



MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM PLUVIAL
LIGAÇÃO MOYSES LOPES – DAMIÃO RODRIGUES

NOVEMBRO DE 2022

REFERÊNCIAS CADASTRAIS

Cliente	Prefeitura Municipal de Pouso Alegre
Localização	Pouso Alegre, MG
Título	Memorial de Cálculo de Drenagem Pluvial – Ligação Moyses Lopes – Damiano Rodrigues
Contato	Rinaldo Lima Oliveira
E-mail	obras@pousoalegre.mg.gov.br
Líder do projeto	Engº. Híd. Aloísio Caetano Ferreira
Coordenador	Engº. Híd. Denis de Souza Silva
Projeto/centro de custo	ATA 194/2020
Data do documento	11/11/2022

Elaborador/Autor	Engº. Híd. Aloísio Caetano Ferreira	Engenheiro Civil ou Hídrico
Verificador/Aprovador	Engº. Híd. Denis de Souza Silva	Coordenador de Projeto

Isenção de Responsabilidade:

Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.

EQUIPE TÉCNICA

Responsável Técnico – Coordenação

Denis de Sousa Silva Engenheiro Hídrico	
Nº CREA: MG 127.216 /D	Nº ART:

Responsável Técnico – Projeto Civil

Flávia Cristina Barbosa Engenheira Civil	
Nº CREA: MG-187.842 /D	Nº ART:

Responsável Técnico – Projeto Hídrico

Aloísio Caetano Ferreira Engenheiro Hídrico	
Nº CREA: MG-97.132 /D	Nº ART:

Elaboração

Gestão	Denis de Souza Silva	Diretor Comercial e Técnico
	Aloísio Caetano Ferreira	Diretor Comercial e Técnico
	Flávia Cristina Barbosa	Gerente de Projetos
	Davi Marques Machado	Gestor
	Jessika Duarte dos Santos	Assistente Financeira
	Marcia Regina dos Santos Ribeiro	Assistente Financeira

Drenagem	Igor Paiva Lopes	Engenheiro Hídrico
	Thallis Eduardo Cabral	Engenheiro Civil
	Janaína Costa Franco	Auxiliar de Drenagem
	Janayna Alves Romil dos Santos	Auxiliar de Drenagem

Topografia	Jonas Guerreiro Gonçalves	Engenheiro Civil
	Gabriel Pereira Carvalho	Engenheiro Civil
	Anselmo Rafael Wasem	Assistente de Topografia
	Renan Henrique Santos	Assistente de Topografia
	Renan Augusto da Silva	Assistente de Topografia
	Alana Romanelli	Auxiliar de Topografia

Infraestrutura	Felipe Guimarães Alexandre	Engenheiro Civil
	Abraão Lucas Ramos	Engenheiro Civil
	Ashelley Monique Barbosa	Engenheira Civil
	Rebeca Glauser	Engenheira Civil
	Ana Júlia Lamoglia de Melo	Auxiliar de Infraestrutura
	Ana Julia Rodrigues	Auxiliar de Infraestrutura
	Anna Caroliny Borges Messias	Auxiliar de Infraestrutura

Terraplenagem	Pedro Henrique Justiniano	Engenheiro Civil
	Érica de Souza Silva	Auxiliar de Terraplenagem
	Brenner Richard Silva Soares	Auxiliar de Terraplenagem
	Pablo Levi de Freitas Pinto	Auxiliar de Terraplenagem

Edificações	Thais Viviane Coimbra	Engenheira Civil
	Camila da Silva Andrade	Engenheira Civil
	Mara Lucy Aparecida da Silva	Engenheira Civil
	William Baradel Lari	Engenheiro Civil
	Flaviana Máris de Paiva e Silva	Engenheira Civil
	Daliani Carolina Pereira	Engenheira Civil
	Sara Gonçalves Vilas Bôas	Engenheira Civil
	Rodrigo Rennó Gonzaga	Engenheiro Mecânico
	Pedro Augusto Costa	Engenheiro Mecânico
	Henrique Gonçalves Pessoa	Auxiliar de Mecânica
	Adriano Marcelo de Campos	Engenheiro Eletricista
	Renan Souza Toledo	Auxiliar de Elétrica

