**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**
**ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL**

**FREDERICO CARLOS MARTINS DE MENEZES FILHO**

# SISTEMATIZAÇÃO PARA PROJETO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS

**Goiânia**
-2007-

# Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

**FREDERICO CARLOS MARTINS DE MENEZES FILHO**

# SISTEMATIZAÇÃO PARA PROJETO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, para obtenção do título de Mestre em Engenharia do Meio Ambiente.
**Área de concentração:** Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.
**Orientador:** Prof. Dr. Alfredo Ribeiro da Costa

**Goiânia**
-2007-

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

**(GPT/BC/UFG)**

**Menezes Filho, Frederico Carlos Martins.**
**M543s Sistematização para projeto de galeria de águas pluviais / Frederico Carlos Martins Menezes Filho. – 2007.**
**166 f. : il.**

**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, 2007.**

**Orientador: Prof. Dr. Alfredo Ribeiro da**

**Bibliografia: f. 107-110.**
**Inclui listas de figuras, tabelas e símbolos.**
**Inclui anexos.**

**1. HIDROLOGIA URBANA 2. ÁGUAS PLUVIAIS – GALERIAS 3. Urbanização – Drenagem 4. Galerias (hidrologia) – Cálculos I. Costa, Alfredo Ribeiro da II. Universidade Federal de Goiás. Escola de Engenharia Civil III. Título.**

**CDU: 556:628.1.037**

**FREDERICO CARLOS MARTINS DE MENEZES FILHO**

**SISTEMATIZAÇÃO PARA PROJETO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS**

Dissertação defendida no Curso de Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, para a obtenção do grau de Mestre, aprovada em 27/08/2007, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

_____

Prof. Dr. Alfredo Ribeiro da Costa – UFG

Presidente da Banca

_____

Prof. Carlos Eduardo Morelli Tucci, Ph.D - UFRGS

(Examinador Externo)

_____

Prof. Eduardo Queija de Siqueira, Ph.D - UFG

(Examinador Interno)

**Dedico esse trabalho aos meus amados pais, Sônia e Frederico, e ao meu querido irmão Guilherme por serem nestes anos todos, meu alicerce e porto seguro diante de maiores dificuldades.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, onipresente em todas as etapas da minha vida.

Ao Prof. Dr. Alfredo Ribeiro da Costa, por sua orientação, pelos ensinamentos transmitidos durante toda a graduação e pós-graduação, e, principalmente pela amizade e confiança oferecidas desde o início de nossa convivência.

Ao Prof. José Vicente Granatto de Araújo, PhD, pelo incentivo dispensado à minha pessoa para enveredar pelos caminhos da Hidráulica, pela amizade, pelas sugestões e ensinamentos transmitidos durante todo o curso universitário e, também, no curso de mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente, fundamentais à minha formação.

Ao amigo João Luiz, companheiro de estudos desde o ginásio e que sempre esteve presente nos momentos difíceis e, não me esquecendo de toda sua família, Dona Fátima, Sr. João, Talita e Tatiane.

As amizades de tempos e as construídas durante o mestrado: Bergson, Rafaela, Mirela, João Alberto, Karla, Viniciu, bem como de companheiros de jornadas de trabalho em finais de semana: Paulo de Tarso, Rogério, Gunter, Fabíolla, Luciney, Wilson dentre tantos outros.

À técnica administrativa Joana por sua paciência, atenção e carinho à minha pessoa durante todo esse período.

À FUNAPE, pelo auxílio financeiro a participação em eventos.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro com a concessão de bolsa de mestrado, que contribuiu para tornar possível este trabalho

# RESUMO

A urbanização desenfreada que se deu nas grandes cidades brasileiras ocasionada pela ausência de planejamento quanto à ocupação e uso do solo acarretou uma intensa impermeabilização e conseqüente aumento do escoamento superficial. Paralelamente, a não-elaboração de projetos de drenagem urbana e mesmo a execução de sistemas de drenagem subdimensionados agravaram os problemas de saneamento ambiental gerando insegurança à população nos períodos chuvosos. Objetivando sistematizar o dimensionamento de galerias de águas pluviais visto a diversidade de orientações bibliográficas e inexistência de norma específica, elegeu-se uma área de estudo na cidade de Goiânia bastante impactada pela urbanização. Como parte da sistematização, traçou-se um diagnóstico para descrever todo sistema coletor de águas pluviais implantado, especificamente, a microdrenagem: bocas de lobo e galerias de águas pluviais. Para tal, obtiveram-se informações junto a PMG – Prefeitura Municipal de Goiânia, e que, posteriormente, foram confrontadas pela realização de levantamento *in loco*. Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais na área de estudo, propôs-se um equacionamento em escoamento uniforme em substituição ao uso de tabela no Método Racional, para o cálculo da velocidade "V" e da relação altura lâmina d'água-diâmetro "h/D". Apresentou-se, também, a metodologia baseada no Hidrograma Unitário recomendada para áreas maiores do que 2 km². Utilizaram-se ferramentas de geoprocessamento e imagem de alta resolução para estimar o coeficiente de escoamento superficial ou de "runoff" "C" para a área devido à intensa antropização. Complementarmente, elaborou-se uma planilha para avaliação de custos relacionados aos serviços de escavação e à magnitude das galerias de águas pluviais por ser ferramenta de fundamental importância à tomada de decisão no dimensionamento. Por meio do diagnóstico realizado constatou-se a inexistência de mapas do traçado das galerias, cadastro parcial de bocas de lobo e de galerias, bem como o deficit de bocas de lobo, permitindo esclarecer alguns dos problemas enfrentados na área de estudo. A aplicabilidade do equacionamento proposto foi verificada através da comparação dos resultados obtidos com os obtidos por consulta a tabela e interpolação, assim como pelos excelentes coeficientes de determinação encontrados. A avaliação de custos, em uma análise particular, com 12 trechos de diversos diâmetros demonstrou que a substituição de diâmetros realizada no dimensionamento pode variar de 2 a 30% dos custos iniciais, ressaltando a importância desta análise. Os valores obtidos para o coeficiente de escoamento superficial "C" superaram em 30 % o valor utilizado como constante para o dimensionamento das galerias de águas pluviais pela PMG. Utilizando-se o equacionamento proposto e toda a sistemática para o dimensionamento das galerias de águas pluviais, ficou evidenciada a discrepância entre os valores para os diâmetros existentes e os calculados e, ainda, a variação do tempo de concentração e da vazão em trechos característicos da área de estudo ressaltando a necessidade de adaptações da rede existente e adoção de medidas para mitigação dos problemas recorrentes nos períodos chuvosos.



Palavras-Chave: hidrologia urbana, drenagem urbana, galerias de águas pluviais, cálculo de galerias

**ABSTRACT**

The wild urbanization of the great Brazilian cities caused by the lack of occupation planning and land use resulted in an intense expansion of impermeable areas and therefore the increase of urban stormwater runoff. Concurrently, the inexistence of projects and the execution of undersized storm sewer systems aggravated the problems of environmental sanitation generating risks to the population during the rainy seasons. In order to systemize storm drains sizing, due to the diversity of bibliographical guidance and absence of specific standard, a study area with a high level of urbanization in the city of Goiânia was chosen. As part of the systematization, a diagnosis was traced to describe all storm sewer system implanted, specifically, the minor drainage system: inlets and storm sewer pipes. For this purpose, information was obtained at PMG - Municipal City Hall of Goiânia, and later confronted with the field survey accomplishment. For the storm sewer pipes sizing in the study area, an equation system was proposed in uniform flow to replace the table used in the Rational Method to calculate the velocity "V" and the depth of flow "h/D". The methodology based on the recommended Unit Hydrograph for areas bigger than 2 km² was also presented. Tools of geoprocessing and high resolution image were used to estimate the runoff coefficient "C" for the area due to the intense antropization process. Moreover, a spread sheet of cost evaluation of the excavation services and the size of storm drains was developed for being a tool of great concern to decision-making in sizing. By the carried out diagnosis it was evidenced the inexistence of plan views, partial files of inlets and storm sewer pipes, as well as shortage of inlets, therefore highlighting the problems faced in the study area. The use of proposed equations was achieved through the comparison of the results obtained with those gotten by interpolation and consultation of the table, as well as the excellent joined coefficients of determination. The evaluation of costs, in a particular analysis with 12 segments of diverse pipe diameters demonstrated that the substitution of pipe diameters can vary from 2% to 30% from the initial costs showing the importance of this analysis. The values gotten for the runoff coefficient "C" had surpassed in 30 % the used value as constant for the sizing storm drains by PMG. Using the proposed equations and all systematic for the sizing of storm drains, the divergence between calculated values for pipe diameters and the existent ones was evidenced and, moreover, the variation of the time of concentration and the design flow rate in specific segments of the study area showed the necessity of adaptations in current storm sewer system and the adoption of alleviation measures to recurrent problems in rainy seasons.

Key-words: urban hydrology, urban drainage, storm sewer pipes, design of storm sewer pipes

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES


Ilustração 1 Efeitos da urbanização sobre os padrões de escoamento superficial..... 19
Ilustração 2 Alagamento em via urbana - Rua 10, Setor Central - Goiânia ..... 20
Ilustração 3 Delimitação da Sub-bacia do Córrego Botafogo, Goiânia objeto de estudo..... 22
Ilustração 4 Solução voltada apenas ao transporte coletivo não integrada ao meio ambiente - Av. Anhangüera em Goiânia, Goiás..... 23
Ilustração 5 Transição em concreto sob viaduto seguida por gabião – Córrego Botafogo em Goiânia, Goiás..... 24
Ilustração 6 Determinação do tempo de concentração em função da distância, co-coeficiente de escoamento supercial e declividade ..... 33
Ilustração 7 Características geométricas do conduto livre de seção circular ..... 35
Ilustração 8 Hidrograma Unitário proposto pelo NRCS ..... 36
Ilustração 9 Gráfico Adimensional ..... 37
Ilustração 10 Fator de modificação fm1 ..... 41
Ilustração 11 Fator de modificação fm2..... 41
Ilustração 12 Boca de lobo disposta sob o passeio..... 46
Ilustração 13 Boca de lobo disposta sob a sarjeta ..... 46
Ilustração 14a Ausência de manutenção ..... 47
Ilustração 14b Obstrução de boca de lobo ..... 47
Ilustração 14c Deposição de lixos em boca de lobo ..... 47
Ilustração 14d Não padronização de boca de lobo..... 47
Ilustração 15a Vista em perspectiva da alteração da capacidade de engolimento de uma boca de lobo..... 48
Ilustração 15b Vista frontal da alteração da capacidade de engolimento de uma boca de lobo ..... 48
Ilustração 15c Vista jusante-montante da alteração da capacidade de engolimento de uma boca de lobo..... 48
Ilustração 16 Esquema da disposição dos elementos de uma galeria..... 48
Ilustração 17 Exemplo da parte de um mapa digitalizado correspondente ao traçado das galerias de águas pluviais existentes..... 52

Ilustração 18 Exemplo de preenchimento da planilha utilizada no levantamento das boca de lobo ..... 53
Ilustração 19 Amostragem exemplo da locação de bocas de lobo na área de estudo .. 53
Ilustração 20 Fluxograma que representa as principais etapas para dimensionamento das galerias de águas pluviais ..... 55
Ilustração 21 Fluxograma das etapas para obtenção da equação ɵ x k ..... 58
Ilustração 22 Ângulo central (ɵ) versus k ..... 59
Ilustração 23 Fluxograma das etapas para obtenção da equação de ɵ x $A_m$ ..... 60
Ilustração 24 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 300 mm... 60
Ilustração 25 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 400 mm... 61
Ilustração 26 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 500 mm... 61
Ilustração 27 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 600 mm... 62
Ilustração 28 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 800 mm... 62
Ilustração 29 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 1000 mm.. 63
Ilustração 30 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 1200 mm.. 63
Ilustração 31 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 1500 mm.. 64
Ilustração 32 Ângulo central (ɵ) versus área molhada para o diâmetro de 2000 mm.. 64
Ilustração 33 Ângulo central versus razão β ..... 65
Ilustração 34 Áreas de influência compondo o mosaico ..... 67
Ilustração 35 Cotas inferiores da galeria ..... 70
Ilustração 36 Fluxograma da rotina de cálculo para o dimensionamento das galerias de águas pluviais ..... 77
Ilustração 37 Parte da planilha com serviços e custos referentes à Galeria de Águas Pluviais/Drenagem Urbana ..... 78
Ilustração 38 Planilha para entrada de dados referentes aos serviços ..... 80
Ilustração 39 Quantitativo dos tipos de boca de lobo empregados na área de estudo.. 88
Ilustração 40 Situação das bocas de lobo existentes na área de estudo ..... 89
Ilustração 41 Boca de lobo com grelha não padronizada ..... 89
Ilustração 42 Quantitativo de bocas de lobo quanto à grelha empregada ..... 89
Ilustração 43 Composição esquemática das galerias de águas pluviais da área de estudo ..... 91
Ilustração 44 Configuração da consideração das galerias que situam na divisa de setores ..... 92
Ilustração 45 Bacia delimitada manualmente ..... 95

Ilustração 46 Bacia delimitada com auxílio do HEC-GeoHMS..... 95
Ilustração 47 Composição RGB Clube de Engenharia ..... 96
Ilustração 48 Classificação Clube de Engenharia ..... 96
Ilustração 49 Área classificada como Vegetação Alta, correspondente a área impermealizada..... 97
Ilustração 50 Variação do custo na mudança de diâmetros..... 100
Ilustração 51 Ponderação da variação de custos de escavação e tubulação ..... 101
Ilustração 52 Influência do caimento da tubulação na variação do custo de escavação..... ..... 101
Ilustração 53 Comparação entre as velocidades calculadas com consulta a tabela e pela sistemática com emprego de equações ..... 102
Ilustração 54 Comparação entre a relação altura lâmina d'água-diâmetro calculada com consulta a tabela e pela sistemática com emprego de equações.. 103
Ilustração C1 Análise 1 - 400-500 mm ..... 138
Ilustração C2 Análise 2 - 500-600 mm ..... 139
Ilustração C3 Análise 3 - 600-800 mm ..... 140
Ilustração C4 Análise 4 - 800-1000 mm ..... 141
Ilustração C5 Análise 5 - 400-500 mm ..... 142
Ilustração C6 Análise 6 - 500-600 mm ..... 143
Ilustração C7 Análise 7 - 600-800 mm ..... 144
Ilustração C8 Análise 8 - 800-1000 mm ..... 145
Ilustração C9 Análise 9 - 400-500 mm ..... 146
Ilustração C10 Análise 10 - 500-600 mm ..... 147
Ilustração C11 Análise 11 - 600-800 mm ..... 148
Ilustração C12 Análise 12 - 800-1000 mm ..... 149
Ilustração D1 Composição esquemática - levantamento *in loco*.....151
Ilustração D2 Composição esquemática - dimensionamento..... 152

LISTA DE TABELAS


Tabela 01 Valores usuais de C, segundo Kuichling ..... 29
Tabela 02 Valores usuais de C, segundo Colorado Highway Department..... 30
Tabela 03 Fator de freqüência associado ao período de retorno ou recorrência ..... 30
Tabela 04 Grupos hidrológicos para o município de Orange, Carolina do Norte..... 31
Tabela 05 Coeficiente de escoamento superficial recomendado para superfícies permeáveis..... 31
Tabela 06 Valores calculados para seção circular ..... 34
Tabela 07 Valores das relações t/tpc e q/qp - NRCS ..... 37
Tabela 08 Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas ..... 40
Tabela 09 Equações dos fatores fm1 e fm2 ..... 42
Tabela 10 Parâmetros utilizados em canais e/ou seção circular das galerias de águas pluviais ..... 49
Tabela 11 Magnitude das áreas estudadas ..... 52
Tabela 12 Valores de k em função de ϴ e h/D ..... 58
Tabela 13 Equações do ângulo central em função da área e do diâmetro da tubulação..... ..... 65
Tabela 14 Espaçamento máximo entre PV's e bocas de lobo ..... 67
Tabela 15 Planilha para cálculo de galerias de águas pluviais ..... 73
Tabela 16 Quantitativo e situação das bocas de lobo nos setores ..... 88
Tabela 17 Comprimento das galerias de águas pluviais..... 91
Tabela 18 Quantitativo e situação das bocas de lobo nos setores ..... 92
Tabela 19 Valores das áreas total e de arruamentos nos setores em estudo..... 93
Tabela 20 Quantidade de bocas de lobo por hectare em função do tipo de área e de setor.. ..... 93
Tabela 21 Quantidade de bocas de lobo por hectare em função do tipo de área e do setor, considerando apenas as bocas de lobo ativas ..... 94
Tabela 22 Áreas obtidas com auxílio do HEC-GeoHMS..... 95
Tabela 23 Classificação para cálculo de C ..... 98
Tabela 24 Classificação para cálculo de C com correção ..... 98
Tabela 25 Comparação de valores..... 102
Tabela 26 Comparação entre diâmetros para trechos da área de estudo ..... 103

Tabela 27 Comparação entre diâmetros para trechos da área de estudo (C=0,50 e tc = 10 min) ..... 104
Tabela A1 Levantamento das bocas de lobo – Setor Sul ..... 113
Tabela A2 Levantamento das bocas de lobo – Setor Marista ..... 117
Tabela A3 Levantamento das bocas de lobo – Setor Oeste ..... 121
Tabela B1 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 124
Tabela B2 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 129
Tabela B3 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 131
Tabela B4 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 134
Tabela B5 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 135
Tabela E1 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 154
Tabela E2 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 159
Tabela E3 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 161
Tabela E4 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 164
Tabela E5 Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais ..... 165

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| ABTC | Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto |
| AGETOP | Agência Goiana de Transportes e Obras |
| ASCE | American Society of Civil Engineers |
| BDI | Benefícios e Despesas Indiretas |
| CABES | Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental |
| CAD | Computer Aided Design |
| CETESB | Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas |
| COMDATA | Companhia de Processamento de Dados do Município de Goiânia |
| COMPAV | Companhia de Pavimentação |
| DAEE | Departamento de Águas e Energia Elétrica |
| DEP | Departamento de Esgostos Pluviais |
| DERMU | Departamento de Estradas de Rodagem do Município |
| DOP | Divisão de Obras e Projetos |
| EE-UFMG | Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais |
| ENVI | Environment for Visualizing Images |
| HEC-GeoHMS | Geospatial Hydrologic Modeling Extension |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| LAPIG-UFG | Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás |
| MCIDADES | Ministério das Cidades |
| MUBDG | Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia |
| NBR | Norma Brasileira |
| NRCS | Natural Resources Conservation Service |
| PDIG | Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia |
| PMG | Prefeitura Municipal de Goiânia |
| PNSB | Pesquisa Nacional de Saneamento Básico |
| SAD | South American Datum |
| SCS | Soil Conservation Service |
| TCP | Tabela de Composição de Preços e Orçamentos |
| UTM | Universal Transversa de Mercator |

# LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|---|---|
| A | Área da bacia contribuinte local [L²] |
| Ai | Área impermeável [L²] |
| $A_m$ | Área molhada [L²] |
| Ap | Área permeável [L²] |
| At | Área total [L²] |
| Atot | Área total da bacia [L²] |
| B | Largura da vala [L] |
| BDI | Taxa de BDI [%] |
| β | Razão entre área molhada e área total |
| cj | Cota do terreno no PV a jusante [L] |
| cm | Cota do terreno no PV a montante [L] |
| C | Coeficiente de escoamento superficial ou de "runoff" |
| CBF | Custo do bota-fora [R$] |
| Ce | Custo de escavação [R$] |
| CE | Custo do escoramento [R$] |
| Cf | Fator de freqüência |
| Ci | Coeficiente de escoamento de áreas impermeabilizadas |
| Cij | Cota inferior da galeria a jusante [L] |
| Cim | Cota inferior da galeria a montante [L] |
| CLB | Custo do volume do lastro de brita [R$] |
| CN | Parâmetro referente à cobertura, uso e tipo de solo |
| Cp | Coeficiente de áreas permeabilizadas |
| CRV | Custo do reaterro de vala [R$] |
| Cs | Custo relativo à escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro [R$] |
| Cs1 | Custo de escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro para manutenção do diâmetro [R$] |
| Cs2 | Custo de escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro para troca do diâmetro [R$] |
| Ctub | Custo relativo à tubulação empregada [R$] |
| Ctub1 | Custo da tubulação mantida [R$] |
| Ctub2 | Custo da nova tubulação [R$] |

| | |
|---|---|
| D | Diâmetro [L] |
| De | Diâmetro externo da tubulação [L] |
| ΔC1 | Variação do custo de escavação, escoramento, brita, bota-forae reaterro [R$] |
| ΔCtot | Variação do custo total [R$] |
| ΔH | Caimento [L] |
| E | Escoramento [$L^2$] |
| EB | Espessura da camada de brita [L] |
| fm1 | Fator de modificação |
| fm2 | Fator de modificação |
| h | Profundidade do escoamento [L] |
| h/D | Relação altura lâmina d'água-diâmetro [%] |
| h/Dprop | Relação altura lâmina d'água obtida com emprego de equações [%] |
| H | Altura média acima da geratriz superior do tubo ou profundidade média de escavação [L] |
| i | Intensidade pluviométrica [L/T] |
| I | Declividade [L/L] |
| k | Constante |
| L | Extensão da galeria [L] |
| LB | Volume do lastro de brita $[L]^3$ |
| Lp | Comprimento do curso d'água principal [L] |
| n | Coeficiente de "Manning" $[L^{-1/3}.T]$ |
| P | Profundidade média [L] |
| $P_a$ | Altura de chuva acumulada ao final de cada intervalo [L] |
| Pef | Precipitação efetiva [L] |
| PERC1 | Percentagem de alteração do comprimento original do curso d'água [%] |
| PERC2 | Percentagem atual de áreas impermeabilizadas [%] |
| Pm | Perímetro molhado [L] |
| qp | Vazão de pico $[L^3/T]$ |
| Q | Vazão $[L^3/T]$ |
| Qloc | Vazão superficial local $[L^3/T]$ |
| Qp | Vazão à seção plena $[L^3/T]$ |
| r | Porcentagem impermeabilizada de área [%] |
| rm | Recobrimento mínimo [L] |

| | |
|---|---|
| Rh | Raio hidráulico [L] |
| S | Capacidade máxima da camada superior do solo [L] |
| Sg | Declividade da galeria [L/L] |
| St | Declividade do terreno no trecho [L/L] |
| t | Duração da precipitação [T] |
| tb | Tempo de base [T] |
| tc | Tempo de concentração [T] |
| tci | Tempo de concentração inicial [T] |
| te | Tempo de entrada [T] |
| tp | Tempo de percurso [T] |
| tpc | Tempo de pico [T] |
| t'p | Tempo de retardo [T] |
| $t_{recessão}$ | Tempo de recessão [T] |
| T | Período de retorno ou tempo de recorrência [T] |
| $\tau$ | Duração da precipitação [T] |
| $\theta$ | Ângulo central [rad] |
| vu | Valor unitário correspondente a determinado serviço [R$] |
| V | Velocidade do escoamento (m/s) |
| Vatual | Valor atual com taxa de BDI inclusa [R$] |
| VBF | Volume do bota fora [$L^3$] |
| Ve | Volume de escavação [$L^3$] |
| VLB | Volume do lastro de brita [$L^3$] |
| Vmáx | Velocidade máxima [L/T] |
| Vmín | Velocidade mínima [L/T] |
| Vp | Velocidade à seção plena [$L^3$] |
| Vpd | Velocidade obtida com consulta a tabela [L/T] |
| Vprop | Velocidade obtida com emprego de equações [L/T] |
| VRV | Volume do reaterro de vala [$L^3$] |
| VsBDI | Valor sem a taxa de BDI [R$] |
| VTB | Volume do tubo de concreto [$L^3$] |
| Y | Declividade média da bacia de contribuição (%) |

SUMÁRIO

**RESUMO** ..... 05

**ABSTRACT** ..... 06

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES** ..... 07

**LISTA DE TABELAS** ..... 10

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS** ..... 12

**LISTA DE SÍMBOLOS** ..... 13

**1. INTRODUÇÃO** ..... 19

1.1 A IMPORTÂNCIA DA SISTEMATIZAÇÃO PARA O DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS ..... 21

1.2 OBJETIVOS ..... 21

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 21

**2. DRENAGEM URBANA** ..... 23

2.1 GOIÂNIA NO CONTEXTO DA DRENAGEM URBANA ..... 25

2.2 SUBDVISÕES DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA ..... 27

2.3 MÉTODO RACIONAL ..... 28

**2.3.1 Coeficiente de escoamento superficial** ..... 29

**2.3.2 Tempo de concentração** ..... 32

**2.3.3 Dimensionamento pelo Método Racional** ..... 34

2.4 MÉTODO DE SAATÇI ..... 34

2.5 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO DO NRCS ..... 36

**2.5.1 Cálculo das ordenadas do Hidrograma Unitário** ..... 43

**2.5.2 Hietograma de projeto baseado no Mètodo dos Blocos Alternados** ..... 43

**2.5.3 Hietograma de precipitações efetivas** ..... 44

**2.5.4 Obtenção do hidrograma de projeto com emprego da convolução de hidrogramas** ..... 44

2.6 CONSIDERAÇÃO DE REMANSO ..... 45

2.7 BOCAS DE LOBO ..... 45

2.8 GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS ..... 48

**2.8.1 Critérios adotados para o dimensionamento das galerias de águas pluviais** ... 49
**2.8.2 Critérios adotados pela Prefeitura Municipal de Goiânia para o dimensionamento das galerias de águas pluviais** ... 50
2.9 CUSTOS ENVOLVIDOS NA EXECUÇÃO DAS GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS ... 50
**3. MATERIAIS E MÉTODOS** ... 52
3.1 ESTUDO DE CASO ... 52
3.2 AQUISIÇÃO DE DADOS ... 52
3.3 ANÁLISE DO QUANTITATIVO DE BOCAS DE LOBO POR SETOR ... 54
3.4 SISTEMATIZAÇÃO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM URBANA ... 54
**3.4.1 Obtenção da constante "k"** ... 56
**3.4.2 Obtenção do ângulo central da superfície livre "θ" em função de "k"** ... 57
**3.4.3 Obtenção do ângulo central "θ" em função da área molhada "$A_m$"** ... 59
**3.4.4 Estimativa da faixa de coeficiente de escoamento superficial para a área em estudo** ... 64
**3.4.5 Delimitação da bacia de contribuição** ... 64
**3.4.6 Bocas de lobo e poços de visita** ... 64
**3.4.7 Mosaico** ... 67
**3.4.8 Trecho** ... 67
**3.4.9 Extensão da galeria** ... 67
**3.4.10 Área** ... 68
**3.4.11 Coeficiente de escoamento superficial ou de "runoff" (C)** ... 68
**3.4.12 Tempo de concentração (tc)** ... 68
**3.4.13 Intensidade pluviométrica (i)** ... 68
**3.4.14 Vazão total** ... 69
**3.4.15 Diâmetro (D)** ... 69
**3.4.16 Declividade do terreno no trecho (St)** ... 69
**3.4.17 Cotas inferiores da galeria** ... 70
**3.4.18 Profundidade da galeria** ... 71
**3.4.19 Relação altura da lâmina d'água-diâmetro "h/D"** ... 71
**3.4.20 Velocidade do escoamento** ... 71
**3.4.21 Tempo de percurso (tp)** ... 71

3.5 PREENCHIMENTO DA PLANILHA DE CÁLCULO DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS ..... 72
3.6 AVALIAÇÃO DE CUSTO: ESCAVAÇÃO VERSUS AUMENTO DE DIÂMETRO ..... 76
**3.6.1 Confecção de tabela para análise de custos** ..... 79
**3.6.2 Variação do custo pela opção de troca de diâmetro** ..... 87
**4. RESULTADOS** ..... 88
4.1 DIAGNÓSTICO DAS BOCAS DE LOBO ..... 88
4.2 DIAGNÓSTICO DAS GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS ..... 90
4.3 VERIFICAÇÃO DO DEFICIT DE BOCAS DE LOBO ..... 92
4.4 ESTIMATIVA DA FAIXA DE VALORES PARA COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA ÁREA EM ESTUDO ..... 94
4.5 AVALIAÇÃO DO CUSTO NA ESCAVAÇÃO E NA SUBSTITUIÇÃO DE DIÂMETROS ..... 99
4.6 COMPARAÇÃO ENTRE RESULTADOS OBTIDOS NO DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS COM EMPREGO DE DUAS METODOLOGIAS ..... 101
4.7 VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS ..... 103
**5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES** ..... 105
**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 107
**APÊNDICE** ..... 111

# 1 INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XX, a intensa concentração da população em áreas urbanas manifestou-se como um fenômeno mundial, inclusive no Brasil. Constatou-se um aumento considerável no fluxo do campo em direção às cidades, agravando os problemas de infra-estrutura urbana, com forte impacto no saneamento básico, aí incluída a drenagem urbana.

Segundo Soares, G. apud Leitão, M. (2006), a população brasileira aumentou em mais de cem milhões de habitantes em quarenta anos. Este aumento é equivalente à inclusão simultânea das populações da Inglaterra, Espanha, Áustria e Dinamarca.

Consoante o CENSO DEMOGRÁFICO 2000 (2001) tem-se atualmente no Brasil, como apontam os dados, que 81% da população estão concentrados em áreas urbanas. O Estado de Goiás, em particular, apresenta uma população urbana de 4.396.645 habitantes, representando cerca de 88 % de sua população total.

De maneira geral os impactos da urbanização mais perceptíveis na drenagem urbana são os relacionados às alterações no escoamento superficial gerados pela intensa impermeabilização. Na Ilustração 1, demonstram-se os efeitos da urbanização sobre o escoamento superficial, notando-se o aumento gradativo da vazão de pico e da redução da capacidade de amortecimento em função do aumento de adensamento populacional.

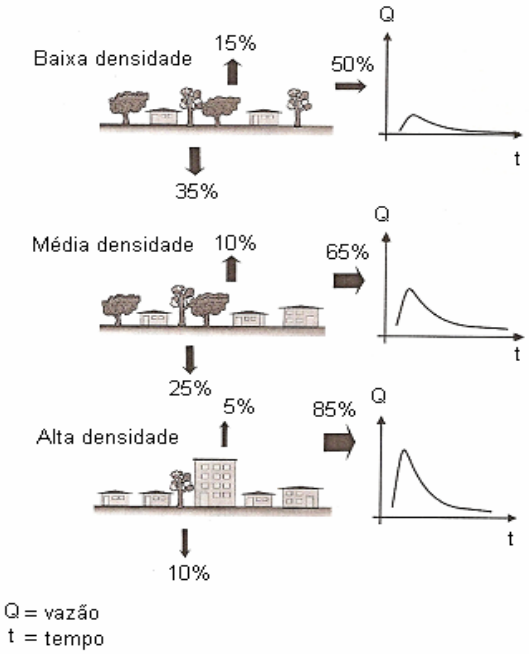



Ilustração 1 – Efeitos da urbanização sobre os padrões de escoamento superficial. Adaptado de Butler e Davies (2004) apud Parkinson e Mark (2005)

Em áreas que sofreram intensa urbanização, após curtos e intensos períodos de chuva, observam-se alagamentos conforme mostrado na Ilustração 2, o que infelizmente é um fato comum em cidades sem um plano diretor eficaz e infra-estrutura adequada, em função de uma compreensão precária do que significa a Hidrologia Urbana.

Ilustração 2 – Alagamento em via urbana – Rua 10, Setor Central – Goiânia

Nesta abordagem, Goiânia se insere como uma das metrópoles que vêm passando por um forte adensamento populacional e os problemas relacionados à drenagem urbana são evidenciados e potencializados especialmente nos períodos chuvosos.

Apesar de possuir uma certa quantidade de áreas verdes e ser exemplo na qualidade de vida, Goiânia, com pouco mais de setenta anos, sofre da mesma maneira que cidades centenárias (LONGO, M. 2006) no que se refere às enchentes e inundações.

Faz-se necessário ressaltar que Goiânia possui cerca de trinta pontos de risco indicados por Dorian (2006) em que há insuficiente rede pluvial e que necessitam de atenção especial para a resolução dos problemas supracitados.

A redução dos processos de infiltração, aumento dos volumes escoados superficialmente, aceleração do escoamento e acentuação dos picos dos hidrogramas, conseqüências da urbanização, são grandes problemas a serem enfrentados pelas cidades.

Como agravante desta situação tem-se ainda o subdimensionamento de obras hidráulicas, seja pela utilização inadequada de dados de chuva ou pela ausência de uma sistematização para elaboração do projeto de drenagem urbana referente às galerias de águas pluviais.

Deste modo, não só o adequado dimensionamento das galerias deve ser realizado. É preciso também propor soluções e alternativas para áreas com infra-estrutura implantadas, como é o caso das regiões centrais das grandes metrópoles, e também para áreas de expansão urbana.

