

PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE GALERIAS DE DRENAGEM URBANANA MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ- MG E CIDADES LIMITROFES, CONSIDERANDO AS VARIAÇÕES DE DECLIVIDADE E USO E OCUPAÇÃO DE SOLO

Brendon Gabriel da Silva¹, Leopoldo Uberto Ribeiro Junior²

1-Aluno de graduação do curso de Engenharia civil, no Centro Universitário de Itajubá – FEPI, brendoon.g.silva@hotmail.com

2-Professor de graduação no Centro Universitário de Itajubá- FEPI, leopoldo_junior@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho explana sobre uma das vertentes do saneamento de grande importância, que é a drenagem urbana que tem papel fundamental no combate a inundações e proliferação de doenças. O dimensionamento adequado depende de diversas fatores, desde o estudo da área de contribuição, declividade do terreno, coeficiente de escoamento superficial, precipitação da região estudada dentre outros fatores hidrológicos. Sendo um ramo da engenharia desprovida de normas técnicas devido as particularidades do tema, sua implementação fica a critério do projetista. Sendo assim, este trabalho, se propôs a dimensionar as galerias de águas pluviais para cidade de Itajubá e entorno, considerando a precipitação média da região afim de dimensionar a vazão de projeto, considerando variações de uso e ocupação do solo, considerando as diretrizes do plano diretor que aceitam ocupação em áreas com declividade entre 1 a 30%. Para correto dimensionamento foram estabelecidos limites de variação de velocidade de escoamento entre 0,7 e 5 m/s. Deste modo foi possível notar a variedade de fatores que interferem diretamente no dimensionamento de uma galeria de água pluvial, como variações na declividade que quando for 15% o sistema se aplica para áreas de 0,8 hectare, já quando a é declividade de 30% só se aplica a 0,4 hectare, mostrando a importância da declividade no sistema, e sua relação direta com a área de drenagem , logo cabe ao projetista buscar soluções viáveis para solucionar os problemas no sistema de drenagem quando necessário.

Palavras-chave: Saneamento; Drenagem Urbana.

PROPOSAL FOR IMPLEMENTATION OF IMPORTS OF URBAN DRAINAGE GALLERIES OF ITAJUBÁ-MG AND LIMITING CITIES, CONSIDERING THE VARIATIONS OF DECLIVITY AND USE AND OCCUPATION OF SOIL

ABSTRACT

This work explores one of the aspects of sanitation of great importance, which is the urban drainage that plays a fundamental role in the fight against floods and the proliferation of diseases. Adequate sizing depends on several factors, from the study of the area of contribution, slope of the terrain, coefficient of surface runoff, precipitation of the studied region among other hydrological factors. Being a branch of engineering devoid of technical norms due to the particularities of the theme, its implementation is at the discretion of the designer. Therefore, this work has proposed to scale the galleries of rainwater to the city of Itajubá and surroundings, considering the average precipitation of the region in order to size the project flow, considering variations of land use and occupation, considering the guidelines of the plan director who accept occupation in areas with declivity between 1 to 30%. For correct sizing, flow velocity variation limits between 0.7 and 5 m / s were established. In this way it was possible to notice the variety of factors that directly interfere in the design of a gallery of rainwater, such as variations in slope that when 15% the system applies to areas of 0.8 hectare, when the slope is 30% only applies to 0.4 hectare, showing the importance of slope in the system, and its direct relationship with the drainage area, it is then up to the designer to seek viable solutions to solve the problems in the drainage system when necessary.

Keywords: Sanitation; Urban Drainage.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas com saneamento básico vêm se agravando, e ganhando destaque cada vez mais em cenário nacional, de acordo Oliveira (2019), o país fornece saneamento básico para menos da metade da população aproximadamente 43%, desta parcela pouco mais de 10% é atendida na região norte, enquanto na região Sudeste mais de 80% tem acesso ao saneamento, hoje cerca 100 milhões de pessoas não possuem coleta de esgoto, e onde existe coleta mais da metade é descartada diretamente nos rios e vales, sem passar por qualquer tratamento.

Para Requião (2019) a incapacidade de atender o plano de universalização o país passa por uma disputa política sobre a privatização dos serviços de saneamento, afim de deixar aberto ao

livre mercado para que empresas privadas possam vir a prestar esse serviço, porém, as opiniões são distintas, e enquanto não se resolve, quem perde é o país que cada vez mais fica para trás em prestação de serviços básicos, deixando o de atender a população que é quem mais precisa.

Um grande problema causado pela falta de saneamento mais especificamente falta de sistema adequado de drenagem urbana, são as inundações que causam prejuízos para população e para a cidade, e causam a proliferação de doenças como a leptospirose, cólera dentre outras (PRADO FILHO, 2019). Ainda de acordo com o autor um sistema dimensionado adequadamente consegue mitigar a vazão provinda da chuva evitando inundações.

De acordo com G1 em março de 2019 as águas se acumularam nos bairros Santo Antônio, avenida e Medicina, este que sempre sofre com inundações nos períodos de chuva, ainda segundo notícia o ribeirão que corta a cidade acabou transbordando, e uma casa no bairro Santa Luzia chegou a desabar, apesar do incidente ninguém se feriu.

