

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

USO DE BACIA DE CONTENÇÃO EM LOTEAMENTOS COM PROBLEMAS DE DRENAGEM

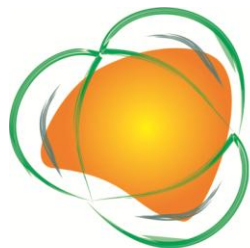
Alfred Firmino Pereira Silva ⁽¹⁾; **Almir Cléber Lacorte** ⁽²⁾; **Heriston Rodrigues** ⁽³⁾; **Hian Soares de Almeida** ⁽⁴⁾; **Hugo Sérgio Siqueira** ⁽⁵⁾; **Mateus Coelho Alves** ⁽⁶⁾; **Vinícius Sampaio Oliveira** ⁽⁷⁾; **Dayane Gonçalves Ferreira** ⁽⁸⁾

⁽¹⁾ Engenheiro Civil; Governador Valadares, MG; alfredfirmino@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; FAENG; Universidade Vale do Rio Doce; Campus Antônio Rodrigues Coelho - Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Governador Valadares, MG; almirlacorte@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor; FAENG; Universidade Vale do Rio Doce; Campus Antônio Rodrigues Coelho - Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Governador Valadares, MG; heristonrodrigues@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Engenheiro Civil; Governador Valadares, MG; hian_almeida@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Engenheiro Civil; Governador Valadares, MG; hugo.siqueira7@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Engenheiro Civil; Governador Valadares, MG; mateus_gv_ca@hotmail.com; ⁽⁷⁾ Engenheiro Civil; Governador Valadares, MG; vinicius-s-2007@hotmail.com; ⁽⁸⁾ Professora; FAENG; Universidade Vale do Rio Doce; Campus Antônio Rodrigues Coelho - Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Governador Valadares, MG; dayane.ferreira@univale.br

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

RESUMO – O problema com enchentes e inundações no Brasil é recorrente e vem se agravando com o crescimento desordenado das cidades. O objetivo deste trabalho é a busca por soluções que traga resultados satisfatórios para o problema das cheias no bairro Lagoa Santa, na cidade de Governador Valadares – MG, que ocorrem constantemente por inundações no Lago do Ferreira Mattos. A ideia central deste trabalho consiste em realizar o dimensionamento de uma bacia de contenção a montante da área em estudo, além de analisar o sistema de drenagem existente. A metodologia empregada consistiu na avaliação do sistema de drenagem urbana existente no local e caracterização integral da sub-bacia hidrográfica, identificando assim as deficiências do sistema e o dimensionamento baseado no cálculo de vazões utilizando o Método Racional, considerando período de retorno de 15 anos. Com este estudo foi possível identificar que o sistema de drenagem existente mostra-se ineficiente devido à expansão do número da população contribuinte com a construção de novos bairros adjacentes. A criação da bacia de contenção mostrou-se viável para a retenção de vazão direcionada ao Lago Ferreira Mattos reduzindo as inundações, acompanhada de atividades de manutenção do sistema de drenagem que proporcionará redução dos transtornos causados aos moradores dos bairros que margeiam o Lago.

Palavras-chave: Drenagem urbana. Enchente. Planejamento urbano.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

ABSTRACT - The problem with floods in Brazil is recurrent and has worsened with the disorderly growth of cities. The objective of this work is the search for solutions that bring satisfactory results for the problem of flooding in the Lagoa Santa neighborhood in the city of Governador Valadares - MG, which constantly occur by flooding in Lake Ferreira Mattos. The central idea of this work is to carry out the design of a containment basin upstream of the study area, in addition to analyzing the existing drainage system. The methodology consisted of the evaluation of the existing urban drainage system in place and full characterization of the sub-basin, thus identifying system weaknesses and sizing based on the calculation of flow rates using the Rational Method, considering a return period of 15 years. With this study we observed that the existing drainage system is shown to be inefficient due to the expansion of the taxpayer population number with the construction of new adjacent neighborhoods. The creation of the containment basin proved to be feasible for the flow retention directed to Lake Ferreira Mattos reducing the floods, accompanied by drainage system maintenance activities that provide reduction of the inconveniences caused to the residents of the neighborhoods bordering the lake.

