

N. CLASS.	627.42
CUTTER	C 2685
ANO/EDIÇÃO	2015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS MG**

**ENGENHARIA CIVIL**

**RENATA CAROLINE DIONIZIO CARDOSO**

**SOLUÇÃO PARA INUNDAÇÃO DO CÓRREGO HORIZONTE, ENTRE OS  
TRECHOS ALAMEDA OTAVIO MARQUES PAIVA E AVENIDA SANTA  
LUISA.**

**Varginha  
2015**

**RENATA CAROLINE DIONIZIO CARDOSO**

**SOLUÇÃO PARA INUNDAÇÃO DO CÓRREGO HORIZONTE, ENTRE OS  
TRECHOS ALAMEDA OTAVIO MARQUES PAIVA E AVENIDA SANTA  
LUISA.**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Ivana Prado.

**Varginha  
2015**

**Grupo Educacional UNIS**

**RENATA CAROLINE DIONIZIO CARDOSO**

**SOLUÇÃO PARA INUNDAÇÃO DO CÓRREGO HORIZONTE, ENTRE OS  
TRECHOS ALAMEDA OTAVIO MARQUES PAIVA E AVENIDA SANTA  
LUISA.**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

---

Prof.(a) Me. Ivana Prado de Vasconcelos

---

Prof. Especialista Max Filipe Ferreira Marques

---

Prof. (a) Especialista Ana Paula Figueiredo

OBS.:

Dedico esse trabalho primeiramente à Deus, pois nada seria de mim sem a fé que eu tenho nele. À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, sua dedicação foi o que me deu, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à todos que de alguma forma contribuíram para construção e execução deste trabalho.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”  
Charles Chaplin.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Detalhamento Trecho 1-1 .....	15
Figura 2 - Detalhamento trecho 9-9.....	15
Figura 3 - Detalhamento demais trechos .....	16
Figura 4- Fator de distribuição espacial da chuva (k). .....	19
Figura 5 - Elementos geográficos dos canais. ....	21
Figura 6 - Delimitação da bacia de contribuição por trecho.....	24
Figura 7 – Desenho ilustrativo de gabião tipo colchão de reno.....	44
Figura 8 - Foto de gabião tipo colchão de reno, utilizado em canal.....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Coeficiente de escoamento superficial "C" .....	17
Quadro 2- Valores de período de retorno. ....	18
Quadro 3 - Coeficiente de escoamento volumétrico. ....	20
Quadro 4 - Coeficiente "n" de Manning para vazões sobre o solo. ....	22
Quadro 5 - Coeficiente de rugosidade de Manning.....	22
Quadro 6 - Determinação do desnível.....	23
Quadro 7- Área de drenagem das bacias por trechos .....	24
Quadro 8 - Características Bacia contribuinte por trechos .....	27
Quadro 9 – Velocidade de transporte .....	28
Quadro 10- Resultados .....	29
Quadro 11 - Obtenção do diâmetro para o bueiro .....	29
Quadro 12 - Obtenção do diâmetro ideal.....	30
Quadro 13 - Obtenção do diâmetro ideal para vazão dividida .....	30



## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.2. Objetivo Geral.....	12
2.3. Objetivo Específico.....	12
<b>3. DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>13</b>
<b>4. MEMORIAL DESCRITIVO .....</b>	<b>14</b>
4.1. Apresentação.....	14
4.2. Metodologia adotada.....	14
4.3. Levantamento Topográfico.....	15
4.4. Análise hidrológica .....	16
4.4.1.Escoamento superficial .....	16
4.4.2.Tempo de concentração.....	17
4.4.3.Tempo de retorno .....	18
4.4.4.Intensidade de chuva .....	18
4.5. Determinação da vazão de projeto mesma.....	19
4.6. Dimensionamento .....	20
<b>5. MEMORIAL DE CÁLCULO .....</b>	<b>23</b>
5.1. Levantamento topográfico .....	23
5.2. Área de drenagem .....	23
5.3. escoamento superficial .....	24
5.4. Tempo de concentração .....	25
5.5. Tempo de retorno .....	25
5.6. Intensidade de chuva.....	26
5.7. Vazão de projeto .....	26
5.8. Vazão de transporte canal .....	27
5.9. Vazão de transporte bueiro .....	29

5.10. Diagnóstico dos problemas de drenagem existente e soluções.....	30
<b>6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>32</b>
6.1. Objetivos.....	32
6.2. Redimensionamento do canal .....	32
6.2.1.Equipamentos.....	32
6.2.2.Execução .....	32
6.3. Redimensionamento bueiro .....	33
6.3.1.Execução .....	33
<b>7. ORÇAMENTO.....</b>	<b>35</b>
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Conforme TCC I, a principal intenção desse estudo foi identificar os problemas existentes no córrego Horizonte, situado entre os trechos Alameda Otavio Marque Paiva e Avenida Santa Luisa, no município de Varginha – MG, e propor solução para conter as inundações recorrentes.

Inicialmente foi feito um diagnóstico para conhecer a real situação do córrego Horizonte, de maneira a analisar as possíveis causas das inundações que ocorreram mesmo em períodos de pouca precipitação, e foram constatadas como possíveis causas o mau dimensionamento do bueiro, que é incapaz de transportar toda vazão de projeto, o acúmulo de vegetação e o assoreamento do local, além da influência da impermeabilização na região de contribuição.

Para identificar a melhor maneira de minimizar o problema, com menor custo e melhor eficiência foi levado em consideração nessa etapa um estudo mais detalhado, afim de obter a melhor solução a partir da instalação do shopping e da influência que o mesmo pode trazer para região.

Nesse contexto, foram realizados alguns estudos e pesquisas que demonstraram qual o real impacto da urbanização e o que isso afeta no funcionamento do córrego, para isso foi necessário a realização de um levantamento para caracterizar tanto a bacia de contribuição quanto os trechos do córrego, além de uma pesquisa que permita identificar qual a tendência de urbanização com a instalação do empreendimento no município (Anexo A).

Identificar uma solução para esse problema existente é primordial para o desenvolvimento do local, que ainda está em crescimento, além da melhoria das técnicas construtivas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.2. Objetivo Geral**

Estabelecer alternativas para solucionar o problema de inundação que ocorre no córrego Horizonte, entre os trechos Alameda Otávio Marques de Paiva e Avenida Santa Luísa, na cidade de Varginha – MG.

### **2.3. Objetivo Específico**

- Pesquisar a relação das instalações de shoppings center e o desenvolvimento urbano;
- Fazer levantamento topográfico de trechos do canal;
- Diagnosticar a bacia de contribuição por trechos;
- Verificar a capacidade de transporte do canal e bueiro;
- Identificar possíveis deficiências;
- Apresentar uma solução para o bueiro e canal.

### 3. DIAGNÓSTICO

No TCC I, a intenção do trabalho foi de identificar se o Córrego Horizonte seria capaz de transportar toda vazão oriunda da bacia de contribuição, vale ressaltar que apesar da construção do shopping na área de contribuição estudada, o mesmo não foi levado em consideração para a análise realizada, devido ao fato dos problemas existirem antes mesmo da implantação desse empreendimento, desse modo, o estudo foi realizado em cima da realidade atual para verificar o motivo do problema.

