



**PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM
URBANA DO BAIRRO JARDIM PRIMAVERA
EM POUSO ALEGRE, MG.**

RELATÓRIO TÉCNICO

29 de Novembro de 2019



Referências Cadastrais

Cliente	Prefeitura Municipal de Pouso Alegre
Localização	Pouso Alegre, Minas Gerais.
Título	Drenagem Urbana do Bairro Jardim Primavera
Contato	José Carlos Costa
E-mail	josecarloscostacmg@gmail.com
Líder do Projeto:	Flávia Cristina Barbosa
Coordenador:	Aloísio Caetano Ferreira
Projeto/centro de custo:	26/2019-02
Data do documento:	29/11/2019

Elaborador/Autor	Denis de Souza Silva	Engenheiro Hídrico
Verificador/aprovador	Aloisio Caetano Ferreira	Coordenador do 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.

Este documento foi preparado pela Dac Engenharia com observância das normas técnicas de Pouso Alegre e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a Dac Engenharia isenta-se de qualquer responsabilidade civil e criminal perante o cliente ou terceiros pela utilização deste documento, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado.



EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Aloisio Caetano Ferreira	Engenheiro Hídrico
Nº CREA: MG 97.132/D	ART: 5212241

Responsável Técnico – Dimensionamento Hidráulico e Hidrologia

Denis de Souza Silva	Engenheiro Hídrico
Nº CREA: MG 160.933/D	ART: 5508305

Responsável Técnico - Projeto Estrutural

Flávia Cristina Barbosa	Engenheira Civil
Nº CREA: MG 160.933/D	ART: 5212241

Elaboração

Camila Andrade	Engenheira Civil
Diego Moutinho Caetano	Engenheiro Civil
Fabiana Yoshinaga	Engenheira Civil
Felipe Guimarães Alexandre	Engenheiro Civil
German Lozano	Engenheiro Mecânico
Jonas Guerreiro Gonçalves	Engenheiro Civil
Mara Lucy	Engenheira Civil
Paulo Lemes	Engenheiro Civil
Thais Coimbra	Engenheira Civil
William Baradel Lari	Engenheiro Civil
Igor Paiva Lopes	Estag. Engenharia Hídrica
Henrique Passos de Biasi	Estag. Engenharia Hídrica
Marta Pereira Ribeiro	Estag. Engenharia Civil
Bianca Baruk	Estag. Engenharia Civil
Pedro Justiniano	Estag. Engenharia Civil



SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	5
1.1 Área de Intervenção	6
1.2 Objetivos.....	10
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	11
3. VISITA DE CAMPO	14
4. ESTUDO HIDROLÓGICO	16
4.1 Bacias de Contribuição	16
4.2 Período de Retorno	16
4.3 Tempo de Concentração.....	17
4.4 Estudo de Chuvas Intensas	18
4.5 Método de Cálculo das Vazões.....	20
4.6 Resultados Hidrológicos.....	22
5. ESTUDO HIDRÁULICO	23
5.1 Dimensionamento Hidráulico	23
5.2 Coeficiente de Manning (η)	29
5.3 Velocidades de Escoamento.....	31
5.4 Borda Livre	34
5.5 Número de Froude	34
5.6 Resultados do Estudo Hidráulico	35
6. CONDIÇÕES GERAIS	36
7. ORÇAMENTO DA OBRA	37
8. CONCLUSÃO	39
9. REFERÊNCIAS	40
10. DESENHOS E ANEXOS	41
ANEXO I – VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DAS VIAS CONFORME DECLIVIDADE ...	45
ANEXO II – DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	46
ANEXO III – QUADRO DE COMPOSIÇÃO DE BDI	47
ANEXO IV – MEMÓRIA DE CÁLCULO DO ORÇAMENTO DE OBRA	48
ANEXO V – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	49
ANEXO VI – COMPOSIÇÕES DE PREÇO	50
ANEXO VII – MAPA DE COTAÇÕES	51
ANEXO VIII – CRONOGRAMA FÍSICO E FINANCEIRO	52
ANEXO IX – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	53
ANEXO X – SONDA GENS GEOTÉCNICAS	54



1. APRESENTAÇÃO

O objeto do projeto apresentado é, nesta perspectiva, resultado de levantamentos técnicos de dados, vistorias realizadas no local e consultas da legislação vigente; agrupados em textos, anexos e desenhos técnicos relativos ao escopo definido pelo estudo de concepção do Sistema de Drenagem do Bairro Jardim Primavera e demais solicitações da Prefeitura de Pouso Alegre.

Quanto ao sistema de drenagem existente, o bairro Jardim Primavera apresenta sistema viário com declividades acentuadas sem captação e possui galerias circulares em concreto e PEAD, galerias retangulares, e bocas de lobo nas ruas e avenidas principais localizadas nos pontos mais baixos da bacia. Porém, conforme vistorias e verificações, o sistema de drenagem atual não suporta as vazões das águas pluviais, resultando em problemas recorrentes de alagamento destas vias.

Para tanto, este relatório apresenta uma solução de drenagem para a área do bairro como um todo. Conforme será apresentado nos capítulos posteriores, será realizado estudos hidrológicos e hidráulicos para verificar a necessidade de captação de águas pluviais devido às características geométricas e topográficas das vias existentes.

Conforme vistorias, verificações e reuniões realizadas junto à Secretaria de Serviços Urbanos, a solução mais adequada para o sistema de drenagem do Bairro Jardim Primavera é a construção de captações, como bocas de lobo combinadas, permitindo o afastamento das águas pluviais de forma canalizada. Assim, o sistema de drenagem proposto diminui o volume de água que escoar pela bacia de forma superficial. O projeto também consiste na construção de um novo lançamento por uma rede paralela ao lançamento existente.

O estudo foi elaborado considerando como base para o dimensionamento do sistema a “Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Belo Horizonte”, elaborado pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, “Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana” e o “Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais” elaborados



pela Prefeitura Municipal de São Paulo, bem como a normatização técnica para dispositivos de drenagem do DER-SP, DEER-MG e SIURB.

A drenagem urbana tem papel fundamental na redução dos picos de vazão e controle das cheias, que resultam na minimização dos riscos e prejuízos ao município e sua população durante eventos extremos.

A área contemplada neste projeto é altamente adensada e a rede hoje existente não é capaz de suportar toda a carga recebida, causando frequentes inundações na região.

O investimento em projetos de drenagem gera um retorno muito grande quando se pensa nos prejuízos e transtornos gerados a cada evento de cheia. A incidência de eventos de inundação traz grandes prejuízos ao município e principalmente ao bairro Jardim Primavera. A população e a saúde pública sofrem diretamente as consequências devido à propagação de doenças de veiculação hídrica. A trafegabilidade das vias é afetada gerando altos desgastes nas pavimentações e as propriedades e edificações sofrem deterioração física. O município também tem altos custos emergenciais durante estes períodos.

1.1 ÁREA DE INTERVENÇÃO

Pouso Alegre é um município localizado no Sul de Minas Gerais, às margens da Rodovia Fernão Dias (BR-381) que liga Belo Horizonte à São Paulo. Seus municípios limítrofes são: Congonhal, São Sebastião da Bela Vista, Silvianópolis, Espírito Santo do Dourado, Borda da Mata, Estiva, Cachoeira de Minas e Santa Rita do Sapucaí, como mostra Figura 1.1. A população do município, segundo estimativa do IBGE (2017) é de 147.137 habitantes, e uma densidade demográfica de 240,51 hab./km². Pouso Alegre é uma das cidades que mais crescem, em população, no estado e no país, com uma média anual de 2,6%.