	Leandro Henrique dos Santos	Auxiliar de Elétrica
	Michael Moises da Silva Roque	Auxiliar de Elétrica
	Caroline Fernanda Alves	Auxiliar de Elétrica
	Júlio César Costa	Auxiliar de Hidrossanitário
	Joyce Eduarda Maia	Auxiliar de Hidrossanitário
	Suele Maria de Sousa	Auxiliar de Hidrossanitário
	Julia Goulart Vilas Boas	Auxiliar de Arquitetônico
	Camylla Giovana dos Santos	Auxiliar de Arquitetônico
	Otávio Augusto Vilas Boas	Auxiliar de Arquitetônico
	Davi Augusto da Silva	Auxiliar de Arquitetônico
	Davi Veloso Alves	Auxiliar de Estrutural

Orçamento	Bianca Baruk Nogueira Rosa	Engenheira Civil
	Lara Almeida Alves	Auxiliar de orçamento
	Elisa da Costa Xavier	Auxiliar de orçamento
	Alex Tadashi Takamiya	Auxiliar de orçamento

Loteamento	Letícia Sousa Noda	Engenheira Civil
	Marcela Petini Cabral	Auxiliar de loteamento
	Letícia da Silva Bernardo	Auxiliar de loteamento
	Alana Paula Silva de Lima	Auxiliar de loteamento
	Julia Santos Matos	Auxiliar de loteamento

Meio Ambiente	Luis Antônio dos Santos	Engenheiro Ambiental
	Giulia Avansi Camerini	Bióloga
	Laila Beatriz Andrade	Auxiliar de Eng. Ambiental
	Isabelle Alcantara da Costa	Auxiliar de Eng. Ambiental
	Willian Costa	Auxiliar de meio ambiente

SUMÁRIO

1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS	1
1.1. METODOLOGIA APLICADA.....	1
1.2. MÉTODO RACIONAL	1
1.2.1. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....	2
1.2.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E PERÍODO DE RETORNO	3
1.2.3. INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO	3
1.2.4. VAZÃO	4
2. PROJETO DE DRENAGEM.....	4
2.1. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA	5
2.2. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS DESCIDAS D'ÁGUA	7
2.3. SAÍDAS D'ÁGUA.....	7
2.4. BOCAS DE LOBO.....	8
2.5. CANAL	8
2.6. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS GALERIAS	8
2.6.1. POSICIONAMENTO.....	8
2.6.2. DIÂMETRO MÍNIMO	8
2.6.3. CÁLCULO DA VAZÃO NA GALERIA	9
2.6.4. VELOCIDADE DE ESCOAMENTO	9
2.6.5. CAPACIDADE MÁXIMA DA GALERIA.....	10
2.6.6. RECOBRIMENTO MÍNIMO DA GALERIA.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
ANEXO I – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	13

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Método Racional.....	2
Equação 2 – Equação de Chuva Intensa	3
Equação 3 – Vazão	4
Equação 4 – Equação Izzard/Manning.....	5
Equação 5 – Vazão da descida d'água	7

Equação 6 – Velocidade.....	9
Equação 7 – Raio Hidráulico	9
Equação 8 – Vazão	10

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sarjeta tipo B.....	5
Figura 2 – Características Hidráulicas da Sarjeta.....	6
Figura 3 – Detalhes Hidráulicos da Sarjeta	6

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficiente de Escoamento Superficial	2
Tabela 2 – Verificação da capacidade hidráulica das descidas d'água.....	7
Tabela 3 - Valores do Coeficiente de Rugosidade para diferentes Materiais de Revestimento	10

1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos irão determinar as descargas máximas nas áreas em estudo, a fim de dar base ao dimensionamento das estruturas hidráulicas do sistema de drenagem em questão. Para isso, é necessário o diagnóstico do regime pluvial e da natureza das precipitações intensas da região, como é apresentado a seguir.

