



SETOR LIBERDADE

PROJETO BÁSICO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Prefeitura Municipal de Araporã - MG

ARAPORÃ/MG – MARÇO/2018



1. APRESENTAÇÃO

1.1 Introdução

A redução da infiltração natural nos solos urbanos provocados por compactação impermeabilização do solo, pavimentação de ruas e construções de calçadas causam grandes problemas sociais e ambientais. As galerias de água pluviais evitam que o asfalto se deteriore rapidamente quando as águas das chuvas correm sob eles. As galerias também evitam enchentes e inundações em áreas de acúmulo de água nas vias e organizam a vazão até o corpo receptor (córregos, rios e mares).

A falta de drenagem urbana podem levar os municípios a grandes problemas no controle de vetores provocando a ocorrência de endemias como a dengue. Por isso são importantes as políticas públicas do desenvolvimento urbano e principalmente de saneamento.

Sendo assim é apresentado o Projeto Básico de Engenharia de Drenagem do Setor Liberdade, Araporã, Minas Gerais.

As galerias pluviais foram dimensionadas de forma a drenar todo escoamento proveniente de precipitações.

1.2 Objetivo

Especificar elementos necessários para execução de obra de drenagem pluvial Urbana de acordo com normas vigentes da Prefeitura de Araporã e DNER - ES. Procurou-se seguir todos os itens normativos e recomendados para garantir uma obra com durabilidade dentro do esperado.

1.3 Dados do projeto

Projeto:

Projeto de Galeria de Águas Pluviais da região residencial de baixa densidade denominado como *Setor Liberdade*, localizado em Araporã no Estado de Minas Gerais.



2. Projeto de Drenagem

Com o objetivo de captar as águas pluviais provenientes de escoamento superficial, este projeto procurou atender as usuais recomendações, disponíveis na literatura de projetos de Galerias de Águas Pluviais, conforme NBR 15645/2009. Serão apresentadas as metodologias utilizadas, os cálculos, resultados e especificações de serviços.

2.1. Considerações iniciais

O setor em questão será parcialmente pavimentado, sendo assim a extrema necessidade da execução das galerias de águas pluviais, evitando danos e preservando o asfalto a ser executado.

Dois critérios definiram o posicionamento da rede e das bocas de lobo:

- Escoamento superficial respeitando a capacidade hidráulica do meio fio e sarjeta e distância máxima de 100,00m de extensão; e
- Volume de escoamento máximo da boca de lobo.

Com esses critérios foi possível definir o posicionamento da rede, caso houvesse necessidade, das bocas de lobo e da quantidade de bocas de lobo. A área do empreendimento é uma área relativamente grande com pouca quantidade de áreas permeáveis o que proporcionou grande contribuição pluvial, aumentando assim, a vazão a ser transportada, acarretando num projeto de rede com diâmetros até 1000 mm, até o lançamento no corpo hídrico.



2.2. Dimensionamento

Para dimensionamento dos diâmetros e declividade das galerias de águas pluviais foram feitas algumas considerações:

- A velocidade do escoamento nas galerias foi limitada, atendendo às recomendações existentes em mínimo de 0,75m/s, e máximo de 5,00m/s.
- O coeficiente de escoamento adotado foi de 0,70, prevendo futuras mudanças na impermeabilização da bacia de contribuição. O cálculo do coeficiente também pode ser realizado por média ponderada dos coeficientes de escoamento de todo tipo de superfície existente na área do empreendimento, o que resulta em coeficiente de escoamento menor do que o adotado devido à quantidade de áreas permeáveis. Foi adotado este valor para garantir uma margem de segurança satisfatória.