## 1.1 A IMPORTÂNCIA DA SISTEMATIZAÇÃO PARA O DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

A ausência de uma sistematização para elaboração de projetos de dimensionamento de galerias de águas pluviais que leve em conta características regionais, não perdendo de vista a abrangência universal para aplicação, caracteriza a necessidade e importância do presente trabalho.

A proposição de critérios a serem assumidos no dimensionamento das galerias de águas pluviais, o uso de equacionamento, sem qualquer emprego de ábaco, são partes integrantes de uma sistemática de cálculo que permite fixar diâmetro, declividade, recobrimento da galeria, bem como vazão e velocidade de escoamento, além de cotas do terreno, da galeria e de poços de visita que nortearão a construção da rede.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo principal sistematizar o dimensionamento das galerias de águas pluviais e, assim, como foco de estudo, verificar o dimensionamento das galerias de águas pluviais em uma área pertencente à Bacia do Córrego Botafogo. Tal área abrange parte dos Setores Sul, Marista e Oeste da cidade de Goiânia (Ilustração 3).

Nesta verificação procurar-se-á relacionar as várias orientações de projeto existentes bem como evidenciar os critérios utilizados e recomendados pelos órgãos públicos, particularmente para Goiânia, já bastante afetada com a impermeabilização de suas áreas.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar um diagnóstico enumerando as principais características da drenagem urbana na área de estudo concernentes à microdrenagem como estado de conservação, identificação e existência das bocas de lobo e também a existência ou não das galerias de águas pluviais;
- Analisar os custos envolvidos na implantação de galerias de águas pluviais que são indispensáveis à tomada de decisão na etapa do dimensionamento;
- Propor o coeficiente de escoamento superficial ou de “runoff” (C) baseado em imagem de satélite por meio do levantamento de áreas permeáveis;

Ilustração 3 – Delimitação da Sub-bacia do Córrego Botafogo, Goiânia, objeto de estudo. Fonte: COMDATA – QUICKBIRD UTM 22 SAD69 (sem escala)

- Propor um equacionamento para o dimensionamento das galerias de águas pluviais que, utilizado em planilha eletrônica é mais ágil que o procedimento tradicional de interpolações sucessivas;
- Propor uma sistemática de cálculo para as galerias de águas pluviais, utilizando o equacionamento proposto, e que esteja em sintonia com as diversas referências da literatura;
- Realizar uma composição esquemática do dimensionamento realizado, demonstrando os pontos de sobrecarga da rede, trechos que necessitam de adaptações e as diferenças contrastantes entre os diâmetros existentes e os diâmetros calculados.

## 2 DRENAGEM URBANA

Por muito tempo a drenagem urbana foi realizada de maneira a esgotar rapidamente as águas de montante para jusante numa concepção higienista com origem na Europa (SILVEIRA, 1998). Esta prática tinha o intuito de afastar rapidamente o volume indesejado das águas de origem pluvial como também os esgotos sanitários. Neste contexto se realizaram obras onerosas para conduzir tais volumes precipitados e gerados, enquanto que a conscientização sobre os erros admitidos deste procedimento era deixada de lado. Foi necessário, com o passar do tempo, que aquelas medidas estruturais compostas por obras vultosas fossem aliadas a medidas não-estruturais juntamente com a integração de planos estaduais e federais.

Como descrevem Bernardes e Soares (2003): "Com efeito, a visão limitada, que trata as questões urbanas de forma isolada ou compartimentada, é uma das principais causas de acentuação dos problemas urbanos e da demanda não atendida por serviços de toda ordem". Deste modo, fica caracterizada a importância de uma abordagem multidisciplinar que não trate somente de aspectos tecnológicos referentes aos sistemas, sejam eles de esgoto, abastecimento, viário, entre outros, mas sim que permita a execução de projetos com base na análise de diferentes relações com o contexto urbano.

Um exemplo envolvendo drenagem urbana é o corredor para transporte coletivo da Av. Anhangüera, em Goiânia, demonstrando a aridez em que o meio urbano se transforma ao não incorporar o ambiente em que se insere no equacionamento geral do problema de transporte. Além da aridez, o corredor dos ônibus representa também uma solução de drenagem bastante sofrível, podendo-se notar na Ilustração 4 as muretas longitudinais que obrigam a água de chuva a seguir um único caminho, sem que haja bocas de lobo por várias dezenas de metros.

Ilustração 4 – Solução voltada apenas ao transporte coletivo não integrada ao meio ambiente – Av. Anhangüera em Goiânia, Goiás

Contudo, quando há uma integração dos setores envolvidos, sejam eles viário, de abastecimento de água, de esgoto, dentre outros, em uma abordagem multidisciplinar, as soluções encontradas representam um avanço sensível em relação àquelas tomadas de forma compartimentada. Por exemplo, na canalização do Córrego Botafogo, em Goiânia, em um trecho em que foi empregado gabião, pode-se notar a vegetação de margem; sendo que o gabião é uma alternativa que permite a interação do aqüífero freático com o volume escoado. Neste caso, buscou-se uma conciliação entre a necessidade de construir uma via para desafogar o tráfego urbano por meio da Marginal do Botafogo trabalhando ainda a questão do meio ambiente (Ilustração 5).

Ilustração 5 – Transição em concreto sob viaduto seguida por gabião –
Córrego Botafogo em Goiânia, Goiás

Ainda, segundo Bernardes e Soares (2003), por muitos anos, em função da conjuntura política e econômica do país, privilegiaram-se os sistemas de abastecimento de água (em grande escala) e de esgotos sanitários (em menor grau), deixando em segundo plano os investimentos na drenagem urbana e em disposição final de resíduos sólidos. Este fato é mencionado no Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (CABES) apud Cordeiro e Vaz (2005), evidenciando um certo esquecimento dos sistemas de drenagem de águas superficiais. Neste catálogo relata-se que 86,22 % das áreas urbanas dispõem de redes de abastecimento de água e 39,09% são atendidas por redes de esgotamento sanitário não sendo apresentados sequer dados sobre o sistema de drenagem de águas superficiais.

A ausência de sistemas de drenagem eficientes afeta à saúde pública por trazer à tona doenças de veiculação hídrica bem como perdas econômicas decorrentes das inundações, aspectos sociais. Há a morte de pessoas e prejuízos de toda ordem. A importância de tais sistemas talvez não se apresente de forma clara, contudo são peças fundamentais no planejamento urbano e são responsáveis diretamente pela sustentabilidade do ambiente urbano frente às adversidades da natureza como as tormentas.

Segundo Angelakis et. al. (2005), quando aborda as tecnologias empregadas nos sistemas de drenagem de águas pluviais e esgoto na Grécia Antiga, afirma ser espantoso e lamentável que à luz da história, o homem no período de 4000 anos tenha progredido de forma irrelevante no desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas ao saneamento.

Tanto a ausência como a ineficiência dos sistemas de drenagem urbana geram o aumento excessivo do volume de escoamento superficial, podendo ainda ser agravado pela expansão urbana. Este aumento do volume de escoamento superficial promove as enchentes que por conseqüência trazem consigo enormes prejuízos.

## 2.1 GOIÂNIA NO CONTEXTO DA DRENAGEM URBANA

Goiânia, fundada em 24.10.33 e planejada para 50.000 habitantes conforme seus idealizadores, passou por diversos momentos de pressão popular e da iniciativa privada para alteração de sua legislação urbana.

Desde o primeiro Código de Edificações apresentado em 1947, que incluía toda legislação urbana referente ao uso do solo, iniciou-se a abertura da zona suburbana à economia de mercado, atribuindo a implantação de infra-estrutura aos proprietários (pavimentação com galerias de águas pluviais, rede de água tratada e esgoto).

Contudo, posteriormente a Lei 176, de 16.03.50, revogou as cláusulas daquela obrigatoriedade, ficando a cargo da Prefeitura a implantação da infra-estrutura. Assim, a expansão urbana acelerava e acentuava-se por medidas "beneficentes" como o Decreto Municipal nº 16, de 20.06.50 que passava a exigir dos proprietários a responsabilidade apenas pelo arruamento dos loteamentos. Isto fica bem caracterizado por Moysés (2004):

> O poder público, então passou a assumir o ônus da infra-estrutura restante. As alterações na legislação urbana de parcelamento, frutos da pressão também dos proprietários de terra, acabaram com a autonomia do município sobre o parcelamento e, na prática, repassaram essa função à iniciativa privada. Deste então, a cidade ficou refém, primeiro dos proprietários de terra, e depois, do setor imobiliário e das incorporadoras.

Durante os anos 50 e meados dos 60 a ocupação do solo ficou a cargo do setor imobiliário e proprietários que parcelavam suas glebas de terras e vendiam-nas sem infra-estrutura. Nos anos 70, através da Lei Municipal nº 4526, de 31.12.71, voltava-se a exigir do proprietário a instalação de toda a infra-estrutura e mesmo assim houve uma expansão de loteamentos clandestinos por se localizarem na zona rural, fora dos limites da zona de expansão urbana, em desacordo com a Lei Federal 6766, bem como da legislação urbana do município.

No decorrer de vinte anos, a ocupação do solo se tornou intensa e a criação do Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia (PDIG/2000) em 1992 visando a ser uma diretriz quanto ao ordenamento e ocupação do uso do solo perdeu seu valor quando juntamente com a revogação da Lei 4526 e aprovação da Lei 7222 em 1994 e da Lei 7715, em 1997, que desobrigava a exigência de pavimentação asfáltica, propiciaram um crescimento vertiginoso na aprovação de loteamentos (MOYSÉS, 2004). Assim em síntese, Arrais (2004) relata:

> Todo esse rápido processo de crescimento demográfico, ocorrido especialmente a partir da década de 1960, bem como a expansão urbana desordenada resultaram em sérios problemas ambientais para o município de Goiânia, dentre os quais podemos destacar o desmatamento excessivo da cobertura vegetal original, atualmente reduzida a menos de 5% de vegetação primitiva; a poluição dos corpos d'água, principalmente os que drenam a malha urbana, não-tratamento dos esgotos industriais e domésticos, como no córrego Capim Puba; processos de assoreamento com a proliferação de áreas de riscos e **freqüentes alagamentos das vias dentro da malha urbana** (grifo nosso) .

Deste modo, a ineficácia de instrumentos que seriam as diretrizes para o ordenamento quanto ao uso e ocupação do solo favoreceram a urbanização desenfreada e suas causas se refletem no dia-a-dia dos cidadãos goianienses.

Pode-se verificar que tal urbanização sempre foi acompanhada da não instalação da infra-estrutura urbana, inclusive dos sistemas de drenagem urbana. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, em documento intitulado "A QUESTÃO DA DRENAGEM URBANA NO BRASIL" (BRASIL, 2003) constata-se que o Estado de Goiás apresenta 60,3 % dos municípios com sistema de drenagem, valor inferior aos demais estados do Centro-Oeste e comparáveis aos estados da Região Norte, carentes na questão do saneamento básico.

## 2.2 SUBDIVISÕES DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Os sistemas de drenagem urbana podem ser dimensionados em dois níveis (TUCCI, 2004):

a) macrodrenagem: relaciona-se aos escoamentos em fundos de vale que normalmente são bem definidos mesmo que não correspondam a um curso de água perene;

b) microdrenagem: relaciona-se a áreas onde o escoamento natural não é bem definido e, portanto, acaba sendo determinado pela ocupação do solo. Em áreas urbanas é essencialmente definida pelo traçado das ruas.

Segundo a PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002 apud BRASIL, 2003) e do mesmo modo consoante o Guia para elaboração de planos municipais de saneamento (BRASIL, 2006), a microdrenagem é considerada como o conjunto da rede formada por galerias tubulares com diâmetro igual ou superior a 0,30m e inferior a 1,20m, assim como pelas galerias celulares cuja área da seção transversal é inferior a 1m². A macro/mesodrenagem é constituída pelas estruturas que recebem a contribuição da microdrenagem, sendo formadas por cursos d'água, galerias tubulares com diâmetro igual ou superior a 1,20 m e galerias celulares cuja área da seção transversal seja igual ou superior a 1 m².

Conforme o Departamento de Águas e Energia Elétrica e a Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas (DAEE/CETESB, 1980), em seu Manual de Projeto de Drenagem Urbana, pode-se ainda subdividir o sistema de micro-drenagem em sistema inicial de drenagem e sistema de galerias de águas pluviais; sendo o primeiro composto pelas ruas, valetas e sarjetas e o segundo pelas bocas de lobo, poços de visita e tubulações coletoras de águas pluviais. Ambas explanações são complementares e não divergem entre si.

Existem outras referências, embora não divergentes, em âmbito internacional utilizadas para a divisão dos sistemas urbanos de drenagem de águas pluviais conforme aborda Smith (2006). Este autor divide o sistema em dois, denominados respectivamente de sistema superficial ou principal composto por ruas, valetas e vários canais naturais e artificiais e o outro de sistema de subsuperficial ou sistema secundário.

Smith (2006) evidencia a clara distinção entre estas divisões do sistema de drenagem do mesmo modo que o Manual de Drenagem Urbana editado pelo DAEE/CETESB (1980) e mesmo Tucci (2004). Diferenças estas já mencionadas quanto às disposições físicas e outras relacionadas à utilização do período de retorno no projeto de dimensionamento,

sendo de 2 a 10 anos para o sistema secundário ou microdrenagem e de 25 a 100 anos para o sistema principal ou macrodrenagem.

Na microdrenagem, principal objeto deste estudo, os elementos utilizados no dimensionamento compreendem as sarjetas, meio fio, tubos de ligação, bocas de lobo, trecho, poços de visita e finalmente as galerias. Pode-se ainda destacar na microdrenagem as medidas de controle de enchentes no lote, as bacias de detenção e de retenção que possuem a função de amortecer o pico das vazões de cheia. A diferença principal entre elas, é a lâmina d'água presente nas bacias de retenção, ao contrário das bacias de detenção que permanecem secas após seu funcionamento.

Segundo Tucci et. al (2004), o objetivo principal das obras de microdrenagem é esgotar as vazões oriundas de chuvas mais freqüentes e implicitamente admitir-se a ocorrência de alagamentos acima do risco de projeto. À seguir discutem-se e apresentam-se definições, o dimensionamento e aspectos gerais das bocas de lobo e galerias de águas pluviais.

## 2.3 MÉTODO RACIONAL

Desde a primeira exposição da famosa Teoria Racional por Emil Kuichiling (1880) apud Wilken (1978) que originou a Equação Racional (2.1) e assim o Método Racional muitos ainda a utilizam. Esta equação expressa o máximo caudal ou a maior vazão em uma seção da bacia contribuinte dada, em função das características da própria bacia e da quantidade de chuva precipitada.

$$Qloc = C\, i\, A \qquad (2.1)$$

onde: Qloc = vazão superficial local ($m^3/s$)

C = coeficiente de escoamento superficial

i = intensidade da chuva (m/s)

A = área da bacia contribuinte local ($m^2$)

A aplicação do Método Racional é válida para bacias urbanas ou rurais pequenas com áreas de até 500 ha e pode ser aplicado com segurança até 50 ha ou 100 acres (WILKEN, 1978; DEBO, REESE, 2003). Entretanto há outros autores que consideram o limite de área para aplicação deste método de 2km² (TUCCI, 2004) e até 3km² ou 300 ha como Festi (2005).

### 2.3.1 Coeficiente de escoamento superficial

Originalmente chamada de racional por admitir-se necessário conhecer para aplicação do Método as características principais da bacia, há de se adotar um valor para um parâmetro que dependerá do conhecimento e experiência do projetista.

Este parâmetro conhecido como coeficiente de escoamento superficial, deflúvio ou coeficiente de "runoff" (C) depende basicamente das características do solo da bacia hidrográfica em estudo, bem como da existência ou não de armazenamento em depressões e da declividade. Ele depende, ainda, da intensidade da chuva, a qual na grande maioria das vezes não é levada em conta para sua estimativa. Este coeficiente é definido pela relação entre o volume escoado superficialmente e o volume precipitado. Assim, seu valor menor que a unidade decresce para áreas que não sofreram modificações pelo homem, como áreas verdes e que ainda guardam propriedades importantes como a interceptação e infiltração das águas de chuvas. Já para áreas modificadas pelo homem como áreas pavimentadas e asfaltadas este coeficiente aumenta pela ausência ou redução de áreas de infiltração naturais, gerando o aumento do volume escoado superficialmente.

Pode ser calculado por fórmulas práticas como a de Horner apud Azevedo Netto e Araújo (1998):

$$C = 0{,}364 \log t + 0{,}0042\, r - 0{,}145 \qquad (2.2)$$

onde: t = duração da precipitação (min)

r = porcentagem impermeabilizada de área (%)

Entretanto, existem tabelas adotadas por órgãos nacionais e internacionais que fornecem o valor deste coeficiente em função da descrição da área (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Valores usuais de C, segundo Kuichling

| 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: Adaptado de Azevedo Netto e Araújo (1998)

Tabela 2 – Valores usuais de C segundo Colorado Highway Department

| **Características da bacia** | **C** |
|---|---|
| Superfícies impermeáveis | 0,90-0,95 |
| Terreno estéril montanhoso | 0,80-0,90 |
| Terreno estéril ondulado | 0,60-0,80 |
| Terreno estéril plano | 0,50-0,70 |
| Prados, campinas, terreno ondulado | 0,40-0,65 |
| Matas decíduas, folhagem caduca | 0,35-0,60 |
| Matas coníferas, folhagem permanente | 0,25-0,50 |
| Pomares | 0,15-0,40 |
| Terrenos cultivados em zonas altas | 0,15-0,40 |
| Terrenos cultivados em vales | 0,10-0,30 |

Fonte: Adaptado de Azevedo Netto e Araújo (1998)

Também estes valores podem estar vinculados a determinados períodos de retorno de precipitações, como evidencia Writh-McLaughlin (1969) apud Debo e Reese (2003) relatando que para precipitações de alta intensidade deverá haver modificações neste coeficiente devido à infiltração e outras perdas terem um efeito proporcionalmente menor sobre o escoamento superficial.

Assim, deve-se ajustar o Método Racional através da multiplicação do lado direito da equação por um fator de freqüência (Cf) dado pela Tabela 3, sendo o produto "C" por "Cf" menor que a unidade (DEBO;REESE,2003).

$$Q = Cf\ C\ i\ A \qquad (2.3)$$

onde: Cf = fator de freqüência

C = coeficiente de escoamento superficial ou de "runoff"

Tabela 3 - Fator de freqüência associado ao período de retorno ou recorrência

| **Período de Retorno ou Recorrência (anos)** | **Cf** |
|---|---|
| 25 | 1,1 |
| 50 | 1,2 |
| 100 | 1,2 |

Fonte: Adaptado de Debo e Reese (2003)

Há também métodos para determinação do coeficiente de escoamento superficial baseados nos grupos de solos e declividade do terreno e no uso do solo e coeficientes compostos para bacias complexas.

Uma das tabelas de exemplo referentes a caracterização do coeficiente de escoamento baseadas nos grupos de solo é fornecida pelo atual Natural Resources Conservation Service (NRCS), antigo Soil Conservation Service (SCS), Technical Realese (1986) apud Debo e Reese (2003) para o município de Orange, Carolina do Norte, Estados Unidos da América (Tabela 4). Juntamente com a Tabela 5, esta fornecerá o valor do coeficiente de escoamento superficial.

Tabela 4 - Grupos hidrológicos para o munícipio de Orange, Carolina do Norte

| **Nome da série** | **Grupos Hidrológicos** | **Nome da série** | **Grupos Hidrológicos** |
|---|---|---|---|
| Altavista | C | Herndon | B |
| Appling | B | Hywassee | B |
| Cecil | B | Iredel | D |
| Chewacla | C | Lignum | C |
| Congarre | B | Louisburg | B |
| Creedmoor | C | Orange | D |
| Enon | C | Tatum | C |
| Georgeville | B | Vance | C |
| Goldston | C | Wedowee | D |

Fonte: Soil Conservation Service, Technical Release No. 55 , Washington, DC, 1986 apud Debo e Reese (2003)

Tabela 5 - Coeficiente de escoamento superficial recomendado para superfícies permeáveis pelos agrupamentos de solos hidrológicos e limites de declividade

| **Declividade** | **A** | **B** | **C** | **D** |
|---|---|---|---|---|
| Plana (0-1%) | 0,04-0,09 | 0,07-0,12 | 0,11-0,16 | 0,15-0,20 |
| Média (2-6%) | 0,09-0,14 | 0,12-0,17 | 0,16-0,21 | 0,20-0,25 |
| Íngrime | 0,13-0,18 | 0,18-0,24 | 0,23-0,31 | 0,28-0,38 |

Fonte: Storm Drainage Design Manual, Erie and Niagara Counties Regional Planning Board apud Debo e Reese (2003)

Estes grupos de solo (A, B, C e D) caracterizados pelo NRCS são baseados na taxa de infiltração intrinsecamente ligada à precipitação e ao escoamento superficial (DEBO; REESE, 2003). Estes autores relatam a possibilidade ainda do desenvolvimento de um coeficiente composto pela utilização de tabelas já evidenciadas dividindo a área em blocos de amostras formando um guia com os valores de coeficientes para a área em estudo.

Para a avaliação de sistemas de drenagem que foram implantados há anos, a determinação de uma faixa de valores para o coeficiente de escoamento superficial se torna complexa devido à antropização ocorrida nessas áreas.

Atualmente, o sensoriamento remoto, através de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, vem se tornando uma importante ferramenta de auxílio à caracterização de índices físicos de bacias hidrográficas, conforme Stefanov et al. (2001).

Dentre esses sistemas, pode-se citar o SPRING, software livre e nacional, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE que permite a manipulação de imagens de satélites e apesar de pouco amigável conforme acentuam Cruz e Amaral (2005) o qual é bastante eficaz como ferramenta para obtenção de parâmetros hidrológicos e útil nas tomadas de decisão.

A utilização conjunta de SIG e imagens de alta resolução obtidas de sistemas sensores orbitais auxiliam na determinação de áreas impermeáveis e assim podem contribuir para uma melhor estimativa de valores para o coeficiente de escoamento superficial "C" de áreas já urbanizadas.

A importância do assunto é ressaltada por Ferreira et al. (2005) ao avaliarem a estimativa de áreas impermeáveis aplicada ao município de Criciúma, SC:

> [...] o geoprocessamento realizado através do emprego do software SPRING foi ferramenta essencial na determinação das áreas impermeáveis do município. As modernas técnicas de sensoriamento remoto e o aprimoramento dos programas de análise e simulação têm simplificado sensivelmente o trabalho de interpretação e organização da informação espacial utilizada na análise e no planejamento [...]

### 2.3.2 Tempo de concentração

Segundo Villela e Mattos (1975):

> tempo de concentração é definido como o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo ou, em outras palavras, tempo que leva a água dos limites da bacia para chegar à saída da mesma.

O tempo de concentração usado no projeto consiste da soma do tempo de entrada com o tempo de percurso ou de trajeto dentro do conduto. O tempo de entrada pode ser determinado através de gráficos. Na Ilustração 6 tem-se um exemplo para a determinação do

tempo de concentração em minutos (time in minutes) para condições que não envolvem complexa drenagem; em função da distância em pés (distance in feet), declividade em porcentagem (slope, %) e coeficiente de escoamento superficial (C).

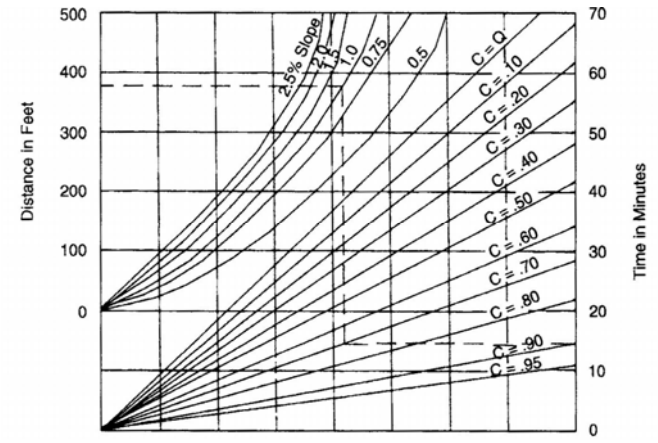



Ilustração 6 – Determinação do tempo de concentração em função da distância, coeficiente de escoamento superficial e declividade
Fonte: Airport Drainage. Federal Aviation Administration, 1965 apud Debo e Reese (2003)

Para cálculo do tempo de concentração total, basta adicionar o tempo de entrada com o tempo de trajeto dentro do conduto no trecho em estudo (Equação 2.4), sendo este obtido pela divisão do comprimento do trecho em análise pela velocidade média do fluxo do mesmo trecho.

$$tc = te + tp \tag{2.4}$$

onde: tc = tempo de concentração (min)

te = tempo de entrada (min)

tp = tempo de percurso (min)

A vazão máxima calculada é obtida considerando toda a bacia contribuindo para a seção de estudo. Deste modo, a duração da precipitação calculada deverá ser igual ao tempo de concentração.

Faz-se necessária precaução quanto ao uso do Método Racional quando o tempo de concentração ultrapassar 30 minutos, o que significaria que a intensidade pluviométrica deixaria de ser constante sobre a área em estudo, descaracterizando uma das condições de aplicação do método (DEBO; REESE, 2003).

Wilken (1978) recomenda a adoção do tempo de concentração inicial entre 5 e 20 minutos para bacias rurais e para bacias urbanas entre 5 e 15.

### 2.3.3 Dimensionamento pelo Método Racional

Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais pelo Método Racional, em síntese, utiliza-se a Tabela 6, baseada na equação de Manning que fornece o valor da velocidade e vazão para um certo diâmetro comercial arbitrado. Esta escolha obedece freqüentemente a decisão mais econômica adotando-se inicialmente a declividade do terreno conduzindo a menores custos relacionados à escavação. Com o cálculo da vazão à seção plena e tendo a vazão a ser escoada pela tubulação determina-se a razão Q/Qp e pela tabela determina-se por interpolação a velocidade do escoamento. Caso os valores ultrapassem os limites estabelecidos para a velocidade e também para a relação altura-diâmetro, galerias dimensionadas como condutos livres, deve-se decidir pela troca de diâmetro ou proceder a alterações na declividade da galeria. Deve-se ressaltar que apesar do procedimento ser simples, o processo torna-se dispendioso visto a não observância dos limites estabelecidos em projetos quando do dimensionamento das galerias de águas pluviais e a necessidade de sucessivas interpolações para se chegar à solução.

Tabela 6 – Valores calculados para seção circular

| h/D | 2h/D | âng.central (rad) | Rh/d | A/d² | V/Vp | Q/Qp |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,02 | 0,4006 | 0,0066 | 0,0013 | 0,089 | 0,00015 |
| 0,05 | 0,10 | 0,9020 | 0,0326 | 0,0147 | 0,257 | 0,00480 |
| 0,10 | 0,20 | 1,2870 | 0,0635 | 0,0409 | 0,401 | 0,02088 |
| 0,20 | 0,40 | 1,8545 | 0,1206 | 0,1118 | 0,615 | 0,08757 |
| 0,25 | 0,50 | 2,0943 | 0,1466 | 0,1535 | 0,701 | 0,13698 |
| 0,30 | 0,60 | 2,3185 | 0,1709 | 0,1982 | 0,776 | 0,19583 |
| 0,35 | 0,7000 | 2,5322 | 0,1935 | 0,2450 | 0,843 | 0,26294 |
| 0,40 | 0,8000 | 2,7388 | 0,2142 | 0,2934 | 0,902 | 0,33699 |
| 0,45 | 0,9000 | 2,9412 | 0,2331 | 0,3428 | 0,954 | 0,41653 |
| 0,50 | 1,0000 | 3,1415 | 0,2500 | 0,3927 | 1,000 | 0,50000 |
| 0,55 | 1,1100 | 3,3419 | 0,2649 | 0,4426 | 1,039 | 0,58571 |
| 0,60 | 1,2000 | 3,5443 | 0,2776 | 0,4920 | 1,072 | 0,67184 |

## 2.4 MÉTODO DE SAATÇI

Como a rotina de cálculo pode consumir tempo e limitar possíveis alternativas quanto ao cálculo da velocidade e da profundidade do escoamento, Saatçi (1990) introduziu uma solução usando considerações geométricas (Ilustração 7) e a Equação de Manning. Sendo

dados a vazão (Q), a declividade (I) e o diâmetro, o cálculo da velocidade e da profundidade se faz com as Equações (2.8, 2.9).

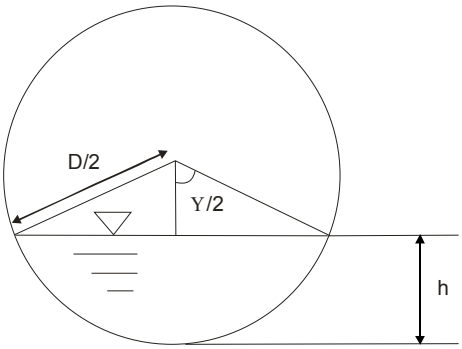



Ilustração 7 – Características geométricas do conduto livre de seção circular

$$k = Q\,n\,D^{-8/3}\,I^{-1/2} \tag{2.5}$$

onde: k: constante

Q= vazão (m³/s)

D= diâmetro (m)

I= declividade (m/m)

$$\theta = \frac{3\pi}{2}\sqrt{1-\sqrt{1-\sqrt{\pi K}}} \tag{2.6}$$

onde: $\theta$ : ângulo central (rad)

k: constante

Pela Ilustração 7, tem-se que:

$$A_m = \frac{D^2(\theta - \text{sen}\theta)}{8} \tag{2.7}$$

onde: $A_m$ = área molhada (m²)

Deste modo, calcula-se a velocidade e a relação altura lâmina d'água-diâmetro:

$$V = Q/A_m \tag{2.8}$$

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2}\left[1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right] \tag{2.9}$$

onde: V = velocidade do escoamento (m/s)

h/D = relação altura lâmina d'água-diâmetro

h= profundidade do escoamento (m)

D= diâmetro (m)

Deve-se ressaltar que a aplicação deste método é válido para o ângulo central ϴ variando de 0° até 265° (0 a 4,625 rad), equivalente a uma relação altura-diâmetro (h/D) de 0,84.

## 2.5 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO DO NRCS

A estimativa de vazão de projeto para drenagem urbana se baseia em modelos de transformação chuva-vazão que são aplicáveis a determinados valores de áreas contribuintes. Para áreas maiores que 2 km², pode-se adotar para estimativa da vazão o Método do Hidrograma Unitário, proposto em 1952 pelo NRCS (Natural Resources Conservation Service), antigo SCS (Soil Conservation Service).

Tal método foi desenvolvido nos Estados Unidos com dados observados em diversas bacias que possuíam registros de vazão e de chuva para ser utilizados em bacias com carência de dados. Trata-se de um método denominado de sintético por ter as características principais do hidrograma, dentre elas a vazão de pico e a duração do escoamento.

O hidrograma unitário proposto pelo Natural Resources Conservation Service (NRCS) possui a forma de um triângulo (Ilustração 8), sendo sua área igual ao volume precipitado.

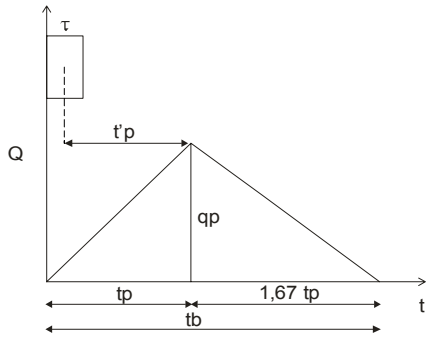



Ilustração 8 – Hidrograma unitário proposto pelo NRCS

A obtenção de tal hidrograma para um certo período de retorno e uma dada duração de chuva dá-se pelas determinações dos valores assumidos pelas variáveis

representadas na Ilustração 13. Basicamente o método se resume a calcular o tempo de pico "tpc" e a vazão de pico "qp". A seguir, são definidos conceitos utilizados na construção de Hidrogramas Unitários do NRCS, até chegar ao objetivo que é o Hidrograma de Projeto.

**a) Hidrograma curvilíneo unitário**

A conversão do hidrograma triangular unitário em hidrograma curvilíneo unitário tem por base a Tabela 7 do NRCS; a forma do hidrograma unitário curvilíneo pode ser vista na Ilustração 9.

