

BACIAS, PROBLEMAS E POTENCIALIDADES: ESTUDO DE CASO ACERCA DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BONSUCESSO, EM BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS

Rafael Lara MAZONI ANDRADE (*), Flávio Aparecido da SILVA; Hugo Patrick Oliveira MENDES; Leomar de Souza MORAES; Michael Jordan Goleme SILVA; Sérgio Augusto FERREIRA; Silas Sidney Linhares PINTO

* Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH); rafaelmazoni@ufmg.br

RESUMO

Este artigo disserta acerca de conceitos atinentes a recursos hídricos, bacias hidrográficas e sua gestão. O trabalho mostra a imperiosa necessidade de se repensar o relacionamento entre seres humanos e recursos naturais. Utilizando uma pesquisa *in loco* aliada a uma metodologia de análise de observação, este artigo mostra problemas e alternativas de soluções para o córrego Bonsucesso, Belo Horizonte.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento Integrado de Recursos Hídricos. Gestão ambiental. Hidrografia. Bacias hidrográficas. Drenagem urbana.

1- INTRODUÇÃO

Nos últimos três séculos, a população mundial viu-se diante de uma tendência de crescimento, encabeçada pelo aumento da capacidade de produção engendrado pela revolução tecnológica. A previsão para este século é de que a população alcance a casa dos 10 bilhões.

A despeito de cenários isolados de exceção, o planeta se vê sob a regência do capitalismo. Como o sociólogo alemão Max Weber trouxe à tona, o feudalismo e a religiosidade sucumbem, dando espaço à busca por *status* e riquezas. Aplicando-se a teoria weberiana, percebe-se que o capitalismo traz consigo uma indispensável modificação de práticas, ideais, padrões e valores.

Essa mudança do *modus operandi* das atividades humanas tem reflexos sobre a gestão ambiental. A emergência desse modo de pensar tem feito com que, cada vez mais, a natureza seja desvinculada de nós, humanos; vista como um mero repositório de recursos – tidos como auto-renováveis – aos processos produtivos. Daí, inclusive, vem a etimologia do termo “recurso”, cuja raiz em Latim – *surgere* – remete à vida, e cuja tradução em inglês – *resource* – traz consigo o prefixo *re* e a palavra *source* (fonte, em português), trazendo a ideia de renovação imediata, auto-regeneração (SHIVA, 2000, p. 300). Como afirma a física e ativista indiana Vandana Shiva:

O relacionamento entre seres humanos e a natureza deixou de ser baseado na responsabilidade, no comedimento e na reciprocidade para transformar-se em um relacionamento cuja base é a exploração ilimitada. (SHIVA, 2000, p. 301)

As questões relativas à gestão ambiental vêm ganhando importância na agenda de vários pensadores nos últimos anos. Muitos falam de uma crise ambiental, lançando luz sobre a obrigação de se repensar a relação entre o tal homem pós-moderno capitalista, a natureza ameaçada e seus recursos escassos. São intermináveis as discussões acerca de aquecimento global, elevação do nível dos oceanos, iminência de acidentes nucleares e ameaças de conflitos relacionados à posse e controle de recursos naturais.

Emerge daí a necessidade de gerir tais recursos naturais – e o caso dos recursos hídricos não foge à regra. A água é um recurso essencial às atividades humanas e à vida, em geral – nosso planeta é frequentemente apelidado de “planeta água”, já que esse recurso cobre mais de três quartos da superfície terrestre. Além disso, a água tem grande importância no tocante à história das ocupações humanas. Sua presença – trazendo consigo as possibilidades de abastecimento, irrigação, transporte e fornecimento – favoreceu as instalações de muitas comunidades e, posteriormente, cidades.

No entanto, a despeito de sua abundância, a água é irregularmente distribuída. 97,5% da água é salgada. Do pequeno montante de água doce restante, 70% estão retidos em calotas polares. Apenas 0,4% da água doce do planeta está disponível para o consumo. E essa pequena porcentagem restante tem sido contínua e acentuadamente degradada pelo uso mal pensado diante das emergentes e crescentes demandas da população. Por vezes, parece que o homem pós-moderno se esquece que a água em condições para o uso é um bem limitado – como lembra a própria Lei brasileira nº 9.433/97, em seu artigo 1º, inciso II.

Esse descaso com os recursos hídricos se vê agravado nos grandes centros urbanos de países de desenvolvimento atrasado, cuja produção espacial – no movimento de *implosão-exploração*, com crescimento acelerado e desordenado – se associa aos estragos engendrados pela poluição, à desigualdade na conservação da natureza e à desigualdade nos acessos a equipamentos urbanos, serviços públicos e recursos. Soma-se a isso uma demanda ainda reprimida por melhor regulação desses recursos via instrumentos jurídicos. Além disso, a cidade é um espaço marcado por desigualdades, o que incorre em um acesso desigual à própria água, aos serviços de abastecimento, esgoto, coleta de lixo, planejamento; enfim, um desigual acesso a um nível adequado de qualidade sócio-ambiental.

O caso a ser estudado por este trabalho se assenta na análise do baixo curso da bacia do Córrego Bonsucesso, localizada numa área urbana repleta de complexidades: a confluência das regionais Barreiro, Centro Sul e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais (que será melhor descrita à frente, no item 2.5).

