

**IX-067 - ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO DE
DETENÇÃO COMO MEDIDA COMPENSATÓRIA, EM UMA ÁREA URBANA,
NO MUNICÍPIO DE PEDRO LEOPOLDO/MG, PARA FINS DE
CONTROLE DE INUNDAÇÕES**

Glaucia Maria Muniz de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Fumec. Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia (EHR/UFMG). Professora no Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental do CEFET-MG.

João Augusto de Souza Pinto

Cientista Ambiental. Mestrando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG.

Astrid C. Bustos Valencia⁽¹⁾

Administradora Ambiental e dos Recursos Naturais pela Universidad Santo Tomas de Colômbia. Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais EHR/UFMG.

Rafles Anselmo da Mata

Engenheiro Ambiental. Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa- UFV.

Endereço⁽¹⁾: Av. Amazonas 5253 - Nova Suíça - Belo Horizonte - MG - Brasil CEP: 30.421-169 - Brasil - Tel: (31) 3319-7109 - e-mail: glaucia@deii.cefetmg.br

RESUMO

As bacias de retenção têm a finalidade de reduzir o efeito das enchentes em áreas urbanizadas, redistribuindo o escoamento superficial no tempo e no espaço. O trabalho foi elaborado com o objetivo de propor a utilização de uma medida estrutural para controlar o problema de inundação no bairro São José, em Pedro Leopoldo/MG. Analisou-se o volume de água pluvial a ser escoada em uma área a jusante do bairro e, posteriormente, considerando-se que essa água será conduzida através da micro drenagem, elaborou-se um anteprojeto de implementação de uma bacia de retenção seca em uma área situada na rua Dr. Rivadavia, paralela ao Ribeirão da Mata. Calculou-se a intensidade da chuva através da equação IDF (Intensidade – Duração – Frequência) para o município de Pedro Leopoldo e, em seguida utilizou-se o método racional para calcular a vazão do escoamento superficial, transformando a chuva de projeto em vazão e prevendo-se os efeitos desta vazão para um período de uma hora e um tempo de retorno de 10 anos. Por fim, estimaram-se as dimensões da bacia e analisaram-se os resultados obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia de retenção, Inundação, Pedro Leopoldo.

INTRODUÇÃO

A ocupação urbana brasileira é marcada pelo crescimento acelerado. Segundo dados do censo de 2010 (IBGE, 2013), a população brasileira teve um aumento significativo nos últimos 12 anos. Nesse contexto originaram-se as ocupações desordenadas com graves problemas de infraestrutura e falta de planejamento. Nos grandes centros brasileiros a demanda por moradias trouxe como consequência as construções em locais inapropriados para habitação, como por exemplo, a ocupação das várzeas (margens de rios), das encostas e do fundo de vale. As várzeas são responsáveis por fazer o controle natural da água, contudo, quase todas as várzeas nos grandes centros e regiões metropolitanas encontram-se ocupadas e, com isso, uma imensa área ao redor do curso d'água foi impermeabilizada pelo concreto, o que aumenta o volume de água a ser escoada causando inundações nessas áreas ocupadas.

Segundo Tucci (2008) existem dois tipos de inundações: (1) as inundações naturais, que ocorrem quando o rio atinge o leito maior e (2) as inundações devido à impermeabilidade do solo. Com a impermeabilização nas áreas urbanas, a água não consegue percolar, aumentando assim o volume do escoamento superficial e agravando os problemas relacionados as inundações nas cidades, que tem provocado significativas perdas econômicas, além de doenças e epidemias, em muitos casos resultando na perda de vidas humanas.

No Brasil não existe programa sistemático de controle de enchentes que envolva seus diferentes aspectos. O que se percebe são ações isoladas por parte de algumas cidades (TUCCI, 1997). Existem várias ações para o controle de cheias urbanas, chamadas de medidas estruturais e não estruturais, sendo que a primeira são obras de engenharia que modificam o sistema fluvial, que incluem reservatórios ou bacias de detenção, retificação e canalização de rios e construção de diques, e a segunda é considerada medida preventiva, como o zoneamento urbano, a convivência com cheias, sistemas de alerta, construções mais apropriadas e sistemas de seguro enchente (FRANCO, 2004).