Inicialmente foi realizado um levantamento da área de contribuição no local, foi caracterizado os tipos de uso do solo – residencial, vias asfaltadas e área verde, além de realizar também, um estudo quantitativo dos mesmos e através desse levantamento constatar a característica preponderante da bacia: ocupação residencial.

O segundo passo foi realizar uma análise de forma macro do córrego para verificar a sua capacidade de transporte, assim, o mesmo foi dividido em duas etapas de estudo, trecho de condução natural e o bueiro.

Após as análises individuais foi possível identificar que o trecho de água natural não tinha a capacidade de transportar toda vazão oriunda da bacia, porém levando em consideração uma margem de 5% de aceite, o mesmo não seria capaz de influenciar no problema de inundação já que tem uma capacidade de transporte de 96%, por outro lado, foi possível admitir, de acordo com a verificação, que o bueiro é o causador das inundações no local, pois o mesmo consegue transportar apenas 59% da vazão total, por isso, em dias de fortes ou constante precipitação os problemas aparecem.

Associados ao problema de dimensionamento incorreto foi possível identificar alguns fatores que colaboram para o problema exista, entre eles, a influência da impermeabilização do solo - que aumenta a velocidade de escoamento das chuvas e também a influência do acúmulo de mato e pedregulhos, pois auxiliam na redução da velocidade de escoamento que contribui para o atraso no transporte da vazão no córrego.

Diante do apresentado mais o constante desenvolvimento da região e dos transtornos causados pela inundação, foi proposto para extinguir definitivamente esse problema a realização de um estudo mais abrangente que envolve a antevisão do desenvolvimento urbano associado à instalação de shopping centers e um estudo mais detalhado do córrego Horizonte.

## 4. MEMORIAL DESCRITIVO

### 4.1. Apresentação

Esse projeto veio proporcionar uma maneira do córrego Horizonte transportar toda vazão oriunda da bacia de contribuição o de forma eficaz e estabelecer parâmetros de reparo dos problemas identificados nos trechos de condução natural e bueiro que ocasionam enchentes em dias de precipitação constante.

### 4.2. Metodologia adotada

Foram seguidas no desenvolver do projetos as seguintes etapas:

1. Levantamento topográfico do córrego Horizonte;
2. Caracterização das bacias hidrográficas de contribuição: identificação da área de drenagem que contribui para o escoamento até a seção de estudo de acordo com a subdivisão de trechos do canal, comprimento do talvegue e declividade;
3. Determinação do coeficiente de escoamento superficial: valor de runoff adotado de acordo com uso e ocupação do solo;
4. Determinação do tempo de concentração: tempo em que toda precipitação leva para percorrer a bacia até o ponto de estudo;
5. Determinação o tempo de retorno: determina o risco que se pode aceitar;
6. Determinação da intensidade máxima da precipitação;
7. Cálculo da vazão de deflúvio superficial: é definido após o cálculo dos valores anteriores como intensidade de chuva, escoamento superficial, características da bacias, etc, juntamente com o método que melhor se encaixa devido área da bacia;
8. Diagnóstico dos problemas de drenagem existente e soluções;
9. Elaboração das especificações;
10. Estimativa de orçamento;
11. Desenhos (ANEXO C)

### 4.3. Levantamento Topográfico

Foi realizado um levantamento em campo onde foi possível identificar o perfil topográfico do canal, foi identificado também as características geométricas e os tipos de material que compõem toda sua extensão – como pode ser observado através das Figuras 5, 6 e 7 – Detalhamento Trechos.

Figura 1 - Detalhamento Trecho 1-1



Fonte: O autor

Figura 2 - Detalhamento trecho 9-9



Fonte: O autor

Figura 3 - Detalhamento demais trechos



Fonte: O autor

#### **4.4. Análise hidrológica**

Para Whitehard e Robinson (1993) apud Rennó (2003), a importância da análise hidrológica de uma bacia hidrográfica surge da necessidade de conhecer os mecanismos de controle da movimentação da água e as mudanças do uso e ocupação do solo sobre quantidade e qualidade da água.

Teixeira (2014), nos diz que os processos hidrológicos que ocorrem em uma bacia são as precipitações, as infiltrações e o escoamento superficial.

##### **4.4.1. Escoamento superficial**

Teixeira diz que para obtenção do deflúvio final é necessário a utilização da equação 1.

De acordo com Tomaz (2011), para o cálculo do escoamento deve ser utilizado o Quadro 1 - Coeficiente de escoamento superficial "C", como forma de complementação das informações.



Quadro 1 - Coeficiente de escoamento superficial "C".

Superfícies	Coeficiente C	Tempo de entrada (min)
Telhados	0,70 a 0,95	5
Pavimentos	0,40 a 0,90	5
Via macadamizadas	0,25 a 0,60	5
Vias e passeios apedregulhados	0,15 a 0,30	5
Quintais e lotes vazios	0,10 a 0,30	5 a 10
Parques, jardins, gramados dependendo da declividade	0,00 a 0,25	5 a 10

Fonte: Tomaz (2011), p.111.

$$C = \frac{(C_1 \cdot \% \text{ existente no projeto} + C_2 \cdot \% \text{ existente no projeto} + C_n \cdot \% \text{ existente no projeto})}{\text{área total}} \quad (1)$$

Onde:

C = coeficiente de deflúvio final

C1, C2 e Cn = são valores dos coeficientes estabelecidos através do Quadro 1 – Coeficiente de escoamento superficial "C".

#### 4.4.2. Tempo de concentração

Para Tomaz (2013), o tempo de concentração é o tempo percorrido de uma gota de chuva do ponto mais distante até o trecho analisado da bacia.

De acordo com Batista; Novaes; Santos et.al (2002), para o cálculo do tempo de concentração pode ser utilizado a fórmula de Kirpich, utilizado pelo U.S. Bureau of Reclamation (Departamento do Interior dos EUA), conforme equação 2.

$$Tc = 0,0195 \cdot K^{0,77} \quad (2)$$

Onde:

Tc = tempo de concentração (minutos)

L = comprimento máximo percorrido pela água (m)

H = diferença de altura entre o ponto mais distante e o ponto de saída da bacia (m)

#### 4.4.3. Tempo de retorno

Para Teixeira (2014), o período de retorno é o tempo em que a população ficará segura em relação à inundações. O Quadro 2 – Valores de período de retorno, mostra as recomendações que devem ser adotadas para cada tipo de ocupação e obra.

Quadro 2- Valores de período de retorno.

Tipo de Obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
Microdrenagem	Comercial	5
Microdrenagem	Edifícios de serviços ao público	5
Microdrenagem	Aeroportos	2-5
Microdrenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macro-drenagem	Áreas comerciais e residenciais	50-100
Macro-drenagem	Áreas de importância específica	500

Fonte: ANDRADE FILHO, SZÉLIGA, SZESZ (2000) apud Teixeira (2014).

#### 4.4.4. Intensidade de chuva

Tomaz (2011), descreve que através de chuvas intensas são possíveis diagnosticar métodos hidrológicos para se dimensionar canais, galerias, entre outros.

Segundo Duarte et al (s.n.t.), a equação complementar do programa Plúvio 2.1.

$$i = \frac{k \cdot T^a}{(t+b)^c} \quad (3)$$

Onde:

i = intensidade média de precipitação intensa (mm/h)

t = duração de precipitação (min)

T = período de retorno (anos)

k, a, b, c = constantes de ajustes locais.

