

REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: a experiência de Belo Horizonte

Renato Pires de Oliveira¹

RESUMO --- O presente artigo tem como objetivo o estudo da revitalização de bacias hidrográficas, possibilitando sua inserção no espaço urbano, utilizando, como estudo de caso, a experiência de Belo Horizonte / MG, no âmbito do Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte – Drenurbs. Para o estudo de caso foram levantados dados primários tais como estimativas demográficas, histórico do município, caracterização da bacia hidrográfica, aspectos sócio-econômicos e ambientais, além da verificação das condições de saneamento básico, antes do processo de revitalização da bacia. Para se apurar a eficácia da implantação do Programa, foi estudada a bacia hidrográfica do Córrego da Avenida Nossa Senhora da Piedade, para a qual foram levantados e analisados diversos documentos relacionados com o Programa, tais como: EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental), Diagnósticos Sanitários e Ambientais, Estudos de Viabilidade, Projetos Básicos, Projetos Executivos, Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte (PMS) e estudos referentes ao Plano Diretor de Drenagem (PDD). Também foram realizadas visitas técnicas na bacia em questão de maneira a permitir um maior conhecimento da metodologia utilizada, além de observar os resultados que vêm sendo alcançados, podendo assim, avaliar o Programa e as práticas de revitalização de bacias hidrográficas adotadas por ele.

ABSTRACT --- This paper aims to revitalize the study of watersheds, allowing its insertion in the urban space, and also as a case study, the experience in Belo Horizonte / MG, under the Environmental Recovery Program of Belo Horizonte - Drenurbs. For the case study were collected primary data such as demographic estimates, historical city, characterizing watersheds, topography, socio-economic and environmental as well as verification of the conditions of sanitation, before the process of revitalization of the watershed. To determine the effectiveness of implementing the Program, studied the case of the watershed of the stream Avenida Nossa Senhora da Piedade, where they were collected and analyzed various documents relating to the Program and the basin, such as EIA (Study Environmental Impact Assessment / Environmental Impact Report), Diagnostics, Health and Environmental, Feasibility Studies, Project Basic, Executive Project, Municipal Sanitation Plan of Belo Horizonte (PMS) and papers relating to the Drainage Master Plan (PDD). Technical visits were also conducted in the watersheds that have suffered or are suffering under the assistance program to enable a better understanding of the methodology used, and observe the results that have been achieved, thus being able to evaluate the Program and practice of watersheds revitalization adopted by him.

Palavras-chave – Revitalização de bacias hidrográficas, Drenagem urbana, Programa Drenurbs.

¹ Engenheiro de Produção Civil pelo CEFET/MG, Especialista em Meio Ambiente e Saneamento Ambiental Aplicado pela Universidade FUMEC, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. Avenida Afonso Pena, N° 4000, 7° andar - Mangabeiras - Belo Horizonte – MG – 30130-009. Email: oliveiraepc@gmail.com

1 - INTRODUÇÃO

Em Belo Horizonte existe cerca de 670 quilômetros de cursos d'água, dos quais 26% encontram-se revestidos (6% abertos e 20% fechados), correspondendo a 173 km de canais em concreto armado. Restam 500 km de córregos e ribeirões em leitos naturais e, destes, pouco mais de 200 km encontram-se situados nas áreas urbanizadas, enquanto os demais se situam em regiões inadequadas ao parcelamento urbano ou em áreas de preservação permanente (Aroeira *et al.*, 2010).

A maioria desses córregos e ribeirões encontra-se poluída devido ao lançamento de esgotos e de resíduos sólidos, além de sofrer com o carreamento de sedimentos para os seus leitos. Por isso, as populações urbanas ribeirinhas vêm reivindicando, por décadas, a canalização desses cursos d'água.

O desejo dessas comunidades de canalizar os córregos é uma aspiração legítima, porém equivocada. É legítima porque reflete a vontade de se livrar de problemas decorrentes da falta de saneamento, da poluição, das doenças, dos maus odores, de cenários deploráveis de miséria e insalubridade. É equivocada, porque essa medida apenas esconde os problemas, não os resolve e nem combate suas causas, como pode ser observado pelas sucessivas crises no sistema de drenagem existente (PBH, 2010a). As canalizações suprimem as condições naturais dos mananciais de água e induzem à ocupação de suas várzeas e planícies, transferindo as inundações locais para regiões situadas à frente. Esta maneira de encarar o problema da poluição das águas no meio urbano reflete uma forma estanque de enxergar a realidade. Revela, também, uma ambigüidade na medida em que na época atual presencia-se um grande avanço das concepções ambientalistas para a preservação e para a organização do espaço urbano.

Nos últimos anos, com a crescente conscientização ambiental associada aos freqüentes problemas com relação à drenagem urbana e poluição hídrica, tem-se buscado soluções para esses problemas. Nessa busca têm sido valorizadas técnicas alternativas e simplificadas, além da reinserção dos cursos d'água ao cenário urbano.

Conforme Silveira (1998), a visão exclusivamente mecanicista da circulação das águas e esgotos no espaço urbano não é mais admissível no mundo moderno que deseja um saneamento com maior respeito pelo meio ambiente.

Assim, a Prefeitura de Belo Horizonte, após a conclusão do Plano Diretor de Drenagem do Município, em 2001, concebeu o Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte - Drenurbs, com o objetivo de implementar ações de melhoramento ambiental, priorizando a recuperação e conservação de cursos d'água ainda em leitos naturais, mas degradados por diversas formas de agressão e poluição.

O Programa Drenurbs tem como premissa básica o tratamento integrado dos problemas sanitários e ambientais, considerando como unidade de planejamento das intervenções as bacias ou

sub-bacias hidrográficas. As intervenções propostas pelo Programa contemplam ações que visam o aumento da permeabilidade do solo com a adoção de calhas vegetadas; a implantação de parques lineares, áreas de uso social e de preservação ao longo dos cursos d'água; o controle de inundação com a implantação de bacias de contenção de cheias a montante de áreas críticas; o tratamento e a revitalização dos corpos d'água para integrá-los à paisagem urbana; o comprometimento das comunidades na conservação e apropriação dos espaços urbanos recuperados, bem como a promoção de outras ações voltadas para a conscientização e o estímulo às atitudes de valorização dos recursos hídricos como componentes indispensáveis à qualidade ambiental a que todos têm direito.