Apesar de ser de extrema importância, os sistemas de drenagem urbana sofrem consequências diretas desde projeto, instalação e uso, que resultam na sua ineficiência, muito devido aumento populacional, e crescimento desordenado não respeitando o uso ocupação do solo, alterando o seu coeficiente de permeabilidade sobrecarregando o sistema de drenagem (PINTO, 2017).

Para Oliveira e Akabassi (2016) uma maneira de utilizar as águas pluviais captadas pelo sistema de drenagem, é utilizar em serviços que não exigem potabilidade e tratamento da água, como limpeza de ruas e praças públicas e rega de áreas verdes das cidades, este se mostrou capaz de ser uma possível alternativa, afim de diminuir os impactos causados pela chuva, seja em Vitória ES, cidade analisada ou qualquer outra cidade.

Portanto, a drenagem urbana é o conjunto de medidas que tem objetivo de escoar a água captada da chuva, afim de garantir segurança as pessoas e garantir o acesso em vias públicas, o sistema basicamente é constituído por sarjetas, bocas de lobo e galerias, que captam e transportam as águas pluviais para um reservatório natural como rios, córregos e lagos. (Padro Filho, 2019). Conforme Figura 1.

Figura 1 – Exemplo de sistema de microdrenagem.

Figure 1 - Example of microdrain system.

Para Pinto (2017) a sarjeta é um dos elementos mais comuns e de grande importância no sistema de drenagem, sua capacidade é dimensionada de acordo com a vazão de projeto a

fim de garantir o escoamento total, ainda deve-se levar em consideração a declividade afim de ter melhor aproveitamento e evitar alagamentos.

Para Botelho (2011), a boca de lobo capta horizontalmente a água escoada da sarjeta, instalada na guia de meio fio, porém outro modo é por meio de uma caixa com grelha de ferro que fica sobre o leito da via, a grelha pode reter resíduos sólidos que possam vir a atrapalhar o funcionamento da boca de lobo e tubulação de galerias, e uns dos aspectos gerais da boca de lobo é sua capacidade de engolimento que varia entre 40 e 60 l/s.

De acordo com o autor Tomaz (2013) é comum adotar para fator de cálculo na hora do dimensionamento, bocas de lobo simples com capacidade de aproximadamente 50 l/s.

As galerias têm o objetivo captar toda água coletada pelas sarjeta e bocas de lobo e escoar até um reservatório ou canal a céu aberto; suas dimensões variam de 300 a 600 mm usuais, lembrando que é devidamente calculada em projeto para obter sua eficiência (BOTELHO, 2011), figura 2.

Figura 2 – Exemplo de galeria.

Figure 2 - Gallery example.

Ainda de acordo com autor, quando seção circular a mesma pode trabalhar no intervalo de velocidade entre 0,7 e 5 m/s para evitar a corrosão precoce na galeria.

Segundo Tomaz (2013), deve-se considerar como declividade mínima para dimensionamento da galeria 0,5% e a relação de preenchimento (y/d) do conduto de 0,8. Ele ainda recomenda que a velocidade de escoamento fique entre 0,6 m/s e 5 m/s, afim de preservar a vida útil da tubulação.

A ideia de Azevedo Neto (1973), é de considerar a altura da lâmina de água na galeria de 0,9 (y/d), e o intervalo de velocidade de 0,75 m/s até 5 m/s para melhor funcionamento e preservação da rede.

É indicado que a declividade da galeria seja a mesma da via, otimizando o tempo de obra e economizando quanto a escavação, e deve-se considerar uma velocidade mínima de 0,75 m/s e a máxima de 3,5 m/s para evitar a corrosão excessiva da mesma (WILKEN 1978).

De acordo com Moraes (2015), os sistemas de drenagem urbana no Município de Santo André devem seguir as seguintes diretrizes para dimensionamento das galerias de águas pluviais:

- Velocidade entre 0,75 m/s e 5 m/s;
- Redes principais das galerias tubulação de no mínimo 600 mm;
- Seção circular considerar “y/d” de até 0,94;
- Seção retangular deve ter altura livre mínima de 0,1H.

Para Santos (2017), a ausência de galerias para escoamento das águas pluviais causam danos significativos, uma vez que único modo de solucionar os problemas seria a criação de uma infraestrutura de drenagem por parte do setor público.

De acordo com Paulo e Cordeiro (2014), o maior problema no dimensionamento de um sistema de drenagem é a falta de normatização, pois é difícil determinar um padrão para os dispositivos uma vez que o mesmo varia de acordo com a necessidade e diretrizes da região estudada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolvimento da pesquisa a região para estudo, foi determinada considerado constantes falhas no sistema de drenagem, no município de Itajubá – MG, afim de expandir e determinar a área de estudo. Conforme ilustra Figura 3.

Figura 3 – Mapa de Itajubá.

Figure 3 – Map of Itajubá.

Segundo G1, em fevereiro de 2018, foi registrado diversos pontos de alagamento na cidade, dentre eles, destaque para os bairros, avenida e medicina, que constantemente sofrem com alagamentos, neste caso a intensidade de chuva no mês não passou da metade prevista de 200 mm/h, entretanto mesmo com chuvas menores, é constante o registro de alagamentos na região.