Tabela 7 – Valores das relações t/tpc e q/qp - NRCS

| t/tpc | q/qp | t/tpc | q/qp | t/tpc | q/qp | t/tpc | q/qp | t/tpc | q/qp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 | 0,000 | 0,70 | 0,820 | 1,40 | 0,780 | 2,20 | 0,207 | 3,60 | 0,021 |
| 0,1 | 0,030 | 0,80 | 0,930 | 1,50 | 0,680 | 2,40 | 0,147 | 3,80 | 0,015 |
| 0,2 | 0,100 | 0,90 | 0,990 | 1,60 | 0,560 | 2,60 | 0,107 | 4,0 | 0,011 |
| 0,3 | 0,190 | 1,00 | 1,000 | 1,70 | 0,460 | 2,80 | 0,077 | 4,5 | 0,005 |
| 0,4 | 0,310 | 1,10 | 0,990 | 1,80 | 0,390 | 3,00 | 0,055 | 5,0 | 0,000 |
| 0,5 | 0,470 | 1,20 | 0,930 | 1,90 | 0,330 | 3,20 | 0,040 | - | - |
| 0,6 | 0,660 | 1,30 | 0,860 | 2,00 | 0,280 | 3,40 | 0,029 | - | - |

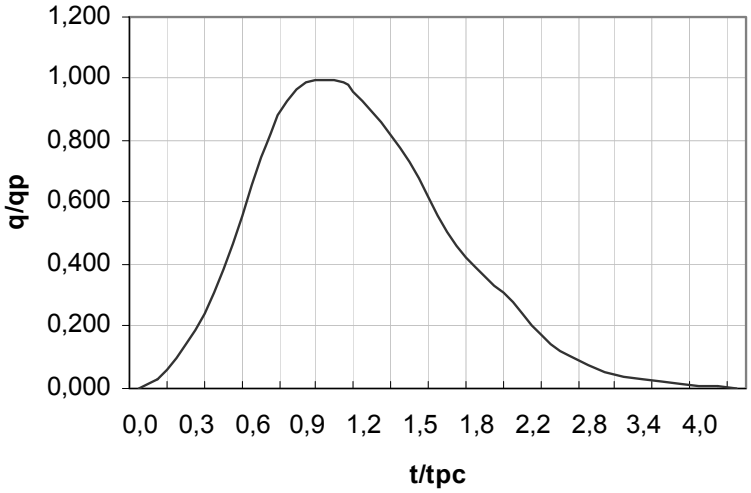



Ilustração 9 – Gráfico Adimensional

A vantagem da forma curvilínea é de se trabalhar com um hidrograma que retrata melhor as condições reais ou naturais.

**b) Vazão de pico do hidrograma unitário (qp)**

$$qp = \frac{2{,}08 \times A}{tpc} \tag{2.10}$$

onde: qp = vazão de pico (m³/s)

A = área da bacia contribuinte (km²)

tpc = tempo de pico (h)

2,08 = coeficiente que leva em conta o fator de atenuação do pico e conversão de unidades

**c) Tempo de retardo (t'p)**

Segundo o NRCS:

$$t'p = 0{,}6\ tc \tag{2.11}$$

onde: tc = tempo de concentração (h)

**d) Tempo de pico (tpc)**

Pela Ilustração 9 tem-se que:

$$tpc = \frac{\tau}{2} + t'p \tag{2.12}$$

Substituindo (2.11) em (2.12) tem-se:

$$tpc = \frac{\tau}{2} + 0{,}6tc \tag{2.13}$$

onde: tpc = tempo de pico (h)

$\tau$ = duração da precipitação (h)

tc = tempo de concentração da bacia contribuinte (h)

**e) Duração da precipitação ($\tau$)**

De acordo com o NRCS, "$\tau$" deve estar entre 0,2 e 0,25 do tempo de pico. Se $\tau$ = 0,2 tpc, substitui-se na Equação 2.12 e tem-se:

$$tpc = 1{,}11t'p \tag{2.14}$$

onde: tpc = tempo de pico (h)

t'p = tempo de retardo (h)

Assumindo-se que $\tau$ = 0,2 tpc, a Equação 2.13 passa a relacionar a duração da precipitação $\tau$ com tc:

$$\tau = 0{,}133\ tc \tag{2.15}$$

**f) Capacidade máxima da camada superior do solo (S)**

A capacidade máxima da camada superior do solo "S" é dada pela Equação 2.16 em função do parâmetro CN relacionado à cobertura, ao uso e tipo do solo e às condições médias de umidade antecedente tanto para bacias rurais e urbanas quanto suburbanas. Geralmente estas condições de umidade antecedente são determinadas em um período de 5 dias anteriores ao evento de projeto (DEBO; REESE, 2003).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \tag{2.16}$$

onde: S = capacidade da camada superior do solo

CN = parâmetro referente à cobertura, uso e tipo do solo

Na Tabela 8, p.40 encontram-se os valores de CN para bacias urbanas e suburbanas submetidas a condições médias de umidade. Vale ressaltar que a tabela dispõe de quatro tipos de solo (A, B, C e D), classificados em relação à capacidade de infiltração.

**g) Tempo de concentração (tc)**

Segundo o NRCS, para bacias de até 8 km², o tempo de concentração "tc" pode ser estimado a partir do tempo de retardo t'p. Quando ocorre modificação da bacia quanto à urbanização é necessário fazer alterações para o tempo de retardo obtido pela Equação 2.17.

$$t'p = \frac{2{,}6\, L_p^{0,8}\, (S/25{,}4 + 1)^{0,7}}{1900\, Y^{0,5}} \tag{2.17}$$

onde: t'p = tempo de retardo (h)

$L_p$ = comprimento do curso d'água principal (km)

S = capacidade máxima da camada superior do solo (mm)

Y = declividade média da bacia de contribuição (%)

Tabela 8 – Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas

| Uso/Cobertura do Solo | Tipo de solo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| Zonas cultivadas | | | | |
| Sem conservação do solo | 72 | 81 | 88 | 91 |
| Com conservação do solo | 62 | 71 | 78 | 81 |
| Pastagens ou terrenos baldios | | | | |
| Em más condições | 68 | 79 | 86 | 89 |
| Em boas condições | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Prado em boas condições | 30 | 58 | 71 | 78 |
| Bosques ou zonas florestais | | | | |
| Má cobertura | 45 | 66 | 77 | 83 |
| Boa cobertura | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios (em boas condições) | | | | |
| Com relva em mais de 75% da área | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Com relva em 50 a 75% da área | 49 | 69 | 79 | 84 |
| Áreas comerciais e de escritórios | 89 | 92 | 94 | 95 |
| Distritos industriais | 81 | 88 | 91 | 93 |
| Áreas residenciais | | | | |
| Tamanho médio do lote % impermeável | | | | |
| Até 500 m².....65% | 77 | 85 | 90 | 92 |
| 500 a 1000 m².....38% | 61 | 75 | 83 | 87 |
| 1000 a 1300 m².....30% | 57 | 72 | 81 | 86 |
| 1300 a 2000 m².....25% | 54 | 70 | 80 | 85 |
| 2000 a 4000 m².....20% | 51 | 68 | 79 | 84 |
| Estacionamentos pavimentados, viadutos, telhados, etc. | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Ruas e estradas | | | | |
| Asfaltadas, com drenagem de águas pluviais | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Pavimentadas com paralelepípedos | 76 | 85 | 89 | 91 |
| De terra | 72 | 82 | 87 | 89 |

Fonte: DEP/DOP (2005)

**Solo A –** solos que produzem baixo escoamento superficial, com alta infiltração (solos arenosos profundos, com pouca argila e silte)

**Solo B –** solos com permeabilidade acima da média (solos arenosos menos profundos do que os do tipo A)

**Solo C –** solos com capacidade de infiltração abaixo da média, que geram escoamento superficial acima da média (solos pouco profundos, com percentagem considerável de argila);

**Solo D –** solos com muito baixa capacidade de infiltração, que geram muito escoamento superficial (solos pouco profundos, contendo argilas expansivas)

As Ilustrações 10 e 11, compostas por gráficos, permitem determinar os dois fatores de modificação “fm1” e “fm2”, em que “fm1” é função da “PERC1” – percentagem de alteração no comprimento original do curso d’água, podendo ser por canalização, aterro para

loteamento, arruamento, dentre outros, e "fm2" é função da "PERC2" – percentagem atual de áreas impermeabilizadas da bacia contribuinte. Essas percentagens "PERC1" e "PERC2" devem ser levantadas por mapas topográficos ou fotos aéreas, seguidas de inspeção de campo (DEBO; REESE, 2003).

Deste modo, conhecendo-se as modificações na área original basta multiplicar o valor do tempo de retardo dado pela Equação 2.17 pelos fatores "fm1" e "fm2" (Equação 2.18), obtidos nas Ilustrações 10 e 11 ou com emprego da Tabela 9, p.42.

Assim, novo t'p

$$t'p = t'p_{original} \times fm1 \times fm2 \qquad (2.18)$$

Uma vez estimado o tempo de retardo "t'p", o tempo de concentração é dado pela Equação 2.11:

$$tc = 1{,}67 \times t'p$$

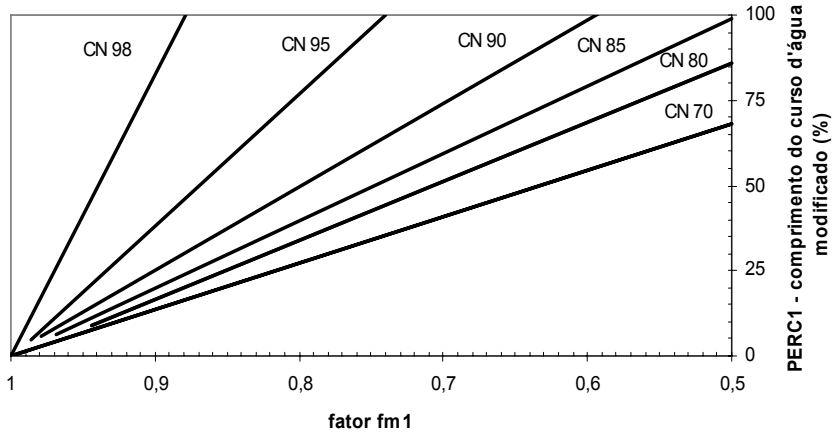



Ilustração 10 – Fator de modificação fm1
Fonte: Adaptado de Debo e Reese (2003)

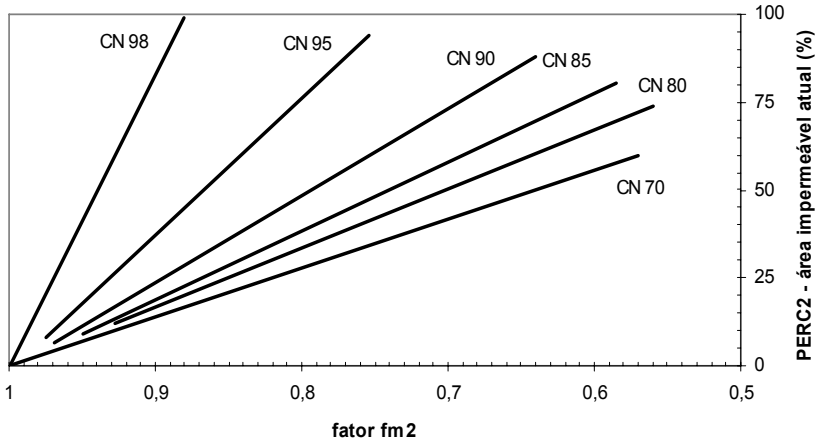



Ilustração 11 – Fator de modificação fm2
Fonte: Adaptado de Debo e Reese (2003)

**Tabela 9 – Equações dos fatores fm1 e fm2**

| CN | Equações do fator fm1 | Equações do fator fm2 |
|---|---|---|
| 98 | fm1 = -0,0012 x PERC1 + 0,9999 | fm2 = -0,0012 x PERC2 + 0,9996 |
| 95 | fm1 = -0,0026 x PERC1 + 0,9979 | fm2 = -0,0026 x PERC2 + 0,9949 |
| 90 | fm1 = -0,0041 x PERC1 + 1,0030 | fm2 = -0,0040 x PERC2 + 0,9960 |
| 85 | fm1 = -0,0051 x PERC1 + 1,0004 | fm2 = -0,0051 x PERC2 + 0,9960 |
| 80 | fm1 = -0,0058 x PERC1 + 0,9952 | fm2 = -0,0059 x PERC2 + 0,9986 |
| 70 | fm1 = -0,0074 x PERC1 + 1,0017 | fm2 = -0,0072 x PERC2 + 0,9998 |

onde, "PERC1" e "PERC2" = valor em percentagem decorrente de urbanização (%)

A título de exemplo, em Goiânia, o córrego dos Buritis, cuja nascente se encontra no Setor Marista, e que percorre os setores Sul e Central, teve seu curso d'água completamente modificado pelo processo de urbanização, o que implica em um PERC1 = 100 %. Por sua vez, estima-se uma impermeabilização de 65 % nessa bacia, ou seja, PERC2 = 65 %. Considerando CN = 90 para a área em questão, obtém-se:

fm1 = -0,0041 x 100 + 1,0030 = 0,593

fm2 = -0,0040 x 65 + 0,9960 = 0,736

Assim, o impacto devido à urbanização pode ser medido na diminuição do tempo de concentração que passou a ser (fm1 x fm2 = 0,4364) do original, ou seja, o atual tempo de concentração é 43,64 % do que era originalmente, explicando parcialmente os alagamentos de ruas nesses setores.

**h) Tempo de recessão ($t_{recessão}$)**

De acordo com o NRCS o tempo de recessão "$t_{recessão}$" é dado pela relação com o tempo de pico "tpc":

$$t_{recessão} = 1{,}67 \times tpc \qquad (2.19)$$

onde: $t_{recessão}$ = tempo de recessão (h)

tpc = tempo de pico (h)

**i) Tempo de base (tb)**

O tempo de base é dado pela soma do tempo de pico com o tempo de recessão:

$$tb = tpc + t_{recessão} \quad (2.20)$$

Substituindo (2.19) em (2.20), tem-se que:

$$tb = 2{,}67\ tpc \quad (2.21)$$

### 2.5.1 Cálculo das ordenadas do Hidrograma Unitário

Para cálculo das ordenadas do hidrograma unitário curvilíneo "q" correspondentes às ordenadas do hidrograma unitário triangular basta utilizar a Tabela 7, p. 37 fornecida pelo NRCS.

De posse do tempo de pico "tpc" e da vazão de pico "qp" e levando-se em conta a duração "τ" da chuva, obtém-se a relação "t/tpc", onde t assume os valores t = 1τ, 2τ, 3τ, ... Os valores de "q/qp" são obtidos por interpolação na Tabela 7, p. 43 em função de "t/tpc".

### 2.5.2 Hietograma de projeto baseado no Método dos Blocos Alternados

O hietograma de projeto é uma seqüência de alturas ou intensidades de chuva que descrevem a entrada de água na bacia contribuinte, para a qual determinada obra deve ser projetada. Aqui, descreve-se o Método dos Blocos Alternados que consiste em três etapas:

a) discretizar o tempo de concentração em intervalos de tempo iguais, geralmente em seis intervalos, e para cada intervalo calcular a precipitação correspondente através de relações i-d-f;

b) determinar os incrementos de alturas de chuva correspondentes a cada intervalo de tempo;

c) rearranjar os incrementos de alturas de chuva em blocos ordenados pelas magnitudes: 6-4-3-1-2-5, sendo a maior altura correspondente ao bloco 1, decrescendo até o bloco 6.

Originalmente, a seqüência proposta pelo Bureau of Reclamation tem a estrutura 5-3-1-2-4-6. Entretanto, referências como Tucci (2004) e também no Caderno de Encargos da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (DEP/DOP,2005) alteraram a posição do maior incremento de precipitação do terceiro para o quarto intervalo. Assim, a seqüência mencionada passa a ser 6-4-3-1-2-5. Observou-se que tal arranjo leva a uma superior maximização da vazão de projeto (MENEZES FILHO; COSTA, 2007). Caso haja um maior

número de blocos, mantém-se a seqüência 6-4-3-1-2-5 na parte central, continuando o ordenamento com os blocos ímpares à direita e os pares à esquerda.

Em síntese, o Método dos Blocos Alternados utiliza os incrementos de alturas de chuva ΔP', submetidos a um ordenamento próprio, para gerar o hietograma de projeto, o qual reflete uma estratégia para maximizar a entrada de água na bacia contribuinte. Ele preserva exatamente os totais precipitados, apenas, rearranjando-os, sem descontar perdas por infiltração, por evaporação ou por retenção superficial.

### 2.5.3 Hietograma de precipitações efetivas

A Equação 2.22 é utilizada para cálculo da precipitação efetiva "Pef" correspondente à parcela que efetivamente gera o volume escoado superficialmente no método proposto pelo NRCS, tendo validade quando $P_a > 0{,}2\ S$, do contrário, a precipitação efetiva é nula, com "S" dado pela Equação 2.16:

$$Pef = \frac{(P_a - 0{,}2S)^2}{P_a + 0{,}8S} \tag{2.22}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

onde: Pef = precipitação efetiva (mm)

$P_a$ = altura de chuva acumulada ao final de cada intervalo (mm)

S = capacidade máxima da camada superior do solo (mm)

CN = parâmetro referente à cobertura, uso e tipo de solo

### 2.5.4 Obtenção do hidrograma de projeto com emprego da convolução de hidrogramas

O hidrograma de projeto é a grande meta a se alcançar, pois além da vazão máxima ele fornece o volume a escoar que tanto interessa ao dimensionamento, por exemplo, de reservatórios destinados ao amortecimento de cheias.

As ordenadas do hidrograma de projeto são determinadas pela soma das ordenadas dos hidrogramas gerados pelas precipitações efetivas a cada instante "t", o que é conhecido na literatura do assunto pelo termo "convolução".

## 2.6 CONSIDERAÇÃO DE REMANSO

Muitas situações práticas de engenharia envolvendo projeto, planejamento e operação de canais, barramentos e represas exigem, além do conhecimento qualitativo do perfil d'água (curvas de remanso) nessas estruturas, o conhecimento do traçado quantitativo deste perfil. Este traçado permite, por exemplo, identificar a elevação do nível d'água em um trecho qualquer de um canal pela construção de uma barragem a jusante do mesmo identificando possíveis conseqüências futuras do barramento.

Pode-se ainda questionar a influência do remanso nas galerias de águas pluviais quando, por exemplo, o trecho final a jusante da galeria estiver submerso ou funcionando como conduto forçado. Por isso, faz-se necessário o estudo tanto qualitativo na determinação de quais curvas ocorrem na rede como quantitativo referente ao traçado do perfil de remanso para regiões baixas e que estão sujeitas à existência do remanso.

Vários são os métodos existentes para o cálculo do escoamento gradualmente variado (remanso). Podem-se dividir em dois grupos principais. No primeiro podemos citar o tradicional método de integração por passos subdividido em Direct Step Method e o Standard Step Method. No outro grupo estão os métodos numéricos subdivididos segundo (CHAUDHRY, 1993) em *single-step methods* que compreendem o Método de Euler, Euler modificado, Euler melhorado e o Método de Runge-Kutta e por fim os métodos de previsão-correção (*Predictor-corrector method*).

No presente trabalho, face a uma série de situações bem mais usuais de escoamento, buscou-se uma sistematização sem levar em conta o efeito de remanso.

## 2.7 BOCAS DE LOBO

As bocas de lobo são dispositivos hidráulicos cuja função é captar as águas pluviais provenientes das sarjetas e conduzi-las às galerias de águas pluviais por meio de tubos de conexão também chamados de ramais.

São constituídas de uma caixa de alvenaria ou concreto pré-moldado localizada sob o passeio (calçada) ou sob a sarjeta conforme Ilustrações 12 e 13. As bocas de lobo localizadas sob os passeios possuem uma tampa de concreto localizada no plano dos mesmos que permite a inspeção e manutenção. Já as localizadas sob as sarjetas possuem grelha de concreto ou grelha composta por barras de ferro fundido que retém possíveis materiais grosseiros transportados pelas águas pluviais.

Ilustração 12 – Boca de lobo disposta sob o passeio

Ilustração 13 - Boca de lobo disposta sob a sarjeta

As bocas de lobo podem ser classificadas em quatro tipos:

- boca de lobo simples (de guia);
- boca de lobo com grelha;
- boca de lobo combinada;
- boca de lobo múltipla.

Essa classificação é a mais encontrada na bibliografia sobre o assunto, podendo ocorrer sinônimos como ralos para as bocas de lobo e termos como bocas de leão que correspondem às bocas de lobo com grelha ou ralos de sarjeta. Essa divergência de classificações decorre da falta de padronização destes dispositivos (CARDOSO, 2003).

Pode-se afirmar que o que ocorre com esses dispositivos, além de falhas de projeto quanto ao dimensionamento e erros de construção, é a falta de manutenção (Ilustração 14 (a), 14 (b)) e limpeza por parte dos órgãos competentes e a falta de informação e conscientização da população que tornam esses dispositivos pequenos depósitos de lixo, conforme a Ilustração 14 (c).

Além disso, ocorre, por parte dos órgãos competentes municipais, quando da execução, a falta de padronização numa mesma via dos tipos de boca de lobo empregadas e o uso de tampas de outros equipamentos urbanos como tampas de bocas de lobo (Ilustração 14 (d)). Vale frisar ainda que em alguns bairros esses dispositivos são concretados a fim de evitar maus cheiros.

(a)

(b)

(c)

(d)

Ilustração 14 – Condições observadas das bocas de lobo. (a) ausência de manutenção, (b) obstrução de boca de lobo, (c) deposição de lixos em boca de lobo, (d) não padronização de boca de lobo

Também ocorrem modificações na entrada junto à boca de lobo ou no próprio dispositivo por parte de moradores interferindo na capacidade de engolimento daqueles dispositivos (Ilustrações 15(a), 15 (b) e 15 (c)).

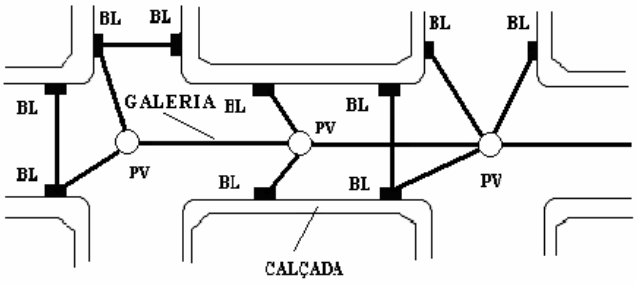
(a) (b)

(c)

Ilustração 15 – Modificações em boca de lobo alterando sua capacidade de engolimento. (a) vista em perspectiva, (b) vista frontal, (c) vista no sentido jusante-montante

## 2.8 GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

As galerias de águas pluviais consistem em condutos destinados a captar as águas pluviais através das bocas de lobo e ligações privadas e conduzi-las a um desaguadouro natural como um córrego ou rio ou a um sistema adequado de disposição provisória ou permanente. Elas são compostas de tubos de ligação (ramais) e poços de visita. Os poços de visita são instalados nas mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e servem para a inspeção e limpeza das canalizações. A porção entre dois poços de visita é denominada trecho. Na Ilustração 16 tem-se um esquema geral destes elementos.




BL - boca de lobo
PV - poço de visita

Ilustração 16– Esquema da disposição dos elementos de uma galeria

### 2.8.1 Critérios adotados para o dimensionamento das galerias de águas pluviais

Diversos são os critérios e parâmetros adotados para o dimensionamento de uma rede de águas pluviais, envolvendo grandezas como o tempo de concentração, velocidade mínima e máxima, tipo de escoamento considerado no cálculo, influência de remanso, dentre outros.

Na Tabela 10 tem-se uma gama de parâmetros e critérios adotados por autores e instituições, notando-se a variação de valores quanto à velocidade máxima "Vmáx", mínima "Vmín", recobrimento mínimo "rm", tempo de concentração inicial "tci", relação máxima da lâmina de água-diâmetro adotada "h/D" e o tipo de escoamento sendo uniforme "Unif." ou gradualmente variado "Grad. Variado".

Tabela 10 – Parâmetros utilizados em canais e/ou seção circular das galerias de águas pluviais

| **Autor/ Instituição** | **Vmín (m/s)** | **Vmáx (m/s)** | **tci (min)** | **Rm (m)** | **Seção plena ou h/D** | **Tipo de escoamento** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tucci et al. (2004) | 0,60 | 5,00 | 10 [a] | 1,00 | Plena | Unif. |
| Azevedo Netto e Araújo (1998) | 0,75 | 5,00 | 5 | 1,00 | plena ou 0,90 | Unif. |
| Wilken (1978) | 0,75 | 3,50 [e] | 5 a 15 | - | Plena | Unif. |
| Alcântara apud Azevedo Netto (1969) | 1,00 | 4,00 | 7 a 15 | - | 0,70 | Grad. Variado |
| Porto (1999) | Vméd = 4 a 6 [b] | | - | - | 0,75 | Unif. |
| Cirilo (2003) | 0,60 | 4,50 | - | - | h/D [c] | Unif. |
| Methods e Durrans [d] (2003) | 0,60 a 0,90 | 4,50 | - | 0,90 | 0,85 | Unif. e Grad. Variado |
| DAEE-CETESB (1980) | - | - | - | - | 0,82 | Unif. |
| Prefeitura Municipal de Goiânia | 0,75 | 5,00 | - | - | 0,85 a 0,90 | Unif. |
| **Valores recomendados pelo autor** | 0,75 | 5,00 | 5 | 1,00 | 0,85 | Unif. |

[a] Valor citado, porém, segundo o autor pode estar superestimado, necessitando ser calculado em caso de dúvida
[b] Fonte : Curso de Canais, EE-UFMG, Dep. Engenharia Hidráulica, Edições Engenharia 58/72
[c] valor não fixado
[d] valores adotados pela ASCE (1992) – American Society of Civil Engineers
[e] Pode-se adotar até 6m/s se for previsto revestimento adequado para o conduto
Vmín – velocidade mínima
Vmáx – velocidade máxima
tci – tempo de concentração inicial
rm – recobrimento mínimo
h/D – relação altura-diâmetro

Tendo em vista a diversidade observada, é preciso analisar os critérios e fixá-los dentro de certas restrições para se dimensionar as galerias de águas pluviais. Aqui, será fixada a velocidade mínima em 0,75 m/s, considerando que velocidades menores dificultariam a auto-limpeza das tubulações e, por outro lado, a velocidade máxima será fixada em 5,0 m/s, já que velocidades superiores exporiam demais as tubulações ao processo de abrasão. Outro aspecto importante diz respeito à consideração do regime permanente com as tubulações funcionando como condutos livres. Os sistemas de drenagem urbana devem ser projetados como condutos livres minimizando possíveis transtornos relacionados à sobrepressão nas tubulações.

Levando-se em conta que a praxe é de localizar as galerias de águas pluviais no eixo das vias, adota-se 1,0 m como recobrimento mínimo sobre as tubulações.

### 2.8.2 Critérios adotados pela Prefeitura Municipal de Goiânia para o dimensionamento das galerias de águas pluviais

No memorial justificativo para o dimensionamento das galerias de águas pluviais da Prefeitura Municipal de Goiânia (PMG, 2005) são abordados os critérios para o dimensionamento das galerias de águas pluviais. Entre eles estão a adoção de uma única intensidade de precipitação para todo o perímetro urbano da cidade com período de retorno ou tempo de recorrência igual a 2 anos, intensidade esta baseada no trabalho Chuvas Intensas de Pfafstetter (1982). Adota-se também um único valor para o coeficiente de "runoff", sendo este valor igual a 0,50. A velocidade e o regime adotados no dimensionamento estão citados na Tabela 10. Por critérios econômicos e visando à qualidade técnica, a subdivisão da área é feita atribuindo-se a esta, vários emissários. Outro ponto abordado no memorial é o aspecto econômico em relação ao movimento de terra, buscando-se aproveitar o declive natural do terreno no lançamento das galerias e ainda a profundidade máxima das galerias fixada em duas vezes e meia o diâmetro da tubulação. Por fim, o lançamento das águas pluviais é realizado em fundos de vala, córregos e seus afluentes.

## 2.9 CUSTOS ENVOLVIDOS NA EXECUÇÃO DAS GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Os custos envolvidos na execução das galerias de águas pluviais referem-se aos serviços de escavação de vala e os relacionados à tubulação no fornecimento, transporte e assentamento. Na NBR 12266/92 (ABNT,1992) – "Projeto e execução de valas para

assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana" são fornecidos esclarecimentos e recomendações sobre os serviços que deverão ser contabilizados para implantação das galerias de águas pluviais.

Tal norma trata dos tipos de escoramento, da execução do reaterro, do adensamento, posicionamento e dimensionamento das valas, sendo este último, dado através de tabelas que servem para estimativa de custos relacionados à implantação das galerias de águas pluviais.

É importante frisar que as recomendações presentes na norma NBR 12266/92 (ABNT,1992) são fundamentais tanto à fase de projeto quanto a de execução, visto que, a inobservância destas tem levado à morte inúmeros trabalhadores envolvidos na execução de valas para os sistemas urbanos de água.

# 3 MATERIAIS E MÉTODOS

## 3.1 ESTUDO DE CASO

A bacia hidrográfica destinada ao estudo é a do Córrego Botafogo em decorrência da alta densidade populacional e da grande ocupação dos seus lotes. Dentro desta bacia delimitou-se uma sub-bacia compreendendo partes dos Setores Sul, Oeste e Marista, numa área total de aproximadamente 188,00 ha (1,88 km²). A região escolhida é freqüentemente afetada pelas inundações nos períodos chuvosos. As áreas constantes da Tabela 11 foram obtidas através do AutoCad utilizando o MUBDG – Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia.

Tabela 11 – Magnitude das áreas de estudo

| **Área (ha)** | |
|---|---|
| Área 1 – Referente ao Setor Sul | 91,90 |
| Área 2 – Referente ao Setor Oeste | 16,01 |
| Área 3 – Referente ao Setor Marista | 79,97 |
| Área total | 187,88 |

## 3.2 AQUISIÇÃO DE DADOS

Foram levantados, junto à Prefeitura Municipal de Goiânia (PMG), dados relativos ao sistema de drenagem pluvial da área de estudo. As plantas do traçado da rede coletora de águas pluviais (Ilustração 17), o roteiro de dimensionamento empregado, bem como dados sobre a fabricação e execução das galerias de águas pluviais.

Ilustração 17 – Exemplo da parte de um mapa digitalizado correspondente ao traçado das galerias de águas pluviais existentes

Inicialmente, digitalizou-se toda área existente nos arquivos da PMG – Prefeitura Municipal de Goiânia, para realizar as etapas seguintes do levantamento.

Realizou-se, então, o levantamento *in loco* das bocas de lobo na área de estudo. Tal levantamento permitiu a conferência dos dados existentes nos arquivos do DERMU-COMPAV (Departamento de Estradas de Rodagem do Município – Companhia de Pavimentação).

Para a área correspondente à parte do Setor Marista, onde não existiam mapas do traçado nos arquivos da PMG, utilizou-se como referencial na locação das bocas de lobo o Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia (MUBDG).

Realizou-se também a classificação, a situação, localização e conferência com as plantas de traçado das bocas de lobo empregadas, conforme demonstra o exemplo de uma parte do preenchimento da planilha utilizada (Ilustração 18).

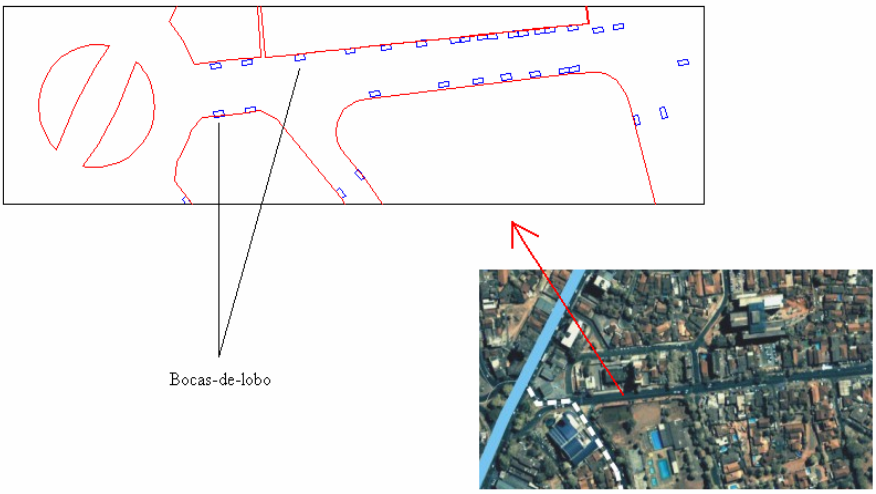
**Levantamento das bocas de lobo**

| **Rua 132** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| tipo | quant. | Situação | existente | Observações |
| BLS | 1 | obstruída | não | Sul-Marista - Lado Direito esq. c/ 87 |
| BLCG | 2 | - | não | Sul-Marista – Lado Direito frente ao clube - concreto |
| BLS | 1 | - | não | Sul-Marista - frente a 128 |
| BLS | 1 | obstruída | não | Sul-Marista - frente a 132-C |

BLS – boca de lobo simples ; BLCG – boca de lobo com grelha

Ilustração 18 – Exemplo de preenchimento da planilha utilizada no levantamento das bocas de lobo

Através da realização deste levantamento *in loco* pôde-se executar uma composição esquemática da área de estudo contendo todas as bocas de lobo conforme demonstra a Ilustração 19.




.

Ilustração 19 – Amostragem exemplo da locação de bocas de lobo na área de estudo

Pela dificuldade de acesso às galerias de águas pluviais para obtenção dos diâmetros da rede devido ao intenso tráfego de veículos, obteve-se juntamente à Prefeitura, os diâmetros existentes da rede pluvial em levantamento realizado pelo DERMU/COMPAV. Além dos diâmetros, o traçado da rede também foi fornecido.

