

IX-015 – INTERFERÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SEGREDO DE CAMPO GRANDE/MS

Sharon Anne Nogueira Barros ⁽¹⁾

Acadêmica de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Católica Dom Bosco.

Mariana Antonio de Souza Pereira ⁽²⁾

Acadêmica de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Católica Dom Bosco.

Ana Paula Lazarin de Goehr ⁽³⁾

Acadêmica de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Católica Dom Bosco.

Antônio Leonardo de Araújo Neto ⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestre em Física do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Professor pela Universidade Católica Dom Bosco.

Ana Paula Silva Teles ⁽⁵⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco. Mestre em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária pela Universidade Católica Dom Bosco. Professora pela Universidade Católica Dom Bosco.

Endereço⁽¹⁾: Rua Ranieri Mazzilli, 322 – Vila Almeida - Campo Grande - MS - CEP: 79112-500 - Brasil - Tel: +55 (67) 9211-2345 - e-mail: sharon_annenb@hotmail.com

RESUMO

A urbanização acelerada das últimas décadas junto à ocupação desordenada e intensa impermeabilização do solo, tem agravado as cheias nas cidades. Estes processos resultam em diversos problemas, causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Desse modo, a drenagem urbana retrata, atualmente, um dos maiores desafios a serem enfrentados pela população. O presente artigo desenvolveu uma avaliação sobre a interferência do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do córrego Segredo, aliada a medida de controle de cheias urbanas, sendo utilizada a tecnologia de retenção. Estabeleceu-se cenários de estudos, a fim de gerar mudanças significativas nos valores do hidrograma da bacia. As comparações dos cenários foram realizadas com base na vazão máxima gerada e nos fatores oriundos da impermeabilização do solo, ou seja, nos volumes escoados e dissipados em cada um dos cenários estipulados.

PALAVRAS-CHAVE: Córrego Segredo, Escoamento Superficial, Método Racional.

INTRODUÇÃO

A drenagem urbana retrata, atualmente, um dos maiores desafios a serem enfrentados pela população. À medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem diversos impactos como: aumento das vazões máximas, devido ao aumento da capacidade de escoamento através de canais e condutos e impermeabilização das superfícies; deterioração da qualidade de água, devido a lavagem das ruas e as ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial; aumento da produção de sedimentos devido a exposição das superfícies (TUCCI, 2005).

Estes processos resultam em alguns problemas, tais como, cheias urbanas e poluição, causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Os problemas referentes às inundações são decorrentes da elevação dos picos das cheias, ocasionada tanto pela intensificação do volume do escoamento superficial direto, como pela diminuição dos tempos de concentração (CARDOSO, 2009).

O entendimento dos processos que ocorrem no escoamento pluvial e as implicações do processo de urbanização no seu funcionamento são de grande importância. Desse modo, o conhecimento das modificações do uso e ocupação do solo e suas interferências nos hidrogramas de cheias são essenciais para a elaboração de diretrizes que conduzam a bacia hidrográfica a um desenvolvimento sustentável (SANTOS *et.al.*, 2011).

A Bacia do Córrego Segredo vem sofrendo constante processo de urbanização. O aumento nos últimos anos das atividades imobiliárias e comerciais na região resultou na elevação do nível de ocupação da bacia, e consequentemente no aumento da taxa de impermeabilização do solo, o qual se constitui como agente agravador dos problemas de drenagem urbana (ESTRABIS, 2014).

Existem diversas formas de controle de inundações, na classificação de dispositivos de controle a jusante existem três categorias: bacias de detenção, bacias de retenção e bacias de sedimentação. A detenção dos escoamentos utilizando reservatórios tem a finalidade principal de promover a redução do pico das enchentes, por meio do amortecimento conveniente das ondas de cheia, obtida pelo armazenamento de parte do volume escoado (CANHOLI, 2005).

As bacias de detenção são reservatórios secos que na maior parte do tempo permanecem vazios. Durante a chuva recebem o escoamento e o armazenam temporariamente. Dependendo do seu tamanho, a água pode ser estocada durante toda a duração da chuva ou o reservatório pode manter uma vazão de saída que não represente risco para a região a jusante (COELHO, 2010).