1.1. METODOLOGIA APLICADA

Para a determinação da precipitação máxima utilizou-se a equação que correlaciona os parâmetros intensidade, duração e frequência de chuvas. Essa relação permite ainda a obtenção de precipitações máximas para diferentes Tempos de Concentração – TC, e Períodos de Retorno – TR. Nas estimativas de vazões a partir de dados de chuva, a grandeza utilizada é a Precipitação Excedente, pelo fato de esta contribuir efetivamente para a formação do escoamento superficial

As vazões de projeto podem ser estimadas através de métodos estatísticos diretos e indiretos. Estas metodologias são determinadas de acordo com as dimensões das áreas de drenagem, da seguinte forma:

- Sub-bacias com áreas de até 5 km²: utiliza-se o Método Racional;
- Sub-bacias com áreas entre 5 km² e 10 km²: utiliza-se o Método Racional Corrigido;
- Sub-bacias com área acima de 10 km²: utiliza-se o Método de Ven Te Chow.

Desta forma, como a bacia do projeto possui uma área menor que 5 km², utilizou-se o método racional.

1.2. MÉTODO RACIONAL

O método mais utilizado para o cálculo da vazão a partir da transformação de chuva em vazão para análise em pequenas bacias hidrográficas é o método racional, devido à simplicidade de aplicação e facilidade do conhecimento e controle dos parâmetros necessários.

Admite-se, na sua aplicação, que a chuva apresente uma intensidade constante, uniformemente distribuída sobre a superfície da bacia, e que sua duração seja maior ou igual ao tempo de concentração na bacia. Como a intensidade de chuva decresce com o aumento

da duração, a descarga máxima resulta de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Este método, descrito matematicamente pela Equação 1, representa uma relação entre a vazão máxima de escoamento superficial e a intensidade de precipitação, dependendo das seguintes variáveis para a sua determinação: tipo de solo e do uso da terra, duração e intensidade da chuva e características físicas da rede de drenagem existente.

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Equação 1 – Método Racional

Onde:

- Q: Vazão de projeto (m³/s);
- C: Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);
- i: Intensidade da chuva de projeto (mm/h);
- A: Área de drenagem (ha).

1.2.1. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O coeficiente de escoamento superficial, também denominado deflúvio superficial ou coeficiente de “runoff”, é uma variável determinada em função de uma série de fatores, como o tipo do solo, ocupação da bacia, umidade antecedente, intensidade da chuva entre outros. Assim, devido às diversas condições e combinações dos fatores citados, apenas parte do volume precipitado sobre a bacia atinge a seção sob a forma de escoamento superficial. Portanto, adotou-se um coeficiente de escoamento superficial de 0,75, conforme valores indicados na Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficiente de Escoamento Superficial

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “C”
Ruas	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Gramados; solos arenosos	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio 2 a 7%	0,18 a 0,22

Íngreme, 7%	0,15 a 0,35
-------------	-------------

1.2.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E PERÍODO DE RETORNO

O tempo de concentração é considerado o período, em minutos, que uma gota de água de chuva que cai no ponto mais distante da bacia e demora a chegar até a seção de análise. Devido às características das curvas de intensidade, duração e frequência da chuva, o tempo de concentração inicial mínimo adotado para as bacias é de 10 minutos.

O tempo de retorno, ou período de retorno, de uma chuva representa o risco que o empreendimento ou projeto está assumindo no dimensionamento de uma obra hidráulica. Ou seja, qual é o grau de segurança que se deseja proporcionar ao empreendimento, sendo que ele é o inverso da frequência com que a chuva, ou vazão, venha a ser igualada ou ultrapassada num ano qualquer.

Para escolher qual o tempo de retorno que será utilizado no dimensionamento do projeto hidráulico, é importante analisar os prejuízos tangíveis e intangíveis que possam vir a ocorrer por eventos extremos de chuva. Portanto, para o empreendimento em questão foi adotado o período de retorno (TR) igual a 10 anos.

1.2.3. INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

As equações de intensidade, duração e frequência ou simplesmente as equações IDF, também conhecidas como equação de chuva, são usadas para determinar a intensidade máxima de chuva de um determinado local.