## 3.3 ANÁLISE DO QUANTITATIVO DE BOCAS DE LOBO POR SETOR

Segundo Orsini et. al apud Botelho (1984), a densidade de bocas de lobo em área urbana abrangida por sistema de águas pluvias é da ordem de 400 a 800 m² de rua por boca de lobo. Deste modo para um hectare de arruamento seriam necessárias 25 bocas de lobo considerando 400 m² de arruamento e 12,5 bocas de lobo para uma situação menos rigorosa de 800 m².

## 3.4 SISTEMATIZAÇÃO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM URBANA

A Ilustração 20 mostra as principais etapas da sistematização para elaboração de projeto de drenagem urbana, conforme a proposta central do presente trabalho. A fixação do período de retorno T a ser adotado para a intensidade pluviométrica é um parâmetro básico que deve preceder as demais etapas. Outra etapa inicial é a delimitação da bacia contribuinte, com as curvas de nível com eqüidistância de 1 m.

Aqui, é fundamental o levantamento topográfico *in loco*. Marcam-se, então, os sentidos de escoamento nas vias e nos lotes para o lançamento da rede de drenagem, contendo bocas de lobo, poços de visita e galerias. A numeração dos poços de visita segue um ordenamento lógico, sem necessidade de uma padronização, notando-se que as áreas de contribuição a cada PV compõem o chamado mosaico. Segue-se com as determinações de cotas superficiais dos PVs, área de contribuição local a cada PV baseada no mosaico, tempo de concentração tc, intensidade pluviométrica i, estimativa de coeficiente de escoamento superficial C, até chegar a vazão local Qloc de contribuição superficial a cada PV. Na metodologia de cálculo, há necessidade de se arbitrar inicialmente um valor para o diâmetro D do trecho a dimensionar. Outro valor arbitrado é o da declividade da galeria Sg. A partir desses dois valores arbitrados, executa-se uma rotina para a confirmação ou nova determinação do diâmetro D, da relação altura-lâmina d'água h/D e da velocidade do escoamento V, sempre observando os limites superior e inferior recomendados para V e h/D

Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais utilizou-se o Método Racional que é o mais difundido. Por sua vez, o Método de Saatçi (1990), descrito no item 2.7, visa a reduzir o tempo gasto no dimensionamento ao utilizar equações ao invés de tabelas e nomogramas, tão presentes nos projetos de galerias de águas pluviais. Deste modo, procurou-se então obter um equacionamento que tivesse as mesmas características desse método e que se utilizasse dentro do Método Racional, tão difundido nos meios acadêmicos e órgãos públicos ligados a projetos de sistemas coletores de águas pluviais. Tal equacionamento foi empregado com o uso da planilha eletrônica EXCEL que tornou o dimensionamento mais prático pela rapidez dos cálculos e análises envolvidas.

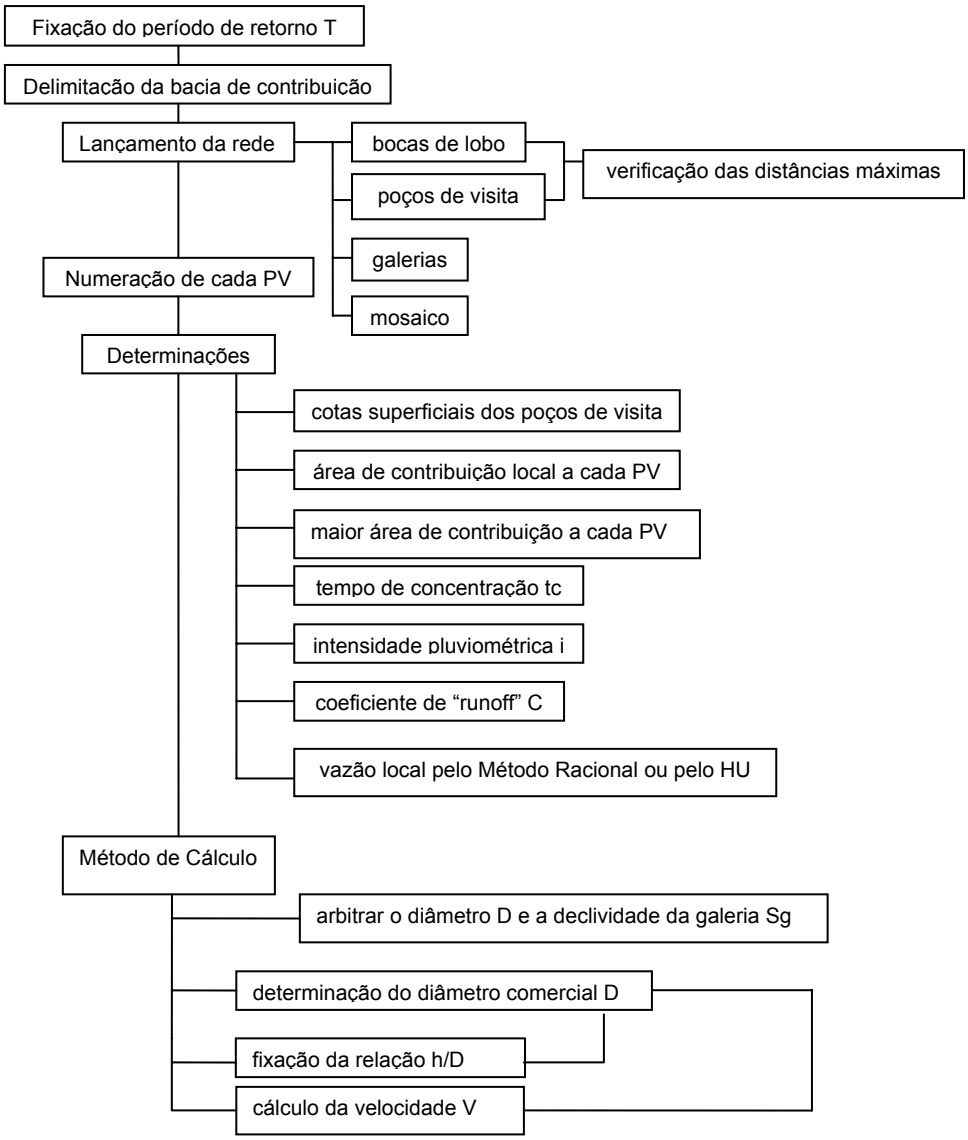



Ilustração 20 – Fluxograma que representa as principais etapas para dimensionamento de galerias de águas pluviais

### 3.4.1 Obtenção da constante "k"

Tal constante, presente no artigo de Saatçi (1990), pode ser obtida através da Equação de Manning (3.1) pela substituição das equações da área e do raio hidráulico em função do ângulo central da superfície (ϴ) (Ilustração 7, p.35).

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} I^{1/2} \tag{3.1}$$

onde: V = velocidade (m/s)

n = coeficiente de Manning ($m^{-1/3}.s$)

Rh = raio hidráulico (m)

I = declividade (m/m)

A Equação 2.7, p.35, mostra a relação da área molhada "$A_m$" com o ângulo central "ϴ", expresso em radianos:

$$A_m = D^2 \frac{(\theta - \text{sen}\theta)}{8}$$

Como,

$$Rh = \frac{A_m}{Pm} \tag{3.2}$$

Sendo que:

$$Pm = \frac{D}{2}\theta$$

Tem-se que:

$$Rh = D\frac{(\theta - \text{sen}\theta)}{4\theta} \tag{3.3}$$

Substituindo as Equações 3.2 e 3.3 em 3.1 obtêm-se:

$$V = \frac{1}{n}\frac{D^{2/3}(\theta - \text{sen}\theta)^{2/3}}{4^{2/3}\theta^{2/3}} I^{1/2} \tag{3.4}$$

Multiplicando a Equação 3.4 pela Equação 2.7, da área molhada em função de "ϴ", obtém-se:

$$Q = \frac{1}{n}\frac{D^{2/3}(\theta - \text{sen}\theta)^{2/3} I^{1/2}}{4^{2/3}\theta^{2/3}} D^2 \frac{(\theta - \text{sen}\theta)}{8} \tag{3.5}$$

Simplificando a Equação (3.5),

$$Q = \frac{1}{n} 0{,}0496062\theta^{-2/3}\left(\theta - \text{sen}\theta\right)^{5/3} D^{8/3} I^{1/2} \tag{3.6}$$

Deste modo, tem-se que:

$$k = 0{,}0496062\,\theta^{-2/3}\left(\theta - \text{sen}\theta\right)^{5/3} \tag{3.7}$$

ou

$$Q = \frac{1}{n} k\, D^{8/3} I^{1/2} \tag{3.8}$$

Isolando-se "k":

$$k = Q\ n\, D^{-8/3} I^{-1/2} \tag{3.9}$$

onde: k = constante

Q = vazão ($m^3/s$)

n = coeficiente de Manning ($m^{-1/3}.s$)

D = diâmetro (m)

I = declividade (m/m)

Emprega-se nos cálculos o escoamento uniforme, o que permite igualar a declividade I da Equação 3.9 à declividade da galeria Sg.

$$k = Q\, n\, D^{-8/3}\ Sg^{-1/2}$$

onde: Sg = declividade da galeria (m/m)

### 3.4.2 Obtenção do ângulo central da superfície livre "ɵ" em função de "k"

Para determinar o ângulo central conhecendo-se a vazão, a declividade e o diâmetro após o cálculo da constante "k", fez-se necessário determinar a equação de "ɵ" em função da constante "k". A partir de valores de "ɵ" (rad) geraram-se valores de "k", de acordo com a Equação 3.7, observando a faixa de variação de "h/D".

Por meio da relação altura lâmina de água-diâmetro (h/D) também em função do ângulo central através da Equação 2.9, fixou-se uma faixa para o enchimento entre 10 % e 85

% visto que valores abaixo do primeiro isentariam para os trechos iniciais a necessidade de galerias de águas pluviais e valores acima do último levariam à situação de conduto forçado, o que não se recomenda para o dimensionamento das galerias de águas pluviais. Pôde-se então calcular "k" em função do ângulo central para esta faixa (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores de k em função de ɵ e h/D

| ɵ (rad) | h/D | K |
|---|---|---|
| 1,2915 | 0,10068 | 0,0066009 |
| 1,3090 | 0,10332 | 0,0069697 |
| 1,3265 | 0,10599 | 0,0073531 |
| 1,3439 | 0,10870 | 0,0077514 |
| 1,3614 | 0,11143 | 0,0081648 |
| 1,3788 | 0,11419 | 0,0085938 |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| 4,6251 | 0,83780 | 0,31758 |
| 4,6426 | 0,84100 | 0,31855 |
| 4,6600 | 0,84418 | 0,31950 |
| 4,6775 | 0,84733 | 0,32041 |
| 4,6949 | 0,85045 | 0,32130 |

Tal seqüência é apresentada no fluxograma (Ilustração 21).

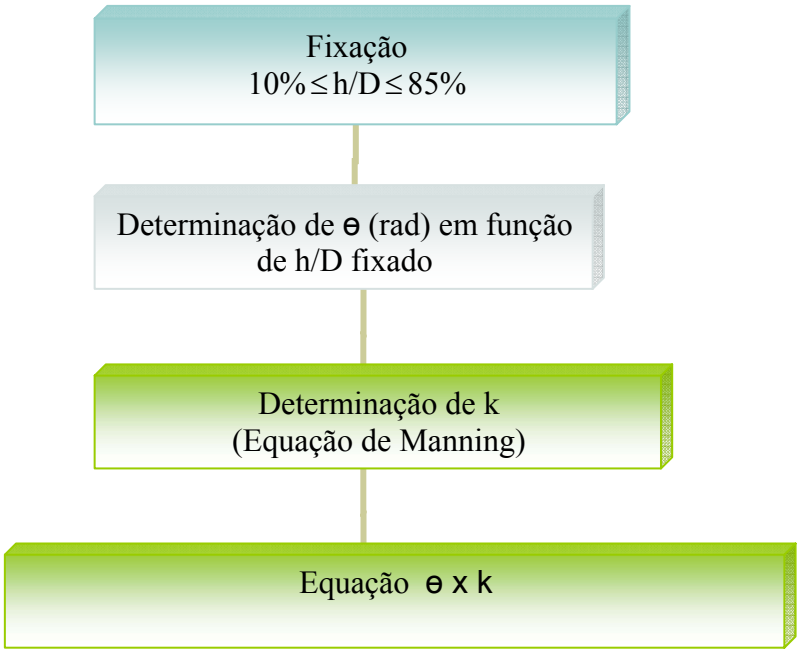



Ilustração 21 – Fluxograma das etapas para obtenção da equação de ɵ x k

Estabeleceu-se através de um ajuste polinomial de quinto grau a Equação 3.10 que é representada também juntamente com o gráfico na Ilustração 22.

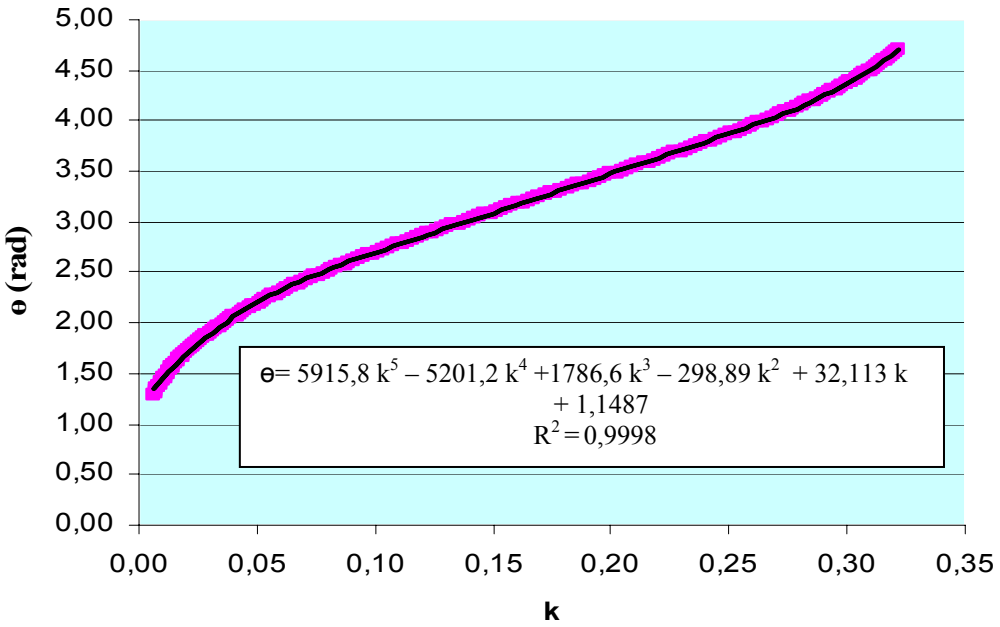



Ilustração 22 – Gráfico do ângulo central (θ) versus k

Tal ajuste mostrou-se o mais acurado com um coeficiente de determinação de 99,98%.

$$\theta = 5915{,}8.k^5 - 5201{,}2.k^4 + 1786{,}6.k^3 - 298{,}89.k^2 + 32{,}113.k + 1{,}1487 \qquad (3.10)$$

### 3.4.3 Obtenção do ângulo central "θ" em função da área molhada "$A_m$"

Para se determinar o ângulo central em função da área correspondente a uma certa vazão e velocidade, fez-se necessário determinar uma equação. Deste modo, fixou-se novamente uma faixa para a relação altura-diâmetro (h/D) entre 10% e 85 % pelo mesmo propósito já mencionado anteriormente.

Com o cálculo de "h/D" em função do ângulo central "θ", variou-se então o diâmetro da tubulação (300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500 e 2000 mm) para o cálculo da área da seção transversal sob determinado ângulo central.

Assim obteve-se um ajuste satisfatório com um coeficiente de determinação de praticamente 100 % para todos os diâmetros analisados. Tais etapas são apresentadas no

fluxograma (Ilustração 23). As equações e gráficos são mostrados nas Ilustrações 24, 25, 26, 27, 28 , 29, 30, 31 e 32.

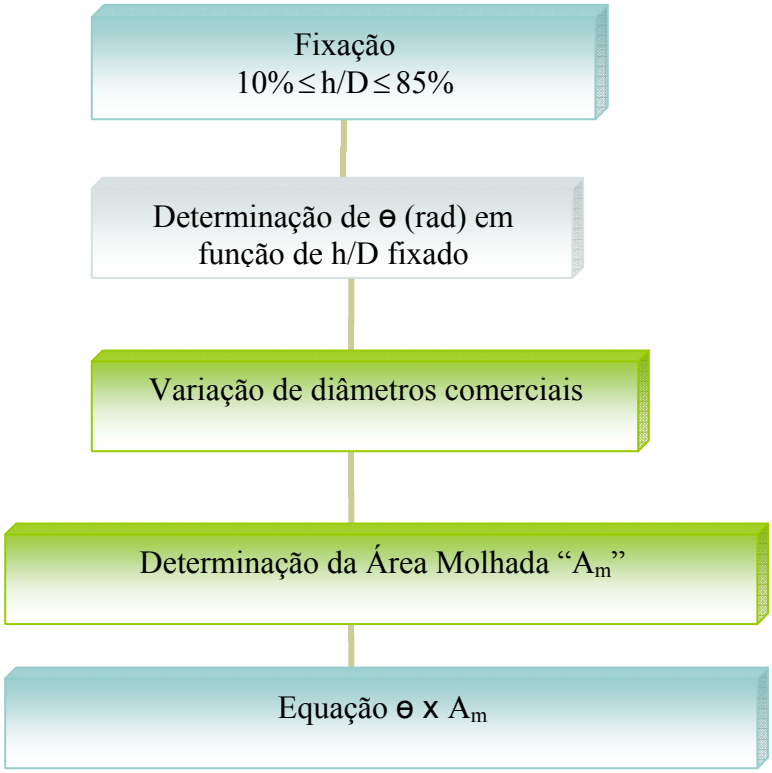



Ilustração 23 – Fluxograma das etapas para obtenção da equação de ϴ x $A_m$

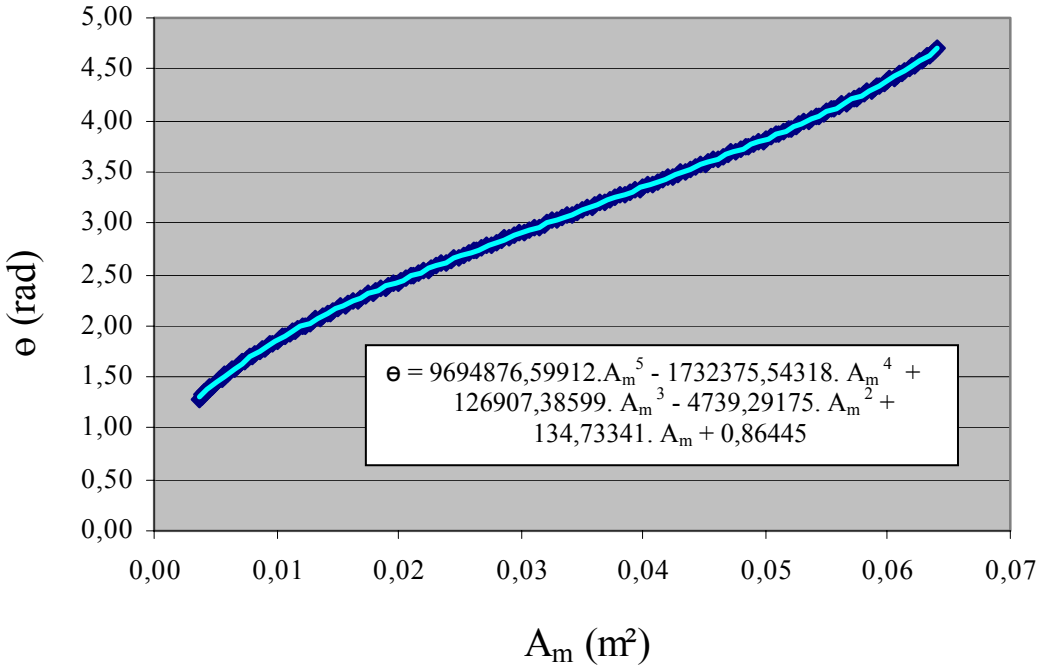



Ilustração 24 – Ângulo central (ϴ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 300 mm

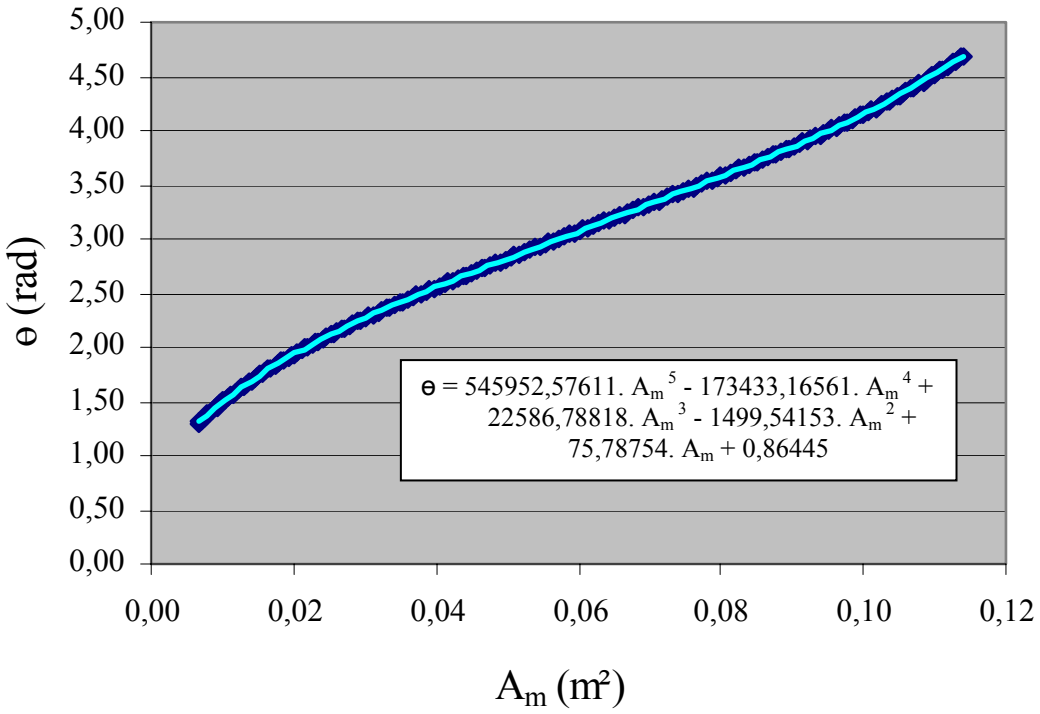



Ilustração 25 – Ângulo central (θ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 400 mm

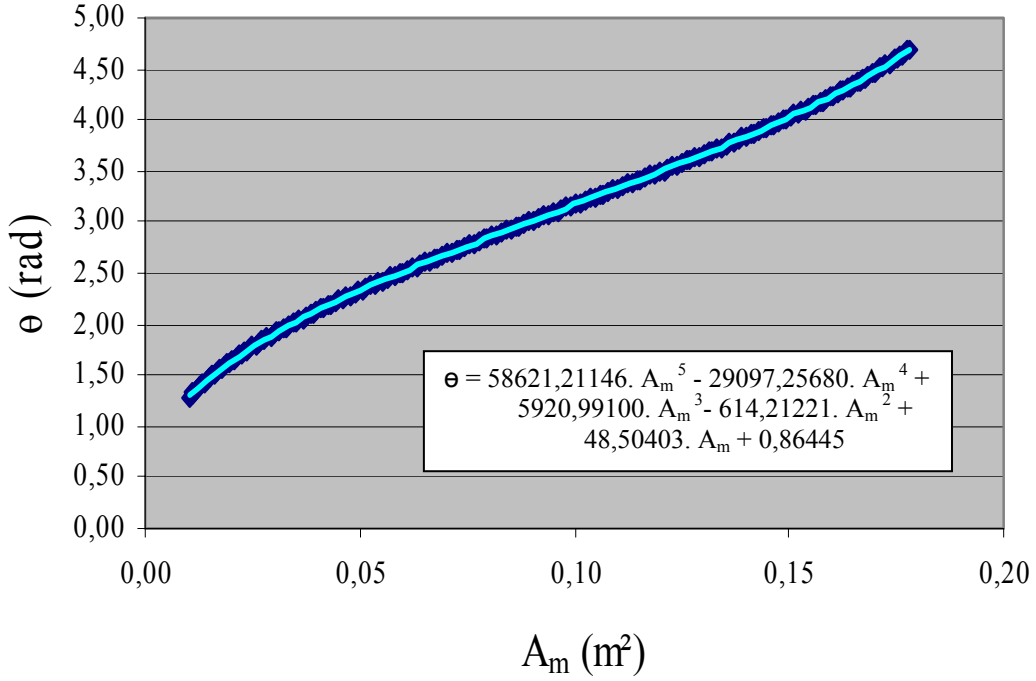



Ilustração 26 – Ângulo central (θ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 500 mm

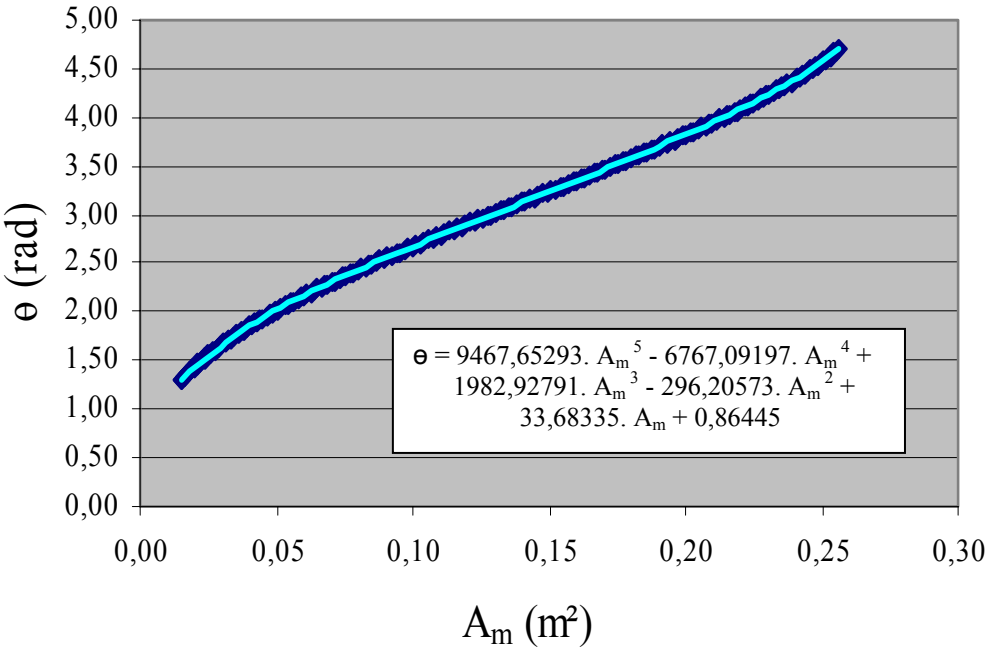



Ilustração 27 – Ângulo central (ɵ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 600 mm

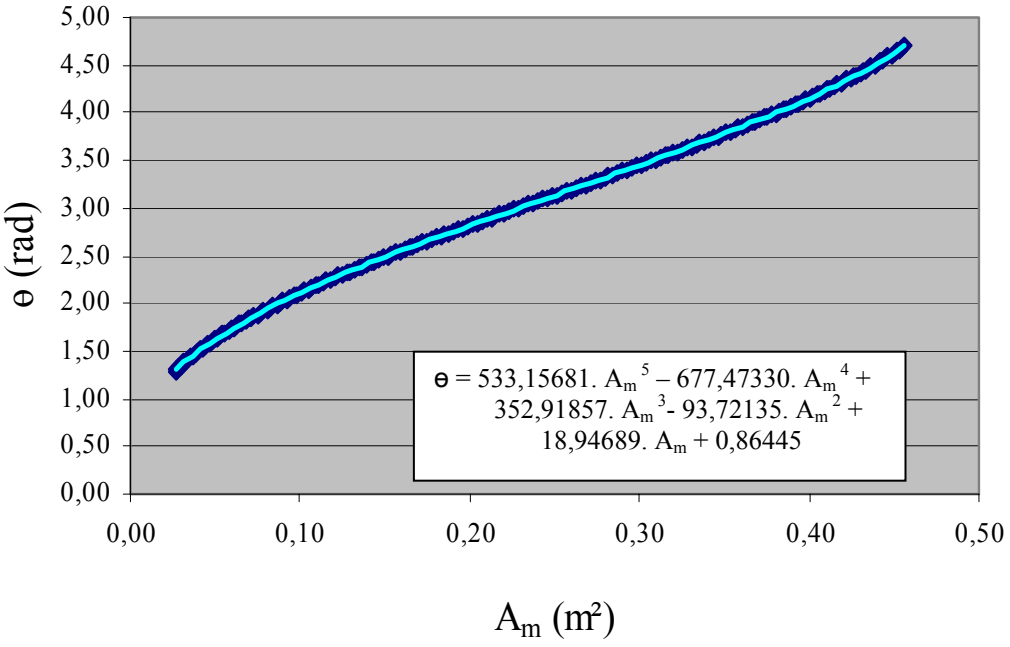



Ilustração 28 – Ângulo central (ɵ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 800 mm

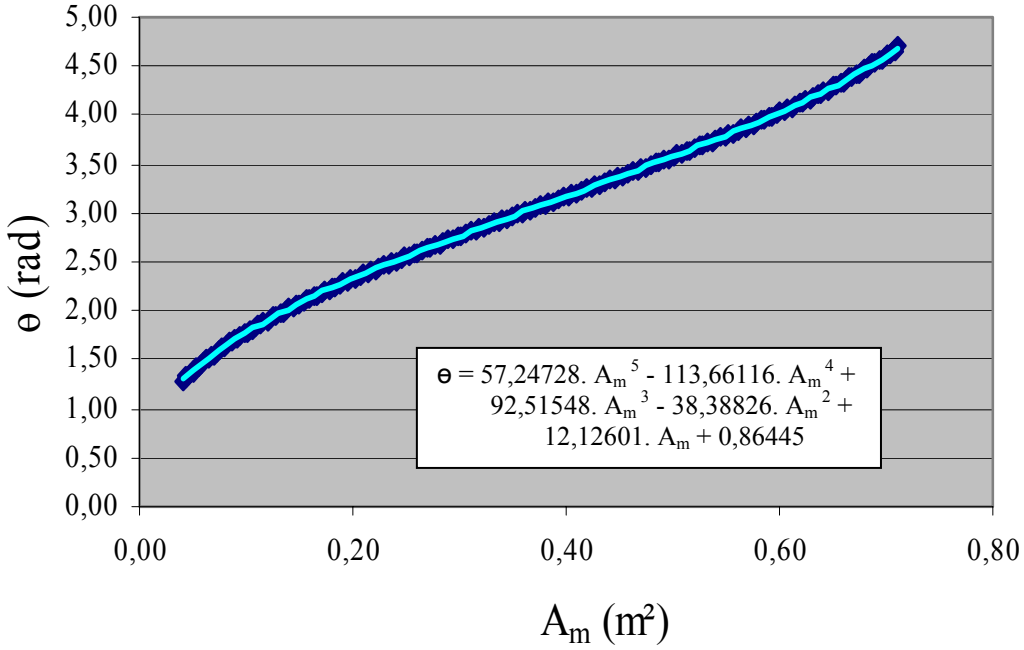



Ilustração 29 – Ângulo central (θ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 1000 mm

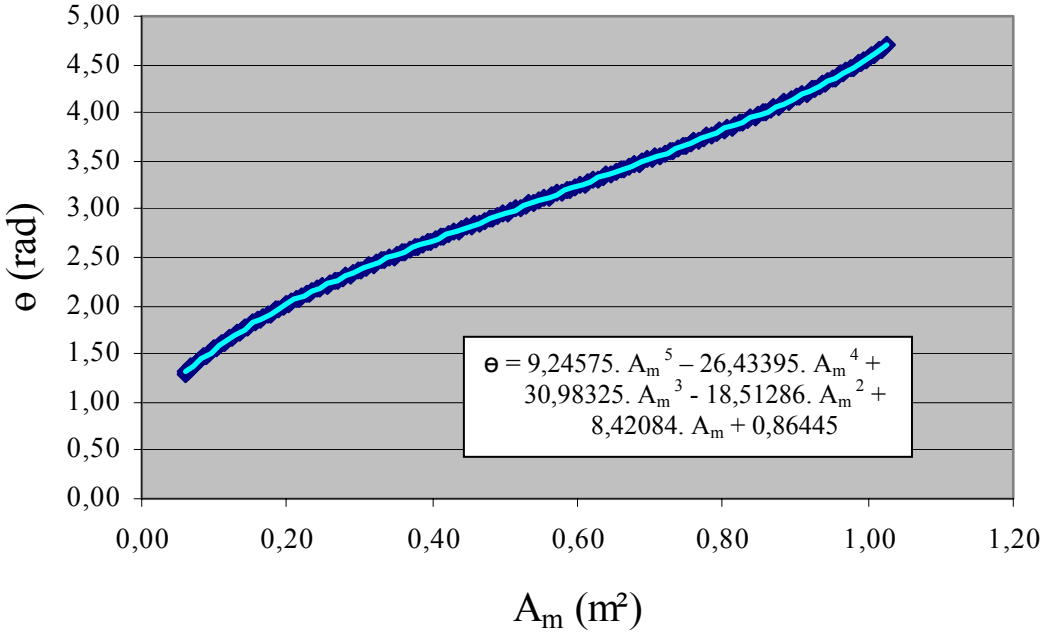



Ilustração 30– Ângulo central (θ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 1200 mm

