avenida Nossa Senhora da Piedade, na região Norte do Município e a bacia do Córrego Baleares, Região de Venda Nova. A Figura 51 apresenta as áreas contempladas pelo Programa na 1ª fase de implantação.



**FIGURA 51: Localização das bacias prioritárias do DRENURBS no município de Belo Horizonte.**

Fonte: Belo Horizonte (2003).

A Figura 51 apresenta as micro-bacias dos córregos que fizeram parte da primeira etapa do Programa. A mancha amarela (1), ao norte é o local da micro-bacia do Córrego Primeiro de Maio, objeto de estudos deste Trabalho. As manchas (2) e (3), também ao Norte de Belo Horizonte, respectivamente dos córregos baleares e Nossa Senhora da Piedade onde o DRENURBS também já foi implantado. As obras dos córregos Engenho Nogueira (4) e do Bonsucesso (5) encontram-se em andamento (BELO HORIZONTE, 2009).

### **5.2.2 Estudos Ambientais do Programa DRENURBS**

Dentro dos estudos elaborados para implantação do Programa encontram-se os Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA) desenvolvido pela Praxis Projetos e Consultoria Ltda. Esta Dissertação não se propõe analisar estes estudos, mas sim destacar alguns capítulos que se coadunam com os objetivos pretendidos. Neste aspecto foram relacionados alguns impactos, medidas de controle ambiental e de minimização/valorização relacionados às atividades de implantação do projeto.

Impactos diretos sobre os moradores das áreas de risco – medidas de controle e minimização/valorização

#### **A) Impacto: desestruturação de comunidades e transtornos provocados pela remoção compulsória de famílias (permanente)**

Os efeitos da implantação das intervenções deverão ser sentidos pela população que será removida da sua região de moradia, desde o início da implantação do Programa, na fase em que se iniciarem as desapropriações e remoções para instalação das obras. A mudança do local de residência, que por si já constitui um impacto, devido ao risco de rompimento dos laços de vizinhança, poderá vir associada a outras dificuldades como, por exemplo, a necessidade de transferência de estudantes para outras unidades de ensino, a mudança do local de atendimento à saúde e do transporte utilizado pela família. Esse impacto deverá ser temporário, embora alguns possam ter maior duração, ainda que também tendam a se extinguir com a adaptação da família ao novo local de moradia.

Para as 10 sub-bacias priorizadas estima-se que deverão ser removidas dos locais de moradia em torno de 5.295 famílias o que equivale a 7,08% do total de famílias estimadas (Tabela 5).

**TABELA 5: Estimativa do número de famílias a serem removidas de seus domicílios pela implantação das obras do DRENURBS.**

Bacias/Sub-bacias	Número de Famílias		
	Residentes no total da bacia/sub-bacia	Afetadas	
		Absoluto	%
Córrego Primeiro de Maio	798	16	2,01
Córrego Engenho Nogueira	5.659	46	0,81
Córrego da Ave. Baleares	990	76	7,68
Córrego da Terra Vermelha	3.308	49	1,48
Rib. da Onça (Sub-bacia 4130002 - Gorduras)	23.526	1723	7,32
Córrego Bonsucesso	9.074	710	7,28
Córrego da Av. Maria Carmem Valadares	1.398	171	12,23
Córrego Nossa Senhora da Piedade	1.815	169	9,31
Córrego do Nado	27.956	2207	7,89
Córrego das Piteiras	280	128	45,71
Total (bacias/sub-bacias BID)	74.804	5.295	7,08

Fonte: Belo Horizonte (2003).

Como medida de controle e minimização de impactos adversos devido ao processo de desapropriação, indenização, relocação e transferência das famílias ocorra com tranquilidade e de acordo com as diretrizes da PBH e do BID foi desenvolvido e implementado um Plano de Desapropriação, Indenização e Relocalização de Famílias e Negócios (PDR), elaborado pela equipe do Programa DRENURBS, com consultoria de técnicos com experiência em implementações de planos desta natureza junto ao BID.

**B) Impacto: Alteração na qualidade de vida da população residente nas proximidades das obras (temporário)**

Impacto devido aos incômodos gerados durante as obras em decorrência das atividades necessárias à execução dos vários projetos, tais como: transporte de material, escavação, reaterro de valas, demolições, etc. Trata-se de atividades que demandam, em

geral, maquinário pesado, tais como retro-escavadeiras, serras-elétricas, tratores, compressores etc. tais atividades, em geral, podem gerar:

- (i) aumento dos níveis de ruído e poeira e da emissão de gases de motores;
- (ii) interdição de vias, de calçadas e acessos a edificações;
- (iii) desvios de tráfego;
- (iv) circulação de pessoas que não mantém relações de vizinhança com o local;
- (v) trânsito de veículos pesados;
- (vi) danos a equipamentos públicos.

A administração das obras da PBH dispõe de Caderno de Encargos de Infraestrutura (BELO HORIZONTE, 2001) que contém procedimentos de utilização, acompanhamento e fiscalização de obras que, entre outros, visam diminuir os transtornos das obras públicas para a coletividade. Estão nele listadas medidas de proteção ao canteiro de obras e a vizinhança; orientações quanto às inspeções das edificações vizinhas, medidas de controle do bota-fora, detalhamento da sinalização de advertência a ser implantada, entre outros procedimentos. Além destas medidas também são desenvolvidas diversas ações constantes do Programa de Controle de Obras (PCO) que envolve, entre outros:

- (i) a gestão ambiental dos canteiros de obra e acampamentos;
- (ii) o controle ambiental das atividades de construção com exigências de controle de ruído, horários de funcionamento, atividades de terraplanagem, abertura de valas, reaterro, transporte e guarda temporária de material;
- (iii) controle de trânsito; e
- (iv) ações de recuperação de imóveis, vias e equipamentos de serviços públicos eventualmente danificados, etc.

**C) Impacto: Melhorias nas condições de saúde da população (permanente)**

As ações do Programa DRENURBS, entre as quais a implantação de redes coletoras, juntamente com interceptores, irá impactar positivamente as condições de saúde da população, reduzindo índices de morbidade e de mortalidade infantil, na medida em que haverá diminuição de vetores de doenças redutíveis por ações de saneamento. Consequentemente, haverá melhorias no orçamento familiar devido à

diminuição de gastos com medicamentos e dos orçamentos públicos com tratamentos de saúde.

Outra questão importante relaciona-se com a possibilidade de proliferação de vetores de veiculação hídrica, nas áreas onde estão previstas à construção de bacias de detenção, se for considerada a poluição difusa gerada de drenagens de áreas de montantes com ocupação urbana.

Para controle deste impacto deverá ser realizado monitoramento das condições de salubridade e implantação de regras adequadas, sob o ponto de vista ambiental e sanitário, das bacias de detenção implantadas.

**D) Impacto: melhoria do padrão habitacional da população removida do fundo de vale (permanente).**

Além dos problemas relacionados às condições ambientais, que dizem respeito aos riscos de inundação e desmoronamento e à falta de saneamento básico, as habitações nos fundos de vale, de maneira geral, apresentam baixo padrão construtivo, ou seja, na maioria desses casos, são desprovidas de conforto – sem reboco, sem ventilação e iluminação adequadas e às vezes sem instalação sanitária e sem canalização interna para abastecimento de água. Além disto, em muitas áreas ocupadas não há regularização fundiária. A realocização das famílias para áreas com condições ambientais adequadas, com moradias apresentando nível mínimo de conforto e a propriedade regularizada traduz-se em um impacto positivo e relevante para o conjunto das famílias envolvidas.

Medida: Monitoramento das Famílias Reassentadas, de acordo com programa previsto no Plano de Desapropriação, Indenização de Imóveis e Realocização de População e Negócios (PDR).

**E) Impacto: ganho de áreas verdes e de lazer (permanente)**

Este impacto ocorreu em função da criação de áreas de uso social na sub-bacia do Ribeirão Pampulha/Primeiro de Maio. Foram implantados além de dispositivos de controle de cheias, tais como bacias de detenção, prédios para administração, banheiros públicos e de apoio às atividades de educação ambiental, espaço para vivências de teatro e shows. Ainda, outros espaços de uso social como pistas de caminhada, campos de

futebol, playgrounds e pequenas praças equipadas com bancos, jardins e equipamentos de ginástica, revegetação da faixa de APP (matas ciliares, etc.) que motivam o lazer contemplativo.

Também foram implementados os programas de Comunicação e Mobilização Social e de Educação Ambiental, que contam com diversas ações e produtos voltados à circulação e compartilhamento de informações referentes ao Programa, no sentido de mobilizar o público, alvo das intervenções e introduzir uma nova percepção e apropriação do espaço coletivo.

### **5.2.3 Gerenciamento do Programa DRENURBS**

A estrutura gerencial do Programa DRENURBS foi composta de uma Unidade de Gestão do Programa (UGP), sob a coordenação da Secretaria Municipal de Coordenação de Política Urbana (SCOMURB). Sua composição prevê coordenações técnicas setoriais de

- infra-estrutura,
- desapropriação e realocação de famílias e negócios,
- educação ambiental e sanitária, e
- fortalecimento institucional.

Participa também da execução do Programa a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), como organismo co-executor e três unidades técnicas, vinculadas a: Secretaria Municipal de Estrutura Urbana (SMEU), Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL) e Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA). Dentre as atribuições da UGP destacam-se:

- o controle e avaliação de resultados das ações desenvolvidas pelo Programa, articulando os diversos agentes intervenientes;
- o acompanhamento, supervisão e execução físico-financeira do Programa;
- o cumprimento das diretrizes e estratégias fixadas para a consecução dos objetivos e metas do Programa; e
- a elaboração direta ou o gerenciamento de estudos e projetos pertinentes ao Programa.

#### 5.2.4 Benefícios sócio-ambientais do Programa

A implantação do Programa DRENURBS deverá significar a recuperação de qualidade ambiental em sua área de incidência, através de uma mudança substancial na forma de abordar a questão da drenagem no Município, transformando o tratamento convencional utilizado (de canalização e implantação das vias sanitárias) numa proposta de planejamento urbano ambiental tendo como unidade de trabalho a bacia hidrográfica e buscou-se transformar o equacionamento da drenagem na bacia num elemento urbano adicional, a ser combinado com outras redes de infra-estrutura – saneamento e viária – na composição final do tecido urbano. Isso significou nas áreas já implantadas uma multiplicidade de intervenções viárias, de saneamento, de melhoria de drenagem, de mobilização social, de relocação populacional para habitações de melhor qualidade, em áreas regularizadas. São esses os benefícios sócio-ambientais, possíveis de serem gerados:

- a reorganização do espaço social urbano, com a retirada de famílias de áreas de risco;
- a inserção da população reassentada no tecido urbano regular da cidade;
- a criação de novas alternativas de lazer nos novos espaços revitalizados – os Parques lineares;
- a ampliação dos serviços de infra-estrutura de esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e a ampliação de sistema viário;
- o saneamento dos cursos d'água e consequente melhoria dos indicadores de saúde pública, notadamente das doenças de veiculação hídrica.
- a recomposição de topografia através de contenções e re-afeiçoamento de taludes;
- melhoria da vazão dos cursos d'água, após a retirada de entulho e lixo e a redefinição das calhas;
- desafetação das várzeas irregularmente ocupadas;
- diminuição da geração de sedimentos;
- criação de novas áreas verdes, nas áreas de preservação permanente dos córregos;
- recomposição da mata ciliar;

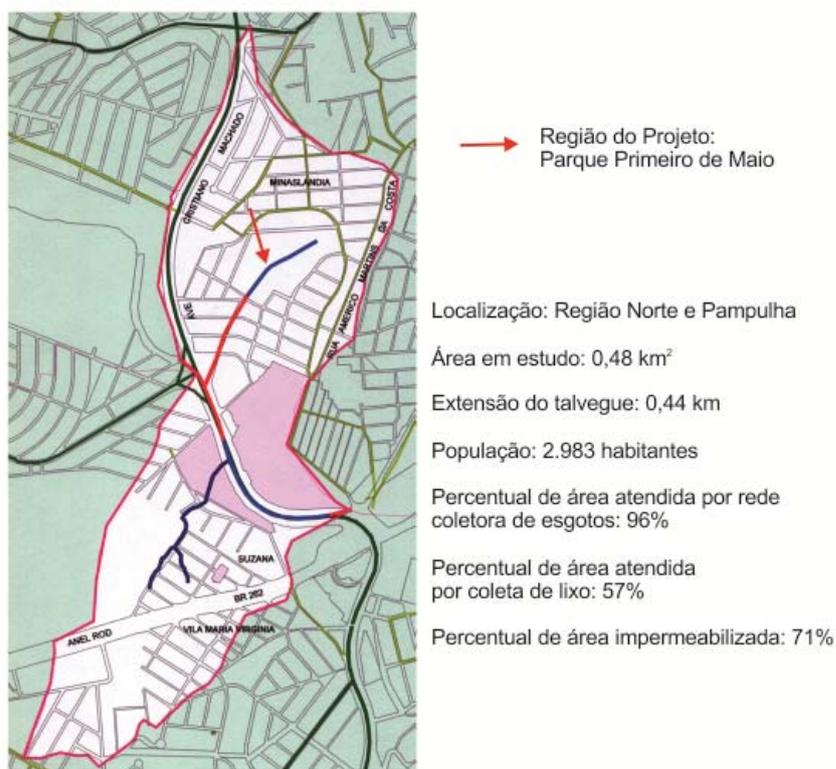
- prevenção de cheias a jusante, através da implantação de reservatórios de retenção.