2.3. Equação de chuvas e período de retorno

A equação de chuva utilizada pela maioria dos profissionais da área de drenagem pluvial é mostrada pela Equação 1. Esta equação estimativa a intensidade da chuva em função do tempo de concentração, porém os parâmetros regionais de cada localidade devem ser informados para obtenção de uma estimativa correta. Na cidade de Goiânia existe estudos que definem os parâmetros da Equação 1. Os parâmetros utilizados neste projeto foram os definidos pelo Prof. Alfredo Ribeiro da Costa da Universidade Federal de Goiás para cidade de Pirenópolis.



$$E1. \left(T^c + \frac{B}{T^g} \right) \\ \dot{i} = \frac{B1}{(t+c)^b}, \text{ válida para } 1 \text{ ano} \leq T \leq 8 \text{ anos} \quad (1)$$

onde,

T = período de retorno em anos;

t = tempo de duração em minutos, geralmente utilizado o tempo de concentração;

B1, b, c = parâmetros regionais; e

α , β , g = constantes da equação.

Os parâmetros regionais recomendados para a cidade de Pirenópolis são:

$$B = 0,90482$$

$$C = 20,29$$

$$B1 = 38,9751$$

Para drenagem urbana, muitos autores recomendam período de retorno de 5 anos, Tucci (2004) recomenda que o período de retorno em áreas urbanas esteja de acordo com o adensamento populacional previsto para a região podendo variar de 2 a 25 anos. No empreendimento em questão é previsto baixo adensamento sendo adotado período de retorno de 5 anos.

O tempo de concentração, inicialmente, corresponde ao tempo gasto no percurso da primeira quantidade de água do ponto mais alto da área de projeto até a primeira boca de lobo, a partir daí o tempo de concentração em cada trecho é o tempo inicial acrescido do tempo de percurso no tubo. Foi considerado o tempo de concentração inicial de 5min e os demais foram calculados com o tempo de percurso em cada trecho e acrescidos do tempo de concentração anterior.



2.4. Capacidade da boca de lobo

A capacidade da boca de lobo foi calculada utilizando o método recomendado pelo livro MANUAL DE HIDRÁULICA do autor AZEVEDO NETTO e os fatores de redução recomendados pelo CETESB/1980. A capacidade da boca de lobo foi definida pela Equação 2.

$$Q = 1,71 \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}} \quad (2)$$

onde:

Q= vazão em m³/s

L = comprimento de abertura em m

H = altura da água na sarjeta em m

Considerando o comprimento de abertura de 1,00m e a altura da lâmina d'água na sarjeta de 12 cm, abertura na sarjeta (boca de lobo combinada) foi calculada a capacidade de boca de lobo de 52,34 l/s. Com o fator de redução de 20% para boca de lobo de guia, a capacidade permitida é de 41,87 l/s. Sendo adotada neste projeto a capacidade de 40 l/s.



2.5. Planilha de dimensionamento

A planilha de dimensionamento em anexo, apresenta detalhadamente o cálculo das declividades, velocidades, vazões e diâmetro. O método utilizado foi o proposto por AZEVEDO NETTO no livro MANUAL DE HIDRÁULICA. O dimensionamento dos diâmetros limita-se em no máximo 80% da seção plena, desta forma os tubos escoam a água parcialmente cheios como condutos livres, o que permite melhor controle da velocidade do escoamento interno minimizando problemas futuros.

2.6. Composição do projeto

Está anexo o desenho esquemático de todos os poços de visitas com demais informações relevantes. Estão anexados também os detalhes de poços de visita, boca de lobo, meio fio, sarjeta e o traçado da rede.

2.7. Elementos do projeto

Todos os elementos do projeto de galerias pluviais foram dimensionados e redimensionados conforme NBR 15645/2009 e 8890/2008 e suas finalidades e processo executivo estão descritos nos itens seguintes.

2.7.1. Esgotamento e fim do despejo pluvial

Procurou-se em todo o perfil da rede, acompanhar o declive natural do terreno, dentro dos limites máximo e mínimos, para se evitar erosão ou depósito de materiais e se ter um mínimo em movimento de terra.

Na profundidade foi obedecido o critério de segurança, limitando-se em 1,5 (uma e meia) vezes o diâmetro do tubo para a cota de soleira da mesma.

