

## REFLEXÕES SOBRE A PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES EM CURSOS DE ÁGUA À LUZ DE MODELOS APLICADOS AO SANEAMENTO BÁSICO

*Janaína de Andrade Evangelista<sup>1\*</sup>; Marcio Benedito Baptista<sup>2</sup> & Priscilla Macedo Moura<sup>3</sup>*

**Resumo** – A necessidade de maior eficiência na atuação do poder público, maximizando o benefício à população, exige que a definição das políticas públicas seja fundada em avaliações que identifiquem níveis de prioridades, levando em consideração aspectos como a condição em que se encontra o rio, as pressões sobre os tomadores de decisão e os custos. Destaca-se neste trabalho a inexistência de estudos para priorização de intervenções em cursos de água, apesar de algumas propostas para ações de saneamento de forma geral. Neste estudo foram identificados modelos brasileiros de priorização para drenagem e saneamento, e então uma reflexão e proposição de critérios a serem utilizados para a priorização de intervenções em cursos de água.

**Palavras-Chave** – Priorização, Intervenções em rios, análise multicriterial.

### REFLECTIONS ON STREAM INTERVENTIONS PRIORITIZATION BASED ON MODELS APPLIED TO ENVIRONMENTAL SANITATION

**Abstract** – The need of greater efficiency in the performance of government, maximizing the benefits for population, requires public policies definition to be founded on assessments that identify priority levels, taking into account the stream condition, the pressures on decision makers and costs. This paper points out the lack of studies for prioritizing stream interventions, although the existence of some proposals for environmental sanitation actions in general. In this study were identified Brazilian models of prioritization of urban drainage and environmental sanitation, and so a reflection and a propose about criteria to be used in stream interventions prioritization.

**Keywords** – Priorization, river interventions, multicriteria evaluation.

### INTRODUÇÃO

Os cursos de água urbanos, devido ao processo de ocupação desordenada na maioria das cidades brasileiras, sofreram um intenso processo de degradação, habitualmente associado a diversos problemas ambientais, sociais e de saúde pública. Em muitos casos, os cursos de água urbanos se tornaram canais receptores de esgoto sem tratamento e de resíduos sólidos, perdendo suas funções ecológicas e tornando-se um meio de proliferação de doenças.

A ocupação desordenada e os processos de impermeabilização do solo e de artificialização dos cursos de água agravaram a incidência de inundações. Devido à redução do tempo de concentração e o aumento do escoamento superficial há incrementos nas vazões de pico, além da degradação dos ecossistemas fluviais.

No Brasil, das quatro áreas do saneamento definidas na Lei 11.445/2007 (Brasil, 2007) - abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas -, esta última tem sido, historicamente, a

<sup>1</sup> Doutoranda Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Depto. de Eng. Hidráulica e Recursos Hídricos: Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, Email [janainae@ig.com.br](mailto:janainae@ig.com.br)

<sup>2</sup> Professor Titular do Depto. de Eng. Hidráulica e Recursos Hídricos da UFMG: Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, E-mail [marcio.baptista@ehr.ufmg.br](mailto:marcio.baptista@ehr.ufmg.br)

<sup>3</sup> Professora Adjunta do Depto. de Eng. Hidráulica e Recursos Hídricos da UFMG: Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, E-mail [priscilla.moura@ehr.ufmg.br](mailto:priscilla.moura@ehr.ufmg.br)

\* Autor responsável pela submissão.

que vem recebendo menor atenção e aporte de recursos do poder público.

Com efeito, conforme Plano Nacional de Saneamento (Brasil, 2011), a partir de dados do SIGA Brasil (2010) verificou-se que dos recursos não onerosos empenhados pela FUNASA/MS, Ministério da Integração Nacional e Ministério do Meio Ambiente, apenas 0,9% foram destinados à drenagem. Dos recursos onerosos do FGTS desembolsados de 1996 a 2009, apenas 8,92% foram destinados à drenagem.

Conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008 (Brasil, 2010) dos 5564 municípios brasileiros, em 2008, 40,9% (2274 municípios) relataram ter havido inundações e/ou alagamento em sua área urbana nos cinco anos que antecederam à pesquisa. Desses municípios, 60,7% informaram haver ocupação urbana em áreas inundáveis naturalmente por cursos de água e 48,1% a existência de áreas urbanas irregulares em baixios naturalmente inundáveis. A existência de pontos de estrangulamento no sistema de drenagem que resultam em inundações foi relatada por 33,4% (1858) dos municípios brasileiros.

Ainda com base na PNSB 2008, os municípios com ocorrência de eventos de inundação e/ou alagamento, apontaram como agravantes desses eventos o dimensionamento inadequado das estruturas (30,7%), obras inadequadas (31,7), ocupação intensa e desordenada do solo (43,1%) e obstrução de bueiros e bocas de lobo (45,1%).

Resta, portanto, grande carência por ações que visem à solução dos problemas relacionados aos cursos de água degradados, bem como sua reinserção urbana e recuperação de suas funções.

No Brasil as demandas por serviços públicos e investimento em infraestrutura são geralmente superiores à sua receita, estando os administradores públicos frente a situações emergenciais de áreas diversas como saúde, educação, segurança pública, transporte, saneamento, entre outras. Assim, a aplicação de recursos deve ser sempre otimizada de forma a oferecer maior benefício ao maior número de pessoas possível. E a escolha dos investimentos a serem realizados deve ser baseada em estudos de viabilidade e impacto que permitam avaliar a eficácia, eficiência, efetividade e economicidade das ações propostas.

A execução de uma intervenção em um curso de água produz impactos positivos e negativos que atingem dimensões socioambientais e políticas. A definição das prioridades de atendimento envolve um processo complexo, no qual aspectos técnicos devem ser avaliados conjuntamente com aspectos sociais, políticos e legais, assim como a oportunidade da realização da obra. Portanto, verifica-se uma grande demanda por estudos que auxiliem a avaliação e escolha de projetos prioritários. Para sua realização é necessário o estabelecimento de indicadores e utilização de métodos multicriteriais.

O presente trabalho teve por objetivo levantar estudos realizados para priorização de investimentos em drenagem e saneamento e efetuar uma reflexão preliminar para a proposição de critérios para um modelo aplicável à priorização de intervenções em cursos de água. Trata-se de uma etapa de um projeto de doutorado que visa o estabelecimento desse modelo.

## **MODELOS DE PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM DRENAGEM E SANEAMENTO NO BRASIL**

Existem poucos estudos realizados para priorização de investimentos em ações relacionadas à drenagem e os que existem concentram-se principalmente sobre ações de saneamento de forma genérica. É importante ressaltar o caráter preliminar do levantamento realizado, cujo foco foi os estudos realizados no Brasil, tendo em vista que um modelo para priorização de investimentos sofrerá grande influência de aspectos políticos, econômicos e culturais, de maneira que as referências mais importantes, em especial para a definição dos critérios, serão aquelas fruto das experiências brasileiras. Entretanto, em etapas subsequentes será feito levantamento exaustivo sobre estudos internacionais, com especial interesse sobre aspectos metodológicos. A seguir é feita

uma descrição sucinta dos principais estudos identificados e a seguir uma reflexão teórica para proposição de critérios de priorização de investimentos em intervenções em cursos de água.

### **Priorização de intervenções em galerias existentes**

Aguiar (2012) com o intuito de subsidiar a implantação de planos de gestão patrimonial de drenagem urbana, tratou de proposta de hierarquização de ações de manutenção e restauração de galerias pluviais, identificando os trechos prioritários por meio da avaliação do estado das estruturas de drenagem. Para essa avaliação foram estabelecidos dois indicadores de risco de impactos aos usuários, um relacionado às ações de rotina (IR), e outro às ações emergenciais (IE). Os parâmetros utilizados para ambos indicadores foram erosão por abrasão; erosão por cavitação; erosão por ataque químico; assoreamentos; manifestações patológicas casuais; ausência de manifestações patológicas.