O presente estudo tem como objetivo analisar o incremento de vazão devido ao uso e ocupação do solo na bacia do córrego Segredo, localizada no perímetro urbano de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, região Centro – Oeste do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Segundo o perfil socioeconômico de Campo Grande (2013), o município localiza-se na parte central do Estado de Mato Grosso do Sul, possuindo uma área de 8.092 km². A sede do município esta localizada nas imediações do divisor de águas das Bacias do Paraná e Paraguai. A bacia que compreende o córrego Segredo possui área de 46,1 km², com uma população de aproximadamente 111.866 habitantes e uma densidade populacional de 2.465,2 hab/km². Os Córregos que estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Segredo são: Segredo, Maracaju, Seminário, Furtuoso e Cascudo (CAMPO GRANDE, 2014).

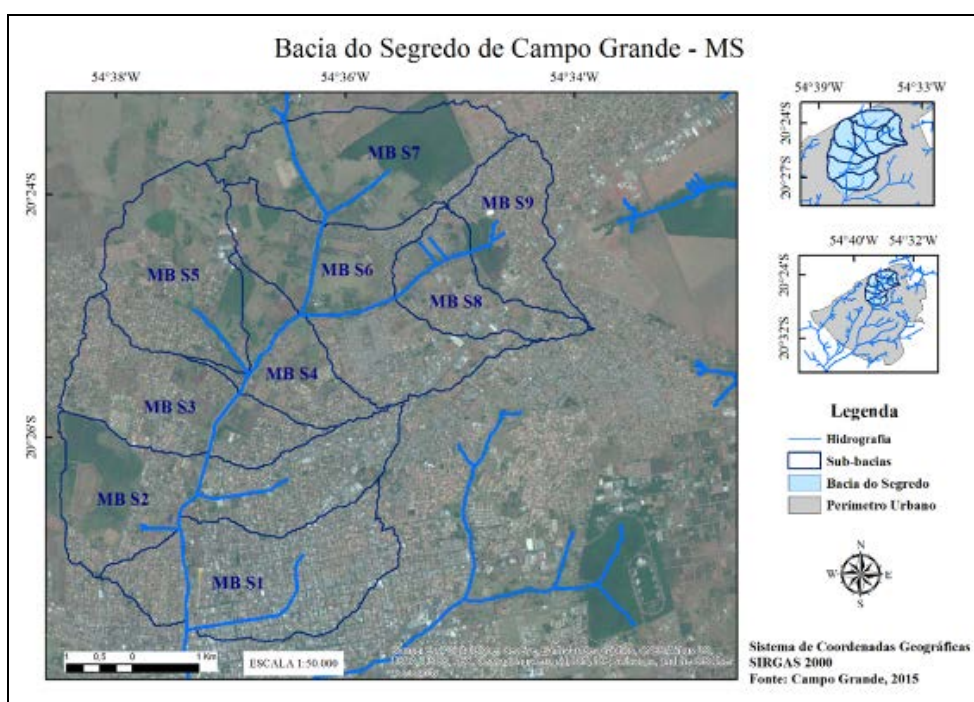


Figura 1: Área de estudo da bacia do córrego Segredo. Fonte: Campo Grande, 2015.

LEVANTAMENTO DE DADOS

Os dados de vazão e coeficiente de escoamento superficial foram obtidos através do método racional. Esse método é indireto e estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial, é aplicado em bacias com área de drenagem inferior a 3km² (PORTO, 1993 apud TOMAZ, 2015, p.2) ou quando o tempo de concentração seja inferior a uma hora, mas em 1993 Akan admitiu o método para bacias com áreas de drenagem até 13km². Para a determinação da porcentagem de áreas impermeáveis foi realizada uma análise a partir de imagem de satélite correspondente e instituído um valor.

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

$$C = 0,05 + 0,009 \times AI \quad (1)$$

Onde: AI é a área impermeável (%). O coeficiente varia de 0 a 1.

Como a ocupação das bacias é muito variada foi necessário fazer uma média ponderada dos coeficientes.

$$C = \frac{C1 \cdot A1 + C2 \cdot A2 + C3 \cdot A3 + \dots + Ci \cdot Ai}{A1 + A2 + A3 + \dots + Ai} \quad (2)$$

Onde: C1, C2, C3,...Ci = coeficientes de escoamento superficial para as áreas A1+A2+ A3 +...+ Ai, respectivamente; A1, A2, A3,...Ai = áreas que possuem coeficientes C1, C2, C3,...Ci. C = coeficiente de escoamento superficial obtido pela média ponderada efetuada.