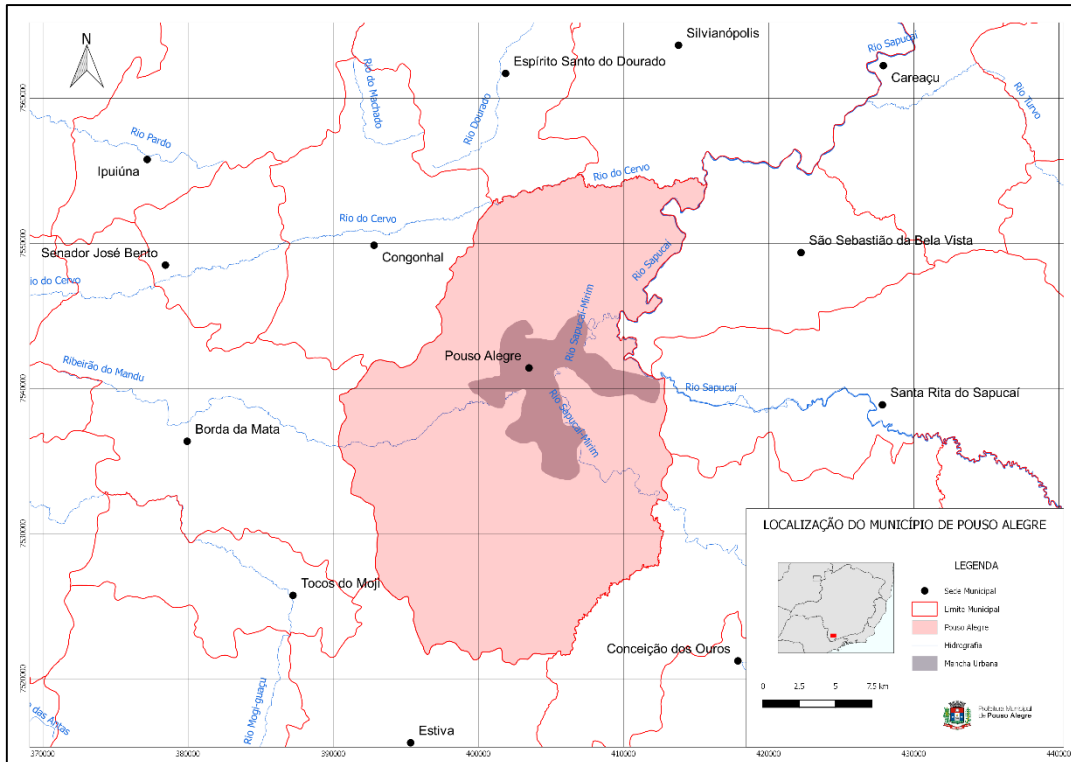


Figura 1.1. Localização do Município de Pouso Alegre. Fonte: Autor (elaborado com QGis ®).

Pouso Alegre se encontra no principal entroncamento rodoviário da região, cortado por cinco rodovias, sendo três estaduais e duas federais e a 110 km da Rodovia Dom Pedro (SP) que constituem ligações diretas com grandes centros consumidores, como Campinas, Ribeirão Preto, São José dos Campos, Belo Horizonte e São Paulo.

A alta taxa de crescimento da população, está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico do município. O PIB de Pouso Alegre é 18º maior do estado, e 3º maior da região, gerado pela instalação de empresas e indústrias multinacionais no município. É polo regional na área comercial e industrial, e referência na área de saúde na região. Pouso Alegre também possui parte de sua economia baseada no setor agrícola, com destaque na produção de morango e batata.

Em termos de infraestrutura, a cidade também apresentou grande desenvolvimento nos últimos anos. Segundo o IBGE, 92% de domicílios em Pouso Alegre possuem esgotamento sanitário adequado, 61,5% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 29,6% de domicílios urbanos em



vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

Apesar do desenvolvimento intenso em diversas áreas, o município de Pouso Alegre enfrenta atualmente um grande problema de infraestrutura no seu sistema de drenagem. O sistema existente não atende a população atual, que sofreu rápido crescimento em função do intenso desenvolvimento do município. O crescimento populacional e a implantação de edificações e pavimentação resultaram na impermeabilização do solo urbano, intensificando o volume de água pluvial a ser drenado.

As intervenções previstas neste projeto encontram-se na Bacia do Rio Sapucaí-Mirim e contemplando a drenagem e manejo de águas pluviais no bairro Jardim Primavera, cuja localização é apresentada na Figura 1.2.



Figura 1.2. Localização do Bairro Jardim Primavera no Município de Pouso Alegre. Fonte: Autor (Elaborado com Google Earth Pro ®)

As galerias pluviais, principalmente das áreas centrais do município, não são capazes de drenar todo o escoamento gerado em eventos de chuva extrema, causando incidência de alagamentos e inundações. O bairro Jardim Primavera é uma das principais áreas do município afetadas por estes eventos. Além dos problemas de infraestrutura citados, o bairro em questão drena o escoamento



oriundo de outros bairros a montante como, por exemplo, João Paulo II, Santo Antônio e Boa Vista, causando uma sobrecarga no sistema de drenagem.

A Prefeitura Municipal de Pouso Alegre realiza investimentos em obras de melhorias e reforma das galerias pluviais, mas ainda assim relata-se a ocorrência de enchentes no bairro Jardim Primavera todos os anos no período de chuvas, principalmente durante os meses de dezembro e janeiro. A Prefeitura Municipal investiu grande verba no ano de 2015 em um projeto de drenagem em todo o centro que não gerou os resultados esperados em função do grande volume de escoamento superficial resultante da área, que tem alta declividade e alto grau de consolidação urbana.

1.1.1 HIDROGRAFIA

A hidrografia do município se caracteriza pela presença de cinco rios: o Sapucaí, Sapucaí-Mirim, Cervo, Itaim e Mandu. O clima é classificado em tropical de altitude, devido à localização do município em região serrana, com temperatura média anual em torno de 18°C e abundância de chuvas no verão. Na área direta de influência da intervenção, o curso d'água que recebe as águas de drenagem é o Rio Sapucaí-Mirim, sendo o corpo receptor do volume de água de todos os bairros e redes de drenagem na área. Os corpos hídricos que fazem parte desta bacia são trazidos na Figura 1.3.

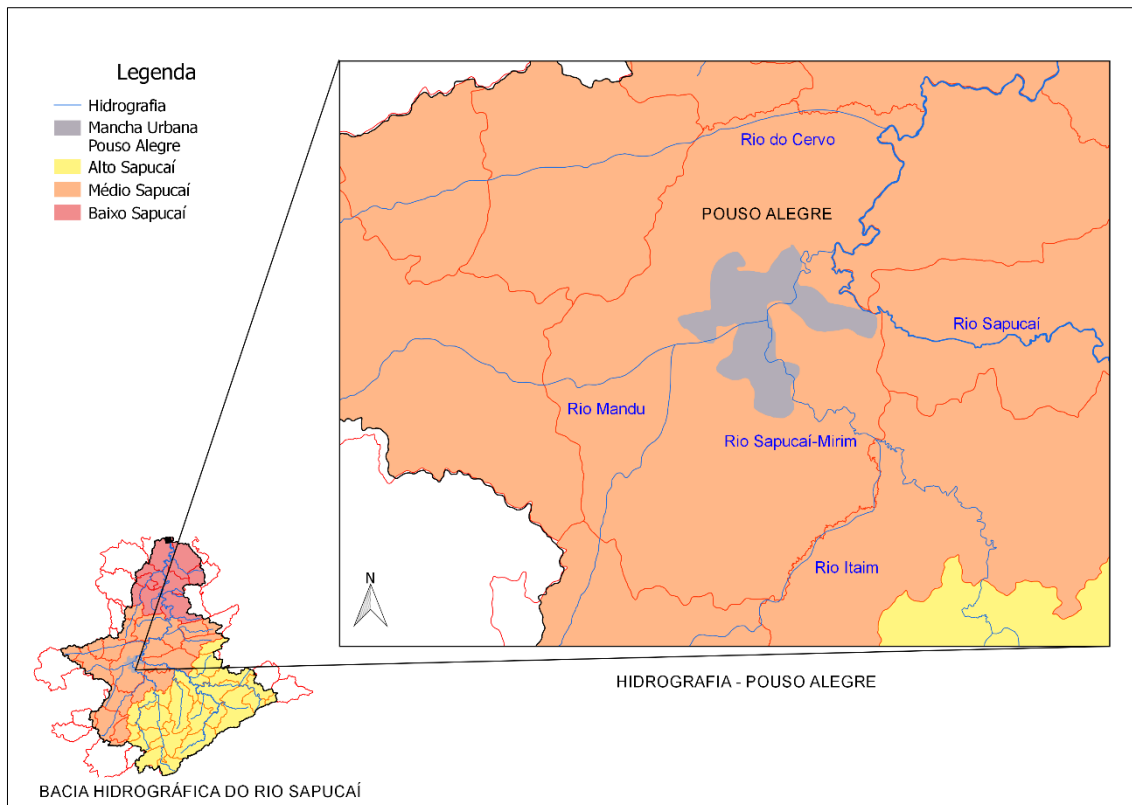


Figura 1.3 - Hidrografia da Área. Fonte: Autor (elaborado com QGis ®)

1.2 OBJETIVOS

Este projeto tem como objetivo apresentar a descrição das intervenções propostas referentes à drenagem de águas pluviais na região do Bairro Jardim Primavera, localizado no município de Pouso Alegre em Minas Gerais, bem como os mecanismos e cálculos de projeto e o investimento necessário para implantação do sistema.