Um dos pontos mais importantes na escolha da cidade de Itajubá foi a condição da mesma possuir plano diretor municipal, regendo normas quanto ao uso ocupação de solo, como Art.87 – Item VII que não permite construções em áreas com declividade superior a 30%, esses são fatores influenciam diretamente no dimensionamento, por tanto será considerado as diretrizes vigentes como fator limitante.

Para determinar a intensidade da precipitação é dada a relação entre o tempo que ocorre o evento, a frequência com que este evento ocorre e com outros parâmetros obtidos através de programas ou postos pluviométricos (BENITES *et al.*, 2017).

O Cálculo da intensidade de chuva é feito através da equação (1).

$$i = \frac{K * T^a}{(t+b)^c} \quad \text{Eq (1).}$$

K, a, b,c = Parâmetros relativos ao regime pluviométrico local;

T = Período de recorrência (anos);

t = Duração da precipitação (min).

Com intuito de se estabelecer a precipitação média na região, utilizando a equação (1), calculou-se as precipitações para o tempo de retorno de 10 anos, considerando a duração da precipitação em 10 minutos. Sendo que a duração da precipitação nada mais é do que o tempo gasto pela água durante o percurso de montante a jusante, variando entre 3 a 20 minutos (AZEVEDO NETO, 1973).

Encontrado a média das precipitações das cidades e foi conferido a média +/- 2 vezes o desvio padrão e verificado os valores que estariam dentro do intervalo afim de garantir veracidade aos dados levantados, uma vez que estatisticamente desse modo a amostra tem aproximadamente 70% de confiabilidade (PAES, 2008). Entretanto os valores que excedessem o intervalo estabelecido com o desvio padrão, seriam retirados, logo a princípio mais da metade dos dados estariam fora do intervalo, por esta razão optou-se por usar mais/- 2 vezes o desvio.

Para se determinar a vazão de projeto de acordo com Tucci (2016), o método racional pode ser aplicado para áreas onde se estabelecem pequenos e médios empreendimentos, considerando essa área de até 200 Hectares.

Como visto, o método racional pode ser aplicado em diversos cenários uma vez que para áreas menores a sua vazão será mais precisa e confiável. Deste modo a vazão de projeto é determinada através da equação (2).

$$Q = \frac{C * i * A}{360} \quad \text{Eq (2).}$$

Q = Vazão de projeto (m³/s);

C = Coeficiente de escoamento superficial da bacia (adimensional);

i = Intensidade da chuva de projeto (mm/h);

A = Área da bacia que contribui para seção (ha).

Onde segundo Menezes Filho e da Costa (2012), o coeficiente de deflúvio é dado pela relação entre o volume escoado superficialmente e o volume de água precipitado, sendo que seu valor é menor para áreas rurais que ainda não sofreram com a urbanização desenfreada, seus valores são apresentados conforme Tabela 1.

Tabela 1 –Coeficiente de escoamento superficial “C”.

Table 1 - Surface flow coefficient "C".

Logo, através da equação (2), foi possível determinar várias vazões de projeto (Q), considerando intervalo de área de drenagem de 0,1 a 1 hectare, uma vez que é pouco usual sistemas de drenagem para áreas maiores do que 1 hectare devido sua complexidade e extensão. E ainda foi considerando os valores do coeficiente de escoamento de 0,7, pois é o valor médio usado nos dimensionamentos da região.

Para o dimensionamento das galerias é necessário obter a relação entre a vazão de projeto e da raiz da declividade, portanto para esses cálculos foi considerado o intervalo de declividade de 1% a 30%, respeitando as diretrizes do Plano Diretor Municipal de Itajubá.

No processo de escolha do diâmetro foi estabelecido como fatores limitantes a relação da lâmina d'água (y/d) em 0,75, e intervalo de velocidade entre 0,7 e 5 m/s; portanto quando esses fatores não são atendidos, deve-se fazer o ajuste do diâmetro alterando para o imediatamente maior e conferir novamente se este atende as premissas.

Assim, a determinação do diâmetro de uma galeria, conferindo seus parâmetros, fica exemplificado na Figura 4.

Figura 4 – Metodologia para determinação de galeria de água pluvial.

Figure 4 - Methodology for determination of gallery of rainwater.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro passo foi obter os dados pluviométricos das cidades em estudo, portanto foi calculado utilizando a equação 1 a precipitação das cidades, logo, foi colhida a média entre elas, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Coeficientes pluviométricos das cidades e média.

Table 2 - Rainfall coefficients of cities and average.

Assim com os dados da intensidade de chuva e considerando os parâmetros já pré-estabelecidos, determinou-se a vazão de projeto utilizando a equação 2 para situações propostas, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Vazão de projeto para região.

Table 3 - Project flow for region.

