

## **CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO PARA CONTROLE DE CHEIAS NA CIDADE DE BELO HORIZONTE-MG**

*Marcos Ferreira de Souza<sup>1\*</sup>; Márcia M. L. P. Coelho<sup>2</sup>; Priscilla Macedo Moura<sup>3</sup>; Márcio Benedito Baptista<sup>4</sup>; Marcos Veloso de Menezes<sup>5</sup>*

**Resumo** – As bacias de detenção têm sido empregadas como solução alternativa aos sistemas clássicos de drenagem, tendo objetivo de compensar os efeitos da urbanização intensa nos processos hidrológicos. Ao longo dos anos, a cidade de Belo Horizonte-MG implantou este tipo de sistema, contando atualmente com 12 bacias. Considerando as ações de manutenção realizadas pela Prefeitura de Belo Horizonte em quatro bacias de detenção, em terra, secas, abertas, em linha e gramadas, foi possível levantar dados de custos por tipo de serviço realizado, específicos de retirada de resíduos sólidos acumulados na área de armazenamento, e específicos de manutenção das estruturas constituintes dos equipamentos públicos de controle de cheias. Também foram efetuadas relações de custos médios com os volumes máximos possíveis de armazenamento e com as áreas de drenagem de contribuição, ambos por período chuvoso. O presente trabalho constata que os custos de retiradas de material acumulado correspondem à grande parte do valor total gasto em um empreendimento, com serviços de manutenção nas bacias em área urbana. O estudo também conclui que o custo médio de retirada de sedimentos, de R\$314,00/ha.ano, obtido para as quatro bacias, pode ser utilizado como parâmetro preliminar de planejamento para manutenções futuras em bacias de detenção.

**Palavras-Chave** – Bacias de Detenção, Controle de Cheias, Custos de Manutenção.

## **MAINTENANCE COSTS OF DETENTION BASINS FOR FLOOD CONTROL IN THE CITY OF BELO HORIZONTE-MG**

**Abstract** – The detention basins have been employed as an alternative solution to conventional systems drainage, with objective to compensate the effects of intensive urbanization on hydrological processes. Over the years, the city of Belo Horizonte-MG implemented this type of system, currently with 12 basins. Considering the maintenance actions performed by the city of Belo Horizonte in four detention basins, ground, dry, open, in line and grassy, it was possible to raise data costs by category of service performed, specific removal of solid waste accumulated in the storage area, and maintenance of specific constituent structures of public equipments for flood control. Relations were also made of the average costs with maximum possible storage volumes and drainage areas of contribution, both by the rainy season. This study finds that the costs of accumulated material withdrawal correspond largely of the total amount spent on resources with maintenance services in urban basins. The study also concludes that the average cost of removing sediment from R\$ 314.00 / ha.year, obtained from the four basins, can be used as a preliminary parameter of planning for future maintenance in detention basins.

**Keywords** – Detention Basins, Flood Control, Maintenance Costs.

<sup>1</sup> Aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UFMG / Engenheiro SUDECAP-PBH, marcosferreira@pbh.gov.br

<sup>2</sup> Depto. de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, UFMG, lara@ehr.ufmg.br

<sup>3</sup> Depto. de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, UFMG, priscilla.moura@ehr.ufmg.br

<sup>4</sup> Depto. de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, UFMG, marcio.baptista@ehr.ufmg.br

<sup>5</sup> Depto. de Ciência e Tecnologia Ambiental, CEFET MG/ Aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UFMG, marcosveloso@deii.cefetmg.br

## INTRODUÇÃO

Os centros urbanos passaram nas últimas décadas por um processo de ocupação desordenada, de impermeabilização do solo e de artificialização/canalização dos cursos de água. Como consequência, houve o agravamento da incidência de inundações com danos tanto para o patrimônio como para a vida humana, demandando estudos e pesquisas na área de hidrologia e drenagem urbana visando reverter esse quadro, conforme mencionado por Tucci (2007). No início da década de 70 uma nova abordagem para lidar com os problemas decorrentes das inundações urbanas, começou a ser estudada e implementada principalmente na Europa e na América do Norte, de acordo com Baptista *et al.* (2011). Nasce o conceito de tecnologias alternativas ou compensatórias de drenagem, que têm o objetivo de compensar os efeitos da urbanização intensa nos processos hidrológicos, considerando soluções alternativas às clássicas implantadas (canalizações de cursos d'água, galerias, dentre outras).