2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para elaboração deste projeto deverão ser considerados as diretrizes os seguintes dispositivos legais:

- ✓ **Procedimento para Elaboração e Apresentação de Projetos de Infraestrutura** – SUDECAP – 7ª Edição – Abril/2017.
- ✓ **Caderno de Encargos da SUDECAP** – Superintendência de Desenvolvimento da Capital – 3ª Edição – Dezembro 2008
- ✓ **Normas Técnicas SIURB** – Secretaria de Vias Públicas da Prefeitura do Município de São Paulo. Diretrizes de Projeto de Hidráulica e Drenagem.
 - DH-H01 - Diretrizes de projeto para estudos hidrológicos período de retorno
 - DH-H02 - Diretrizes de projeto para estudos hidrológicos equação de chuvas
 - DH-H03 - Diretrizes de projeto para estudos hidrológicos método racional
 - DH-H04 - Diretrizes de projeto para estudos hidrológicos método de "Ven Te Chow"
 - DH-H05 - Diretrizes de projeto para estudos hidrológicos método de "Soil Conservation Service"
 - DH-H06 - Diretrizes de projeto para estudos hidrológicos método de "I-Pai-Wu"
 - DH-H07 - Diretrizes de projeto para drenagem superficial
 - DH-H08 - Diretrizes de projeto para perda de carga em singularidades de canais e galerias
 - DH-H09 - Diretrizes de projeto para obras de retenção / retenção
 - DH-H10 - Diretrizes de projetos para escoamento nas ruas e sarjetas
 - DH-H11 - Diretrizes de projeto para bueiros



- DH-H12 - Diretrizes de projeto para velocidades limites
 - DH-H13 - Diretrizes de projeto para coeficiente de rugosidade
 - DH-H14 - Diretrizes de projeto para hidráulica em drenagem urbana
 - DH-H15 - Diretrizes de projeto para dissipação de energia
 - DH-H16 - Diretrizes de projeto para macrodrenagem
 - DH-H17 - Diretrizes de projeto - Elaboração de projetos de drenagem
- ✓ **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais** – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, 2012.
- Volume 1 – Gerenciamento do Sistema de Drenagem Urbana
 - Volume 2 – Aspectos Tecnológicos: fundamentos
 - Volume 3 – Aspectos Tecnológicos: diretrizes para projetos
- ✓ **Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas** – Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2005.
- Capítulo 1 – Hidrologia – Vazão de enchente;
 - Capítulo 2 – Hidráulica de Canais, Travessias e Barramentos;
 - Capítulo 3 – Determinação da Vazão de Projeto;
 - Capítulo 4 – Projeto de uma Pequena Barragem.
- ✓ **NBR 12266/1992** – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.
- ✓ **NBR 8890/2007** – Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Esgoto Sanitário.
- ✓ **NBR 21138-1/2016** - Sistemas de tubulações plásticas para drenagem e esgoto subterrâneos não pressurizados — Sistemas de tubos com paredes estruturadas de policloreto de vinila não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE). Parte 1: Especificações de materiais e critérios de desempenho para tubos, conexões e sistemas.



- ✓ **NBR ISO 21138-2/2016** - Sistemas de tubulações plásticas para drenagem e esgoto subterrâneos não pressurizados — Sistemas de tubos com paredes estruturadas de policloreto de vinila não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE). Parte 2: Tubos e conexões com a superfície externa lisa, Tipo A.

- ✓ **NBR ISO 21138-3/2016** – Sistema de tubulações plásticas para drenagem e esgoto subterrâneos não pressurizados – Sistemas de tubos com paredes estruturadas de policloreto de vinila não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE). Parte 3: Tubos e conexões com a superfície externa não lisa, Tipo B.



3. VISITA DE CAMPO

Durante a visita a campo foi mapeada a rede de drenagem do jardim primavera. A rede se inicia em dois pontos, sendo um a uma elevação de 872m e outro a elevação de 851m. Estas duas redes tem DN600mm e se encontram na Avenida São Francisco, que conta com rede dupla de diâmetro DN1000mm. Esta rede segue pela Rua Engenheiro Célso G. Vilela, passando por um beco até chegar a Rua Bom Jesus, onde travessando esta rua chega em outro beco que leva até a Rua Dr. Joaquim Norberto. A partir deste ponto, a rede passa pela Rua Monsenhor Dutra e desce ao encontro da nova rede de PEAD de DN1500. Esta rede de DN1500 se inicia na Rua Bom Jesus e segue também para a Rua Monsenhor Dutra. Depois passa pela Rua Dom Assis e Rua São João. Ao encontro da rede dupla de DN1000 e da rede de PEAD de DN1500, a galeria passa a ter forma retangular de dimensões 2,4m por 1,5m. Essa galeria segue pela Rua Comendador José Garcia até a esquina com a Rua João Basílio. A partir deste ponto, a galeria recebe incremento de tamanho, passando a ter dimensões de 2,4m por 1,8m. Ela segue pela Rua João Basílio até a Avenida Vicente Simões, onde sofre ligeira mudança de direção, para seguir pela Rua Vereador Antônio Ribeiro, onde ocorre o fim da captação superficial desta rede. A partir deste ponto, a galeria atravessa um terreno baldio e a Avenida Perimetral e segue para o descarte, no Rio Sapucaí-Mirim.



Figura 3.1 - Descarte da rede de drenagem no Rio Sapucaí Mirim



Figura 3.2 - Boca de leão e grelhas no eixo da via.

Foi constatado que as bocas de lobo e de leão existentes foram implantadas sem padronização e sem projetos de engenharia em que o comportamento de toda a bacia foi considerado.

Deste modo, devido as inconsistências das redes existentes, e pelo alto risco e problemas que o bairro vem apresentando, um Projeto de Drenagem Urbana do Bairro Jardim Primavera com o objetivo de amenizar os problemas apresentados se torna de suma importância.



4. ESTUDO HIDROLÓGICO

O objetivo do Estudo Hidrológico é a coleta e o processamento de dados pluviométricos, topográficos e físicos da área de estudo, de maneira a possibilitar a determinação das vazões das sub-bacias de drenagem.

4.1 BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Uma bacia de contribuição de microdrenagem corresponde à área limitada que recolhe a precipitação e escoa superficialmente e/ou através de galerias as águas pluviais até o seu lançamento final em curso d'água.

Os divisores das bacias estão relacionados aos caimentos de telhados, de terreno, de vielas, além de viários com guias e sarjetas, que direcionam e separam a drenagem das águas pluviais.

4.2 PERÍODO DE RETORNO

Período de Retorno, ou Tempo de Retorno (TR), é o período de tempo médio em que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. O mesmo pode ser calculado pelo inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer.

Segundo a DP-H01, entende-se por risco a probabilidade, a possibilidade de uma determinada obra vir a falhar pelo menos uma vez durante sua vida útil. Esse conceito leva em conta que uma obra projetada para um período de retorno T expõe-se, todo o ano, a uma probabilidade de $1/T$ de vir a falhar. É intuitivo que, ao longo de sua vida útil, essa obra terá um risco de falha maior do que $1/T$, porque se ficará exposta, repetidamente, a essa probabilidade de insucesso.

O período de retorno adotado para o cálculo das vazões de projeto para obras de macrodrenagem que possuem áreas comerciais, residenciais e artérias de tráfego é de 50 a 100 anos, conforme Tabela 4.1 a seguir.



Tabela 4.1 – Períodos de retorno para diferentes ocupações da área

TIPO DE OBRA	TIPO DE OCUPAÇÃO DA ÁREA	T (ANOS)
Microdrenagem	Residencial	2
Microdrenagem	Comercial	5
Microdrenagem	Áreas com 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: SVP, 1999.

Conforme acordado com a Secretaria de Projetos Especiais e em virtude dos altos registros de inundações que a área está sujeita, o período de retorno adotado para o Projeto de Drenagem Urbana do Bairro Jardim Primavera **será de 10 (dez) anos**, com verificação de 50 anos.

4.3 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração das áreas a serem drenadas deve ser calculado com base em procedimentos diferenciados conforme as características da ocupação do solo. Para bacias de até 5,00 km², o tempo de concentração inicial das bacias deve ser calculado pela fórmula de Kirpich, definida a seguir.

$$t_c = 57 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento do talvegue, em km;

S = declividade do talvegue, em m/m.

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.



Após a captação da bacia, o tempo de concentração dos trechos canalizados seguintes deverão ser calculados a partir do método cinemático. Deste modo a velocidade, vazão e características da tubulação definem a continuidade do tempo de concentração.

4.4 ESTUDO DE CHUVAS INTENSAS

A intensidade máxima pontual pode ser determinada através das relações intensidade, duração e frequência (IDF) das chuvas.