No meio urbano, na maioria dos casos, é praticamente impossível reverter um curso d'água ao seu estado original. Sendo assim, a solução adotada pelo Programa foi a de procurar renaturalizá-lo, ou seja, realizar intervenções capazes de fazer com que tais cursos d'água degradados sejam, além de despoluídos, inseridos à paisagem urbana, apresentando assim um aspecto visual bem próximo ao de um curso natural.

Segundo Silva e Pires (2007), a renaturalização de um rio não significa a volta a uma paisagem original não influenciada pelo homem, mas corresponde ao desenvolvimento sustentável dos rios e da paisagem em conformidade com as necessidades e conhecimentos contemporâneos.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é avaliar práticas de revitalização de bacias hidrográficas, de forma a reinserir os corpos d'água no espaço urbano, a partir da experiência de Belo Horizonte. Sendo assim, pretende-se conhecer como se dá o tratamento integrado dos problemas sanitários e ambientais no nível da bacia hidrográfica e sua repercussão na qualidade de vida da população através da valorização do meio ambiente urbano e a participação da população na discussão dos projetos e na gestão das intervenções. Para tanto, adotou-se para esse estudo de caso, a revitalização da Bacia Hidrográfica do Córrego da Avenida Nossa Senhora da Piedade, realizada no âmbito do Programa Drenurbs.

A seguir são apresentados referenciais teóricos que permitiram realizar a avaliação das técnicas utilizadas pelo Programa Drenurbs na intervenção realizada na Sub-bacia do Córrego da Avenida Nossa Senhora da Piedade.

Sistemas convencionais ou clássicos x Sistemas compensatórios ou alternativos

As modernas concepções para a drenagem urbana, conhecidas como sistemas compensatórios ou alternativos, surgiram a partir da verificação da ineficiência dos sistemas de drenagem existentes, resultantes dos processos de urbanização desordenada. Além disso, a crescente busca da valorização do meio ambiente, inserido nos meios urbanos, descarta as soluções de planejamento que se

subordinam a uma visão de emergência ou de urgência, imediatista, ou então meramente tecnicista e desvinculada do contexto econômico e social.

A visão exclusivamente mecanicista da circulação das águas e esgotos no espaço urbano não é mais admissível no mundo moderno que deseja um saneamento com maior respeito pelo meio ambiente (Silveira, 1998).

Segundo Nascimento, Baptista e von Sperling (1999), as soluções clássicas não consideram os impactos de novas urbanizações sobre antigas áreas urbanizadas, a jusante, nem integram a perspectiva de futuros desenvolvimentos urbanos a montante da área em implantação. Em resumo, os sistemas convencionais de drenagem urbana têm como premissa a condução das águas pluviais para jusante das áreas urbanizadas, realizando seu lançamento em algum corpo receptor. Dessa forma, as vazões de pico são ampliadas, causando inundações, além do aumento das concentrações de poluentes lançados nos corpos d'água.

Ao contrário dos sistemas convencionais, os sistemas alternativos baseiam-se na infiltração e na retenção das águas de chuva, propiciando um menor volume de escoamento superficial das águas e uma melhor distribuição das vazões no tempo.

Para Castro (2007) essa nova concepção de drenagem urbana também pode ser denominada compensatória, uma vez que busca neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, beneficiando a qualidade de vida e a preservação ambiental.

Ainda de acordo com Nascimento, Baptista e von Sperling (1999), as soluções alternativas de drenagem têm sido concebidas tendo em vista um tratamento dos excedentes de água gerados pela impermeabilização em diferentes escalas espaciais e, sempre que possível, próximo à fonte geradora. Elas incluem, entre outras, as seguintes técnicas:

- armazenamento em coberturas, reservatórios domiciliares, planos e poços de infiltração, na escala da parcela (lote ou quarteirão);
- pavimento poroso, trincheiras de infiltração, valos de armazenamento, para o sistema viário e grandes áreas tradicionalmente impermeabilizadas, como áreas industriais, grandes áreas comerciais ou áreas de estacionamento;
- bacias de retenção secas ou com espelho d'água, à superfície ou enterradas.

Segundo Silveira (2002) esses princípios inserem-se dentro de uma filosofia ambientalista da gestão da drenagem pluvial, na qual a drenagem urbana deve se integrar ao planejamento urbano ambiental das cidades, deixando de ser apenas um mero problema de engenharia, em que a palavra-chave é sustentabilidade.

A Tabela 1 apresenta uma síntese das mudanças conceituais entre os conceitos higienistas – soluções clássicas de drenagem – e conceitos inovadores de gestão da água em meio urbano – técnicas alternativas ou compensatórias, segundo Nascimento, Baptista e von Sperling (1999).

Tabela 1 – Contraponto entre conceitos higienistas e conceitos alternativos de drenagem (Adaptado de Nascimento, Baptista e von Sperling, 1999).

Soluções clássicas	Soluções alternativas
Drenagem rápida das águas pluviais.	Favorecimento à infiltração, ao armazenamento e ao aumento do tempo de percurso do escoamento.
Redes subterrâneas, canalização de cursos d'água naturais.	Valorização da presença da água na cidade, busca de menor interferência sobre o sistema natural de drenagem.
Associação do sistema de drenagem ao sistema viário.	Desenvolvimento de soluções técnicas multifuncionais, combinando o sistema de drenagem com a implantação de áreas verdes, terrenos de esporte, parques lineares etc.
Sistema de drenagem gravitacional, não controlado, configuração fixa da rede de drenagem.	Sistema de drenagem controlado, possibilidades de alteração na configuração da rede de drenagem.
Concepção e dimensionamento segundo um nível único de risco de inundação pré-estabelecido, para atender a um único objetivo.	Concepção e dimensionamento segundo diferentes níveis de risco de inundação, para atender a objetivos diferenciados.
Não previsão e inoperância em face de eventos de tempos de retorno superiores aos de projeto.	Avaliação do funcionamento do sistema para eventos de tempos de retorno superiores aos de projeto, gestão do risco de inundação.
Ênfase na garantia de condições de saúde pública e de conforto no meio urbano. Despreocupação com os impactos da urbanização sobre os meios receptores.	Preocupação com a garantia de condições adequadas de saúde pública e conforto no meio urbano e de redução dos impactos da urbanização sobre os meios receptores.