Na vazão de projeto já é perceptível, a diversidade de fatores que influenciam o cálculo da galeria, uma vez que é dependente da vazão de projeto, que por sua vez possui variáveis que cabem cuidados do projetista na hora de seu dimensionamento, como atentar-se ao coeficiente de escoamento da região estudada, e analisar corretamente a intensidade de chuva da região, uma vez que esses fatores combinados, tem influência gritante no cálculo da vazão.

Determinado a vazão de projeto, o próximo passo é encontrar a relação entre a vazão de projeto e a raiz da declividade, pois somente através desta relação é possível fazer o dimensionamento dos diâmetros. Portanto, seguindo as premissas deste trabalho quanto a variação de declividade, e coeficiente de escoamento superficial, foi determinado com base nas relações os diâmetros convencionais para cada situação conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 – Gráfico de diâmetro das galerias para áreas de 0,1 a 1,0 Ha.

Figure 5 - Graph of the diameter of the galleries for areas from 0,1 to 1,0 Ha

Os diâmetros encontrados mostram a variação que a tubulação pode sofrer de acordo com a alteração de declividade, porém nesta etapa, não foi considerado o intervalo de velocidade como critério de escolha, afim de mostrar a importância deste fator no dimensionamento da galeria. Logo, uma vez considerado o intervalo tem-se algumas mudanças conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 – Gráfico de diâmetro das galerias para áreas de 0,1 a 1,0 Ha.

Figure 6 - Graph of the diameter of the galleries for areas from 0,1 to 1,0 Ha

O gráfico atenta aos cuidados na hora de projetar o sistema de drenagem de determinada região, pois como sabemos o plano diretor vigente na região, permite a ocupação do solo em áreas com até 30% de declividade natural, entretanto nota-se, que para essa declividade natural devemos tomar cuidado na hora de dimensionar o sistema pois para áreas superiores a 0,4 hectare, o sistema convencional se mostra ineficiente uma vez que para atender aos critérios de

velocidade a galeria adequada seria maior que 2 m , o que para qualquer região se torna infactível, cabendo ao projetista pensar em possíveis soluções para este problema.

Entretanto a partir do gráfico pode-se analisar o possível diâmetro mínimo para tubulação principal baseando-se na premissa de que não será feito movimentações de terra afim de aliviar a declividade. Considerando essas premissas, não usará diâmetros inferiores ao estabelecido, pois pode acarretar em problemas futuros, como deterioração do material e possíveis inundações quando não respeitado as considerações mínimas.

Ainda é possível analisar com base gráfico que quando considerado “C” = 0,7 uma solução para áreas onde o sistema convencional não se aplica, é a divisão da área de drenagem em sub-áreas de forma que essas por sua vez se aplicam o sistema convencional, dessa forma pode-se fazer algumas considerações quanto ao dimensionamento conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Recomendações para dimensionamento de galerias de águas pluviais.

Table 1 - Recommendations for designing rainwater galleries.

O quadro sugere algumas diretrizes que possam vir a auxiliar os projetistas na região, o mesmo mostra que declividades mais baixas de até 15%, podemos trabalhar com até 80% de 1 hectare, ou seja quase com sua totalidade. Porém conforme altera-se a declividade o cenário vai mudando e chega até a 30% de 1 hectare, evidenciando o tamanho da influência da declividade na escolha do diâmetro, sendo que a mesma se relaciona diretamente com a velocidade. Uma solução para escolha dos diâmetros nesse caso seria adequar a declividade, uma vez que a mesma interfere diretamente no dimensionamento, entretanto movimentações de terra envolve diversos fatores ambientais e econômicos que acarretam no encarecimento da obra tornando uma solução pouco utilizada por projetistas e empreendedores.

As soluções são diversas e fica a critério do projetista avaliar de acordo com cenário qual melhor solução, desde alteração nos diâmetros, ou alterar a declividade, ou ainda seguir por outra linha de raciocínio afim de estabelecer sistemas que combatam a vazão de projeto em paralelo ao sistema de drenagem. Como a criação de reservatórios de retenção, que tem a finalidade de amortecer as vazões nos períodos de cheias (BENITES et. Al, 2017).

Outra possível solução segundo Basso *et al.* (2018) é a construção de estacionamentos “permeáveis” e canais abertos com vegetação, sempre visando dar maior permeabilidade ao solo afim de reduzir a vazão que vai para as bocas de lobo e galerias.

4. CONCLUSÃO

O trabalho apresentou diversos fatores que influenciam no dimensionamento dos dispositivos de drenagem urbana, como determinar a vazão de projeto da região, pois o mesmo é um ponto de extrema influencia no dimensionamento das galerias uma vez que para levantamento da vazão deve-se considerar o coeficiente de escoamento de acordo com uso e ocupação do solo, pois quando não considerada, o sistema pode vir a falhar e conseqüentemente deteriorar antes mesmo da sua vida útil.

Outro fator relevante é a avaliação que deve ser feita quanto a declividade do terreno que segundo plano diretor permite ocupação até em lugares com declividade de 30%, entretanto é possível perceber que o sistema convencional em grande parte não atende a altas declividades. Logo é um fator que cabe atenção maior do projetista pois este é um parâmetro que influencia diretamente no dimensionamento, porém movimentações de terra para ajustar a declividade pode vir a encarecer muito a obra e torna lá infactível. A declividade ainda está ligada diretamente à velocidade, fator que determina a vida útil da galeria, portanto é necessário estabelecer e respeitar intervalos de velocidade afim de garantir funcionalidade e durabilidade do sistema.