#### 4.5. Determinação da vazão de projeto mesma

De acordo com Tomaz (2014), como complemento ao cálculo de vazão de pico, existe o Método I-PAI-Wu, método racional com algumas modificações, recomendado para grandes bacias.

$$Q = 0,278 \cdot C^* \cdot I \cdot A^{0,9} \cdot K \quad (4)$$

Onde:

$Q$  = vazão de cheia ( $m^3/min.$ );

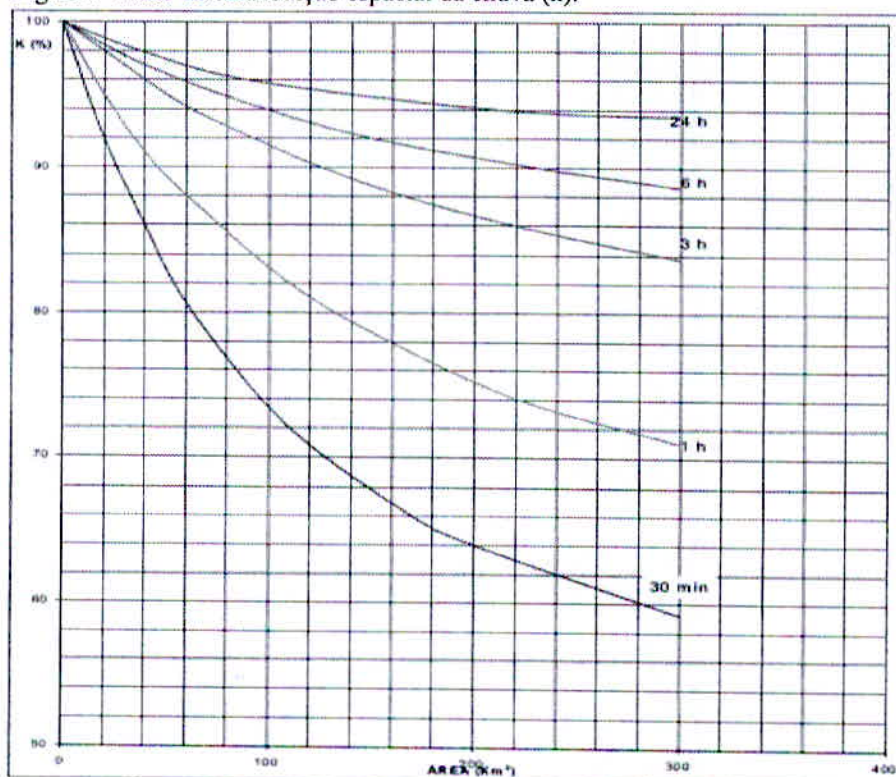
$C^*$  = coeficiente de escoamento superficial, valor encontrado através de cálculos com utilização do Quadro 3 – Coeficiente de escoamento volumétrico.

$i$  = intensidade de chuva ( $mm/h$ );

$A$  = área da bacia ( $Km^2$ );

$K$  = coeficiente de distribuição de chuva, valor identificado através da Figura 1 – Fator de distribuição espacial da chuva ( $k$ ).

Figura 4- Fator de distribuição espacial da chuva ( $k$ ).



Fonte: RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos apud Navarro, 2013.

Quadro 3 - Coeficiente de escoamento volumétrico.

Grau de impermeabilidade do solo	Cobertura ou tipo de solo	Uso do solo ou grau de urbanização	C2
Muito Baixo	Terreno seco e muito arenoso terreno com vegetação densa terrenos planos	Zonas verdes não urbanizadas zonas de proteção de mananciais parques e áreas vazias	0,1
Baixo	Com vegetação rala solo arenoso seco terrenos cultivados	Zonas especiais (universidade, cemitérios, aeroportos)	0,3
Médio	Terrenos com manto fino de material poroso solos com pouca vegetação declividades médias	Zonas residencial com lotes amplos maiores que 1000m <sup>2</sup> zona residencial rarefeita	0,5
Alto	Terrenos pavimentados com declividade médias solos argilosos terrenos rochosos vegetação quase inexistente	Zona residencial densa com lotes pequenos (100 a 1000m <sup>2</sup> ). Zona de apartamentos e edifícios	0,7
Muito Alto	Terreno pavimentado com declividades fortes terrenos de rocha viva terrenos estéril montanhoso vegetação inexistente	Zona de concentração de prédios comerciais e/ou residenciais	0,9

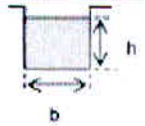
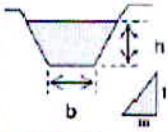
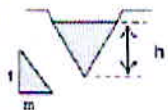
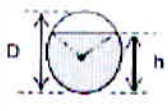
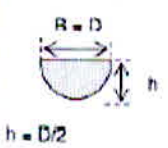
Fonte: Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, São Paulo, 2012.

#### 4.6. Dimensionamento

Netto (2012), descreveu os canais ou condutos livres como uma superfície livre de água em contato com a atmosfera, com seção aberta ou fechada e como exemplo podem ser citados os cursos d'água naturais.

A Figura 3 - Elementos geográficos dos canais, é utilizada para obter área e raio hidráulico, admitindo-se uma determinada seção.

Figura 5 - Elementos geográficos dos canais.

Forma da seção	Área (A) (m <sup>2</sup> )	Perímetro molhado (P) (m)	Raio hidráulico (R) (m)	Largura do Topo (B) (m)
	$b \cdot h$	$b + 2 \cdot h$	$\left(\frac{A}{P}\right) = \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$	$b$
	$(b + m \cdot h) \cdot h$	$b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$b + 2 \cdot m \cdot h$
	$m \cdot h^2$	$2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$2 \cdot m \cdot h$
	$\frac{1}{8} (\theta - \text{sen } \theta) D^2$ $\theta = \text{RAD}$	$\frac{\theta \cdot D}{2}$	$\frac{1}{4} \left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right) D$	$\left(\frac{\text{sen } \theta}{2}\right) D$
	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4} = \frac{h}{2}$	$D = 2 \cdot h$

Fonte: Pereira e Mello (2014) apud Teixeira (2014).

De acordo com Teixeira (2014), os canais devem ser calculados pela fórmula de Manning (equação 5) associados à equação da continuidade (equação 6).

$$V = \frac{1}{n} \cdot R h^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (5)$$

Onde:

V = velocidade da seção (m/s)

n = coeficiente de rugosidade de Manning, identificado no Quadro 4 – Coeficiente “n” de Manning para vazões sobre o solo, através da observação do tipo de material do solo analisado.

Rh = raio hidráulico (m).

S = declividade (m/m)

Quadro 4 - Coeficiente "n" de Manning para vazões sobre o solo.

Material do solo	Valores de "n" recomendado	Faixa de valores de "n"
Concreto	0,011	0,01 a 0,013
Asfalto	0,012	0,01 a 0,015
Areia exposta	0,010	0,010 a 0,016
Solo pedregulhoso	0,012	0,012 a 0,030
Solo argiloso descoberto	0,012	0,012 a 0,033
Terreno sem cultura	0,05	0,006 a 0,16
Terra arada	0,06	0,02 a 0,10
Pastagens natural	0,13	0,01 a 0,32
Pastagens cortadas	0,08	0,02 a 0,24
Gramma	0,45	0,39 a 0,63
Gramma curta	0,15	0,10 a 0,20
Gramma densa	0,24	0,17 a 0,30
Gramma Bermuda	0,41	0,30 a 0,48
Florestas	0,45	-

Fonte: Tomaz (2011) p. 278.