VAZÃO MÁXIMA

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} \quad (3)$$

Onde: Q é vazão (m³ /s), C é o coeficiente de escoamento superficial varia de 0 a 1, I é a intensidade média da chuva (mm/h) e A é a área da bacia (ha).

INTENSIDADE DA CHUVA

Para o cálculo da intensidade da precipitação de projeto utilizou a equação 4, a qual define a IDF do município de Campo Grande-MS.

$$I = \frac{1973,15 \cdot Tr^{0,478}}{(t+22)^{0,8577}} \quad (4)$$

Onde: I é a intensidade da precipitação (mm/h); Tr é o período de retorno (anos); t é a duração da chuva (minutos). Utilizou-se um período de retorno 10 anos e duração da chuva 60 minutos.

TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

$$tc = \frac{0,019 \cdot L^{0,77}}{S^{0,555}} \quad (5)$$

Onde: tc é o tempo de concentração (min), L é o comprimento do talvegue (m) e S é a declividade do talvegue (m/m). Como o escoamento da bacia é sobre o asfalto seu valor foi corrigido multiplicando por 0,4.

INTENSIDADE EFLUENTE EQUIVALENTE

TABELA 22 – VALORES DE i_s EM FUNÇÃO DE T_r e t_d (mm/h)					
t_d (min)	T_r (anos)				
	5	10	20	50	100
10	98,2	109,7	122,5	141,7	158,2
20	67,5	75,3	84,1	97,3	108,7
30	49,0	54,7	61,1	70,7	78,9
40	37,1	41,4	46,2	53,4	59,7
50	28,9	32,3	36,0	41,7	46,6
60	23,1	25,8	28,8	33,4	37,2
80	15,7	17,5	19,5	22,6	25,2
100	11,2	12,5	14,0	16,2	18,0
120	8,4	9,3	10,4	12,1	13,5
150	5,7	6,4	7,1	8,2	9,2
180	4,1	4,6	5,1	5,9	6,6

Tabela 1: Valores de i_s em função de função de T_r e t_d (mm/h). Fonte: Franco, 2004.

HIDROGRAMA TRIANGULAR

O hidrograma é construído de acordo com o tempo de duração da chuva e do tempo de concentração. Alguns fatores podem vir a influenciar os hidrogramas, tais como: relevo, cobertura vegetal, modificações artificiais nos rios, distribuição, duração e intensidade da precipitação e o solo.

Este tipo de hidrograma é baseado no Método Racional e foi determinado a partir do tempo de concentração (t_c); na determinação da vazão de pico foi utilizada a vazão da fórmula do método racional, pelo fato do tempo de concentração ser maior que o tempo de duração da precipitação obtendo assim a forma triangular ou trapezoidal. O hidrograma tem as seguintes características apresentadas na Figura 2:

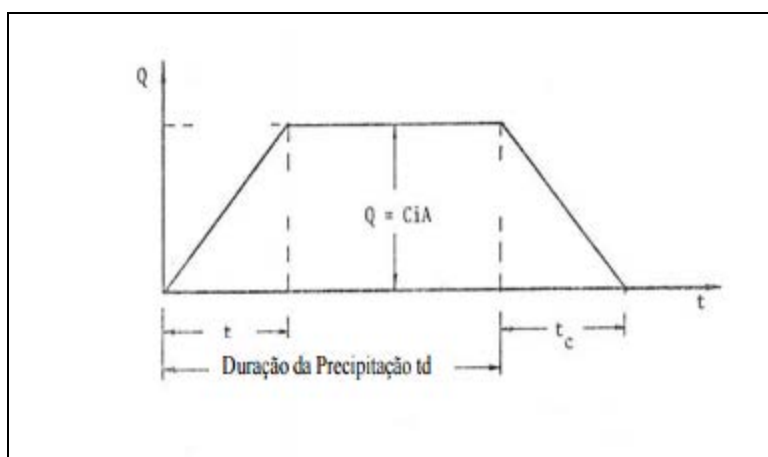


Figura 2: Hidrograma do método Racional. Fonte: Franco, 2004.

BACIA DE DETENÇÃO

São dimensionadas para reter temporariamente o escoamento superficial durante e imediatamente após a chuva.