A Junção desses fatores nos leva a analisar friamente a área de drenagem que será trabalhada, pois fica nítido que ela depende dos fatores citados anteriormente e a mesma pode influenciar na escolha direta do sistema de drenagem a ser utilizado. Entretanto concluímos que a divisão em sub-áreas pode ser uma alternativa viável para atender locais com alta declividade, pois conforme decresce a área de drenagem, aumenta a chance de ser utilizado o sistema convencional.

Porém existe outras soluções que são utilizadas e vem ganhando força por ser soluções que auxiliam o sistema de drenagem como estacionamentos permeáveis, telhados verdes, reservatórios de detenção, entre outros, todos com intuito de diminuir a quantidade de chuva a escoar na via, aliviando o sistema de drenagem. Logo cabe aos órgãos públicos incentivar esses tipos de solução através de programas de incentivo e ainda fazer manutenção periódica do sistema e criar diretrizes e programas de conscientização da população afim de deixa lá a par de seus deveres com cidadão em preservar o sistema, não jogando lixos em sarjetas e bocas de lobo, conciliando medidas estruturais e não estruturais afim de garantir eficiência dos sistemas quando solicitados.

5. BIBLIOGRAFIA

AKABASSI, L.; OLIVEIRA, S. S. L. Técnicas de aproveitamento de água pluvial. **Hydro**, Aranda Editora, Anexo X, nº113, março de 2016.

AZEVEDO NETTO, M. J. ALVAREZ, A. G. **Manual de hidráulica 6.edição revista e complementada**. São Paulo, Edgard Blücher, 1973, 1977 reimpressão.

BENITES, I. M. *et al.* Análise do Sistema de Drenagem Urbana: Estudo de caso das Galerias de Águas Pluviais da intersecção da Rua Governador Nei Braga com a Avenida Brasil na cidade de Umuarama – PR. **XVII Safety, Health and Environment World Congress**, July 09-12, 2017, Vila Real, PORTUGAL. Ponto de visita disponível em :< <http://www.copec.eu/shewc2017/proc/works/32.pdf> >. Acesso mar, 2018.

BOTELHO, C. H. M. **Águas pluviais engenharia das aguas pluviais nas cidades 3ª edição revista e sensivelmente ampliada**. São Paulo, Blucher, 2011.

CHUVA causa pontos de alagamento em diversos pontos de Itajubá, MG. G1 Sul de Minas, Itajubá 26 de fevereiro de 2018. Disponível em:< <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/chuva-causa-pontos-de-alagamento-em-diversos-bairros-de-itajuba-mg.ghtml> > . Acesso abr, 2019.

MENEZES FILHO, M. C. F.; COSTA, R. A. Verificação do dimensionamento das galerias de aguas pluviais em uma sub-bacia do córrego Botafogo na cidade de Goiânia-go evaluation of the storm sewer design in a sub-basin of the botafogo stream, city of goiânia - goiás - Brazil. **REEC**, Goiânia, jul 2012. Seção do ponto de visita disponível em: < <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/viewFile/18164/11278> >. Acesso em 18 mar, 2018.

MORAES, P. A. Procedimentos técnicos de dimensionamento da microdrenagem do município de Santo André. **ASSEMAE**, Poços de Caldas, maio. 2015. Seção do ponto de visita disponível em: <<http://www.trabalhosassemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/99/118/t118t4e1a2015.pdf> >. Acesso em 27 mar, 2018.

OLIVEIRA, G. Universalização do Saneamento no Brasil. Portal Saneamento Básico, 16 de abril de 2019. Disponível em :< <https://www.saneamentobasico.com.br/universalizacao-saneamento-brasil/>>. Acesso 23 de abril, 2019.

PAES, A, T. Por dentro da estatística. Educ Contin Saúde. 2009;7 (2 Pt 2):63-4. Disponível em:< <http://apps.einstein.br/revista/arquivos/PDF/1390-EC%20v7n2p63-4.pdf>>. Acesso 25 de abril, 2019.

PADRO FILHO, H. R. A drenagem urbana para enfrentar enchentes. Revista digital AdNormas, Edição 49 , ano 1 , 11 de Abril de 2019. Seção do ponto de visita disponível em: < <https://revistaadnormas.com.br/2019/04/09/a-drenagem-urbana-para-enfrentar-as-enchentes/>>.

PAULO, V. F°.; CORDEIRO, J.S. A necessidade de padronização dos dispositivos de drenagem urbana. **Info Hab**, São Carlos, 2014. Seção do ponto de visita disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_324.pdf > . Acesso em 25 mar, 2018.

PINTO, A. J. ; RIBEIRO JUNIOR, U. L. Contribuição para dimensionamento de sistema de microdrenagem urbana Contribution for scaling microdrainage urban systems. **Revista**, Itajubá, 2017. Seção do ponto de visita disponível em: <http://www.fepi.br/revista/index.php/revista/article/view/526/pdf_2 >. Acesso em 07 mar, 2018.

PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO DE ITAJUBÁ. Disponível em: http://www.itajuba.mg.gov.br/plano_diretor/plano_diretor.pdf >. Acesso 18 de mai 2019.

REQUIÃO, G. A privatização do Saneamento no Brasil – Uma visão alternativa. Portal Saneamento Básico, 24 de abril de 2019. Disponível em : < <https://www.saneamentobasico.com.br/privatizacao-saneamento-brasil/>>. Acesso Abr, 2019.

RIBEIRÃO transborda e casa desaba no bairro Santa Luzia, Itajubá. G1 Sul de Minas, Itajubá, 03 de março de 2019. Disponível em :< <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2019/03/03/ribeiroes-transbordam-e-casa-debaixa-no-bairro-santa-luzia-em-itajuba-mg.ghtml>>. Acesso abr, 2019.

SANTOS, G. P. Drenagem Urbana da Cidade de Posto da Mata, **Revista científica multidisciplinar núcleo do conhecimento**, ano 2, v.13. pp.181-200, jan 2017. Seção do ponto de visita disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/drenagem-urbana?pdf=6417>>. Acesso dia 05 mar, 2018.

TUCCI, M. E. C. Regulamentação da Drenagem Urbana no Brasil. **REGA**, Porto Alegre, v. 13, n. 1,p. 29-42, jan./jun. 2016. Ponto de visita disponível em :< https://abrh.s3-sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/191/9ab609843c59c2457a38937f5da8e1ac_32607cf292f137e7d029aac1c7362436.pdf>. Acesso mar, 2018.

TOMAZ, P. **Curso de Manejo de Águas Pluviais – Capítulo 5 Microdrenagem**. 11 de outubro de 2013. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_calculoshidraulicos/capitulo05Microdrenagem.pdf>. Acesso dia 18 mar, 2018.

WILKEN, S. P. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.



Fonte:
Anteprojectos
(2012).

Figura 1 – Exemplo de sistema de microdrenagem urbana.

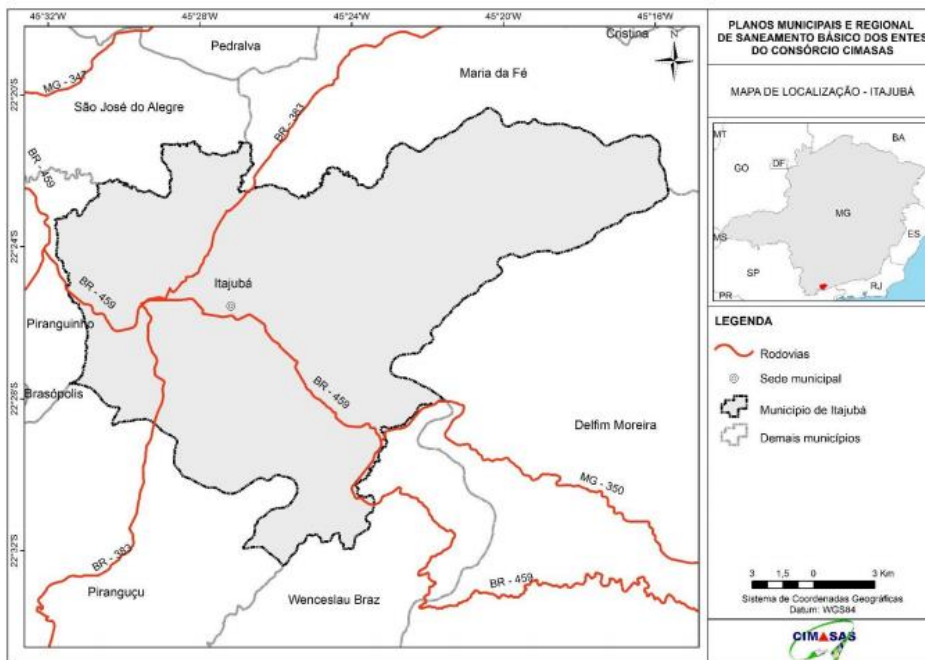
Figure 1 - Example of microdrain system.



Fonte:
Prefeitura de
Marialva PR (2015).

Figura 2– Linha principal de galeria de água pluvial.

Figure 2 - Gallery example.



Fonte:
Prefeitura de
Itajubá-MG (2014).