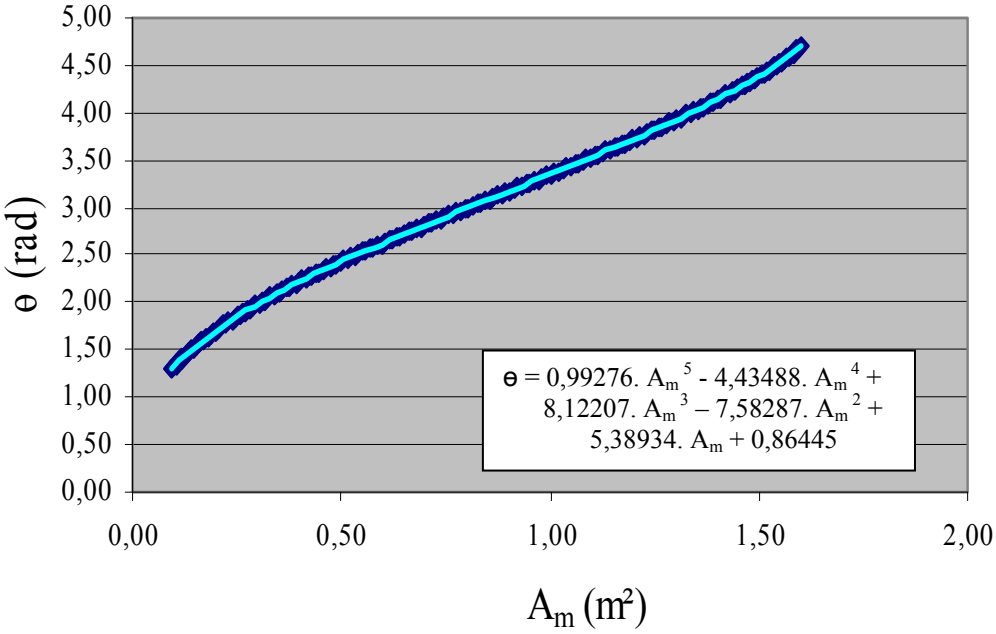



Ilustração 31 – Ângulo central (ɵ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 1500 mm

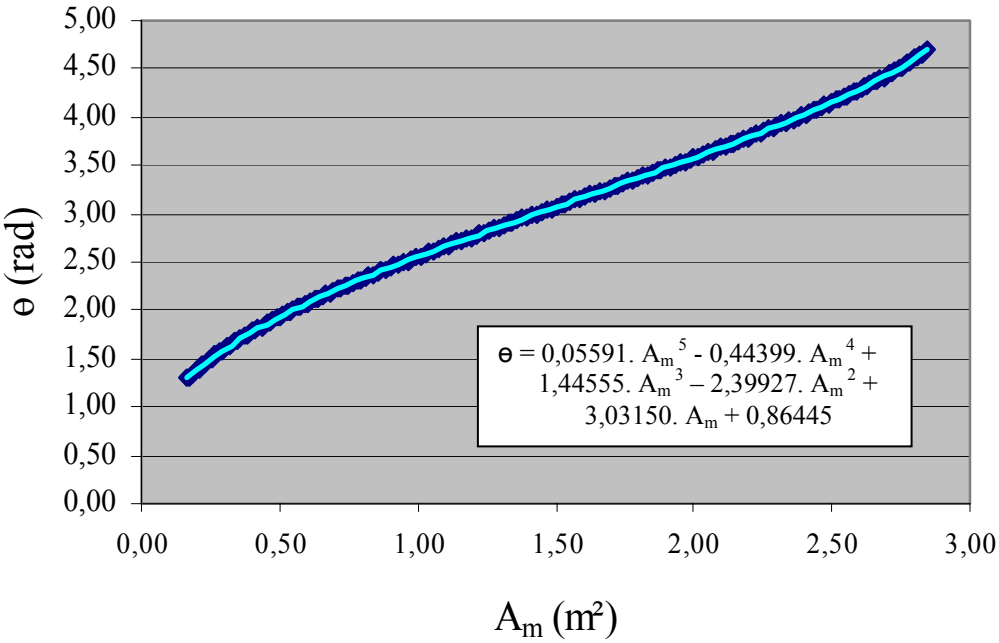



Ilustração 32 – Ângulo central (ɵ) versus área molhada ($A_m$) para o diâmetro de 2000 mm

Na Tabela 13, percebem-se as diversas equações do ângulo central em função da área em função do diâmetro. Visto o dispendioso trabalho que seria o uso destas equações para o cálculo do ângulo central, decidiu-se fazer uma análise adimensional.

Tabela 13 – Equações do ângulo central em função da área e do diâmetro da tubulação

| D (mm) | Equações ϴ x $A_m$ |
|---|---|
| 300 | $\theta = 9694876{,}59912.A_m^5 - 1732375{,}54318.\ A_m^4 + 126907{,}38599.\ A_m^3 - 4739{,}29175.\ A_m^2 + 134{,}73341.\ A_m + 0{,}86445$ |
| 400 | $\theta = 545952{,}57611.\ A_m^5 - 173433{,}16561.\ A_m^4 + 22586{,}78818.\ A_m^3 - 1499{,}54153.\ A_m^2 + 75{,}78754.\ A_m + 0{,}86445$ |
| 500 | $\theta = 58621{,}21146.\ A_m^5 - 29097{,}25680.\ A_m^4 + 5920{,}99100.\ A_m^3 - 614{,}21221.\ A_m^2 + 48{,}50403.\ A_m + 0{,}86445$ |
| 600 | $\theta = 9467{,}65293.\ A_m^5 - 6767{,}09197.\ A_m^4 + 1982{,}92791.\ A_m^3 - 296{,}20573.\ A_m^2 + 33{,}68335.\ A_m + 0{,}86445$ |
| 800 | $\theta = 533{,}15681.\ A_m^5 - 677{,}47330.\ A_m^4 + 352{,}91857.\ A_m^3 - 93{,}72135.\ A_m^2 + 18{,}94689.\ A_m + 0{,}86445$ |
| 1000 | $\theta = 57{,}24728.\ A_m^5 - 113{,}66116.\ A_m^4 + 92{,}51548.\ A_m^3 - 38{,}38826.\ A_m^2 + 12{,}12601.\ A_m + 0{,}86445$ |
| 1200 | $\theta = 9{,}24575.\ A_m^5 - 26{,}43395.\ A_m^4 + 30{,}98325.\ A_m^3 - 18{,}51286.\ A_m^2 + 8{,}42084.\ A_m + 0{,}86445$ |
| 1500 | $\theta = 0{,}99276.\ A_m^5 - 4{,}43488.\ A_m^4 + 8{,}12207.\ A_m^3 - 7{,}58287.\ A_m^2 + 5{,}38934.\ A_m + 0{,}86445$ |
| 2000 | $\theta = 0{,}05591.\ A_m^5 - 0{,}44399.\ A_m^4 + 1{,}44555.\ A_m^3 - 2{,}39927.\ A_m^2 + 3{,}03150.\ A_m + 0{,}86445$ |

Deste modo, trabalhou-se com a razão adimensional da área molhada "$A_m$" pela área total "$A_t$" referente a cada diâmetro. Considerando-se a mesma faixa para a relação altura-diâmetro entre 0,1 e 0,85, calculou-se para cada diâmetro a área molhada e área total e obteve-se a razão adimensional "β". Verificou-se, então, que a relação adimensional manteve-se, independentemente do diâmetro da tubulação, apenas variando com a relação da área molhada "$A_m$" pela área total "$A_t$".

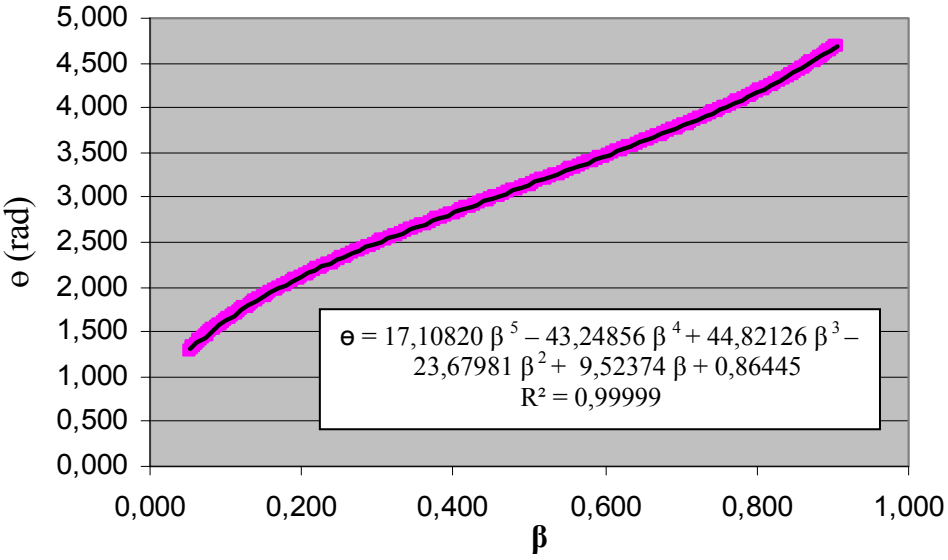



Ilustração 33 – Gráfico do ângulo central (ϴ) versus β

Pelo ajuste obteve-se Equação 3.11 para todos os diâmetros do ângulo central (ϴ) em função da razão da área molhada e da área total.

$$\theta = 17{,}108\,\beta^5 - 43{,}248\,\beta^4 + 44{,}821\,\beta^3 - 23{,}679\,\beta^2 + 9{,}524\,\beta + 0{,}864 \qquad (3.11)$$

onde: $\beta = \dfrac{A_m}{A_t}$

### 3.4.4 Estimativa da faixa de coeficiente de escoamento superficial para a área em estudo

Para se estimar uma faixa de valores para o coeficiente de escoamento superficial para a área de estudo, visto ser uma área de grande urbanização, adotou-se a metodologia proposta por Moraes et. al (2007). Tal metodologia utiliza-se de ferramentas de geoprocessamento associadas à imagem de alta resolução que visam a classificar e dividir a imagem em classes contendo áreas permeáveis e impermeáveis. Com base nesse estudo, pode-se obter, através da classificação da imagem da área de estudo, porcentagens de áreas permeáveis e impermeáveis, possibilitando o cálculo de uma faixa de valores de coeficiente de escoamento superficial mais próxima da realidade existente.

### 3.4.5 Delimitação da bacia de contribuição

A presença de equipe topográfica *in loco* é fundamental para delimitação da bacia contribuinte, o que permite a identificação do sentido do escoamento em cada rua e em cada lote.

### 3.4.6 Bocas de lobo e poços de visita

Para loteamentos com esquinas sem chanfros, as bocas de lobo, devem estar um pouco a montante por motivos de segurança necessária à travessia dos pedestres. Para loteamentos com chanfros, devem-se locar as bocas de lobo junto aos vértices dos chanfros, possibilitando ligações dessas bocas de lobo ao poço de visita.

O espaçamento recomendado entre bocas de lobo é de 60 m, enquanto que o espaçamento entre poços de visita, de acordo com a Prefeitura Municipal de Goiânia (PMG) (2005), não deve ultrapassar os 100 m, a fim de propiciar a limpeza das tubulações. A numeração dos PV's (poços de visita) segue uma ordem lógica. Não há padronização quanto a esse ordenamento.

Tabela 14 – Espaçamento máximo entre PV's e bocas de lobo

| Unidades | Espaçamento máximo (m) |
|---|---|
| Poços de visita | 100* |
| bocas de lobo | 60** |

Fonte : * Prefeitura Municipal de Goiânia (2005)
** Tucci (2004)

### 3.4.7 Mosaico

Após o lançamento dos poços de visita e bocas de lobo, inicia-se a delimitação da bacia de contribuição a cada poço de visita, formando um mosaico de áreas de influência, conforme Ilustração 34, onde a área 1 (A1) contribui para o poço 1, a área 2 (A2) para o poço 2 e assim por diante.

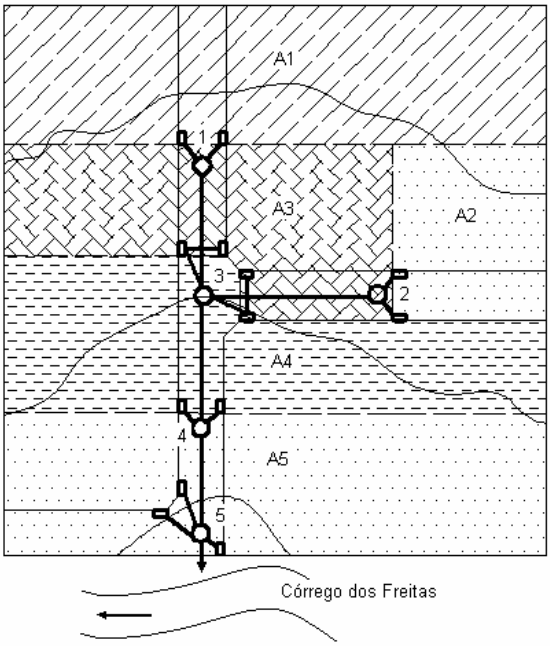



Ilustração 34 – Áreas de influência compondo o mosaico

### 3.4.8 Trecho

Corresponde à denominação dada à tubulação existente entre dois poços de visita. O primeiro número corresponde ao elemento de montante e o segundo corresponde ao elemento de jusante. Por exemplo, na Ilustração 34, há o trecho 1-3, trecho 2-3, trecho 3-4 e trecho 4-5.

### 3.4.9 Extensão da galeria (L)

Refere-se à distância entre dois poços de visita.

### 3.4.10 Área

Há a necessidade de se considerar dois tipos de área para dimensionar as galerias. Uma refere-se à área contribuinte local a cada poço de visita e interessa diretamente para o cálculo da vazão local "Qloc". Já a outra, denominada área total, corresponde à soma da área local com toda a área drenada a montante, tem a função, apenas, de contabilizar a área total a um certo PV.

### 3.4.11 Coeficiente de escoamento superficial ou de "runoff" (C)

A estimativa do coeficiente de escoamento superficial das áreas de contribuição a um determinado PV pode ser feita utilizando as Tabelas 2 e 3 (p.30). Havendo a caracterização de mais do que um tipo de solo e uso, o valor de "C" adotado será o resultado de uma ponderação:

$$C = \frac{C_1 A_1 + .....C_n A_n}{\sum A} \tag{3.12}$$

### 3.4.12 Tempo de concentração (tc)

Trata-se do tempo que uma gota de chuva demora para percorrer do ponto mais distante na bacia até um determinado PV.

Para os PV's iniciais de uma rede de drenagem, adota-se um tempo de concentração de 5 minutos, enquanto que para os demais PV's os tempos de concentração correspondentes são obtidos acrescentando o tempo de percurso de cada trecho.

Quando existir mais de um trecho afluente a um PV, adota-se para este PV o maior valor do tempo de concentração dentre os trechos afluentes, em conformidade com a definição de tempo de concentração.

### 3.4.13 Intensidade pluviométrica (i)

A intensidade da precipitação pode ser obtida com o emprego das equações de chuva (3.13 e 3.14) propostas por Costa e Prado (2003), para Goiás e sul do Estado do Tocantins, ou para localidades do Brasil por meio do trabalho de Pfafstetter (1982).

$$i = \frac{56{,}7928.\left(T^{0{,}14710+\frac{0{,}22}{T^{0{,}09}}}\right)^{0{,}62740}}{(t+24{,}8)^{0{,}974711}} \qquad 1\text{ano} \leq T \leq 8\text{anos} \qquad (3.13)$$

$$i = \frac{64{,}3044T^{\,0{,}1471}}{(t+24{,}8)^{\,0{,}974711}} \qquad 8\text{anos} < T \leq 100\text{anos} \qquad (3.14)$$

onde: i = intensidade pluviométrica (mm/min)

T = período de retorno (anos)

t = duração da precipitação (min)

### 3.4.14 Vazão total

Corresponde ao somatório de vazões afluentes ao PV que chegam através de galerias, além da vazão superficial local em estudo. Esta vazão "Q" será utilizada no dimensionamento da galeria a jusante do PV.

### 3.4.15 Diâmetro (D)

A Prefeitura Municipal de Goiânia adota os seguintes diâmetros comerciais para as galerias: 400, 600, 800, 1000, 1200 e 1500 mm. Tubos com diâmetros comerciais de 300 mm podem ser utilizados como ramais entre bocas de lobo e poços de visita. A Prefeitura Municipal de Porto Alegre emprega, também, tubos comerciais de 500 mm para galerias. Acima de 2000 mm, a praxe é de moldar a galeria *in loco*.

### 3.4.16 Declividade do terreno no trecho (St)

Representa a razão entre a diferença das cotas de montante e jusante, nas tampas dos PV's, e a extensão do trecho (Equação 3.15).

$$St = \frac{cm - cj}{L} \qquad (3.15)$$

onde: St = declividade do terreno no trecho

cm = cota do terreno no PV a montante (m)

cj = cota do terreno no PV a jusante (m)

L = extensão da galeria (m)

### 3.4.17 Cotas inferiores da galeria

Correspondem às cotas relativas à geratriz inferior da tubulação (Ilustração 35). São calculadas através das Equações 3.16 e 3.17.

$$Cim = cm - (rm + D) \tag{3.16}$$

onde: Cim = cota inferior da galeria a montante (m)

cm = cota do terreno no PV a montante (m)

rm = recobrimento mínimo (m)

D = diâmetro (m)

$$Cij = Cim - (Sg \times L) \tag{3.17}$$

onde: Cij = cota inferior da galeria a jusante (m)

Cim = cota inferior da galeria a montante (m)

L = extensão do trecho (m)

Sg = declividade da galeria (m/m) dada por:

$$Sg = \frac{(Cim - Cij)}{L} \tag{3.18}$$

Levando-se em conta o custo de escavação, faz-se inicialmente Sg=St, válido para os escoamentos uniformes, permitindo a resolução da Equação 3.17.

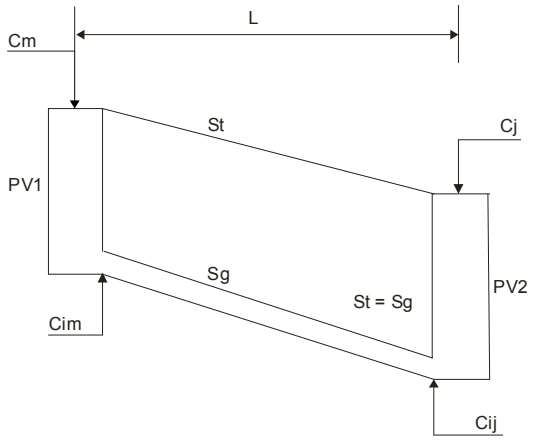



Ilustração 35 – Cotas inferiores da galeria

### 3.4.18 Profundidade da galeria

Corresponde à soma do recobrimento mais o diâmetro da galeria.

### 3.4.19 Relação altura da lâmina d'água-diâmetro (h/D)

Conhecido o ângulo central da superfície livre "$\theta$", pode-se obter a relação altura da lâmina d'água-diâmetro "h/D" pela Equação 2.9 (p.36):

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2}\left[1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right]$$

onde: $\theta = 5915{,}8.k^5 - 5201{,}2.k^4 + 1786{,}6.k^3 - 298{,}89.k^2 + 32{,}113.k + 1{,}1487$

$k = 0{,}0496062\,\theta^{-2/3}\left(\theta - \text{sen}\theta\right)^{5/3}$

$k = Q\,n\,D^{-8/3}\,Sg^{-1/2}$

### 3.4.20 Velocidade do escoamento (V)

Conhecida a vazão "Q" no trecho e a área molhada "$A_m$", calcula-se a velocidade pela equação:

$$V = \frac{Q}{A_m} \tag{3.19}$$

onde: V = velocidade do escoamento (m/s)

Q = vazão ($m^3/s$)

$A_m$ é dada pela Equação 3.10 :

$$A_m = D^2\,\frac{\left(\theta - \text{sen}\theta\right)}{8}$$

### 3.4.21 Tempo de percurso (tp)

É a razão entre a extensão e a velocidade do escoamento na galeria.

$$tp = \frac{L}{V \times 60} \tag{3.20}$$

onde: tp = tempo de percurso (min)

L = extensão da galeria (m)

V = velocidade do escoamento (m/s)

## 3.5 PREENCHIMENTO DA PLANILHA DE CÁLCULO DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Este roteiro possui como inovação o uso de equações para o cálculo da velocidade "V" e da relação altura da lâmina d'água-diâmetro "h/D", em função do ângulo central "ɵ". Após a delimitação da bacia em estudo e de sua divisão em sub-bacias, com a locação de bocas de lobo e poços de visita, parte-se para o preenchimento da planilha de cálculo (Tabela 15, p. 73).

1) Preenchimento das colunas 1, 2, 3, 4, 6, 11, 12 e 13 da planilha (veja Tabela 15) cujos valores podem ser lançados previamente, independentemente da marcha de cálculo correspondentes a: trecho, extensão, área, coeficiente de "runoff" "C", cota da superfície do terreno em cada PV e declividade do terreno "St"

2) Cálculo da vazão total "Q"

a) tc = 5 min (para início de rede)

b) intensidade pluviométrica "i" estimada por equação de chuva, conforme item 3.4.13 (p.70), ou por relação i-d-f de Pfafstetter (1982)

c) Qloc = C i A

d) Q = Qloc + demais vazões afluentes ao PV, transportadas pelas galerias de montante

3) Arbitra-se o menor diâmetro comercial "D" possível e faz-se a declividade da galeria "Sg=St"; preenchem-se as colunas referentes às cotas inferiores da galeria a montante e a jusante e profundidades da geratriz inferior da galeria, também, a montante e a jusante.

4) Determinação da velocidade na tubulação

a) de posse da vazão total "Q", do coeficiente de Manning n = 0,015, do diâmetro "D" e da declividade da galeria "Sg", calcula-se a constante "k" pela Equação 2.5:

$$k = Q\, n\, D^{-8/3}\, Sg^{-1/2}$$

**Tabela 15 – Planilha para cálculo de galerias de águas pluviais**

| Trecho (1) | Ext. (2) | Área (m²) | | Tc (5) | C (6) | I (7) | Qloc (8) | Q (9) | D (10) | Cota do PV no terreno (m) | | St (13) | Cotas inf. galeria(m) | | Sg (16) | Prof. galeria (m) | | k (19) | θ (rad) (20) | h/D (21) | $A_m$ (22) | V (23) | Tp (24) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho (3) | Total (4) | | | | | | | mont. (11) | Jus. (12) | | mont. (14) | jus. (15) | | mont. (17) | jus. (18) | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Legenda:**

**tc- tempo de concentração (min)**
**c – coeficiente de runoff**
**i – intensidade pluviométrica (mm/min)**
**Qloc – vazão local (m³/s)**
**Q – vazão total (m³/s)**
**D – diâmetro (mm)**
**St – declividade do terreno (m/m)**
**Sg – declividade da galeria (m/m)**
**k – coeficiente**
**θ – ângulo central (radianos)**
**h/D – relação altura-diâmetro**
**$A_m$ – área da seção molhada (m²)**
**v – velocidade (m/s)**
**tp – tempo de percurso (min)**

b) obtém-se, então, o ângulo central (Equação 3.10):

$$\theta = 5915{,}8.k^5 - 5201{,}2.k^4 + 1786{,}6.k^3 - 298{,}89.k^2 + 32{,}113.k + 1{,}1487$$

c) determina-se a relação altura da lâmina d'água-diâmetro "h/D" que deverá estar na faixa de 0,10 (10%) a 0,85 (85%), conforme Equação 2.9:

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2}\left[1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right]$$

d) calcula-se a área molhada "$A_m$" (Equação 2.7):

$$A_m = D^2 \frac{(\theta - \text{sen}\theta)}{8}$$

e) por fim, determina-se a velocidade do escoamento na tubulação "V" (Equação 3.19):

$$V = \frac{Q}{A_m}$$

f) Verifica-se que $0{,}10 \leq h/D \leq 0{,}85$ e que $0{,}75$ m/s $\leq V \leq 5{,}0$ m/s, tem-se a solução mais econômica para o trecho.

5) Rotina para correção da relação "h/D" na faixa $0{,}10 \leq h/D \leq 0{,}85$

Caso a relação altura-diâmetro resulte em valores fora da faixa, deve-se avaliar separadamente as duas condições, ou sejam, valores menores que 0,10 (10 %) e valores superiores a 0,85 (85 %).

a) fixação de "h/D" em 0,10 para valores de "h/D" menores que esse ou fixação de "h/D" no valor máximo 0,85 para valores maiores;

b) cálculo do ângulo central para "h/D" correspondente a 10% ou 85 % através da Equação 2.9, com "$\theta$" explicitado:

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(1 - 2.\frac{h}{D}\right)$$

c) determinação da constante “k” pela Equação 3.7:

$$k = 0{,}0496062\,\theta^{-2/3}\left(\theta - \text{sen}\theta\right)^{5/3}$$

d) cálculo da nova declividade da galeria “Sg”, com emprego da Equação 3.9, com “Sg” explicitado:

$$Sg = \left(\frac{Q\,n}{k\,D^{8/3}}\right)^2$$

e) encontra-se a nova cota seja ela de montante para h/D = 0,10 ou de jusante para h/D = 0,85.

$$Cim = Cij + (Sg \times L)$$

$$Cij = Cim - (Sg \times L)$$

6) Rotina para correção da velocidade “V” na faixa 0,75 m/s ≤ V ≤ 5,00 m/s

Caso a velocidade esteja fora da faixa existem duas situações distintas com rotina semelhante de cálculo:

a) dada a vazão “Q” no trecho, fixa-se a velocidade “V” no valor mínimo (0,75 m/s) ou máximo (5,0 m/s) e calcula-se a área molhada “$A_m$” (Equação 3.19):

$$A_m = \frac{Q}{V}$$

b) obtém-se a relação entre a área molhada “$A_m$” e a área da seção plena $At = \frac{\pi D^2}{4}$:

$$\frac{A_m}{At} = \frac{4A}{\pi D^2} = cte$$

c) calcula-se então o ângulo central "$\theta$" pela Equação 3.11, em função da relação $\frac{A_m}{At}$, independentemente do diâmetro da galeria:

$$\theta = 17{,}108\,\beta^5 - 43{,}248\,\beta^4 + 44{,}821\,\beta^3 - 23{,}679\,\beta^2 + 9{,}524\,\beta + 0{,}864$$

onde: $\beta = \frac{A_m}{A_t}$

d) calcula-se "k" (Equação 3.7)

$$k = 0{,}0496062\,\theta^{-2/3}\left(\theta - \text{sen}\theta\right)^{5/3}$$

e) Determina-se a declividade da galeria (Equação 3.9):

$$Sg = \left(\frac{Q\,n}{k\,D^{8/3}}\right)^2$$

f) Encontra-se a nova cota seja ela de jusante para a velocidade mínima ou de montante para a velocidade máxima.

$$Cij = Cim - (Sg \times L)$$

$$Cim = Cij + (Sg \times L)$$

A síntese do processo de dimensionamento está no fluxograma a seguir (Ilustração 36, p.77).

## 3.6 AVALIAÇÃO DE CUSTO: ESCAVAÇÃO VERSUS AUMENTO DE DIÂMETRO

Para a decisão de se mudar a declividade ou o diâmetro da tubulação visto a não verificação dos limites para a velocidade e tirante hidráulico, objetivou-se analisar os custos envolvidos nos serviços relacionados à declividade (escavação) e à tubulação (fornecimento, transporte e assentamento). Pôde-se obter junto à AGETOP (Agência Goiana de Transportes e Obras) os valores desses serviços de obras de artes especiais.

Deparou-se então com os valores acrescidos da taxa de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) e da taxa correspondente às leis sociais inclusas, tendo assim relevância somente no descarte ou não da primeira taxa.

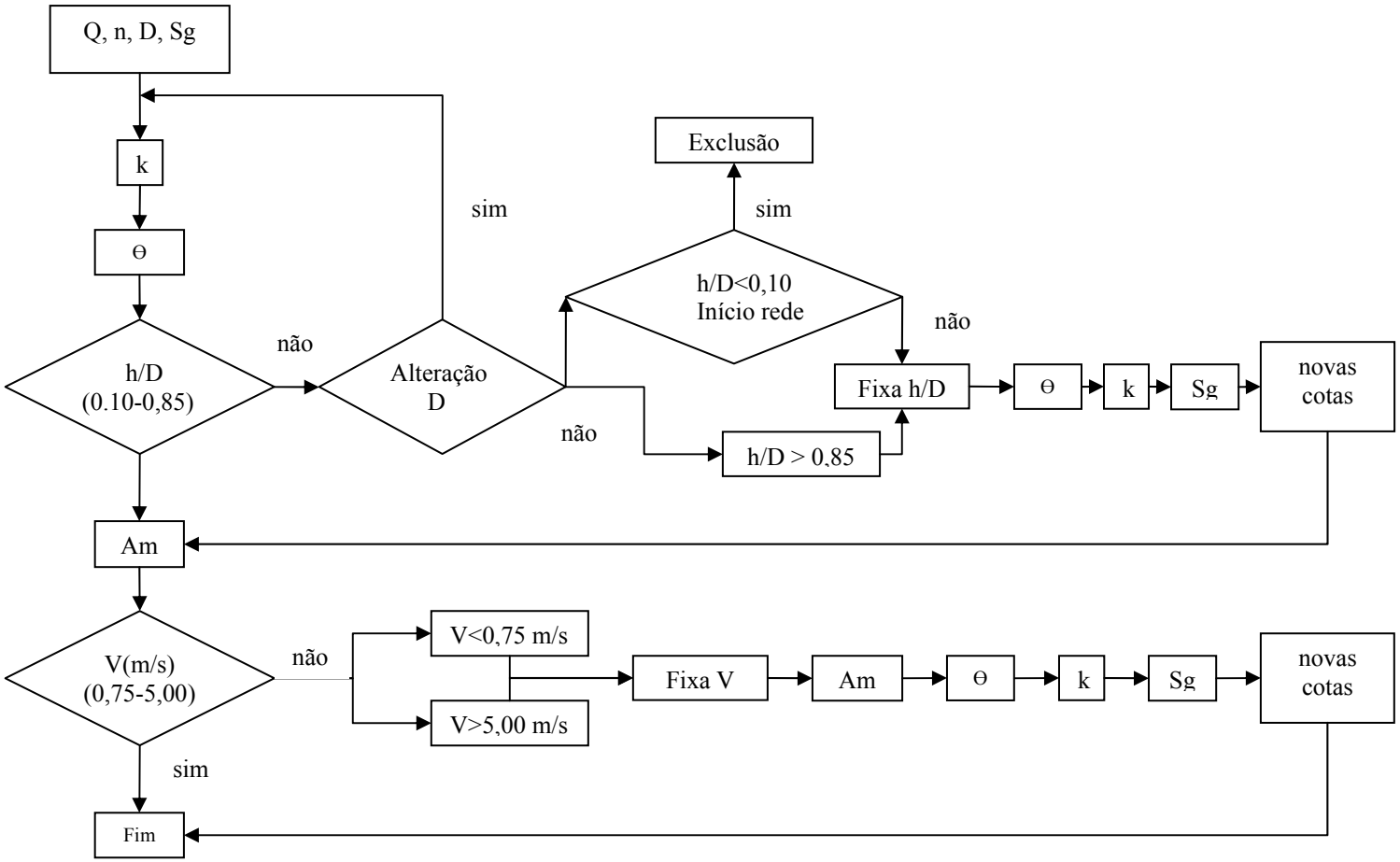



Ilustração 36 – Fluxograma da rotina de cálculo para o dimensionamento das galerias de águas pluviais.