A legislação brasileira, a partir da publicação da Lei nº 9.433, de 1997, passa a considerar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Além disso, esse instrumento normativo – que regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal de 1988 – estabelece fundamentos nos quais a Política Nacional de Recursos Hídricos deve se embasar.

Vê-se, portanto que se faz imperativo repensar as relações entre o homem e a natureza que o cerca. Isso se dá, sobretudo no que tange aos cursos d'água e bacias hidrográficas em áreas urbanas, os quais sofrem com todas as disfunções apresentadas pelas grandes cidades mal planejadas dos países em desenvolvimento.

Demanda-se uma pesquisa cujo produto contemple integralmente os princípios preconizados pela legislação referente à gestão ambiental e à gestão das águas; sobretudo pela Lei nº 9.433/1997 e o princípio de que a gestão dos recursos hídricos deve se dar de maneira descentralizada – incluindo-se aí as instituições de ensino (sejam elas públicas ou privadas) e pesquisa, além dos órgãos tomadores de decisões públicas – e participativa. Assim, busca-se produzir um mapa temático que apresente à sociedade, com vistas à sua finalidade, as possibilidades de intervenção em face das fragilidades e potencialidades evidenciadas pelo resultado da análise sócio-ambiental – após um processo de deliberação e discussão de melhores alternativas, junto da população afetada no território, líderes comunitários, técnicos e demais *stakeholders*.

Ademais, busca-se subsidiar a ação dos próprios órgãos governamentais responsáveis pela gestão de recursos hídricos com informações relevantes e úteis. Busca-se, igualmente, incrementar o aporte de dados dos pesquisadores, com dados e aplicação empírica de uma metodologia experimental; e, principalmente, *empoderar* a população que reside junto aos cursos d'água do baixo curso da bacia do Córrego Bonsucesso, dando a ela efetiva capacidade de vocalizar suas demandas e mostrando a ela a necessidade de um manejo consciente do território e a necessidade da conservação das boas condições da bacia hidrográfica. Para isso, busca-se aplicar uma visão holística, considerando as imbricações diretas das condições sócio-ambientais da bacia em questão às vidas de todos aqueles que vivem dentro de sua área – além de todos os indivíduos atingidos pelas mais diversas externalidades advindas de problemas e benefícios em outras escalas.

Assim, busca-se uma proposta de intervenção que leve em conta as constatações dos problemas, das fragilidades socioambientais e das potencialidades advindas da análise da pesquisa *in loco* na bacia em questão, a partir da aplicação de um protocolo rápido de avaliação para bacias hidrográficas em ambiente urbano. A partir dessa análise holística da bacia hidrográfica, objetiva-se propor intervenções a fim de melhorar as condições de vida da população que ocupa tal área. Como objetivos específicos, podem-se citar:

- Proceder uma pesquisa bibliográfica acerca da gestão de bacias hidrográficas e recursos hídricos;
- avaliar as condições sócio-ambientais do baixo curso da bacia do Córrego Bonsucesso, com base na aplicação de um protocolo rápido de avaliação para bacias hidrográficas em ambiente urbano;
- identificar potencialidade e fragilidades no trecho ao longo do referido córrego;
- redigir um relatório acerca das condições da bacia, apontando as fragilidades e potencialidades encontradas e elencando possibilidades de intervenções, com base nos princípios preconizados pela legislação referente à gestão ambiental e à gestão das águas;
- elaborar um mapa temático que apresente as proposições de intervenções.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

Para um entendimento holístico da problemática das bacias hidrográficas, alguns conceitos têm de ser revistos à luz da teoria. São eles, principalmente, os conceitos relacionados à drenagem urbana, em si, e às experiências de gestão de bacias hidrográficas (a saber, o Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte e o DRENURBS).

2.1- BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica é “uma área drenada, parcial ou totalmente, por um ou vários cursos d’água” (SEIFFERT, 2011, p. 131). Basicamente, ela possui uma estrutura próxima à de uma espinha de peixe ou de um organograma, na qual a água de vários rios tributários (ou afluentes) se encontra em um rio principal (o qual geralmente dá nome à bacia). Por sua vez, esse rio principal – correndo dos pontos de maior altitude para o ponto de menor altitude, *pari passu* ao desenrolar do ciclo hidrológico –, deságua em outro rio maior, em um lago ou no oceano. O ponto final desse curso d’água se chama exutório.

Conforme já dispunha a Lei nº 6.938/86, de 1981, e conforme dispõe a Lei nº 9.433, de 1997, artigo 1º, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a atuação das políticas públicas concernentes à gestão de recursos hídricos. Mais à frente nessa mesma lei, definem-se as diretrizes para a gestão desses recursos. Assim, a fim de maximizar benefícios e reduzir custos, a gestão desses recursos precisa ter uma visão holística sobre as bacias hidrográficas. Essa visão deve tentar considerar a totalidade dos eventos, fenômenos e efeitos sobre as bacias, uma vez que muitos deles estão conexos. Por exemplo, a ocupação irregular pode causar ausência de vegetação, que pode dificultar a infiltração e aumentar a velocidade do escoamento superficial, o que, por sua vez, pode causar maior erosão, que pode causar assoreamento, que pode causar desequilíbrio ecológico na bacia (SEIFFERT, 2011).