Figura 3 – Mapa de Itajubá

Figure 3 – Map fo Itajubá

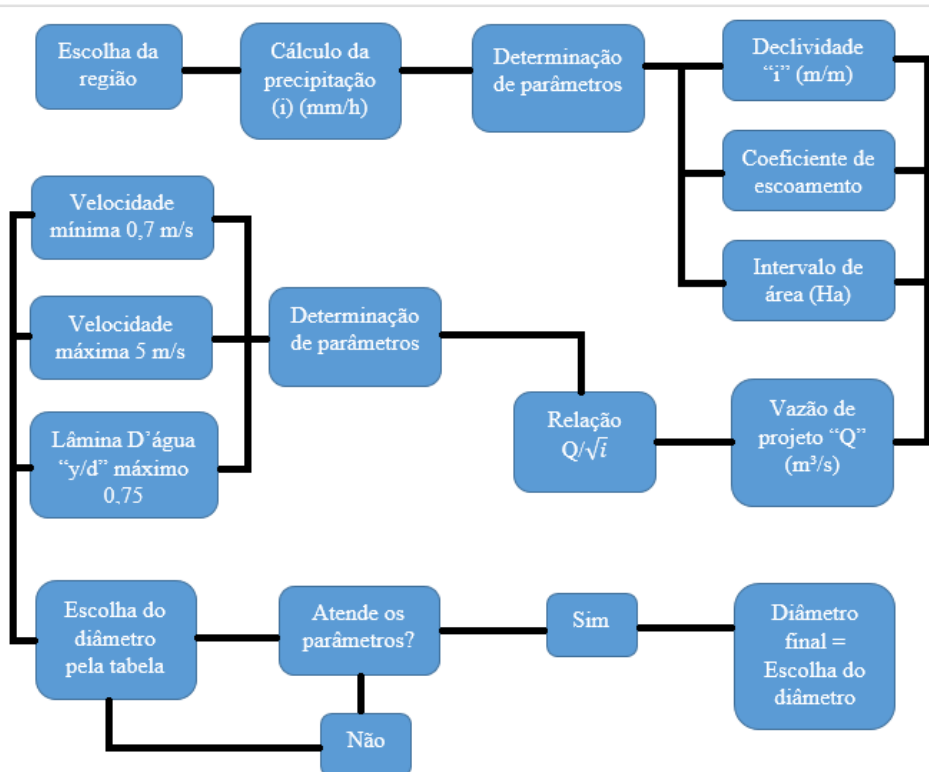


Figura 4 – Metodologia para determinação de galeria de água pluvial.

Figure 4 - Methodology for determination of gallery of rainwater.

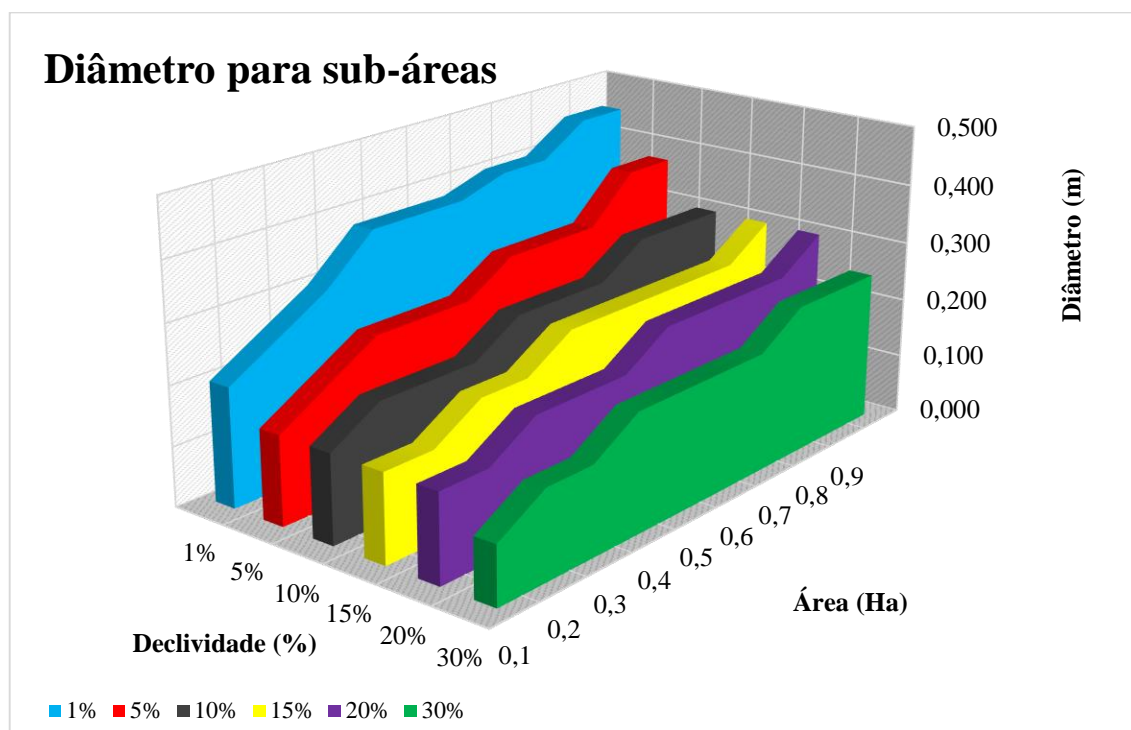


Figura 5 – Gráfico de diâmetro das galerias para áreas de 0,1 a 1,0 Ha.