Segundo a TCPO – Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2003), a taxa de BDI é a margem de acréscimo que se deve aplicar sobre o custo direto para englobar as despesas indiretas e o benefício do construtor na composição do preço da obra ou do serviço. Essa taxa corresponde à percentagem de aumento que o orçamentista aplica para incluir as demais despesas que não foram discriminadas, inclusive o lucro do construtor, sendo, portanto, seu valor variável nas diversas construtoras. Deste modo, os valores referentes aos serviços obtidos junto a AGETOP tiveram a redução desta taxa, equivalente a 28,50 %, de seu valor total contabilizando somente o custo direto na análise comparativa. Utilizou-se a equação 3.21 para o cálculo dos valores sem BDI.

$$\text{VsBDI} = \frac{\text{Vatual}}{1 + \text{BDI}} \tag{3.21}$$

onde: VsBDI: valor sem a taxa de BDI (R$)

Vatual: valor atual com taxa de BDI inclusa (R$)

BDI : taxa de BDI (%)

Os valores dos serviços foram obtidos do Relatório Sintético das Composições referentes à Tabela de Obras de Arte Especiais com data base de 01/06/2006, especificamente o Grupo de Serviço número 14, denominado Galerias de Águas Pluviais / Drenagem Urbana, conforme apresentada parcialmente na Ilustração 37.

AGETOP - Agência Goiana de Transportes e Obras
Diretoria de Planejamento e Projetos
Preço Referencial de Serviços

Emitido em : 04/08/2006 - 07:51:24
Página: 1 de 3

TABELA DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS
Valores com BDI de 28,20 %

Data Base: 01/06/2006

Grupo de Serviço: 14 - Galeria de Águas Pluviais/Drenagem urbana

| Código | Serviço | Unidade | Preço Unitário | Transporte |
|---|---|---|---|---|
| 45400 | Escavação manual de valas até 2,00 m | m3 | 25,47 | |
| 45405 | Escavação manual de valas de 2,0 m a 4,0 m | m3 | 30,33 | |
| 45410 | Escavação mecânica em terra | m3 | 4,42 | |
| 45415 | Escavação mecânica em cascalho | m3 | 5,52 | |
| 45420 | Escavação mecânica em rocha decomp. ou matacão | m3 | 8,65 | |
| 45425 | Escavação mecânica em solo mole | m3 | 13,67 | |

Ilustração 37 – Parte da planilha com serviços e custos referentes à Galeria de Águas Pluviais/ Drenagem Urbana.

### 3.6.1 Confecção de tabela para análise de custos

Elaborou-se através da planilha eletrônica EXCEL uma tabela para análise do custo, agrupando-se os dados referentes à escavação, escoramento, reaterro, volume de brita, assentamento de tubulações e os custos envolvidos nestes serviços. Essa tabela foi divida em sub-planilhas para agrupar os diversos diâmetros comerciais existentes (0,30; 0,40; 0.50; 0,60; 0,80 e 1,00 m). Deve-se ressaltar que a estimativa de custos exclui a possibilidade de análise para diâmetros superiores a 1,00 m, visto que a norma não cita as larguras de valas para diâmetros superiores a 1,00 m.

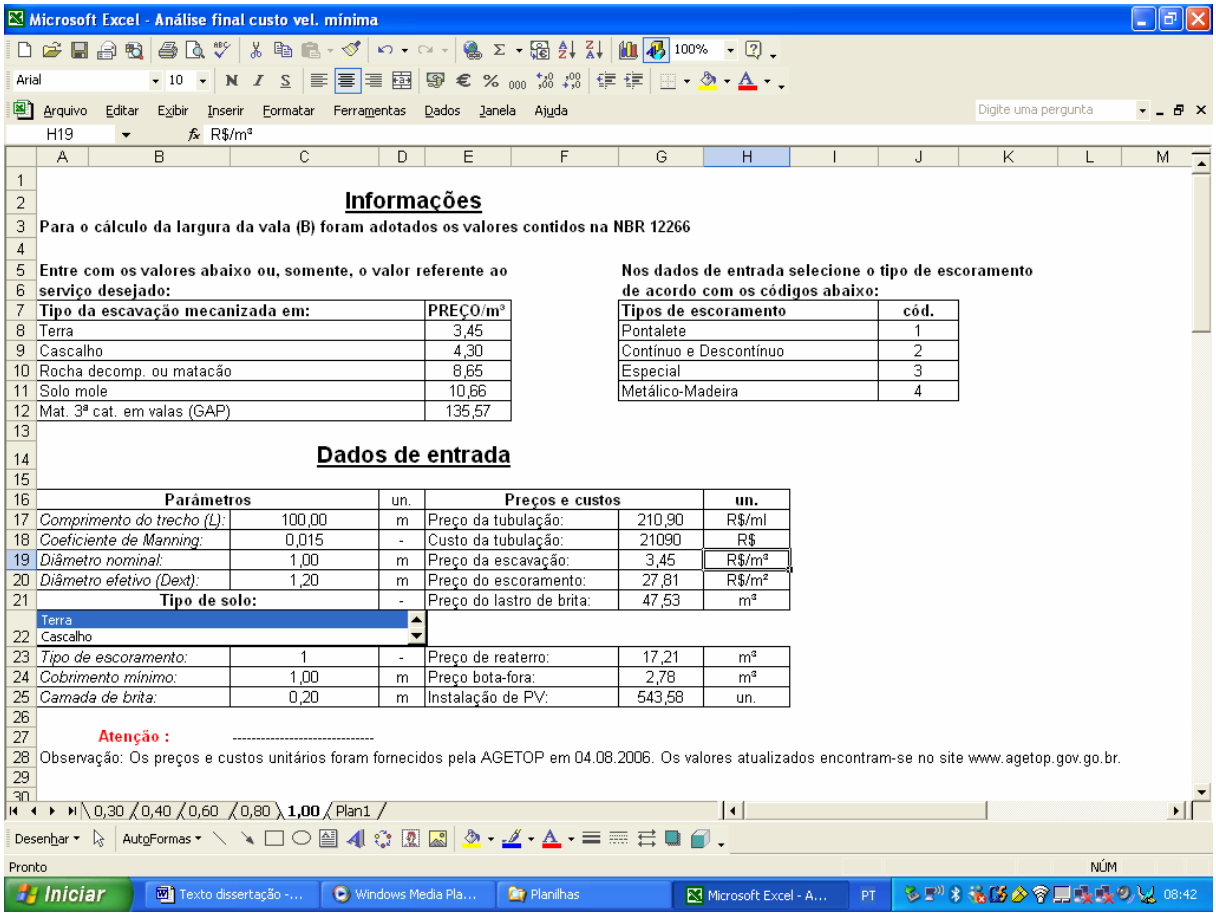
Desconsiderou-se a análise estrutural das tubulações, adotando para isso o recobrimento mínimo de 1,00 m. Num primeiro momento, conforme Ilustração 38, o usuário fornece os preços dos tipos de escavação mecanizada que lhe interessa analisar.

Cabe ressaltar que não é necessário o preenchimento de todos estes valores, visto que a análise é realizada para um único tipo de escavação.

Nesta análise, os valores são subtraídos do BDI conforme explicado anteriormente. Estes valores podem ser obtidos nas agências estaduais de obras públicas, bem como, em órgãos municipais responsáveis pela pavimentação e infra-estrutura em geral. Ao lado direito desta tabela existe um quadro informativo com os códigos referentes ao tipo de escoramento (pontalete, contínuo e descontínuo, especial e metálico-madeira) que permite ao usuário definir o tipo de escoramento quando da entrada na tabela referente ao tipo de escoramento.

Na Ilustração 38, logo abaixo da tabela referente ao tipo de escavação e do quadro informativo sobre o tipo de escoramento, há uma tabela intitulada de “Dados de entrada”, onde o usuário fornece embaixo da linha “Parâmetros” os dados relacionados à tubulação como: comprimento do trecho (L), diâmetro nominal e coeficiente de Manning (n).

Considerou-se como diâmetro efetivo ou externo (Dext), o diâmetro acrescido da espessura das paredes diretamente calculado pela planilha, espessuras estas representando 10 % do diâmetro como valor médio adotado. Mais abaixo o usuário indica o tipo de solo (terra, cascalho, rocha em decomposição ou matacão e solo mole), o tipo de escoramento através do código fornecido no quadro situado no canto superior à direita e por fim a espessura da camada de brita para o assentamento da tubulação.



**Informações**

Para o cálculo da largura da vala (B) foram adotados os valores contidos na NBR 12266

Entre com os valores abaixo ou, somente, o valor referente ao serviço desejado:

| Tipo da escavação mecanizada em: | PREÇO/m³ |
|---|---|
| Terra | 3,45 |
| Cascalho | 4,30 |
| Rocha decomp. ou matacão | 8,65 |
| Solo mole | 10,66 |
| Mat. 3ª cat. em valas (GAP) | 135,57 |

Nos dados de entrada selecione o tipo de escoramento de acordo com os códigos abaixo:

| Tipos de escoramento | cód. |
|---|---|
| Pontalete | 1 |
| Contínuo e Descontínuo | 2 |
| Especial | 3 |
| Metálico-Madeira | 4 |

**Dados de entrada**

| Parâmetros | | un. | Preços e custos | | un. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Comprimento do trecho (L):* | 100,00 | m | Preço da tubulação: | 210,90 | R$/ml |
| *Coeficiente de Manning:* | 0,015 | - | Custo da tubulação: | 21090 | R$ |
| *Diâmetro nominal:* | 1,00 | m | Preço da escavação: | 3,45 | R$/m³ |
| *Diâmetro efetivo (Dext):* | 1,20 | m | Preço do escoramento: | 27,81 | R$/m² |
| Tipo de solo: | | - | Preço do lastro de brita: | 47,53 | m³ |
| Terra / Cascalho | | | | | |
| *Tipo de escoramento:* | 1 | - | Preço de reaterro: | 17,21 | m³ |
| *Cobrimento mínimo:* | 1,00 | m | Preço bota-fora: | 2,78 | m³ |
| *Camada de brita:* | 0,20 | m | Instalação de PV: | 543,58 | un. |

Atenção : ----------

Observação: Os preços e custos unitários foram fornecidos pela AGETOP em 04.08.2006. Os valores atualizados encontram-se no site www.agetop.gov.go.br.

Ilustração 38 – Planilha referente à entrada de dados referentes aos serviços

Ao lado direito encontra-se outra tabela com os preços e custos onde o usuário também deverá fornecer o preço da tubulação, escoramento, lastro de brita, reaterro, bota-fora e instalação de poço de visita.

O custo do escoramento para este caso específico junto ao órgão estadual de obras públicas foi disponibilizado apenas para o tipo de escoramento contínuo e descontínuo em valas, não sendo informado o custo do escoramento por pontaletes e o escoramento com estrutura mista combinando metal e madeira.

As variáveis utilizadas nas planilhas relacionadas à escavação seguiram as orientações da ABTC – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (2006), documento este que trata da avaliação comparativa entre tubos rígidos e flexíveis para utilização em obras de drenagem de águas pluviais.

Na Ilustração 38, o custo da tubulação juntamente com o preço da escavação são calculados automaticamente após a entrada de um conjunto de dados. Os dados de entrada são os seguintes:

**a) Relação altura da lâmina d'água-diâmetro (h/D)**

Valor que representa a porcentagem do preenchimento da seção transversal ao escoamento. Arbitraram-se valores a serem analisados no intervalo de 0,1 a 0,84 ou 10 % a 84 %.

**b) Ângulo Central (ɵ)**

Refere-se ao ângulo formado pelo setor circular da seção transversal da tubulação expresso em função da relação altura da lâmina d'água-diâmetro (h/D). Pode ser calculado pela Equação 2.9:

$$\theta = 2\arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)$$

onde: $\theta =$ ângulo central (rad)

$\frac{h}{D} =$ relação altura lâmina d'água-diâmetro (m)

**c) Raio Hidráulico (Rh)**

É expresso pela razão entre a área molhada e o perímetro molhado, conforme Equação 3.3:

$$Rh = \frac{D(\theta - \text{sen}\theta)}{4\theta}$$

onde: Rh = raio hidráulico (m)

D= diâmetro (m)

ɵ = ângulo central (rad)

**d) Declividade da galeria**

A declividade da galeria "Sg" é obtida pela equação de Manning, levando em conta tratar-se de escoamento uniforme:.

$$Sg = \left(\frac{V\,n}{Rh^{2/3}}\right)^2 \qquad 3.22)$$

onde: Sg = declividade da galeria (m/m)

V = velocidade (m/s)

n = coeficiente de Manning ($m^{-1/3}.s$)

Rh = raio hidráulico (m)

**e) Caimento (ΔH)**

Corresponde ao mergulho da tubulação obedecendo à declividade, conforme Equação 3.18:

$$\Delta H = Sg * L = Cim - Cij$$

onde: ΔH = caimento (m)

Sg = declividade da galeria (m/m)

L = extensão da galeria (m)

Cim = cota inferior de montante (m)

Cij = cota inferior de jusante (m)

**f) Altura média acima da geratriz superior do tubo ou profundidade média de escavação**

Não aparece explicitamente na planilha, contudo está inserida no cálculo da profundidade média da escavação (P). É dada pela equação:

$$H = \frac{rm + (rm + Sg * L)}{2} \tag{3.23}$$

onde: H = altura média acima da geratriz superior do tubo ou profundidade média de escavação (m)

rm = recobrimento mínimo (m)

Sg = declividade da galeria (m/m)

L = extensão da galeria (m)

**g) Largura da vala para assentamento da tubulação (B)**

É dada em função do tipo de solo, profundidade, processo de execução e diâmetro do tubo conforme a NBR-12266/92 (ABNT,1992). Os valores que se encontram tabelados nesta norma se referem às larguras de valas admitindo a execução das juntas ou emendas dos tubos realizadas nas próprias valas.

**h) Profundidade média**

É dada pela equação:

$$P = EB + De + H \tag{3.24}$$

onde: P = profundidade média (m)

EB = espessura da camada de brita (m)

De = diâmetro externo da tubulação (m)

H = altura média acima da geratriz superior do tubo ou profundidade média de escavação (m)

**i) Volume de escavação**

É dado pela equação:

$$Ve = B \times L \times P \tag{3.25}$$

onde: Ve = Volume de escavação ($m^3$)

B = largura da vala (m)

L = extensão da galeria (m)

P = profundidade média (m)

**j) Custo de escavação**

Corresponde ao produto do valor unitário por metro cúbico pelo volume de escavação. É dado pela equação:

$$Ce = vu \text{ x } Ve \tag{3.26}$$

onde: Ce = custo de escavação (R$)

vu = valor unitário por metro cúbico (R$)

Ve = volume de escavação ($m^3$)

**k) Escoramento**

Corresponde à área necessária ao escoramento, dada pela equação:

$$E = 2 \times P \times L \tag{3.27}$$

onde: E = escoramento ($m^2$)

P = profundidade média (m)

L = extensão da galeria (m)

**l) Custo do escoramento**

É expresso pelo produto do valor unitário do escoramento pela área total do escoramento.

$$CE = vu \times E \tag{3.28}$$

onde: CE = custo do escoramento (R$)

vu = valor unitário do escoramento (R$)

E = escoramento (m²)

**m) Volume do lastro de brita**

Corresponde ao volume do lastro de brita utilizado na instalação da tubulação.

$$VLB = EB \times B \times L \tag{3.29}$$

onde: VLB = volume do lastro de brita (m³)

EB = espessura da camada de brita (m)

B = largura da vala (m)

L = extensão da galeria (m)

**n) Custo do volume do lastro de brita**

É expresso pelo produto do valor unitário por metro cúbico de brita pelo volume do lastro de brita empregado.

$$CLB = c.u \times LB \tag{3.30}$$

onde: CLB = custo do volume do lastro de brita (R$)

vu = valor unitário por metro cúbico (R$)

LB = volume do lastro de brita (m³)

**o) Volume do bota-fora**

Corresponde à adição do volume do tubo de concreto com o volume do lastro de brita. Expressa o volume de escavação que será destinado ao bota-fora.

$$VBF = VTB + LB \tag{3.31}$$

onde: VBF = volume do bota fora (m³)

VTB = volume do tubo de concreto (m³)

LB = volume do lastro de brita (m³)

**p) Custo do bota-fora**

É expresso pelo produto do valor por metro cúbico de movimento de terra pelo volume do bota-fora.

$$CBF = vu \times BF \tag{3.32}$$

onde: CBF = custo do bota-fora (R$)

vu = valor por metro cúbico de movimento de terra (R$)

BF = volume do bota-fora ($m^3$)

**q) Volume do Reaterro de vala**

É o volume de terra para preenchimento da vala, dado pela equação:

$$VRV = Ve - (VTB + LB) \tag{3.33}$$

onde: VRV = volume do reaterro de vala ($m^3$)

Ve = volume de escavação ($m^3$)

VTB = volume do tubo do concreto ($m^3$)

LB = volume do lastro de brita ($m^3$)

**r) Custo do reaterro de vala**

É expresso pelo produto do valor unitário por metro cúbico de reaterro pelo reaterro de vala:

$$CRV = vu \times VRV \tag{3.34}$$

onde: CRV = custo do reaterro de vala (R$)

vu = valor unitário por metro cúbico (R$)

VRV = volume do reaterro de vala ($m^3$)

**s) Custo relativo à escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro**

Corresponde ao somatório dos custos referentes à escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro.

$$Cs = Ce + CE + CLB + CBF + CRV \tag{3.36}$$

onde: Cs = custo relativo à escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro (R$)

Ce = custo de escavação (R$)

CE = custo do escoramento (R$)

CLB = custo do volume de lastro de brita (R$)

CBF = custo do bota-for a (R$)

CRV = custo do reaterro de vala (R$)

**t) Custo relativo à tubulação empregada**

É expresso pelo produto do valor unitário expresso em metro da tubulação pelo comprimento em análise.

$$Ctub = vu \times L \tag{3.37}$$

onde: Ctub = custo relativo à tubulação empregada (R$)

vu = valor unitário por metro (R$)

L = extensão da galeria (m)

**u) Variação do custo de escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro**

$$\Delta C1 = Cs2 - Cs1 \tag{3.38}$$

onde: ΔC1 = variação do custo de escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro (R$)

Cs2 = custo de escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro para troca do diâmetro (R$)

Cs1 = custo de escavação, escoramento, brita, bota-fora e reaterro para manutenção do diâmetro (R$)

**v) Variação do custo total**

$$\Delta Ctot = (Ctub2 + Cs2) - (Ctub1 + Cs1) \tag{3.39}$$

onde: ΔCtot = variação do custo total (R$)

Ctub1 = custo para a tubulação mantida

Ctub2 = custo para a troca da tubulação

(Ctub2 + Cs2) = parcela referente ao custo total quando há troca de diâmetro (R$)

(Ctub1 + Cs1) = parcela referente ao custo total para manutenção de diâmetro (R$)

### 3.6.2 Variação do custo pela opção de troca de diâmetro

Analisaram-se doze trechos, tomados três a três, nos quais optou-se pela troca de diâmetro comercial imediatamente superior quando da não observância do limite estabelecido de 85 % para a relação altura da lâmina d'água-diâmetro (h/D). Esses trechos compreenderam comprimentos de tubulação de distintas declividades e comprimentos variando aproximadamente de 50 a 100 m. Buscou-se avaliar a variação do custo da manutenção do diâmetro, caso feita, em relação à opção pela troca. Avaliaram-se os pares de diâmetros: 400-500; 500-600; 600-800 e 800-1000, sendo o primeiro valor referente ao valor mantido e o segundo à troca realizada.

Para efeito de análise, o limite para o diâmetro máximo ficou igual a 1000 mm, visto que a NBR 12266/92 (ABNT, 1992) dispõe dos valores de largura de vala para assentamento das tubulações de esgoto e drenagem, necessárias à composição de custos, até aquele diâmetro.

Considerou-se na ánalise para composição de custos o tipo de escoramento em pontaletes, escavação mecanizada em terra e reaterro apiloado de valas e somente os custos relacionados com a tubulação e escavação. Não foram acrescidos custos relacionados à instalação de poços de visita e bocas de lobo. Pela planilha de custos construída, outras opções podem ser avaliadas quanto ao custo, neste caso, especificamente, objetivou-se ter uma estimativa do aumento de custos gerados ou não pelas substituições de diâmetros realizadas no dimensionamento das galerias de águas pluviais.

# 4 RESULTADOS

## 4.1 DIAGNÓSTICO DAS BOCAS DE LOBO

Na área de estudo foram quantificadas 544 bocas de lobo, de acordo com a classificação usual, compreendendo: bocas de lobo simples ou de guia, bocas de lobo com grelhas (metálicas e de concreto), bocas de lobo combinadas (guia com grelha metálica ou grelha de concreto) e bocas de lobo múltiplas (de guia, com grelhas de concreto ou metálicas). (Ilustração 39).

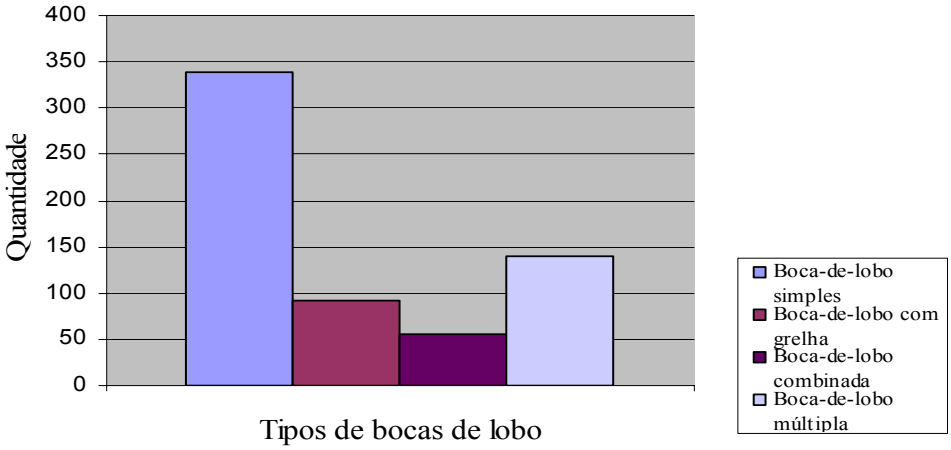



Ilustração 39 – Quantitativo dos tipos de boca de lobo empregados na área de estudo

Pôde-se também, pelo levantamento, quantificar estes dispositivos por setor a fim de se aprofundar o estudo (Tabela 16).

Tabela 16 – Quantitativo e situação das bocas de lobo nos setores

| Bocas de Lobo | Setor Sul | Setor Marista | Setor Oeste |
|---|---|---|---|
| Total | 359 | 141 | 44 |
| Obstruídas | 36 | 16 | 3 |
| Desativadas | 2 | 2 | - |

Para a área pertencente ao Setor Marista, onde não existiam mapas com o lançamento das bocas de lobo nos arquivos da PMG, utilizou-se como referencial na locação o Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia (MUBDG).

Na Ilustração 40 demonstra-se a percentagem de bocas de lobo em operação, obstruídas e desativadas. Considerou-se como bocas de lobo desativadas, as concretadas e impossibilitadas de captação. Julgou-se como obstruídas as bocas de lobo entupidas na sua totalidade, com detritos, lixos e fragmentos carreados pelas águas pluviais.

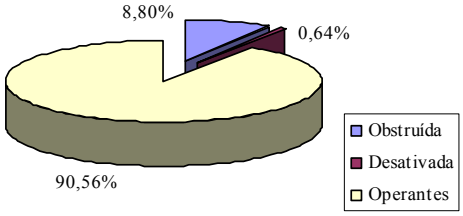



Ilustração 40 - Situação das bocas de lobo existentes na área de estudo (mar./2006)

Encontrou-se em uma das vias, no levantamento de campo, a presença de grelhas de diferentes materiais e às vezes grelhas que se representam como casos diferenciados do que é empregado em sistemas de galerias de águas pluviais (Ilustração 41).

Ilustração 41 - Boca de lobo com grelha não padronizada

Conforme citado anteriormente, em relação à não padronização das bocas de lobo empregadas, a Ilustração 42 demonstra o quantitativo de bocas de lobo quanto à grelha empregada. Percebe-se a adoção das grelhas de concreto em relação às metálicas nas bocas de lobo com grelha e nas múltiplas. Tal evidência deixa de ser notada nas bocas de lobo combinadas onde prevalecem as grelhas metálicas.

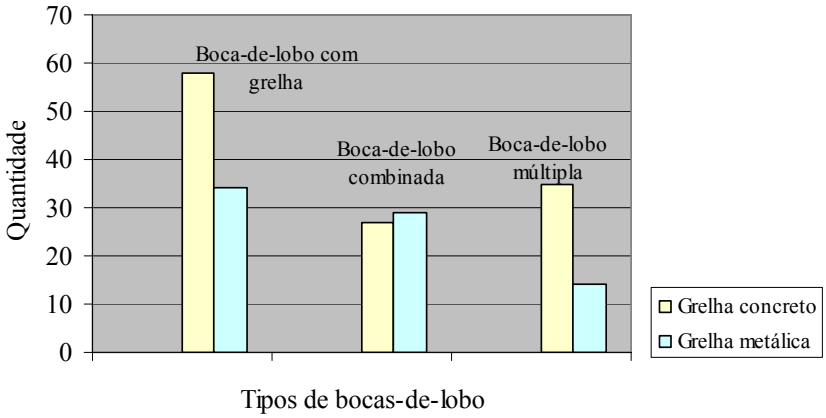



Ilustração 42 – Quantitativo de bocas de lobo quanto à grelha empregada

Pôde-se constatar, pelo levantamento realizado, problemas comuns decorrentes da falta de manutenção como a obstrução destes dispositivos e a formação de poças localizadas. Deve-se citar ainda, a falta de uniformidade e inexistência das bocas de lobo.

## 4.2 DIAGNÓSTICO DAS GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Pela dificuldade de acesso às galerias de águas pluviais para obtenção dos diâmetros da rede devido ao intenso tráfego de veículos, pôde-se obter juntamente à Prefeitura, os diâmetros existentes da rede em levantamento realizado pelo DERMU/COMPAV. Além dos diâmetros, o traçado da rede também foi fornecido. As declividades das galerias, entretanto, não constam do arquivo do DERMU/COMPAV.

Como o sistema de drenagem urbana fôra implementado a partir dos anos 60, parte das galerias não existiam e a comparação entre o traçado inicial e o executado foi realizada. Em diversos trechos no levantamento *in loco* observaram-se bocas de lobo sem galerias e galerias existentes sem a presença de bocas de lobo.

As galerias de águas pluviais estão localizadas no eixo das vias e foram concebidas como sistema separador absoluto. Em sua maioria são tubulações com diâmetros de 0,80 m variando de 0,30 m a 1,50 m. Apesar de estarem em uma mesma bacia de contribuição, estas galerias são independentes entre si conduzindo as águas pluviais a quatro destinos: Córrego Botafogo, Córrego Areião, Córrego Capim Puba e Bosque dos Buritis (Ilustração 43, p.91), reafirmando a proposta do memorial justificativo fornecido pela PMG, com base em critérios técnico-econômicos da adoção de vários emissários para uma certa bacia.

Contudo, este aspecto é refutado segundo (Brasil, 2006), quando se faz uma comparação entre os índices de micro e macro/mesodrenagem presentes nos municípios brasileiros e se verifica a desigualdade entre a macro/mesodrenagem e a predominante microdrenagem.

> A comparação entre esses dois índices revela que, em boa parte das cidades brasileiras, os sistemas não se acham estruturados com unidades coletoras de maior porte, ocorrendo situações em que, em uma mesma cidade, várias sub-redes são instaladas e operam sem articulação entre elas, concentrando lançamentos de **águas** pluviais em distintos pontos da área urbana**.** A ausência de estruturas de macro/mesodrenagem é devida, em parte, aos altos investimentos normalmente associados à implementação dessas obras (BRASIL, 2006).

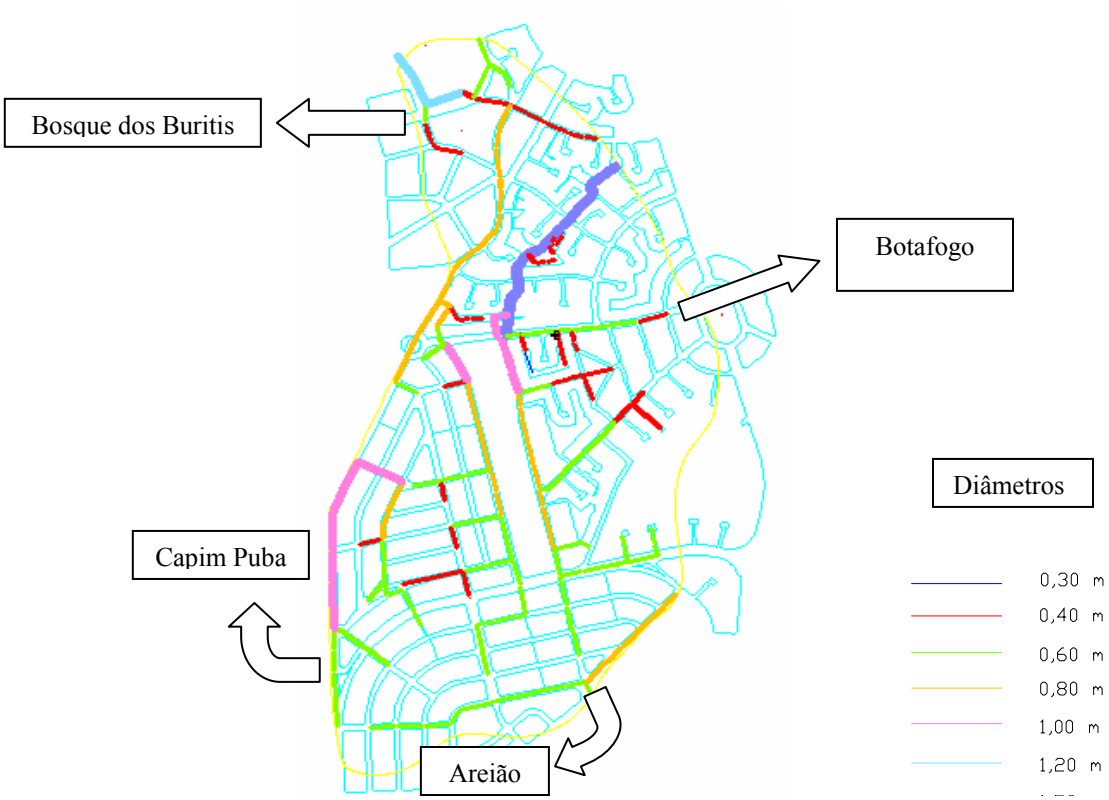



Ilustração 43 – Composição esquemática das galerias de águas pluviais da área de estudo

Este fato se verifica na área de estudo, onde existem 4 redes distintas que conduzem as águas pluviais a diferentes pontos.

Com o traçado das galerias fornecido pela Prefeitura Municipal de Goiânia e através da composição destas no Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia – MUBDG pôde-se determinar o comprimento das galerias de cada setor e o total existente na área de estudo, conforme aponta a Tabela 17. Deve ser ressaltado que o comprimento calculado refere-se ao fornecido pela Prefeitura dos locais onde suas equipes puderam adentrar às galerias para obtenção dos diâmetros. Diversos trechos, entretanto, localizados no Setor Sul não puderam ser quantificados pela inexistência da disposição das galerias conforme o traçado fornecido, mesmo com as bocas de lobo constatadas no levantamento *in loco*. Tratam-se, portanto, de comprimentos aproximados da rede coletora de águas pluviais existente nos setores.

Tabela 17 – Comprimento das galerias de águas pluviais

| Setor | Comprimento (m) |
|---|---|
| Setor Sul | 4.753,93 |
| Setor Oeste | 501,90 |
| Setor Marista | 5.602,46 |
| Total | 10.678,29 |

Para determinação do comprimento das galerias de águas pluviais, os trechos que se encontravam exatamente na divisa de setores Sul, Marista ou Oeste representada pela linha verde da Ilustração 44, foram adicionados a cada setor conforme o sentido das setas na mesma Ilustração.

Ilustração 44 – Configuração da consideração das galerias que situam na divisa de setores

## 4.3 VERIFICAÇÃO DO DÉFICIT DE BOCAS DE LOBO

Ao se considerar que as bocas de lobo múltiplas são associações de duas ou mais bocas de lobo, sejam elas simples ou com grelhas, o total representa 625 bocas de lobo. Para efeito do cálculo da densidade das bocas de lobo por hectare, adotou-se esse último valor, considerando-se também, as bocas de lobo combinadas como único elemento.

Tabela 18 – Quantitativo e situação das bocas de lobo nos setores

| Bocas de Lobo | Setor Sul | Setor Marista | Setor Oeste |
|---|---|---|---|
| Total | 403 | 150 | 72 |
| Obstruídas | 36 | 16 | 3 |
| Desativadas | 2 | 2 | - |

Pela análise conjunta do comprimento da rede e da quantidade de bocas de lobo constata-se que, proporcionalmente, o Setor Marista possui a maior abrangência de galerias

em sua área – área esta menor que a do Setor Sul, mas que, no entanto, tem o menor número de bocas de lobo em comparação a outros setores. Esse déficit pôde ser observado visualmente quando da locação das bocas de lobo no Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia após o levantamento realizado.

Conforme descrito no item 3.3, foram obtidos os valores das áreas de arruamentos e área total referentes a cada setor (Tabela 19) para determinar o quantitativo necessário de bocas de lobo.