Para cada região, os parâmetros K, a, b e c da equação de intensidade, duração e frequência (Equação 2) são ajustados por meio de regressão linear e não linear. Estes parâmetros (K, a, b e c) são definidos por uma série histórica de dados de chuvas, de mais ou menos 30 anos. Além disso, alterando a frequência e o tempo de concentração é possível obter uma intensidade diferente de chuva para uma mesma região.

$$Im = \frac{K \cdot (TR)^a}{(tc + b)^c}$$

Equação 2 – Equação de Chuva Intensa

Onde:

- Im: Intensidade máxima média de precipitação (mm/h);
- TR: Tempo de Retorno (anos);
- Tc: Tempo de concentração (min);

- K, a, b e c: Parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade.

No empreendimento em questão, foi utilizada equação de chuva do município de Pouso Alegre – MG, gerada pela interpolação de dados do software Plúvio 2.1. Assim, obteve-se a seguinte Intensidade máxima média de precipitação:

Os parâmetros da equação para esta localidade são:

- K: 667,338
- a: 0,184
- b: 20,869
- c: 0,635

$$Im = \frac{667,338 \cdot (10)^{0,184}}{(10 + 20,869)^{0,635}} = 115,478 \text{ mm/h}$$

1.2.4. VAZÃO

A vazão sintetiza as considerações e cálculos realizados em relação ao tempo de concentração do escoamento e à intensidade de chuva, ao coeficiente de escoamento superficial e a área de contribuição de cada sub-bacia do projeto. Desta forma, ela é dada pela Equação 3.

$$Q = \frac{c \cdot A_{\text{contribuição}} \cdot Im}{360}$$

Equação 3 – Vazão

Onde:

- Q é a vazão em m³/s;
- A contribuição é a área de contribuição da sub-bacia em ha;
- Im é a precipitação na localidade em mm/h; e
- c é o coeficiente de escoamento superficial.

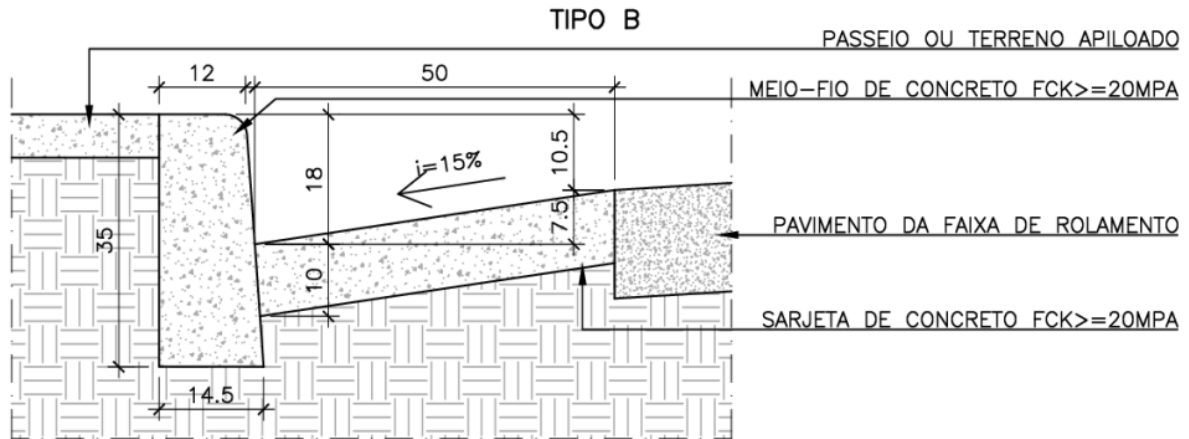
2. PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de drenagem tem como objetivo definir os dispositivos de coleta, condução e deságue das águas superficiais que precipitam sobre o terreno, bem como sobre os taludes e áreas que convergem ao mesmo.

2.1. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA

Para assegurar o bom funcionamento do escoamento superficial, as guias e sarjetas das vias públicas serão limitadas por uma lâmina d'água de largura máxima de 1,67 metros e a sarjeta adotada será do tipo B, conforme Figura 1.