2.2- DRENAGEM URBANA

O escoamento superficial das águas da chuva é uma das partes do ciclo natural da água. No entanto, o urbano – *locus* da produção e das trocas – altera drasticamente as relações entre o homem e seu meio. A complexidade dos impactos inerentes a uma urbes têm como base uma tríade de fatores: (i) o crescimento populacional, (ii) o crescimento da demanda por matéria prima e energia, e (iii) o crescimento da quantidade de resíduos gerados (BARROS, 2005).

Mas o principal problema de drenagem nas grandes cidades – principalmente nas grandes cidades de países ainda em desenvolvimento, cujo espraiamento urbano se dá em direção a áreas periféricas, com padrões pouco apropriados de construções e apropriações do solo – são as inundações.

O engenheiro José Roberto Champs mostra o problema em Belo Horizonte, onde a expansão urbana foi realizada sem um plano eficaz de controle de cheias, o que resultou no aumento das inundações (CHAMPS, 2008). Como diz o autor:

Com a urbanização, os empoçamentos e lagoas temporárias são eliminados, a impermeabilização se expande e reduz a infiltração de água, os volumes escoados aumentam, assim como a frequência das inundações, a vegetação que antes retinha a água é suprimida, dando lugar a impurezas depositadas no solo ou nos córregos e rios, degradando a qualidade de suas águas (CHAMPS, 2008, pp. 87-88).

O engenheiro Mario Thadeu Leme de Barros, professor da USP, amplia essa lista feita por Champs, afirmando vários fatores de produção de inundações em áreas urbanas: (i) aumento gradativo do volume de escoamento superficial para o mesmo índice de precipitação; (ii) crescimento do volume de sedimentos afluentes aos canais drenadores, consequência da erosão, o que causa os assoreamentos e reduz a capacidade de transporte de água pelo sistema de drenagem; (iii) inexistência de planos diretores urbanos que considerem a hidrologia e a hidráulica da drenagem da bacia; (iv) lançamento de resíduos nos cursos d’água, sobretudo em áreas mais pobres, onde há dificuldades na coleta; (v) falta de conscientização da população; (vi) falta de investimentos no controle, na execução e na manutenção de obras; (vii) obsolescência dos sistemas de drenagem; (viii) problemas em obras mal executadas; (ix) falta de legislação própria à drenagem, ou falta de controle e fiscalização quando há legislação; (x) problemas relacionados à cooperação entre diferentes entes federados – por exemplo, quando há um município a montante que reluta em contribuir para a redução de determinado problema que interfere a vida no município a jusante; (xi) falta de informações acerca de hidrologia e meteorologia nas cidades e acerca dos sistemas de drenagem; (xii) ausência de um órgão gestor e coordenador específico à drenagem urbana; (xiii) ausência de normatização para projetos de drenagem dentro de uma mesma bacia; e (xiv) eventos hidrometeorológicos extraordinários (BARROS, 2005).

O também engenheiro Carlos Eduardo Morelli Tucci aponta para vários impactos dos problemas advindos desses fatores listados acima – todos, lembra o autor, inter-relacionados. A urbanização impensada e a carência em infraestrutura comprometem os mananciais, contaminando-os (TUCCI, 2005).

Essa mesma carência estrutural se vê acompanhada da ausência de acesso ao abastecimento de água e à coleta de esgoto sanitário, o que tem impactos diretos sobre a saúde humana. Muitas doenças são transmitidas pela água, ou são relacionadas a ela (casos como cólera, salmonela, diarreia, leptospirose, infecções, malária, esquistossomose, febre hemorrágica, dentre outras) (TUCCI, 2005).

Quanto às inundações, elas têm destaque na obra de Tucci. Sua explicação para a complexidade das inundações e suas implicações sobre a vida da sociedade vai além da concepção dos demais autores citados. Tucci explica que os leitos maiores dos rios são inundados naturalmente com frequência entre 1 e 2 anos. Quando há a ocupação irregular da área correspondente ao leito maior, os impactos são crônicos (TUCCI, 2005). E essas áreas são ocupadas, sobretudo, pela parcela mais pobre da população, impossibilitada de adquirir loteamentos regulares, um problema muito relevante nas metrópoles brasileiras (MARQUES, 2006; PAOLUCCI, 2012).

2.3- O PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE BELO HORIZONTE

As tentativas de planejar o sistema de drenagem do município de Belo Horizonte tiveram como base o Plano Metropolitano de Águas Pluviais e Proteção Contra Cheias da RMBH, desenvolvido pela Fundação João Pinheiro, e o Plano de Urbanização e Saneamento de Belo Horizonte, elaborado pela SUDECAP. Todavia, esses planos não conseguiram resolver os problemas relacionados à drenagem urbana (CHAMPS, [200?]).