Tabela 19 – Valores das áreas total e de arruamentos nos setores em estudo

| Tipo de Área | Setor Sul | Setor Marista | Setor Oeste |
|---|---|---|---|
| Área Total (ha) | 91,9 | 79,97 | 16,01 |
| Área de Arruamento (ha) | 24,04 | 25,79 | 3,95 |

Para o cálculo da densidade de bocas de lobo conforme Orsini et. al. apud Botelho (1984), confirmou-se, através da Tabela 20, o déficit já verificado quando da locação dos dispositivos na área em estudo.

Tabela 20 – Quantidade de bocas de lobo por hectare em função do tipo de área e do setor

| Descrição da Área | Setor Sul | Setor Marista | Setor Oeste |
|---|---|---|---|
| | Densidade (Bocas de lobo por hectare) | | |
| Nº BL para Área total | 4,38 | 1,87 | 4,49 |
| Nº BL para Área de arruamento | 16,76 | **5,81** | 18,22 |

BL - boca de lobo

Considerando-se a hipótese de uma boca de lobo a cada 400 m² seriam necessárias 25 bocas de lobo por hectare. De acordo com a tabela, todos setores se encontrariam fora desta faixa, com atenção especial ao Setor Marista com somente a quinta parte das bocas de lobo (5,81 bocas de lobo por hectare) necessárias.

Para a situação de consideração de uma boca de lobo a cada 800 m², um total 12,5 bocas de lobo por hectare, os Setores Sul e Oeste se enquadrariam, contudo, o Setor Marista não contém a metade do que seria necessário.

Realizando-se uma análise mais acurada, em que se leva em conta somente as bocas de lobo ativas por setor, obter-se-iam valores inferiores àqueles da Tabela 20, conforme demonstra Tabela 21.

Tabela 21 – Quantidade de bocas de lobo por hectare em função do tipo de área e do setor, considerando apenas as bocas de lobo ativas

| Descrição da Área | Setor Sul | Setor Marista | Setor Oeste |
|---|---|---|---|
| | Densidade (Bocas de lobo por hectare) | | |
| Nº BL para Área total | 3,97 | 1,65 | 4,49 |
| Nº BL para Área de arruamento | 15,01 | **5,11** | 17,46 |

BL - Boca de lobo

Os Setores Sul e Oeste, considerando-se a situação de uma boca de lobo a cada 800 m², estariam dentro do limite. Entretanto, como ressalta a tabela, o Setor Marista estaria com menos da metade de bocas de lobo necessárias (5,11 bocas de lobo por hectare) para sua área de arruamento.

Pôde-se, então, constatar que o déficit de bocas de lobo verificado visualmente e quantificado através do levantamento *in loco*, fez-se também visível através da análise da densidade de bocas de lobo por hectare. Este déficit acarreta alagamentos na própria área do Setor Marista, como também sobrecarrega o sistema de galerias dos Setores Sul e Oeste a jusante provocando as inundações e os alagamentos freqüentes nos períodos chuvosos.

## 4.4 ESTIMATIVA DA FAIXA DE VALORES PARA O COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA ÁREA DE ESTUDO

Realizou-se a delimitação automática da mesma bacia de estudo, segundo a metodologia proposta por Moraes et. al (2007), com o auxílio do software ArcView 3.2, através da extensão HEC-GeoHMS – desenvolvida pelo Hydrologic Engineering Center dos E.U.A, com pouca diferença entre esta e a delimitada pelo procedimento tradicional. Em ambas as delimitações utilizou-se o Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia (MUBDG) com curvas de nível, de 5 em 5 metros, disponibilizado pela Prefeitura de Goiânia através da Companhia de Processamento de Dados do Município (COMDATA).

Após a delimitação da bacia pelo HEC-GeoHMS (Ilustração 46), foi utilizado o software ENVI 4.1 para o recorte da imagem, por meio da aplicação de máscara sobre a imagem QuickBird de 2001, obtida junto ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Após o recorte da imagem, foi gerado um banco de dados geográficos no SPRING para a realização da classificação. As principais classes obtidas foram: Vegetação Baixa, Vegetação Alta, Asfalto, Área Urbana, Área de Concreto, Área de Telhado, Solo Exposto, Água e Sombra. A classificação obtida está representada na Tabela 22**.**

Tabela 22 – Classificação das áreas e respectivos valores obtidos com auxílio do HEC-GeoHMS

| **Classe** | **Área (há)** |
|---|---|
| Vegetação Baixa | 8,907085 |
| Vegetação Alta | 40,283247 |
| Asfalto | 12,467017 |
| Área Urbana | 31,613115 |
| Área de Concreto | 13,166101 |
| Área de Telhado | 24,971870 |
| Solo Exposto | 7,838101 |
| Água | 1,497996 |
| Sombra | 6,130368 |
| Não Classificada | 42,195171 |
| **Total** | 189,0701 |

Da área total de 189 ha, obtida pelo HEC-GEO HMS, cerca de 42,2 ha não foram classificados, uma vez que foi utilizado o algoritmo de classificação MAXVER com limiar de aceitação 99%, que gerou uma área não classificada correspondente a 22,3% da área total.

Ilustração 45 – Bacia delimitada manualmente

Ilustração 46 – Bacia delimitada - HEC-GeoHMS

Com o intuito de extrair o máximo de informação da imagem de alta resolução sem grandes distorções, admitiu-se então como aceitável, uma vez que a acurácia das amostras ficou em torno de 99%.

Mesmo assim, houve interferência entre as amostras, principalmente entre Solo Exposto com Área de Telhado e Asfalto com Vegetação Alta, conforme Ilustrações 47 e 48, que ilustram a região do Clube de Engenharia de Goiás.

Ilustração 47 – Composição RGB Clube de Engenharia

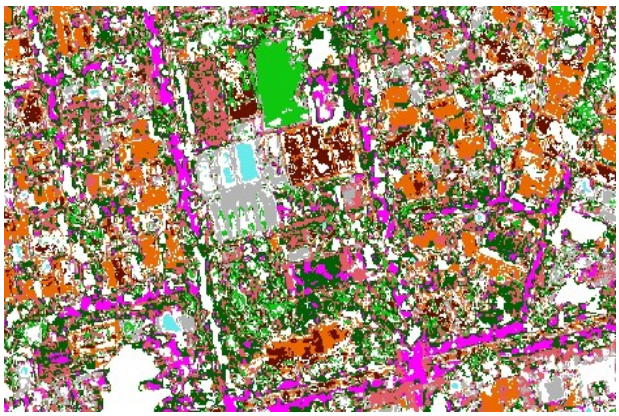


Ilustração 48 – Classificação Clube de Engenharia

A caracterização dos setores envolvidos foi realizada *in loco* para verificação das áreas verdes existentes. Com relação ao Setor Oeste, cuja área é a menor entre os três, o mesmo abrange a mata nativa pertencente ao Bosque dos Buritis.

Entretanto, conforme se pode observar na Ilustração 49 (p. 97) há uma grande ocorrência da classe Vegetação Alta na realidade corresponde a uma área impermeabilizada, uma vez que o caule encontra-se confinado nas calçadas e apesar do dossel se mostrar imponente, na realidade toda área está confinada no calçamento.

Em relação ao Setor Sul, apesar de possuir inúmeras praças com extensas áreas verdes, há de se destacar que o setor é composto de vias de intenso tráfego e é bastante impactado pela urbanização.

No Setor Marista há uma grande quantidade de áreas verdes com preservação de áreas de recarga refletindo maior nível de conscientização por parte dos moradores em relação à impermeabilização das áreas de fachadas dos seus lotes. Contudo, observa-se a presença de árvores confinadas em calçamentos, assim como nos outros setores.

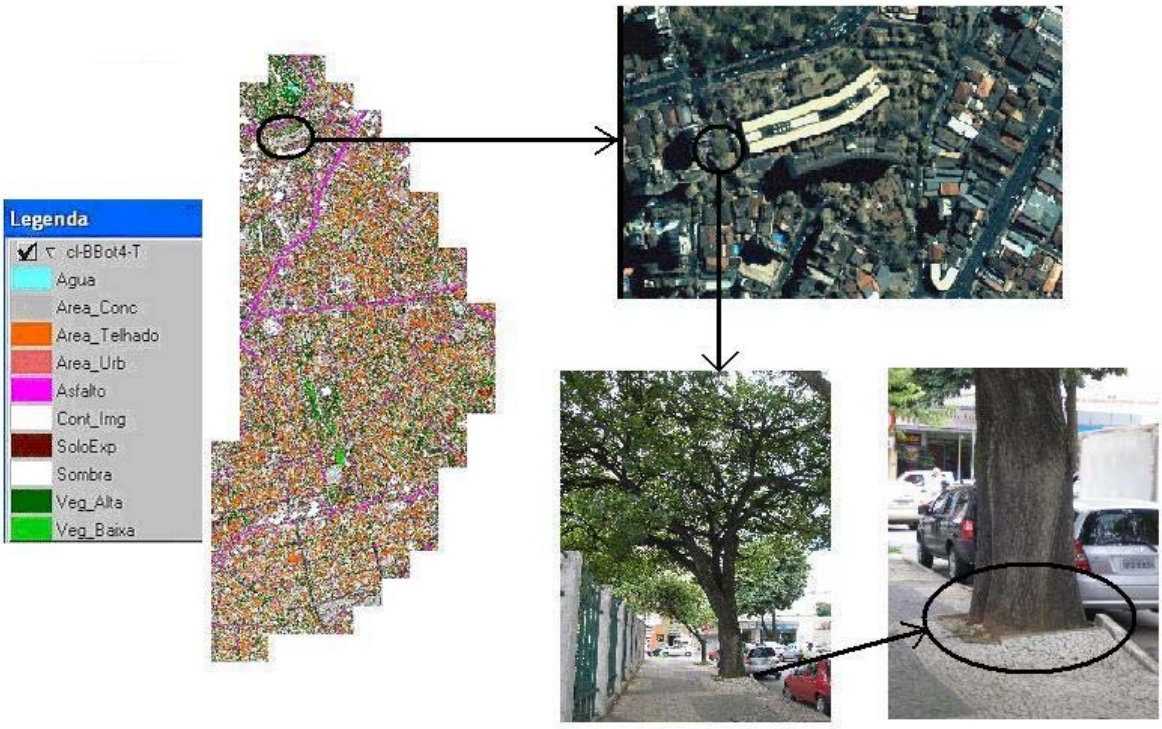



Ilustração 49 – Área classificada como Vegetação Alta, correspondente a área impermeabilizada

Cerca de 50% dos casos verificados *in-loco* se encontravam nessa situação, mostrando que a área de vegetação alta deve ser corrigida, para realmente se demonstrar a situação real das áreas impermeabilizadas na região de estudo.

Para o cálculo de C, foi utilizada a equação proposta por Wilken (1978):

$$C = \frac{Ci * Ai + Cp * Ap}{Atot} \tag{4.1}$$

onde: C - Coeficiente de escoamento superficial ou de "runoff"

Ci - Coeficiente de escoamento de áreas impermeabilizadas

Cp – Coeficiente de áreas permeabilizadas

Ap - Área permeável

Ai - Área impermeável

Atot – Área total da bacia

Considerou-se como área permeável: Vegetação Baixa, Vegetação Alta e Solo Exposto e como área impermeabilizada: Asfalto, Área urbana, Área de Concreto e Área de Telhado. As classes Água e Sombra foram desprezadas do cálculo de C, por corresponderem a perdas de informação, sendo a primeira em análise mais contundente de área impermeabilizada uma vez que na grande maioria das vezes encontra-se confinada em piscinas.

Conforme citado acima, em cerca de 50% dos locais visitados, a ocorrência de Vegetação Alta correspondia de fato à área impermeabilizada, sendo necessária a correção dessa classe pelo fator acima mencionado acrescendo-se o excedente à classe de Concreto, uma vez que as impermeabilizações são realizadas com esse material.

As Tabelas 23 e 24 demonstram os resultados obtidos para os valores do coeficiente "C", utilizando-se as tabelas da ASCE (1969), Tucci (2000) e a de Wilken (1978), e o resultado da classificação obtida. A Tabela 23 corresponde ao cálculo de C considerando a classificação obtida e a Tabela 24 com a correção de 50% convertendo a vegetação alta em área impermeável.

**Tabela 23 – Classificação para cálculo de C**

| | | | C | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Classe** | **Áreas (ha)** | **%** | **Mínimo** | **Médio** | **Máximo** |
| Vegetação Baixa | 8,907 | 6,4% | 0,05 | 0,08 | 0,10 |
| Vegetação Alta | 40,283 | 28,9% | 0,05 | 0,13 | 0,20 |
| Solo Exposto | 7,838 | 5,6% | 0,05 | 0,13 | 0,20 |
| Área Urbana | 31,613 | 22,7% | 0,75 | 0,80 | 0,85 |
| Área de Concreto | 13,166 | 9,5% | 0,80 | 0,88 | 0,95 |
| Área de Telhado | 24,972 | 17,9% | 0,75 | 0,85 | 0,95 |
| Asfalto | 12,467 | 9,0% | 0,70 | 0,83 | 0,95 |
| **Total** | 139,247 | 100,0% | **0,46** | **0,54** | **0,61** |

**Tabela 24 – Classificação para cálculo de C com correção**

| | | | C | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Classe** | **Áreas (ha)** | **%** | **Mínimo** | **Médio** | **Mínimo** |
| Vegetação Baixa | 8,907 | 6,4% | 0,05 | 0,08 | 0,10 |
| Vegetação Alta | 20,142 | 14,5% | 0,05 | 0,13 | 0,20 |
| Solo Exposto | 7,838 | 5,6% | 0,05 | 0,13 | 0,20 |
| Área Urbana | 31,613 | 22,7% | 0,75 | 0,80 | 0,85 |
| Área de Concreto | 33,308 | 23,9% | 0,80 | 0,88 | 0,95 |
| Área de Telhado | 24,972 | 17,9% | 0,75 | 0,85 | 0,95 |
| Asfalto | 12,467 | 9,0% | 0,70 | 0,83 | 0,95 |
| **Total** | 139,247 | 100,0% | **0,57** | **0,65** | **0,72** |

Por meio dos resultados obtidos pôde-se constatar que as ferramentas de geoprocessamento com o uso de imagens obtidas por sensoriamento remoto podem auxíliar na obtenção de índices físicos de bacias, como o coeficiente de escoamento superficial "C". Sua importância é ampliada quando da análise, por exemplo, de áreas já urbanizadas como a área abordada neste estudo, servindo como ferramenta para verificar a capacidade da rede coletora de águas pluviais existentes. Os valores encontrados através da metodologia empregada para o coeficiente "C" demonstraram ser superiores àqueles adotados pela Prefeitura Municipal de Goiânia, que utiliza o valor correspondente a 0,50. Deve-se ressaltar que há problemas quanto à classificação usando o SPRING e a imagem de alta resolução QuickBird quanto à incidência de sombra em determinados locais e confusão espectral de classes geradas pela alta resolução espacial (BERNARDI et al., 2007; CENTENO et al., 2003; PINHO; KUX, 2004) e que estes resultados devem servir como ponto de partida para posteriores correções na classificação sempre realizando uma análise crítica da classificação obtida, associando-a a investigações em campo. Apesar da delimitação da micro-bacia não ter sido exatamente idêntica à obtida pelo procedimento usual, a utilização da extensão HEC-GeoHMS do ArcView 3.2 para a delimitação proposta, mostrou acurácia e forneceu valores das áreas e limites bem próximos daqueles obtidos quando se delimita manualmente.

## 4.5 AVALIAÇÃO DO CUSTO NA ESCAVAÇÃO E NA SUBSTITUIÇÃO DE DIÂMETROS

Como objeto de análise dos custos envolvidos na implantação das galerias de águas pluviais e da possibilidade de se optar pela troca de diâmetros ou se fazer interferência na escavação (alteração da declividade da galeria), fez-se um estudo para 12 trechos distintos presentes no dimensionamento das galerias de águas pluviais da área de estudo. Esses trechos foram escolhidos pelos diâmetros passíveis de análise através da planilha construída, considerando-se os diâmetros de 0,40; 0,50; 0,60; 0,80 e 1,00 m, de acordo com a norma NBR 12266/1992 (ABNT,1992).

As planilhas de toda a análise encontram-se no Apêndice C, p. 137.

De maneira geral, pôde-se perceber que a opção pela troca de diâmetro conduz a uma elevação do custo na faixa de 2% a 30% em relação a opção pela alteração da declividade da galeria para os pares de diâmetros estudados (Ilustração 50)

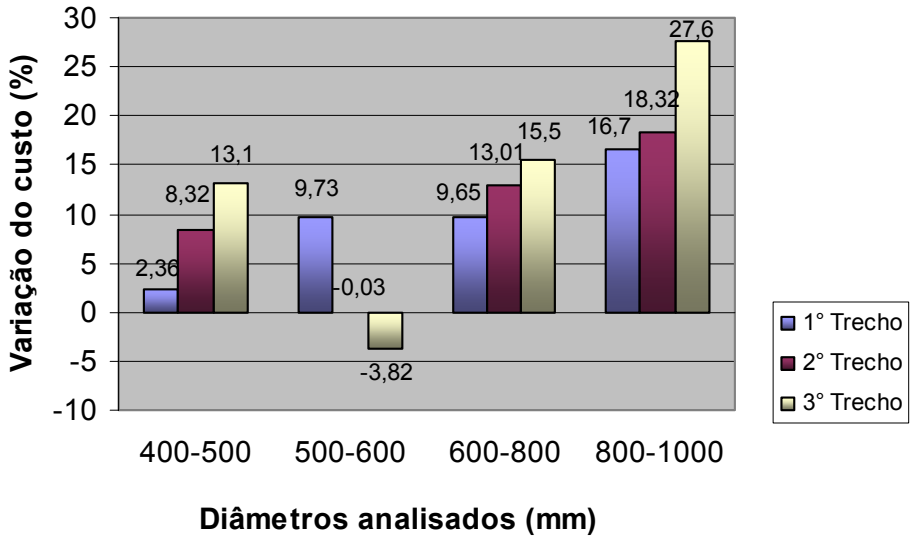



Ilustração 50 – Variação do custo na mudança de diâmetros

Em alguns casos, por exemplo, observou-se que a manutenção do diâmetro e o conseqüente aumento da escavação permitiram uma variação nula ou negativa dos custos totais, valores estes, ocasionados pelo montante superior dos custos de escavação, mantido o diâmetro inicial em relação aos custos gerados pela troca da tubulação.

Tal fato, foi verificado em dois trechos do par 500-600 mm, onde os custos com escavação para manter D = 500 mm ultrapassaram os custos para troca pelo D = 600 mm, como se observa na Ilustração 50.

Verificou-se que o aumento gerado pelos custos relacionados à substituição dos diâmetros está calcado, em sua maioria, nos custos da nova tubulação o que não implica que os custos com a escavação não deixam de ser importantes, pois maiores diâmetros exigem maiores larguras de vala para assentamento e conseqüentemente maiores volumes de escavação (Ilustração 51).

Neste caso, o que vai determinar se os custos com a escavação superam os custos com a nova tubulação é o caimento ou mergulho da tubulação necessária à manutenção do diâmetro inicial. Isto se verifica para o par 500-600, onde os custos de escavação superam os da tubulação para manter o D = 500 mm (Ilustração 52, p.101).

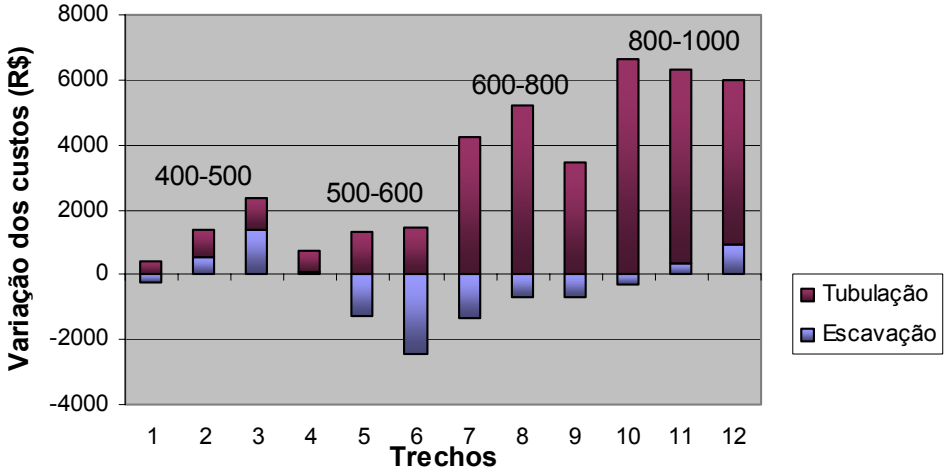



Ilustração 51 – Ponderação da variação de custos de escavação e tubulação

Em alguns trechos verificou-se também que quando a variação da profundidade de jusante necessária para a manutenção do diâmetro supera 0,60 m, o volume de escavação é superior ao volume de escavação gerado na troca de diâmetro. Neste caso, o aumento final dos custos é atribuído basicamente à nova tubulação.

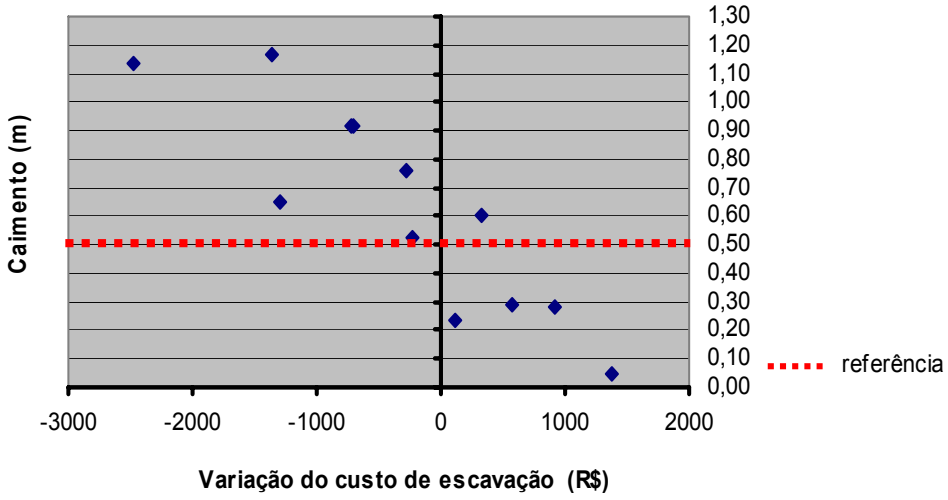



Ilustração 52 – Influência do caimento da tubulação no custo de escavação

## 4.6 COMPARAÇÃO ENTRE RESULTADOS OBTIDOS NO DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS COM EMPREGO DE DUAS METODOLOGIAS

A comparação em questão diz respeito aos resultados obtidos por dois métodos de cálculo das galeria em que um utiliza tabela e outro emprega equação.

Para a comparação selecionaram-se trechos com velocidades variando entre os limites estabelecidos de 0.75 m/s e 5,0 m/s. Tais trechos compreenderam os diversos diâmetros comerciais empregados. Na Tabela 25 têm-se os valores encontrados para a velocidade e para a relação altura lâmina d'água-diâmetro, utilizando o procedimento tradicional de consulta a tabela e a sistemática aqui proposta que emprega exclusivamente equações. Verifica-se pelas Ilustrações 53 e 54 que os valores são praticamente os mesmos, tanto para a velocidade quanto para a relação altura lâmina d'água-diâmetro. A sistematização com emprego de equações mostrou-se mais eficaz, pela economia de esforço e de tempo.

Tabela 25 – Comparação de valores

| **Vprop** | **h/Dprop** | **Vpd** | **h/Dpd** |
|---|---|---|---|
| 0,75 | 0,732 | 0,75 | 0,733 |
| 1,30 | 0,744 | 1,30 | 0,745 |
| 1,85 | 0,782 | 1,85 | 0,783 |
| 2,62 | 0,578 | 2,63 | 0,576 |
| 3,21 | 0,526 | 3,20 | 0,527 |
| 3,83 | 0,851 | 3,83 | 0,850 |
| 4,31 | 0,413 | 4,29 | 0,414 |
| 4,96 | 0,391 | 4,96 | 0,391 |

Vprop - velocidade calculada por equações
h/Dprop - relação altura-lâmina d'água calculada por equações
Vpd - velocidade calculada com consulta a tabela
h/Dpd - relação altura-lâmina d'água calculada com consulta a tabela

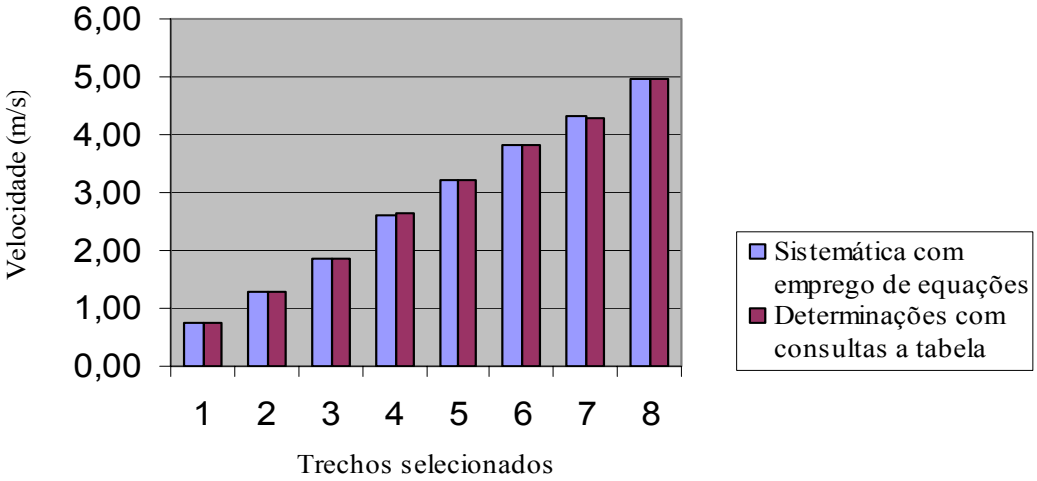



Ilustração 53 – Comparação entre as velocidades calculadas com consultas a tabela e pela sistemática com emprego de equações

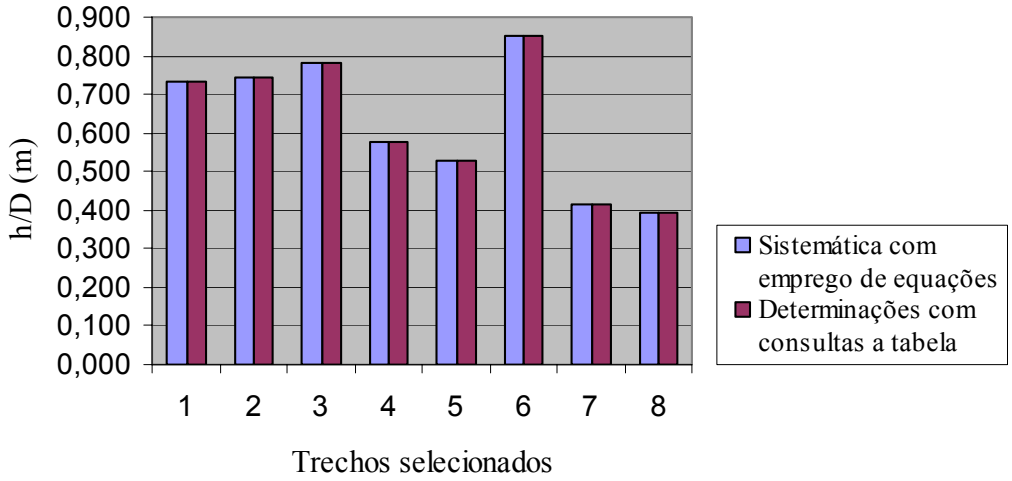



Ilustração 54 – Comparação entre a relação altura lâmina d'água-diâmetro calculada com consulta a tabela e pela sistemática com emprego de equações

## 4.7 VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

De acordo com a sistematização proposta, realizou-se o dimensionamento das galerias de águas pluviais da área de estudo para, assim, permitir a análise da rede coletora de águas pluviais (Apêndice B, p.123).

Após o dimensionamento tornou-se evidente que em diversos trechos a rede existente não comportavam o volume de águas pluviais a ser transportado e também em muitos trechos a ausência das galerias sobrecarrega os trechos a jusante provocando os freqüentes alagamentos.

Ao comparar-se o tempo de concentração e a vazão para trechos característicos de alagamentos nos períodos chuvosos, percebe-se que em quão pouco tempo do início da chuva o valor da vazão a ser transportado é elevado (Tabela 26). Além do mais, a adaptação da rede se faz necessária tendo em vista a disparidade dos valores para os diâmetros existentes e os calculados.

Tabela 26 – Comparação entre diâmetros para trechos da área de estudo

| Local | Tempo de concentração (tc) | Vazão (Q) | Diâmetro existente | Diâmetro calculado |
|---|---|---|---|---|
| Rua 148 | 10,03 min | 4,944 m³/s | 600 mm | 1500 mm |
| Rua 132 | 12,12 min | 5,955 m³/s | 800 mm | 2000 mm |
| Rua 87 / 132 | 14,71 min | 12,012 m³/s | 1000 mm | 2500 mm |
| Bosque dos Buritis | 17,55 min | 36,649 m³/s | 800 mm | 3500 mm |

Executando-se outro dimensionamento (Apêndice E, p. 154) alterando-se o coeficiente de escoamento superficial "C" de 0,65 para 0,50, valor este adotado pela PMG, e

aumentando-se o tempo de concentração "tc" para 10 minutos, visto que tc = 5min estaria superestimado gerando vazões elevadas e conseqüentemente maiores diâmetros para as galerias de águas pluviais, obtiveram-se valores mais representativos para as vazões referentes à magnitude da área de estudo, porém, diâmetros existentes ainda inferiores aos calculados (Tabela 27).

Tabela 27 – Comparação entre diâmetros para trechos da área de estudo (C = 0,50 e e tc = 5min)

| Local | Tempo de concentração (tc) | Vazão (Q) | Diâmetro existente | Diâmetro calculado |
|---|---|---|---|---|
| Rua 148 | 15,47 min | 3,278 m³/s | 600 mm | 1500 mm |
| Rua 132 | 17,90 min | 3,950 m³/s | 800 mm | 1500 mm |
| Rua 87 / 132 | 20,49 min | 7,976 m³/s | 1000 mm | 2500 mm |
| Bosque dos Buritis | 23,28 min | 24,358 m³/s | 800 mm | 3000 mm |

Deve-se ressaltar que não somente adaptações são pertinentes á área de estudo, mas também a adoção de técnicas compensatórias como as bacias e reservatórios de detenção com a função de reduzir o pico da vazão e de certa forma aumentar a capacidade de transporte das galerias de águas pluviais ao reduzir em um período de tempo o volume a ser escoado.

Ao se estabelecer a seção circular como o tipo de seção padrão no dimensionamento das galerias de águas pluviais, teve-se como objetivo facilitar a comparação dos diâmetros existentes e dos calculados quanto a ordem de grandeza. Para trechos com diâmetros superiores a 2000 mm, recomenda-se, então, a utilização de seções retangulares ou quadradas e também a possibilidade de galerias paralelas. Em trechos onde foram necessárias alterações da profundidade da geratriz inferior da galeria, notou-se a não observância do limite máximo estabelecido de 4,0 m para a profundidade, ressaltando-se a adoção de outro tipo de seção como citado anteriormente.

# 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelo diagnóstico realizado, enumeraram-se as principais características da drenagem urbana na área de estudo concernentes à microdrenagem, como o estado de conservação, identificação e existência das bocas de lobo e também a existência ou não das galerias de águas pluviais. Este diagnóstico constituiu na formação de um banco de dados e permitiu confrontar, através do levantamento *in-loco* realizado, as informações obtidas junto à Prefeitura Municipal de Goiânia, destacando-se os seguintes aspectos:

- inexistência de mapas para a região do Setor Marista;
- cadastro parcial de bocas de lobo e galerias de águas pluviais existentes na PMG;
- não conferência do que fora projetado e o que fora executado tanto para as bocas de lobo quanto para as galerias;
- déficit de bocas de lobo na área de estudo, notadamente no Setor Marista

Tais fatores esclarecem sobre os problemas gerados anualmente quanto às inundações nos períodos chuvosos nesta região. A falta de conhecimento do sistema existente, seja pela ausência de mapas ou pela parcialidade do cadastro físico existente, impede ações de planejamento mais efetivas.

Após a realização do levantamento, fez-se uma análise envolvendo custos relacionados aos serviços necessários à implantação das galerias de águas pluviais (escavação, fornecimento, transporte e assentamento de tubos) e também elaborou-se uma planilha para análise de custos, de fundamental importância para o dimensionamento das galerias de águas pluviais. Pôde-se verificar, para a amostra de 12 trechos analisados, que os custos para aumentar o diâmetro de um trecho a outro logo a jusante variam de 2 a 30% em relação aos custos envolvidos para manter o diâmetro existente com alteração da declividade e que caso seja mantido o diâmetro existente deve se atentar ao mergulho da tubulação, devido ao montante gerado pela escavação.