Canalização Versus Preservação dos Cursos d'Água

No processo de crescimento urbano das cidades, inclusive brasileiras, foram canalizados diversos cursos d'água, como forma de prevenção de inundações. Neste cenário, o tratamento dos fundos de vale privilegiava as intervenções do tipo “avenida sanitária”, onde os canais eram fechados, geralmente em estruturas de concreto, com interceptores de esgotos em suas margens, suprimindo os cursos d'água da paisagem urbana.

De acordo com Cardoso (2008), os projetos convencionais de canalização alteram a estrutura física do canal (por meio da mudança da sua forma, da alteração ou remoção dos leitos de inundação, da remoção da vegetação etc.) e, conseqüentemente, alteram as funções a ela associadas (zonas de sombra e de baixas velocidades, contenção de encostas, alimentação para os organismos aquáticos etc.), levando a uma redução da biodiversidade, da estabilidade e da qualidade da água do canal, além de consideráveis mudanças nas condições hidrológicas (águas subterrâneas, vazões etc.) e impactos aos valores estéticos.

As intervenções baseadas na canalização dos cursos d'água causam um aumento significativo da velocidade da água e das vazões de pico, ocasionando inundações, principalmente nas áreas a jusante.

Em contraponto à canalização, surgiram novas técnicas de drenagem urbana que buscam a recuperação e a manutenção dos cursos d'água em seus leitos naturais, trazendo benefícios, como listados a seguir:

- amortecimento dos picos das vazões de cheia e aumento do tempo de retenção das águas nos trechos de montante, minimizando os impactos a jusante da bacia;
- eliminação das ocorrências de inundações;
- desassoreamento dos cursos d'água;
- contenção de margens;
- aumento da infiltração das águas nos solos;
- melhoria na qualidade das águas;
- manutenção das áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água;
- conscientização e comprometimento da população com o meio ambiente.

Visando a melhoria da qualidade de vida da população e do meio ambiente, é preciso tratar não apenas os problemas pontuais de drenagem urbana, mas promover o saneamento integrado da bacia hidrográfica como um todo, intervindo no sistema de esgotamento sanitário, de coleta de resíduos sólidos e de saúde pública.

Além dos benefícios listados, relativos a ganhos sanitários e ambientais, ressalta-se o ganho financeiro para a administração pública, uma vez que a opção pelas intervenções alternativas nos fundos de vale pode reduzir os custos das obras de implantação dos sistemas de drenagem tradicionais.

Diante do exposto, a inclusão dos cursos d'água na paisagem urbana é uma exigência do mundo moderno, que também exige o saneamento de suas águas. A palavra de ordem para essa questão é a valorização das águas, incluindo-se as águas que circulam nas cidades (Champs *et al.*, 2001).

Revitalização de Cursos d'Água

A preservação dos mananciais naturais de água nos ambientes urbanos oferece melhores condições de ambientação nas cidades, além de proporcionar meios de lazer e recreação para os seus moradores. A preservação das várzeas oferece a vantagem da contenção das inundações e também a preservação dos ecossistemas naturais.

Segundo Selles (2005) a revitalização dos cursos d'água aborda, fundamentalmente, a morfologia e os valores ecológicos dos sistemas fluviais e dos solos, a função da vegetação, os

valores paisagísticos e estéticos, além das dimensões culturais da relação entre os recursos hídricos e a sociedade. Em geral, considera a importância do inter-relacionamento dos organismos vivos, interagindo no seu ambiente. Dentre outras coisas, busca recolocar os rios e córregos em seus meandros naturais e recuperar a qualidade da água, de tal forma que esta possa proporcionar o equilíbrio ambiental, a valorização das áreas da bacia hidrográfica e da região.

A revitalização de rios é um processo de grande complexidade, pois engloba aspectos ambientais, socioeconômicos, políticos e institucionais, envolvendo interesses de diversos atores, tais como os gestores públicos, as empreiteiras e a população direta e indiretamente afetada. Diante disso, além dos fatores de viabilidade técnica e ambiental, esses aspectos devem ser considerados na tomada de decisão em relação às alternativas para a revitalização de um curso d'água.

As alternativas de revitalização de cursos d'água devem levar em conta a prevenção contra inundações, a infra-estrutura existente e a possibilidade de criação de áreas de uso social.

Em relação às dificuldades na revitalização de cursos d'água citam-se a ocupação irregular das áreas ribeirinhas, a escassez de recursos financeiros, a indisponibilidade de áreas, a resistência das populações em deixar as áreas irregulares e a elaboração de projetos que não estão inseridos em planos abrangentes, que considerem o saneamento de uma maneira integrada.

Qualidade das águas

Uma vez que a revitalização engloba ações de saneamento, promovendo a despoluição dos cursos d'água, a avaliação da qualidade das águas pode ser realizada através de análises físico-químicas e biológicas.

Como o número de parâmetros é grande e suas características são diferentes, surge o problema de como proceder para incorporar em um único índice uma informação consolidada dos problemas de poluição de água em um dado curso d'água. O índice de qualidade das águas – IQA – aparece como uma alternativa para essa questão.

A partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a Cetesb adaptou e desenvolveu o IQA, que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida;

w_i : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação da qualidade das águas a partir do IQA

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

Fonte: Cetesb - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo.

2 - METODOLOGIA

O estudo de caso sobre a experiência de Belo Horizonte, por meio do Programa Drenurbs, teve início com o levantamento dos diversos documentos relacionados com o Programa, tais como: Estudo e Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, Diagnósticos Sanitários e Ambientais, Estudos de Viabilidade, Projetos Básicos, Projetos Executivos, Manual de Execução do Programa, Relatórios de Monitoramento de Qualidade das Águas, Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte e estudos referentes ao Plano Diretor de Drenagem de BH.

Além disso, foram realizadas visitas técnicas na bacia hidrográfica adotada para o estudo, para permitir um maior conhecimento e verificação das características das intervenções realizadas.