Segundo Baptista *et al.* (2011), com o emprego das soluções e das tecnologias alternativas começa-se a considerar os impactos da urbanização de uma forma sistêmica, considerando a bacia hidrográfica como área de estudo e não apenas um trecho local dentro da mesma, isolado do restante da bacia. Conforme informa Canholi (2005), deste modo, há a compensação de forma global dos efeitos da urbanização, através do controle da produção de excedentes de água oriundos da impermeabilização, restringindo que ocorra a transferência rápida destes para jusante. A implantação de bacias de retenção, também chamadas de bacias de amortecimento e controle de cheias, constitui uma das principais soluções compensatórias de drenagem. Estas funcionam através do acúmulo de água, com o amortecimento do fluxo, proporcionando a redução do pico de vazão e estendendo a duração do escoamento.

No Brasil, assim como em vários países do mundo, existe um considerável emprego de estruturas de armazenamento de água pluvial, através de bacias de retenção inseridas no cenário urbano. De acordo com Baptista *et al.* (2011), a partir da década de 90, constatou-se uma intensificação de seu emprego em diversas áreas metropolitanas brasileiras, tais como Porto Alegre-RS, Curitiba-PR, São Paulo-SP e Belo Horizonte-MG.

## ASPECTOS DE MANUTENÇÃO EM BACIAS DE DETENÇÃO

A manutenção das técnicas compensatórias de drenagem, e dentre elas das bacias de retenção, difere da manutenção corrente dos dispositivos clássicos de drenagem. Estas técnicas, baseadas no amortecimento de cheias, provocam uma redução na velocidade do escoamento superficial e deposição de sedimentos, o que, do ponto de vista ambiental proporciona um tratamento da água, tendo em vista que o material em suspensão carrega a maior parte dos poluentes, conforme Clozel *et al.* (2006). Em contrapartida a retirada destes sedimentos acumulados passa a ser uma tarefa de vital importância para o desempenho hidráulico destes dispositivos.

As atividades de manutenção destas bacias, sejam elas preventivas ou corretivas, estão diretamente relacionadas ao tipo de estrutura e sua localização, considerando o seu contexto de implantação. Uma estrutura em área com urbanização já consolidada necessitará de ações diferenciadas de outra em área em processo de urbanização, segundo mencionam Baptista *et al.* (2011). Sobre essas atividades, as mesmas incluem inspeções periódicas, limpezas de estruturas e dispositivos existentes (grades de proteção, por exemplo), replantio de grama, reparos de estruturas danificadas e remoção dos resíduos sólidos acumulados. Também se faz necessária uma manutenção mais específica referente às outras funcionalidades da bacia de retenção, caso sejam empreendimentos com outras funções presentes além do controle de cheias, como a existência de

parques lineares e equipamentos de lazer. A literatura técnica, de acordo com CIRIA (1996); UPRCT (2004), dentre outros, apresenta as seguintes ações de manutenção nestes equipamentos públicos de controle de cheias:

- Limpeza da área de armazenamento, dos dispositivos de pré-tratamento (caso ocorra), das entradas e saídas de água;
- Verificação do estado da vegetação presente;
- Verificação da presença de focos erosivos;
- Verificação da existência de poças de água remanescentes após o esvaziamento das bacias;
- Controle das estruturas de barramento e vertimento da bacia (fissuras, trincas ou outra patologia).

A principal ação de manutenção é a remoção de resíduos sólidos trazidos pelo escoamento e acumulados nas bacias de detenção. A retirada do material é geralmente mecanizada, e sua frequência depende diretamente do aporte de sedimentos. Ocorrendo a ausência dessa atividade, poderá haver o comprometimento da capacidade de controle de inundação, não justificando os altos investimentos na implantação desses equipamentos públicos. É importante também considerar que a negligência ou insuficiência de manutenção de bacias de detenção podem agravar os problemas de poluição local, muitas vezes ocorrendo o uso dessas áreas como depósitos ilegais de resíduos sólidos (bota-fora clandestino) e também proporcionar locais para proliferação de vetores de doenças, como por exemplo, o mosquito transmissor da dengue.