Figura 1 – Sarjeta tipo B



Fonte: SUDECAP, 2020

Sua vazão pode ser calculada pelo método de Izzard/Manning, conforme a Equação

4.

$$Q = 0,375 \frac{Z}{n} * y^{\frac{8}{3}} * \sqrt{i}$$

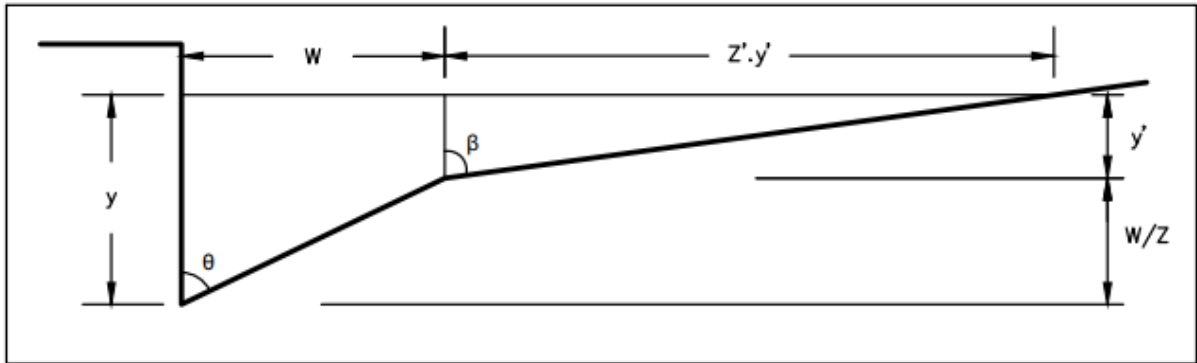
Equação 4 – Equação Izzard/Manning

Onde:

- Q: Vazão (m³/s);
- Z: Inverso da declividade transversal;
- i: Declividade longitudinal (m/m);
- y: Profundidade junto à linha de fundo (m);
- n: Coeficiente de rugosidade.

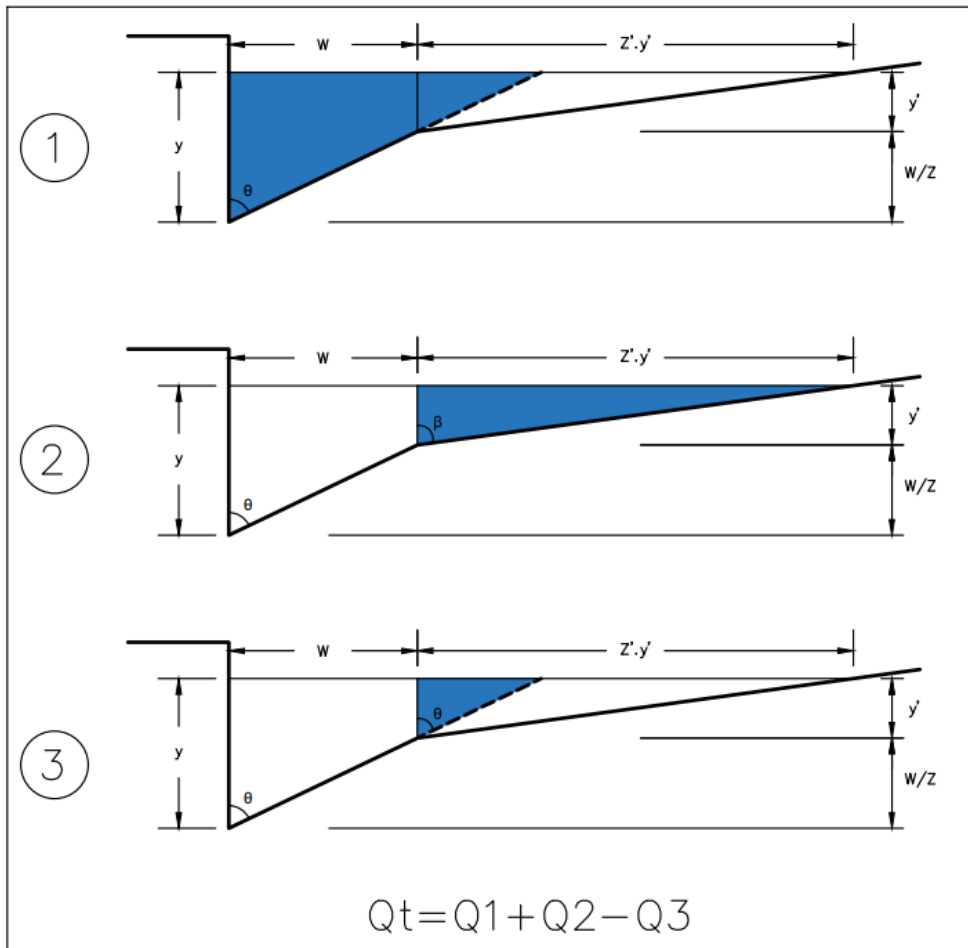
Considerando as características hidráulicas da sarjeta (Figura 2), a vazão pode ser calculada pela soma algébrica em cada uma das seções triangulares (seção da sarjeta mais seção da via, descontando sua interseção), conforme a Figura 3.