Neste trabalho, será analisado apenas o método de controle de cheia baseado na bacia de detenção. Essa medida de controle de enchente foi utilizada na antiga Babilônia, na bacia hidrográfica do rio Eufrates, desviando as águas excedentes para depressões no deserto árabe. No século XV, na Alemanha, França e Rússia, foi desenvolvido o armazenamento de águas pluviais junto com melhorias dos canais dos rios, as bacias de detenção de águas pluviais com abertura fixa. Bacias de detenção deste tipo foram usadas para prevenção de enchentes em 1711, em Roanne – França, na bacia do rio Loire. Recentemente, a implantação de bacias de detenção popularmente chamadas de “piscinões”, tem se destacado na Cidade de São Paulo (FRANCO, 2004).

Nesse contexto, tem-se como perspectiva a redução das inundações ocorridas no bairro São José, localizado no município de Pedro Leopoldo/MG, próximo à confluência do Ribeirão das Neves com o Ribeirão da Mata. Foi dimensionada uma bacia de detenção seca, para amortecer o volume de água pluvial que chega ao Ribeirão das Neves e em seguida essa água será lançada no Ribeirão da Mata, em um ponto a jusante dessa confluência.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho consistiu, em primeira instância, na escolha da área a ser estudada por meio das imagens de satélite. Posteriormente, foram feitos cálculos da vazão pluvial e o dimensionamento da bacia de detenção, que permitiu avaliar a viabilidade do anteprojeto e a capacidade das estruturas.

Para a elaboração do trabalho utilizou-se de dados secundários, materiais bibliográficos e softwares, que auxiliaram na visualização e escolha da área, na confecção dos produtos cartográficos e nos cálculos para o dimensionamento da bacia.

A partir das imagens do Google Earth foi possível analisar a área de estudo. Com a visualização da imagem do município, foi possível observar suas peculiaridades, tais como altitude, áreas urbanizadas e coordenadas geográficas, bem como calcular uma estimativa do tamanho da área a ser drenada e a área onde será implantada a bacia de detenção.

Após a definição da área a ser estudada, realizou-se a interpolação de imagens de satélite por meio do software ArcGis, para calcular a profundidade do curso d'água, próximo da área onde será implantada a bacia de detenção. Em seguida utilizou-se o software MapInfo para elaboração dos mapas topográficos, que auxiliou nos cálculos de estimativa de chuvas intensas.

Por fim, utilizaram-se dados bibliográficos para calcular a vazão de projeto, dimensionamento da bacia de detenção, bem como o vertedor.

CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Pedro Leopoldo possui uma área de aproximadamente 293 km² (PREFEITURA MUNICIPAL DE PEDRO LEOPOLDO, 2013) e sua pluviosidade anual média é de 1.283 mm, com a predominância das chuvas na época do verão, sendo concentradas cerca de 59% das chuvas anuais nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Na época de inverno, os meses de Junho, Julho e Agosto concentram apenas 2% das chuvas anuais (COPASA, 2010).

Segundo o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – CBH Velhas (2013), a maior parte do município de Pedro Leopoldo está situada na bacia do Ribeirão da Mata. O Ribeirão da Mata é um afluente da margem esquerda do Rio das Velhas, que por sua vez é um afluente do rio São Francisco. A bacia do Ribeirão da Mata possui uma área de drenagem de aproximadamente 789 km² e foi dividida em 10 sub-bacias principais, a

saber: sub-bacia do córrego Boa Vista, sub-bacia do Ribeirão da Mata, sub-bacia do córrego Maricota, sub-bacia do córrego Braúna, sub-bacia do Ribeirão Urubu, sub-bacia do Ribeirão das Neves, sub-bacia do córrego Areias, sub-bacia do córrego Carrancas, sub-bacia do córrego Sujo e sub-bacia do córrego José Maria (COPASA, 2010).