### 5.3 *Estudo de caso: o Programa DRENURBS do Córrego Primeiro de Maio*

Neste item foi apresentada a implantação do Programa DRENURBS na área do Córrego Primeiro de Maio, região Norte de Belo Horizonte.

#### 5.3.1 **As características do Córrego Primeiro de Maio<sup>4</sup>, anteriores ao DRENURBS**

Foram relacionadas a seguir algumas características físicas do curso d'água, antes da implantação do Projeto, no texto e na Figura 52 (BELO HORIZONTE, 2003).



**FIGURA 52: Mapa da Região do Projeto DRENURBS/Primeiro de Maio.**

Fonte: Praxis (2003).

<sup>4</sup> Bacia Elementar do Ribeirão Pampulha - sub-bacia Córrego Primeiro de Maio.

### 5.3.2 Sub-bacia Elementar do Ribeirão Pampulha /Primeiro de Maio

O Ribeirão Pampulha é um afluente da margem esquerda do Ribeirão da Onça e o Córrego Primeiro de Maio é afluente esquerdo do Ribeirão Pampulha.

A bacia do Ribeirão Pampulha encontra-se com alto índice de urbanização. Segundo dados do Plano Diretor de Drenagem da Capital, esta bacia já sofreu 19 inundações nos últimos 20 anos, registrando-se 15 ocorrências na década de 80.

A bacia elementar do Ribeirão Pampulha, afluente da margem esquerda do ribeirão da Onça, apresenta-se bastante urbanizada. Segundo dados do Plano Diretor de Drenagem (PDDU)/Belo Horizonte esta bacia sofreu 19 inundações nos últimos 20 anos, registrando-se 15 ocorrências na década de 80. O Córrego Primeiro de Maio, área de interesse do DRENURBS, é um afluente da margem esquerda do ribeirão Pampulha com área de 0,48 km<sup>2</sup> e talvegue com extensão de 440 metros. Atendendo um critério básico do Programa, o Córrego Primeiro de Maio encontra-se em leito natural desde a sua nascente até a Rua Joana d'Arc. Depois, entre esta rua e sua foz no Ribeirão Pampulha, o córrego apresenta-se canalizado em canal revestido fechado.

Esta sub-bacia está localizada na região Norte do município, possuindo a maior parte de sua superfície nos bairros Minaslândia e Primeiro de Maio. O curso d'água tem suas nascentes situadas nas proximidades do Bairro Minaslândia, em área pouco habitada, porém, esteve durante muitos anos exposto a processos de degradação ambiental, resultantes de deposição de lixo, entulhos e dos lançamentos de esgoto.

Junto à cabeceira da macro-drenagem o córrego, instalado em um vale encaixado, existe um grande foco erosivo, causado pela forte enxurrada que é lançada por tubulação de drenagem pluvial. A erosão provocou o aprofundamento da calha, a desestabilização progressiva dos taludes e a geração de grande quantidade de sedimentos. Além deste, tem-se um segundo foco, pequeno e pouco ativo, constituído por aterro construído margeando a drenagem em leito natural por aproximadamente 30 metros, no bairro Primeiro de Maio. As demais feições são causadas pelas enxurradas formadas em vias sem pavimentação, de terra, que produzem sulcos rasos e descem para a calha da drenagem transportando material terroso.

Quanto à instabilidade das margens do córrego verifica-se em trecho mais a montante, formado por taludes íngremes constituídos de solo silto-arenoso bastante friável, praticamente sem vegetação, apresenta-se instável. A calha neste trecho é

constituída de solo residual de gnaiss e apresenta erosão de calha, que aprofundou o vale. A jusante, onde iniciam trechos com deposição de sedimentos, ocorrem as seguintes características: margens pouco estáveis a estáveis, passando progressivamente para drenagem em calha rasa, praticamente sem talude marginal; no trecho final, que apresenta característica de transporte em canal sulcado raso, as margens são baixas, arredondadas com vegetação rasteira, caracterizando plena estabilidade.

A região da cabeceira do Córrego Primeiro de Maio apresenta uma mescla de vegetações constituída por pequenas manchas com predominância de gramíneas, arbustos e taboas que aparecem nas partes encharcadas dos terrenos marginais ao córrego. As gramíneas estão nas encostas íngremes da cabeceira da drenagem, na forma de vegetação rasteira rala em meio ao solo exposto das paredes dos taludes e também são observadas formando faixa marginal do canal natural. Nos fundos dos lotes das casas marginais ao córrego foram verificadas algumas plantações de hortaliças, culturas temporárias (milho) e frutíferas.

A taxa de impermeabilidade da sub-bacia, em 1999, era de 70,7% e a projetada para 2020 de 73,4%.

Nesta sub-bacia não há interceptores e a rede coletora, existente em praticamente todas as vias (96% de cobertura), lançando os esgotos na calha natural do córrego. Depoimentos de lideranças dessas vilas indicam a existência de grande volume de lixo depositado no córrego, oriundos de bairros localizados em níveis mais altos. Também contribui para a degradação do córrego, a atuação dos carroceiros da região, que utilizam seu leito como “bota-fora”. Na Vila Primeiro de Maio, ocorrem inundações nas proximidades do córrego. A degradação e abandono ali existente fazem dessa área local propício à marginalidade. Estas condições deram origem a sérios problemas, tais como:

- a contaminação do curso d'água por falta de interceptores de esgotos;
- eventos de inundações verificados, como no cruzamento da Rua Penélope com Rua Joana d'Arc, área correspondente à entrada da galeria do Córrego e, também, na Avenida Cristiano Machado, alvo frequente delas;
- focos de erosão necessitando intervenção e aprofundamento da calha por processos erosivos.

### **5.3.3 Argumentos fundamentais de implantação e intervenções previstas no Projeto**

As intervenções previstas e efetivamente implantadas foram projetadas no sentido de se ter o curso d'água renaturalizado. Foram elas:

- recomposição das erosões;
- implantação de gabião revegetado e de dissipador de energia nos taludes mais inclinados através da construção de degraus e recomposição dos taludes;
- implantação de Parque Urbano com proteção de nascentes, pista de caminhada, revegetação de áreas, equipamentos de lazer, área administrativa e herbanário;
- implantação de bacia de retenção com barragem e vertedouro;
- complementação de rede coletora de esgotos;
- remoção e desapropriação de 17 famílias;
- implementação de ações de mobilização social e educação ambiental.

### **5.3.4 Análises integradas e descritivas da proposta de intervenção**

A análise integrada das abordagens setoriais realizadas no Diagnóstico Sanitário e Ambiental (DAS), registra o potencial de se manter o Córrego Primeiro de Maio, no trecho integrante do DRENURBS, como um curso d'água em leito natural e seu entorno urbano imediato como uma área também destinada às finalidades de preservação ambiental e de lazer, com importância não apenas local, mas para a Bacia Elementar do Ribeirão Pampulha como um todo.

Para isso, o córrego teria que ser saneado, suas nascentes e vertentes protegidas, suas margens e calhas recuperadas e revitalizadas. Isto é perfeitamente possível nas condições hoje remanescentes na sub-bacia elementar, através da eliminação dos fatores de degradação ambiental constatados, principalmente o carreamento de sedimentos, a erosão das margens, os despejos diretos de entulhos e resíduos sólidos e de efluentes sanitários no curso d'água.

Haveria impacto ambiental benéfico para a região urbana do entorno imediato do córrego, região que pode ser identificada como a área cuja poligonal é delimitada pelas seguintes ruas: Ceci, Maria Ortiz, Joana d’Arc e Penélope, para a qual não está prevista nenhuma intervenção viária ou urbanística de porte, que possa vir a comprometer as características do fundo de vale hoje ali predominantes.

Tratando a área em questão como uma espécie de unidade urbana de preservação ambiental, esta concepção produziria, também, outros efeitos ambientais benéficos nas áreas de jusante, ou seja, principalmente no seu trecho canalizado a partir das ruas Penélope/Joana d’Arc, uma vez que, conforme os estudos hidrológicos do DAS há ocorrência de remanso neste ponto. Assim sendo, as canalizações do Córrego Primeiro de Maio e do Ribeirão da Onça seriam otimizadas pelas intervenções à montante, bem como a implantação, no interior da poligonal viária acima descrita, de uma área com ocupação urbana controlada e mediante intervenções visando à preservação e revitalização do conjunto de elementos naturais no seu interior (nascentes, vertentes, margens e calhas do curso d’água, cobertura vegetal, além de outros atrativos paisagísticos).

A diretriz que se propõe para a Sub-bacia Elementar do Córrego Primeiro de Maio tem como foco a área delimitada pela poligonal constituída pelas ruas Penélope/Joana d’Arc/Maria Ortiz/São Sebastião e Ceci, buscando manter o curso d’água no seu interior em leito natural e tratar seu entorno, na extensão máxima possível, como um parque urbano ou unidade de conservação ambiental específica e institucionalizada. E, em se tratando de uma região urbana carente de equipamentos ou unidades de conservação ambiental, adensada e ainda com potencial de adensamento demográfico, este tipo de proposição apresenta ainda impacto social benéfico, além do ambiental.

### **5.3.5 Principais intervenções na Poligonal Viária**

Para que esta proposta se concretize, serão necessárias as seguintes intervenções:

- implantação de rede interceptora de esgoto sanitário marginal ao curso d’água;

- consolidação do sistema viário interno à poligonal, articuladamente às vias internas e externas existentes;
- eliminação dos lançamentos indevidos de esgoto seja diretamente no curso d'água ou por meio das redes de microdrenagem urbana, através da construção de redes coletoras e da interligação das edificações às mesmas;
- recuperação das redes de microdrenagem urbana destruídas, notadamente na região das cabeceiras do córrego;
- controle das erosões de montante, bem como recuperação das áreas erodidas localizadas no interior da poligonal viária;
- recuperação das margens e calha do curso d'água;
- preservação das nascentes existentes no interior da poligonal viária;
- arborização e cobertura vegetal das áreas *non aedificandae* por gramíneas e outras espécies vegetais adequadas.

### 5.3.6 A complexidade de estudos e projetos estruturadores do Programa

Nas cidades e principalmente nas regiões metropolitanas, a implantação de projetos públicos de re-estruturação de espaços urbanos, seja de revitalização, de projetos viários ou de infraestrutura, devido à complexidade socioeconômica e ambiental, terá melhor êxito quando houver transdisciplinaridade entre os gestores e profissionais ligados aos projetos e às obras. Em geral, os projetos públicos de maior significação, envolvem *engenheiros* devido às questões de gestão de projetos e obras, estruturais e viárias, de hidráulica e hidrologia, eletricidade e comunicação, especificação de materiais e engenharia ambiental; *arquitetos* responsáveis por questões espaciais, iluminação, ventilação, paisagismo, materiais, estética, composição histórica; *urbanistas* tendo em vista atender planos diretores, leis de uso de solo, traçados viários, espaços, acessibilidade a serviços e comércio, parques industriais; *economistas/ área social* devido ao acompanhamento dos financiamentos de projetos e obras, aspectos quanto à economia local, custo-benefício, levantamentos sócio-econômico; *profissionais da área da biologia e saúde pública* para atender questões relativas à fauna e flora, áreas verdes, salubridade ambiental; *geólogos* sobre os aspectos da

geologia, geomorfologia, hidrografia e águas subterrâneas, estruturas viárias; além de profissionais ligados à questão da *educação* (formal e ambiental).

Dependendo da estrutura da sociedade, a implantação de um projeto que vai atingir um número expressivo de população ou modificar grande área urbana deve ter uma efetiva discussão com a comunidade mais diretamente envolvida, além de passar por deliberação de Conselhos Municipais, em Belo Horizonte, os conselhos:

- Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMAM)
- Conselho Municipal de Saneamento (COMUSA)
- Conselho Municipal de Políticas Urbanas (COMPUR)
- Conselho Municipal de Saúde (CMS-BH)

Outros organismos como o Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB), Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), Câmara dos Vereadores e Associações Comunitárias também participam de negociações e proposições para os casos de empreendimentos de significativas modificações sócio-ambientais e do patrimônio público e histórico. A Tabela 6 relaciona os principais estudos e projetos desenvolvidos:

**TABELA 6: Transdisciplinaridade do Projeto DRENURBS/Primeiro de Maio.**

<b>Projetos</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Desenvolvimento</b>
Levantamento de dados secundário; Manuais e Relatórios elaborados durante o período de projetos. Gestores, Consultoria sócio-ambiental e equipe técnica do GGPD	Diversas	Estudos e projetos com base em relatórios de fotos de antes da implantação para posteriores comparações. Outros documentos: - Cartas de inundação do Município - Plano Municipal de Saneamento (2008/2011) - Manual de Normas e Procedimentos - Manual de Execução - Relatórios de andamento para o BID e PBH.
Diagnóstico Sanitário e Ambiental	Meio Ambiente	O Município foi dividido em cinco regiões: foram realizados diagnósticos e propostas preliminares de revitalização dos principais córregos, ainda em leito natural.
Estudos de Viabilidade Técnico-financeira	Administração e Economia	- Impacto das intervenções nos aspectos sociais - Matriz de análise integrada - Quadro de indicadores para políticas sociais - Viabilidade técnica, ambiental e social

Projetos	Disciplinas	Desenvolvimento
Projetos Básicos e Executivos	Engenharia, Arquitetura e urbanismo, Geologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Layout geral</li> <li>- Topografia e sondagens</li> <li>- Hidrologia e drenagem</li> <li>- Estrutural e Arquitetura</li> <li>- Elétrico / hidráulico</li> <li>- Telefonia e informática</li> <li>- Segurança/incêndio</li> <li>- Abastecimento de água, sistemas de esgotos e canalização</li> <li>- Geométrico, incluindo uma pista de Cooper</li> <li>- Urbanismo, paisagismo e pavimentação</li> </ul>

Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.4 *Resultados*

Neste item do trabalho foram relacionados e analisados os resultados obtidos com a implantação do DRENURBS/Primeiro de Maio, elaboradas de três formas. A primeira foi por meio de imagens colhidas de banco de dados referente ao DRENURBS e de imagens resgatadas e adaptadas do *Google Imagens*. A segunda, por meio da coleta das informações existentes do monitoramento de qualidade das águas em três momentos: antes, durante e após as obras. E a terceira refere-se a uma avaliação do Programa através de adaptação de método de pontuação criado por instituições norte-americanas para certificação de empreendimentos de melhorias em bairros.