Com base em observações das precipitações pluviométricas, armazenados em séries históricas de dados de chuva, determina-se uma relação entre as intensidades, as durações e as frequências destas precipitações, o que permite a avaliação das precipitações máximas para diferentes durações e períodos de retorno (adaptado de SANTOS, 2010).

Portanto, segundo Santos (2010), considera-se a intensidade máxima de chuva como sendo o volume de precipitação que ocorre por unidade de tempo para uma chuva com determinada frequência e duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Para o cálculo da intensidade de precipitação utiliza-se a equação de chuvas intensas da estação pluviométrica mais próxima ou representativa da área de estudo, em Minas Gerais desenvolvida e publicada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA. Como o município de Pouso Alegre não possui equação de chuvas intensas utilizou-se a equação do município de Silvianópolis, localizado perto de Pouso Alegre e onde a COPASA possui equação de chuvas intensas.

Para utilização da equação de chuvas do município supracitado na região de Pouso Alegre, as características de homogeneidade de suas bacias hidrográficas devem ser verificadas. A seguir, na Figura 4.1 e Figura 4.2, são apresentados os valores médios dos totais pluviométricos mensais para os dois municípios, considerando o período compreendido entre os anos de 1975 e 2012.

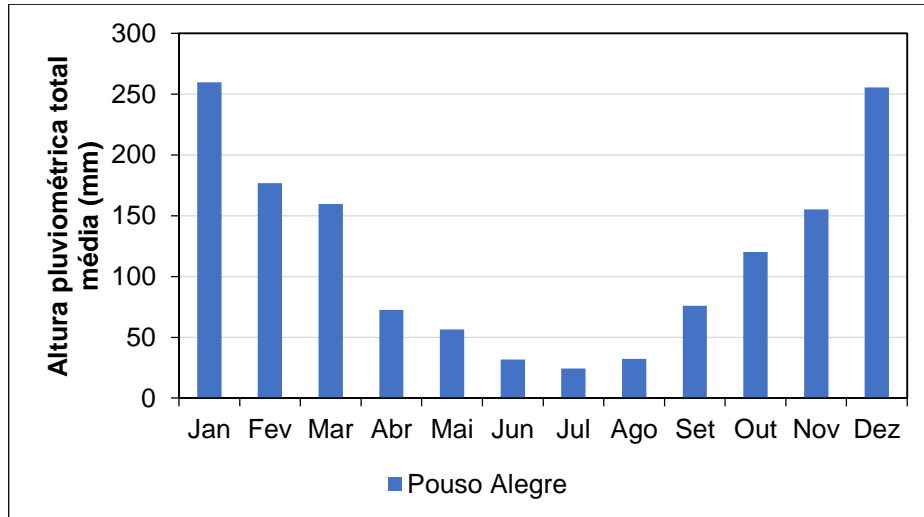


Figura 4.1 - Pluviograma médio dos totais mensais de Pouso Alegre. Fonte: ANA (HIDROWEB), 2015.

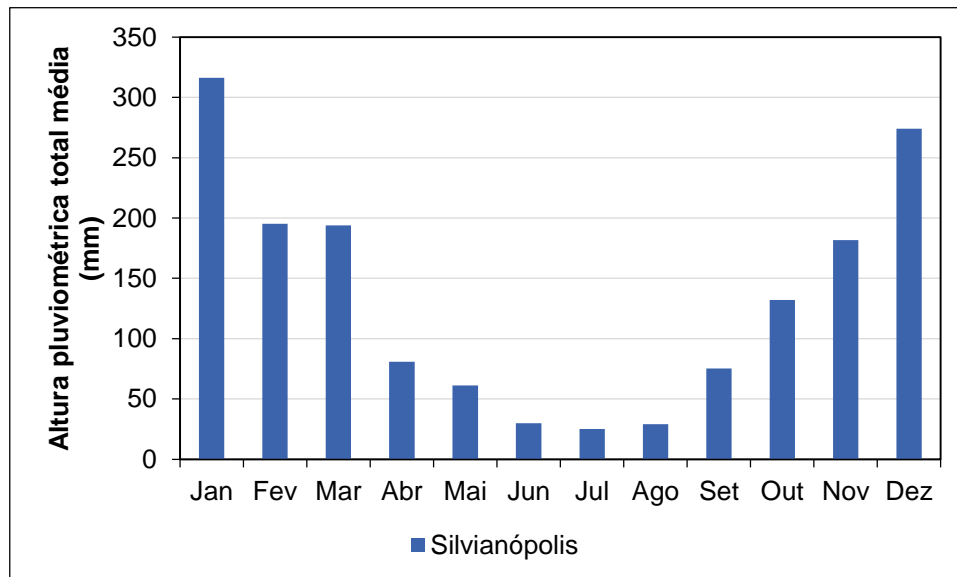


Figura 4.2 - Pluviograma médio dos totais mensais de Silvianópolis. Fonte: ANA (HIDROWEB), 2015.

Após a análise dos gráficos é possível afirmar que as estações apresentaram comportamento semelhante, com os valores dos totais médios mensais bastante próximos tanto nos períodos chuvosos quanto nos de estiagem.

A Figura 4.3, apresenta a localização dos dois municípios, Pouso Alegre e Silvianópolis. A distância entre ambos é de aproximadamente 22km em linha reta. A ligação viária entre os municípios se dá pela rodovia MG-179 (trecho com cerca de 23,7 km) e a rodovia LMG-882 (trecho de cerca de 4,3 km).

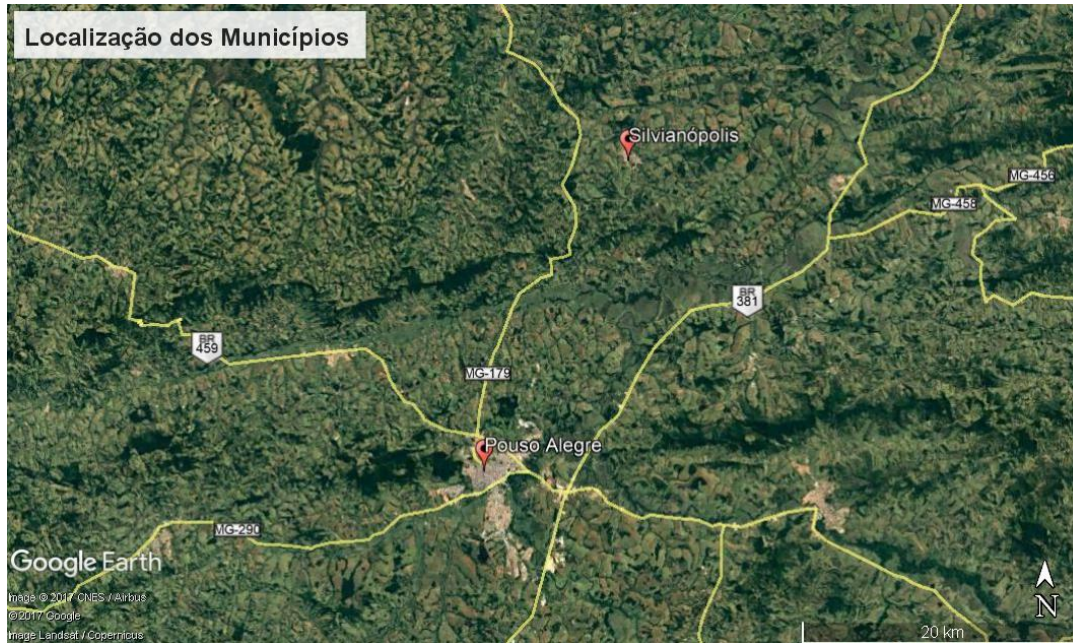


Figura 4.3: Localização dos Municípios Pouso Alegre e Silvianópolis. Fonte: GOOGLE EARTH, 2015

Após a caracterização hidrológica da região e a verificação da semelhança e proximidade das respectivas bacias, optou-se por utilizar a equação de chuvas do programa Pluvio 2.1, elaborado pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

A referida equação é apresentada a seguir.

$$i = \frac{667,338 \cdot T^{0,184}}{(t + 20,869)^{0,635}}$$

Onde:

i – Intensidade da chuva (mm/h);

t – duração da chuva (min);

T – período de retorno (anos).

4.5 MÉTODO DE CÁLCULO DAS VAZÕES

Para bacias que não apresentam complexidade e que tenham até 2 km² de área de drenagem, é usual que a vazão de projeto seja determinada pelo



Método Racional. Este método foi introduzido em 1889 e é largamente utilizado em projetos de micro e macro drenagem.