Quadro 5 - Coeficiente de rugosidade de Manning

Natureza das paredes	Condições			
	Muito Boa	Boa	Regular	Má
Gabião	0,022	0,030	0,035	-

Fonte: Adaptado Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

$$Q = V \cdot A \quad (6)$$

Onde:

Q = vazão (m<sup>3</sup>/s)

V = velocidade de escoamento (m/s)

A = área de seção molhada (m<sup>2</sup>)

## 5. MEMORIAL DE CÁLCULO

Os cálculos descritos a seguir representam os valores que serão adotados para redefinir as estruturas hidráulicas referente ao projeto.

### 5.1. Levantamento topográfico

Após todo processo de avaliação do córrego foi possível identificar, levando em consideração o perfil topográfico, as declividades correspondentes em cada trecho de estudo, como pode ser observado a seguir pelo Quadro 6 – Determinação do desnível.

Quadro 6 - Determinação do desnível

Trechos	Distância entre trechos (m)	Desnível (m)	Desnível total (m)
1-2	26,86	0,006	0,02
2-3	75,46	0,009	
3-4	18,92	0,025	
4-5	30,60	0,006	
5-6	56,92	0,020	
6-7	36,50	0,025	
7-8	51,54	0,002	
8-9	12,09	0,052	

Fonte: O autor

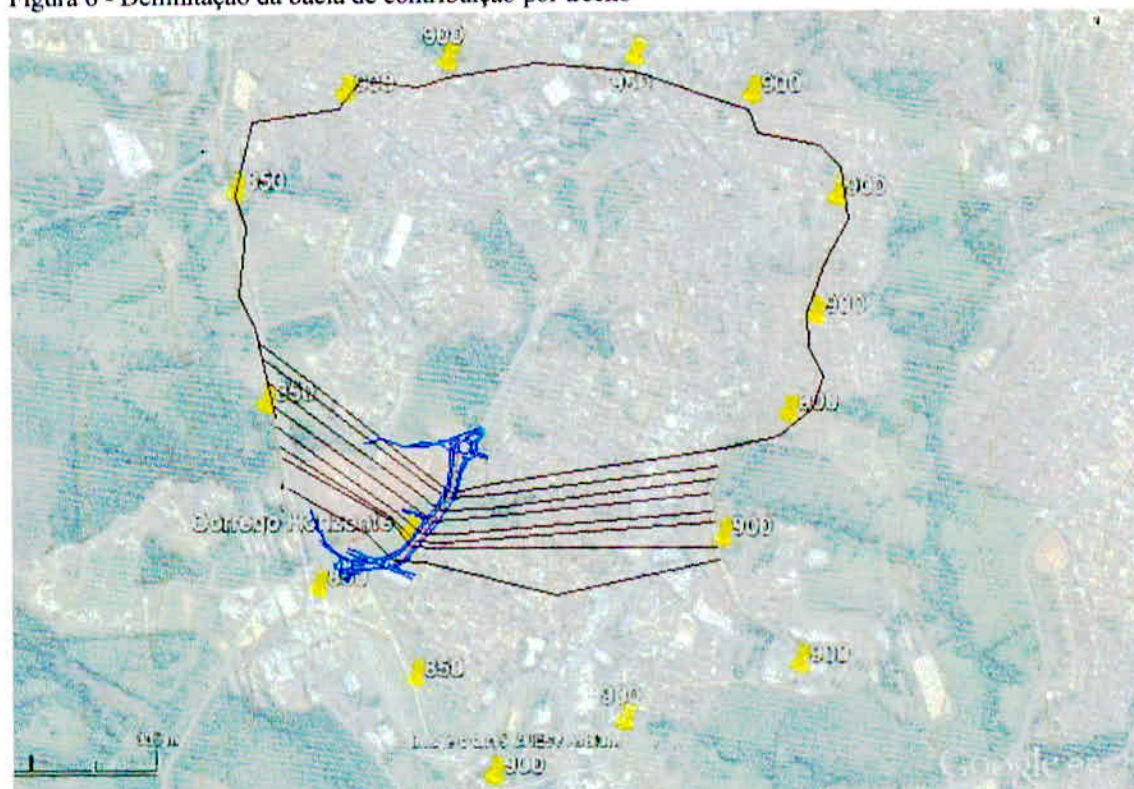
### 5.2. Área de drenagem

Após a divisão da bacia de contribuição foi possível delimitar o escoamento que chega ao ponto de estudo. Esse limite se define a jusante de cada trecho encontrado no canal.

As linhas da Figura 6 – Delimitação das bacias de contribuição por trecho, representam as áreas das bacias em relação aos trechos.

Para o cálculo da área delimitada pela linha foi utilizado o software AutoCad 2014, como pode ser observado no Quadro 7 – Área de drenagem das bacias por trechos.

Figura 6 - Delimitação da bacia de contribuição por trecho



Fonte: O autor

Quadro 7- Área de drenagem das bacias por trechos

Caracterização da bacia						
Trecho	Comprimento do talvegue (km)	Diferença entre cotas	Área Total	Área Residencial (ha)	Área Verde (ha)	Área Asfaltada (ha)
1-2	1,74	111,85	229,89	116,00	52,60	61,30
2-3	1,67	111,20	218,70	110,35	50,04	58,31
3-4	1,65	110,83	202,65	102,25	46,37	54,03
4-5	1,62	110,66	193,10	97,43	44,18	51,49
5-6	1,57	109,54	192,27	97,01	43,99	51,26
6-7	1,53	108,62	171,70	86,64	39,28	45,78
7-8	1,48	108,52	168,16	84,85	38,47	44,84
8-9	1,46	107,92	166,10	83,81	38,00	44,29

Fonte: O autor.

### 5.3. escoamento superficial

Diante da área total da bacia foi calculado o área relativa a cada superfície conforme o Quadro 6 - Área de drenagem das bacias por trecho, após essa identificação foi calculado os coeficientes específico para cada tipo de superfície e o com isso definido o valor do coeficiente final.



Como exemplo de cálculo foi utilizado o trecho 1-2, contudo, o resultado obtido se repete nos demais, essa característica pode ser observada no Quadro 8 - Características Bacia contribuinte por trechos

$$C = \frac{(52,60.0,2 + 116,00.0,825 + 61,30.0,65)}{229,89} = 0,64$$

#### 5.4. Tempo de concentração

Esse cálculo será realizado através do Método de Kirpich, utilizado pelo U.S. Bureau of Reclamation (Departamento do Interior dos EUA), por ser um método simples que utiliza os valores característicos da bacia, além de ser recomendado para grandes áreas de contribuição, conforme equação 2.

Como exemplo de cálculo será utilizado o trecho 1-2, com as seguintes características:

- Comprimento do talvegue = 1740 m ou 1,74 km
- Diferença entre cotas = 111,85 m

Dessa forma, foi possível obter como resultado o valor que pode ser observado a seguir, os demais trechos podem ser conferidos pelo Quadro 8 – Característica Bacia contribuinte por trechos.

$$T_c = 0,0195.6862,87^{0,77} = 17,54 \text{ min}$$

#### 5.5. Tempo de retorno

Com a inexistência de normas para auxílio e determinação das características de cálculo, foi estipulado um tempo de retorno de acordo com a análise do uso e ocupação do solo, para isso foi utilizado o Quadro 2 – Valores de período de retorno, onde é possível verificar as recomendações de qual período de retorno deve ser adotado para cada tipo de ocupação e obra.