Com base nas bacias de detenção para controle de cheias já implantadas ao longo dos anos na capital mineira é possível estudar as atividades de manutenção. Deste modo, o presente trabalho aborda as atividades de manutenção de quatro equipamentos públicos para controle de cheias em Belo Horizonte-MG, levantando custos dos serviços realizados, visando à obtenção de valores de referência a serem considerados em estudos de viabilidade para a implantação de novas bacias e em planejamento para manutenção das mesmas.

## **BACIAS DE DETENÇÃO EM BELO HORIZONTE-MG**

Atualmente Belo Horizonte-MG possui 12 estruturas de controle de cheias, distribuídas em várias regiões da cidade e para um cenário futuro de cinco anos, serão construídas mais 06 bacias de detenção. Somando-se as três atualmente em execução, a capital mineira terá 21 equipamentos públicos de controle de cheias. O presente trabalho foi realizado a partir do acompanhamento da operação e da manutenção de quatro bacias de detenção existentes nesta cidade. A localização destas bacias pode ser visualizada na Figura 01: Av. Vilarinho, Av. Liege, Engenho Nogueira e Bonsucesso. As quatro bacias de amortecimento são do tipo aberta, em terra, gramada, em linha, seca, não havendo armazenamento de água no reservatório nos períodos de estiagem.