O Ribeirão das Neves é um dos principais afluentes do Ribeirão da Mata pela margem direita e ocupa a região central da bacia. Possui uma área de drenagem de aproximadamente 177,2 km², representando um percentual de 22,5% da área total da bacia. Atualmente a sub-bacia do Ribeirão das Neves apresenta grandes áreas urbanizadas e também representa um afluente “crítico” para a formação das cheias no Ribeirão da Mata, pois os resultados dos estudos hidrológicos indicaram que a sub-bacia possui uma grande capacidade de geração de escoamento (COPASA, 2010).

A área de estudo localiza-se no bairro São José no município de Pedro Leopoldo. Essa área está à jusante da confluência do Ribeirão da Mata com Ribeirão das Neves, sendo que a área a ser drenada encontra-se na margem direita do Ribeirão das Neves e a área onde foi dimensionada a bacia está paralelo ao Ribeirão da Mata (FIG. 1).



Figura 1: Área de estudo.

De acordo com o mapa de macrozoneamento da cidade, tanto a área a ser drenada como a área de implantação da bacia de detenção encontram-se em uma área denominada Zona Urbana – ZU. Além disso, o local onde será implantada a bacia de detenção está situado a margem direita do Ribeirão da Mata, onde existe uma Área de Preservação Permanente – APP. Conforme o Código Florestal Brasileiro determina, os rios com largura entre 10 a 50 m deverão ter uma área de preservação de 50 metros na faixa marginal do curso d’água. Ainda que a Lei Federal 12.651/2012, artigo 8, preveja a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente em caso de utilidade pública, optou-se por dimensionar a bacia de detenção com uma largura de aproximadamente 30 metros para que seja preservada a mata ciliar do rio.

ANTEPROJETO DA BACIA DE DETENÇÃO

Conforme Filho, Széliga e Szesz (2000), “as medidas tradicionalmente usadas na micro drenagem consistem em drenar a área desenvolvida através de condutores pluviais até um coletor principal ou riacho urbano”. Para que a carga hidráulica produzida pela impermeabilização e pela canalização não seja transferida a jusante, utiliza-se o amortecimento do volume gerado através de dispositivos como tanques, lagos e pequenos reservatórios abertos ou enterrados, entre outros.

O tipo de estrutura a ser implantada é definida através da verificação da vazão máxima da área. A vazão deve ser menor ou igual à vazão máxima das condições preexistentes para um tempo de retorno escolhido (FILHO, SZÉLIGA e SZESZ, 2000).

Para o bairro São José, em Pedro Leopoldo, optou-se por projetar uma bacia de detenção com o fundo impermeabilizado, para evitar a contaminação de reservas subterrâneas pela infiltração da água com eventual poluente e por ser uma área próxima à região cárstica. O projeto prevê o aproveitamento do espaço para atividades de lazer, através da implantação de quadras esportivas, pista de caminhada e velódromo, tendo em vista os períodos de seca no qual a bacia de detenção não precisará armazenar a água. A entrada e saída da água ocorrem por meio da gravidade, sendo que a vazão de saída é inferior ao de entrada (FILHO et al., 2012).

A análise do local com potencial para implantação da bacia de detenção foi realizada com base nos critérios técnicos apresentados por Baptista, Nascimento e Barraud (2005). Foram verificados os parâmetros físicos, urbanísticos e ambientais, que orientaram na escolha do tipo de bacia de detenção e na localização para construção da bacia.

As análises foram realizadas principalmente a partir de dados secundários levantados no Diagnóstico Ambiental do Município de Pedro Leopoldo desenvolvido por Oliveira et al. (2013) e Pedrosa et al. (2013), além de software utilizados como Google Earth, ArcGIS e Mapinfo e de materiais jornalísticos.