Figura 2 – Características Hidráulicas da Sarjeta



Fonte: SUDECAP, 2020

Figura 3 – Detalhes Hidráulicos da Sarjeta



Fonte: SUDECAP, 2020

A verificação da capacidade de escoamento da sarjeta foi realizada calculando a área máxima de escoamento que a sarjeta suporta, considerando-se uma faixa de alagamento máxima de 1,67 metros, conforme recomenda o caderno de encargos SUDECAP da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

2.2. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS DESCIDAS D'ÁGUA

Para o projeto em questão serão usadas descidas d'água DDA – Descida D'água em Talude de Aterro do tipo 01. Para a verificação da capacidade hidráulica de ambas utiliza-se a Equação 5.

$$Q = 2,07 \cdot L^{0,9} \cdot H^{1,6}$$

Equação 5 – Vazão da descida d'água

Onde L é a largura da entrada da descida e H é a altura das paredes laterais da descida. A verificação consta na Tabela 2.

Tabela 2 – Verificação da capacidade hidráulica das descidas d'água

VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS DESCIDAS D'ÁGUA				
NÚMERO	ESTRUTURA	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (ha)	VAZÃO DE PROJETO (m ³ /s)	CAPACIDADE DA SAÍDA (m ³ /s)
1	DDA-01	0,132	0,0318	0,1322
2		0,1129	0,0272	0,1322
3		0,215	0,0517	0,1322
4		0,1479	0,0356	0,1322
5		0,0342	0,0082	0,1322
6		0,0348	0,0084	0,1322
7		0,0314	0,0076	0,1322
8		0,0315	0,0076	0,1322
9		0,0314	0,0076	0,1322
10		0,0315	0,0076	0,1322
11		0,0333	0,0080	0,1322
12		0,0335	0,0081	0,1322
13		0,0588	0,0141	0,1322
14		0,0757	0,0182	0,1322
15		0,0863	0,0208	0,1322
16		0,1011	0,0243	0,1322
17		0,1006	0,0242	0,1322
18		0,0475	0,0114	0,1322

2.3. SAÍDAS D'ÁGUA

As saídas d'água são dispositivos destinados a captar a água pluvial proveniente das sarjetas e encaminha-las para as descidas d'água. O projeto em questão conta com saídas simples, instaladas em locais onde a capacidade hidráulica da sarjeta é superada; e duplas, instaladas em pontos baixos das vias.

2.4. BOCAS DE LOBO

As bocas de lobo foram dimensionadas de forma a captar a água proveniente das sarjetas até as galerias de água pluvial.

2.5. CANAL

Foi projetado um canal de pedra argamassada com o intuito de regularizar e permitir a entrada de água na travessia projetada. O dispositivo em questão terá 80 cm de base, 50 cm de altura e talude na proporção 1:1,50 (V:H).

2.6. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS GALERIAS

O dimensionamento hidráulico é realizado junto à verificação das vias considerando simultaneamente os tópicos a seguir. Este é mostrado na tabela do Anexo I.