A partir dos dados coletados foi realizada uma análise geral, que permitiu verificar as vantagens da revitalização de bacias hidrográficas, de acordo com as técnicas utilizadas pelo Programa Drenurbs.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Sub-bacia do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade, com área de contribuição de aproximadamente 0,73 km² e população de 24.302 habitantes, está inserida na Bacia Hidrográfica Elementar do Ribeirão da Onça, localizada na região Norte do Município de Belo Horizonte, compreendendo o Bairro Aarão Reis e parte do Bairro Guarani.

O Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade é um afluente da margem esquerda do Ribeirão da Onça. Tem sua nascente à montante da Rua Ana Lúcia, seguindo por cerca de 640 m em leito natural até as proximidades do cruzamento da Av. Nossa Senhora da Piedade com as Ruas Guilherme Soares e Frederico Campos. A partir daí, o córrego encontra-se canalizado por, aproximadamente 480 m até seu lançamento no Ribeirão da Onça, totalizando 1.120m. A Figura 1 mostra a hidrografia da sub-bacia e a sua localização no Município.

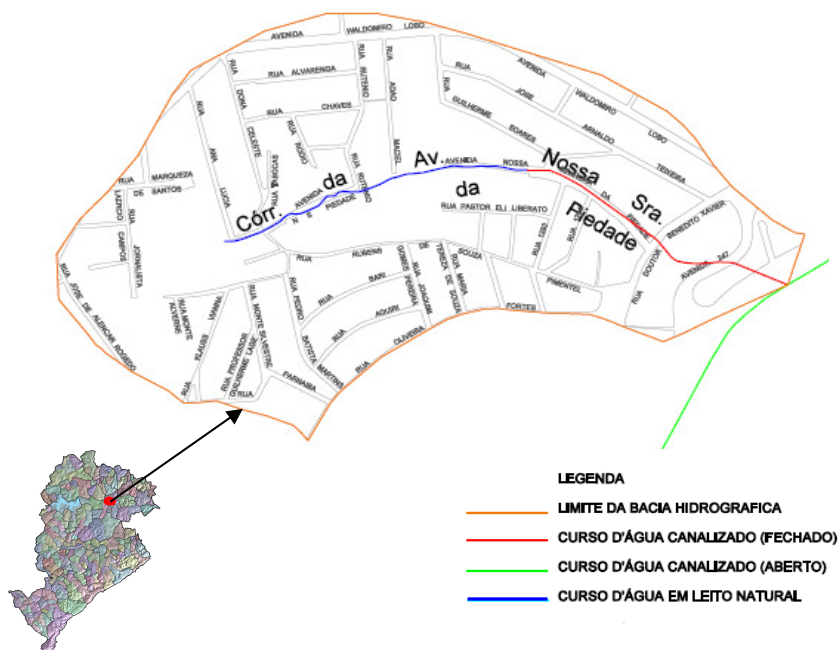


Figura 1 – Localização e hidrografia da sub-bacia do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade.

A ocupação da área é bastante consolidada, sendo que grande parte das famílias residem a mais de vinte anos no local. Esta ocupação se deu inicialmente a partir de chácaras e hoje é representado por casas com grandes quintais com hortas.

No vale do Córrego Av. Nossa Senhora da Piedade verifica-se que a maior parte dos focos de produção de sedimentos está ligada às atividades antrópicas de descartes de materiais terrosos e restos de construção. Ao longo do córrego observam-se lançamentos de entulhos diretamente nas

suas margens, como blocos de concreto, tijolos etc. Muitos bueiros encontram-se obstruídos com lixo, principalmente restos de materiais de construção, tais como pedaços de telhas e tijolos.

O processo desordenado de ocupação, aliado à intensa especulação imobiliária em toda a região, desencadeou uma contínua e crescente retirada da vegetação primitiva, com sua substituição por formações e elementos mais simples e de baixa relevância ecológica, sendo utilizadas principalmente espécies de interesse antrópico, ornamental ou exótico.

A população localizada nas proximidades do córrego não era atendida em sua totalidade pelos serviços de esgotamento sanitário, o que a deixava vulnerável às doenças de veiculação hídrica (PBH, 2005). Além disso, os esgotos eram lançados diretamente no córrego, pois não havia sistema de interceptação implantado.

A Figura 2 mostra a situação da sub-bacia antes das intervenções do Programa Drenurbs.



Figura 2 – Mosaico com a situação da sub-bacia antes das intervenções.

Fonte: PBH (2002).

3.1 - Intervenções realizadas na Sub-bacia do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade

As intervenções realizadas na Sub-bacia do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade foram norteadas pelas diretrizes estabelecidas *a priori* pelo Programa Drenurbs, a saber:

- Privilegiar a solução que levasse em consideração aspectos urbanísticos, visando à manutenção e/ou recuperação da paisagem, com o mínimo de impacto ambiental possível e dentro de limitações locais;
- Privilegiar a solução que minimizasse os impactos negativos ou prejuízos à população diretamente afetada;
- Adotar a solução que evitasse o uso de estruturas de macrodrenagem revestidas, uma vez que as mesmas proporcionam a aceleração do escoamento, aumentando, desta forma, as vazões de pico;
- Adotar tecnologias de intervenção que preservassem o aspecto natural do leito e das planícies de inundação dos cursos de água, conservando sempre que possível a morfologia fluvial existente;
- Adotar a alternativa de macrodrenagem que melhor compatibilizasse o sistema viário proposto com o menor número de desapropriações e remoções;
- Adotar a alternativa que se mostrasse mais viável sob o ponto de vista da análise ambiental, técnica e econômica.

Com base no supramencionado, o projeto definido para a Sub-bacia do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade consistiu na implantação de um parque urbano linear, incluindo a sua urbanização e interferências no sistema viário, de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário, bem como a implantação de obras de artes especiais e edificação administrativa. As obras na sub-bacia tiveram início em fevereiro de 2007, tendo sido concluídas em maio de 2008.

Houve interferências ao longo do curso d'água, tais como (i) implantação de galeria; (ii) execução de pontilhão na Rua Dona Celeste; (iii) implantação de espelho d'água na área à montante, com função de preservar as nascentes e o cenário paisagístico, porém, sem função de estocagem de volumes de água e (iv) implantação de bacia de retenção de cheias. Para tanto, foi necessária a desapropriação de uma área igual a 5,4 hectares e a indenização de 160 benfeitorias (PBH, 2006).