Isso se deve, nomeadamente, à forma de pensar a abordagem clássica ou convencional para o sistema de drenagem urbana. Essa abordagem clássica se baseia na somatória de ideias vindas, principalmente, da França (a concepção higienista) e dos Estados Unidos da América (método racional, positivista). Os higienistas pregavam a evacuação rápida de águas pluviais, por considerar os empoçamentos como fontes de doenças. Por seu turno, os racionais-positivistas tinham uma interpretação muito mecanicista dos fenômenos relacionados à drenagem, sem levar em conta o quão complexos são os efeitos da urbanização sobre o ciclo natural da água. Assim, os projetos de drenagem implementados em Belo Horizonte até os anos 1990 tinham como foco o aumento da velocidade aos escoamentos – revestindo as calhas e tornando-as retilíneas –, além da implantação de avenidas sanitárias; tão comuns na capital (CHAMPS, 2008). Porém, os problemas não foram resolvidos:

Se por um lado a adoção dessa concepção clássica reduziu a frequência das inundações, por outro lado impôs um **elevado custo ambiental** em razão da exclusão desses corpos d'água no cenário urbano, e também pelo desaparecimento das comunidades aquáticas (peixes, moluscos, etc.) devido às altas velocidades. Além disso, a transferência das inundações para trechos de jusante provoca um efeito conhecido como “canhão hidráulico”, ou seja, com um volume de água superior à condição natural anterior para o mesmo espaço de tempo (CHAMPS, 2008, p. 90, grifo nosso).

Além desse malefício a jusante, esse tipo de intervenção na drenagem urbana possui uma avaliação negativa, com custos muito maiores que os benefícios trazidos. Por exemplo, a canalização do rio Arrudas, em Belo Horizonte, teve um curso de US\$ 25 milhões por quilômetro, e não foi efetiva (TUCCI, 2003). Prosseguindo com a obra de Carlos Tucci:

Para transportar todo esse volume [de água que passa a ser canalizada], é necessário ampliar a capacidade de condutos e canais ao longo de todo o seu trajeto dentro da cidade até um local onde o seu efeito de ampliação não atinja a população. A irracionalidade dos projetos leva a **custos insustentáveis**, podendo chegar a ser dez vezes maior do que o custo de amortecer o pico dos hidrogramas e diminuir a vazão máxima para jusante através de uma detenção (TUCCI, 2003, p. 36, grifo nosso).

Dessa forma, o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte busca “dotar a Prefeitura de Belo Horizonte de um instrumento de planejamento para a gestão dos serviços de controle das cheias” (CHAMPS, [200?]), diante da “constatação de que a demanda ambiental era crescente, e de que não cabia mais a insistência na opção pela canalização” (AROEIRA, 2010).

Esse Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte foi implementado em conformidade com o Plano Diretor da Cidade de Belo Horizonte (Lei municipal nº 7.165) e com sua premissa de necessidade de um instrumento de planejamento de drenagem.

Suas diretrizes básicas são: (i) a intersectorialidade e a integração de várias temáticas (a visão holística) relacionadas às inundações; (ii) necessidade de conhecer todo o sistema de drenagem; (iii) o preceito da não-transferência de prejuízos – ou externalidades negativas, principalmente para jusante; e (iv) a necessidade de estruturar a gestão municipal desse sistema de drenagem (AROEIRA, 2010).

2.4- DRENURBS

O DRENURBS (Programa de Revitalização Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural de Belo Horizonte) é um programa de saneamento ambiental e tratamento de fundo de vale, complementar e em conformidade ao Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte (CHAMPS, [200?]). Seu objetivo é “reverter a degradação dos cursos d’água do município que ainda estão em seus leitos naturais e [...] busca inovar no tratamento do saneamento ambiental e de processos participativos de gestão” (COSTA *et al.*, 2008).

Em muitos casos, diante da insalubridade da área adjacente aos cursos d’água (com acúmulo de lixo, mau cheiro e presença de outras formas de degradação), a população pede aos órgãos públicos competentes que os leitos desses córregos sejam fechados, concebendo os ditos *rios invisíveis*, distanciando o humano das águas que circulam no ambiente urbano (WSTANE, *et al.*, 2012).

Dentre as diretrizes do DRENURBS, pode-se destacar: (i) tratamento holístico dos problemas sanitários e ambientais; (ii) foco na estocagem de águas fluviais (ao contrário da concepção clássica); (iii) emprego de técnicas alternativas de drenagem, por exemplo, que privilegiem a infiltração no solo; (iv) fortalecimento da participação popular; e (v) preocupação constante – desde a execução das obras – com a mitigação de efeitos negativos (AROEIRA, 2010).

Em face dessas diretrizes, as ações contempladas pelo DRENURBS são, dentre outras, (i) interceptação de esgotos; (ii) tratamento e recuperação das margens dos córregos; (iii) implantação de reservatórios para controlar inundações; (iv) ampliação do alcance do sistema de limpeza urbana; (v) conservação de nascentes; (vi) recomposição da vegetação; (vii) desapropriação e realocação de famílias em situação de risco ou com interferência direta da obra; e (viii) implantação de planos locais de educação ambiental e de mobilização social (COSTA, *et al.*, 2008).

As avaliações do DRENURBS mostram que seus resultados são bons, no que concerne à qualidade da água, em si, à quantidade de sedimentação e à participação e satisfação popular. No entanto, restam algumas lacunas a serem preenchidas. A despeito de a população estar satisfeita com as obras, a avenida sanitária é reconhecida pelo imaginário dos moradores que vivem junto aos corpos d’água nas bacias urbanas como algo apreciado (*vide survey* aplicado pelo autor em MACEDO, 2009).

2.5- DESCRIÇÃO DA BACIA ESTUDADA – BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BONSUCESO

Este estudo faz um recorte sobre o baixo curso da bacia hidrográfica do Córrego Bonsucesso. Essa bacia se localiza na confluência das regionais Barreiro, Centro Sul e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, envolvendo diversos bairros e distintos padrões de ocupação.