4.5.1 MÉTODO RACIONAL

O Método Racional, pode ser colocado sob a seguinte fórmula:

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

Onde:

Q = Vazão de projeto (m³/s);

A = Área da bacia (ha);

C = Coeficiente de escoamento superficial

I = Intensidade de chuva (mm/h) e

K = Coeficiente de distribuição espacial da chuva.

Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente C de escoamento superficial é calculado deverá respeitar a seguinte tabela.

Tabela 4.2 – Coeficiente de escoamento superficial para áreas urbanas restritas

Características da Área	C	
	mín.	máx.
Pátios e estacionamentos	0,90	0,95
Áreas cobertas	0,75	0,95
Lotes urbanos grandes	0,30	0,45
Parques e cemitérios	0,10	0,25
Terreno rochoso montanhoso	0,50	0,85
Relvado arenoso plano	0,05	0,10

Fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais. Hidrosistemas / COPASA, 1993.

Neste estudo foi adotado o valor de 0,75 para o coeficiente de escoamento superficial, pois trata-se de área com alta densidade de edificações.

4.5.2 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

A área de drenagem deve ser utilizada como parâmetro para o cálculo hidrológico e hidráulico, sendo ela a área que contribui para o local de controle e deve ser definida através da determinação do divisor de águas.

Foram geradas subbacias para região com o auxílio dos softwares Global Mapper e Google Earth (Figura 4.4). É importante citar que embora os softwares gerem as bacias, eles tomam como base a topografia da área. No entanto, em função da ocupação do solo em áreas urbanas, muitas vezes os limites das bacias de contribuição acabam se modificando, e as ruas ou quadras tornam-se os divisores de bacia.



Figura 4.4- Bacia Principal Fonte: Autor (Elaborado com Google Earth Pro ®)

No caso da Bacia do Bairro Jardim Primavera, a sua área de contribuição total foi de 1.686.185,09 m², aproximadamente 1,69 km².

4.6 RESULTADOS HIDROLÓGICOS

Os resultados do estudo hidrológico são apresentados na planilha de verificação das vias, classificadas por declividade. Nesta planilha, calcula-se a área de contribuição máxima que a via suporta, com limites sendo a



capacidade de escoamento e a velocidade na sarjeta. A planilha de verificação de capacidade da via se encontra no Anexo I.

5. ESTUDO HIDRÁULICO

A drenagem urbana é definida pelo sistema de dispositivos de drenagem. Este sistema é composto por sarjetas, bocas de lobo, bocas de leão, boca de lobo combinada, canaletas com e sem grelhas, escadas hidráulicas, galerias tubulares, caixas de passagem e poços de visita. O dimensionamento e/ou verificação desses dispositivos é baseado nas seguintes etapas: subdivisão da área e traçado; determinação das vazões de projeto e dimensionamento dos dispositivos.

Para possibilitar a implantação de infraestrutura, foi dado prosseguimento e detalhamento ao projeto executivo, o qual partiu-se de um projeto básico e estudo de concepção para melhoria do sistema de drenagem da bacia como um todo. A partir desta etapa preliminar, foi desenvolvido o projeto executivo para atendimento da área de projeto.

Os estudos hidráulicos compreendem, com base nas premissas obtidas no estudo hidrológico, em se dimensionar e detalhar os dispositivos de drenagem a serem empregados na concepção do sistema projetado.

Em função da particularidade da área de projeto, foram realizadas visitas de campo e coletadas informações dos funcionários da prefeitura a respeito dos problemas resultantes da ausência ou não funcionamento adequado do sistema de drenagem existente.

5.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

A velocidade de escoamento dos canais abertos ou fechados foram determinados utilizando-se a fórmula de Manning associada a equação da continuidade:

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Onde:



- V = Velocidade de escoamento (m/s);
- I = Declividade de escoamento (m/m);
- R_h = Raio hidráulico (m) e
- η = Coeficiente de rugosidade de Manning.

A capacidade de vazão será definida através da seguinte fórmula:

$$Q = V \cdot A$$

Onde:

- Q = Vazão (m³/s);
- V = Velocidade de escoamento (m/s); e
- A = Área molhada (m²).

Em função das dimensões adotadas para as galerias, os demais parâmetros são verificados, tais como: velocidade e lâmina máxima.

A verificação da capacidade de escoamento das vias se faz através do método de Izzard/Manning pela seguinte fórmula.

$$Q = 0,375 * \frac{Z}{n} * y^{\frac{8}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

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.

Para calcular a capacidade de escoamento foram considerados os seguintes parâmetros:

- ✓ Altura máxima da lâmina d'água junto à guia:
 - 0,11m para guias com 0,15m de altura;
- ✓ Declividade transversal do pavimento de 2%;



- ✓ Declividade transversal da sarjeta de 10%;
- ✓ Velocidade máxima de escoamento = 4 m/s;
- ✓ Faixa de alagamento = 1,67 m.

As vazões calculadas para as seções compostas é a soma algébrica em cada uma das seções triangulares, conforme descrito a seguir:

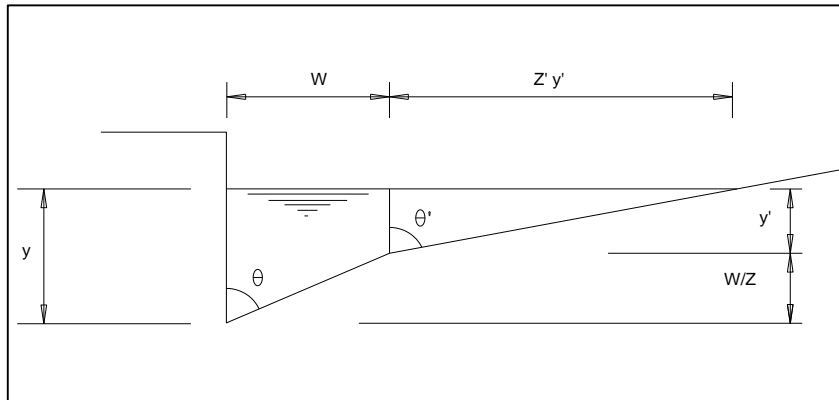


Figura 5.1 – Características Hidráulicas da Sarjeta

A vazão total dos trechos foi obtida pela equação abaixo e de acordo com as seguintes áreas:

$$Q_t = Q_1 - Q_2 + Q_3$$

As vazões parciais Q1, Q2 e Q3 estão identificadas a seguir:

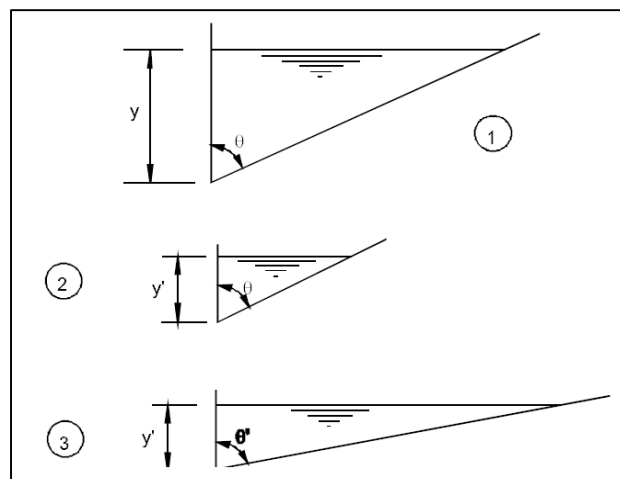


Figura 5.2 – Detalhes Hidráulicos da Sarjeta

As vazões Q1, Q2 e Q3 foram calculadas utilizando-se as seguintes constantes:



- W (largura da sarjeta) = 0,50;
- Z (declividade transversal na sarjeta);
- Z' (inverso da declividade transversal na pista);

5.1.1 CAPACIDADE DE ENGOLIMENTO DAS BOCAS DE LOBO

Para a determinação da capacidade de engolimento das bocas de lobo utilizadas, foram compiladas algumas referências de manuais técnicos para embasamento. A Tabela 5.1 a seguir apresenta os valores de referências para cada tipo de boca de lobo.



Tabela 5.1 – Capacidade de Engolimento de Bocas de Lobo

DISPOSITIVOS		CAPACIDADE DE ENGOLIMENTO (L/s)					ADOTADO
		SUDECAP (2017)	USP (2012)	RIO-ÁGUAS (2010)	CESET (2003)	SEMASA (2015)	
SIMPLES	Boca de Lobo com grelha (Boca de Leão)	91	-	-	-	70	80
	Boca de Lobo de cantoneira	56	40 a 60	30 a 40	50	60	60
	Boca de Lobo combinada (grelha e cantoneira)	147	-	-	-	120	130
DUPLA	Boca de Lobo com grelha (Boca de Leão)	182	-	-	150	140	160
	Boca de Lobo de cantoneira	113	-	-	-	120	120
	Boca de Lobo combinada (grelha e cantoneira)	295	-	-	-	240	260
TRIPLA	Boca de Lobo com grelha (Boca de Leão)					210	240
	Boca de Lobo de cantoneira					180	180
	Boca de Lobo combinada (grelha e cantoneira)					360	390

Por questão de espaço físico e alto grau de consolidação urbana do bairro, adota-se a utilização de Bocas de Leão (boca de lobo com grelha), conforme figuras a seguir.



