

**PROJETO DE DRENAGEM
PLUVIAL**

VOLUME ÚNICO

ELABORAÇÃO: 

**MEMORIAL DESCRITIVO, MEMÓRIA
DE CÁLCULO E DESENHOS**

**CEMA
POUSO ALEGRE - MG**

SETEMBRO/2015

ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO.....	4
2.	DADOS DISPONÍVEIS	4
2.1.	DADOS BÁSICOS	4
2.2.	DADOS HIDROLÓGICOS.....	4
2.3.	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA	4
3.	ESTUDOS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....	5
3.1.	MÉTODO RACIONAL.....	5
3.2.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	6
3.3.	PERÍODOS DE RETORNO.....	7
4.	CÁLCULO DAS VAZÕES	8
5.	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO.....	9
5.1.	REDES DE DRENAGEM.....	10
6.	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	11
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento técnico tem por objetivo apresentar os estudos hidrológicos e hidráulicos para a implantação do CEMA localizado próximo à Rodovia BR-459, município de Pouso Alegre/MG.

As caracterizações das áreas de abrangências dos projetos foram definidas de acordo com as bacias de drenagem e contribuintes já existentes.

2. DADOS DISPONÍVEIS

2.1. DADOS BÁSICOS

A bacia contribuinte foi delimitada a partir do levantamento topográfico e com auxílio do programa Google Earth.

2.2. DADOS HIDROLÓGICOS

Os dados hidrológicos de interesse foram obtidos através do “Sistema de Informações Hidrológicas HydroWeb” disponibilizado pela ANA Agência Nacional de Águas.

2.3. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

Foi adotada a equação de chuvas intensas encontrada através dos estudos estatísticos dos dados extraídos da estação 02245086 conforme a seguir.

2.3.1. Relação Intensidade - Duração – Frequência

Relação IDF (Intensidade, duração, Frequência) para $T \leq 100$ anos e $t \leq 24$ h.

$$I = 893,51 \frac{T^{0.1708}}{(t + 14)^{0.7818}}$$

Relação IDF (Intensidade, duração, Frequência) para $T > 100$ anos e $t \leq 24$ h.

$$I = 1251,12 \frac{T^{0.0929}}{(t + 14)^{0.7818}}$$

3. ESTUDOS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

As vazões de projeto foram calculadas a partir de metodologias indiretas de transformação de chuva em vazão. Considerando-se o tamanho das bacias com áreas aproximadamente pequenas, menores que 2 km² foi utilizado o método Racional.

3.1. MÉTODO RACIONAL

O Método da Fórmula Racional é utilizado para a estimativa da vazão máxima de cheia (pico) a partir de dados de precipitação. É válido apenas para pequenas bacias, pois considera a chuva com intensidade constante e uniformemente distribuída em toda a área da bacia. Tem a seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{6}$$

onde:

Q = pico de vazão, m³/s;

i = intensidade de precipitação sobre a bacia, mm/minuto;

A = área de drenagem da bacia, ha;

c = coeficiente de escoamento superficial "runoff".

Os coeficientes de escoamento superficial deverão ser definidos conforme descrito a seguir.

Tabela 3 – Coeficientes de Escoamento Superficial "Runoff"

Superfície	c
ÁREA COMERCIAL	
- Centro	0,70 - 0,95
- Bairro	0,50 - 0,70
ÁREA RESIDENCIAL	
- Residências Isoladas	0,30 a 0,50
- Unidades Múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
- Unidades Múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
- Subúrbio	0,25 a 0,45
- Área de prédios e apartamentos	0,50 a 0,70
ÁREA INDUSTRIAL	
- áreas com ocupação leve	0,50 a 0,80
- áreas com ocupação densa	0,60 a 0,90
PARQUES E CEMITÉRIOS	0,10 a 0,25
"PLAY GROUNDS"	0,20 a 0,35
PÁTIOS DE ESTRADA DE FERRO	0,20 a 0,40
TERRENOS BALDIOS	0,10 a 0,30