Essa área se caracteriza pela altitude de 880 a 920 metros e declividade entre 10% e 30%, onde predominam vertentes planas e côncavas. Consequentemente, o padrão de escoamento é caracterizado pela baixa vazão e pelo iminente risco de sofrer influências negativas externas, vindas da área a montante – como poluição difusa, e o “canhão hidráulico” citado por Champs (2008).

No que tange à sua ocupação e usos antrópicos – diversos e de padrões heterogêneos e desiguais –, essa localidade se caracteriza por um crescimento demográfico que resulta em aglomerados e ocupações inadequadas, com baixo padrão construtivo e em áreas de planície de inundação. Inicia-se aqui o elenco de fragilidades e pressões ambientais percebidos na área.

Tal padrão de ocupação observado no baixo curso da bacia hidrográfica do Córrego Bonsucesso incorre em diversos riscos e impactos, a saber: deslizamentos (sobretudo nas áreas com maior declividade), erosão (sulcos e voçorocas, geralmente associados à inclinação dos taludes e à ausência de cobertura vegetal, vítima de queimadas recorrentes), assoreamento (associado à erosão, e que diminui a vazão dos corpos d’água, amplificando enchentes e inundações),

inundações (que têm seu efeito ameaçador amplificado pela irregularidade da ocupação), contaminação da água (muitas vezes por esgoto sanitário e lixo, mormente em áreas de ocupação irregular (onde não há acesso a um planejamento urbano efetivo, não há serviços de abastecimento, esgoto, coleta de lixo, dentre outros) e com ocupações de uso não residencial, (como o uso industrial, e os efluentes que as indústrias lançam aos cursos d'água). Como consequência desse padrão de uso e ocupação, percebemos uma incerteza: a iminência de riscos e danos à saúde e à vida (DRENURBS, 2009).

Dentre as possibilidades que favorecem uma política ambiental na área em questão, percebe-se há ainda uma alta porcentagem de leito natural aberto nos corpos d'água que formam a bacia do Bonsucesso. Posto que o DRENURBS atue sobre “cursos d'água [...] que ainda estão em seus leitos naturais” (COSTA *et al.*, 2008), os rios que formam essa bacia se fazem muito interessantes às vistas desse programa.

3- METODOLOGIA

O trabalho utiliza uma metodologia baseada em cinco eixos: (i) revisão de referencial teórico acerca de hidrografia, drenagem urbana, gestão ambiental e assuntos correlatos; (ii) trabalho de campo, no qual foi aplicado um protocolo de avaliação rápida específico para bacias hidrográficas em ambiente urbano; (iii) diagnóstico ambiental, a partir da situação identificada no trabalho de campo – problemas e possibilidades –, julgados à luz do referencial teórico revisto; (iv) tratamento e georreferenciamento das informações, utilizando *softwares* específicos; e, por fim, (v) elaboração de um mapa de propostas de intervenção, a partir do tratamento das informações espaciais e baseado no diagnóstico feito.

3.1- SOBRE O PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE CURSOS D'ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS EM ÁREAS URBANAS

O protocolo a ser utilizado foi criado por uma equipe de pesquisadores ligados ao Projeto Manuelzão, da Universidade Federal de Minas Gerais. Seu foco está na busca da conciliação de conflitos entre atores e compatibilização de usos, a partir do alcance de “informações dinâmicas e qualificadas que possam subsidiar as ações de gestão e permitir um planejamento pautado na realidade e diversidade das regiões hidrográficas” (LEMOS, 2010, p. 2).

Esse protocolo tem como objetivos: (i) diante da ausência de um instrumento específico para tais questões, permitir a capacidade de subsidiar decisões no âmbito das bacias hidrográficas em ambiente urbano; (ii) por ter sido desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, busca possibilitar a aplicação por pesquisadores de diferentes níveis de conhecimento e instrumentação técnica; (iii) em face da escassez de recursos financeiros, pretende fornecer um instrumento que não exige custos altos e que seja possível de se utilizar com pouco tempo, restringindo-se a pesquisa à análise macroscópica; (iv) fornecer um instrumento que possa ser utilizado em áreas sobre as quais ainda não há tantas informações ou dados disponíveis (LEMOS, 2010).

Ademais, esse protocolo não trabalha apenas o cenário atual macroscópico do curso d'água. Outra de suas vantagens técnicas é a possibilidade de apontar para potenciais usos e possibilidades de melhorias (a partir dos quais será elaborado um mapa temático, como explicado no item acima). Assim, os parâmetros controlados pela pesquisa são:

A) Sobre a *qualidade da água*:

- a. cor;
- b. odor;
- c. presença de matérias em suspensão;
- d. presença de resíduos sólidos;
- e. presença de esgoto.

B) Sobre *uso e ocupação*:

- a. presença de focos de erosão;
- b. presença a grau de alteração da vegetação ciliar;
- c. distância entre o corpo d'água e os equipamentos urbanos mais próximos;
- d. presença de obstáculos à fluidez normal da água
- e. presença de canalização ou retificação dos cursos d'água.

A esses parâmetros foram dados pontuações 0, 5 ou 10 – categorizando, respectivamente, as características *ruim*, *médio* ou *boa*. Considerando-se o caráter subjetivo da aplicação desse protocolo – pautado na categoria de análise *paisagem* –, foi elaborada uma grade de interpretação com fotografias de exemplos para auxiliar a observação dos parâmetros.