Deste modo, o caixão da boca de leão permanece na via onde ela se projeta, evitando interferências com tubulações de água, tubulações de esgotamento sanitário, fibra óptica, árvores e postes existentes. No entanto, em alguns locais onde com bacias de contribuição maiores, projeta-se bocas de lobo combinada, devido à sua maior capacidade de engolimento. A localização e

5.1.2 DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE LIGAÇÃO

Considerando a capacidade de engolimentos das bocas de leão/lobo definidas, os ramais de ligação deverão seguir as seguintes orientações:

- ✓ Para Boca de Leão Simples – Tubulação DN400mm PEAD Dupla Face – $0,01 < i < 0,03$ m/m;
- ✓ Para Boca de Leão Dupla – Tubulação DN400mm PEAD Dupla Face – $0,01 < i < 0,03$ m/m;
- ✓ Para Boca de Leão Tripla – Tubulação DN600mm PEAD Dupla Face – $0,01 < i < 0,03$ m/m;
- ✓ Para Boca de Lobo Simples Combinada – Tubulação DN400mm PEAD Dupla Face – $0,01 < i < 0,03$ m/m.
- ✓ Para Boca de Lobo Dupla Combinada – Tubulação DN600mm PEAD Dupla Face – $0,01 < i < 0,03$ m/m.
- ✓ Para Boca de Lobo Tripla Combinada – Tubulação DN600mm PEAD Dupla Face – $0,01 < i < 0,03$ m/m.

5.2 COEFICIENTE DE MANNING (H)

A rugosidade tem grande importância no cálculo de capacidade de escoamento em canais e tubulações, onde a sua minimização proporciona a máxima descarga. Selecionar um valor de coeficiente de rugosidade significa estimar a resistência ao escoamento exercida sobre o fluido. Alguns fatores podem influenciar a rugosidade das superfícies existentes ou projetadas, são eles:

- ✓ Rugosidade superficial: a rugosidade é representada pela forma e tamanho das irregularidades do material que forma o perímetro molhado. Materiais finos provocam um efeito menor, reduzindo o valor do coeficiente. Materiais grosseiros aumentam a rugosidade.



- ✓ Vegetação: a vegetação pode ser analisada como uma rugosidade superficial. Seu efeito depende principalmente da sua altura, densidade, distribuição e espécie. Deve-se ter especial atenção para o crescimento da vegetação. Segundo estudos apresentados na literatura, o coeficiente de rugosidade pode variar de 2 a 3 vezes o seu valor original, devido ao desenvolvimento da vegetação.
- ✓ Irregularidades: canais com irregularidades no seu perímetro molhado e variações na sua seção transversal sofrem acréscimo na rugosidade.
- ✓ Sedimentação e erosão: a sedimentação de material fino em canais irregulares pode melhorar a superfície do canal, reduzindo a sua rugosidade. Enquanto a erosão pode provocar irregularidades, aumentando o coeficiente de rugosidade.
- ✓ Obstruções: a presença de troncos de árvores, pilares de pontes e outros materiais incrementam a rugosidade do canal, além do efeito de redução de seção.

Diversos fatores influem na determinação da rugosidade real de um canal:

- ✓ Material de acabamento;
- ✓ Método construtivo e forma de acabamento;
- ✓ Manutenção;
- ✓ Erosão e deposição, etc.

No dimensionamento hidráulico da estrutura, a seleção do coeficiente de rugosidade deve refletir o comportamento esperado da obra ao longo de sua vida útil, garantindo que, durante este período, se tenha capacidade de escoamento igual ou maior ao do projeto. Neste documento, são apresentados valores padronizados do coeficiente de rugosidade a serem utilizados nos projetos de drenagem.

5.2.1 CANAIS E GALERIAS EM CONCRETO

Visando estabelecer um valor de dimensionamento para canais e galerias construídos em concreto moldado “in loco” ou pré-moldados, a PMSP-SVP



encomendou um estudo à FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica a respeito deste assunto. Nas conclusões do estudo em questão, a FCTH constata que, apesar de, para as superfícies bem-acabadas, lineares, o coeficiente de rugosidade de Manning chega a valores em torno de $n=0,012$, quando as superfícies são novas; devido a problemas construtivos, deterioração das paredes, presença de juntas, não linearidade do canal, assoreamento da seção e outros fatores, este valor é usualmente maior desde a data de construção e aumenta ao longo da vida útil da obra.

Com base nas análises e pesquisas realizadas, adota-se o valor de $n=0,013$ para cálculo da capacidade de vazão em canais ou galerias de concreto.

Para a verificação de velocidades máximas de escoamento, o valor a ser utilizado é o valor esperado da obra nova bem-acabada, ou seja, coeficiente de rugosidade $n=0,013$.

5.2.2 TUBULAÇÃO EM PEAD DUPLA FACE

Conforme vistorias, verificações e reuniões realizadas junto à Secretaria de Projetos Especiais, optou-se pela adoção de tubulações em PEAD Dupla Face.

Esta tubulação inclui sistema de acoplamento que permite fácil e rápida união de forma mecânica, não necessitando de máquinas para sua correta instalação, graças ao uso de selos elastoméricos, cuja finalidade é garantir a estanqueidade na junta. Em diâmetros maiores, a ponta possui dupla cinta de fibra de vidro, dando mais resistência à união. A tubulação é submetida a testes de laboratório a uma pressão interna de 74 kPa (conforme norma ASTM D3212).

Segundo consultas de catálogos de fabricantes (KANAFLEX, Tigre ADS, etc.), o coeficiente de Manning utilizado em tubulações PEAD tipo dupla face variam entre 0,010 e 0,012. Para este projeto, o coeficiente adotado para as tubulações foi de 0,010.

5.3 VELOCIDADES DE ESCOAMENTO

No desenvolvimento de projetos, a velocidade de escoamento é um importante critério de dimensionamento. Com a sua variabilidade, pode-se alterar o regime



de escoamento entre supercrítico (torrencial) e subcrítico (fluvial), para que fique a cargo do projetista tirar proveito das características de cada tipo de escoamento.

O controle da velocidade de escoamento visa evitar problemas que, com o decorrer da vida útil da obra, podem comprometer o seu uso. Entre eles, temos:

a) Para velocidades baixas:

- Assoreamento de canais e tubulações;
- Deposição de detritos com obstrução de canais e tubulações;
- Necessidade constante de manutenção;
- Possibilidade de desenvolvimento de plantas aquáticas

b) Para velocidades altas:

- Erosão do leito e/ou das margens de canais;
- Desgaste do revestimento interno de tubulações;
- Desgaste de revestimento de canais

Para variar a velocidade de escoamento, tem-se a alternativa de se alterar alguns parâmetros de projeto:

- Inclinação longitudinal;
- Revestimento interno;
- Geometria do canal.

5.3.1 CRITÉRIO DE PROJETO

O limite para a velocidade mínima é a mais baixa velocidade que não permita a sedimentação e que não induza ao desenvolvimento de plantas aquáticas e musgo. Esta velocidade é muito incerta e seu valor não pode ser facilmente determinado. O valor de velocidade mínima para ser usado em projetos de macro e micro drenagem é de 0,75 m/s, segundo orientações do manual da SUDECAP.



A velocidade limite máxima é a maior velocidade média que não cause erosão ou desgastes nos canais e tubulações. Esta velocidade pode ser estimada a partir de experimentos e através da prática e depende da resistência a abrasão do material composto da tubulação. Além disso, existem manuais específicos

As velocidades máximas a serem observadas em projetos para a SUDECAP são:

- ✓ Tubo de concreto – $V_{\text{máx}} = 8,0 \text{ m/s}$ a $12,0 \text{ m/s}$ (SUDECAP – Capítulo 19 - Drenagem);
- ✓ Tubos de PVC helicoidal:
 - $\text{DN} \geq 1200$ – $V_{\text{máx}} = 5,0 \text{ m/s}$;
 - $\text{DN} < 1200$ – $V_{\text{máx}} = 7,0 \text{ m/s}$;
- ✓ PEAD Dupla Face – $V_{\text{máx}} = 8,0 \text{ m/s}$ a 12 m/s (adotado segundo fabricante)

Segundo Manual Técnico, tubos PEAD são mais resistentes à abrasão, conforme Figura 5.5 a seguir, E velocidades maiores poderão ser adotadas a critério do projetista. Destaca-se que o sistema projetado possui uma estrutura de dissipação de velocidade em seu desemboque, evitando assim erosão no corpo receptor e possibilitando um lançamento adequado das águas pluviais.