VOLUME DE DETENÇÃO

Expressão geral do volume de bacia de retenção para descarga livre, vertedor ou descargas de fundo.

$$V_d = \frac{CA}{k_1} \left[\frac{aT^m}{(t_d + b)^n} - \frac{i_s}{2} \right] \cdot t_d k_2 \quad (6)$$

Onde:

V_d = volume de retenção da bacia;

I_s = intensidade efluente, equivalente;

C = Coeficiente de escoamento (adimensional)

A = Área da bacia (km²)

T = Tempo de recorrência (anos)

t_d = duração da chuva (min)

a, b, m, n = parâmetros das relações de chuva (IDF)

k₁ = fator de conversão de unidades = 3,6, para intensidade em mm/h

k₂ = 60 para t_d em minutos.

RESULTADOS

Estabeleceu-se cenários de estudos, a fim de gerar mudanças significativas nos valores do hidrograma da bacia. Para a construção do Cenário 1 (linha em preto), foi analisado o hidrograma considerando a ocupação atual, para uma precipitação com o tempo de retorno de 10 e 20 anos. O Cenário 2 (linha em laranja), analisou o hidrograma considerando de forma crítica que a área foi totalmente ocupada, para uma precipitação com o tempo de retorno de 10 e 20 anos. As comparações dos cenários foram realizadas com base na vazão máxima gerada e nos fatores oriundos da impermeabilização do solo, ou seja, nos volumes escoados e dissipados em cada um dos cenários. Os resultados obtidos a partir das aplicações geradas na metodologia forneceram os seguintes hidrogramas de escoamento para cada cenário avaliado:

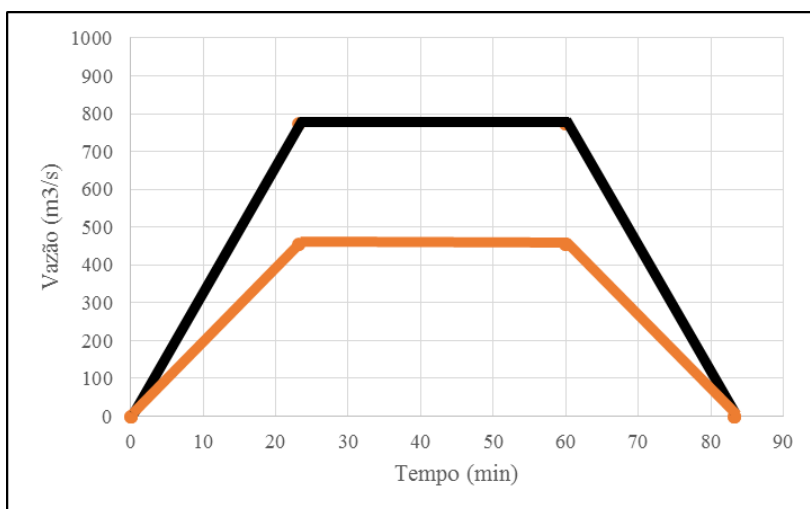


Figura 3: Hidrograma para tempo de retorno de 10 anos.

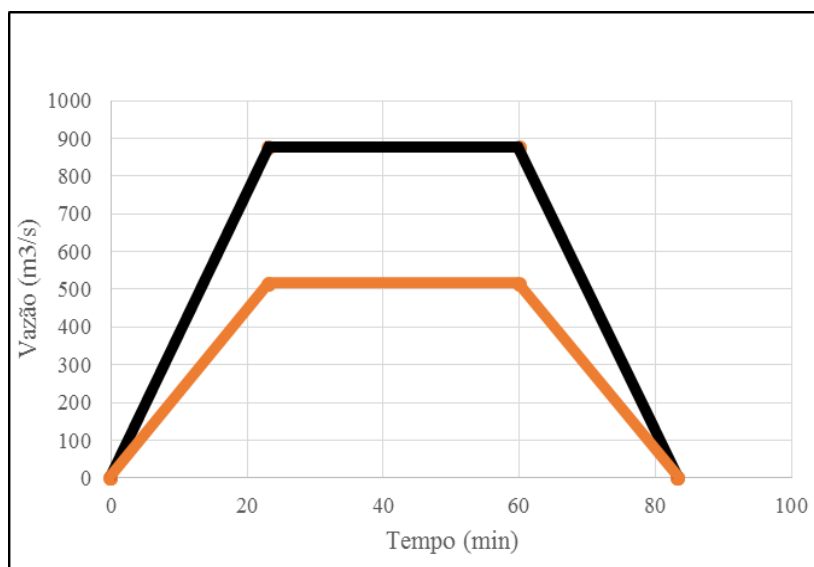


Figura 4: Hidrograma para tempo de retorno de 20 anos.