Foram atribuídos, ainda, diferentes pesos para cada parâmetro. Devido à interdisciplinaridade do protocolo, cada pesquisador teria a tendência a se preocupar mais com determinados parâmetros. Para solucionar isso, foi utilizado o método AHP – *Analytic Hierarchy Process* –, que analisa o peso das variáveis par a par, como mostrado nas tabelas abaixo:

Tabela 1- Grupo de variáveis referentes à qualidade da água. Fonte: Lemos, 2010.

CRITÉRIO	PESO
Cor	13%
odor	26%
presença de matérias em suspensão	10%
presença de resíduos sólidos	7%
presença de esgoto	44%
TOTAL	100%

Tabela 2- Grupo de variáveis referentes a uso e ocupação. Fonte: Lemos, 2010.

CRITÉRIO	PESO
presença de focos de erosão	17%
presença a grau de alteração da vegetação ciliar	17%
distância entre o corpo d'água e os equipamentos urbanos mais próximos	11%
presença de obstáculos à fluidez normal da água	10%
presença de canalização ou retificação dos cursos d'água	45%
TOTAL	100%

A partir disso, para cada grupo de variáveis (*qualidade da água* e *uso e ocupação*), foram destinados 50 pontos. A soma da pontuação de cada grupo gera um índice final que indica a qualidade ambiental do curso d'água em área urbana analisado. As pontuações de 0 a 29 pontos equivalem a *trechos impactados*. Entre 30 e 70 pontos, são *trechos alterados*. Por fim, de 71 a 100 pontos, são *trechos em bom estado de conservação*.

3.2- SOBRE A ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES ESPACIAIS

Como parte da metodologia aplicada, foi realizada uma análise de uso e ocupação do solo da área da bacia em questão. Uma imagem de satélite (original do *Google Maps*) foi georreferenciada, utilizando-se a ferramenta *georeferencing* do *software* ArcMap. Após o georreferenciamento, iniciou-se uma vetorização detalhada para criar diferentes *shapefiles* para diferentes tipos de uso e ocupação do solo mostrados na imagem.

A partir dessa primeira etapa de tratamento das informações espaciais, foram selecionados pontos prováveis para avaliação durante o trabalho de campo. Essa seleção levou em conta diferentes usos e ocupações do solo, a fim de que o resultado da aplicação do protocolo refletisse, ao máximo, o impacto desses diferentes usos sobre a qualidade sócio-ambiental da área.

Após a pesquisa *in loco*, os pontos visitados (cuja localização foi aferida por um aparelho de GPS) foram *plotados* no mapa.

3.3- SOBRE A PESQUISA IN LOCO

Como já mencionado acima, foi realizada uma pesquisa *in loco*, para a aplicação do protocolo descrito no item 3.1. Nessa atividade de campo foram definidos alguns pontos de observação de um trecho do baixo curso do córrego Bonsucesso.

Os critérios para a escolha desses pontos foram a presença de focos de pressão ambiental (intervenções no leito, presença de lixo, assoreamento, presença de esgoto, material em suspensão, dentre outros), buscando diferentes padrões (para construção de um contrafactual e de uma amostra significativa), diante das contingências envolvidas ao acesso aos pontos identificados.

Os resultados da observação e da aplicação do protocolo de avaliação serão discutidos nos próximos itens deste texto, nos quais também serão apresentadas possibilidades de intervenção para mitigar os problemas encontrados *in loco*.

4- DIAGNÓSTICO DE FRAGILIDADES E PROBLEMAS OBSERVADOS

A partir da aplicação da metodologia mencionada acima, os pontos selecionados estão elencados abaixo, expostos e numerados de montante para jusante, junto de uma breve descrição da área e uma ilustração, acompanhados do diagnóstico dos problemas observados:

PONTO 1: O ponto 1 dista poucos metros do Anel Rodoviário, e é caracterizado pelo depósito de uma quantidade muito grande de lixo, como se observa na Figura I:



Figura I: Presença de lixo no ponto 1. Fonte: próprios autores (2014).

Além disso, observam-se alguns focos de erosão, coloração escura da água e um pouco de material em suspensão (possíveis indicativos da presença de esgoto).



Figura II: Coloração da água e presença de resíduos no ponto 1. Fonte: próprios autores (2014).

PONTO 2: O ponto 2 se localiza em um córrego tributário do córrego Bonsucesso. Sua nascente está protegida dentro de uma porção de mata. Por conseguinte, sua qualidade ambiental é notável (não há erosão, a água é cristalina e não há presença de qualquer material estranho), conforme se observa na Figura III:



Figura III: córrego que deságua no Bonsucesso; ponto 2. Fonte: próprios autores (2014).

PONTO 3: O ponto 3 se localiza nas adjacências de um posto de combustíveis. Como mostra a Figura IV, não há qualquer separação entre o posto e o curso do córrego. Além disso, observa-se coloração escura, material em suspensão, e há modificações na vegetação na margem.



Figura IV: proximidade do posto de combustíveis; ponto 3. Fonte: próprios autores (2014).