2.6.1. POSICIONAMENTO

As galerias deverão ser posicionadas no eixo das vias públicas, devendo ser previstas sempre que houver pelo menos uma das seguintes situações:

- Vazão contribuinte maior do que a capacidade de escoamento das vias;
- Velocidade de escoamento nas vias maior que 5,00 m/s;
- Existência de pontos baixos, onde deverão ser implantadas bocas de lobo.

Após a locação do primeiro poço de visita (PV) com as respectivas bocas de lobo, são distribuídos outros poços de visitas conforme a necessidade de novos pontos de coleta do escoamento superficial, curvas em planta ou alterações de declividade ou diâmetro de tubulação. Cada captador tem um limite de capacidade de esgotamento de acordo com o tipo de boca de lobo utilizado.

2.6.2. DIÂMETRO MÍNIMO

Foi adotado como parâmetro de projeto o diâmetro mínimo de 600 mm para galeria. Para ligações de ramais entre bocas de lobo e poços de visita adotou-se o diâmetro mínimo de 400 mm.

2.6.3. CÁLCULO DA VAZÃO NA GALERIA

Na mesma etapa do projeto, para o dimensionamento, verifica-se a vazão para cada trecho entre PVs, por meio do somatório de vazões dos captadores (Exemplo: bocas de lobo contribuintes) e dos ramais de galeria à montante.

2.6.4. VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

A velocidade do escoamento é um parâmetro fundamental na definição da galeria a ser projetada ou verificada hidráulicamente. Se, em função da declividade do conduto e de suas dimensões, o fluxo na galeria apresentar velocidades baixas, poderá ocorrer assoreamento ao longo de sua extensão. Porém, se a declividade for acentuada e a velocidade ultrapassar o limite máximo recomendado é necessário à adequação da declividade ou o redimensionamento do conduto, de forma a evitar a ocorrência de fenômenos erosivos no interior da galeria, mantendo o tempo de vida útil de seus dispositivos.

Assim, os limites de velocidade d'água no interior das galerias serão os seguintes:

- $V_{min.} = 0,75$ (m/s);
- $V_{máx.} = 6,00$ (m/s) (ou velocidade de seção plena).

A velocidade pode ser calculada por meio da Equação 6.

$$v = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I}}{n}$$

Equação 6 – Velocidade

Onde:

- v: Velocidade (m/s);
- I: Declividade do conduto (m/m);
- Rh: Raio hidráulico (m);
- N: Coeficiente de rugosidade (adimensional).

O raio hidráulico (Rh) é obtido por meio da Equação 7.

$$R_h = \frac{A_m}{P_m}$$

Equação 7 – Raio Hidráulico

Em que:

- A_m – Área da seção molhada (m²);

- Pm – Perímetro molhado (m).

O coeficiente de rugosidade é adotado conforme o material empregado no dispositivo, como determinado na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores do Coeficiente de Rugosidade para diferentes Materiais de Revestimento

Material	Coeficiente (n)
Tubos em PEAD	0,010
Galerias ou bueiros em concreto	0,014
Canais trapezoidais ou retangulares:	
Em concreto	0,013
Alvenaria de Pedra Argamassada	0,025
Em gabiões	0,029
Em gabiões revestidos com concreto magro	0,018
Sem revestimento	0,030
Asfalto	0,013
Em concreto irregular	0,033
Revestido com grama em placas	0,030
Revestido com enrocamento bem construído	0,030
Concreto para sarjeta	0,015

2.6.5. CAPACIDADE MÁXIMA DA GALERIA

Para a obtenção do valor máximo suportado pela via e para o dimensionamento das galerias é empregada a Equação 8, denominada equação da continuidade. Assim, a vazão máxima à seção plena nos condutos é obtida pela equação a seguir.

$$Q = v \cdot S$$

Equação 8 – Vazão

Em que:

- Q: Vazão (m³/s);
- V: Velocidade da seção plena;
- S: Área da seção (m²).

Portanto, como critério de dimensionamento, a capacidade máxima da galeria deve ser superior à vazão que se deseja transportar.