Os critérios físicos foram analisados através de imagem de satélite, mapa topográfico e dos dados bibliográficos de clima, hidrologia, geologia, geomorfologia e pedologia apresentados no Diagnóstico Ambiental. O mapa topográfico e as imagens de satélite permitiram estimar a área necessária para implantar a bacia de detenção, a área de drenagem e o sentido do escoamento da água pluvial. Os dados geológicos permitiram identificar os solos que poderiam restringir a implantação. Os hidrogeológicos permitiram analisar o comportamento dinâmico do lençol freático e a interpolação de imagens de satélite por meio do software ArcGIS, auxiliou na identificação da profundidade do curso d'água, permitindo determinar a profundidade máxima da bacia de detenção, e os dados climáticos permitiram analisar as chuvas intensas para o controle de cheias.

A ocupação urbana representa restrições para a implantação da bacia de detenção. Com isso, os critérios urbanísticos foram analisados a partir das imagens de satélite do Google Earth e dos dados apresentados no Diagnóstico Ambiental. A visualização da imagem do município no Google Earth permitiu visualizar os limites e restrições eventualmente impostos pelas ocupações urbanas pré-existentes ou planejadas para a área e realizar uma estimativa das dimensões da área de estudo. Os dados do Diagnóstico permitiram avaliar os parâmetros urbanísticos relevantes associados ao zoneamento urbano de uso e ocupação do solo. O critério ambiental foi analisado a partir de imagem de satélite e da legislação ambiental, possibilitando identificar as áreas de preservação ambiental.

No produto final da análise surgiram alguns locais com potencial para a implantação de bacias de detenção, acompanhada de seus aspectos mais atrativos, bem como suas limitações de forma a orientar a escolha final da área de estudo. Naturalmente, quase todas as restrições são passíveis de adequação, entretanto escolheu-se uma área onde o problema de enchente é recorrente e as limitações são menores.

METODOLOGIA DE CÁLCULO

A estimativa das precipitações intensas que ocorrem no município de Pedro Leopoldo para os diversos tempos de recorrência foi realizada a partir da metodologia apresentada pela Universidade Federal de Viçosa, na publicação intitulada “Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais” (UFV, 2001). A equação (1) foi obtida pelo método de regressão não linear Gauss-Newton para a estação pluviográfica do município de Pedro Leopoldo, pertencente ao INMET, para o período de 1987 a 1999.

$$i = (925,109 T^{0,196}) / (tc + 11,264)^{0,761} \quad (1)$$

Onde:

i = intensidade da chuva (mm/h)

T = Período de Retorno ou Tempo de Recorrência (anos)

tc = duração da chuva (tempo de concentração da bacia) (min)

O tempo de concentração, t_c , da área a ser drenada foi calculado com base na “Instrução técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem urbana do município de Belo Horizonte”, da Prefeitura de Belo Horizonte, que estabelece os parâmetros hidrológicos utilizados na drenagem de áreas urbanizadas.

Conforme esta Instrução, para áreas de drenagem de até 5,00 km² e com características naturais (sem parcelamentos), e para loteamentos com sistema viário definido, o tempo de concentração deve ser calculado pelas fórmulas de Kirpich.

$$t_c = 57(L^3/H)^{0,385} \quad (2)$$

Sendo:

t_c = tempo de concentração da bacia (min)

L = comprimento do talvegue (km)

H = diferença entre as cotas da seção de saída e o ponto mais a montante da bacia (m),

As variáveis acima relacionadas foram obtidas a partir da carta topográfica do IBGE, folha de Pedro Leopoldo em escala 1:50.000, e imagem de satélite do Google Earth. A delimitação da área drenada foi efetuada com estas informações e transposta para o programa MAPINFO. O mapa resultante está apresentado na FIG. 2.