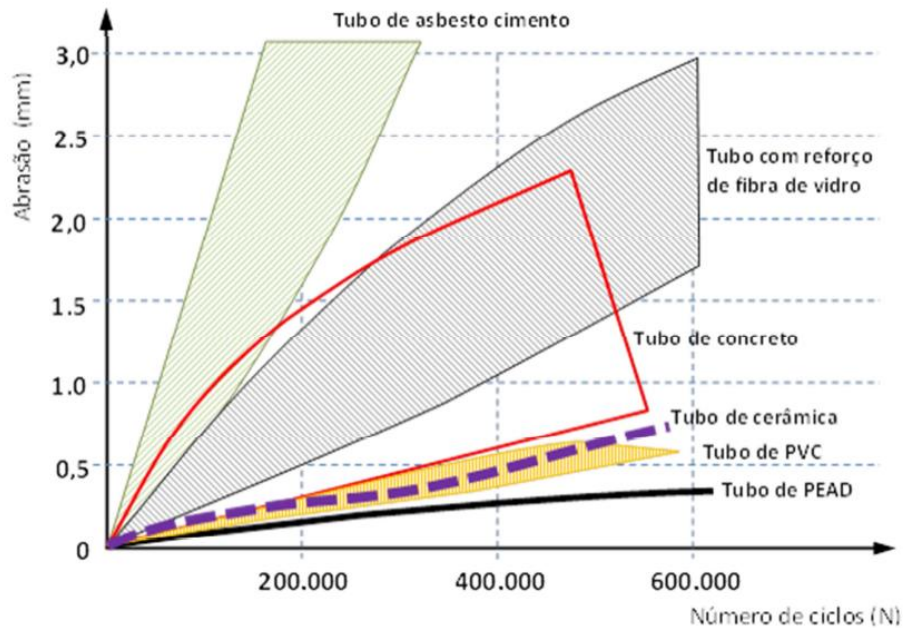


Figura 5.5 – Gráfico de Abrasão (DIN 19534) – KANAFLEX

5.4 BORDA LIVRE

Segundo orientações de manuais e normas, é recomendado que em canais abertos deve-se manter uma borda livre que corresponda a 20% da lâmina d'água estimada para a cheia de projeto, mas não inferior a 0,4 metros. Em seções fechadas, a borda livre deve ser de 20% da lâmina d'água estimada para a cheia de projeto.

5.5 NÚMERO DE FROUDE

Segundo Porto (2006), o número de Froude é um adimensional que relaciona as forças de inércia e a força da gravidade, sendo expresso por:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g.Hm}}$$

Sendo:

- Fr = número de Froude;
- V = velocidade média na seção (m/s);
- g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²); e
- Hm = altura hidráulica (m).



A altura hidráulica é definida por:

$$Hm = \frac{A}{B}$$

Sendo:

- Hm = altura hidráulica;
- A = área molhada (m²); e
- B = largura da seção na superfície livre (m).

Através do número de Froude, classificam-se os escoamentos livres em três tipos, como se segue:

- Escoamento subcrítico ou fluvial, $Fr < 1$;
- Escoamento supercrítico ou torrencial, $Fr > 1$,
- Escoamento crítico, $Fr = 1$.

Procurou-se evitar o escoamento próximo ao regime crítico para a vazão máxima de projeto, ou seja, com o número de Froude acima de 0,8 e abaixo de 1,2 (SIURB).

5.6 RESULTADOS DO ESTUDO HIDRÁULICO

Os resultados hidráulicos são apresentados no Anexo II.



6. CONDIÇÕES GERAIS

As obras de execução das redes de drenagem, executadas com tubos de concreto e PEAD dupla face, deverão obedecer rigorosamente a NBR 8890, NBR 12266 e Caderno de Encargos da SUDECAP, às recomendações específicas dos fabricantes dos materiais empregados e aos requisitos exigidos pela Supervisão.

Eventuais alterações no projeto deverão ser efetuadas ou aprovadas pelo projetista, sendo aspectos particulares, casos omissos e obras complementares, não consideradas no projeto, devem ser especificados e detalhados pela Supervisão de projetos e obras.

A empresa contratada para realização das obras será responsável quanto ao uso obrigatório e correto, pelos operários, dos equipamentos de proteção individual de acordo com as normas de segurança, higiene e medicina do trabalho.



7. ORÇAMENTO DA OBRA

A seguir, está apresentado o Orçamento Final do projeto de drenagem urbana para melhorias no bairro Jardim Primavera.

Para este orçamento foram considerados os índices do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) data base junho de 2019 e desonerada, SETOP/MG Região Sul, data base abril de 2019, com desoneração.

O Benefício e Despesas Indiretas (BDI) adotado foi de 24,23%, conforme orientações da PMPA. Valores de referência de BDI também são disponibilizados na Planilha SETOP/MG no demonstrativo do BDI com desoneração para “Construção de Redes de Abastecimento de Água, Coleta de Esgoto e Construções Correlatas”, conforme Tabela 7.1 a seguir.

Tabela 7.1 – Demonstrativo do BDI com desoneração

BDI (CONFORME ACÓRDÃO Nº 2622/13 e LEI Nº 13.161 DE 31/08/15)								
DISCRIMINAÇÃO DAS PARCELAS	SIGLA	CONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, COLETA DE ESGOTO E CONSTRUÇÕES CORRELATAS						INCIDÊNCIA
		(ISS = 2%)	(ISS = 2,5%)	(ISS = 3%)	(ISS = 4%)	(ISS = 5%)	EQUIP.	
CUSTO DIRETO	CD	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	AC	5,87%	5,87%	5,87%	5,87%	5,87%	4,50%	CD
LUCRO	L	8,24%	8,24%	8,24%	8,24%	8,24%	5,00%	CD
DESPESAS FINANCEIRAS	DF	1,17%	1,17%	1,17%	1,17%	1,17%	1,00%	CD
SEGUROS, GARANTIAS E RISCO		2,49%	2,49%	2,49%	2,49%	2,49%	1,62%	CD
SEGUROS + GARANTIAS	S	0,75%	0,75%	0,75%	0,75%	0,75%	0,82%	CD
RISCO(*)	R	1,74%	1,74%	1,74%	1,74%	1,74%	0,80%	CD
TRIBUTOS	I	4,65%	4,90%	5,15%	5,65%	6,15%	3,65%	PV
ISS	ISS	1,00%	1,25%	1,50%	2,00%	2,50%		PV
PIS	PIS	0,65%	0,65%	0,65%	0,65%	0,65%	0,65%	PV
COFINS	COFINS	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	PV
CPRB	INSS	4,50%	4,50%	4,50%	4,50%	4,50%	4,50%	PV
FÓRMULA DO BDI	BDI =	$(1 + (AC + S + G + R)) \times (1 + DF) \times (1 + L)$						
		$(1 - (I + CPRB))$						
	BDI(NUMERADOR)	18,66%	18,66%	18,66%	18,66%	18,66%	12,54%	
	BDI(DENOMINADOR)	90,85%	90,60%	90,35%	89,85%	89,35%	91,85%	
	BDI =	30,61%	30,97%	31,33%	32,07%	32,80%	22,53%	
OBSERVAÇÕES								
QUANTO AO ISS O TCU MANDA OBSERVAR A LEGISLAÇÃO DO MUNICÍPIO. NO REFERIDO ACÓRDÃO O TCU PARTIU DA PREMISSA DE INCIDÊNCIA DO ISS EM 50% DO PREÇO DE VENDA, COM PERCENTUAIS DE 2%, 3% E 5%.								

Fonte: SETOP/MG, 2019.



Para os materiais e serviços não encontrados no SINAPI ou SETOP, foram adotadas composições de preços unitários (CPU) e/ou são solicitadas três cotações para fornecedores diferentes e adotado o valor mediano.

A planilha orçamentária inclui, além do levantamento de custos para a execução do conjunto de obras de infraestrutura previsto pelo contrato, o detalhamento dos seguintes custos:

- **Canteiro de obras** – Previsão da estrutura de apoio às obras, áreas de estocagem de materiais e equipamentos, área de apoio à segurança do trabalho, vestiários, sanitários e refeitório. Consta desse item o cadastro “*as built*” que será executado por ocasião da conclusão das obras, além dos custos de mobilização e desmobilização da estrutura de apoio;
- **Administração Local** – Custo para ensaios laboratoriais a serem realizados durante a execução da obra.
- **Trabalho Social** – Execução de acompanhamento técnico social da população diretamente atingida pelas intervenções durante a execução das obras, e Avaliação pós-obra;
- **Gerenciamento de Obras** – Execução de acompanhamento técnico de obra e elaboração de detalhamento “*as built*”.