RUAS	
- Pavimentação Asfáltica	0,70 a 0,95
- Pavimentação de Concreto	0,80 a 0,95
PASSEIOS	0,75 a 0,85
TELHADOS	0,75 a 0,95
GRAMADOS (solos arenosos)	
- Declividade suave (2%)	0,05 a 0,10
- Declividade média (2% a 7%)	0,10 a 0,15
- Declividade forte (7%)	0,15 a 0,20
GRAMADOS (solos pesados - argilosos)	
- Declividade suave (2%)	0,13 a 0,17
- Declividade média (2% a 7%)	0,18 a 0,22
- Declividade forte (7%)	0,25 a 0,35

Fonte : Handbook of Applied Hydrology - Ven Te Chow -1964

Para a área considerada industrial foi adotado o coeficiente C igual a 0,85.

3.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

- Para o cálculo do tempo de concentração através da equação de Kirpich.

$$t_c = 0,0196 \left(\frac{L^3}{h} \right)^{0,385}$$

onde:

t_c = tempo de concentração em minutos; L = comprimento do talvegue em metros; h = diferença de cotas em metros.

- Para o cálculo do tempo de concentração através do Método Cinemático.

$$t_p = \frac{\left(\frac{L}{V_m} \right)}{60}$$

onde:

t_p = tempo de percurso em minutos;

L = comprimento do talvegue em metros;

V_m = Velocidade média do trecho em m/s.

Considerou-se a duração mínima de 10 minutos. A equação de Kirpich foi utilizada para os trechos iniciais e quando necessário foi considerado o método dinâmico determinando-se o tempo de percurso ou trânsito do escoamento dentro das redes coletoras.

3.3. PERÍODOS DE RETORNO

Considerando-se a facilidade de elaboração das planilhas eletrônicas os cálculos hidrológicos incluem os períodos de retorno de 10, 20 e 50 anos. O Risco Hidrológico assumido para o dimensionamento das redes de microdrenagem foi adotado 10 anos.

4. CÁLCULO DAS VAZÕES

A seguir são apresentadas as planilhas de cálculo de vazões para cada trecho, considerando os devidos coeficientes de escoamento superficial.