Assim, considerando-se a distância (L) do ponto mais alto do bairro (cota 795 m) à Av. Geraldo Tavares (cota 716 m) como sendo de 1.222 m, a diferença de nível (H) de 79 m e a declividade (S) de 0,065 m/m, obtém-se com as equações (2) o tempo de concentração (t_c) de 13,362 minutos. Este tempo de concentração é o tempo necessário para que toda a bacia esteja contribuindo para a vazão na seção estudada, que neste caso, é no encontro da Av. Geraldo Tavares com R. José Elias Costa.

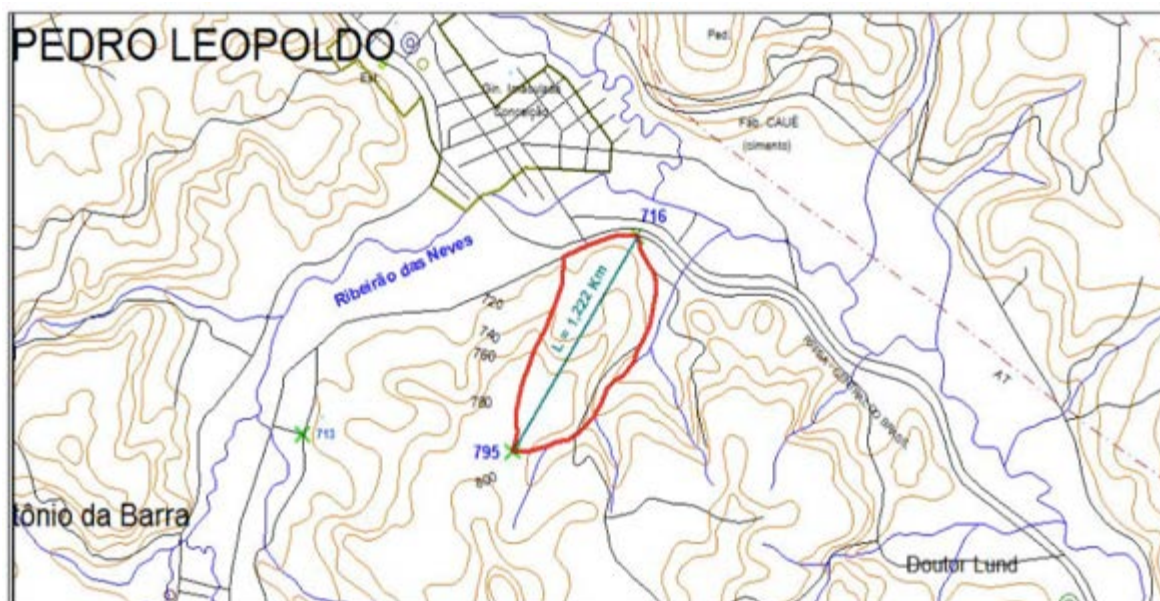


Figura 2: Mapa da área de drenagem de Pedro Leopoldo.

A escolha do tempo de retorno a ser adotado em projeto fica condicionada a uma análise simplificada, devido à complexidade e incertezas associadas a análises hidroeconômicas (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2005). A importância do correto dimensionamento das estruturas hidráulicas é facilmente percebido: caso seja superdimensionada, o alto custo da obra poderá inviabilizar o processo construtivo; por outro lado, se for subdimensionada certamente o risco de ruptura será eminente (UFV, 2013).

Como para este trabalho não serão realizadas previsões de custo, o período de retorno utilizado corresponderá a um valor tabelado, disponibilizado por serviços técnicos de governo, que traduzem a prática da Engenharia. Desta forma, o tempo de recorrência ou período de retorno (T) adotado será T=10 anos, conforme a “Instrução técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem urbana do município de Belo Horizonte” (PBH, 2004), já citada anteriormente, que determina os parâmetros hidrológicos utilizados na drenagem de áreas urbanizadas.

A intensidade das precipitações para o tempo de recorrência de 10 anos foi calculada pela equação (1) e o valor encontrado foi de 126,87 mm.