Para cada parâmetro foi estimada a área de incidência da patologia e o impacto, que foi classificado em quatro níveis conforme estudo de Rerau (2005), e a cada um deles associado um peso que varia de 3 a 0, do maior para o menor impacto, respectivamente. A agregação dos indicadores foi feita pelo método multicritério da média ponderada.

O trabalho de Aguiar (2012) apresenta uma proposta que contempla uma pequena parte do escopo pretendido nesta pesquisa, abordando intervenções em estruturas tradicionais existentes e que demandam manutenção/recuperação. A avaliação apresentada concentra-se em aspectos técnicos que garantam a segurança e integridade dessas estruturas. Há que se avaliar essas ações em conjunto com outras demandas da bacia, como intervenções em trechos em condições naturais ou não que apresentem problemas como, por exemplo, inundações. Essa análise mais ampla deve contemplar ainda aspectos sociais, epidemiológicos, econômicos, entre outros.

### **Planejamento das ações de drenagem da Prefeitura de São Paulo**

A prefeitura municipal de São Paulo apresentou em seu Manual de Drenagem (São Paulo, 2012) uma metodologia de avaliação de alternativas de drenagem em uma bacia, para em sequência ser realizada a priorização das ações previstas. Entretanto, a etapa de priorização não foi sistematizada fazendo-se aqui a apresentação do modelo proposto para escolha das alternativas de intervenção. O método multicritério adotado foi também o da média ponderada e os critérios subcritérios são: Custo (custo de implantação e custo de operação/manutenção); Critérios técnicos de projeto (suficiência de dados, risco hidrológico, estudo de alternativas, complexidade operacional, vulnerabilidade); Danos evitados (trânsito, risco de danos materiais, danos à saúde pública, mortes); Impactos (sobre a paisagem e meio ambiente urbano, qualidade da água, durante as obras); benefício político. Para sua avaliação é utilizada uma escala que varia de 1 a 5, sendo um a pior situação e cinco a melhor. As faixas de valores ou situações correspondentes aos valores da escala de 1 a 5 são definidas de forma comparativa pelo analista para cada estudo. Por exemplo, aquele projeto de maior custo receberá a nota mais baixa, sendo também definido pelo analista o peso relativo para cada critério.

Apesar de não ter sido sistematizada a priorização das ações, mas tão somente a escolha da melhor alternativa para cada trecho, verifica-se que os critérios utilizados podem auxiliar a etapa de priorização. Para reduzir a subjetividade e maior praticidade desse tipo de análise é importante que se defina quais os critérios a serem utilizados nessa etapa e os pesos correspondentes.

### **Modelo de priorização de investimentos para ações de saneamento de Silva *et al.* (2008)**

O modelo proposto fez uso de programação linear e do índice de salubridade ambiental apresentado por São Paulo (1999), que compreende indicadores de cobertura por abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana, socioeconômico, de recursos hídricos e

controle de vetores, e introduz ainda o indicador das condições da moradia.

A equação 1 representa a agregação desses indicadores para obtenção do índice de priorização de investimentos ISA/JP1 que pode variar de 0 a 1. Onde os subindicadores são:  $I_{ab}$  – Abastecimento de Água;  $I_{es}$  – Esgotos Sanitários;  $I_{rs}$  – Resíduos Sólidos;  $I_{cv}$  – Controle de Vetores;  $I_{rh}$  – Recursos Hídricos;  $I_{du}$  – Drenagem Urbana;  $I_{cm}$  – Condições de Moradia;  $I_{se}$  – Socioeconômico.

$$ISA / JP1 = 0,2I_{ab} + 0,2I_{es} + 0,15I_{rs} + 0,1I_{cv} + 0,1I_{rh} + 0,1I_{du} + 0,1I_{cm} + 0,05I_{se} \quad (1)$$