2.7.2. Cavas

Estas obedecerão ao projeto em todos os seus detalhes, como cotas, declividades, etc.



2.7.3. Reaterro

Depois do tubo assentado fará o aterro com terra de boa qualidade em camadas de 0,40m compactadas, até 0,60m da superfície. A partir daí as camadas devem ser de 0,20m.

2.7.4. Tubos de concreto

Os tubos utilizados serão de concreto, todo em consonância com a norma P.21-B da ABNT.

2.7.5. Poços de visita

Os poços de visita serão executados em alvenaria de tijolos maciços, assentados em argamassa de cimento e areia no traço de 1:4, e revestidos internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

Em casos específicos deverão ser executados poços de visita em concreto armado.

2.7.6. Bocas de lobo

Serão construídos em alvenaria nos pontos considerados baixos, junto ao meio-fio.

2.7.7. Ramais

Serão em tubos de concreto com diâmetro de 60cm para bocas de lobo simples, dupla e tripla.

2.7.8. Canaletas de captação

As canaletas serão construídas, moldadas no local, em concreto.

2.7.9. Meio-fio

Será de acordo com detalhamento anexo, pré-moldado, ou moldado no local.

2.8 Sarjetas

Em concreto moldado no local com as dimensões mínimas de 0,10 x 0,30 m.



2.9 Escoramento

Quando, em virtude da profundidade ou pouca coesão do solo, ocorrer perigo de desabamentos, poderá ser autorizada a execução do escoramento.

2.10 Caixas de passagem

Em alvenaria de tijolo maciço, usadas quando a declividade do greide na via for acentuada.

2.10.1. Tampão de PV

Será executado em tampa em concreto armado, serve para vedar o poço de visita, conforme projeto anexo.

2.10.2. Chaminé

Terá seção cilíndrica, construído em alvenaria de tijolo comum.

2.10.3. Drenos

Serão manilhas de Barro Vibrado, tubo de concreto ou PVC - Ø = 6" ou 8", perfurados.

2.10.4. Estrutura de lançamento

São usadas no final da rede coletora principal às margens do córrego. Servem para dissipar a energia das águas antes de direcioná-las ao córrego. Este projeto propõe a execução de estruturas de dissipação em gabião.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DRENAGEM

Apresentamos a seguir as normas complementares para galerias pluviais.

3.1. Escavação

As escavações das valas para assentamento dos tubos de concreto e o preparo do local de montagem do tubo serão executados mecanicamente ou manualmente de acordo com a conveniência do cronograma físico da obra. As escavações deverão ser conforme as dimensões e greides fixados no projeto deverão atingir a profundidade de projeto menos vinte centímetros, ($h=20\text{cm}$), isto para que possa fazer o acerto final dos 20cm do fundo da vala, manualmente, de modo que o mesmo fique conformado para apoiar o tubo.

Quando em virtude da profundidade ou pouca coesão do solo ocorrer perigo de desabamento dos taludes verticais, a fiscalização poderá optar pelas seguintes soluções: inclinação dos taludes, escavação em bancadas e escoramento com madeira.

Quando ocorrer afloramento de lençol freático, a fiscalização poderá autorizar o bombeamento da água aflorada.

Os materiais inadequados, tais como: argila orgânica, turfas, areia fofa, argila muito plástica e saturada a 100%, deverão ser removidas na largura e profundidade indicadas pela fiscalização, por escrito em caso concreto. Para que os tubos de concreto estejam protegidos dentro das valas, estabeleceu-se um critério para mínima profundidade e largura: sendo para a profundidade que tenha $h=1,50 \text{ } \varnothing \text{ ext. do tubo}$ (duas vezes e meia do diâmetro extremo ou tubo), e para a largura de fundo da vala $L_g=1,50 \text{ } \varnothing \text{ do diâmetro ext. do tubo}$ (uma vez e meia o diâmetro extremo do tubo).

Na escavação de valas para qualquer tipo de tubo, estabeleceu-se que os taludes verticais tenham a inclinação de 3:1.