DRENAGEM PLUVIAL - CEMA POUSO ALEGRE-MG															
PLANILHA DE CÁLCULO DE VAZÕES - MÉTODO RACIONAL (tc mínimo: 10min.)															
Trecho Analisado		A	Σ A	L	H	Tc k	Tp	Tc Adotado	C	I (mm/h)			Q (m³/s)		
Montante	Jusante	(m²)	(m²)	(m)	(m)	(min.)	(min.)	(min.)		10 Anos	25 Anos	50 Anos	10 Anos	25 Anos	50 Anos
CANALETA 01	CX 01	2.428,04	2.428,04	63,00	0,32	3,65		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,06	0,07	0,08
CANALETA 02	CX 01	2.745,13	2.745,13	80,00	0,40	4,39		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,07	0,08	0,09
	CX 01	0,00	5.173,17	86,00	0,46	4,52		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,13	0,16	0,18
	PV-01	0,00	5.173,17	145,50	1,06	6,03		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,13	0,16	0,18
CANALETA 07	CX 06	11.472,85	11.472,85	190,00	4,00	4,91		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,30	0,35	0,39
CANALETA 08	CX 06	1.834,62	1.834,62	110,00	3,00	2,92		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,05	0,06	0,06
	CX 06	0,00	13.307,47	205,00	4,15	5,28		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,35	0,41	0,46
	PV-02	0,00	18.480,64	262,00	4,72	6,68		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,48	0,56	0,63
CANALETA 03	CX 02	1.128,21	1.128,21	65,00	0,33	3,74		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,03	0,03	0,04
	CX 02	0,00	1.128,21	76,00	0,38	4,22		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,03	0,03	0,04
	CX 03	0,00	1.128,21	76,00	0,38	4,22		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,03	0,03	0,04
CANALETA 04	CX 04	2.342,21	3.470,42	115,50	0,58	5,82		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,09	0,11	0,12
CANALETA 05	CX 04	2.487,80	2.487,80	46,00	0,23	2,86		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,06	0,08	0,09
	CX 04	0,00	5.958,22	52,00	0,29	3,02		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,16	0,18	0,20
	PV-03	0,00	5.958,22	111,50	0,89	4,74		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,16	0,18	0,20
CANALETA 06	CX 05	1.137,29	1.137,29	70,00	0,70	3,03		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,03	0,03	0,04
	CX 05	0,00	1.137,29	77,00	0,77	3,26		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,03	0,03	0,04
	PV-04	0,00	25.576,15	131,50	1,09	5,30		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,67	0,78	0,88
	PV-05	0,00	25.576,15	154,50	4,54	3,68		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,67	0,78	0,88
CANALETA MEIA CANA 09/10	CX 07	988,46	988,46	53,00	0,50	2,50		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,03	0,03	0,03
	CX 07	0,00	988,46	57,00	2,60	1,44		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,03	0,03	0,03
	CX 08	0,00	988,46	68,00	2,71	1,74		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,03	0,03	0,03
	PV-06	0,00	26.564,61	166,50	4,66	3,98		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,69	0,81	0,91
CANALETA MEIA CANA 11	CX 09	1.747,18	1.747,18	53,00	0,50	2,50		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,05	0,05	0,06
	CX 09	0,00	1.747,18	86,00	0,83	3,60		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,05	0,05	0,06
CANALETA MEIA CANA 12	CX 10	3.420,42	3.420,42	200,00	8,00	3,99		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,09	0,10	0,12
	CX 10	0,00	5.167,60	211,75	8,12	4,24		10,00	0,85	110,37	129,07	145,29	0,13	0,16	0,18

5. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

As seções de vazão dos dispositivos de drenagem foram dimensionadas considerando-se o regime uniforme, aplicando-se a equação de Chèzy com coeficiente de Manning associada à equação da continuidade, resultando a seguinte expressão:

$$Q = \frac{S \cdot (R_H)^{2/3} \cdot (i)^{1/2}}{n}$$

onde:

Q = vazão, em m³/s;

S = área de seção hidráulica, em m²;

R_H = raio hidráulico, em m;

i = declividade longitudinal, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade da fórmula de Manning.

Os coeficientes de rugosidade da fórmula de Manning adotados foram:

- n = 0,013 para redes tubulares;

Equação da Continuidade:

$$Q = A \cdot v$$

onde:

A = área molhada, m² Q = vazão, m³/s

v = velocidade, m/s

5.1. REDES DE DRENAGEM

Foi realizado o dimensionamento para os dispositivos de coleta de drenagem pluvial das micro bacias na área de interferência do empreendimento até seu lançamento final. Os trechos em meia cana tiveram sua lamina h/d limitada a 50% e as canaletas retangulares verificadas pela vazão e declividade críticas.