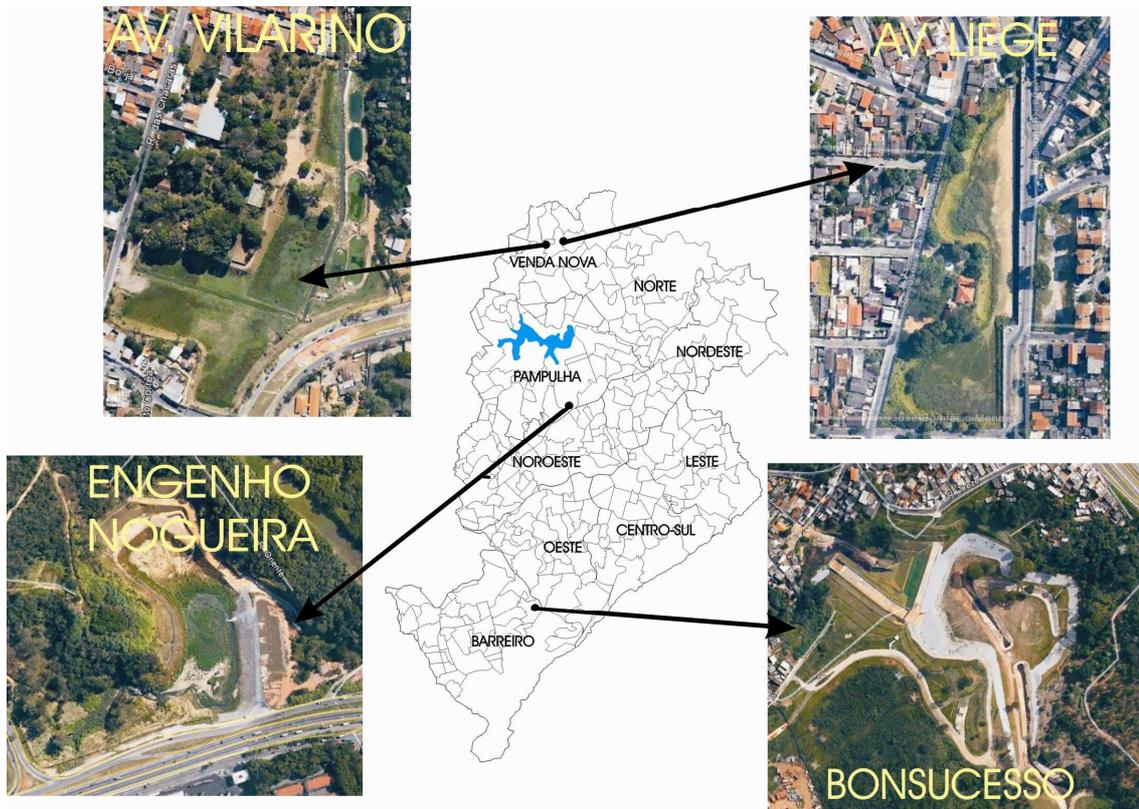


Figura 01 – Localização das bacias de controle de cheias estudadas

A bacia de retenção da Av. Vilarinho começou a operar no ano de 2002. A mesma está localizada na região de Venda Nova. A área de drenagem controlada por este equipamento público de controle de cheias é de 6,629 km<sup>2</sup>. A sua área de armazenamento interna ocupa uma área de 0,11 km<sup>2</sup>, com volume máximo armazenado de 60.000 m<sup>3</sup>. A bacia de retenção da Av. Liege iniciou seu funcionamento no ano de 2003. A área de drenagem controlada por essa bacia de retenção é de 2,363 km<sup>2</sup>. A mesma ocupa uma área de 0,025 km<sup>2</sup>, proporcionando um volume de 30.000 m<sup>3</sup>. Os córregos afluentes são o Joaquim Pereira e da Av. C. Ambas as bacias citadas anteriormente possuem ponto de saída e lançamento em galerias existentes em avenidas que dão os nomes aos equipamentos e elas estão inseridas na bacia hidrográfica do córrego Vilarinho. No entorno dessas duas bacias há vários bairros em processo de expansão urbana e outros com uma ocupação já consolidada.

A bacia de retenção do córrego Engenho Nogueira está inserida na região da Pampulha. Este dispositivo de controle de cheias está ao lado do Anel Rodoviário, em área da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. A operação da mesma se iniciou em dezembro de 2010. A bacia possui apenas um córrego afluente, o Engenho Nogueira. A área de armazenamento possui cerca de 40.000 m<sup>2</sup>, com um volume total de armazenamento de 83.000 m<sup>3</sup> e área de drenagem de 3,36 km<sup>2</sup>. A bacia de contribuição do Engenho Nogueira possui ocupação consolidada, com poucas áreas verdes preservadas. O equipamento público de controle de cheias do córrego Bonsucesso está localizado na região do Barreiro. O mesmo se encontra a jusante de áreas verdes, preservadas, com bairros com grandes áreas sem ocupação, e também teve suas atividades iniciadas em dezembro de 2010. A área de drenagem desta bacia é de 5,17 km<sup>2</sup>. A mesma possui apenas um córrego afluente, o Bonsucesso. A área de armazenamento engloba aproximadamente 50.000 m<sup>2</sup>, proporcionando um volume total de 250.000 m<sup>3</sup>.

## ACÇÕES DE MANUTENÇÃO NAS BACIAS DE DETENÇÃO ESTUDADAS

A Prefeitura de Belo Horizonte (PBH), através da Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP realiza intervenções de manutenção que consistem na retirada de material acumulado durante a operação do equipamento público e sua destinação a aterro regularizado, bem como serviços de recomposição e/ou recuperação de áreas e estruturas danificadas. Na Tabela 01 estão apresentados os valores de volumes de resíduos sólidos retirados no período de abril a outubro de 2012, somados aos pequenos volumes extraídos entre os meses de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013, para as quatro bacias de retenção em foco, de acordo com SUDECAP (2013). As atividades de manutenção realizadas no período citado foram as primeiras efetuadas para as bacias de retenção Engenho Nogueira e Bonsucesso, após o início de operação das mesmas em dezembro de 2010. Já para Av. Vilarinho, há registro de intervenção significativa, anterior à realizada no período citado, entre dezembro de 2002 e abril de 2003, com quatro meses de duração e retirada total de 16.387,57 m<sup>3</sup> de material, proporcionando na época o retorno das condições originais, conforme indicado por SUDECAP (2003). Após esta intervenção, no decorrer dos anos, para esta bacia ocorreram apenas serviços de capina e roçada. Para a bacia da Av. Liege foram efetuadas pequenas intervenções ao longo dos anos, para fins de limpeza, porém não consideradas e apresentadas neste trabalho em função de ausência de registro histórico de informações.