Após o acerto final do fundo da vala, deverá ser executado o apiloamento com soquete manual, de modo que o terreno assim compactado não sofra recalques, quando se fizer o reaterro sobre o tubo assentado.

3.2. Tubos de concreto

Os tubos utilizados no projeto serão de concreto simples ou armado tudo em consonância com a norma P-21-B da ABNT (NBR 8890/2008) e padronizado pelo DNER.

Os tubos deverão ser tipo macho e fêmea, e deverão obedecer a exigência EB-227 e NP-228 da ABNT.

As armaduras obedecerão ao item 4.3. da especificação DNER-ES-OA-31-71.

Os tubos de Ø 40cm, serão de concreto vibrado ou prensado, macho e fêmea, sem armação e o traço obedecendo as normas da ABNT. Os tubos de Ø 60cm a 100cm, serão de concreto vibrado e armado com tela padrão, tipo macho e fêmea, e o traço de concreto obedecendo as normas da ABNT.

Quando necessário será usado armação dupla para os tubos de Ø 60cm, obedecendo especificações do DNER.

O assentamento dos tubos poderá ser feito manual ou mecanicamente de acordo com a orientação da fiscalização e devem obedecer rigorosamente os greides projetados e de acordo com as dimensões indicadas.

O rejuntamento deve ser feito com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

As juntas internamente serão preenchidas com argamassa de cimento e areia 1:3 cuidadosamente desempenados de modo a se evitar as rugosidades que altere o regime de escoamento das águas.

As juntas na parte externa serão tomadas com um cordão de argamassa de cimento e areia e a seção de formato semicírculo, no caso de luvas e argamassa terá seção triangular equilátera.

Não serão aceitos tubos trincados ou danificados durante a descida ou que apresente qualquer defeito construtivo aparente.

3.3. Poços de Visita

Os poços de visita serão construídos em alvenaria de tijolo maciço, assentados em argamassa de cimento e areia no traço 1:4 e revestidos internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, terão a laje de fundo constituída em concreto armado assentadas sobre lastro de brita nº 3.

A tampa será em concreto armado, deverá ter um furo excêntrico de diâmetro 60cm para o acesso de um homem executar a limpeza e manutenção do poço de visita e de rede pluvial.

Quando houver necessidade, a critério da fiscalização, será projetado poços de visita de concreto armado.

Os poços de visita terão o seguinte formato:

a) quadrados para redes de Ø80cm , 100cm e 120cm.

Os poços de visitas serão colocados em cada cruzamento de vias, onde haja mudança de diâmetro, mudança de declividade ou de características de condutor e nas mudanças de direção das redes. A distância de um poço ao outro nunca deve ultrapassar 100,00 m (cem metros), a não ser em casos especiais definidos em projeto ou pela fiscalização.

Os poços de visita terão altura mínima de 150cm e as chaminés altura mínima de 180cm. Nos lançamentos em que a rede passa em áreas de preservação, os poços de visita poderão ter alturas inferiores, podendo em alguns casos haver afloramento do tubo.

A chaminé sobre o poço de visita deverá ir até o nível superior da base do pavimento, sendo vedado com tampão de concreto padrão. A espessura das paredes deverá obedecer ao projeto padrão DNER.

Segue abaixo as etapas de execução do Poço de visita:

- Câmara dos Poços de Visita;
- Compactação da superfície resultante da escavação das valas da rede coletora, no local de

instalação do povo de visita;

- Instalação das fôrmas das paredes da câmara, e dos tubos da rede coletora e/ou conexão à boca-de-lobo;

- Concretagem do fundo, sucedida da concretagem das paredes da caixa, com a consequente vibração do concreto;

- Retirada das fôrmas das paredes;

- Instalações das fôrmas e armaduras da tampa, e concretagem “in loco”;

- Retirada das fôrmas da tampa, através do orifício da chaminé;

- Chaminé dos Poços de Visita.