Assim, após a realização da análise de uso e ocupação ter característica residencial, o período de retorno adotado foi de 50 anos.

### 5.6. Intensidade de chuva

Para determinação da intensidade de chuva será utilizado o programa Plúvio 2.1, desenvolvido pelo grupo de pesquisa em recursos hídricos, da Universidade Federal de Viçosa, para identificação de parâmetros do município de Varginha –MG, juntamente com a equação 3.

Dessa maneira, como exemplo de cálculo para o trecho 1-2, pode ser observado o resultado a seguir, os demais valores podem ser encontrados no Quadro 8 – Característica Bacia contribuinte por trechos.

$$I = \frac{5987,104 \cdot 50^{0,218}}{(17,54 + 32,694)^{1,087}} = 195,88 \text{ mm/h}$$

### 5.7. Vazão de projeto

Para identificar a vazão existente da macrodrenagem nos trechos analisados, foi necessário a utilização de todas as informações obtidas anteriormente.

O cálculo será realizado pela o método I-PAI-WU por ser um método mais simplificado que atende as características da bacia, utilizando a equação 4, juntamente com a Figura 4 – Fator de distribuição espacial da chuva (k) e o Quadro 3 – Coeficiente de escoamento volumétrico.

Diante dos resultados, foi utilizado como exemplo de cálculo o trecho 1-2, pode-se observar o resultado a seguir, os demais trechos podem ser verificados no Quadro 8 – Característica Bacia contribuinte por trechos.

$$Q = 0,278 \cdot 0,49 \cdot 195,88 \cdot 2,29^{0,9} \cdot 0,55 = 31,27 \text{ m}^3/\text{s}$$

Quadro 8 - Características Bacia contribuinte por trechos

Trecho	Escoamento superficial	Tempo de concentração (min)	Tempo de retorno (anos)	Intensidade de chuva (mm/h)	Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s)
1-2	0,64	17,54	50	195,88	<b>31,27</b>
2-3	0,64	16,77	50	199,22	<b>30,49</b>
3-4	0,64	16,56	50	200,14	<b>28,47</b>
4-5	0,64	16,22	50	201,64	<b>27,44</b>
5-6	0,64	15,71	50	203,98	<b>27,79</b>
6-7	0,64	15,29	50	205,88	<b>25,20</b>
7-8	0,64	14,72	50	208,58	<b>25,15</b>
8-9	0,64	14,53	50	209,53	<b>25,02</b>

Fonte: O autor

### 5.8. Vazão de transporte canal

Para obter a capacidade de transporte das estruturas é necessário calcular dados complementares as equações 5 e 6, admitindo-se uma determinada seção de acordo com a Figura 5 – elementos geográficos dos canais e o coeficiente identificado no Quadro 4 – Coeficiente “n” de Manning para vazões sobre o solo e Quadro 5 – Coeficiente de rugosidade de Manning.

As características geométricas tanto do canal como do bueiro foram conferidas no levantamento topográfico, conforme item 5.1, dessa maneira, segue como exemplo de cálculo o trecho 1-2, os resultados obtidos podem ser observado no Quadro 9 – Velocidade de transporte e Quadro 10 – Resultados.

Por apresentar dois tipos de geometria o cálculo da vazão do canal foi realizado em três etapas:

1. Realização do cálculo para capacidade de transporte da área retangular;

$$\text{Trecho retangular central: } V = \frac{1}{0,012} \cdot 0,14^{\frac{2}{3}} \cdot 0,006^{\frac{1}{2}} = 1,76 \text{ m/s}$$

$$\text{Trecho retangular lateral: } V = \frac{1}{0,13} \cdot 0,166^{\frac{2}{3}} \cdot 0,006^{\frac{1}{2}} = 0,18 \text{ m/s}$$

$$V_{total} = 1,94 \text{ m/s}$$

$$Q = (0,2.1,76) + (0,4.0,18) = 0,42m^3/s$$

2. Realização do cálculo para capacidade de transporte da área trapezoidal, apesar de possuir dois tipos de inclinação de talude, foi utilizado para cálculo a ideia de apenas uma inclinação, devido dificuldade de acesso a tais diferenciações.

$$V = \frac{1}{0,13} \cdot 1,627^{\frac{2}{3}} \cdot 0,006^{\frac{1}{2}} = 0,82m/s$$

$$Q = 0,82.42,03 = 34,65m^3/s$$

3. Capacidade final encontrada.

$$Q = 0,42 + 34,65 = 35,08m^3/s$$

Quadro 9 – Velocidade de transporte

Trecho	Velocidade de transporte			Velocidade Total (m/s)
	Trapezoidal	Retangular Central	Retangular Lateral	
1-2	0,82	1,76	0,18	2,77
2-3	0,92	2,16	-	3,08
3-4	1,53	3,60	-	5,13
4-5	0,75	1,76	-	2,51
5-6	1,37	3,22	-	4,59
6-7	1,53	3,60	-	5,13
7-8	0,45	1,02	-	1,47
8-9	-	25,49	-	25,49

Fonte: O Autor.

Quadro 10- Resultados

Trecho	Vazão de transporte		Vazão Total (m <sup>3</sup> /s)	Comparativo
	Trapezoidal	Retangular		
1-2	34,65	0,42	<b>35,08</b>	Atende
2-3	35,72	0,43	<b>36,15</b>	Atende
3-4	59,53	0,72	<b>60,25</b>	Atende
4-5	29,16	0,35	<b>29,52</b>	Atende
5-6	53,25	0,64	<b>53,89</b>	Atende
6-7	59,53	0,72	<b>60,25</b>	Atende
7-8	17,70	0,20	<b>17,90</b>	Não Atende
8-9	-	382,38	<b>382,38</b>	Atende

Fonte: O autor

### 5.9. Vazão de transporte bueiro

Bem como no canal, foi necessário a determinação das características do bueiro para realização dos cálculos, o mesmo possui formato circular com 2,00 m de diâmetro. Em cima desse valor foi realizado o dimensionamento da estrutura que pode ser conferido pelo Quadro 11 – Obtenção do diâmetro para bueiro.

Quadro 11 - Obtenção do diâmetro para o bueiro

Diâmetro (m)	Vazão Contribuinte (m <sup>3</sup> /s)	Área Molhada (m <sup>2</sup> )	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	Velocidade de transporte (m/s)	Vazão suportada (m <sup>3</sup> /s)
2,00	<b>45,92</b>	2,98	5,00	0,60	9,11	<b>27,12</b>

Fonte: O autor

Logo após a análise do bueiro é possível identificar que o mesmo não tem capacidade de transportar toda vazão, dessa forma, alguns testes foram realizados para impor uma solução para o problema.

Os resultados podem ser observados nos Quadros 12 – Obtenção do diâmetro ideal e Quadro 13 – Obtenção do diâmetro ideal para vazão dividida.

Quadro 12 - Obtenção do diâmetro ideal

Diâmetro (m)	Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s)	Área Molhada (m <sup>2</sup> )	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	Velocidade de transporte (m/s)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
2,50	45,92	4,65	6,25	0,75	10,57	49,17
3,00	45,92	6,70	7,49	0,89	11,93	79,95
4,00	45,92	11,91	9,99	1,19	14,45	172,19

Fonte: O autor.