Quanto ao Cronograma Físico e Financeiro, foi previsto um prazo de 24 meses para a execução do conjunto de obras de infraestrutura.

O orçamento final da obra do Projeto Executivo de Drenagem Urbana do Bairro Jardim Primavera é composto por:

- ✓ Anexo III: Quantitativos;
- ✓ Anexo IV: Memória de Cálculo do Orçamento;
- ✓ Anexo V: Planilha Orçamentária;
- ✓ Anexo VIII: Cronograma Físico e Financeiro da Obra.



8. CONCLUSÃO

Este relatório apresenta a caracterização geral da área, expondo informações importantes da área de estudo, tais como as características do sistema de drenagem existente na área de projeto. Dentre as informações expostas na caracterização geral, vale frisar que as informações sobre as condições existentes das tubulações que fazem parte do sistema de drenagem atual foram coletadas a partir de visitas técnicas, análise de cadastro das mesmas, levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral e reuniões com os engenheiros e técnicos da Secretaria de Projetos Especiais.

Para a confecção dos estudos hidrológicos, utilizou-se a metodologia Método Racional. A verificação da capacidade das vias foi realizada a partir do método de Izzard/Manning.

Como as vias apresentam declividades muito elevadas, e a área em estudo possui um alto grau de consolidação urbana, adotou-se tubulações em PEAD dupla face, concreto armado, galerias retangulares, e bocas de lobo combinadas.

Para garantir o funcionamento pleno das tubulações projetadas, as obras deverão seguir as dimensões propostas no projeto hidráulico e deverá ser implementado um programa de limpeza periódica do sistema de drenagem do bairro.



9. REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5681 - NB 501. Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

CONHOLI, A. P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. SUDERHSA – Superintendencia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Manual de Drenagem Urbana - Região Metropolitana de Curitiba. Versão 1.0. Curitiba, 2002.

MIGUEZ, M. G., VERÓL, A. P., REZENDE, O.M. Drenagem Urbana. Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais. São Paulo, 2012.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana. São Paulo, 1995.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Estudo De Viabilidade Ambiental (E.V.A.) Para A Construção Do Reservatório De Amortecimento De Picos De Cheias - Bacia Do Córrego Verde, Pinheiros – São Paulo.

RIGHETTO, A. M. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

**10. DESENHOS E ANEXOS****Relação de Desenhos – Projeto Executivo de Drenagem Urbana**

NOME DO ARQUIVO	DESCRIÇÃO DO TÍTULO	FORMATO	REVISÃO
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-001	PLANTA GERAL – PLANTA BAIXA DO SISTEMA DE DRENAGEM	A0	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-002	PLANTA GERAL – PLANTA BAIXA DE SUB BACIAS	A0	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-003	PLANTA BAIXA – DIVISÃO DAS MICRO BACIAS	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-004	PLANTA E PERFIL – BACIA A – FOLHA 01/05	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-005	PLANTA E PERFIL – BACIA A – FOLHA 02/05	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-006	PLANTA E PERFIL – BACIA A – FOLHA 03/05	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-007	PLANTA E PERFIL – BACIA A – FOLHA 04/05	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-008	PLANTA E PERFIL – BACIA A – FOLHA 05/05	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-009	PLANTA E PERFIL – BACIA B – FOLHA 01/01	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-010	PLANTA E PERFIL – BACIA C – FOLHA 01/01	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-011	PLANTA E PERFIL – BACIA D – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-012	PLANTA E PERFIL – BACIA D – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-013	DETALHES DE ESCAVAÇÃO DE VALA, DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO E REMCOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTO	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-014	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 01/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-015	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 02/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-016	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 03/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-017	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 04/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-018	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 05/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-019	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 06/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-020	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 07/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E	A1	2



NOME DO ARQUIVO	DESCRIÇÃO DO TÍTULO	FOR MAT O	REVI SÃ O
PE-DRE-DE-021	CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 08/12	EXT	
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-022	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 09/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-023	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 10/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-024	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 11/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-025	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO - FOLHA 12/12	A1 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-026	PLANTA DE DETALHES – BOCA DE LEÃO SIMPLES (BLES) FOLHA 01/01	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-027	PLANTA DE DETALHES – BOCA DE LEÃO DUPLA (BLED) FOLHA 01/01	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-028	PLANTA DE DETALHES – BOCA DE LEÃO TRIPLA (BLET) FOLHA 01/01	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-029	PLANTA DE DETALHES – BOCA DE LOBO SIMPLES COMBINADA COM GRELHA DE CONCRETO - FOLHA 01/01	A2 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-030	PLANTA DE DETALHES – BOCA DE LOBO DUPLA COMBINADA COM GRELHA DE CONCRETO – FOLHA 01/01	A2 EXT	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-031	PLANTA DE DETALHES – BOCA DE LEÃO TRIPLA COMBINADA COM GRELHA DE CONCRETO – FOLHA 01/01	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-032	PLANTA DE DETALHES – POÇO DE VISITA TIPO A – FORMA E ARMAÇÃO – FOLHA 01/01	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-033	PLANTA DE DETALHES – POÇO DE VISITA TIPO D – FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-034	PLANTA DE DETALHES – POÇO DE VISITA TIPO D – ARMAÇÃO – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-035	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 7A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-036	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E – PV 7A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-037	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 8A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-038	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E – PV 8A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-039	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 9A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-040	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E – PV 9A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-041	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 10A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-042	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E – PV 10A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-043	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 11A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E	A1	2



NOME DO ARQUIVO	DESCRIÇÃO DO TÍTULO	FOR MAT O	REVI SÃ O
PE-DRE-DE-044	– PV 11A – FOLHA 02/02		
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-045	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 12A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-046	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 12A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-047	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 13A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-048	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 13A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-049	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 14A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-050	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 14A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-051	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 15A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-052	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 15A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-053	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 16A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-054	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 16A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-055	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 17A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-056	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 17A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-057	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 18A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-058	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 18A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-059	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 19A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-060	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 19A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-061	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 20A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-062	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 20A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-063	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 21A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-064	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 21A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-065	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA ESPECIAL TIPO E - PV 22A – PLANTA DE FORMA – FOLHA 01/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-066	DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL TIPO E – PV 22A – FOLHA 02/02	A1	2
DAC-PMPA-JDP-	DISSIPADOR DE ENERGIA – BLOCO DE IMPACTO	A1	2



NOME DO ARQUIVO	DESCRIÇÃO DO TÍTULO	FOR MAT O	REVI SÃO
PE-DRE-DE-067	PLANTA BAIXA E DETALHES – FOLHA 01/03		
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-068	PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO BLOCO DE IMPACTO TIPO PETERKA – FOLHA 02/03	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DRE-DE-069	PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO BLOCO DE IMPACTO TIPO PETERKA – FOLHA 03/03	A1	2
DAC-PMPA-JDP-PE-DMT-DE-070	PLANTA GERAL PLANTA GERAL DO SISTEMA DE DRENAGEM – FOLHA 01/01	A1 EXT	2

Relação de Anexos – Projeto Executivo de Drenagem Urbana

Número	Descrição
ANEXO I	Verificação da Capacidade das Vias
ANEXO II	Dimensionamento Hidrológico e Hidráulico
ANEXO III	Quadro de composição de BDI
ANEXO IV	Memória de Cálculo do Orçamento
ANEXO V	Planilha Orçamentária
ANEXO VI	Composições de Preço
ANEXO VII	Mapa de Cotações
ANEXO VIII	Cronograma Físico e Financeiro da Obra
ANEXO IX	Anotação de Responsabilidade Técnica
ANEXO X	Relatório de Sondagem



**ANEXO I – VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DAS VIAS CONFORME
DECLIVIDADE**



ANEXO II – DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO



ANEXO III – QUADRO DE COMPOSIÇÃO DE BDI



ANEXO IV – MEMÓRIA DE CÁLCULO DO ORÇAMENTO DE OBRA



ANEXO V – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA



ANEXO VI – COMPOSIÇÕES DE PREÇO



ANEXO VII – MAPA DE COTAÇÕES



ANEXO VIII – CRONOGRAMA FÍSICO E FINANCEIRO



ANEXO IX – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



ANEXO X – SONDAGENS GEOTÉCNICAS