O modelo de priorização proposto MPIS/PL é composto por uma função objetivo e um conjunto de restrições. O modelo busca maximizar o indicador ISA/JP1 na área em estudo quanto às ações de saneamento, considerando as variáveis restritivas: o valor mínimo aceitável para o índice de salubridade ISA/JP1 das ações; os valores das intervenções não alocáveis (no caso de pré-existência); valores financeiros desses possíveis investimentos, considerando-se um teto; os pesos relativos dos subindicadores de saneamento; e a exigência de implantação de ações de esgotamento sanitário somente em localidades que já possuam abastecimento de água. Os subindicadores de saneamento básico foram então agrupados conforme equação 2 e criado o índice I relacionado somente aos critérios sanitários.

$$I = 0,2I_{ab} + 0,2I_{es} + 0,15I_{rs} + 0,1I_{du} \quad (2)$$

Foi estabelecida a escala de salubridade e os valores correspondentes do ISA/PJ1 e I, Tabela 1.

Tabela 1 – Salubridade e Pontuação dos índices ISA/PJ1 e I

Situação da salubridade	Pontuação (%)	
	ISA/JP1	I
Insalubre (INS)	0,00 – 25,50	0,00 – 16,57
Baixa salubridade (BSB)	25,51 – 50,50	16,58 – 32,82
Média salubridade (MSB)	50,51 – 75,50	32,83 – 49,07
Salubridade Aceitável (SAC)	75,51 – 90,00	49,08 – 58,50
Salubre (SAL)	90,01 – 100,00	58,51 – 65,00

A escala de prioridades é obtida ponderando-se o valor I da região de estudo pela respectiva população, sendo posteriormente esse índice submetido à verificação dos critérios de restrição.

### Sistema de priorização de investimentos da Prefeitura de Belo Horizonte - PBH

Esse sistema define a prioridade para receber investimentos em infraestrutura e serviços de saneamento, entre bacias elementares e as sub-bacias do município de Belo Horizonte, tendo sido proposto no Plano de Saneamento Municipal (Belo Horizonte, 2013).

Para sua formulação foi também utilizado o índice de salubridade, composto por indicadores de cobertura por abastecimento de água, serviços de esgoto, drenagem urbana e resíduos sólidos, de forma associada à densidade populacional, percentual da população que vive em vilas e favelas e taxa de internação por diarreia da população de 0 a 5 anos. O índice ISA é expresso pela equação 3, podendo-se notar a diferente ponderação de cada indicador ou critério em comparação com o ISA/JP1, quando os indicadores de drenagem e de esgotamento sanitário ganharam maior relevância na análise proposta pela PBH.

$$ISA = 0,05I_{ab} + 0,35I_{es} + 0,2I_{rs} + 0,4I_{du} \quad (3)$$

As variáveis indicadores  $I_{ab}$ ,  $I_{es}$ ,  $I_{rs}$ ,  $I_{du}$  possuem a mesma denominação apresentada no ISA/JP1, entretanto sua mensuração difere daquelas propostas por São Paulo (1999) e Silva et al. (2008).

Para a definição de prioridades de investimentos, o Índice de Salubridade Ambiental ISA recebeu um peso de 50%, adotando-se a nota 50 para bacia/sub-bacia com menor ISA e notas proporcionais para as demais, conforme equação 4. Onde  $NOTISA_i$  é a nota quanto à salubridade da localidade  $i$ ,  $ISA_i$  o índice de salubridade de  $i$  e  $ISA_{MAX}$  e  $ISA_{MIN}$  são os índices de salubridade máximo e mínimo, respectivamente, entre as localidades avaliadas.

$$NOTISA_i = 50 - \frac{50 - (ISA_i - ISA_{MIN})}{ISA_{MAX} - ISA_{MIN}} \quad (4)$$

Completando-se a avaliação tem-se ainda a densidade populacional - NOTDENS que recebeu peso de 15% (bacia/sub-bacia de maior densidade demográfica recebe a nota 15); percentual da população residente em favelas ou vilas - NOTPOPVI, com peso de 25% (nota 25 aquela bacia/sub-bacia que tiver o maior percentual de moradores em vilas e favelas); e taxa de internação por doenças diarreicas em crianças de zero a cinco anos - NOTTXD, com peso de 10% (nota dez para aquela bacia/sub-bacia que tiver maior percentual de casos). Para os demais casos desses quatro índices, a nota é proporcional, de forma similar ao  $NOTISA_i$ , com a bacia ou sub-bacia menos vulnerável recebendo nota zero. As maiores notas de priorização – NOTPRIOR, equação 5, indicam as bacias/sub-bacias mais prioritárias.