ESTIMATIVA DAS VAZÕES RESULTANTES DA DRENAGEM URBANA DAS ÁGUAS PLUVIAIS

As vazões resultantes da drenagem das precipitações foram efetuadas pelo método racional, considerando-se as chuvas intensas (RIGHETTO, 1998).

$$Q = C \cdot i \cdot A \quad (3)$$

Onde:

Q = vazão escoada em m³/s

C = coeficiente de deflúvio, que é a relação entre o volume escoado e o volume precipitado

I = intensidade da chuva em mm/h

A = Área de drenagem na seção estudada em Km²

Considerou-se o coeficiente de deflúvio C como sendo igual a 0,8, relativo a áreas com edificações, com grau de adensamento muito grande (RIGHETTO, 1998); as intensidades de chuva conforme calculado anteriormente; e a área de drenagem como sendo igual a 0,4514 Km², estimada a partir da carta topográfica do IBGE e imagem de satélite do Google.

A vazão resultante da drenagem de chuvas intensas para o tempo de recorrência previsto foi de 12,726 m³/s.

HIDROGRAMA UNITÁRIO

Após o cálculo de vazão foi possível elaborar o hidrograma (FIG. 3) para determinar o volume total de chuvas (Vc). Este volume corresponde à área do gráfico do hidrograma. Desta forma, para o tempo de concentração de 13,362 minutos e vazão de 12,726 m³/s, o volume de chuva (Vc) será equivalente a 10.308 m³.

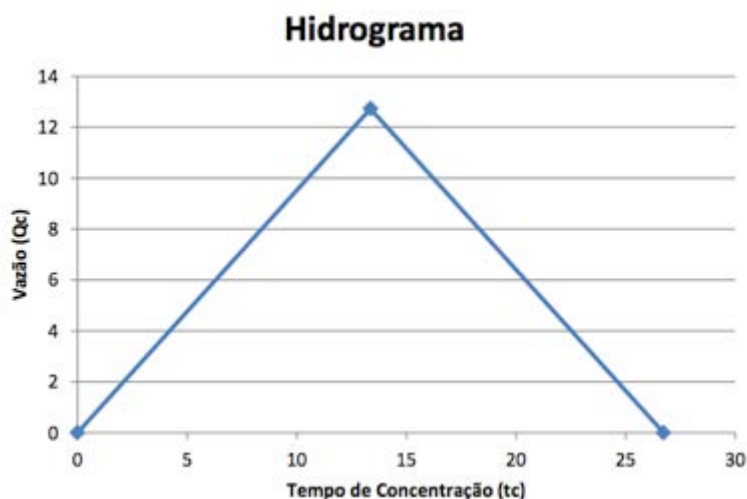


Figura 3: Hidrograma.

DIMENSIONAMENTO DA BACIA DE DETENÇÃO

Para o dimensionamento do reservatório foi realizada a projeção da imagem de satélite, obtida pelo software Google Earth no software MapInfo, conforme a FIG. 4. A área identificada como disponível para a construção do reservatório (A) é igual a 0,0136 Km² e seu respectivo perímetro (P) corresponde a 0,474 Km.

Para garantir a máxima eficiência hidráulica foi adotado como padrão um reservatório de forma trapezoidal.



Figura 4: Área escolhida para implantação da bacia de detenção.

Os seguintes parâmetros hidráulicos serão adotados:

- a profundidade do reservatório (y_o) deve ser igual a 2,50;
- a inclinação dos talude (H:V) será de 1:2, portanto, a inclinação dos taludes (α) será de 27°;
- A extensão dos taludes (Zy_o) será igual a 5,00 m.

Considerando a área (A) e o perímetro (P) obtidos e os demais parâmetros hidráulicos, foi calculado o volume de armazenamento do reservatório (V_r) através da fórmula:

$$V = (A \cdot y_o) - (P \cdot Zy_o \cdot y_o / 2) \quad (4)$$

Tem-se então que o reservatório poderá armazenar um volume (V_r) de 31.037,5 m³.