A tabela 2 contém os resultados dos cálculos referentes ao cenário 1 com tempo de retorno de 10 anos

Tabela 2: ocupação atual da bacia e tempo de retorno de 10 anos.

GRUPO	Micro bacia	Área (ha)	AI (%)	Coef. Mb	Coef.med.ponderada	tc (min)	t (min)	Tr (anos)	I (mm/h)	Q (m³/s)
GRUPO 1	MBS1	625	90	0,86	0,72	23,22	60	10	67,9	177,76
	MBS2	684	60	0,59						
GRUPO 2	MBS3	467	65	0,635	0,60	23,22	60	10	67,9	83,40
	MBS4	270	55	0,545						
GRUPO 3	MBS5	511	50	0,50	0,40	23,22	60	10	67,9	85,93
	MBS6	628	30	0,32						
GRUPO 4	MBS7	583	15	0,185	0,50	23,22	60	10	67,9	107,04
	MBS8	259	75	0,725						
	MBS9	293	80	0,77						
Σ =	-	4320	-	-	-	-	-	-	-	454,13

A tabela 3 contém os resultados dos cálculos referentes ao cenário 2 com tempo de retorno de 10 anos.

Tabela 3: bacia totalmente impermeabilizada e tempo de retorno de 10 anos.

GRUPO	Micro bacia	Área (ha)	AI (%)	Coef. Mb	Coef.med.ponderada	tc (min)	t (min)	Tr (anos)	I (mm/h)	Q (m³/s)
GRUPO 1	MBS1	625	100	0,95	0,95	23,22	60	10	67,9	234,55
	MBS2	684	100	0,95						
GRUPO 2	MBS3	467	100	0,95	0,95	23,22	60	10	67,9	132,06
	MBS4	270	100	0,95						
GRUPO 3	MBS5	511	100	0,95	0,95	23,22	60	10	67,9	204,09
	MBS6	628	100	0,95						
GRUPO 4	MBS7	583	100	0,95	0,95	23,22	60	10	67,9	203,37
	MBS8	259	100	0,95						
	MBS9	293	100	0,95						
Σ =	-	4320	-	-	-	-	-	-	-	774,07

A tabela 4 contém os resultados dos cálculos referentes ao cenário 1 com tempo de retorno de 20 anos.

Tabela 4: ocupação atual da bacia e tempo de retorno de 20 anos.

GRUPO	Micro bacia	Área (ha)	AI (%)	Coef. Mb	Coef.med.ponderada	tc (min)	t (min)	Tr (anos)	I (mm/h)	Q (m³/s)
GRUPO 1	MBS1	625	90	0,86	0,72	23,22	60	20	76,8	201,06
	MBS2	684	60	0,59						
GRUPO 2	MBS3	467	65	0,635	0,60	23,22	60	20	76,8	94,34
	MBS4	270	55	0,545						
GRUPO 3	MBS5	511	50	0,50	0,40	23,22	60	20	76,8	97,19
	MBS6	628	30	0,32						
GRUPO 4	MBS7	583	15	0,185	0,50	23,22	60	20	76,8	121,07
	MBS8	259	75	0,725						
	MBS9	293	80	0,77						
Σ =	-	4320	-	-	-	-	-	-	-	513,66

A tabela 5 contém os resultados dos cálculos referentes ao cenário 2 com tempo de retorno de 20 anos.

Tabela 5: bacia totalmente impermeabilizada e tempo de retorno de 20 anos.

GRUPO	Micro bacia	Área (ha)	AI (%)	Coef. Mb	Coef.med.ponderada	tc (min)	t (min)	Tr (anos)	I (mm/h)	Q (m³/s)
GRUPO 1	MBS1	625	100	0,95	0,95	23,22	60	20	76,8	265,29
	MBS2	684	100	0,95						
GRUPO 2	MBS3	467	100	0,95	0,95	23,22	60	20	76,8	149,37
	MBS4	270	100	0,95						
GRUPO 3	MBS5	511	100	0,95	0,95	23,22	60	20	76,8	230,84
	MBS6	628	100	0,95						
GRUPO 4	MBS7	583	100	0,95	0,95	23,22	60	20	76,8	230,03
	MBS8	259	100	0,95						
	MBS9	293	100	0,95						
Σ =	-	4320	-	-	-	-	-	-	-	875,53

O aumento do escoamento superficial gera diversos problemas, para minimizar os efeitos negativos devem ser tomadas ações preventivas e corretivas dos sistemas de drenagem em vigor, visando o arranjo de diretrizes que conduzam a bacia hidrográfica a um desenvolvimento sustentável. Como sugestão para controle do problema será realizado o planejamento de uma bacia de detenção. Para tanto, foi selecionado os dados atuais da bacia do Segredo com tempo de retorno de 10 anos. A tabela 6 contém os resultados dos cálculos volume de detenção do cenário atual com tempo de retorno de 10 anos.