Além das intervenções físicas descritas, durante a fase de implantação das obras nesta sub-bacia, foram desenvolvidas atividades de mobilização social e educação ambiental junto à comunidade envolvida, visando à capacitação e o envolvimento destes atores no que se refere aos cuidados à apropriação e conservação dos espaços públicos. Também foram realizadas atividades

pela equipe do Plano de Desapropriação e Relocalização de Famílias e Negócios Afetados, que facilitaram a negociação entre as famílias afetadas pelas obras e a PBH.

3.2 - O Parque Nossa Senhora da Piedade

A implantação do Parque Nossa Senhora da Piedade partiu da necessidade de se destinar um espaço físico condizente à sua importância para a região, com condições de abrigar diferentes atividades e preservar, em sua integridade, a vegetação arbórea remanescente ao longo do córrego. Além disso, buscava-se reintegrar o curso d'água em leito natural e despoluído à paisagem urbana.

A região do Córrego da Avenida Nossa Senhora da Piedade é carente em áreas verdes e de lazer. Os bairros próximos são pouco arborizados, com raras áreas de convívio e lazer, sendo o espaço destinado ao Parque o único adensamento vegetal de expressividade na região.

O conceito de Parque Urbano abriga atividades de educação ambiental e espaços reservados ao lazer, inclusive o infantil, podendo exercer a função de internalizar e disseminar novas atitudes e valores para a população frente à questão ambiental na região.

O Parque Nossa Senhora da Piedade possui uma área tratada de aproximadamente 59.100 m², sendo 54.000 m² internos ao cercamento em alambrado e 5.100 m² contando com recuo ao longo de todo seu entorno, objetivando criar uma área de transição entre o passeio público e o Parque.

A Figura 3 apresenta o croqui do Projeto Executivo das intervenções realizadas na implantação do Parque.



Figura 3 – Croqui do Projeto Executivo do Parque da Sub-bacia do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade. Fonte: PBH (2006).

A área da nascente principal e seu entorno foi tratada visando sua recuperação e valorização ambiental. Para esta porção a conceituação foi de implantação de lazer contemplativo, definindo-a

como área de proteção, com uso mais reservado e separada da área destinada aos esportes e lazer recreativo.

Com a execução do pontilhão o Parque ficou dividido em duas porções, o que permitiu criar uma área ambiental reservada, mais tranqüila e introspectiva, com utilização menos impactante na porção das nascentes, e outra, mais elétrica e animada onde acontecem a prática de esportes, recreação e lazer coletivos. As Figuras 4 a 7 mostram as áreas revitalizadas da sub-bacia.



Figura 4 - Vista do espelho d' água na área a montante do Parque.



Figura 5 - Vista da pista de caminhada na área a montante do Parque.



Figura 6 - Vista do pontilhão que garantiu a integração das duas porções do Parque.



Figura 7- Vista da porção a jusante do pontilhão, com pista de skate na margem direita do córrego.

Em toda área do Parque foi mantida a vegetação de porte arbóreo existente, onde predominam as mangueiras e outras espécies frutíferas.

Na implantação do Projeto Paisagístico, foram utilizadas espécies da flora “brasileira” e espécies exóticas que se adaptassem e que seriam facilmente encontradas no mercado mineiro. Também foram plantadas árvores, arbustos, flores e forrações nativas que possuem não só a função de promover o verde, como apresentar flores, cores agradáveis, volumes que encantam a visão, árvores que atraem a fauna (pássaros, abelhas, pequenos animais).

Na implantação do Parque foram instalados equipamentos de lazer como bancos, mesas para jogos, *playground*, quadras poliesportivas, pista de *skate* e aparelhos de ginástica, incluindo, ainda, um espelho d'água na área a montante, com função de preservar as nascentes e de cenário paisagístico, sem função de estocagem de volumes de água.

O Parque é permeado de múltiplas funções, cumprindo seu papel educador e, sobretudo, aglutinador. Ao mesmo tempo proporciona um leque de atividades coletivas ou individuais e que tem por objetivo unir e abarcar todas as necessidades da comunidade da região sejam elas infantis, adolescentes, adultas ou da terceira idade.

As Figuras 8 a 11 mostram alguns equipamentos implantados no Parque e a comunidade desfrutando deste espaço.



Figura 8 – Vista do Caramanchão na porção a montante do Parque.



Figura 9 – Vista da pista de caminhada, construída a partir do reaproveitamento de madeira, a jusante do lago.



Figura 10 - População se apropriando do Parque. Figura 11 - População se apropriando do Parque.

As Figuras 12 e 13 apresentam vistas aéreas da sub-bacia antes e depois das intervenções de revitalização do Programa Drenurbs.

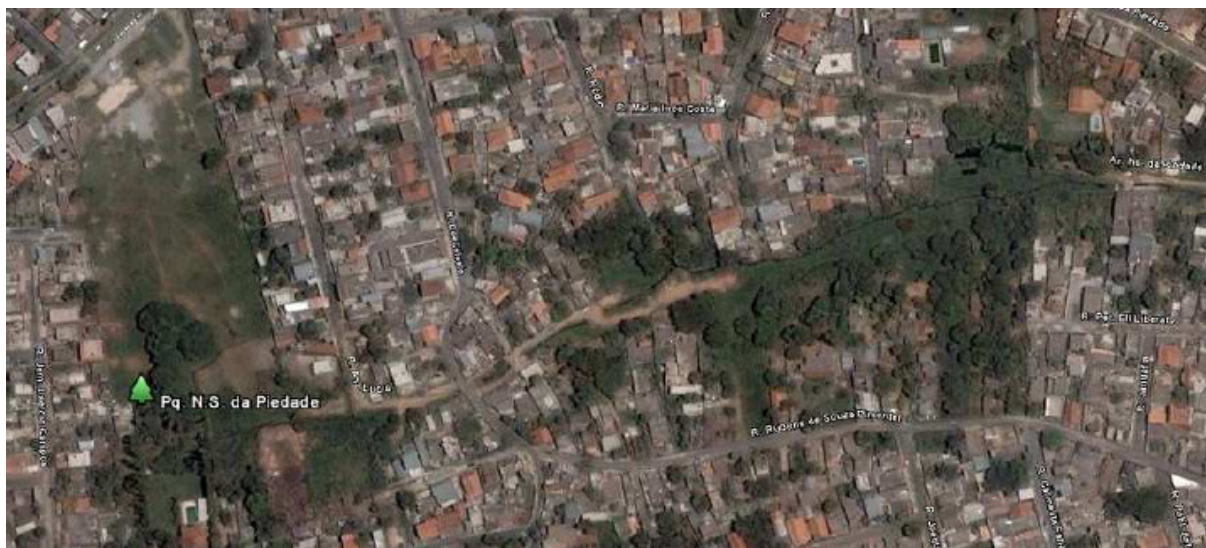


Figura 12 - Vista da sub-bacia do Córrego Nossa Senhora da Piedade, antes da implantação do Parque. Fonte: Google Earth (2009).