Key words: Urban drainage system. Floods. Calculation of flow.

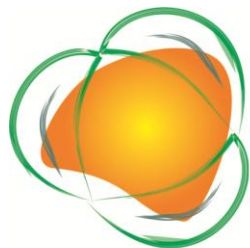
Introdução

Os prejuízos e transtornos causados pelas enchentes são, desde o início da civilização, um dos grandes percalços ao desenvolvimento contínuo da população e conseqüentemente das áreas urbanas que não estão preparadas para receber o crescimento populacional e os diversos efeitos decorrentes da ocupação incorreta do solo.

No Brasil a migração da população do meio rural para o urbano ocorreu principalmente na segunda metade do século XX, porém sem um planejamento adequado das cidades, começando então, a surgir grandes impactos sobre a drenagem urbana. O crescimento populacional, e conseqüentemente a impermeabilização do solo, contribuem para o agravamento das enchentes naturais e a ampliação da sua frequência, além de criar novos pontos de alagamentos causando aumentos nas vazões máximas, que podem representar seis vezes a vazão de pré-urbanização (TUCCI e GENZ, 1995).

Neste cenário, o problema das cheias, principalmente das urbanas, têm levado à procura de soluções efetivas para o seu controle. O método abordado neste trabalho é o uso de bacia de contenção, que já vem sendo utilizado em cidades brasileiras como Belo Horizonte – MG e Porto Alegre – RS com resultados satisfatórios.

Para estudo de implantação das bacias de contenção foi selecionado o bairro Lagoa Santa, na cidade de Governador Valadares – MG, que apresenta drenagem deficiente, e constantemente é afetado por inundações oriundas das cheias do Lago Ferreira Mattos, causando prejuízos diversos à população ali residente.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

O lago natural denominado Lago Ferreira Mattos funciona como um dispositivo de contenção que recebe águas provenientes de vários bairros vizinhos, porém com a expansão populacional e criação de novos bairros que utilizam a mesma rede, o Lago está sobrecarregado não realizando mais a contenção necessária. No período chuvoso, o nível eleva-se, transbordando nas ruas adjacentes e retornando nos ralos das residências, causando prejuízos socioeconômicos.

A implementação de bacia de contenção visa reduzir o volume de água direcionado ao Lago Ferreira Mattos, evitando os constantes transtornos.

Material e Métodos

Para análise da implantação de bacia de contenção foi realizada uma avaliação do sistema de drenagem existente no bairro Lagoa Santa e nos bairros Cidade Nova, Ouro Verde e parte do Bairro Morada do Vale, que destinam suas vazões para o Lago Ferreira Mattos.

Para estimativa de vazões de enchente foi considerado o método Racional, segundo Tucci (2004), utilizando os parâmetros tempo de concentração e intensidade de precipitação. A vazão de projeto foi estimada para o período de retorno de 15 anos, a fim de propor-se, com base nos resultados, o uso de bacia de contenção a ser localizada a montante da bacia hidrográfica do Rio Doce.

O tempo de concentração é definido como o tempo requerido para uma partícula escoar desde o ponto mais remoto da bacia, até o local de interesse. O cálculo foi efetuado através da fórmula de Kirpich, indicado para bacias com área de até 0,5 km².

A fórmula é contemplada pela seguinte equação:

$$t_c = 3,989 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

Onde t_c é o tempo de concentração, em minutos; L é o comprimento do talvegue, em km; S representa a declividade do talvegue, em m/m.

Os dados da intensidade de chuva em Governador Valadares, são fornecidos pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). De acordo com a COPASA o cálculo da intensidade de precipitação é obtido pela seguinte equação:

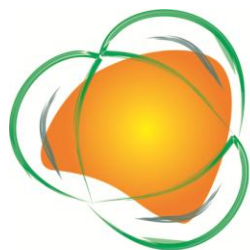
$$i = \frac{A \cdot T^B}{(t + C)^D}$$

Onde i é a intensidade de precipitação, em mm/h; A, B, C, e D dependem das características da região, fornecida pela COPASA; T é o tempo de retorno em anos; t duração da precipitação em minutos.