Comparando o volume de armazenamento do reservatório (V_r) com o volume total de chuvas (V_c) percebe-se que este volume de armazenamento é suficiente para deter o volume da chuva projetada. Contudo, como medida de segurança, e considerando que muitas vezes o período chuvoso estende-se por dias seguidos, podendo ocorrer chuvas com volumes de maior intensidade, fez-se o dimensionamento do reservatório com a adoção de algumas soluções clássicas, mais frequentes na Engenharia Hidráulica.

Para garantir a eficiência e durabilidade da obra será instalado um vertedor para que o excesso de água seja descarregado a jusante de forma segura. Para se dimensionar a largura do vertedor, será considerada a Fórmula de Francis para vertedores com 2 contrações (AZEVEDO AZEVEDO NETTO, 2000):

$$Q = 1,838 * (L - 0,2H) * H^{3/2} \quad (5)$$

Onde:

Q = vazão escoada, em (m³/s);

L = largura do vertedor, em (m);

H = altura d' água sobre a soleira (carga), em (m).

Sabendo-se que a vazão resultante da chuva para o município de Pedro Leopoldo é de 12.726 L/s, ou 12,726 m³/s (para T= 10 anos) e que a altura de carga (H) máxima estabelecida para o vertedor será igual a 0,50 metros (para que não seja necessário aprofundar a bacia), a largura (L) projetada para o vertedor terá valor de 20 metros.

Por fim, a água de chuva acumulada será liberada ao Ribeirão da Mata através de um descarregador de fundo, situado à jusante da bacia de detenção. Este dispositivo permite a saída da água pela parte inferior da bacia. Para isso, sabe-se que a vazão média do Ribeirão da Mata, de sua nascente a sua foz, é de aproximadamente 10,3 m³/s, então, a estrutura será dimensionada para liberar no máximo 20% desta vazão.

Para o cálculo do dimensionamento do canal que escoará do fundo da bacia até o Ribeirão da Mata, foi utilizada a equação de Manning:

$$Q = 1/n * A * Rh^{2/3} * I^{1/2} \quad (6)$$

Sendo:

Q = vazão (2,06 m³/s)

n = coeficiente de rugosidade (para concreto n=0,015);

A = área da seção (m²);

Rh = raio hidráulico (0,8);

I = declividade (0,015 m/m)

Desta forma, a área encontrada é de 1 m² e, portanto, o descarregador de fundo terá uma seção retangular de 1 metro de largura por 1 metro de altura.

A velocidade de escoamento foi calculada pela fórmula $V = Q/A$. Logo, a velocidade é equivalente a 2,06 m/s.

O número de Froude permite identificar o regime de escoamento da água no canal. É dado pela equação:

$$Fr = U / \sqrt{(g * y_h)} \quad (7)$$

Neste caso, o canal dimensionamento terá regime sub-crítico ou fluvial, com número de Froude igual a 0,73 (<1). Isso significa dizer escoamento tem baixa velocidade e, portanto, não causará a erosão do corpo hídrico quando houver a descarga da água de chuva.

CONCLUSÕES

Neste estudo detectou-se a dificuldade de se realizar a coleta de águas pluviais em áreas já ocupadas, reforçando, assim, a necessidade de um correto planejamento regional e urbano, que atenda as necessidades da cidade quanto à drenagem pluvial. Uns dos grandes gargalos dos municípios atualmente estão no planejamento e execução dessas obras de drenagem compensatória. Os períodos de chuva trazem grandes prejuízos financeiros, insegurança aos moradores e reduzem a qualidade de vida dos mesmos.

Verificou-se que uma boa solução para os problemas das enchentes é a implantação de bacias de retenção para conter o volume de água escoado. No anteprojeto proposto, a implantação destas estruturas evitaria que o bairro São José, em Pedro Leopoldo/MG, sofresse com o rápido escoamento da água e a consequente inundação de casas e comércio que existem no local.