DRENAGEM PLUVIAL - CEMA POUSO ALEGRE-MG						
CÁLCULOS HIDRÁULICOS: DIMENSIONAMENTO DA REDE						
Tempo de Recorrência: 10 Anos		Coef. de rugosidade n:			0,014	
Trecho Analisado		Q	DN	decliv.	Veloc.	h/d
Montante	Jusante	(l/s)	(mm)	(m/m)	(m/s)	(%)
CANALETA 01	CX 01	63,27	400	0,0050	1,06	47,94
CANALETA 02	CX 01	71,54	400	0,0050	1,10	51,53
CX 01	PV-01	134,81	400	0,0655	3,34	35,75
PV-01	PV-02	134,81	400	0,0100	1,66	61,62
CANALETA 07	CX 06	298,98	600	0,0100	2,03	51,60
CANALETA 08	CX 06	47,81	600	0,0050	0,96	23,31
CX 06	PV-02	346,79	600	0,0100	2,11	56,49
PV-02	PV-04	481,60	600	0,0100	2,27	70,23
CANALETA 03	CX 02	29,40	400	0,0050	0,86	31,57
CX 02	CX 03	29,40	400	0,0091	1,07	27,06
CX 03	CANALETA 04	29,40	400	0,0100	1,11	26,42
CANALETA 04	CX 04	90,44	400	0,0100	1,51	48,24
CANALETA 05	CX 04	64,83	400	0,0050	1,07	48,62
CX 04	PV-03	155,27	400	0,0656	3,47	38,56
PV-03	PV-04	155,27	400	0,0593	3,35	39,63
CANALETA 06	CX 05	29,64	400	0,0050	0,87	31,70
CX 05	PV-04	29,64	400	0,0100	1,11	26,53
PV-04	PV-05	666,50	800	0,0100	2,48	52,68
PV-05	PV-06	666,50	800	0,0236	3,42	41,17
CANALETA MEIA CANA 09/10	CX 07	25,76	400	0,0050	0,83	29,48
CX 07	CX 08	25,76	Escada D'agua			
CX 08	PV-06	25,76	400	0,0214	1,40	20,42
PV-06	LANÇ. 01	692,26	800	0,0100	2,51	53,91
CANALETA MEIA CANA 11	CX 09	45,53	400	0,0050	0,98	39,85
CX 09	CX 10	45,53	400	0,0050	0,98	39,85
CANALETA MEIA CANA 12	CX 10	89,13	600	0,0050	1,14	32,03
CX 10	LANÇ. 02	134,67	600	0,0050	1,28	39,91

6. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

Um sistema de drenagem por si só não necessita de um plano de manutenção específico. Constituído para proteger uma obra principal integrante de um determinado sistema de drenagem, de eventos hidrológicos naturais que possam vir a colapsar estas obras, o sistema de drenagem é projetado para que funcione a qualquer momento em que houver este tipo de necessidade.

Já com relação à manutenção recomendam-se algumas observações básicas, exatamente para se garantir que quando haja necessidade de funcionamento em suas capacidades máximas, as estruturas que constituem o sistema de drenagem operem da forma adequada para as quais foram projetadas.

As recomendações são as de se manter as estruturas limpas e desobstruídas de quaisquer materiais que impeçam a livre circulação das águas. O acúmulo excessivo de vegetação ou entulhos em períodos longos de estiagem ou em períodos longos de eventos com pouca intensidade, deve ser eliminado nas valas de drenagem e junto aos bueiros, evitando o mau funcionamento das mesmas num próximo evento.

Após a passagem de um evento hidrológico significativo, suficiente para promover o arraste de materiais com maiores diâmetros, devem ser verificadas as condições de todas as estruturas, principalmente a dos bueiros, que podem estar obstruídos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Imagens do Google Earth.

ANA – Agência Nacional de Águas. Dados hidrometeorológicos obtidos através do “Sistema de Informações Hidrológicas HidroWeb”. (www.ana.gov.br)

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Hidrologia Básica para Etrutura de Drenagem. Publicação IPR-715. Rio de Janeiro, 2005. (www.dnit.gov.br)

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Drenagem de Rodovias. Publicação IPR-724. Rio de Janeiro, 2006. (www.dnit.gov.br)

CANAL - Sistema para o dimensionamento de canais. Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos. UFV - Universidade Federal de Viçosa (www.gprh.ufv.br)

Plúvio 2.1 - Chuvas intensas para o Brasil. GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos. UFV - Universidade Federal de Viçosa (www.gprh.ufv.br)

Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais. Freitas, A. J. , Silva, D. D., Pruski, F.F., Pinto, F. A., Pereira, S. B., Gomes Filho, R. R., Teixeira, A. Belo Horizonte. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2001.