Para o cálculo de vazão pelo método racional, utilizou-se a seguinte equação:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

Onde Q é a vazão em m³/s; C é o coeficiente de escoamento; i intensidade de precipitação em mm/h; A é a área da bacia em ha.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Para o cálculo da vazão máxima, adota-se um coeficiente único de deflúvio C, estimado com base nas características fisiográficas da bacia.

Resultados e Discussão

O Lago Ferreira Matos, que possui área verde total de 22.634,76 m² e espelho d'água de 13.587,83 m², recebe a drenagem de uma microbacia urbana localizada nos bairros Lagoa Santa, Cidade Nova, Ouro Verde e parte do Bairro Morada do Vale além de uma grande área desabitada.

As águas provenientes dos bairros à montante são conduzidas até o Lago por canais de terra e por canais da drenagem pluvial. Soma-se a esta contribuição toda a água pluvial proveniente do bairro Lagoa Santa, que é captada através de bocas de lobo e bueiros e lançada diretamente no corpo d'água do Lago (Figura 1).

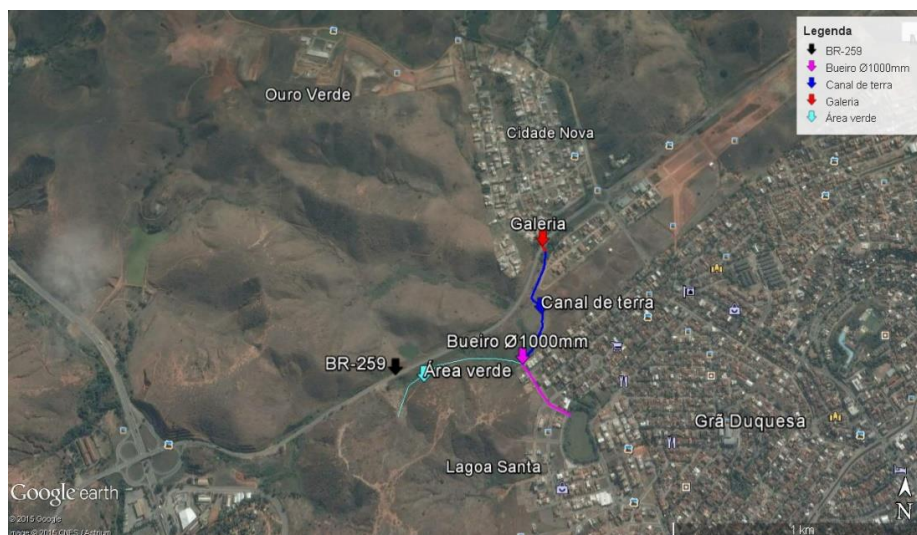
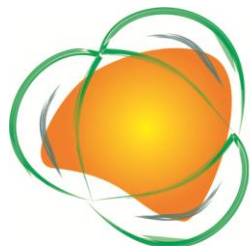


Figura 1- Caracterização da drenagem a montante.

Fonte: Google Earth.

Outra bacia de contribuição é composta pela porção do Bairro Lagoa Santa localizado à jusante da captação à detenção existente, e o Bairro Santo Agostinho. Essa bacia drena suas águas no sentido noroeste-sudeste.

O bairro Lagoa Santa não apresenta urbanização completamente consolidada, entretanto, a drenagem ineficiente já tem provocado um recorrente histórico de inundações, que devido ao alto potencial para aumento da urbanização tende a agravar-se. O sistema de drenagem existente na região é descontínuo.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Em relação ao uso e à ocupação do solo, um dos principais problemas se refere à falta de planejamento de drenagem e da ocupação de áreas sujeitas a alagamento, estimulada em grande parte pela especulação imobiliária.

Os valores do tempo de concentração calculados para estimativa de vazões pelo Método Racional (Tucci, 2004) estão indicados na Tabela 1.

Tabela 1 – Tempo de concentração da área em estudo.