3.4. Bocas de Lobo

As bocas-de-lobo serão construídas nas calçadas contíguas as sarjetas, próximas aos cruzamentos, no meio dos quarteirões e em pontos baixos estratégicos com relação à coleta de água pluvial que escoar pela sarjeta, e que deverá ser mostrada nos projetos.

Sua colocação será à montante dos poços de visita. Junto à boca-de-lobo, será feito um rebaixamento, com declividade de 5% na sarjeta para forçar a penetração da água em seu interior.

A boca-de-lobo será construída em alvenaria de tijolo maciço assentado com argamassa de cimento e areia 1:4 e alisado à feltro. A boca-de-lobo terá tampa em concreto armado e a viga de boca-de-lobo padrão, junto à sarjeta. As dimensões da boca-de-lobo, tampa de boca-de-lobo e vigas de boca-de-lobo, serão usadas de acordo com o especificado em projeto.

Segue abaixo as etapas executivas:

- Escavação e remoção do material existente, de forma a comportar a boca-de-lobo prevista;

- Compactação da superfície resultante no fundo da escavação, e execução de base de concreto simples com 10cm de espessura;

- Execução das paredes em alvenaria de tijolos, assentados com argamassa cimento-areia, traço 1:3, conectando a boca-de-lobo à rede condutora e ajustando o(s) tubo(s) de entrada e/ou saída à alvenaria executada, através de rejunte com a mesma argamassa;

- Execução da cinta superior em concreto simples e revestimento das paredes internas com argamassa cimento-areia, traço 1:3;

- Instalação do meio-fio;

- Instalação da tampa pré-moldada de concreto armado.

3.5. Ramais

Ramais são redes coletoras que saem das bocas-de-lobo e vão até os poços de visita, de diâmetro mínimo de 60cm.

Os ramais são de tubos de concreto sem armação ou, quando houver necessidade, armados com tela, a critério da fiscalização. A declividade mínima é de 1% (um por cento) e deverá obedecer as normas da ABNT.

3.6. Escoramento

Onde houver necessidade de escoramento, estes serão escoramento descontínuo, com espaçamento de 2,00 m entre os pranchões, inclusive retirada do material, considerando-se 5 utilizações, isto a critério da fiscalização mediante ordem de serviço.

3.7. Reaterro

Após o assentamento completo dos tubos, procede-se seu envolvimento com aterros em camadas horizontais de no máximo 50 cm de espessura, compactados até se obter massa específica aparente seca, não inferior a 95% obtida no ensaio DNER-ME-47-64, formando camadas laterais e prosseguindo até uma altura não inferior à 50 cm da geratriz mais elevada da tubulação, daí em

diante onde a largura for superior a 01 metro, a compactação será feita com equipamento mecânico, de preferência usando-se rolo pé-de-carneiro, no teor de 100% do proctor normal, sendo esta compactação controlada por laboratório.

3.8. Tampão

Para vedação da chaminé de inspeção dos poços de visita, usar-se-á tampão de concreto conforme detalhamento anexo, os mesmos são chumbados na chaminé.

3.9. Chaminé

Será de forma cilíndrica construídos em alvenaria de tijolo comum assentes em argamassa de cimento e areia 1:3, nas chaminés são chumbados estribos que servirão de escada de marinho para se dar acesso a inspeção dos poços de visita. Segue abaixo as etapas executivas:

- Execução do corpo da chaminé, em alvenaria de tijolos, após a cura do concreto da câmara do poço de visita. Utilizar no assentamento argamassa cimento-areia traço 1:3;
- Execução da escada interna tipo “marinho” com aço CA-25 de 16 mm, dobrado e chumbada no corpo da chaminé;
- Pré-moldagem da laje de redução em concreto armado, e instalação da mesma no topo da chaminé;
- Complementação do colarinho da chaminé com alvenaria de tijolos encimada por concreto simples, este já ajustado para receber o caixilho do tampão.
- Execução do revestimento interno da chaminé com argamassa cimento-areia, 1:3;
- Instalação do tampão de acesso;

3.10. Estrutura de lançamento

As estruturas de lançamentos são implantadas no final da rede coletora principal, às margens dos córregos ou fundo do vale. Serão em gabião, e obedecerão ao detalhamento anexo.