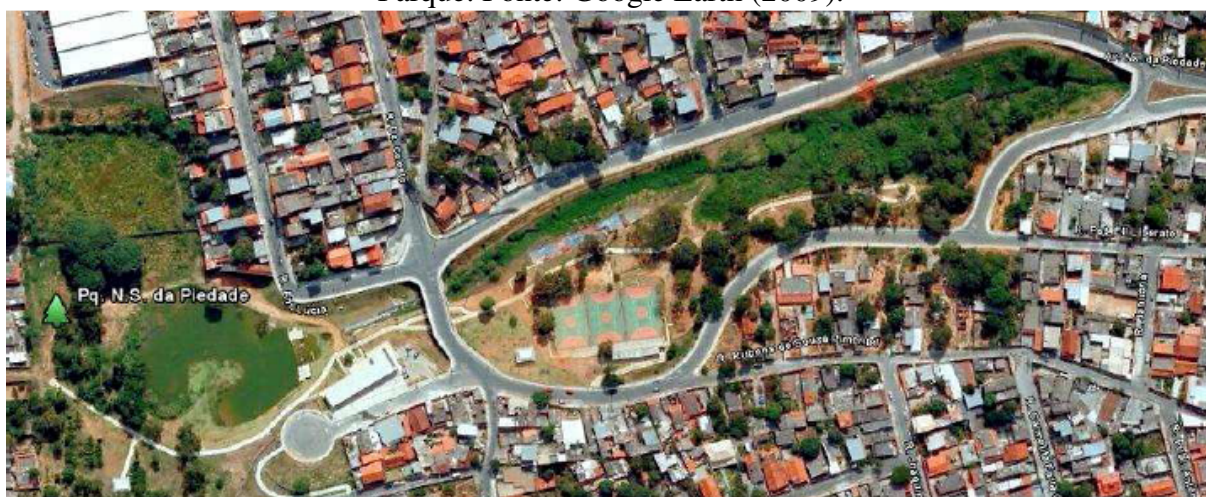


Figura 13 - Vista aérea da sub-bacia do Córrego Nossa Senhora da Piedade, após a implantação do Parque. Fonte: Google Earth (2009).

Com as intervenções, os problemas relacionados à inundação foram mitigados. As Figuras 14 e 15 apresentam as manchas de inundação, para um tempo de retorno (TR) de 100 anos, antes e após as obras realizadas pelo Programa Drenurbs.

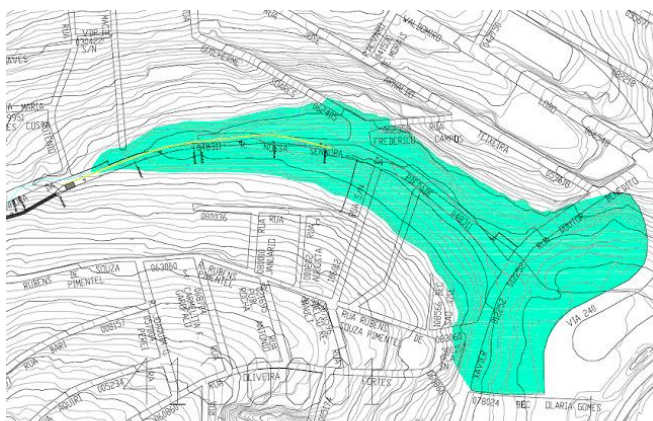


Figura 14 - Faixa de inundação para TR 100 anos, sem projeto implantado. Fonte: Adaptado do Projeto Executivo de Drenagem (PBH, 2006).

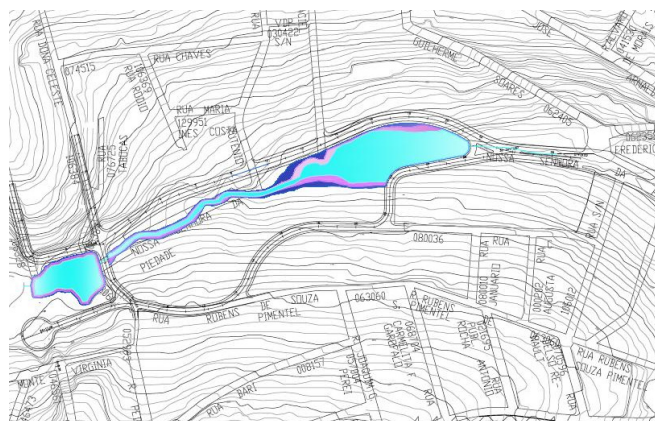


Figura 15 - Faixa de inundação para TR 100 anos, com projeto implantado. Fonte: Adaptado do Projeto Executivo de Drenagem (PBH, 2006).

3.3 - Qualidade das águas

Como parte integrante do Programa Drenurbs, tem-se o Plano de Monitoramento da Qualidade das Águas, que objetiva avaliar a eficácia das intervenções do Programa no tocante à qualidade das águas dos cursos d'água contemplados.

Dessa forma, desde antes do início das obras foram realizadas campanhas de análises físico-químicas e bacteriológicas para caracterização da qualidade das águas do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade. Por meio dessas análises foi estabelecido o “Marco Zero”, isto é, a situação da qualidade das águas antes das intervenções realizadas pelo Programa Drenurbs na sub-bacia. As campanhas continuaram ocorrendo durante a fase de obras e após sua conclusão.