Tabela 01 – Volumes de resíduos sólidos retirados SUDECAP (2003; 2013)

Bacia de Detenção	Bonsucesso	Engenho Nogueira	Av. Liege	Av. Vilarinho	
Data da última manutenção significativa anterior a 2012	Não teve	Não teve	Não teve	2002/2003	
Volume retirado (m <sup>3</sup> )	-	-	-	16.387,57	
Volumes retirados entre Abril/12 e Fev/13					
Período de serviço	Volume total retirado (m <sup>3</sup> )	Volume parcial (m <sup>3</sup> )			
16/04/2012 a 15/05/2012	8.835,00	-	8.835,00	-	-
16/05/2012 a 15/06/2012	6.750,00	-	6.750,00	-	-
16/06/2012 a 15/07/2012	12.546,64	-	-	-	12.546,64
16/07/2012 a 15/08/2012	2.689,64	2.689,64	-	-	-
16/08/2012 a 15/09/2012	4.000,00	-	-	4.000,00	-
16/09/2012 a 15/10/2012	677,15	-	-	677,15	-
16/12/2012 a 15/01/2013	46,20	46,20	-	-	-
16/01/2012 a 15/02/2013	14,40	-	14,40	-	-
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>	<b>35.559,03</b>	<b>2.735,84</b>	<b>15.599,40</b>	<b>4.677,15</b>	<b>12.546,64</b>

Observa-se pela Tabela 01 que as últimas ações de retirada de sedimentos e resíduos sólidos urbanos se concentraram principalmente entre os meses de abril e outubro de 2012, meses com pouca ou nenhuma precipitação, estação de seca. Nesse período foram retirados 35.498,43 m<sup>3</sup> das quatro bacias de retenção. Para as bacias do Engenho Nogueira e Bonsucesso, o volume acumulado de resíduos sólidos correspondeu ao aporte de material em 15 meses, considerando o intervalo entre o início de operação e a primeira manutenção significativa, passando por dois períodos chuvosos (2010/2011 e 2011/2012). Já em relação à bacia da Av. Vilarinho ocorreu um intervalo sem intervenções consideráveis de dez anos, enquanto que para a da Av. Liege o intervalo foi de oito anos já que a mesma não sofre intervenção significativa desde seu início de operação. Observa-se também pela Tabela 01 que na última manutenção realizada, as ações estão centralizadas em uma única bacia em cada período de serviço.

Na Tabela 02 estão indicados os valores gastos com os serviços de manutenção, divididos entre custos específicos de retirada de material e de manutenção diversificada, no período de abril de 2012 a fevereiro de 2013, conforme SUDECAP (2013). Os primeiros custos consistem nas atividades de movimentação de terra, com escavação, carga mecânica para lançamento em veículo para transporte do material acumulado e envio com descarregamento em aterro sanitário regularizado. Já os custos específicos de manutenção diversificada são os de atividades de capina, recomposição de cercas, canaletas de drenagem, replantio de grama de taludes e corpo da barragem, recomposição de gabião e enrocamento de proteção de margens e serviços de recuperação de galerias, vertedores e estruturas de proteção e retenção de resíduos (ex.: gaiolas, grades).

Tabela 02 – Empenho financeiro em serviços de manutenção e volumes totais retirados, SUDECAP (2013)

Descrição	Bonsucesso	Engenho Nogueira	Av. Liege	Av. Vilarinho	Total
Volume de material retirado no período (m <sup>3</sup> )	2.735,84	15.599,40	4.677,15	12.546,64	35.559,03
Volume máximo armazenado (m <sup>3</sup> )	250.000,00	85.000,00	30.000,00	60.000,00	425.000,00
Custo total específico de retirada de resíduos sólidos*	R\$ 86.665,68	R\$ 468.763,63	R\$ 81.203,25	R\$ 408.079,47	R\$ 1.044.712,03
Custo total específico de manutenção diversificada*	R\$ 154.247,68	R\$ 141.461,48	R\$ 9.905,05	R\$ 26.574,68	R\$ 332.188,90
Custo total de manutenção no período*	R\$ 240.913,36	R\$ 610.225,11	R\$ 91.108,30	R\$ 434.654,15	R\$ 1.376.900,93
Relação entre o custo de específico de retirada do material e o custo total com manutenção	35,97%	76,81%	89,12%	93,88%	75,87%