2.6.6. RECOBRIMENTO MÍNIMO DA GALERIA

Nos locais por onde a tubulação passa e que fazem parte do sistema viário, foi utilizado o recobrimento mínimo de 0,60 metro acima da geratriz superior do tubo, de forma a garantir a segurança estrutural das galerias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em < <http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 20 de out. 2022.

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano. Manual Técnico de Projetos. Agosto de 2008.

DER-SP – Projeto Padrão – PPS Drenagem. Disponível em: < <http://www.der.sp.gov.br/Website/Acessos/Documentos/Tecnicas.aspx> >

PORTO, R.M. Hidráulica básica. 2. ed. São Carlos: EESC-USP, 1999.

RAMOS., C.L.; BARROS, M.T.L.; PALOS, J.C.F., COORD. (1999) – Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município De São Paulo. Prefeitura do Município de São Paulo e Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – CTH, São Paulo.

RIO DE JANEIRO (MUNICÍPIO). Instruções Técnicas para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de Sistemas de Drenagem Urbana. p. 60. Dezembro de 2010.

SÃO PAULO (ESTADO). DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE/CTH, 1999. 141p.

SANTOS, L. C. C. Estimativa de vazões máximas de projeto por métodos determinísticos e probabilísticos. 2010. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

TUCCI, Carlos E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, ABRH, 2009. 943 p.

ANEXO I – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

PROJETO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS																							
LIGAÇÃO MOYSES LOPES - DAMIÃO RODRIGUES																							
coef. de esc. superf. :		0.30	0.75	tc inicial =		10 min																	
coef. de manning Concr./PEAD:		0.014	0.010	TR =		10 anos																	
Trecho			TIPO DE PV (MONTANTE)	Ext. (m)	Área de Contribuição (ha)		Δtc (min)	tc (min)	Intens. (mm/h)	Vazão (m³/s)	Seção (m)	Material	Decliv. (m/m)	Capac. Máxima seção pl. (m³/s)	Vproj (m/s)	y/D	COTAS (m)				Prof. da Galeria (m)		Degrau Mont.(m)
					Parc.	Acum.											Terreno		Galeria		Mont.	Jus.	
Mont.	-	Jus.															Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	
2	-	3	GAMA	15.00	0.639	0.6391	0.15	10.00	115.478	0.154	0.60	PEAD	0.0051	0.568	1.71	0.35	813.84	814.02	812.94	812.87	0.90	1.15	0.00
3	-	4	GAMA	48.00	0.210	0.8486	0.47	10.15	115.123	0.204	0.60	PEAD	0.0040	0.502	1.69	0.44	814.02	814.08	812.87	812.68	1.15	1.40	0.00
4	-	5	GAMA	30.00	0.134	0.9822	0.27	10.62	114.029	0.233	0.60	PEAD	0.0044	0.529	1.83	0.47	814.08	814.10	812.68	812.55	1.40	1.55	0.00
5	-	6	GAMA	17.00	0.000	0.9822	0.18	10.62	114.029	0.233	0.60	PEAD	0.0032	0.454	1.61	0.51	814.10	814.19	812.55	812.49	1.55	1.70	0.00
6	-	8	GAMA	17.50	0.236	1.2177	0.16	10.80	113.617	0.288	0.60	PEAD	0.0038	0.494	1.81	0.55	814.19	814.22	812.49	812.42	1.70	1.80	0.00
7	-	8	GAMA	8.50	7.819	7.8188	0.04	10.00	115.478	0.824	0.80	PEAD	0.0150	2.108	3.94	0.43	813.25	814.22	812.35	812.22	0.90	2.00	0.00
8	-	9	GAMA	7.00	1.218	9.0365	0.04	10.04	115.383	1.116	0.80	PEAD	0.0066	1.397	3.07	0.67	814.22	813.03	812.22	812.18	2.00	0.85	0.20
10	-	11	GAMA	16.50	9.123	9.1228	0.08	10.00	115.478	1.137	0.80	PEAD	0.0082	1.553	3.37	0.64	812.44	812.46	811.64	811.51	0.80	0.95	0.00