$$NOTPRIOR = NOTISA + NOTDENS + NOTPOPVI + NOTTXD \quad (5)$$

### **Modelo de priorização de investimentos em saneamento com ênfase em indicadores de saúde de Teixeira e Heller (2001)**

Nesse trabalho foram utilizados indicadores de mortalidade infantil, cobertura por serviços de saneamento, investimento *per capita*, índice de desenvolvimento humano e licenciamento ambiental. Esses indicadores foram avaliados em uma escala de 0 a 10. Foram tomados como referências os valores das médias de cada indicador para o conjunto de municípios ou localidades avaliados. Se o indicador do município estivesse abaixo do limite inferior (média menos um desvio padrão), receberia pontuação 0 e se estivesse acima do limite (média mais um desvio padrão) pontuação 10. Para indicadores de prioridade inversa recebem pontuação 10 se estiverem abaixo do limite inferior (média menos desvio) e 0 se estiverem acima do limite superior (média mais desvio). Para situações em que os indicadores se localizassem dentro dos limites inferior e superior, utiliza-se uma interpolação linear. Os pesos foram fixados em uma escala de 1 a 3, sendo fixado o peso máximo=3 para o indicador epidemiológico devido à sua relevância à análise, e os demais indicadores por meio de pesquisa Delphi, tendo sido obtidos: sanitário – 2,5; financeiro – 1,5; social – 2; ambiental – 2.

As projeções dos indicadores mortalidade infantil foram feitas com base no estudo de Heller (1995) que permite avaliar a redução do risco de mortalidade infantil devido à implantação das intervenções de saneamento. Já o estudo de Esrey *et al.* (1991) permitiu avaliar a redução dos riscos relacionados à diarreia para a implantação de diversas ações de saneamento.

Para o critério de licenciamento ambiental, a ação recebia 10 se houvesse obrigatoriedade de licenciamento e se o projeto já possuísse licença ou não houvesse obrigatoriedade de licenciamento, e recebia 0 se não houvesse licença e essa fosse obrigatória.

A pontuação final é obtida para cada intervenção pela soma dos produtos dos indicadores pelos respectivos pesos.

### **Modelo de priorização de investimentos em saneamento baseado em indicadores epidemiológico e financeiro de Teixeira e Heller (2003)**

Nesse modelo foi avaliada a susceptibilidade à mortalidade infantil frente a diferentes intervenções em saneamento, com uso do indicador de TCE (total de casos evitados com a implantação da intervenção), e o retorno financeiro de cada intervenção, em uma análise de viabilidade financeira do projeto, utilizando-se o valor presente líquido – VPL dos investimentos e custos de manutenção e operação. O resultado da análise financeira é projeto superavitário ( $VPL > 0$ ) ou deficitário ( $VPL < 0$ ).

Para as intervenções com  $VPL < 0$ , o índice de priorização adotado foi  $TCE/VPL$  e para  $VPL > 0$   $TCE \times VPL$ . Os investimentos prioritários serão aqueles que obtiverem os maiores valores para o índice de priorização.

As metodologias para priorização de ações de saneamento apesar de adequadas para comparação de intervenções de natureza diversa, com foco na saúde dos beneficiados, não é aplicável a uma avaliação entre intervenções em diferentes trechos e afluentes de um curso de água, havendo uma lacuna na literatura quanto a esse tipo de avaliação. Os aspectos epidemiológicos devem ser avaliados em conjunto a critérios hidráulicos e hidrológicos, de impacto sobre as relações ecológicas e sociais. Deve-se ressaltar ainda que quanto ao critério de custos, pode-se acrescentar a essa análise de viabilidade econômico-financeira a mensuração dos benefícios a serem obtidos com a intervenção, tais como redução do número de mortes e de danos devido às inundações, redução de gastos com outras opções de lazer e recreação, entre outros.