\*Data base orçamentária de Dezembro/2011

Os maiores gastos presentes na Tabela 02 são referentes à retirada de material acumulado na área de armazenamento das bacias de detenção, correspondendo a 75,87% em média dos valores totais de manutenção. O valor na cidade de Belo Horizonte-MG para destinação do material é elevado em função das grandes distâncias de transporte, existentes entre as bacias e os aterros regularizados aptos a receber o material. A maioria dos aterros disponíveis, em operação, está localizada em cidades vizinhas, com distância média de transporte de aproximadamente 24 km. A Tabela 03 apresenta os custos médios dos serviços de manutenção realizados por metro cúbico de capacidade de armazenamento da bacia de detenção, por ano hidrológico (período chuvoso ocorrido). Para as bacias do Bonsucesso e Engenho Nogueira os valores indicados são para dois períodos chuvosos, enquanto que a Av. Liege o valor é referente a oito períodos e para a Av. Vilarinho considerou-se dez anos hidrológicos passados desde a última manutenção significativa.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 03, a bacia de detenção Engenho Nogueira teve o maior custo médio específico de retirada de material por metro cúbico de volume armazenado por período chuvoso. Acredita-se que o valor elevado se deve em função da ocorrência de obras de saneamento e drenagem na bacia de contribuição após início de operação, proporcionando um carreamento maior de sedimentos. Fator este potencializado pela obstrução dos dispositivos de emboque e desemboque da galeria de descarga de fundo, após o primeiro período chuvoso de operação, restringindo o transporte de sedimentos para jusante. Os baixos valores presentes para Av. Liege e Av. Vilarinho são em função da diluição dos mesmos no grande intervalo considerado (sem intervenção) e que serviços de capina foram efetuados pela Superintendência de Limpeza Urbana – SLU, os quais não foram levantados neste trabalho.

Tabela 03 – Custos médios dos serviços de manutenção por m<sup>3</sup> de volume armazenado por ano hidrológico

Descrição	Bonsucesso	Engenho Nogueira	Av. Liege	Av. Vilarinho	Custo Médio
Custo médio específico de retirada de material por m <sup>3</sup> de volume armazenado por período chuvoso*	R\$ 0,17	R\$ 2,75	R\$ 0,34	R\$ 0,68	R\$ 0,98
Custo médio específico manutenção diversificada por m <sup>3</sup> de volume armazenado por período chuvoso *	R\$ 0,31	R\$ 0,83	R\$ 0,04	R\$ 0,04	R\$ 0,31
Custo médio total de manutenção por m <sup>3</sup> de volume armazenado por período chuvoso *	R\$ 0,48	R\$ 3,58	R\$ 0,38	R\$ 0,72	R\$ 1,29

\*Data base orçamentária de Dezembro/2011

A Tabela 04 apresenta os custos considerando as áreas de controle de drenagem das bacias de detenção. Observa-se que o custo médio de retirada de resíduos sólidos é de R\$ 221,48 por hectare enquanto que o custo médio com ações diversificadas de manutenção é de R\$ 92,24 por hectare, ambos por período chuvoso, com um custo médio total de R\$ 313,72 de manutenção, valor próximo ao proposto por Moura (2004) – R\$ 384,15, atualizado pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA.

Tabela 04 – Custos de manutenção por área de drenagem controlada pelas bacias de detenção por ano hidrológico

Descrição	Bonsucesso	Engenho Nogueira	Av. Liege	Av. Vilarinho	Custo Médio
Volume de material retirado no período (m <sup>3</sup> )	2.735,84	15.599,40	4.677,15	12.546,64	Custo Médio
Área de drenagem (ha)	517,00	336,00	236,30	662,90	
Volume de material retirado no período (m <sup>3</sup> )/área da bacia de contribuição (ha)	5,29	46,43	19,79	18,93	
Custo específico de retirada de material por hectare de área de drenagem e por período chuvoso*	R\$ 83,82	R\$ 697,56	R\$ 42,96	R\$ 61,56	R\$ 221,48
Custo específico de manutenção diversificada por hectare de área de drenagem e por período chuvoso*	R\$ 149,18	R\$ 210,51	R\$ 5,24	R\$ 4,01	R\$ 92,24
Custo total de manutenção por hectare de área de drenagem e por período chuvoso*	R\$ 233,00	R\$ 908,07	R\$ 48,20	R\$ 65,57	R\$ 313,72