Como se sabe, a água é um dos temas mais importante da atualidade, visto a grande importância que possui para tudo e para todos em nosso planeta. Saber geri-la de forma adequada, garantindo que nem sua falta, nem seus excessos, causem danos à população é um desafio. A intenção deste trabalho é apresentar uma possível solução para um grave problema urbano fazendo com que, através de uma medida estrutural de drenagem compensatória, possa alterar a dinâmica das águas de uma cidade, garantindo que a água da chuva seja vista como uma dádiva à população e não mais com temor.

A grande dificuldade para a implantação das bacias de retenção de um município já urbanizado é encontrar espaço disponível para alocá-la. Apesar das bacias de retenção serem uma boa alternativa a esta questão, utiliza-las envolveria vultosos valores. Verificou-se, entretanto, que o Ministério da Integração Nacional investirá R\$ 443.406.164,49 em obras de drenagem para prevenção de enchentes até 2013 e que os recursos são provenientes do Programa de Aceleração de Crescimento (PAC), o que possibilitaria ao município obter este recurso para implantação da obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO NETTO, Jose Mirtiliano et al. Manual de Hidráulica. 8o edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
2. BAPTISTA, Márcio; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. Técnicas de Drenagem Compensatória. 1o Edição. Porto Alegre: Associação Brasileira Recursos Hídricos, 2005.
3. CBH Velhas – COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS - CBH SF5. Governo de Minas. Subcomitê de bacia hidrográfica do ribeirão da mata - scbh Ribeirão da Mata. Disponível em: <<http://www.cbhvelhas.org.br/index.php/more-about-joomla/a-bacia.html>>. Acesso em: 06 agosto, 2013.
4. COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. - Estudos hidrológicos da bacia hidrográfica do Ribeirão da Mata - VOLUME I - TOMO III. Julho/2010.
5. COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Diagnóstico socioambiental meios físico, biótico e socioeconômico município de Pedro Leopoldo - Volume I. - tomo I Julho/2010.
6. FILHO, Alceu Gomes de Andrade; SZÉLIGA, Marcos Rogério; SZESZ, José Ricardo Sampaio. Utilização de Micro-reservatórios de Detenção para Atenuação de Inundações em Bacias Urbanas. Disponível em: <http://ri.uepg.br:8080/riuepg/bitstream/handle/123456789/645/ARTIGO_Utilioza%C3%A7%C3%A3oMicroReservatorios.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 out 2013.
7. FRANCO, Edu José. Dimensionamento de Bacias de Detenção das Águas Pluviais com Base no Método Racional. Curitiba. 2004.
8. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidade de Pedro Leopoldo, . Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 ago 2013.
9. NETO, Antônio C. Sistemas Urbanos De Drenagem. Disponível em: <<ftp://ftp.ifes.edu.br/cursos/Transportes/Zorzal/Drenagem%20Urbana/Apostila%20de%20drenagem%20urbana%20do%20prof%20Cardoso%20Neto.pdf>>. Acesso: 05 out 2013.
10. OLIVEIRA, Glaucia et al. Diagnóstico Ambiental Do Município De Pedro Leopoldo/MG. Universidade FUMEC. Belo Horizonte. Junho/2013.
11. PBH – PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 200.
12. PEDROSO, Joyce et al. Diagnóstico Ambiental Do Município De Pedro Leopoldo/MG, Universidade FUMEC, Belo Horizonte. Junho/2013.
13. RIGUETTO, Antônio. Hidrologia e Recursos Hídricos. São Carlos: EESC/USP, 1998.
14. TUCCI, Carlos E.M. Água no meio urbano. Rio Grande do Sul, 1997.
15. TUCCI, Carlos E.M. Águas urbanas: desenvolvimento urbano. Rio Grande do Sul, 2008.
16. UFV – Universidade Federal de Viçosa. Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2001.