##### 5.4.1 **Imagens dos resultados obtidos com a implantação do DRENURBS**

A Figura 53 apresenta o desenho proposto para o tratamento do trecho do córrego em questão e demonstra a adoção dos novos conceitos de revitalização de cursos d'água, descritos neste trabalho.



**FIGURA 53:** Concepção do projeto para a área do Córrego Primeiro de Maio.

Fonte: Belo Horizonte (2003).

As fotos e imagens de satélite a seguir, adaptadas após captura na internet do *Google Earth*, apresentam três momentos da área do projeto.

A imagem do local em 2006 (Figura 54) é do Córrego Primeiro de Maio ainda sob forte aporte de esgotos, invasão da APP e condições de insalubridade para a população, a qual não utilizava e pelo contrário, tinha aversão ao local (Figuras 55 a 58).



**FIGURA 54:** Imagem de satélite apresentando um trecho da bacia do Córrego Primeiro de Maio, antes da implantação do projeto, em 2006.

Fonte: Google Earth (2010).

As fotos seguintes (Figuras 55 a 58) permitem visualizar o nível de degradação ambiental que existia no Córrego Primeiro de Maio antes da execução das obras.



**FIGURA 55:** Trecho do Córrego Primeiro de Maio em processo adiantado de degradação ambiental.

Fonte: Belo Horizonte (2003).



**FIGURA 56:** Área do Córrego Primeiro de Maio antes de implantação dos projetos, sob pressão de ocupações irregulares.

Fonte: Belo Horizonte (2003).



**FIGURA 57:** Área do Córrego Primeiro de Maio antes de implantação dos projetos, sob pressão de ocupações irregulares.

Fonte: Belo Horizonte (2003).



**FIGURA 58:** Área do Córrego Primeiro de Maio antes de implantação dos projetos, sob pressão de ocupações irregulares.

Fonte: Belo Horizonte (2003).

A imagem do local em 2007 (Figura 59) mostra que, com o início das obras, foram realizados serviços de terraplanagem e retirada de vegetação. O local ainda estava em condições de insalubridade.



**FIGURA 59:** Imagem de satélite apresentando um trecho da bacia do Córrego Primeiro de Maio, durante as obras da implantação do projeto, em 2007.

Fonte: Google Earth (2010).

As fotos a seguir permitem visualizar uma parte das obras da barragem no futuro Parque Primeiro de Maio. Ao fundo vê-se parte da mata ciliar existente e que foi preservada.



**FIGURA 60:** Obras de terraplanagem e estruturais – cravação de estacas para as fundações da Barragem – calha do Córrego Primeiro de Maio.

Fonte: Belo Horizonte (2009).



**FIGURA 61:** Obras estruturais – armação das estruturas da Barragem – calha do Córrego Primeiro de Maio – 2007 e canal final para macro drenagem.

Fonte: Belo Horizonte (2009).

A imagem do local em 2010 (Figura 62) apresenta o Parque Primeiro de Maio já implantado.



**FIGURA 62: Imagem de satélite apresentando trecho da Bacia do Córrego Primeiro de Maio, após a implantação do DRENURBS, em 2010.**

Fonte: Google Earth (2010).

As fotos seguintes (Figuras 63 a 70) permitem visualizar alguns resultados obtidos com a implantação do DRENURBS na bacia do Córrego Primeiro de Maio, onde foi criado o Parque de mesmo nome. As fotos foram registradas em diversos momentos do ano de 2010, durante a pesquisa.

A sequência de fotos seguinte foi elaborada em correlação com o Desenho Original do Projeto (BELO HORIZONTE, 2003), tendo em vista proporcionar uma visão localizada das imagens.

#### 5.4.2 Fotos registradas durante a pesquisa - Correlação com o desenho do projeto



**FIGURA 63:** Imóvel utilizado pela Equipe de mobilização do Projeto para reuniões com moradores e aspectos do estacionamento e hall de entrada do Parque.

Fonte: Dados da pesquisa.



**FIGURA 64:** Melhorias nos ambientes do entorno ao Parque e pistas internas para caminhadas e espaço para apresentações artísticas.

Fonte: Dados da pesquisa.



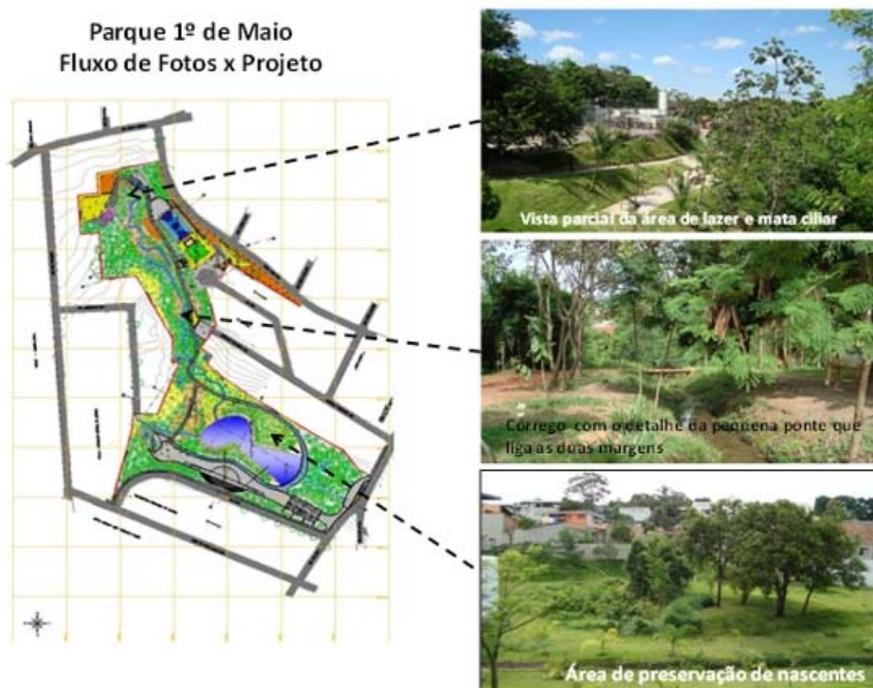
**FIGURA 65:** Espaços para lazer e pesquisa científica.

Fonte: Dados da pesquisa.



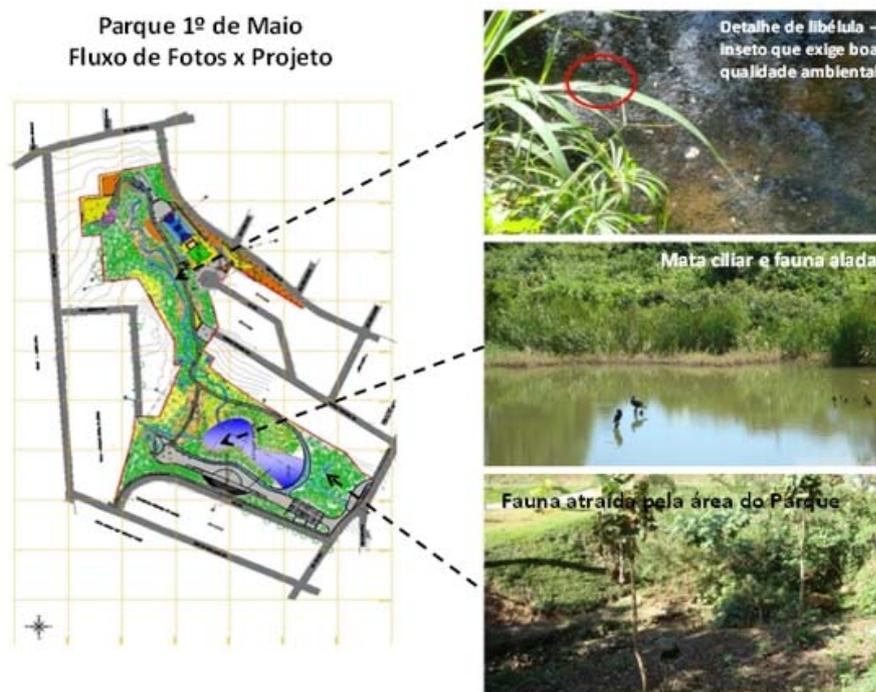
**FIGURA 66:** Espaços para convívio social, educação. Materiais construtivos de boa qualidade, visando ainda durabilidade e baixa manutenção.

Fonte: Dados da pesquisa.



**FIGURA 67:** A recuperação e preservação dos ambientes de lazer e ribeirinhos.

Fonte: Dados da pesquisa.



**FIGURA 68:** A revitalização do ecossistema aquático atrai favoravelmente a fauna.

Fonte: Dados da pesquisa.



**FIGURA 69:** Espaços para manifestações, lazer e convívio social.

Fonte: Dados da pesquisa.



**FIGURA 70: A preservação da qualidade ambiental proporciona a evolução e riqueza do ecossistema hídrico.**

Fonte: Dados da pesquisa.

### 5.5 *Qualidade das águas do Córrego Primeiro de Maio*

Os resultados de qualidade das águas do Córrego Primeiro de Maio foram obtidos segundo o Plano de Monitoramento executado por determinação do DRENURBS conforme exigência do parceiro financiador do Programa, o BID. Uma empresa de consultoria foi contratada para execução dos trabalhos com o apoio da COPASA.

A primeira ordem de serviço foi emitida em fevereiro de 2007 à Limnos Hidrobiologia e Limnologia Ltda. (LIMNOS SANEAR) para início dos serviços<sup>5</sup>. As coletas e análises das amostras foram executadas em três momentos.

<sup>5</sup> A LIMNOS SANEAR foi a empresa contratada para manipular os dados existentes de campanhas anteriores, acompanhar e completar os trabalhos, sendo responsável por todas as campanhas de monitoramento do DRENURBS, até a data atual (Contrato n. SC-160/2006 de 01/07/2007).

Para caracterização do “Marco Zero” (antes do início das obras) para a sub-bacia dos córregos Primeiro de Maio e Baleares foram utilizados os dados existentes produzidos em setembro de 2003 pela Hidrocepe Serviços de Qualidade Ltda. e pela COPASA, em abril de 2005 e março de 2006.

Também foram concluídas as atividades relativas ao monitoramento da qualidade das águas para a fase durante a execução das obras realizadas as cinco primeiras campanhas<sup>6</sup> da última fase dos estudos (fase após o término das obras), com a realização de coletas e análises nos respectivos córregos. Nestas duas fases a Limnos foi responsável pelas coletas e execução das análises.

Uma Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas do Córrego Primeiro de Maio foi estabelecida com duas Estações de Coleta de Amostras (Figura 71).



Legenda: P1 - Córrego primeiro de Maio, a montante do lago; P2 - Córrego Primeiro de Maio, próximo ao encontro das ruas Penélope e Joana d'Arc.

**FIGURA 71: Identificação das Estações de Amostragem da QA - Córrego Primeiro de Maio.**

Fonte: Limnos (2007).

<sup>6</sup> Uma campanha compreende coletas de amostras padrão de água, nas estações de monitoramento pré-determinadas.

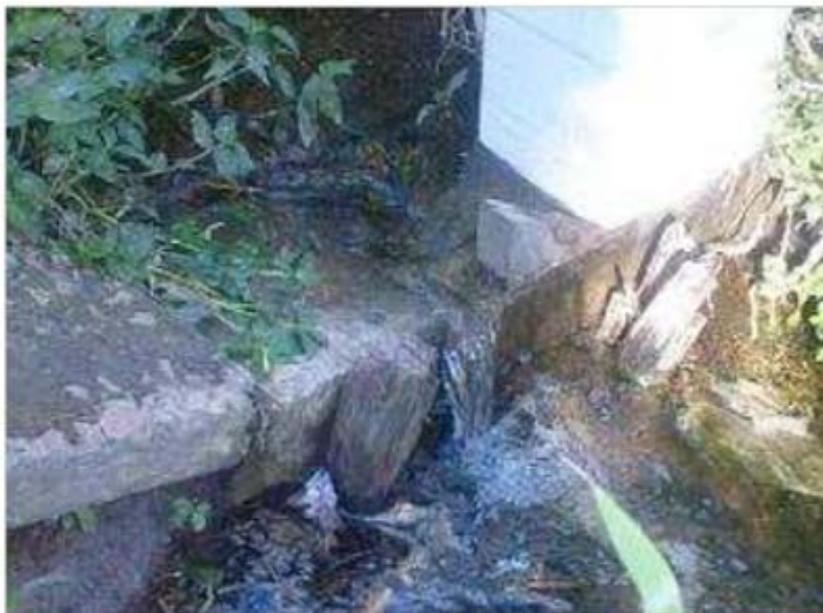
Para este trabalho foram relacionados os resultados das análises das amostras coletadas nas Estações 1 e 2, respectivamente, no córrego à montante do lago e próximo ao encontro das ruas Penélope e Joana d'Arc, a jusante do lago (Figuras 72 e 73).