A seleção dos parâmetros analisados no Programa Drenurbs baseou-se na Deliberação Normativa Nº 01/08 do COPAM/CERH-MG. Essa seleção considerou o alto grau de urbanização das bacias focalizadas pelo Programa e, conseqüentemente, a diversidade de tipologia de ocupação (industrial, comercial e residencial), cujas conseqüências de suas atividades refletem em grande variedade de efluentes, típicos de áreas urbanas, lançados nos corpos d'água.

Na fase que antecedeu as obras foram realizadas amostragens em julho e dezembro de 2005. Na fase de obras, a primeira campanha aconteceu em julho/07 e a segunda, em maio/08. Na fase após as obras, as campanhas aconteceram em setembro/08, janeiro/09, maio/09, agosto/09, novembro/09 e abril/10. Durante a execução das obras, as amostragens tiveram periodicidade semestral. A Figura 16 localiza os pontos de amostragem na sub-bacia em questão (PBH, 2010b).



Figura 16 – Localização dos pontos de amostragem do Plano de Monitoramento da Qualidade das Águas na Sub-Bacia N.S. da Piedade

Para auxiliar na comparação entre os resultados encontrados entre os períodos antes da obra e após o término das intervenções do Programa foi adotado o IQA. As Figuras 17 e 18 apresentam gráficos com as séries históricas do IQA para as estações de amostragem P1 e P2 (PBH, 2009).

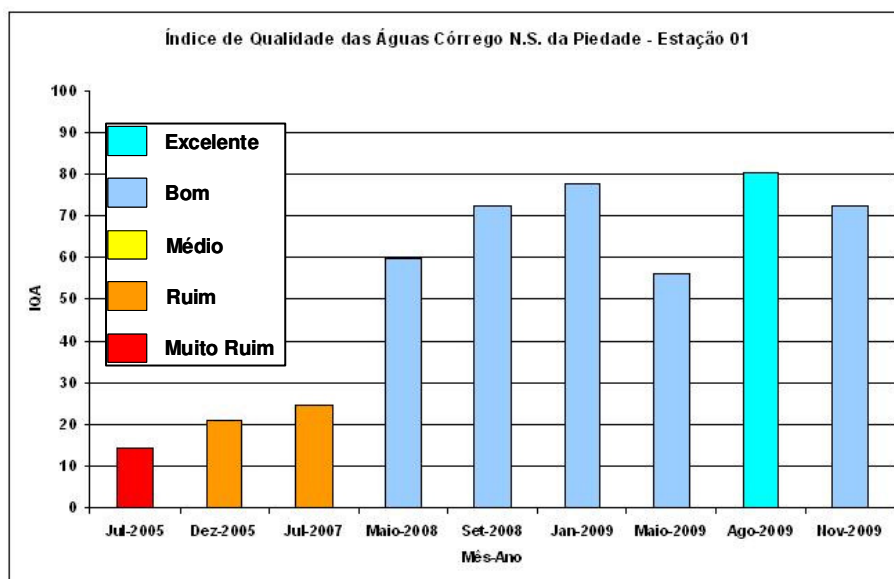


Figura 17 – Evolução do IQA na estação de amostragem 01.

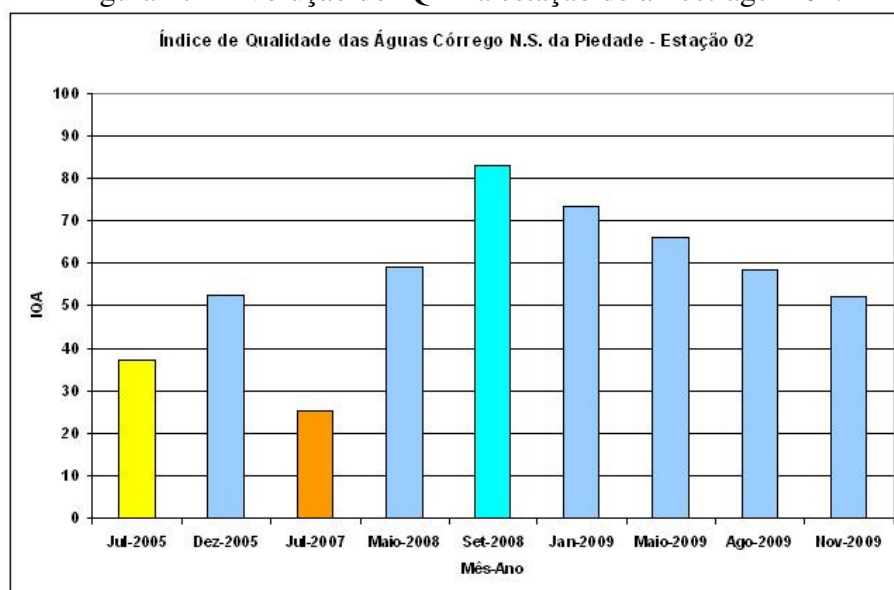


Figura 18 – Evolução do IQA na estação de amostragem 02.

Conforme demonstrado no gráfico, a qualidade das águas do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade, antes do início das obras, apresentavam estado “muito ruim” e “ruim”. Após a conclusão das obras, agora figuram entre o estado “bom” e “excelente”. Esses resultados confirmam a melhora da qualidade das águas após as intervenções do Programa Drenurbs.

A partir do estudo de caso realizado foi possível constatar as seguintes melhorias (PBH, 2009):

- Melhoria da qualidade de vida e das condições de salubridade dos habitantes residentes na sub-bacia representada pela eliminação dos problemas de inundação, da

intercepção dos esgotos e da redução de deposição irregular de lixo nos cursos d'água;

- Melhoria do padrão de habitabilidade de grande maioria das famílias indenizadas, devido a sua retirada das áreas de risco de inundação, onde o Programa recuperou essas áreas e evitou a consumação de tragédias anunciadas, posto que geralmente são pessoas menos favorecidas que constroem e residem em locais de alto risco e inadequados;
- Melhoria nas relações sociais em decorrência das ações de comunicação e educação ambiental que criaram nas comunidades um senso de cidadania nitidamente verificado em razão da mudança positiva de hábitos. Essas pessoas tornaram-se, além de agentes multiplicadores, cidadãos responsáveis e comprometidos com a conservação do meio ambiente.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de Belo Horizonte, tendo como base o estudo de caso realizado para a Sub-bacia do Córrego da Av. Nossa Senhora da Piedade mostra os bons resultados na revitalização de bacias hidrográficas.