Quadro 13 - Obtenção do diâmetro ideal para vazão dividida

Diâmetro (m)	Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s)	Área Molhada (m <sup>2</sup> )	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	Velocidade de transporte (m/s)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
2,00	22,96	2,98	5,00	0,60	9,11	27,12
2,50	22,96	4,65	6,25	0,75	10,57	49,17
3,00	22,96	6,70	7,49	0,89	11,93	79,95
4,00	22,96	11,91	9,99	1,19	14,45	172,19

Fonte: O autor

### 5.10. Diagnóstico dos problemas de drenagem existente e soluções

Como foi observado a vazão de projeto aumenta no sentido final do canal, área onde ocorrer as inundações e o canal não é capaz de transportar a vazão solicitada em todos os trechos.

Ainda é possível perceber que a velocidade possui valores com variações pequenas ao longo dos trechos, excluindo o trecho inicial. Isso ocorre devido ao tipo de material do trecho que tem uma rugosidade menor e conseqüentemente um escoamento mais rápido.

Como proposta para solucionar o problema encontrado foram realizados vários testes de verificação relacionado com medidas estruturais intensivas (que agem diretamente na calha do rio), dessa maneira, foi estudado uma mudança na geometria ou no material do canal.

Com isso, foi constatado que a melhor solução para o problema do canal será a alteração no material do talude, conseqüentemente redução da sua rugosidade. Ele deixará de ser solo natural coberto com vegetação gramínea ( $n=0,13$ ) e se tornará gabião – Tipo Reno ( $n=0,022$ ) (ANEXO B). Essa mudança tem um efeito localizado e de pouco

investimento e fará com que o trecho tenha um aumento da vazão, onde passará a transportar toda vazão de projeto.

Apesar da redução da rugosidade no trecho 7-8, o canal não passará por alterações nos trechos adjacentes.

De modo a eliminar o problema de vez, foi necessário também realizar testes para um redimensionamento do bueiro, devido ao fato do mesmo suportar apenas 59% da vazão total de projeto (45,92 m<sup>3</sup>/s).

Com a ajuda do software Excel, foram realizados teste para verificação de transporte da vazão de projeto para o bueiro e de acordo com os resultados a manilha capaz de transportar toda vazão deverá possuir o diâmetro de 2,5 m. Porém, visando o desenvolvimento da urbanização entorno da área devido a instalação do shopping e a altura do córrego Horizonte que impossibilita diâmetros maiores, a utilização desse diâmetro e de valores acima se tornam inviáveis, por isso, foi considerado como cálculo para o redimensionamento ideal a divisão da vazão de projeto, onde foi identificado que será necessário a utilização de bueiro duplo com 2,00 m de diâmetro.

## 6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1. Objetivos

Essa especificação técnica tem como objetivo definir e orientar a execução do redimensionamento do canal e de elementos associados à ele.

### 6.2. Redimensionamento do canal

O canal terá sua característica de material alterada entre os trechos 7-8, onde irá trabalhar com rugosidade menor, devido a mudança de solo natural coberto com vegetação gramínea para Gabião tipo colchão Reno.

Os demais parâmetros como seção e declividade serão mantidos.

#### 6.2.1. Equipamentos

Os equipamentos básicos necessários para a execução do serviço dos gabiões compreendem:

- ferramentas manuais
- equipamentos mecânicos: guindastes e caminhão basculante.

#### 6.2.2. Execução

De acordo com DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte), segue as especificações de serviço para estruturas com gabião.

As placas do gabião do tipo reno são divididas em células, através de diafragmas colocadas durante a montagem de modo a criar um estrutura celular. Tais diafragmas possuem as mesmas características de malha que constitui os gabiões e são unidos diretamente à tela de base durante a sua fabricação.

A tela de base, a tampa e o diafragma são ligados ao longo das arestas por fio de diâmetro maior que aquele utilizado para a malha, de modo a reforçar a estrutura e facilitar a operação de enchimento.

- a) Montagem: devem ser entregues nas obras, dobradas e reunidos em pacotes. Quando armados os elementos, unem-se as quinas e as bordas dos diafragmas às paredes laterais. Cada elemento, colocado na superfície preparada, deve ser costurado àqueles que o seguem. Esta operação é facilitada se os colchões estiverem ainda vazios;



- b) Enchimento: pode ser efetuado manualmente ou mecanicamente. Recomenda-se que seja adotado material pesado e não friável, com a menor dimensão compreendida entre uma e duas vezes a dimensão da malha;
- c) Fechamento: a tampa, formada por uma tela de malha solta e reforçada nas bordas com um fio de diâmetro superior ao da rede, deve ser ligada ao corpo do colchão, primeiramente ao longo das arestas laterais e, depois, ao longo dos diafragmas internos.

Controle de posicionamento deve se constituir na verificação das medidas geométricas das caixas, admitindo-se variação de até 1,0%, e o posicionamento das caixas em relação ao local previsto em projeto, admitindo-se variação de até 10cm.

O controle da montagem e preenchimento das caixas deve ser feito em bases visuais, levando-se em conta:

- O posicionamento das pedras, que devem apresentar a mínima porcentagem de vazios entres estas;
- O formato “gaiola” deve ser um paralelepípedo retângulo;
- O fechamento das arestas, que deve ser feito com fio de arame especificado.

### 6.3. Redimensionamento bueiro

#### 6.3.1. Execução

- a) Serviços preliminares: a área a ser executado a implantação de uma nova rede de bueiros deve ser toda limpa; ter espaço livre receber carga de materiais e ter movimentação de veículos e trabalhadores; A área deve ser interditada de maneira a evitar transito ou acidentes com terceiros;
- b) Corte da pavimentação: Primeiramente será realizado o rompimento da pavimentação, esse processo envolve corte, afrouxamento, remoção, carga e descarga em local adequado. O rompimento deve ser mecânico e deve ser já pré-estabelecido de acordo com o diâmetro da tubulação escolhida em projeto. A recomposição da pavimentação deverá ser realizada após o fechamento e compactação do solo e regularização da vala.  
O corte será realizado por equipamentos mecânicos de acordo com o diâmetro do tubo, de maneira que fique um aterro de 0,50 metros sobre o bueiro.  
O aterro serão realizados com material proveniente do corte.
- c) Escavação e acabamento: A escavação será realizada por processo mecânico ou manual, de acordo com projeto. Em princípio será adotado, como largura a vala, duas vezes o diâmetro externo do tubo.

O fundo da cava deverá ser regularizado e compactado de forma que seu acabamento final ofereça o apoio requerido pelo projeto ou por estas especificações.

Os escoramentos serão realizados quando houver perigo de desmoronamento.

O transporte de entulho deve ser realizado por caminhões basculantes ou outro tipo de veículo adequado ao tipo de material a ser transportado

- d) Assentamento: Serão utilizados tubos com diâmetro de 2,00 metros, com comprimento útil de 1,00m no mínimo. Os mesmos serão pagos por unidade, no qual seu valor já terá incluso o transporte de fábrica até o local da obra.

Os novos tubos deverão ser assentados na superfície da vala regularizada para que fique perfeitamente alinhado, de acordo com as especificações do projeto.