Para o Programa DRENURBS e o BID, o mais importante são informações sobre a qualidade ambiental e sanitária das águas do córrego e nos pontos antes e após o lago, que demonstram, em síntese, as melhorias ambientais proporcionadas pela implementação do projeto nesta sub-bacia. Os parâmetros analisados estão listados na Tabela 7.

**TABELA 7: Listagem de parâmetros pesquisados na rede de monitoramento da qualidade da água da sub-bacia do Córrego Primeiro de Maio.**

Estação 1	Estação 2
Amônia	Amônia
Coliformes termotolerantes	Bário
Coliformes totais	Cloretos
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Coliformes termotolerantes
Fósforo total	Coliformes totais
Nitrogênio nítrico	Condutividade elétrica
Óleos e graxas	Cor aparente
Oxigênio dissolvido	DBO
pH	Demanda Química de Oxigênio (DQO)
Sulfatos	Ferro solúvel
	Fósforo total
	Manganês total
	MBAS (surfactantes)
	Mercurio
	Nitrogênio nítrico
	Nitrogênio nitroso
	Óleos e graxas totais
	Oxigênio dissolvido
	pH
	Sólidos dissolvidos
	Sólidos em suspensão
	Sólidos totais
	Sulfatos
	Temperatura da água e do ar
	Turbidez
	Vazão direta
	Zinco

Fonte: Belo Horizonte (2009).



**FIGURA 72:** Estação 01 - Córrego Primeiro de Maio, a montante do lago (maio/2009).

Fonte: Belo Horizonte (2009).

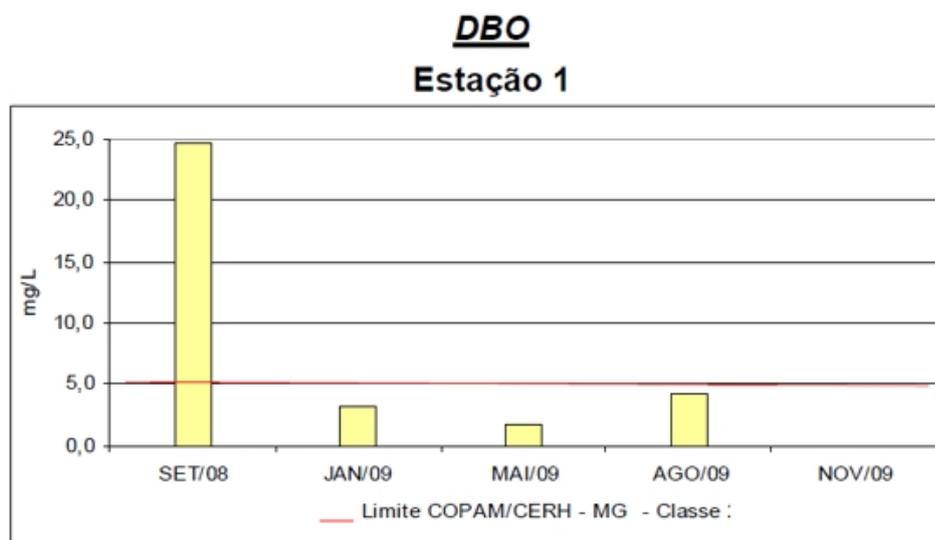


**FIGURA 73:** Estação 02 - Córrego Primeiro de Maio, próximo ao encontro das ruas Penélope e Joana d'Arc, a jusante do lago (agosto/2009).

Fonte: Belo Horizonte (2009).

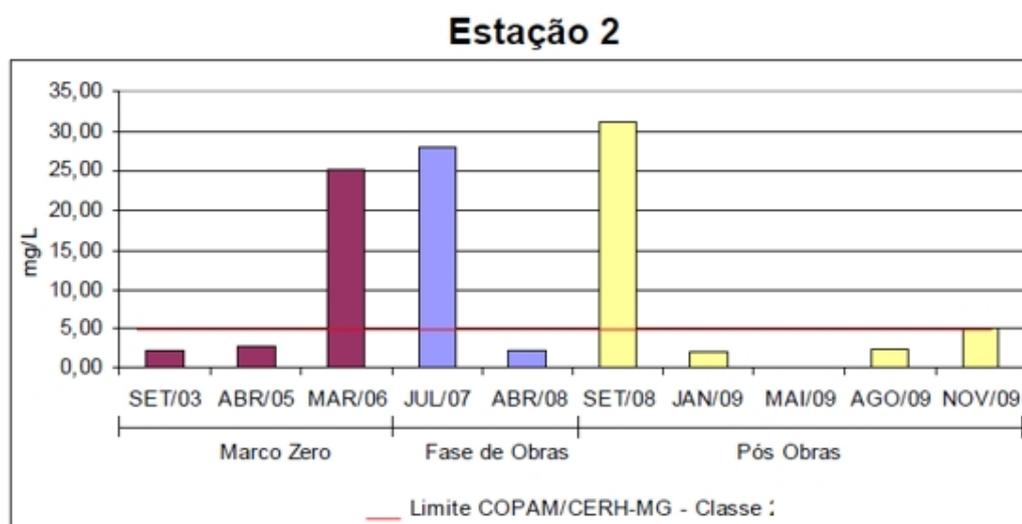
### 5.5.1 Resultados da pesquisa da DBO

A DBO retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea. A DBO é um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água.



**GRÁFICO 3** Resultados da DBO - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.

Fonte: Belo Horizonte (2009).



**GRÁFICO 4:** Resultados da DBO - Estação 2 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.

Fonte: Belo Horizonte (2009).

Os dados apresentados no Gráfico 3 (Estação 2) mostram que a DBO superou os 20 mg/L em duas campanhas, março de 2006 e julho de 2007 durante a etapa para estabelecimento do Marco Zero (antes do início das obras) e na primeira campanha de fase durante a execução das obras, setembro de 2008, acima de 30 mg/L.

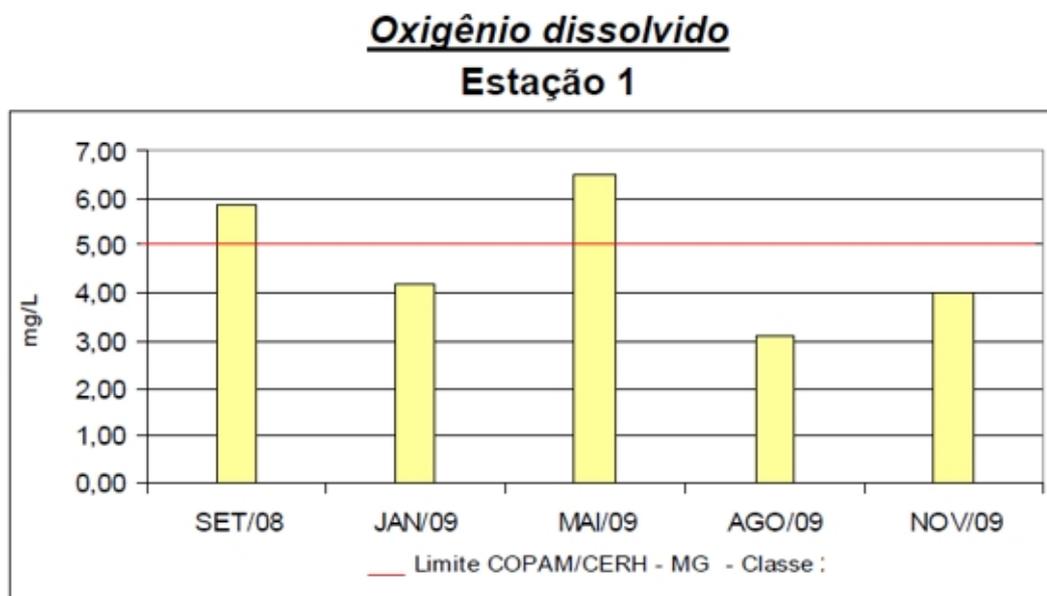
Ao final das obras, em abril/08, houve grande redução na quantidade de material orgânico biodegradável nas águas do Córrego Primeiro de Maio, em função da interceptação dos efluentes sanitários pelo Programa DRENURBS.

Na campanha seguinte, realizada em setembro/08, quando começaram a ser monitoradas outras estações na sub-bacia em questão (Estações 01 e 03), a DBO voltou a apresentar altos teores. Isto pode ter tido relação com o carreamento de matéria orgânica, através do escoamento superficial (poluição difusa através dos dispositivos de drenagem urbana e de terrenos adjacentes), para dentro do corpo d'água ou com eventuais contribuições clandestinas de esgotos.

Nas campanhas seguintes, realizadas ao longo do ano de 2009, a DBO novamente foi encontrada em baixos teores, confirmando a melhoria da qualidade da água, em função das obras executadas no local.

### **5.5.2 Resultados da pesquisa de Oxigênio Dissolvido (OD) - Estações 1 e 2**

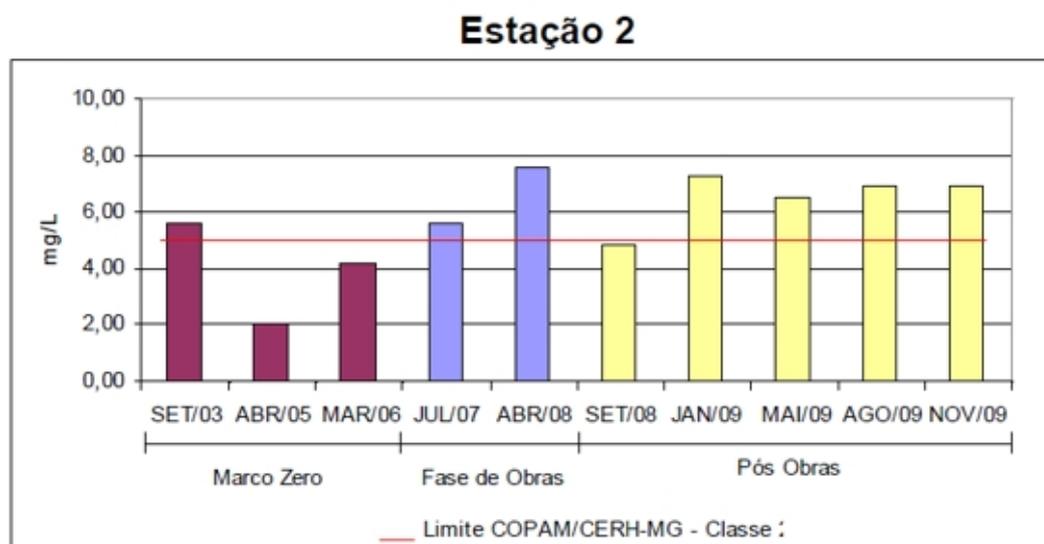
O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Valores de OD bem inferiores a saturação (concentração de saturação igual a 9,2 mg/L a 20° C e ao nível do mar) indicam a presença de matéria orgânica (provavelmente esgotos). De acordo com a DN 01/08, para cursos d'água Classe 2, esse parâmetro deve apresentar resultados superiores a 5 mg/L.



**GRÁFICO 5: Resultados de OD - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.**

Fonte: Belo Horizonte (2009).

Na Estação 1 foram registrados resultados satisfatórios de OD em setembro de 2008 e maio de 2009. Nas outras três campanhas realizadas na etapa após o término das obras (janeiro/09, agosto/09 e novembro/09), os resultados foram inferiores ao limite mínimo fixado pelo COPAM/ Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG). O mês de agosto a vazão do corpo d'água é mínima e a própria poluição natural (presença de matéria orgânica devido à degradação de vegetação e animal) pode provocar a depleção do oxigênio. Além disto, em baixas temperaturas a oxigenação das águas superficiais é menor. Os resultados inferiores a 5 mg/L de janeiro e novembro podem ter sido ocasionados devido o aporte de materiais carreados neste período chuvoso.



**GRÁFICO 6: Resultados de OD - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.**

Fonte: Belo Horizonte (2009).

Na Estação 2, onde foram realizadas amostragens desde antes da intervenção do Programa DRENURBS, observou-se aumento da oxigenação nas águas em função das obras para interceptação dos efluentes sanitários. Nesta estação, foram encontrados altos resultados de oxigênio dissolvido em todas as campanhas da etapa após a execução das obras, exceto em setembro de 2008, quando o valor encontrado foi ligeiramente inferior ao limite mínimo fixado pelo COPAM/CERH-MG.

Observa-se, portanto, que embora tenham sido encontrados resultados de oxigênio dissolvido mais baixos na Estação 01, a oxigenação do Córrego Primeiro de Maio foi recuperada no trecho mais a jusante, conforme mostraram os resultados referentes à Estação 02.

### 5.5.3 Resultados da pesquisa de Sólidos Suspensos (SS) - Estação 2

Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com o tamanho e estado (sólidos em suspensão e dissolvidos); características químicas (sólidos voláteis e fixos) e sua decantabilidade (sólidos em suspensão sedimentáveis e não

sedimentáveis). De acordo com o COPAM/CERH-MG (DN n. 01/08), os SS não devem apresentar resultados superiores a 100 mg/L em águas de Classe 2.



**GRÁFICO 7: Resultados de SS - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.**

Fonte: Belo Horizonte (2009).

Os resultados de SS foram baixos ao longo de todo o período estudado. Este parâmetro apresentou maior resultado em julho de 2007, quando estavam sendo realizadas atividades de revolvimento dos solos e o consequente arraste de sedimentos para dentro do corpo d'água, em função das obras. Nas campanhas seguintes (final da fase de obras e fase após o término das obras), os sólidos suspensos apresentaram resultados mais baixos, sendo que nem mesmo foram detectados em algumas campanhas.