Sub-bacia	Comprimento Talvegue (Km)	Declividade (m/m)	t_c
Ouro Verde	1,322	0,026	20,02
Cidade Nova	0,879	0,019	9,97
Lagoa Santa	0,251	0,167	1,64
Morada do Vale	0,241	0,050	2,54
Área Verde Morada do Vale	0,590	0,008	17,05
Área verde Cidade Nova	0,846	0,073	9,60
Área Verde Lagoa Santa	0,688	0,061	8,78

Fonte: Autores.

Chow et al. (1988) apud Tucci (2015), recomenda reduzir o tempo de concentração em 40% no caso de bacias urbanas, na utilização do método de Kirpich.

Os valores de intensidade de precipitação para a bacia em estudo estão expressos na Tabela 2.

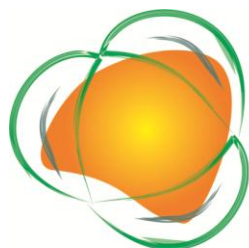
Tabela 2 – Valores de intensidade de precipitação para área em estudo.

Sub-bacia	Intensidade de precipitação (mm/h)
Ouro Verde	135,46
Cidade Nova	156,51
Lagoa Santa	179,75
Morada do Vale	176,92
Área Verde Morada do Vale	141,05
Área verde Cidade Nova	157,92
Área Verde Lagoa Santa	159,45

Fonte: Autores

O método racional, um caso particular da teoria do hidrograma unitário, detalhadamente descrito por Tucci (2004), é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas ($\leq 2 \text{ Km}^2$); este método engloba todos os processos hidrológicos em apenas um coeficiente.

Os valores de vazão de projeto estão indicados na Tabela 3.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Tabela 3 – Valores de vazão de projeto para a área analisada.

Sub-bacia	Vazão de projeto (m ³ /s)
Ouro Verde	4,32
Cidade Nova	8,52
Lagoa Santa	5,45
Morada do Vale	1,75
Área Verde Morada do Vale	0,92
Área verde Cidade Nova	1,92
Área Verde Lagoa Santa	1,38

Fonte: Autores.

A proposta sugerida para implantação da bacia de contenção levou em consideração o local disponível e a maior redução possível na vazão de contribuição destinada ao Lago Ferreira Mattos.

Sendo assim, a figura 2 apresenta a área indicada para a instalação da bacia, que receberá as contribuições dos bairros Ouro Verde e Cidade Nova com suas respectivas áreas verdes e a área verde do bairro Lagoa Santa, totalizando vazão igual a 17,06 m³/s.

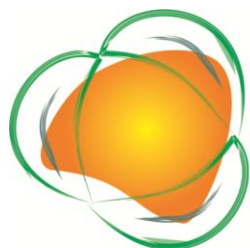


Figura 2 – Área proposta para a bacia de contenção.

Fonte: Adaptado Google Earth.

O dimensionamento da bacia de contenção foi baseado no Método do Federal Aviation Agency usando o Método Racional conforme indicação de Tomaz (2013).

Determina-se o volume acumulado de runoff - V_{in} e o volume acumulado de saída - V_{out} através das equações abaixo descritas:



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

$$V_{in} = Q_{in} \cdot t_d \cdot 60$$

Onde t_d é o tempo de duração da chuva (min). t_d obtido pela estação INMET Governador Valadares sendo igual a 29 min.

$$V_{out} = k \cdot Q_{out} \cdot t_d \cdot 60$$

Onde K é o coeficiente de ajuste determinado entre o pico da vazão de entrada e o pico da vazão de saída determinada conforme indicação de Tomaz (2013). $K = 0,98$.

As dimensões adotadas para a bacia de contenção em função dos parâmetros estabelecidos e da caracterização da área estudada se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 – Dimensões da bacia de contenção proposta.

V_{in} (m ³)	V_{out} (m ³)	Volume da bacia de contenção – V_{bacia} (m ³)	Área em planta da bacia de contenção – A_{bacia} (m ²)	Comprimento da bacia – C_{bacia} (m)	Largura da bacia – L_{bacia} (m)	Profundidade da bacia – y_{bacia} (m)
29684,40	2080,34	27604,06	18402,70	192,00	96,00	1,50

Fonte: Autores.