Figure 5 - Graph of the diameter of the galleries for areas from 0,1 to 1,0 Ha

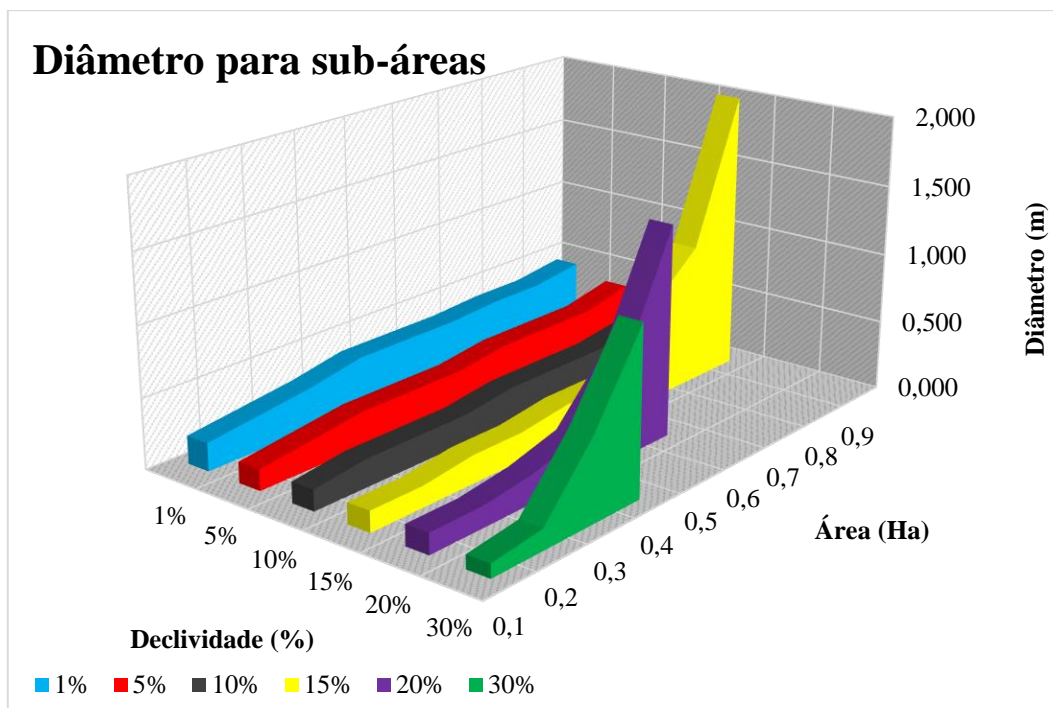


Figura 6 - Gráfico de diâmetro das galerias para áreas de 0,1 á 0,9 Ha.

Figure 6 - Graph of the diameter of the galleries for areas from 0,1 to 1,0 Ha.

Tabela I – Tabela de coeficiente de escoamento superficial “C”.

Table 1 - Surface flow coefficient "C".

Natureza da bacia	C
Telhados	0,70-0,95
Superfícies asfaltadas	0,85-0,90
Superfícies pavimentadas e paralelepípedos	0,75-0,85
Estradas macadamizadas	0,25-0,60
Estradas não pavimentadas	0,15-0,30
Terrenos descampados	0,10-0,30
Parques, jardins, campinas	0,50-0,20

Fonte: Menezes Filho e Costa (2012) apud Azevedo Netto e Araújo (1998).

Tabela 2 – Coeficientes pluviométricos das cidades e média.

Table 2 - Rainfall coefficients of cities and average.

Cidades	Coeficientes				Precipitação(mm/h)
	<i>K</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
<i>Itajubá</i>	1192,99	0,17	11,30	0,85	131,36
<i>Delfim Moreira</i>	1005,94	0,16	16,61	0,82	96,92
<i>Piranguinho</i>	1201,01	0,17	11,31	0,85	131,80
<i>Piranguçu</i>	1754,35	0,13	20,27	0,89	115,71
<i>Maria da Fé</i>	1198,22	0,17	11,10	0,85	132,91
<i>São José do Alegre</i>	1200,30	0,17	11,15	0,85	132,87
<i>Wenceslau Bráz</i>	1006,08	0,16	16,61	0,82	96,93
Desvio Padrão	16,75		Média		119,79

Tabela 3 – Vazão de projeto para região.

Table 3 - Project flow for region.

"C"	Área (Ha)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,50	Vazão de projeto <i>Q</i> (m ³ /s)	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17
0,70		0,02	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,19	0,21	0,23
1,00		0,03	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33

Recomendações para dimensionamento de galerias de águas pluviais para áreas de até 1 hectar	Área com declividade natural de até 15%
	Diâmetro mínimo de 375 mm para galeria principal para áreas com até 60% de 1 Hectar.
	Diâmetro mínimo de 1000 mm para galeria principal para áreas com até 80% de 1 Hectar.
	Área com declividade natural entre 15% e 20%
	Diâmetro mínimo de 375 mm para galeria principal para áreas com até 40% de 1 Hectar.
	Diâmetro mínimo de 700 mm para galeria principal para áreas com até 50% de 1 Hectar.
	Área com declividade natural entre 20% e 30%
	Diâmetro mínimo de 1200 mm para galeria principal para áreas com até 40% de 1 Hectar.
	Diâmetro mínimo de 600 mm para galeria principal para áreas com até 30% de 1 Hectar.

Quadro 1 - Recomendações para dimensionamento de galerias de águas pluviais.

Table 1 - Recommendations for designing rainwater galleries.