A estrutura de lançamento deverá possuir dissipador de energia, este elemento servirá para proteger a tubulação e impedir a erosão.

3.11. Redes de águas pluviais

Serão colocadas no eixo das vias, aproveitando as características da topografia. O número de redes receptoras será de tal maneira que constitui solução econômica, tanto na escolha do diâmetro da tubulação como na facilidade de construção desta. Segue abaixo as etapas executivas:

- Escavação das valas com as declividades e profundidades previstas no projeto;
- Compactação do fundo das valas com soquetes manuais ou mecânicos;
- Instalação dos tubos, conectando-se às bocas-de-lobo, caixas de ligação e passagem, poços de visitas ou saídas de concreto;
- Rejuntamento dos tubos com argamassa cimento-areia, traço 1:3;
- Execução do reaterro, preferencialmente com o próprio material escavado, desde que este seja de boa qualidade. Caso não seja, importar material selecionado. A compactação do reaterro deverá ser executada em camadas individuais de no máximo 15 cm de espessura, por meio de “sapos mecânicos”, placas vibratórias ou soquetes mecânicos. Especial atenção deverá ser dada na compactação junto às paredes do tubo. O reaterro deverá prosseguir até se atingir uma espessura de o mínimo 50cm acima da geratriz superior externa dos tubos.

O controle geométrico consistirá em conferência por processos topográficos correntes dos alinhamentos, declividades e dimensões transversais das valas executadas. E também na verificação das medidas externas das bocas-de-lobo, caixas de ligação e passagem e poços de visita executados.

O controle tecnológico dos tubos empregados deverá atender ao prescrito na NBR 9794 da ABNT – “Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais”. Em princípio, serão executados apenas ensaios à compressão diametral, atendendo ao definido na NBR 9795 da ABNT, formando-se amostras de 2 peças para cada lote de no máximo 100 tubos de cada diâmetro

utilizado. Ensaios de permeabilidade e absorção somente serão exigidos se existirem quanto às características dos tubos utilizados.

O controle tecnológico do concreto empregado nas bocas-de-lobo, caixas de ligação e passagem, poços de visita e berços será realizado pelo rompimento de corpos de prova à compressão simples, aos 7 dias de idade, de acordo com o prescrito na NBR 6118 da ABNT para controle assistemático. Para tal, deverá ser estabelecida, previamente, a relação experimental entre as resistências à compressão simples aos 28 e aos 7 dias.

Os tijolos empregados na confecção de bocas-de-lobo e chaminés de poços de visita serão submetidos ao ensaio à compressão definida na NBR-6460, formando-se amostras duplas conforme o previsto na NBR 7170. O serviço será aceito caso as considerações abaixo sejam atendidas.

- O acabamento seja julgado satisfatório e as características geométricas previstas tenham sido obedecidas, não sendo aceitas diferenças superiores a 10%, para medidas isoladas;

- A resistência à compressão simples estimada para os concretos (f_{ck}) est., determinada segundo o prescrito na NBR 6118 para controle assistemático, seja superior à resistência característica especificada;

- A resistência à compressão diametral dos tubos obtida nos ensaios efetuados seja superior aos valores mínimos especificados na NBR 9794, para a classe e diâmetro de tubo considerado, e

- A resistência à compressão mínima dos tijolos, verificada conforme a NBR 6460, seja superior a 4MPa.



4. QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO

As memórias de cálculo para obtenção dos quantitativos para a realização de todos os serviços propostos neste projeto e o orçamento obtido para a realização das obras foram apresentados no início do processo. Os preços unitários adotados são provenientes da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índice da Construção).

O orçamento para a realização dos serviços foi apresentado no início do processo.