Deve-se ressaltar ainda a predominância de utilização de métodos multicriteriais simplificados como o dos pesos ponderados, com o intuito de tornar a metodologia mais acessível. Deve se destacar ainda a dificuldade de estabelecimento dos pesos dos indicadores, os quais em boa parte dos estudos foram deixados a cargo do analista. A sua definição depende da avaliação do analista, entretanto, pode-se oferecer uma referência baseada em uma pesquisa que avalie a opinião de diversos atores, de forma que o maior número possível de interesses e pontos de vistas seja considerado.

## **PROPOSIÇÃO PRELIMINAR PARA PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES EM CURSOS DE ÁGUA**

Diante do exposto, será apresentada uma proposição preliminar de critérios a serem agregados em um sistema de auxílio à decisão para priorização de intervenções em rios. Esses critérios serão submetidos à avaliação de especialistas que atuem na elaboração de projetos, planejamento de recursos hídricos e de ações em drenagem urbana, avaliação de políticas públicas, planejamento estratégico de ações de governo, acadêmicos envolvidos com estudos de processos fluviais, ecológicos e geomorfológicos. Trata-se de uma etapa inicial de uma pesquisa, que contemplará ainda o estabelecimento e forma de mensuração dos indicadores validados por especialistas, definição dos pesos e estabelecimento de método multicritério para agregação dos indicadores.

Propõe-se neste estudo que esses indicadores podem ser agregados em três índices que representam o equilíbrio de forças que induzem a tomada de decisão, quais sejam Índice de Custos, Índice de Pressão e Índice Estado.

Ao se tratar de priorização de investimentos, em especial em um ambiente de escassez de recursos, fica evidente que os custos representam papel decisivo nas escolhas. Portanto, um dos índices a ser proposto é o de custos, compreendendo custos de implantação, manutenção e operação de estruturas de drenagem e intervenções em cursos de água, já tratados por Moura (2004) e Evangelista (2011), respectivamente. Devendo-se considerar ainda o valor monetário dos benefícios advindos dessas intervenções, ou seja, a mensuração, por exemplo, da redução de gastos com saúde, com danos de inundação, valor atribuído a vidas poupadas, à oferta de opção de lazer, a valorização de imóveis, entre outros.

As escolhas podem ser direcionadas por fatores que neste trabalho serão associados ao Índice

de Pressão, representando forças que conduzem a tomada de decisão em atendimento a interesses emergenciais e que em alguns casos não acompanham a prioridade técnica. Como exemplos desses fatores pode-se citar o risco de ocorrência de catástrofes naturais, a vulnerabilidade epidemiológica, esse presente em todos os modelos aplicáveis às ações de saneamento, suscetibilidade ao colapso da infraestrutura, como apresentado por Aguiar (2012) o risco associado ao colapso de uma galeria pluvial, ou ainda, de danos ao sistema viário e trânsito. A instabilidade política, ou estabelecimento de grandes acordos ou convênios com a União ou instituições internacionais, aspecto levantado pelo modelo do Manual de drenagem de São Paulo, ou mesmo a previsão de vetores de crescimento populacional ou industrial que podem direcionar as ações.

Por fim, ao terceiro índice estariam agregados aqueles critérios associados à situação da bacia, mais atrelados a aspectos ambientais, hidráulicos e geomorfológicos. Dentre esses critérios, poderia ser inserido o potencial de restauração dos trechos de cursos de água, o impacto gerado pela intervenção de um determinado trecho sobre os demais, avaliando, por exemplo, contribuição para aporte de sedimentos, e para o aumento das vazões de pico à jusante, nível de impacto sobre processos ecológicos do curso de água e de áreas de preservação próximas. A densidade demográfica e o grau de impermeabilização da bacia são outros critérios que integrariam esse índice, então denominado Índice de Estado que representa informações que compõem um verdadeiro diagnóstico da bacia e das relações ecológicas, geomorfológicas, hidrológicas e hidráulicas dos seus cursos de água.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Existe uma demanda por serviços e ações públicas maior que a capacidade do Estado em atendê-las, e assim a necessidade de sistematização das análises de priorização das políticas públicas de forma a obter-se o máximo benefício.