Tabela 6: volume de detenção referente ao cenário atual com Tr = 10 anos.

Grupo	Área (km²)	C	i _s (mm/h)	I (mm/h)	V _d
MBS1	6,25	0,86	25,80	67,87	295463,75
MBS2	6,84	0,59	25,80	67,87	221836,93
MBS3	4,67	0,635	25,80	67,87	163010,79
MBS4	2,70	0,545	25,80	67,87	80888,36
MBS5	5,11	0,50	25,80	67,87	140448,35
MBS6	6,28	0,32	25,80	67,87	110467,71
MBS7	5,83	0,185	25,80	67,87	59287,90
MBS8	2,59	0,725	25,80	67,87	103219,92
MBS9	2,93	0,77	25,80	67,87	124017,82

Para tanto, seguindo a análise de maiores ocorrências de cheias, optou-se em buscar uma região crítica com estrutura de implementação da Bacia de detenção. Diversos casos de alagamentos ocorrem na Av. Rachid Neder, onde percorre o córrego Cascudo que está totalmente canalizado e desemboca no córrego Segredo; neste ponto em questão encontram-se os principais problemas. Tendo em vista, a estrutura da região ao redor, que se encontra menos urbanizada, optou-se em estabelecê-la como possível local da bacia de detenção.

Desse modo as microbacias que influenciam a região são as MBS3 a MBS9. Portanto, o volume de detenção total da bacia será de $V_d = 781340,9 \text{ m}^3$. O volume obtido pelo método proposto constitui-se de uma estimativa para a prática de projetos de obra de drenagem.

CONCLUSÕES

Diversas são as implicações que o aumento da urbanização sem planejamento e controle do escoamento superficial pode causar. Diante do exposto, foi feita uma análise que mostrou o aumento significativo da vazão da Bacia, com utilização do Hidrograma Triangular no cenário 1 e cenário 2 propostos. Pode-se concluir que a utilização de bacias de detenção como medida de controle de cheias é alternativa viável para a solução dos problemas, enfrentados pela bacia hidrográfica do córrego Segredo.

Por fim, a utilização de projetos de drenagem que visam um desenvolvimento sustentável, atualmente, oferecem soluções que minimizaram os impactos causados sobre o meio ambiente, além de gerar uma melhoria na qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAMPO GRANDE. Instituto Municipal de Planejamento Urbano - PLANURB. Perfil Socioeconômico de Campo Grande de 2013. Campo Grande, 2013.
2. _____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano - SEMADUR. Rede Hidrográfica de Campo Grande. Campo Grande: SEMADUR. Disponível em: <http://www.pmcg.ms.gov.br/semadur/canaisTexto?id_can=6385>. Acesso em: 30 nov.2015.
3. CANHOLI, Aluísio Pardo. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
4. COELHO, G. A.; Utilização de bacias de detenção de águas pluviais em planos diretores de macrodrenagem. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.
5. CARDOSO, A.N. 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 em: 09 dez.2015.
6. ESTRABIS, N.V.; LIMA, R.C.S.; Análise do escoamento superficial em uma sub-bacia do córrego segredo em Campo Grande/MS. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande, 2014.
7. FRANCO, E.J.; Dimensionamento de bacias de detenção das águas pluviais com base no método racional. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2004.
8. SANTOS, V. O.; PAIVA, E.M.C.D.; BANDINELLI, R. M. Influência da urbanização na modificação da calha fluvial e no processo de drenagem da bacia do Arroio Cadena e análise da situação atual. In: XV Simpósio de Ensino Pesquisa e Extensão, 2011, Santa Maria. Anais XV SEPE-UNIFRA, 2011.
9. TOMAZ, P. Método Racional. Capítulo 02. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_calculoshidrolicos/Capitulo%2002-%20M%C3%A9todo%20Racional.pdf>. Acesso em: 17 out. 2015.
10. TUCCI, C.E.M. Gestão de Águas Pluviais. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.