#### 5.5.4 Resultados da pesquisa de Sólidos Dissolvidos (SD) - Estação 2

O COPAM/CERH-MG (DN n. 01/08) fixa o limite de Sólidos Dissolvidos em 500 mg/L em corpos d'água enquadrados como Classe 2. Ao longo de todo o período em estudo, todos os resultados desse parâmetro estavam em conformidade com a legislação. As águas do trecho monitorado (Estação 02) estavam com moderado teor de

sais. O menor resultado foi observado em setembro de 2008, na primeira campanha após as obras.

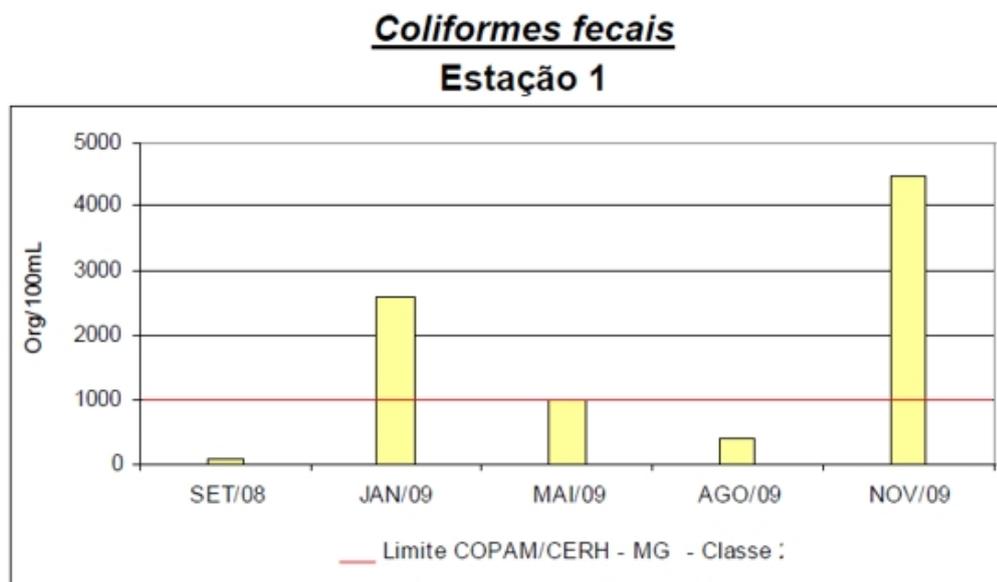


**GRÁFICO 8: Resultados de SD - Estação 2 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.**

Fonte: Belo Horizonte (2009).

### 5.5.5 Resultados da pesquisa de coliformes fecais

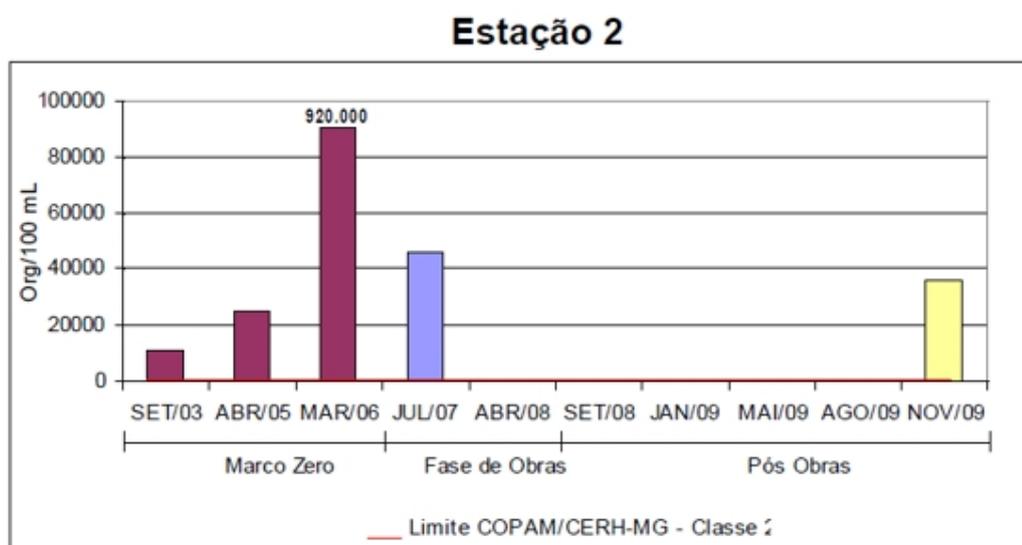
Os corpos hídricos estão sujeitos à contaminação por águas residuárias e excretas de origem humana e animal, podendo, desta forma, conter organismos patogênicos e, conseqüentemente, ser um veículo na transmissão de doenças. As bactérias do grupo coliformes são mundialmente utilizadas na avaliação da qualidade das águas. De acordo com o COPAM/CERH-MG (DN Conjunta n. 01/08), os coliformes termotolerantes (fecais) não devem ultrapassar 1.000 org./100 mL em águas de Classe 2, baseado no cálculo estatístico que considera o risco da presença de um organismo patogênico a cada 1.000 coliformes termotolerantes. Foram realizadas análises de coliformes termotolerantes nas Estações 01 e 02.



**GRÁFICO 9: Resultados de *Coli* fecais - Estação 1 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.**

Fonte: Belo Horizonte (2009).

A Estação 01 foi monitorada somente na etapa após a execução das obras e apresentou dois resultados superiores ao limite máximo fixado pelo COPAM/CERH-MG, os quais foram registrados em janeiro de 2009 e novembro de 2009.



**GRÁFICO 10: Resultados de *Coli* fecais - Estação 2 de Monitoramento/Córrego Primeiro de Maio.**

Fonte: Belo Horizonte (2009).

Na Estação 02, monitorada desde a etapa para estabelecimento do Marco Zero (antes das obras), houve grande redução nas densidades de coliformes termotolerantes após a intervenção do DRENURBS, apesar de ter sido registrado um resultado alto para esses organismos em novembro de 2009.

Os resultados não-conformes registrados após o término das obras tiveram como principal causa a contaminação por fezes de animais, visto que foram realizadas análises de estreptococos fecais e os valores encontrados foram muito altos. Os estreptococos fecais são bactérias presentes, em maiores densidades, nas fezes de animais de sangue quente, por isso são indicativos de contaminação fecal de origem animal nas águas. Ressalta-se que durante as amostragens foi notada a presença de patos no trecho monitorado.

#### **5.5.6 Obtenção dos resultados de qualidade das águas**

Para obter os resultados de qualidade das águas são realizados cálculos das cargas orgânicas presentes no corpo d'água, avaliando, desta forma, o efeito mitigador de implantação do Projeto e o cumprimento da meta estabelecida pelo DRENURBS. Para realização destes cálculos foi adotado o Índice de Qualidade das Águas (IQA), que permite viabilizar a comparação entre os resultados encontrados antes do início das obras e após o término das mesmas.

O IQA é usado para facilitar a interpretação geral da condição de qualidade dos corpos d'água, pois indica o grau de contaminação presente devido aos materiais orgânicos fecais, nutrientes e sólidos, que normalmente são indicadores de poluição associados a despejos domésticos. Este Índice foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) em 1970 nos Estados Unidos, através da pesquisa de nove parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fósforo total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais). Para cada parâmetro são traçadas curvas médias de variação em função de suas respectivas concentrações. O índice pode ser entendido como “nota” que retrata condições de qualidade variando de “muito ruim” a “excelente”. Para tanto, são atribuídos pesos a cada parâmetro analisado e a qualidade da água é classificada de acordo com as faixas de valores obtidos do cálculo do índice.

**TABELA 8: Intervalos de notas do IQA e classificação da qualidade das águas.**

Intervalo	Classificação
80 - 100	Qualidade excelente
52 - 79	Qualidade boa
37 - 51	Qualidade média
20 - 36	Qualidade ruim
0 - 19	Qualidade muito ruim

Fonte: Dados da pesquisa.

Em todas as estações de amostragem localizadas os resultados das análises dos parâmetros monitorados foram comparados aos limites estabelecidos pela legislação estadual, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01, de 05 de maio de 2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Nesta DN o Córrego Primeiro de Maio é classificado como Classe 2. Os parâmetros analisados têm seus limites conforme esta classificação. Foram estudados os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos suficientes para as considerações determinadas pelas instituições de financiamento.

### 5.5.7 Monitoramento da Qualidade das Águas

Os resultados do monitoramento da qualidade das águas de coletas executadas nas Estações 1 e 2, e do IQA para as fases relativas ao Marco Zero, durante as obras e após a execução das obras, foram:

#### a) Campanhas realizadas na fase durante a execução das obras

Em julho de 2007, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos apontaram águas de qualidade comprometida, assim como aconteceu antes do início das obras;

Em abril de 2008, no entanto, quando a obra estava sendo finalizada, foi registrada grande melhora na qualidade da água do corpo d'água em questão. Houve grande redução de matéria orgânica (DBO, DQO e coliformes), de material particulado em suspensão (sólidos suspensos e turbidez), cor, óleos e graxas, fósforo, amônia e surfactantes, apontando a eficiência das ações implementadas pelo DRENURBS na sub-bacia estudada.

**b) Campanhas realizadas na fase após o término das obras**

Em setembro de 2008 houve ligeira redução na qualidade da água do Córrego Primeiro de Maio, em relação à campanha de abril de 2008. Isto pode ter relação com resquícios das contribuições a partir de esgotos domésticos que aconteciam no trecho monitorado ou com o carreamento dos solos marginais provocado pela forte chuva registrada dias antes da coleta.

Ao longo de 2009, alguns dos parâmetros que apresentaram resultados em desacordo com os limites fixados pelo COPAM/CERH-MG (DN nº 01/08) para águas de Classe 2 foram: nitrato, fósforo total, manganês, oxigênio dissolvido e coliformes fecais.

Os gráficos a seguir apresentam os resultados obtidos no marco zero (setembro/03, abril/05 e março/06), durante as obras (julho/07 e abril/08) e após o término das obras (setembro/08, janeiro/09, maio/09, agosto/09 e novembro/09) para os parâmetros OD, DBO, sólidos dissolvidos, sólidos suspensos e coliformes fecais, comparados com os limites estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG n. 01/08.

Os resultados do IQA na sub-bacia Primeiro de Maio (Estação 02 – Córrego Primeiro de Maio, próximo ao cruzamento das ruas Penélope e Joana d’Arc), no período de setembro de 2003 a novembro de 2009, estão apresentados na Tabela 9.

**TABELA 9: Resultados do IQA.**

CAMPANHAS									
set./03	abr./05	mar./06	jul./07	abr./08	set./08	jan./09	mai./09	ago./09	nov./09
IQA									
68,6	44,5	34,6	32,9	78,4	45,7	72,5	69,2	70,6	53,5
CLASSIFICAÇÃO									
boa	media	ruim	ruim	boa	media	boa	boa	boa	boa

Fonte: Belo Horizonte (2009).

Se consideradas as campanhas realizadas após o término das obras na sub-bacia do Córrego Primeiro de Maio, nota-se que em setembro de 2008 houve queda na qualidade da água em relação à campanha anterior, realizada ao final da etapa de obras do Programa DRENURBS (abril/08). Conforme citado anteriormente, as chuvas

registradas dias antes das amostragens podem ter favorecido o carreamento de material presente nos solos adjacentes ao Córrego Primeiro de Maio, aumentando a quantidade de material orgânico nas águas. Esta afirmativa é corroborada pelo fato dos resultados do IQA das campanhas seguintes terem voltado a apresentar boa qualidade.

Vale ressaltar que apesar do resultado de novembro de 2009 também ter apontado águas de boa qualidade, este foi menor que os registrados nas três campanhas anteriores. O valor encontrado foi favorecido principalmente pelo alto resultado de coliformes termotolerantes que, conforme explicado anteriormente estava relacionado à presença de animais nas proximidades do ambiente monitorado.

### **5.6 Proposta de pontuação do Programa DRENURBS/Primeiro de Maio**

Conforme Albrecht (2008), a década de 1990 foi o marco no surgimento das instituições votadas para o meio ambiente e o urbanismo. Neste período foram criados nos Estados Unidos da América, alguns organismos em prol de um crescimento mais sustentável, os Conselhos para a Construção Sustentável (*US Green Building Councils - USCBG*), o Congresso para um Novo Urbanismo (*Congress for the New Urbanism - CNU*) e a Rede Inteligente de Crescimento (*Smart Growth Network - SGN*).

Devido a ocupação de grandes áreas das cidades norte americanas (esparramadas – *urban sprawl*), foi desenvolvido conceitos para uma nova ordenação urbana, a revitalização de comunidades existentes e a restauração de cidades compactas com novos usos. Este trabalho envolveu planejadores urbanos, arquitetos e engenheiros, representantes da população e investidores defensores dos novos conceitos de cidades. Foram chamados os “novos urbanistas”.

Em 1993 foi criado, nos EUA, o Congresso para o Novo Urbanismo (*Congress for the New Urbanism - CNU*), organismo com abordagem multidisciplinar, ativa, para restaurar e criar comunidades, por um grupo de profissionais que trabalhava com projetos de provisão da qualidade de vida e proteção ao meio ambiente. Hoje, apenas nos EUA existem mais de 200 assentamentos criados sob as novas diretrizes do CNU.