Os tubos terão o encaixe do tipo macho e fêmea, terá todo o seu perímetro uma junta feita com concreto devidamente fixado um no outro, para que evite infiltrações e vazamentos.

- e) Reaterro e acabamento final: O reaterro deve ser executado preferencialmente com o material retirado das escavações. Sua compactação deve ser realizada a cada camada de 15 cm de espessura por meio dos equipamentos manuais ou mecânicos, desde que seja compatível com o espaço da obra. O reaterro deve prosseguir até atingir uma espessura de 0,50 metros acima do corpo do tubo.

Após a finalização da troca dos bueiros e o reaterro do local deve ser realizada a pavimentação do trecho modificado e em seguida a liberação da avenida.

## 7. ORÇAMENTO

Vínculo	Serviços	Referência	Unidade	Preço unitário (s/BDI)	Preço unitário (c/ BDI -25%)	Quantidade	Preço total (s/ BDI)	Preço total (c/ BDI)
129								
1.0	<b>CANAL</b>							
	<b>Grupo de serviço 1.1 - Canalização</b>						<b>R\$ 111.294,05</b>	<b>R\$ 129.165,90</b>
	73842/003	Gabião tipo colchão Reno - h=0,23m	SINAPI m <sup>2</sup>	129,49	161,86	412,32	R\$ 53.391,32	R\$ 66.739,15
	72887	Transporte comercial c/ basc. 6 m <sup>3</sup> rod. pav.	SINAPI m <sup>3</sup> xkm	0,81	1,01	989,6	R\$ 801,58	R\$ 1.001,97
	74138/004	Revst. Do canal - concreto usinado bombeado, fck=30MPa, inclusive lançamento e adensamento	SINAPI m <sup>3</sup>	346,05	432,56	123,7	R\$ 42.806,39	R\$ 53.507,98
	73480	Guindates Munk 640/18 - 8T S/CAMINHÃO MERCE	SINAPI H	115,56	64,00	123,7	R\$ 14.294,77	R\$ 7.916,80
2.0	<b>PISTA MARGINAL</b>							
	<b>Grupo de serviço 2.1. - Pavimentação</b>						<b>R\$ 13.981,20</b>	<b>R\$ 17.476,50</b>
	3S0290200	Remoção de pav. Asfáltica (exceto transporte)	DNT - SICRO m <sup>3</sup>	5,98	7,48	36,0	R\$ 215,28	R\$ 269,10
	72881	Transporte local c/ cam basculante 6m <sup>3</sup> (entulho)	SINAPI m <sup>3</sup> xkm	1,2	1,50	288,0	R\$ 345,60	R\$ 432,00

74152/001	Escavação e carga de mat de jazida	SINAPI	m <sup>3</sup>	2,92	3,65	360,0	R\$	1.051,20	R\$	1.314,00
73903/002	Limpeza da jazida	SINAPI	m <sup>3</sup>	1,94	2,43	360,0	R\$	698,40	R\$	873,00
72881	Transporte local c/ cam basculante (entulho)	SINAPI	m <sup>3</sup> xkm	0,79	0,99	2880,0	R\$	2.275,20	R\$	2.844,00
72961	Regularização e compactação do subleito	SINAPI	m <sup>2</sup>	1,04	1,30	120,0	R\$	124,80	R\$	156,00
1A0189302	Reaterro e compactação	DNIT - SICRO	m <sup>3</sup>	25,04	31,30	360,0	R\$	9.014,40	R\$	11.268,00
83357	Transporte local de massa asfáltica pav. Urbana	SINAPI	m <sup>3</sup> xkm	0,89	1,11	288,0	R\$	256,32	R\$	320,40
	<b>Grupo de serviço 2.2. - Drenagem</b>						R\$	<b>77.697,90</b>	R\$	<b>97.122,38</b>
2.2.1	<b>BUEIROS TUBULARES</b>									
2S0411003	Corpo de BDTC (exceto escavação)	DNIT - SICRO	m	2358,46	2948,08	30,00	R\$	70.753,80	R\$	88.442,25
2S0411102	Boca para BDTC d=1,0m	DNIT - SICRO	un	3472,05	4340,06	2,00	R\$	6.944,10	R\$	8.680,13
<b>TOTAL - CANAL + PISTA MARGINAL</b>							R\$	<b>188.991,95</b>	R\$	<b>243.764,77</b>

## 8. CONCLUSÃO

Através do estudo realizado, foi constatado que o problema de inundação ocorre por causa do bueiro, já que ele não é capaz de transportar toda vazão de projeto e com isso, provoca inundações no final do córrego, mesmo em dias de pouca precipitação. Para erradicar o problema, será necessário a implantação de mais uma tubulação com diâmetro de 2,0m, complementando a capacidade de transporte, para, dessa maneira, conseguir conduzir, com folga, toda vazão necessária.

Outra dificuldade encontrada foi a incapacidade do trecho 7-8, de transportar toda vazão. Esse problema não influenciou nas inundações que ocorreram no ano de 2014, porém levando em consideração o estudo de desenvolvimento devido implantação do shopping na região e conseqüentemente um aumento da impermeabilização da área de contribuição, poderia provocar inundações também no início do córrego Horizonte, por isso, já foi proposto a alteração do material do trecho, de maneira a diminuir a rugosidade e conseqüentemente aumentar a velocidade de transporte, aumentando consideravelmente a capacidade de transporte do mesmo.

Diante de toda as informações, percebe-se que o importante é realizar projetos bem elaborados por responsáveis técnicos que dominem o assunto, de maneira a fazer a elaboração e implantação de uma estrutura capaz de realizar a função para qual foi destinada e ainda trazer conforto e segurança para população.

A partir do problema exposto, espera-se trazer melhorias para o dia-a-dia da população residente e transitória do local, espera-se também que o trânsito tenha uma melhora significativa em dias de precipitação e que os incidentes como enchentes e inundações deixem de acontecer.

## 9. BIBLIOGRAFIA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGENS – Especificações técnicas - Gabião. Disponível em <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/ET-DE-H00-012\\_A.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/ET-DE-H00-012_A.pdf)> Acessado em 23 out 2015.

DIAS, Fernanda S.; ANTUNES Patricia T. S. C. **Estudo comparativo de projeto de drenagem convencional e sustentável para controle de escoamento superficial em ambientes urbanos**. Rio de Janeiro, 2010.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte – **Proteção do corpo estradal – estrutura de arrimo com gabião – Especificação de serviço**. Disponível em <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit103\\_2009\\_es.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit103_2009_es.pdf)> Acessado em 15 de novembro de 2015.

DUARTE, S. N. et al. **XIX Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos**: Comparação de equações de chuvas intensas para localidades do estado de São Paulo. <[https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/201f70e3cd0216469c331df51618f91b\\_400dbf228bf504dae07defa028935d53.pdf](https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/201f70e3cd0216469c331df51618f91b_400dbf228bf504dae07defa028935d53.pdf)> Acessado em 19 de abril de 2015.

HONORATO, J. M. Monografia apresentada à Universidade Estadual de Goiás: **Projeto de um Canal Trapezoidal para irrigação**. Anápolis – GO, 2012.

LEONEL, E. P. P. **Análise e proposto de solução para minimizar as inundações do córrego Jardim de Elói Mendes**. Varginha, 2014.