PONTO 4: O ponto 4 se caracteriza pelas quedas d'água e pela presença de material em suspensão (sobretudo espuma, outro indicativo da presença de esgoto, como mostra a Figura VI). Além disso, há resíduos sólidos, focos de erosão nas encostas e obstruções à fluidez da água (como se observa na Figura V).



Figura V: ponto 4 – queda d'água. Fonte: próprios autores (2014).

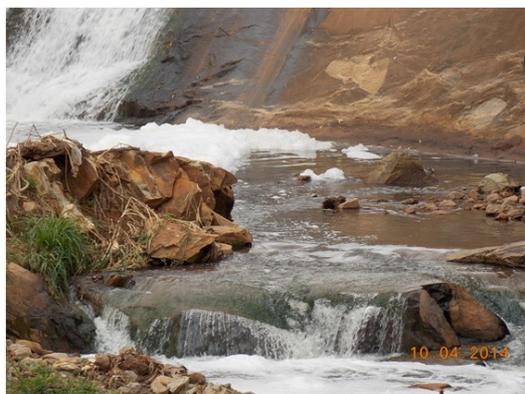


Figura VI: presença de espuma no ponto 4. Fonte: próprios autores (2014).

PONTO 5: O ponto 5 é caracterizado por meandros naturais onde há depósito de uma quantidade significativa de lixo. Identifica-se um forte odor, bem como a presença de materiais em suspensão e a coloração escura. Outro ponto crítico é a presença de erosão na encosta – que é extremamente íngreme (conforme observa-se na Figura VII).



Figura VII: erosão na encosta próxima ao ponto 5. Fonte: próprios autores (2014).

PONTO 6: O ponto 6 corresponde ao exutório do córrego Bonsucesso, quando ele encontra com o Ribeirão Arrudas. Os problemas identificados ali são odor, presença de material em suspensão, presença de resíduos sólidos, erosão, canalização e alteração da vegetação.



Figura VIII: encontro do Bonsucesso com o Arrudas. Fonte: próprios autores (2014).

Em geral, os problemas diagnosticados são: grande presença de lixo, considerável erosão (e encostas perigosamente íngremes), alteração da vegetação natural, ocupações muito próximas do leito do córrego (sobretudo no ponto 3 e entre o ponto 5 e o ponto 6), potencial de adensamento urbano num futuro próximo (e o conseqüente aumento da impermeabilização) e poluição à montante, externa ao baixo curso da bacia.

Retomando os valores indicativos da qualidade ambiental dos pontos, conforme explicitado pela metodologia, os resultados encontrados foram:

Tabela III: Resultados da avaliação de qualidade ambiental, por ponto. Fonte: elaboração própria.

PONTO	VALOR	CATEGORIA
1	60	<i>Trecho alterado</i>
2	100	<i>Trecho em bom estado de conservação</i>
3	40	<i>Trecho alterado</i>
4	60	<i>Trecho alterado</i>
5	35	<i>Trecho alterado</i>
6	60	<i>Trecho alterado</i>

5- POTENCIALIDADES E PROPOSIÇÕES DE POSSIBILIDADES DE INTERVENÇÕES

À luz do referencial teórico exposto até aqui, algumas potencialidades foram observadas durante a pesquisa *in loco*. Dentre elas podem-se destacar a presença de vegetação inalterada ou pouco alterada (principalmente a montante, entre os pontos 1 e 3), a presença de córregos ainda preservados (como o caso do ponto 2), presença de uma fauna nativa (sobretudo passeriforme), preponderância da presença de leito pouco alterado (poucas barreiras à fluidez, pouca canalização – o que possibilita a atuação do DRENURBS, cujo foco se coloca sobre esse tipo de corpo d'água), presença de meandros (especialmente no ponto 5, o que se faz uma barreira ao aumento acelerado de vazão), proteção de certas partes (há grades e portões que impedem o acesso ou ocupação de áreas de risco) e preservação de uma área significativa de planícies de inundação.

Antes de elencar as possibilidades de intervenção atinentes a cada um dos pontos observados, faz-se relevante citar as proposições ditas gerais. Dentre elas estão: controle da poluição que vem de áreas a montante (externalidades de ações a montante que engendram um grande problema de ação coletiva), alargamento das ações de educação ambiental, criação de áreas de lazer contemplativas (de baixo custo e grande potencial de preservar o ambiente, concomitantemente ao grande potencial de dar pertencimento à população que usufrua dessa área), reflorestamento com espécies nativas, fiscalização e mecanismos de controle de recalitrâncias (por exemplo, via *law enforcement*), proteção de nascentes (como a do córrego visto no ponto 2) e incentivos à participação popular (uma maneira de empoderar a população ao, por exemplo, garantir vantagens pecuniárias em face de auxílio, por parte dos cidadãos, na fiscalização e no controle do uso e da ocupação da área da bacia).

Além dessas proposições gerais, aquelas especificamente atinentes a cada um dos pontos são:

PONTO 1: retirada do lixo, intensificação dos trabalhos de conscientização dos moradores, controle da recalitrância e das externalidades a montante.

PONTO 2: fiscalização e controle da qualidade ambiental.

PONTO 3: replantio de espécies nativas e alguma intervenção estatal sobre a propriedade privada (retirada do posto de combustíveis que se encontra demasiadamente próximo do curso d'água).

PONTO 4: reconstituição da vegetação à margem e desobstrução da fluidez.