O CNU defende a reestruturação de políticas públicas e práticas de urbanização para dar suporte à restauração de centros urbanos e cidades, por meio da reconfiguração de subúrbios afastados para incorporação de características básicas de bairros reais, com

as complexidades urbanas, com presença de usos diversos, pessoas de várias idades e classes sociais, tudo de alguma forma conectado com o restante da malha urbana da cidade. Também defende a preservação do ambiente natural e a conservação do legado construído.

O CNU tem parceria com o USGBC e outra instituição o Conselho de Defesa dos Recursos Naturais (*Natural Resource Defense Council - NRDC*) para estabelecer uma forte coordenação e estratégia ambiental: sustentabilidade em escala de bairros e comunidades. Esta parceria gerou uma nova ferramenta de pontuação para fins de certificação de projetos de bairros com conservação de energia e critérios ambientais, o *Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development Rating System (LEED-ND)*. Este sistema discute a concepção de bairros e desenvolvimento de comunidades que integram os princípios do crescimento inteligente e de um novo urbanismo. A certificação LEED-ND requisita que o desenvolvimento da localização e concepção do empreendimento cumpra elevados níveis de responsabilidade ambiental e social. Para tanto, estas instituições propuseram, em 2009, uma versão piloto, como um check-list, o *Project Scorecard - Pilot Version*, que contém critérios de pré-requisitos e de créditos de pontuação para análise de certificação desses empreendimentos. Estes critérios foram baseados na Carta do Novo Urbanismo e nos Princípios do Crescimento Inteligente (*Smart Growth*).

Uma proposta para restaurar cidades e bairros foi desenvolvida à partir de outubro de 1993, quando foi realizado o I Congresso do Novo Urbanismo (CONCIL OF NEW URBANISM, 1993) na cidade de Alexandria, Estado da Virgínia/EUA que contou com a participação de 170 profissionais, de diversos campos de atuação. Outros congressos se sucederam até que no IV Congresso, o IV CNU, realizado em Charlestown, Carolina do Sul/EUA, em 1996, foi assinada a Carta do Novo Urbanismo por 266 participantes. Segundo Macedo (2004), este documento estabelece 27 princípios associados à formação do espaço regional, da cidade e do bairro, com a intenção de organizar sistemas regionais articulando áreas urbanizadas centrais com cidades menores e distritos, valorizar a acessibilidade por transportes coletivos, reduzir percursos e criar comunidades compactas, estimular o processo de participação da comunidade e retomar os tipos de urbanismo tradicional.

A partir desse documento, foram estabelecidos os princípios básicos do Crescimento Inteligente (*Smarth Growth*) que, por sua vez, deram origem à versão piloto do *Project Scorecard 2009* do *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) que é um sistema reconhecido de certificação de construções verdes. Uma adaptação deste sistema foi utilizada neste trabalho para pontuar o DRENURBS/Primeiro de Maio.

Há 10 princípios aceitos que definem o Crescimento Inteligente, e de interesse deste trabalho. Foram considerados alguns princípios da Carta do Novo Urbanismo mais afeitos ao desenvolvimento de bairros e conexões (CONCIL OF NEW URBANISM, 1993).

1. Uso misto do solo (*mix land uses*) – áreas de preservação, ocupação urbana, agriculturáveis, paisagismo, etc.

Os bairros devem ser compactos, acolhedores, para as pessoas simplesmente estarem ou caminharem, e devem ter uso do solo do tipo misto. Os corredores são os conectores regionais dos bairros e dos setores; e eles variam desde os chamados *boulevards* e linhas férreas, até os cursos d'água e estradas-parque (Figura 74).



**FIGURA 74: Soluções para drenagens naturais situadas em meio de bairros.**

Fonte: Google Imagens (2010).

2. Tirar proveito de projetos de construções compactas (*take advantage of compact building design*) – reduzir as intervenções urbanas preservando áreas de permeabilidade, custo otimizado para infraestrutura urbana, etc.  
O bairro, o setor urbano e o corredor são elementos essenciais para o desenvolvimento ou re-desenvolvimento da cidade. Formam áreas identificadas que encorajem as pessoas ter responsabilidade sobre sua manutenção e transformação.
3. Criar uma gama de oportunidade de escolhas de moradias (*create a range of housing opportunities and choices*) – uni-familiar, edifícios residenciais, conjuntos habitacionais, etc.  
Uma grande variedade de tipos de moradia e preços pode facilitar a interação no dia-a-dia de pessoas de diversas idades, raças e níveis de renda, reforçando vínculos pessoais e cívicos, essenciais para o crescimento de uma autêntica comunidade.
4. Criar bairros (distritos, vizinhanças) conectados com vias para pedestres (*create walkable neighborhoods*).  
Muitas atividades do cotidiano podem acontecer a uma distância possível de se percorrer a pé, possibilitando independência àqueles que não dirigem veículos, especialmente o idoso e o jovem. Uma rede interligada de vias pode ser projetada para encorajar o caminhar, reduzir o número e a distância das viagens de automóveis, e conservar energia.
5. Estimular e atrair, com distinção, comunidades com forte senso de lugar (*Foster distinctive, attractive communities with a strong sense of place*) – sentido de pertencimento; senso de preservação cultural.  
Ruas e praças podem ser seguras, confortáveis e interessantes para pedestres. Bem configuradas, elas encorajam o passeio, permitem aos moradores conhecer-se e com isto protegerem sua comunidade.
6. Preservar espaço aberto (ventilação, iluminação), solo cultivado (permeabilidade e fertilidade), belezas naturais (paisagens) e áreas ambientais críticas (APP, topos de morros, declives fortes, várzeas e brejos, florestas naturais, etc.) – (*preserve open space, farmland, natural beauty, and critical environmental areas*);

A metrópole tem uma necessária e frágil relação com a área rural e a paisagem natural, uma relação ambiental, econômica e cultural. As terras agrícolas e a natureza estão para a metrópole assim como o jardim está para a casa. Uma diversidade de parques, desde áreas para crianças e os pequenos espaços verdes das vilas residenciais, até os campos de jogos e os jardins comunitários, podem ser distribuídos nos bairros. Áreas de preservação e áreas abertas podem ser usadas para definir e conectar diferentes bairros e distritos.

7. Fortalecer e direcionar o desenvolvimento de comunidades existentes (*Strengthen and direct development towards existing communities*).

A preservação e renovação de edifícios históricos, áreas urbanas significativas (distritos) e espaços verdes (*landscapes*) garantem a continuidade e evolução da sociedade urbana.

8. Proporcionar escolhas de transporte variado (*Provide a variety of transportation choices*) – modais de transporte como ônibus, metrô, vias para ciclistas.

Densidades adequadas de edificações e do uso do solo podem estar a uma distância possível de ser percorrida a pé desde os pontos de parada do sistema de transportes, permitindo que o transporte público seja uma alternativa para o uso do automóvel (Figura 75).



**FIGURA 75: Ocupação inteligente – pistas de bicicletas e de caminhadas em meio urbano de ocupação densa.**

Fonte: Google Imagens (2010).

9. Tomar decisões desenvolvidas com previsibilidade, justas e de custo otimizado/efetivo (*make development decisions predictable, fair, and cost effective*);

A região metropolitana é uma unidade econômica fundamental no mundo contemporâneo. Cooperação do governo, política pública, planejamento físico, e estratégias econômicas devem refletir esta nova realidade.

10. Incentivar as comunidades e a colaboração de parceiros no desenvolvimento de decisões (*encourage community and stakeholder collaboration in development decisions*).

O traço comum entre todos os Princípios é que as necessidades de cada comunidade e programas para lidar com eles (os Princípios) são melhor definidas pelas pessoas que vivem e trabalham ali.

### **5.6.1 Análise para a pontuação do DRENURBS – uma adaptação do Project Scorecard/ LEED-ND**

As Tabelas 10 e 11 foram elaboradas tendo como base o sistema de certificação do LEED-ND e os princípios do Crescimento Inteligente e da Carta do Novo urbanismo, adaptado à realidade do projeto DRENURBS implantado pela Prefeitura de Belo Horizonte na área do Córrego Primeiro de Maio, Região Norte do Município.

Esta adaptação permitiu comparar os benefícios do DRENURBS com os referidos Princípios e pontuar pré-requisitos e créditos do LEED-ND que pudesse estabelecer um paralelismo do DRENURBS com projetos atuais de sustentabilidade urbana.

Em geral, em sistemas de certificação, utiliza-se de uma listagem de critérios elencados para uma abrangência máxima sobre todos os aspectos a serem analisados, como, um processo de projeto e re-projeto, a localização do empreendimento, tecnologias, novos materiais, gestão de resíduos, consumo de energia, perdas desnecessárias ou refugos, meio ambiente, transporte e acessibilidade. Outros itens podem aparecer dependendo da distância das obras, da necessidade de outros tipos de transporte, por exemplo. Desta forma, a listagem do LEED-ND oferece pré-requisitos

que são básicos ou requeridos e critérios a serem pontuados tendo em vista, é claro, a sustentabilidade econômica e sócio-ambiental do empreendimento.

A Tabela 10 apresenta uma adaptação do *Project Scorecard/LEED-ND* ajustada à realidade do DRENURBS/Primeiro de Maio, tendo em vista os critérios que mais se aproximam do empreendimento deste empreendimento. Após esta análise foi elaborada a Tabela 11 onde se pontuou os critérios especificados.

**TABELA 10: Comparação dos resultados obtidos no DRENURBS/Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND**

<b>Critérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND</b>	<b>Pontuação possível</b>	<b>Intenções do LEED-ND</b>	<b>Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND</b>
<b>LOCAÇÃO INTELIGENTE E CONEXÃO</b>			
01 - Locação inteligente (preferencial)	Requerido/ atendido	Incentivar o empreendimento próximo ou dentro de comunidades, reduzindo o uso do transporte coletivo ou automotivo com incentivo para caminhadas.	O empreendimento foi implantado em área residencial e comercial, estabelecida no período entre as décadas de 50 e 70, praticamente. A escolha do local foi resultado de lutas e demandas da comunidade por melhorias sócio-ambientais do bairro.
02 - Espécies e comunidades ecológicas ameaçadas	Requerido/ atendido	Proteger espécies e comunidades ecológicas ameaçadas.	Uma das principais funções do Parque foi de restauração e preservação de mata ciliar, existente e em formação, onde foi introduzido espécies da flora belorizontina; quanto à fauna, a estratégia foi de permitir que surgisse com o tempo.
03 - Conservação dos corpos d'água e de áreas inundáveis (várzeas)	Requerido/ atendido	Conservar a qualidade da água, da hidrologia natural e do habitat e preservar a biodiversidade.	Um dos principais objetivos do projeto foi de recuperar a qualidade ambiental do ecossistema aquático e proteger nascentes e que foi comprovado pelos resultados obtidos nas campanhas de monitoramento da qualidade das águas.

<b>Critérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND</b>	<b>Pontuação possível</b>	<b>Intenções do LEED-ND</b>	<b>Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND</b>
04 - Conservação de áreas agriculturáveis	Requerido/ atendido	Preservar os recursos agrícolas insubstituíveis e de terras florestais e contra o desenvolvimento extrativista.	O projeto prevê a recuperação e proteção da vegetação ciliar o que compreende recuperar e preservar o solo agriculturável utilizado na manutenção da flora local.
05 - afastamento de cotas de inundação	Requerido/ atendido	Preservar a vida e as propriedades, promover espaço para sistema hidrológico, conservação de habitat e qualidade das águas.	O projeto incluiu a preservação de APP e a construção de pequena lagoa, tendo como função o controle de cheias (bacia de detenção) e constituição de habitat para espécies da fauna e flora.
<b>CRÉDITOS</b>			
01 - localização preferencial	0 - 3	Promover empreendimentos em comunidades existentes e lugares desenvolvidos para reduzir danos ambientais associados ao espraiamento. Conservar recursos naturais e financeiros requeridos para a construção e manutenção da infraestrutura.	O projeto está inserido em área residencial em local sob forte processo de degradação ambiental e social, invasão de águas de enchentes com prejuízos de vidas humanas e financeiros por causa de destruição de propriedades e infraestrutura urbana.
02 - reurbanizar terras contaminadas ( <i>brownfield* redevelopment</i> )	0 - 2	Promover o reuso de áreas através do desenvolvimento de locais, onde o mesmo é dificultado devido à contaminação ambiental, reduzindo a pressão sobre áreas já urbanizadas.	È intenção básica do DRENURBS a reabilitação de áreas degradadas de fundo de vale com objetivo oferecer melhorias sócio-ambientais para a região. Não houve a intenção minimizar a pressão sobre áreas já urbanizadas. Entretanto, estas melhorias poderão, ao longo do tempo, re-valorizar sócio-economicamente a região.

<b>Crítérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND</b>	<b>Pontuação possível</b>	<b>Intenções do LEED-ND</b>	<b>Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND</b>
03 - reduzida dependência de transportes	0 - 7	Promover o empreendimento em locais que contam com boas opções de transporte ou que reduza o uso de veículo motor	A região conta com duas modalidades de transporte coletivo (ônibus intermunicipal e metrô).
04 - preservação de taludes acentuados	0 - 1	Minimizar erosão para proteger habitat, reduzir o stress sobre o ecossistema aquático, preservando encostas íngremes em estado natural, com vegetação.	Todas as áreas do projeto que sofreram modificações, estruturais no solo e retirada de vegetação foram reabilitadas e protegidas com massa verde.
05 - concepção para preservação de habitat ou várzeas	0 - 1	Conservar habitat de vida selvagem nativa, áreas alagadiças e corpos d'água.	O projeto previu a recuperação do ecossistema aquático e de pequenas áreas típicas de várzea, devido aos meandros restaurados do curso das águas.
06 - restauração de habitat ou várzea	0 - 1	Restaurar habitats de vida selvagem que foram prejudicados por atividades antrópicas.	A implantação do projeto previu e concluiu a restauração do ecossistema aquático.
07 - gestão de conservação de habitat ou várzea	0 - 1	Conservar habitat de vida selvagem nativa, áreas alagadiças e corpos d'água.	A responsabilidade do manejo, após as obras ficou a cargo da Fundação Municipal de Parques e Áreas Verdes da PBH. No local também trabalham jardineiros e pessoal da manutenção sob a coordenação de biólogos.