A carência de estudos com esse objetivo justifica a proposta deste trabalho, que demonstrou haver iniciativas para avaliação de intervenções em saneamento com foco na melhoria da saúde pública. Entretanto, a avaliação de uma intervenção de drenagem requer a consideração de outros aspectos, de grande relevância, que neste trabalho foram agregados em três eixos de análise representados pelos índices de Custos, Pressão e Estado.

A continuidade do estudo prevê sua validação por meio de consulta a especialistas e subsequente definição dos indicadores e sua mensuração. As etapas seguintes contemplarão ainda, o estabelecimento de pesos, bem como o método multicritério mais adequado.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo apoio na realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. E. (2012). Estudos das características técnicas e operacionais das galerias de águas pluviais como subsídios para gestão patrimonial e estabelecimento de diretrizes para projetos de sistemas de drenagem urbana. (*Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos*) - Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 258p.

BELO HORIZONTE. (2013). Prefeitura Municipal. Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte 2012-2015, Volumes I e II. Belo Horizonte, 147p.

BRASIL, Ministério das Cidades (2011). Panorama Nacional do Saneamento Básico no Brasil – Visão estratégica para o futuro do saneamento básico no Brasil - Volume VI – Versão preliminar para consulta pública. Ministério das Cidades, Brasília. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/>

images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/PANORAMA\_Vol\_6.pdf. Consulta em 15/05/2013.

BRASIL, IBGE (2010). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008. Rio de Janeiro. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf). Consulta em 15/05/2013.

BRASIL, Lei 11.445, de 21 jun. 1993. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 08 jan. 2007, retificação em 11 jan.2007.

ESREY, S.A., POTASH, J.B., ROBERTS, L., SHIFF C. (1991). Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis and trachoma. Bulletin of the World Health Organization, v. 59, n. 5, p. 609-621.

EVANGELISTA, J. A. (2011). *Sistemática para avaliação técnica e econômica de alternativas de intervenções em cursos de água urbanos (Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia*. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 197p.

HELLER, L. (1995). Associação entre cenários de saneamento e diarreia em Betim-MG: o emprego do método epidemiológico caso controle na definição de prioridades de intervenção. (Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação Saúde Animal) - Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 294p.

MOURA, P.M. (2004). Contribuição para a avaliação global de sistemas de drenagem urbana (Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 164p.

RERAU - Projet National (2005): Réhabilitation dès réseaux d’assainissement urbains; Gestion Patrimoniale dès Réseaux d’Assainissement Urbains- Guide Méthodologique, 415p.

SÃO PAULO (Estado). (1999). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. ISA: Indicador de Salubridade Ambiental, manual básico. Edição SRHSO/Sabesp. São Paulo, 37p.

SÃO PAULO (cidade). (2012). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais – Aspectos tecnológicos: diretrizes para projetos - Vol III. São Paulo: SMDU.

SILVA, N. V. S., NASCIMENTO, R. Q., SILVA, T. C. (2008). Modelo de priorização de investimentos em saneamento básico utilizando programação linear com base em indicadores ambientais. Revista Engenharia sanitária e ambiental, Vol.13 - Nº 2 - abr/jun 2008, 171-180.

TEIXEIRA, J. C., HELLER, L. (2001). Modelo de priorização de investimentos em saneamento com ênfase em indicadores de saúde: desenvolvimento e aplicação em uma companhia estadual. Revista Engenharia sanitária e ambiental, Vol. 6 - Nº 3 - jul/set 2001 e Nº 4 - out/dez 2001.

\_\_\_\_\_. (2003). Priorização de investimentos em saneamento baseada em indicadores epidemiológico e financeiro. Revista Engenharia sanitária e ambiental, Vol. 8 - Nº 3 - jul/set 2003, 187-195.