A figura 3 apresenta um croqui da proposta de implantação da bacia de contenção a montante do bairro Lagoa Santa na cidade de Governador Valadares – MG.

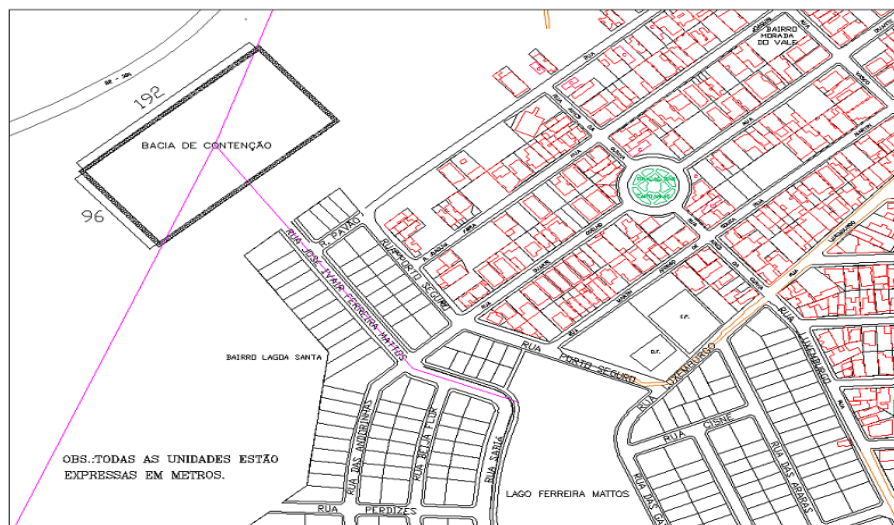
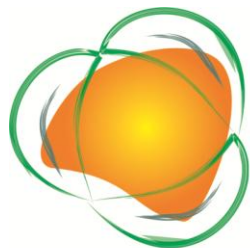


Figura 3 – Croqui da proposta de implantação da bacia de contenção.

Fonte: Autores.

A execução da bacia proposta implicaria na contenção de 27.604,06 m³ de água no período de chuva crítica, aumentando o tempo de capacidade de retenção do Lago Ferreira Mattos em 18,04 min. Este tempo é inferior ao de duração da chuva crítica adotada, com base na metodologia aplicada.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Conclusões

O sistema de drenagem e a bacia existente na área de estudo se mostraram ineficientes, sendo assim indispensável a adoção de medidas para aliviar a rede de drenagem, que se tornou obsoleta devido ao aumento significativo da população contribuinte, oriunda da criação de novos bairros adjacentes.

Com a proposta de criação da bacia de contenção, a vazão d'água diretamente direcionada ao Lago Ferreira Matos será retida diminuindo assim as chances de inundação devido à falta de capacidade de escoamento solicitado.

Ressalta-se também, que a manutenção preventiva dos dispositivos de drenagem é de suma importância. O assoreamento e o acúmulo de sedimentos na lagoa prejudicará o escoamento da mesma, assim como a falta de limpeza e manutenção da rede de drenagem, acarretando assim maiores ocorrências de inundação em trechos cruciais para a vazão de escoamento.

Referências

NASCIMENTO, N. O. et al.. Estudo de caso de uma bacia de detenção em meio urbano – O caso do reservatório Santa Lúcia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XII, 1997, Vitória. Anais ABRH , CD-ROM, 1997.

TOMAZ, P. Curso de Manejo de águas pluviais: Fórmula de Manning e canais. 2013. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_canais/capitulo50.pdf>. Acesso em: 26 set. 2015.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. Controle do Impacto da Urbanização. In: Tucci, C. E. M., Porto, R. L.; Barros, M. T. – organizadores; Drenagem Urbana, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, volume 5, Editora da Universidade, Porto Alegre. 1995.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da drenagem urbana. Instituto de pesquisas hidráulicas, Porto Alegre, RS, 2001. Disponível em: <<http://rhama.net/download/artigos/artigo15.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2015.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia: Ciência e Aplicação, 3ª ed. Porto Alegre, UFRGS, ABRH, 2004.