A metodologia empregada permitiu avaliar os aspectos relacionados ao tratamento de fundo de vale, ao emprego de tecnologias alternativas para a drenagem urbana, à qualidade das águas, ao impacto socioambiental das intervenções e ao envolvimento e satisfação da comunidade.

Por meio das análises realizadas foi possível fazer distinção dos métodos de drenagem utilizados pelo Programa Drenurbs, em posição contrária aos métodos clássicos que objetivam o escoamento rápido das águas pluviais. O Programa adotou sistemas alternativos, que se baseiam na infiltração e na retenção das águas precipitadas, acarretando uma diminuição no volume de escoamento superficial, bem como na redistribuição temporal das vazões de pico.

Como técnicas alternativas ou compensatórias, houve a implantação de uma bacia de detenção de cheias e a manutenção de faixas verdes acompanhando o fundo de vale. Estas inovações propiciaram soluções compensatórias à impermeabilização do solo urbano e ao aumento dos volumes dos deflúvios superficiais, além da mudança de paradigma da simples “canalização” por “tratamento de fundo de vale”.

Existem várias alternativas para o tratamento dos fundos de vales, cabendo aos gestores a tomada de decisão em relação à solução mais adequada para cada caso. Entretanto, deve-se considerar como premissa aspectos relacionados à preservação de cursos d' água em seu leito

natural, manutenção das áreas de preservação permanente e implantação de áreas de uso social. Ressalta-se também a importância de se tratar a bacia hidrográfica como um todo e o saneamento de forma integrada.

Os resultados obtidos por meio do monitoramento de qualidade das águas na sub-bacia mostraram a sensível melhora nos parâmetros avaliados, refletindo nos valores do IQA, entre as fases anteriores e posteriores às intervenções. Porém, é de grande importância a continuidade do monitoramento de qualidade das águas, visto que, após o término das obras, todos os lançamentos identificados de esgotos nas redes de drenagem oriundos de imóveis localizados nessa sub-bacia foram interligados às redes de esgoto. Assim, uma vez que os parâmetros analisados se encontrem fora dos limites estabelecidos pela legislação vigente, a Administração Pública deverá agir no sentido de identificar e notificar os responsáveis pela poluição.

Finalmente, o Programa Drenurbs, através da revitalização da Sub-bacia do Córrego da Avenida Nossa Senhora da Piedade, entregou à população uma área totalmente recuperada, com características semelhantes às originalmente encontradas na natureza, com um curso d'água despoluído e ainda contando com um parque urbano dotado de equipamentos comunitários. A própria comunidade, em gestão compartilhada com o Poder Público, apropriou o direito e o dever à conservação e manutenção dos equipamentos recebidos, resgatando assim, sua cidadania.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Superintendência de Desenvolvimento da Capital e à Unidade de Execução do Programa Drenurbs pelos dados fornecidos.

BIBLIOGRAFIA

AROEIRA, R.M.; MIRANDA, CARLA M.V.C, OLIVEIRA, R.P.(2010). “*Uma nova abordagem para a gestão da drenagem urbana de Belo Horizonte*” in Anais da 40ª Assembléia Nacional da Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, Uberaba, MG, Jun.2010, 11 p.

CARDOSO, A.S. (2008). *Desenvolvimento de metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água em áreas urbanas*. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). DESA, UFMG, Belo Horizonte, MG. 183 f.

CASTRO, L.M.A. (2007) *Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água*. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). DESA, UFMG, Belo Horizonte, MG, 305 f.

CHAMPS, J.R.B, PEREZ, S.T.C.S., FRÓES, C.M.V.. (2001). *O planejamento do sistema de drenagem urbana da cidade de Belo Horizonte*. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, RJ, Set.2001, pp. 1-8.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *IQA - Índice de qualidade das águas*. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp. Acessado em 27/07/2010.

NASCIMENTO, N.O., BAPTISTA, M.B., VON SPERLING, E. (1999). *Problemas de Inserção Ambiental de Bacias de Detenção em Meio Urbano*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20. Rio de Janeiro, RJ, Maio1999, pp. 1-9.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE - PBH (2002). *Diagnóstico Sanitário e Ambiental de Bacias Hidrográficas*. Programa Drenurbs, Belo Horizonte, MG, 2002, 63 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE - PBH (2005): *Relatório de Controle Ambiental*. Programa Drenurbs, Belo Horizonte, MG, 2005, 125 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE - PBH (2006). *Projeto executivo: Parque Urbano Nossa Senhora da Piedade*. Programa Drenurbs, Belo Horizonte, MG, 2006, 123 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE - PBH (2009). *Relatório de acompanhamento da implementação do Plano de Gestão Ambiental e Social - PGAS*. Programa Drenurbs, Belo Horizonte, MG, 2009, 248 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE – PBH (2010a). *Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte – Versão 2008/2011 (Atualização 2010)*, Belo Horizonte, MG, 2010, 110 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE - PBH (2010b). *Relatório de campanha de monitoramento de qualidade das águas: Sub-bacia do Córrego Nossa Senhora da Piedade*. Programa Drenurbs, Belo Horizonte, MG, 2010, 74 p.

SELLES, I.M. (2005). *A revitalização de bacias hidrográficas e sua influência na mitigação de inundações e na gestão sustentável de recursos hídricos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). DESA, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 126 f.

SILVA, J.P; PIRES, M.A.F. (2007). *Renaturalização de rios, em áreas de trechos, urbanos com a aplicação de técnicas de bioengenharia em obras de engenharia hidráulica*. In: Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, SP, Nov. 2007, 18 p.

SILVEIRA, A.L.L. (2002). *Curso de Drenagem Urbana. Aspectos de gestão. Gestores regionais de recursos hídricos*. IPH - Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS, Porto Alegre, RS, 70p.

SILVEIRA, A.L.L., (1998). *Hidrologia Urbana no Brasil*, in : Braga, B.; Tucci, C.E.M.; Tozzi, M., 1998, *Drenagem Urbana, Gerenciamento, Simulação, Controle*. ABRH Publicações nº 3, Editora da Universidade, Porto Alegre, RS, 22 p.