MARTINS, Jose R.S.; RAMOS, Carlos L. **Condutos Livres**, PHD Hidráulica, São Paulo, 2004.

NETTO, A. et al. **Manual de hidráulica**. 8ª edição, 2012.

Plúvio 2.1. <<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>> Acessado em 19 de abril de 2015.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica** - 4ª edição, 2006.

RENNÓ, C. D. **Construção de um sistema de análise e simulação hidrológica: aplicação a bacias hidrográficas**, 2003. <[http://www.dpi.inpe.br/~camilo/camilo\\_tese.pdf](http://www.dpi.inpe.br/~camilo/camilo_tese.pdf)> Acessado em 19 de abril de 2015.

RIGHETTO, A. M. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas** - PROSAB, 2009.

SOUTO, J. N. Monografia apresentada ao Centro Universitário de Brasília - UniCEUB: **Análise e estudo de escoamento em condutos livres com um tratamento computacional através de software de simulação**. Brasília, 2008.

Tabela DNIT SICRO – 032015 MG. Disponível em <http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/sicro> Acesso em 20 ou 2015.

Tabela SINAPI – 042015 MG. Disponível em <<http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014->

mg/SINAPI\_Custo\_Ref\_Composicoes\_MG\_042015\_Desonerado.pdf> Acesso em 20 out 2015.

TEIXEIRA, S. N. Monografia: **Sistema de drenagem urbana: Estudo de caso para a macrodrenagem do município de Arcos-MG**. Formiga. 2014.

TOMAZ, Plínio. Curso de Manejo de águas pluviais – Capítulo 50: Fórmula de Manning e canais – Livro digital, ministrado em 2011. Disponível em <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo\\_50\\_formula\\_de\\_manning\\_galerias\\_e\\_canais.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo_50_formula_de_manning_galerias_e_canais.pdf)> Acessado em 15 out 2015.

TOMAZ, Plínio. Curso de Manejo de águas pluviais – Capítulo 63: Revestimento de canais com gabião colchão reno – Livro digital, ministrado em 2010. Disponível em <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo\\_63\\_revestimento\\_canais.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo_63_revestimento_canais.pdf)>. Acessado em 15 out 2015.

**ANEXO A****Estudo do desenvolvimento urbano na área de influência de shoppings**



“A condição essencial para o surgimento e crescimento das diversas cidades, além da motivação inicial da defesa e sede de poder, foi o desenvolvimento do comércio, que passou a ser o grande responsável pela distribuição de bens e serviços.” (GRASSIOTTO, 2000, 2007).

Diante do aparecimento de grandes centros comerciais, shopping center, e da relação que eles exercem sobre o crescimento no seu entorno, foram avaliados estudos relacionados à expansão urbana após a implantação dos mesmos nas cidades de Campinas –SP, Londrina - PR e Pouso Alegre – MG e os efeitos podem ser observados a seguir.

O empreendimento Parque Dom Pedro Shopping teve um papel preponderante no processo de urbanização de parcelas do município de Campinas. A partir de sua construção, pode-se constatar uma mudança significativa no padrão de produção do espaço urbano de seu entorno, com um intenso desenvolvimento urbano e valorização imobiliária da região, resultando em alterações físicas, econômicas e sociais, afetando o espaço e a dinâmica urbana da área de maneira geral, bem como o meio ambiente natural (...) Essa diversificação introduziu uma nova dinâmica à área que sofreu um intenso processo de valorização e ocupação. Seu padrão de ocupação se alterou e a tipologia predominante passou a ser, não mais a residência unifamiliar, mas o condomínio fechado vertical e, sobretudo, o horizontal.

Os impactos que o Parque Dom Pedro Shopping ocasionou em suas áreas envoltórias são bastante evidentes. Ele atuou como indutor da ocupação de seu entorno, da introdução de novos usos e de uma nova dinâmica na região. (FALEIROS, Mariana Veneziano; SCHICCHI, Maria Cristina. Impactos Urbanos do Parque Dom Pedro Shopping em Campinas. Arquivo texto, 138.06 ano 12, nov 2011)

Com o surgimento do Catuaí Shopping Center, em Londrina, foi criada toda uma nova estrutura urbana, surgiu uma nova localização. Cada vez mais obras acontecem no seu entorno, percebendo-se nitidamente que ele se encontra em um momento adiantado da fase de consolidação: ele começa a desaparecer no cenário urbano que criou, perdendo destaque, e integrando-se funcionalmente ao entorno. No começo só ele existia: uma imensa obra implantada num pedaço de fazenda às margens de uma rodovia. Hoje, 15 anos depois, está cercado de construções por todos os lados, sendo absorvido pelo novo meio urbano, pela nova centralidade criada. (GRASSIOTTO, Maria Luiza Fava – Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 28, n.1, p. 3-22, jan./jun. 2007).

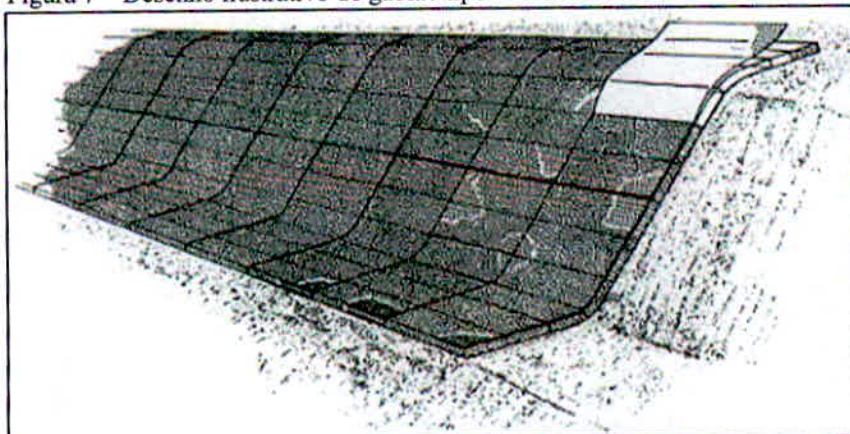
Como a implantação do shopping center Serra Sul foi bem recente, ainda não se pode prever com exatidão as alterações que virão a ocorrer na região central da cidade de Pouso Alegre, em decorrência deste empreendimento. Por hora, em visitas em ambos os espaços, se percebe a presença de pessoas com maior poder aquisitivo rumando para o shopping, mas ainda não se presencia o abandono da área central pelos estabelecimentos comerciais voltados a este público, algo que ocorreu em diversas cidades brasileiras, inclusive as médias. (ANDRADE, Alexandre Carvalho – As novas centralidades e suas interferências nas dinâmicas sócio espaciais da área central da cidade de Pouso Alegre (MG), 2014).

Como pode ser observado, mesmo analisando regiões distintas é tendencioso a expansão e urbanização das áreas em torno de instalações de shopping center, dessa forma, é plausível confiar que no município de Varginha –MG o mesmo desenvolvimento venha ocorrer.

**ANEXO B**

**Ilustrações representativas de Gabião colchão do tipo Reno**

Figura 7 – Desenho ilustrativo de gabião tipo colchão de reno



Fonte: [www.gabioes.com](http://www.gabioes.com)

Figura 8 - Foto de gabião tipo colchão de reno, utilizado em canal



Fonte: [www.gabioesbr.com.br](http://www.gabioesbr.com.br)

**ANEXO C**  
**Desenhos**