\*Data base orçamentária de Dezembro/2011

## CONCLUSÕES

Com base nos dados apresentados no trabalho de serviços de manutenção efetuados em quatro bacias de detenção na cidade de Belo Horizonte-MG, conclui-se que as ações de manutenção devem ser constantes. Observa-se que ocorreram grandes períodos sem intervenção e que uma ausência de manutenção pode acarretar em um comprometimento da capacidade de armazenamento e levar a deficiências no funcionamento. As atividades de manutenção realizadas entre 2012 e 2013 foram distribuídas por período e por bacia de detenção em função de limitação da equipe de pessoal e de maquinário/equipamento presente no contrato de serviços. Tendo em vista que as intervenções devem ser realizadas após o evento chuvoso em cada uma das bacias, dependendo da magnitude deste, de modo que o equipamento de controle de cheias esteja sempre em condições ideais de operação, recomenda-se, caso necessário, ações simultâneas nas bacias de detenção em um mesmo período de serviço e constantes durante a vida útil do equipamento de controle de cheias.

Em relação aos custos analisados e médios calculados, observa-se que os empenhos financeiros para retirada de resíduos sólidos acumulados correspondem em média a 75,87% do valor total gasto em serviços de manutenção em bacias de detenção em área urbana. Tendo em vista a variabilidade apresentada nos custos de manutenção das quatro bacias avaliadas, recomenda-se a utilização do custo médio de R\$314,00/ha.ano como parâmetro preliminar de planejamento para manutenções futuras em novos equipamentos de controle de cheias. Porém, para um levantamento preciso do custo de manutenção é recomendável considerar as especificidades existentes em cada empreendimento, bem como os métodos de retirada de resíduos sólidos e as ações de manutenção diversificadas. Dentre as especificidades não consideradas no presente trabalho, e que podem ser responsáveis por parte da variabilidade dos resultados, estão o processo de urbanização, a topografia da bacia hidrográfica e o tipo de ocupação presente na área de drenagem. Considerando a importância da manutenção das bacias de contenção na eficácia do controle de enchentes, do elevado custo dessas ações e a escassa bibliografia a respeito dos resíduos sólidos em bacias de detenção em área urbana, sugere-se que mais pesquisas de monitoramento de resíduos sólidos e custos empregados na remoção destes sejam realizados, de modo que se tenham instrumentos para uma gestão da vida útil de uma bacia de detenção para controle de cheias.

## AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e a SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital, pelo apoio para o desenvolvimento científico e tecnológico das pesquisas realizadas.

## REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, M.B.; BARRAUD, S.; NASCIMENTO, N.O. (2011). *Técnicas compensatórias em drenagem urbana*. ABRH, 2ª Edição, Porto Alegre-RS, 318p.
- CANHOLI, A.P. (2005). *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. Oficina de Textos, São Paulo-SP, 302p.
- CIRIA (1996). *Report 156 Infiltration drainage: manual of good practice*. London: Construction Industry Research and Information Association, 107p.
- CLOZEL B., RUBAN V., DURAND C., CONIL P. (2006). *Origin and mobility of heavy metals in contaminated sediments from retention and infiltration ponds*. Applied Geochemistry, vol.21 nº 10, pp. 1781-1798.
- MOURA, P. M. (2004). *Contribuição para avaliação global de sistemas de drenagem urbana*. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. 146p.
- SUDECAP, (2003). *Contrato SC-117/02 - Desassoreamento das bacias Av. Vilarinho e Av. Liege-Bairro J. Comerciais*. Belo Horizonte-MG: Superintendência de Desenvolvimento da Capital.
- SUDECAP, (2013). *Contrato SC-277/11 - Limpeza e manutenção de diversas bacias de detenção - VN, L, P, B*. Belo Horizonte-MG: Superintendência de Desenvolvimento da Capital.
- TUCCI, C.E.M. (2007). *Inundações Urbanas*. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, V.11, Porto Alegre-RS, 393p.
- UPRCT (2004). *Water Sensitive Urban Design: Technical guidelines for western Sydney*. Sydney: Upper Paramata River Catchment Trust.