<b>Crítérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND</b>	<b>Pontuação possível</b>	<b>Intenções do LEED-ND</b>	<b>Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND</b>
<b>PADRÃO E DESENHO DE VIZINHANÇA</b>			
01 - Comunidades abertas/comunicação	Requerido/atendido	Promover comunidades que estão fisicamente conectadas umas as outras. Incentivar censo de comunidade e interconectividade além dos limites da área de desenvolvimento do projeto.	A região Norte de Belo Horizonte conta com 8 unidades de planejamento (UP), 36 bairros, seis conjuntos habitacionais, duas vilas (aglomerados) e uma zona rural. Possui uma população 193.764 hab. (BELO HORIZONTE, 2003). A UP Primeiro de Maio é composta pelos bairros Guarani, Aarão Reis, Minaslândia, Providência, Primeiro de Maio, Boa União, e o Conjunto Habitacional Providência. Conta com uma população de 35.901 hab. Os bairros são conectados por vias de tráfego.
02 - Urbanização compacta	Requerido/atendido	Conservar o ambiente com qualidade, com eficiência no transporte e boas condições para caminhar.	A extensão territorial da região é de 33,69 km <sup>2</sup> , com uma densidade demográfica de 5.750,87 hab./km <sup>2</sup> .
03 - Vias transitáveis/pista de pedestres	Requerido/atendido	Conservar o ambiente com qualidade, com eficiência no transporte e boas condições para caminhar.	O projeto previu melhorias nas vias de transito e passeios para pedestres nas ruas adjacentes ao Parque e pista interna para caminhadas.
<b>CRÉDITOS</b>			
01 - vias transitáveis e estruturas para pedestres (externa e interna ao Parque)	3 - 12	Conservar o ambiente com qualidade e boas condições para transitar com segurança e praticar caminhadas, tendo em vista proporcionar maior qualidade na saúde do usuário e da população vizinha.	Foram feitas melhorias nas ruas e passeios adjacentes à área do Projeto e construída uma pista de caminhada interna ao Parque, sendo um trecho de pavimento em concreto antiderrapante e trecho em trilha por meio da APP do córrego e herbário, proporcionando atividades estimuladoras de saúde.

<b>Crítérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND</b>	<b>Pontuação possível</b>	<b>Intenções do LEED-ND</b>	<b>Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND</b>
02 - diversidades de tipo de imóveis (população por renda)	0 - 7	Permitir cidadãos de ampla faixa de níveis de econômicos e faixa etária viverem na comunidade.	O processo de ocupação da região permitiu a inclusão de diversos setores da sociedade, além de passar por processos de urbanização com atração de novos moradores e comércio. A Região Norte, ainda, devido ao desenvolvimento atual do setor norte do Município, deverá passar por mais transformações sócio-econômicas e demográficas.
03 - reduzida área de estacionamento	0 - 1	Mínimizar os impactos ambientais adversos dos estacionamentos.	Nas instalações do Parque Primeiro de Maio foi previsto um pequeno estacionamento suficiente para estacionar no máximo um ônibus de visitantes e espaço para veículos dos funcionários e uma viatura ou ambulância.
04 - facilidades (acesso) para o transporte público	0 - 1	Promover estruturas de trânsito para veículos e pedestres seguras e confortáveis.	Proximidade de estação do metrô São Gabriel e estrutura básica de transporte por ônibus intermunicipal.
05 - acesso a espaços públicos	0 - 1	Promover espaços abertos próximos ao trabalho e residência, incentivando a prática de caminhadas e convívio com ambientes naturais.	O Parque Primeiro de Maio está aberto aos visitantes e usuários comuns todos os dias da semana com segurança – presença de guarda municipal – pessoal da manutenção, monitores, administração e portaria. A estrutura da Unidade inclui uma pista para caminhada de aproximadamente 500 metros, em pavimento antiderrapante e trilha por meio da APP.
06 - acesso a espaços para recreação	0 - 1	Promover espaços abertos próximos ao trabalho e residência, incentivando a prática de caminhadas e convívio com ambientes naturais.	O Parque oferece quadra poli-esportiva, área para jogos de mesa e espaço para caminhadas, vivências comunitárias, eventos culturais como apresentações de teatro de arena, circuito para educação ambiental e espaço para descanso e contemplação.

<b>Crítérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND</b>	<b>Pontuação possível</b>	<b>Intenções do LEED-ND</b>	<b>Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND</b>
07 - acessibilidade universal (padrão de acessibilidade)	0 - 1	Possibilitar uma faixa mais ampla possível de pessoas, independente de idade ou habilidade a participação da vida comunitária através do uso dos espaços abertos.	O Parque recebe diariamente diversos visitantes e conta com acessibilidade para pessoas idosas e dependentes físicos, além de acompanhamento técnico para atividades desta população.
08 - atividades comunitárias de capacitação e envolvimento	0 - 2	Incentivar a participação da comunidade no projeto e planejamento e envolver as pessoas em como deve ser as melhorias ao longo do tempo.	O envolvimento das comunidades foi realizado através de reuniões para apresentação do Projeto que propôs uma mudança de paradigmas, através da proposta inovadora de não canalização, implantando a revitalização do curso d'água. O envolvimento futuro estará condicionado ao uso da área e integração da mesma como parte do lazer comunitário.
09 - sombreamento de vias com linha arbórea	0 - 2	Promover arborização adequada às vias de tráfego e vias de pedestres, contribuindo para redução da temperatura ambiente nas áreas adjacentes residenciais e nas práticas de exercícios físicos e caminhadas.	Além da revitalização arbórea no interior do Parque, as vias laterais tiveram suas infraestrutura de saneamento recuperadas e ganharam diversas espécies arbóreas, contribuindo para a melhoria ambiental do entorno e criando uma conexão mais efetiva com o Parque.
10 - escolas locais	0 - 1	Promover a integração dos profissionais da área da educação e comunidade, pais e alunos, através do uso do espaço público em atividades de recreação, físicas e integração social.	A Região Norte conta com 19 escolas municipais e 18 estaduais, para alunos inseridos na educação infantil, no ensino fundamental, no ensino médio e na educação de jovens e adultos. Possui, ainda, 18 creches conveniadas com a Prefeitura de Belo Horizonte que atendendo aproximadamente 1900 crianças.

Critérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND	Pontuação possível	Intenções do LEED-ND	Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND
<b>CONSTRUÇÃO E TECNOLOGIAS VERDES</b>			
01 - Prevenção de poluição da atividade de construção	Requerido/ atendido	Reduzir poluição de atividades construtivas controlando erosão do solo, sedimentação de cursos d'água e dispersão de particulados na atmosfera.	É prática da PBH o reaproveitamento de solo e entulhos de obras em pavimentação e produção de matéria prima para calçamento nas usinas de reciclagem de entulhos existentes, administradas pelo órgão.
<b>CRÉDITOS</b>			
01 - água e paisagem com uso eficiente (redução)	0 - 1	Minimizar o uso da água para irrigação reduzindo o uso de recursos naturais de água e dos sistemas de abastecimento.	O sistema de irrigação do Parque é realizado através da água da Cia de Saneamento (COPASA), pois durante o período de estiagem (maio a setembro) o caudal do curso d'água é insuficiente para uso de irrigação. O sistema hidrológico foi revitalizado com as funções precípua de detenção de cheias, recuperação e manutenção de ecossistema e paisagística.
02 - eliminar transtornos locais/projetos e construção	0 - 1	Preservar dossel arbóreo existente e vegetação existente e superfícies permeáveis encorajando adaptação das comunidades aos princípios do crescimento inteligente ( <i>Smart Growth</i> ); proteger ambientes naturais/ecossistemas e biodiversidade.	Durante a execução das obras houve perda da biota existente, porém, algumas áreas foram poupadas de movimentação de solo e retirada de vegetação. Após as obras civis foi implantada a proteção por vegetação das áreas e plantadas diversas espécies. O Projeto considera que os princípios de crescimento inteligente, neste caso de revitalização de um espaço urbano seja assimilado, com o tempo, pelas comunidades vizinhas e também pela população da cidade.

<b>Crítérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND</b>	<b>Pontuação possível</b>	<b>Intenções do LEED-ND</b>	<b>Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND</b>
03 - gestão de águas pluviais	0 - 4	Reduzir impactos s/ ecossistemas aquáticos, através de projetos imitando a hidrologia da drenagem natural, incluindo recarga do lençol freático. Reduzir poluição difusa por águas pluviais; controlar fluxos ativos de erosão e a sedimentação de fundos de vale; restaurar a qualidade das águas.	O Projeto DRENURBS tem como objetivo principal revitalizar o sistema hidrológico imitando a natureza dentro dos novos conceitos de renaturalização de corpos d'água. Também com objetivo de minimizar processos erosivos, proteger áreas de recarga das águas subterrâneas, nascentes e restaurar a qualidade das águas.
04 - redução de ilha de calor	0 - 1	Reduzir ilhas de calor para minimizar o impacto sobre o micro-clima local e sobre os habitat humano e da vida selvagem.	O Parque Primeiro de Maio funciona como uma ilha de sombreamento, e de absorção pluvial devido à permeabilidade, também é um espaços de ventilação reduzindo a temperatura, tornando o micro-clima mais ameno nos dias de calor excessivo.
05 - gestão de efluentes sanitários	0 - 3	Eliminar a poluição hídrica e do solo devido a presença de esgotos a céu aberto.	A eliminação da poluição hídrica por esgotos sanitários foi condição sine qua non para implantação do Projeto DRENURBS. Trata-se de um dos objetivos primordiais a eliminação dos esgotos e resíduos sólidos (lixo) das áreas revitalizadas.

<b>Critérios de localização e conexões inteligentes do LEED-ND</b>	<b>Pontuação possível</b>	<b>Intenções do LEED-ND</b>	<b>Análise das relações existentes na área do Parque Primeiro de Maio e as intenções do LEED-ND</b>
<b>INOVAÇÃO E PROJETO (1 crédito e 1 ponto possível)</b>			
01 - inovação e desempenho exemplar	Requerido e atingido 0 - 1	Garantir aos projetos um desempenho excepcional, acima do conjunto de critérios estabelecidos no LEED e/ou desempenho inovador (ou novo urbanismo) não especificamente indicado pelo LEED.	O Projeto não foi implantado com o objetivo de suplantar os critérios estabelecidos pelo LEED-ND, no entanto, tem seu mérito inovador tanto como técnica como política de gestão urbana. São poucas as experiências, ainda em todo o mundo, como do DRENURBS caracterizando em um projeto para um novo urbanismo, mas que o sistema LEED-ND tende a contemplar.

Fonte: Adaptado de Albrecht (2008).

A partir desta análise foi proposta uma pontuação para os critérios adaptados ao DRENURBS/Primeiro de Maio.

**TABELA 11: Pontuação do Projeto DRENURBS do Parque Primeiro de Maio**

<b>Título</b>	<b>Pontos possíveis</b>	<b>Parque Primeiro de Maio</b>
<b>LOCAÇÃO INTELIGENTE E CONEXÃO (5 pré-requisitos/créditos/23 pontos possíveis)</b>		
<b>Pré-requisitos</b>		
01: locação inteligente (preferencial)	Requerido	Atendido
02: espécies com perigo de extinção e comunidades ecológicas	Requerido	Atendido
03: conservação de corpos d'água e várzeas	Requerido	Atendido
04: conservação de áreas agriculturáveis	Requerido	Atendido
05: afastamento de cotas de inundação	Requerido	Atendido
<b>Créditos</b>		
01: locais preferenciais	3 a 10	10
02: reurbanizar terras contaminadas ( <i>brownfield redevelopment</i> )	0 a 2	2
03: reduzida dependência de transportes	0 a 7	5
04: preservação de taludes acentuados	0 a 1	1
05: concepção para preservação de habitat ou várzeas	0 a 1	1
06: restauração de habitat ou várzea	0 a 1	1

<b>Título</b>	<b>Pontos possíveis</b>	<b>Parque Primeiro de Maio</b>
07: gestão de conservação de habitat ou várzea	0 a 1	1
<b>SUB-TOTAIS DE PONTOS POSSÍVEIS ATINGIDOS</b>	<b>23</b>	<b>21</b>
<b>PADRÃO E DESENHO DE VIZINHANÇAS (2 pré-requisitos/10 créditos/29 pontos possíveis)</b>		
<b>Pré-requisitos</b>		
01: Comunidades abertas e comunicação	Requerido	Atendido
02: Urbanização compacta	Requerido	Atendido
03: Vias transitáveis	Requerido	Atendido
<b>Créditos</b>		
01: vias transitáveis/vias para pedestres	3 a 12	12
02: diversidades de tipo de imóveis (população por renda)	0 a 7	5
03: reduzida área para estacionamento	0 a 1	1
04: facilidades (acesso) para o transporte público	0 a 1	1
05: acesso a espaços públicos	0 a 1	1
06: acesso a espaços para recreação	0 a 1	1
07: acessibilidade universal (padrão de acessibilidade)	0 a 1	1
08: atividades comunitárias de capacitação e envolvimento	0 a 2	2
09: sombreamento das vias - linha arbórea	0 a 2	2
10: escolas locais	0 a 1	1
<b>SUBTOTAIS DE PONTOS POSSÍVEIS ATINGIDOS</b>	<b>29</b>	<b>27</b>
<b>CONSTRUÇÃO E TECNOLOGIAS VERDES (1 pré-requisito/05 créditos/10 pontos possíveis)</b>		
<b>Pré-requisitos</b>		
01: Prevenção de poluição da atividade de construção	Requerido	Atendido
<b>Créditos</b>		
01: água e paisagem (eficiente uso com redução)	0 a 1	1
02: eliminar transtornos locais/projetos e construção	0 a 1	1
03: gestão de águas pluviais	0 a 4	4
04: redução de ilhas de calor	0 a 1	1
05: gestão de efluentes sanitários	0 a 3	3
<b>SUBTOTAIS DE PONTOS POSSÍVEIS ATINGIDOS</b>	<b>10</b>	<b>09</b>
<b>INOVAÇÃO E PROJETO (1 crédito)/1 ponto possível</b>		
01: inovação e desempenho exemplar	0 a 1	1
<b>TOTAL DE PONTOS POSSÍVEIS ATINGIDOS</b>	<b>63</b>	<b>58</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Fazendo uma correlação com a pontuação possível de se atingir no *Project Scorecard* do LEED-ND, cujo número máximo é de 110 pontos, para os pré-requisitos

eleitos para avaliação do Programa, Tabela 12, o número máximo a ser atingido é de 63 pontos oferecidos para análise do DRENURBS/Primeiro de Maio.