PONTO 5: retirada dos resíduos e aumento da fiscalização.

PONTO 6: haja visto a enorme área disponível, replantio de espécies nativas e criação de uma área de lazer contemplativa.

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se a enorme relevância que a gestão de bacias hidrográficas possui – sobretudo em áreas urbanizadas, que concentram tão grande contingente populacional e, por conseguinte, tantos problemas. A água é um recurso natural finito e que necessita de uma gestão responsável e responsiva às crescentes demandas.

A partir, então, do estudo de caso do baixo curso da bacia do córrego Bonsucesso, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, foi feita uma revisão de referencial teórico, um trabalho de campo, a aplicação de um protocolo de avaliação rápida específico para bacias hidrográficas em ambiente urbano, diagnóstico ambiental, o tratamento e o georreferenciamento das informações, e a elaboração de um mapa de propostas de intervenção.

Dessa forma, este artigo preenche uma lacuna deixada pela ausência de uma pesquisa cujo produto contemple integralmente os princípios preconizados pela legislação referente à gestão ambiental e à gestão das águas; sobretudo pela Lei nº 9.433/1997 e o princípio de que a gestão dos recursos hídricos deve se dar de maneira descentralizada (incluindo-se aí as instituições de ensino e pesquisa, além dos órgãos tomadores de decisões públicas) e participativa.

Ademais, à luz de todo o relevante referencial teórico concatenado aos métodos científicos empregados, este artigo pode vir a subsidiar a ação dos próprios órgãos governamentais responsáveis pela gestão de recursos hídricos com informações relevantes e úteis.

Por fim, o produto final desta pesquisa (o mapa de proposições) se apresenta como um instrumento afinado às disposições legais do arcabouço jurídico brasileiro; bem como afinado ao interesse público, ao bem-estar da sociedade e ao ideal de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AROEIRA, R. M. Recuperação ambiental de bacias hidrográficas, Belo Horizonte, Brasil. In: MATTAMACHADO, A. T. G.; LISBOA, A. H., ALVES, C. B. M.; LOPES, D. A.; GOULART, E. M. A.; LEITE, F. A.; POLIGNANO, M. V. **Revitalização de Rios no Mundo: América, Europa e Ásia**. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010.
2. BARROS, M. T. L. Drenagem urbana: bases conceituais e planejamento. In: PHILIPPI JR, A. (editor) **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005. pp. 221-265.
3. CHAMPS, J. R. Uma nova concepção para a drenagem urbana. In: LISBOA, A. H.; GOULART, E. M. A.; DINIZ, L. F. M. (org.) **Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio**. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2008. pp. 85-94.
4. CHAMPS, J. R. **O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte**. [200?] Disponível em: <http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/HidroEX/Convenios_HidroEX/COVENIO%2013.341%20-%20Dialogos%20da%20Terra%20%28Fundep%2010.154%29/Enchentes%20Urbanas/Jose%20Roberto%20Champs/O%20Plano%20Diretor%20de%20Drenagem%20de%20Belo%20Horizonte.doc> Acesso em 23 mar 2014.
5. COSTA, H. S. M.; BONTEMPO, V.; KNAUER, S. Programa DRENURBS: uma discussão sobre a constituição de alianças de aprendizagem na Política de Saneamento em Belo Horizonte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, XVI, 2008. **XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais**. Caxambu.
6. DRENURBS. **Bacia do Córrego Bonsucesso: diagnóstico de percepção socioambiental ex-ante**. Belo Horizonte, 2009.
7. LEMOS, R. S.; CARVALHO, V. L. M.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; POLIGNANO, M. V. **Elaboração de um protocolo de avaliação rápida de cursos d'água e aplicação em sub-bacias hidrográficas do Ribeirão Pampulha, bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais – Brasil**. Belo Horizonte, 2010.
8. MACEDO, D. R. **Avaliação de Projeto de Restauração de Cursos d'água em Área Urbanizada: estudo de caso no Programa DRENURBS em Belo Horizonte**. Dissertação (mestrado em Geografia) – UFMG. Belo Horizonte, 2009.
9. MARQUES, C. E. B. **Proposta de Método para a Formulação de Planos Diretores de Drenagem Urbana**. Dissertação (mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília. Brasília, 2006.

10. PAOLUCCI, C. O. **Risco hidrometeorológico no município de Belo Horizonte:** eficiências e deficiências desde os anos 1990. Dissertação (mestrado em Geografia) – UFMG. Belo Horizonte, 2012.
11. SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental:** instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
12. SHIVA, V. Recursos naturais. In: SACHS, W. **Dicionário de desenvolvimento:** guia para o conhecimento como poder. Petrópolis: Vozes, 2000. p. 300-303.
13. TUCCI, C. E. M. Águas urbanas: interfaces no gerenciamento. In: PHILIPPI JR, A. (editor) **Saneamento, saúde e ambiente:** fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005. pp. 375-411.
14. TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Ciência; Cultura.** v. 55, n. 4, pp. 36-37, 2003.
15. WSTANE, C. S. M.; BONTEMPO, V. L.; OLIVIER, C.; OLIVEIRA, G. Gestão de águas urbanas em Belo Horizonte: avanços e retrocessos. **Revista de Gestão de Água da América Latina.** v. 9, n 1, pp. 6-16, jan/jun, 2012.