**TABELA 12: Correlação entre a pontuação estimada no Project Scorecard (LEED-ND) e uma pontuação proporcional atingida pelo DRENURBS/Primeiro de Maio.**

Pontuação estimada Project Scorecard (LEED-ND) = 110 Points		Pontuação proporcional conforme a pesquisa = 63	Pontuação atingida
Certificação	40 - 49	10 - 19	-
Prata	50 - 59	20 - 29	-
Ouro	60 a 79	30 - 49	-
Platina	80 +	50 +	58

Fonte: Dados da pesquisa.

Esta avaliação considerou critérios propostos e adaptados do *Project Scorecard - LEED-ND*, a partir de uma aproximação de conceitos construtivos e valores sociais, econômicos e ambientais assumidos no Programa DRENURBS/ Primeiro de Maio e permitiu considerar um modelo de certificação de sustentabilidade de empreendimento para bairros adaptado a outros investimentos públicos que extrapola a construção de prédios e habitações verdes.

## 6 CONCLUSÃO

As cidades têm sua dinâmica e vão continuar se modificando. São muitas e diversas as necessidades de uma sociedade em expansão. Tecnologia e novos materiais são propostos todos os dias. Mas as cidades têm histórias e características geográficas que precisam ser respeitadas ou servir de base para outros investimentos e ampliações, pois existem muitas cidades dentro de uma metrópole e cada uma delas com suas características sócio-ambientais.

Diante disto, a administração pública precisa se preocupar com um modelo de gestão que considere efetivamente questões sócio-ambientais, acessibilidade, mobilidade e a valorização de novos espaços urbanos de convivência. Algumas atitudes neste sentido podem e devem ser adotadas na gestão de espaços urbanos e suburbanos, considerando os limites hidrográficos, as bacias e sub-bacias, suas áreas de recarga e nascentes, suas matas ciliares, suas calhas naturais. Assim como projetos com tecnologias para a renaturalização de corpos d'água.

O projeto implantado pelo Programa DRENURBS no Córrego Primeiro de Maio, pelos resultados obtidos, serve como base e reflexão para a revitalização sócio-ambiental de outras bacias hidrográficas em meio urbano. Este trabalho aponta para a necessidade de alguns aprimoramentos na implantação de programas como o DRENURBS, por exemplo, algumas questões relativas ao controle da poluição difusa originada de áreas adjacentes aos cursos d'água objetivados; a necessidade de se utilizar e ampliar as tecnologias para a recuperação de córregos urbanos apenas como suporte ecológico, envolvendo a população ribeirinha e regional sob novos paradigmas de proteção e preservação dos ecossistemas aquáticos; re-conhecer a dinâmica morfológica dos leitos naturais, a interdependência e co-existência entre o curso d'água, a vegetação ciliar e a fauna nestes ambientes; as funções hidrológicas e de aporte de materiais fundamentais para a manutenção da vida aquática ocorrentes nos eventos de cheias nas baixadas de inundação (várzeas) e zonas de brejos; a necessidade da preservação das áreas de cabeceiras e nascentes; e porque não, pensar sobre a estruturação de corredores faunísticos entre sub-bacias e topos de morros, os quais não necessariamente precisam ser áreas de visitação ou lazer. Para que estes projetos possam atingir melhor qualidade ambiental e co-participação pública é primordial que haja inserção destes novos

conceitos em nossa educação na esperança de se formar uma cultura de convivência com os ambientes naturais.

Este trabalho permite concluir, portanto, que a experiência do DRENURBS, realizada na estruturação do Parque Primeiro de Maio, é um programa que se aproxima desse novo pensar urbano, indicando que este modelo seja ampliado em seus conceitos e que possa ser implantado em outras bacias e sub-bacias hídricas de Belo Horizonte e de sua Região Metropolitana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, Clarissa Ferreira. **Sustentabilidade na revitalização de centros urbanos** – Análise do Plano de Reabilitação do Hipercentro de Belo Horizonte sob os critérios do LEED. 2008. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. Disponível em: <<http://ftp.bbt.ufv.br/teses/ciencia%20floresta%20l/2008/209509f.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

BARROS, Mirian Vizintim Fernandes; SCOMPARIM, Akacia; KISHI, Celso Satoshi; CAVIGLIONE, João Henrique; ARANTES, Márcia Regina Lopes; NAKASHIMA, Sandra Yoshimi; REIS, Teresinha Esteves da Silveira. Identificação das ocupações irregulares nos fundos de vale da cidade de Londrina /PR por meio de imagem Landsat 7. **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 47-54, 2003.

BELO HORIZONTE - MG. **Cidades Brasileiras**. Portal Brasil, A sua biblioteca virtual. Brasília: Portal Brasil, 2011. Disponível em: <[http://www.portalbrasil.net/brasil\\_cidades\\_bh.htm](http://www.portalbrasil.net/brasil_cidades_bh.htm)>. Acesso em: 25 nov. 2010.

BELO HORIZONTE. Prefeitura de Belo Horizonte. **História**. Disponível em: <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=historia&tax=11730&lang=pt\\_BR&pg=5780&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=historia&tax=11730&lang=pt_BR&pg=5780&taxp=0&)>. Acesso em: 20 set. 2010a.

BELO HORIZONTE. Prefeitura de Belo Horizonte. SUDECAP. **Programa de Recuperação Ambiental dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte** - Memória Técnica Básica: Relatório Semestral 2º Semestre de 2009 - DRENURBS/BID. Belo Horizonte: PBH, 2010b. V. 2.

BELO HORIZONTE. Lei n. 9.959, de 14 de outubro de 2010. Altera a Lei n.º 7.165, de 27 de agosto de 1996, a Lei n.º 7.166, de 27 de agosto de 1996, estabelece normas e condições para a urbanização e a regularização fundiária da Zona de Especial Interesse Social - ZEIS, dispõe sobre parcelamento, ocupação e uso do solo nas Áreas de Especial Interesse Social - AEIS, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 15 out. 2010c.

BELO HORIZONTE. Decreto n. 10.710, de 28 de junho de 2001. Dispõe sobre procedimentos administrativos de licitação e contratação, sobre programação, acompanhamento e avaliação da execução orçamentária e financeira, delega competências e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 29 jun. 2001.

BELO HORIZONTE. Lei n. 4.253, de 04 de dezembro de 1985. Dispõe sobre a política de proteção do controle e da conservação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no município de Belo Horizonte. **Minas Gerais**, 06 dez. 1985.

BELO HORIZONTE. Lei n. 7.165, de 27 de agosto de 1996. Institui o Plano Diretor do município de Belo Horizonte. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 27 ago. 1996a.

BELO HORIZONTE. Lei n. 7.166, de 27 de agosto de 1996. Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 28 ago. 1996b.

BELO HORIZONTE. Prefeitura de Belo Horizonte. SUDECAP. **Programa de Recuperação Ambiental dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte** - Memória Técnica Básica, diagnóstico sanitário e ambiental, imagens e mapas dos cursos d'água. Belo Horizonte: PBH, jul. 2003.

BELO HORIZONTE. Prefeitura de Belo Horizonte. SUDECAP. **Programa de Recuperação Ambiental dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte** - Memória Técnica Básica: Relatório Semestral de Acompanhamento da Implementação do Plano de Gestão Ambiental e Social. Belo Horizonte: PBH, 2009. V. 2.

BENEVOLO, Leonardo. **História da cidade**. São Paulo: Perspectiva, 2007.

BERNHARDT, Erica Maria Barroso. Gentrificação e Revitalização: perspectivas teóricas e seus papéis na construção de espaço urbanos contemporâneos. **Urbanidades**, Brasília, v. 5, n. 5, p. 1-22, 2008.

BINDER, Walter. **Rios e Córregos, Preservar - Conservar - Renaturalizar: A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: SEMADS, 1998. 41p.

BORSAGLI, A. **Curral d'El Rey**. Disponível em: <<http://www.curraldelrey.com/>>. Acesso em: 20 nov. 2010.

BRANDÃO, Carlos Antônio Leite (Org.). **As cidades da cidade**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006.

BRASIL. Lei n. 7.563, de 19 de dezembro de 1986. Institui o PRÓ-FRUTI - Programa Nacional de Arborização Urbana com Árvores Frutíferas e determina outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1, p. 19566, 23 dez. 1986.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, p. 9529, 16 set. 1965.

CHERNICHARO, C. A. de L.; HELLER, L. **Saúde Pública**. Belo Horizonte: DESA/UFMG. 2007.

CHOAY, Françoise. **O urbanismo: utopias e realidades: uma antologia**. São Paulo: Perspectiva, 2007.

CONCIL OF NEW URBANISM, 1., 1993, Alexandria (VA/EUA). **Carta do Novo Urbanismo**. Alexandria: I CNU, 1993.

DE PAULA, J. A. As cidades. In: BRANDÃO, C. A. L. (Org.). **As cidades da cidade**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, Centro de Estudos Históricos e Culturais. **Panorama e Belo Horizonte**: Atlas Histórico. Belo Horizonte: FJP, 1997. (Coleção Centenário). 103 p.

HALL, Peter Geoffrey. **Cidades do amanhã**: uma história intelectual do planejamento e do projeto urbanos do século XX. São Paulo: Perspectiva, 2007. 3ª reimpr. da 1ª ed.1995.

IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível no site: <[www.ibge.gov.br/censo2010/](http://www.ibge.gov.br/censo2010/)>. Acesso em: 15 nov. 2010.

IGLÉSIAS, Francisco. **A revolução industrial**. 9. ed. São Paulo: Brasiliense, 1987. 114 p. (Tudo é história; 11)

IMAGENS do acervo do Projeto Manuelzão. Faculdade de Medicina da UFMG. Belo Horizonte, 2009.

LEFÈBVRE, Henri. **A revolução urbana**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. 178 p.

LEMOS *et al.* A Questão Intra-urbana. In: CEDEPLAR/UFMG. Projeto BH Século XXI - Relatório Final. **Questões urbanísticas e sócio-culturais de Belo Horizonte** – MG. 2000. Mod. 2. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

LIMNOS Hidrobiologia e Limnologia Ltda. (LIMNOS SANEAR). **Plano de monitoramento da qualidade das águas**. Belo Horizonte: DRENURBS/PBH. 2007.

MINAS GERAIS. Lei n. 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Minas Gerais Diário do Executivo**, Belo Horizonte, p. 1, col. 2, 31 jan. 1999.

NASCIMENTO, V. H. *et al.* Sistemas para infiltração das águas no solo e sub-solo da Bacia de Curitiba em vias urbanizadas. **Águas Subterâneas**, mar. 2010.

Portal PBH. O Projeto DRENURBS/NASCENTES. **Políticas urbanas de reconstrução da cidade**. 2010. Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br>>. Acesso em: 23 de Julho /2010, 23:30 H.

PRAXIS Projetos e Consultoria Ltda. **Estudo de Impacto Ambiental EIA/RIMA do Programa DRENURBS**. Belo Horizonte: Praxis, 2003.

RATTNER, H. Prefácio. In: ACSELRAD, H. (Org.). **A duração das cidades**: Sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

SIMMEL, Georg. As grandes cidades e a vida do espírito. In: CHOAY, F. (Org.). **O Urbanismo, utopias e realidade, uma antologia**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

SIMMEL, Georg. Filosofia da cidade. In: CHOAY, F. (Org.). **O Urbanismo, utopias e realidade, uma antologia**. São Paulo: Perspectiva, 2005. Cap. IX, p. 329-338.

TEUBER, Wilfried. **Relatório do Convênio de Cooperação Brasil-Alemanha** (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMADS/RJ e Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ). Rio de Janeiro: SEMADS/RJ, 2000.

VIEIRA, A. M. O Direito de Quem? **Revista Diversa**, v. 8, n. 17, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/diversa/17/index.php/populacoes/direito-de-quem>>. Acesso em: 20 set. 2010.