A análise de custos por meio de planilha pode ser realizada compreendendo diferentes tipos de escoramento, tipos de escavação, tipo de solo e os diâmetros comerciais até o limite de 1,00m segundo a NBR 12266/92 (ABNT,1992).

Quanto à proposição da faixa de valores para o coeficiente de escoamento superficial (C) pelo levantamento de áreas impermeáveis, baseados em imagem de satélite da

área em estudo, verificou-se para tal um valor médio de 30% mais alto em relação ao valor adotado pela Prefeitura Municipal de Goiânia que é adotado como constante e igual a 0,50.

Os equacionamentos obtidos para o dimensionamento das galerias de águas pluviais em substituição ao uso de tabelas representaram um avanço em termos de ganho de tempo, tendo seus resultados respaldados por coeficientes de determinação bem próximos de 100%.

Com o dimensionamento realizado, verificou-se a discrepância entre os diâmetros obtidos neste trabalho e os constantes das galerias de águas pluviais na região de estudo, evidenciando que os implantados encontram-se bem aquém dos necessários.

Na Sistematização para Elaboração de Projeto de Drenagem Urbana, aparecem os conceitos, equações e a seqüência sugerida para preenchimento da planilha de cálculo das galerias. Mereceram rotinas específicas as situações em que a velocidade do escoamento "V" ultrapassa os limites recomendados em que $0,75 \text{ m/s} \leq V \leq 5,00 \text{ m/s}$, bem como a relação altura da lâmina d'água-diâmetro "h/D" foge da faixa $0,10 \leq h/D \leq 0,85$.

Recomenda-se para que sejam implantadas, o mais breve possível, técnicas para diminuição do pico de vazão, notadamente micro-reservatórios para controle de cheia à nível de lote.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ABNT. **NBR 12266: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana**. Rio de Janeiro, 1992.

ABTC. **Avaliação Comparativa de Desempenho entre Tubos Rígidos e Flexíveis para Utilização em Obras de Drenagem de Águas Pluviais**. Versão 1. 2003. Disponível em: <http://www.abtc.com.br>.Acesso em: 6 set. 2006.

ANGELAKIS, A. N; KOUTSOYIANNIS, D.; TCHOBANOGLOUS, G. **Urban wastewater and stormwater technologies in ancient Greece**. Water Research, Elsevier, 39, 210-220, 2005.

ASCE. **Design and construction of sanitary and storm sewers**. New York, 1969.

ARRAIS, T. A. **Geografia Contemporânea de Goiás**. Goiânia: Ed. Vieira. 2004. p.164.

AZEVEDO NETTO, J. M; VILLELA, S. M. **Manual de hidráulica**. 5. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1969.

_____. ARAÚJO, R. (coord.). **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

BERNARDES, R. S; SOARES, S. R. A. **Planejamento de sistemas de drenagem: efeitos na saúde pública e no meio ambiente**. In: Workshop em Drenagem Urbana Sustentável no Brasil, 2003. Goiânia.

BERNARDI, H. V. F; DZEDZEJ, M; CARVALHO, L. M. T; ACERBI-JÚNIOR, F. W. **Classificação digital do uso do solo comparando os métodos "pixel a pixel" e orientada ao objeto em imagem QuickBird**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais, Florianópolis, Santa Catarina, INPE, p. 5595-5602, 2007.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais na cidades**. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1984.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **A Questão da Drenagem Urbana no Brasil: Elementos para Formulação de uma Política Nacional de Drenagem Urbana**. Brasília: Ministério das Cidades, Texto Para Discussão, 2003.

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Gestão do território e manejo integrado das águas urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005. 270 p.

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Guia para a elaboração de planos municipais de saneamento**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006. 152 p.

CARDOSO, C. H. A. **Eficiência da captação de águas pluviais em boca-de-lobo com defletores**. 2003. [s.n]. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.

CENSO DEMOGRÁFICO 2000. **Características da população e dos domicílios: Resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. p. 231-236.

CENTENO, J. A. S; ANTUNES, A. F. B; TREVISAN, S; CORREA. **Mapeamento de áreas permeáveis usando uma metodologia orientada a regiões e imagens de alta resolução**. RBC – Revista Brasileira de Cartografia, n.55/1, julho 2003. Disponível em: <http://www.rbc.ufrj.br/_2003/55_1_06.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2007.

CHAUDHRY, M. H. **Open Channel Flow**. New Jersey: Ed. Prentice Hall, 1993.

CIRILO, J. M. (Org). **Hidráulica Aplicada**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003.

COMDATA: imagem de satélite. QUICKBIRD UTM 22, SAD69 (sem escala), 2002.

COSTA, A. R. da; PRADO, L. A. **Espacialização de chuvas intensas para o Estado de Goiás e o sul de Tocantins**. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, São Paulo, v.23, n.2, p.268-276, 2003.

CORDEIRO, J. S; VAZ FILHO, P. **Gerenciamento de sistemas de drenagem urbana**. In: Revista Engenharia. [S.I.:s.n], 2000. edição 541. Disponível em <http://www.brasil engenharia.com.br/artdrenagemurb541.htm>.Acesso em: 5 out. 2005.

CRUZ, M. A. S; AMARAL, S. M. do. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto ao planejamento da drenagem urbana**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais, João Pessoa, Paraíba, 19p, 2005.

DAEE/CETESB. **Drenagem urbana – manual de projeto.** 2. ed. São Paulo: DAEE/CETESB, 1980. 486p.

DEBO, T. N; REESE, A. J. **Municipal stormwater management**. 2. ed. Boca Raton, Flórida: Lewis Publishers, 2003.

DEP/DOP. **Caderno de Encargos – Prefeitura Municipal de Porto Alegre**. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://www.portoalegre.rs.gov.br/>. Acesso em: 7 jan. 2007.

DORIAN, A. **Cidade sujeita a alagamentos**. O Popular, Goiânia, 5 fev. 2006. Cidades, p. 7.

FERREIRA, P. H. F; PEDROLLO, M. C; PICKBRENNER, K; GERMANO, A. **Avaliação de metodologia de estimativa de área impermeável aplicada ao município de Criciúma/SC**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais, João Pessoa, Paraíba, 14p, 2005.

FESTI, A. V. **Equações de chuva brasileira**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais, João Pessoa, Paraíba, 20p, 2005.

LEITÃO, M; THOMÉ, D. **Escolhas não feitas**. O Popular, Goiânia, 5 mar. 2006. Economia, p. 14.

LONGO, M. **O desafio dos alagamentos em Goiânia**. O Popular, Goiânia, 19 mar. 2006. Cidades, p. 3.

Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia (MUBDG), versão 18/2004, cedido pela Companhia de Processamento de Dados do Município de Goiânia (COMDATA).

MENEZES FILHO, F.C.M; COSTA, A. R. **Aplicação do método dos blocos alternados e da convolução de hidrogramas para determinação do escoamento superficial direto - ESD**. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. Anais, Cuiabá, Mato Grosso, 15p, 2007.

METHODS, H; DURRANS, S. R. **Stormwater conveyance modeling and design**. First Edition. Waterbury, USA: Haestad Press, 2003.

MORAES, G. A. et al. **Estimativa do coeficiente de escoamento superficial "c" utilizando sensoriamento remoto em imagem de alta resolução**. Artigo aceito para o 24˚ Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, set. 2007. Belo Horizonte, Minas Gerais.

MOYSÉS, A. **Goiânia: Metrópole não planejada.** Goiânia, GO: Ed. da UCG, 2004.420p.

PARKINSON, J.; MARK, O. **Urban Stormwater Management in Developing Countries**. London, UK. IWA Publishing. 2005.

PFAFSTETTER, O. **Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e freqüência de chuvas em 98 postos com pluviógrafos**. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Obras de Saneamento. 2. ed.1982. 426p.

PINHO, C. M. D; KUX, H. J. H. **Dados do QuickBird para subsidiar o planejamento urbano: uma proposta metodológica, município de São José dos Campos, SP, Brasil**. In: XI Simposio Latinoamericano sobre Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial. Anais, Santiago, Chile. nov. 2004. 10p.

PMG – PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA. **Drenagem Pluvial Urbana: Memorial Justificativo**. Anexo IV. Goiânia, 2005. 11p.

PORTO, R. M. **Hidráulica básica**. 2. ed. São Carlos: EESC-USP, 1999. cap. 2, p.13.

SAATÇI, A. **Velocity and depth of flow calculations in partially filled pipes**. ASCE Journal of Environmental Engineering, vol. 116, n. 6, p.1202-1208, nov/dec. 1990.

SILVEIRA, A. L. L da. **Hidrologia urbana no Brasil**. In: Braga, B. P. F; Tucci, C. E. M; Tozzi, M. Drenagem urbana: gerenciamento, simulação, controle. 1ª.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 1998. p.8-25.

SMITH, M. B. **Comment on 'Analisys and modeling of flooding in urban drainage systems'**. Journal of Hydrology, Elsevier, 317, 355-363, 2006.

STEFANOV, W. L, RAMSEY, M. S, CHRISTENSEN, P. R. **Monitoring urban land cover change: An expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers**. Remote Sensing of Environment, n.77, 2001, p.173–185.

TCPO 2003. **Tabelas de composição de preços para orçamentos**. Editora Pini Ltda. São Paulo, 2003. 431p

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia ciência e aplicação**. 3 ed. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 943p.

_____. **Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 1, p. 61-68, jan/mar. 2000.

VILLELA, S. M; MATTOS, A.**Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Ed. McGraw Hill do Brasil, 1975.

WILKEN, P. S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo: CETESB, 1978. 477p.

# APÊNDICES

# APÊNDICE A - TABELAS REFERENTES AO LEVANTAMENTO DA MICRODRENAGEM (BOCAS DE LOBO) DA ÁREA DE ESTUDO

**Tabela A.1 - Levantamento das bocas de lobo – Setor Sul**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viela - Pça - Setor Sul 2 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | danificada - sem tampa |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | danificada - sem tampa |
| BLCG | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | obstruída | não | sem tampa/diferenciada |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | obstruída | não | sem tampa |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | tira foto |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | sem tampa |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | sem tampa |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 104-D | | | | |
| tipo | quant. | situação | confere | observações |
| BLC | 1 | - | não | metálica |
| BLC | 1 | - | não | metálica |
| Rua 104 | | | | |
| BLCG | 1 | - | não | frente a 103 |
| BLC | 1 | - | não | c/ 103 - metálica |
| Rua 103 | | | | |
| BLCG | 1 | - | não | metálica |
| BLCG | 1 | - | não | metálica |
| BLCG | 1 | - | não | 103-D c/ 103 |
| BLCG | 1 | - | não | metálica |
| BLC | 1 | - | não | 103-D c/ 103 - metálica |

**Tabela A.1 - Levantamento das bocas de lobo – Setor Sul (continuação)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BLC | 1 | - | não | 103 frente a 103-C |
| Rua 103-C | | | | |
| BLC | 1 | - | não | c/103 |
| BLC | 1 | - | não | c/103 |
| BLC | 1 | - | não | metálica |
| BLC | 1 | - | não | metálica |
| BLC | 1 | - | não | metálica |
| BLCG | 1 | - | não | metálica |
| BLCG | 1 | - | não | metálica |
| BLCG | 1 | - | não | - |
| BLCG | 1 | - | não | - |
| Rua 104 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | direita - descendo |
| BLCG | 2 | - | não | concreto e metálica |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLC | 1 | - | não | 104 c/ 105 |
| BLCG | 1 | - | não | metálica – c/ 104-E |
| Rua 104-E | | | | |
| BLC | 1 | - | não | Metálica - foto |
| BLC | 1 | - | não | - |
| Rua 105 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | metálica, frente a 105-A |
| BLCG | 1 | - | não | concreto sarjeta c/ 105-A |
| BLC | 1 | - | não | - |
| BLC | 1 | - | não | quase frente a 105-B |
| BLC | 1 | - | não | metálica, esq. c/ 105-B |
| BLC | 1 | obstruída | não | metálica |
| BLC | 1 | - | não | metálica |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto, esq. c/ 105-C |
| BLC | 1 | - | não | metálica, frente a 105-C |
| BLC | 1 | - | não | - |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto,c/ 105-C |
| BLCG | 1 | - | não | metálica, frente a 105-D |
| BLC | 1 | obstruída | não | metálica, esq. a 105-D |
| BLC | 1 | - | não | metálica, esq. a 105-D |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLCG | 1 | - | não | metálica |
| BLS | 1 | - | não | c/ Av. 85 |
| Av. 85 | | | | |
| BLC | 1 | - | não | - |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLM | 1 | - | não | guia |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLCG | 2 | - | não | metálica e concreto |
| BLC | 1 | - | não | metálica, c/ 85-D |
| BLC | 1 | - | não | metálica, c/ 85-D |
| BLCG | 2 | - | não | concreto e metálica |
| BLC | 1 | - | não | metálica, esq. c/ 85-C |

**Tabela A.1 - Levantamento das bocas de lobo – Setor Sul (continuação)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BLC | 1 | - | não | metálica, c/ 85-C |
| Rua 103 | | | | |
| tipo | quant. | situação | confere | Observações |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLC | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLC | 1 | - | não | Metálica |
| BLC | 1 | - | não | metálica - 103 c/ 103-A |
| BLS | 1 | - | não | c/ Av. Cora Coralina |
| Rua 103-A | | | | |
| BLC | 1 | - | não | Metálica |
| BLS | 1 | obstruída | não | obstruída por tronco de árvore - foto |
| BLC | 1 | - | não | - |
| BLC | 1 | - | não | - |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | Metálica |
| BLCG | 1 | - | não | Metálica |
| Av. Cora Coralina | | | | |
| BLM | 1 | - | não | Simples |
| BLM | 1 | - | não | Simples |
| BLM | 1 | - | não | Simples |
| BLM | 1 | - | não | Simples |
| BLM | 1 | - | não | Simples |
| BLM | 1 | - | não | Simples |
| BLS | 1 | - | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | - | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | - | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | - | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | - | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | obstruída | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | obstruída | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | obstruída | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | obstruída | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | - | não | Praça – montante |
| BLS | 1 | obstruída | não | Praça - montante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - montante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - montante |
| BLCG | 1 | - | não | Praça montante- grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | Praça montante- grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | Praça montante- grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | Praça montante- grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | Praça montante- grelha de concreto |
| BLM | 1 | - | não | simples - após rua 105 |
| BLM | 1 | - | não | simples - após rua 105 |
| BLM | 1 | - | não | simples - após rua 105 |
| BLM | 1 | - | não | simples - após rua 105 |
| BLM | 1 | - | não | simples - após rua 105 |
| BLM | 1 | - | não | simples - após rua 105 |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto- após rua 105 |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto- após rua 105 |
| BLM | 1 | - | não | simples - após rua 105 |

**Tabela A.1 - Levantamento das bocas de lobo – Setor Sul (continuação)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BLCG | 1 | - | não | Praça jusante- grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | Praça jusante- grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | Praça jusante- grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | Praça jusante- grelha de concreto |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLS | 1 | - | não | Praça - jusante |
| BLM | 1 | - | não | simples - sentido 94 |
| BLM | 1 | - | não | simples - sentido 94 |
| BLM | 1 | - | não | simples - sentido 94 |
| BLM | 1 | - | não | simples - sentido 94 |
| BLM | 1 | - | não | simples - sentido 94 |
| BLM | 1 | - | não | simples - sentido 94 |

**Tabela A.2 – Levantamento das bocas de lobo – Setor Marista**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Av. 136 c/ 136-D | | | | |
| BLS | 1 | - | sim | 136-D |
| BLS | 1 | - | não | 136 frente a 131 |
| BLM | 1 | - | não | de guia |
| Rua 148 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 143 |
| Rua 143 | | | | |
| BLS | 1 | obstruída | não | esq. c/ 147 |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 147 |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 148 |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 148 |
| Rua 147 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLCG | 2 | - | não | Concreto (sarjeta) |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 143 |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 143 |
| Rua 144 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 148 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | Após 142 |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | Após 139 |
| Rua 142 | | | | |
| BLS | 1 | obstruída | não | esq. c/ 148 |
| BLS | 1 | obstruída | não | esq. c/ 148 |
| Rua 139 | | | | |
| tipo | quant. | situação | confere | observações |
| BLS | 1 | - | não | esq. 148 |
| BLS | 1 | - | não | esq. 147 |
| Rua 147 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ 139 |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/142 |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/142 |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 142 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | esq. 147 |
| Rua 145 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | sentido Marista |
| Rua 146 | | | | |
| BLS | 1 | obstruída | não | sentido Marista |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 145 |
| Rua 142 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | esq. 146 |
| BLS | 1 | - | não | esq. 146 |
| BLS | 1 | obstruída | não | esq. 146 |
| BLS | 1 | - | não | - |

**Tabela A.2 – Levantamento das bocas de lobo – Setor Marista**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rua 146 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 140 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | esq. 146 |
| BLS | 1 | obstruída | não | esq. 146 |
| Rua 146 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | frente a 140 |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 140 |
| Rua 139 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 146 |
| Rua 146 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 139 |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 139 |
| Rua 137 | | | | |
| tipo | quant. | situação | confere | Observações |
| BLS | 1 | - | não | esq. 148 |
| BLS | 1 | - | não | esq. 148 |
| Rua 136 | | | | |
| BLM | 1 | - | não | de guia |
| BLM | 1 | - | não | grelha – concreto em frente a 148 |
| Al. Dom Emmanuel Gomes | | | | |
| BLS | 1 | obstruída | não | esq. 136 |
| BLCG | 1 | - | não | esq. 136 concreto (sarjeta) |
| Rua 146 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | esq. 136 |
| BLS | 1 | - | não | esq. 137 |
| BLS | 1 | - | não | esq. 137 (guia fechada c/ grelha) |
| Rua 137 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | frente a 147 |
| BLS | 1 | - | não | esq. 147 |
| BLS | 1 | - | não | esq. 147 |
| Rua 146 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | esq. 138 |
| Rua 138 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | esq. 146 |
| Rua 1136 | | | | |
| tipo | quant. | situação | confere | observações |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Ricardo Paranhos |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Ricardo Paranhos |
| Rua 1135 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Ricardo Paranhos |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Ricardo Paranhos |
| Rua 1134 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Dom Emmanuel |
| BLS | 1 | obstruída | não | c/ Al. Dom Emmanuel |
| BLS | 1 | obstruída | não | esq. c/ praça - obstruída |
| Rua 1137 | | | | |
| BLS | 1 | desativada | não | - |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Ricardo Paranhos |

**Tabela A.2 – Levantamento das bocas de lobo – Setor Marista (continuação)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rua 1136 – sentido Al. Ricardo Paranhos | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | obstruída | não | c/ 1137 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1137 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1137 |
| Rua 1137 | | | | |
| BLS | 1 | obstruída | não | c/ 1136 |
| Rua 1135 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1137 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1137 |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Dom Emmanuel |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Dom Emmanuel |
| Rua 1137 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1136 |
| Av. 85 | | | | |
| tipo | quant. | situação | confere | observações |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLS | 1 | obstruída | não | c/ 143 |
| BLS | 1 | obstruída | não | - |
| Rua 141 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ Av. 85 |
| BLS | 1 | - | não | rua 144 c/ 141 |
| Av. 85 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLCG | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLS | 1 | - | não | c/ 139 |
| BLS | 1 | desativada | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 1126 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1128 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1128 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1129 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1129 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1129 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1130 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1130 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1131 |
| BLS | 1 | - | não | c/ 1131 |
| Rua 1131 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Dom Emmanuel |
| BLS | 1 | - | não | c/ Al. Dom Emmanuel |
| BLS | 1 | - | não | Sentido 1126 |
| rua 144 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |

**Tabela A.2 – Levantamento das bocas de lobo – Setor Marista (continuação)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rua 141 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 144 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 139 c/ 144 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| Rua 139 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 139 c/ 145 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | obstruída | não | - |
| Rua 145 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 141 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 145 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 141 – praça | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 145 | | | | |
| BLS | 1 | obstruída | não | frente a 138 |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 137 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | Próximo a área |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 137 c/ 137-A | | | | |
| BLS | 1 | - | não | Próximo a área |
| Rua 136 | | | | |
| BLCG | 3 | - | não | grelha de concreto |
| BLCG | 1 | obstruída | não | grelha metálica, frente a 137-A |
| BLC | 1 | - | não | grelha de concreto e guia |
| BLCG | 1 | - | não | grelha de concreto c/ 1127 |
| Rua 1127 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ 137 |
| Rua 144 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ 137 |
| Rua 137 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | em frente a 144 |

**Tabela A.3 – Levantamento das bocas de lobo – Setor Oeste**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rua 101 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ 94 |
| BLCG | 1 | - | não | metálica |
| BLC | 1 | - | não | concreto |
| Rua 18 | | | | |
| BLC | 1 | - | não | metálica |
| BLC | 1 | - | não | metálica - tampa de cx. Telefônica |
| BLC | 1 | - | não | metálica - tampa de cx. Telefônica |
| BLS | 1 | - | não | esq. c/ 14 |
| Rua 14 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Rua 94 - sentido Assis Chateaubriand | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | obstruída | não | - |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| Rua 1 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLS | 1 | - | não | - |
| Av. Assis Chateaubriand - Bosque dos Buritis | | | | |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLM | 1 | - | não | grelha metálica |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| BLM | 1 | - | não | Guia |
| Rua 10 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ rua 1 |
| BLS | 1 | - | não | em frente a rua 1 |
| BLCG | 1 | - | não | metálica - em frente a rua 19 |
| BLC | 1 | - | não | - |
| Rua 19 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | c/ rua 10 |
| BLS | 1 | - | não | c/ rua 10 |
| Rua 101 | | | | |
| BLCG | 1 | - | não | no meio da rua |
| Rua 14 | | | | |
| BLCG | 1 | - | não | - |
| BLCG | 1 | - | não | - |
| BLCG | 1 | - | não | - |
| BLCG | 1 | - | não | Ed. João Paulo XXIII - Lançamento |
| BLCG | 1 | - | não | - |
| BLC | 1 | - | não | metálica - 85 c/ 14 |
| Rua 18 | | | | |
| BLC | 1 | - | não | concreto |
| BLS | 1 | obstruída | não | - |

**Tabela A.3 – Levantamento das bocas de lobo – Setor Oeste (continuação)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BLS | 1 | obstruída | não | - |
| Rua 14 | | | | |
| BLS | 1 | - | não | - |
| BLCG | 1 | - | não | Diferenciada - foto |
| Av. 85 | | | | |
| BLM | 1 | - | não | grelha de concreto |
| BLCG | 1 | - | não | metálica, frente a 85-C |

# APÊNDICE B - TABELAS REFERENTES AO DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS DA ÁREA DE ESTUDO

**T 2 Anos**

**n 0,015**

**Tabela B.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria (m) | | Sg | Prof.geratriz inf. (m) | | k | ɵ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 75,782 | 7275,57 | 7275,57 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,191 | 0,191 | 500,00 | 821,369 | 820,938 | 0,0057 | 819,869 | 819,438 | 0,0057 | 1,500 | 1,500 | 0,24096 | 3,80 | 0,662 | 0,1378 | 1,38 | 0,91 |
| 2-2.1 | 51,510 | 4590,43 | 11866,00 | 5,91 | 0,65 | 2,35 | 0,117 | 0,308 | 500,00 | 820,938 | 819,792 | 0,0222 | 819,438 | 818,292 | 0,0222 | 1,500 | 1,500 | 0,19660 | 3,45 | 0,578 | 0,1175 | 2,62 | 0,33 |
| 2.1-3 | 56,216 | 4485,47 | 16351,47 | 6,24 | 0,65 | 2,33 | 0,113 | 0,421 | 500,00 | 819,792 | 818,667 | 0,0200 | 818,292 | 817,167 | 0,0200 | 1,500 | 1,500 | 0,28343 | 4,17 | 0,747 | 0,1573 | 2,68 | 0,35 |
| 3-3.1 | 33,090 | 2612,15 | 18963,63 | 6,59 | 0,65 | 2,30 | 0,065 | 0,486 | 600,00 | 818,667 | 818,211 | 0,0138 | 817,067 | 816,611 | 0,0138 | 1,600 | 1,600 | 0,24274 | 3,81 | 0,665 | 0,1996 | 2,44 | 0,23 |
| 4-5 | 62,606 | 8956,76 | 8956,76 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,235 | 0,235 | 400,00 | 819,438 | 818,065 | 0,0219 | 818,038 | 816,665 | 0,0219 | 1,400 | 1,400 | 0,27405 | 4,08 | 0,726 | 0,0978 | 2,40 | 0,43 |
| 5-5.1 | 59,455 | 4450,63 | 13407,40 | 5,43 | 0,65 | 2,39 | 0,115 | 0,350 | 800,00 | 818,065 | 817,885 | 0,0030 | 816,265 | 816,085 | 0,0030 | 1,800 | 1,800 | 0,17312 | 3,27 | 0,532 | 0,2715 | 1,29 | 0,77 |
| 5.1-6 | 33,359 | 4758,32 | 18165,72 | 6,20 | 0,65 | 2,33 | 0,120 | 0,470 | 800,00 | 817,885 | 817,520 | 0,0109 | 816,085 | 815,720 | 0,0109 | 1,800 | 1,800 | 0,12239 | 2,87 | 0,433 | 0,2086 | 2,25 | 0,25 |
| 3.1-6 | 43,097 | 1064,97 | 20028,60 | 6,82 | 0,65 | 2,29 | 0,026 | 0,513 | 600,00 | 818,211 | 817,520 | 0,0160 | 816,611 | 815,920 | 0,0160 | 1,600 | 1,600 | 0,23705 | 3,77 | 0,654 | 0,1960 | 2,61 | 0,27 |
| 6-7 | 94,270 | - | 38194,31 | 7,09 | 0,65 | 2,27 | 0,983 | 0,983 | 800,00 | 817,520 | 815,410 | 0,0224 | 815,720 | 813,610 | 0,0224 | 1,800 | 1,800 | 0,17864 | 3,31 | 0,542 | 0,2785 | 3,53 | 0,45 |
| 7-8 | 52,898 | 8798,81 | 46993,12 | 7,54 | 0,65 | 2,24 | 0,213 | 1,196 | 800,00 | 815,410 | 814,180 | 0,0232 | 813,610 | 812,380 | 0,0232 | 1,800 | 1,800 | 0,21336 | 3,58 | 0,610 | 0,3210 | 3,73 | 0,24 |
| 8-11 | 96,357 | 2955,86 | 49948,98 | 7,77 | 0,65 | 2,22 | 0,071 | 1,267 | 800,00 | 814,180 | 812,256 | 0,0200 | 812,380 | 810,456 | 0,0200 | 1,800 | 1,800 | 0,24382 | 3,82 | 0,667 | 0,3561 | 3,56 | 0,45 |
| 9-10 | 58,131 | 5088,50 | 5088,50 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,134 | 0,134 | 400,00 | 813,696 | 813,652 | 0,0008 | 812,296 | 811,997 | 0,0051 | 1,400 | 1,655 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,1139 | 1,17 | 0,83 |
| 10-11 | 64,598 | 5098,66 | 10187,16 | 5,83 | 0,65 | 2,36 | 0,130 | 0,264 | 400,00 | 813,625 | 812,256 | 0,0212 | 811,997 | 810,627 | 0,0212 | 1,628 | 1,628 | 0,31284 | 4,55 | 0,824 | 0,1108 | 2,38 | 0,45 |
| 11-12 | 73,100 | 6599,61 | 66735,75 | 8,22 | 0,65 | 2,19 | 0,157 | 1,688 | 1200,00 | 812,256 | 812,033 | 0,0030 | 810,056 | 809,833 | 0,0030 | 2,200 | 2,200 | 0,28235 | 4,16 | 0,744 | 0,9027 | 1,87 | 0,65 |
| 12-13 | 93,003 | 2886,27 | 69622,01 | 8,88 | 0,65 | 2,15 | 0,067 | 1,755 | 1200,00 | 812,033 | 811,759 | 0,0030 | 809,833 | 809,559 | 0,0030 | 2,200 | 2,200 | 0,29800 | 4,34 | 0,782 | 0,9490 | 1,85 | 0,84 |
| 13-14 | 101,804 | 2671,13 | 72293,15 | 9,71 | 0,65 | 2,10 | 0,061 | 1,816 | 1200,00 | 811,759 | 811,133 | 0,0061 | 809,559 | 808,933 | 0,0061 | 2,200 | 2,200 | 0,21364 | 3,59 | 0,610 | 0,7229 | 2,51 | 0,68 |
| 14-15 | 68,510 | 6535,23 | 78828,38 | 10,39 | 0,65 | 2,06 | 0,146 | 1,961 | 1200,00 | 811,133 | 810,000 | 0,0165 | 808,933 | 807,800 | 0,0165 | 2,200 | 2,200 | 0,14067 | 3,01 | 0,468 | 0,5196 | 3,77 | 0,30 |
| 15-16 | 42,226 | 3249,06 | 82077,43 | 10,69 | 0,65 | 2,04 | 0,072 | 2,033 | 1200,00 | 810,000 | 808,430 | 0,0372 | 807,664 | 806,203 | 0,0346 | 2,336 | 2,227 | 0,10083 | 2,70 | 0,391 | 0,4102 | 4,96 | 0,14 |
| 1-2 | 73,581 | 4506,75 | 4506,75 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,118 | 0,118 | 500,00 | 812,661 | 812,916 | -0,0035 | 811,161 | 811,045 | 0,0016 | 1,500 | 1,871 | 0,28345 | 4,17 | 0,747 | 0,1573 | 0,75 | 1,63 |

**Tabela B.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais (continuação)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2-3 | 64,993 | 8734,57 | 13241,32 | 6,63 | 0,65 | 2,30 | 0,218 | 0,34 | 500,00 | 812,916 | 810,625 | 0,0353 | 811,416 | 809,125 | 0,0353 | 1,500 | 1,500 | 0,17036 | 3,25 | 0,526 | 0,1047 | 3,21 | 0,34 |
| 3-5 | 26,992 | 6121,04 | 19362,36 | 6,97 | 0,65 | 2,28 | 0,151 | 0,49 | 500,00 | 810,625 | 808,500 | 0,0787 | 809,125 | 807,000 | 0,0787 | 1,500 | 1,500 | 0,16522 | 3,21 | 0,516 | 0,1022 | 4,76 | 0,09 |
| 4-5 | 72,743 | 2904,46 | 2904,46 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,076 | 0,08 | 400,00 | 808,732 | 809,792 | -0,0146 | 807,332 | 807,178 | 0,0021 | 1,400 | 2,614 | 0,28570 | 4,20 | 0,752 | 0,1014 | 0,75 | 1,61 |
| 5-16 | 43,682 | 3750,21 | 6654,67 | 7,06 | 0,65 | 2,27 | 0,092 | 0,66 | 1000,00 | 809,792 | 808,430 | 0,0312 | 807,792 | 806,430 | 0,0312 | 2,000 | 2,000 | 0,05565 | 2,27 | 0,289 | 0,1884 | 3,48 | 0,21 |
| 16-17 | 89,572 | - | 88732,10 | 10,83 | 0,65 | 2,03 | 2,688 | 2,69 | 1200,00 | 808,430 | 807,071 | 0,0152 | 806,230 | 804,871 | 0,0152 | 2,200 | 2,200 | 0,20138 | 3,49 | 0,587 | 0,6898 | 3,90 | 0,38 |
| 17-13 | 81,868 | 18355,71 | 107087,80 | 11,22 | 0,65 | 2,01 | 0,400 | 3,09 | 2000,00 | 807,071 | 806,795 | 0,0034 | 804,071 | 803,795 | 0,0034 | 3,000 | 3,000 | 0,12556 | 2,90 | 0,439 | 1,3276 | 2,33 | 0,59 |
| 13-18 | 93,292 | 12786,08 | 216193,84 | 11,80 | 0,65 | 1,98 | 0,275 | 5,833 | 2000,00 | 806,795 | 803,402 | 0,0364 | 801,920 | 800,402 | 0,0163 | 4,875 | 3,000 | 0,10802 | 2,76 | 0,405 | 1,1945 | 4,88 | 0,32 |
| 18-19 | 80,863 | 5732,55 | 221926,39 | 12,12 | 0,65 | 1,97 | 0,122 | 5,955 | 2000,00 | 803,402 | 800,486 | 0,0361 | 798,782 | 797,486 | 0,0160 | 4,620 | 3,000 | 0,11111 | 2,78 | 0,411 | 1,2180 | 4,89 | 0,28 |
| 19-20 | 68,187 | 9337,71 | 231264,10 | 12,40 | 0,65 | 1,95 | 0,197 | 6,152 | 2000,00 | 800,486 | 798,670 | 0,0266 | 796,737 | 795,670 | 0,0157 | 3,749 | 3,000 | 0,11616 | 2,82 | 0,421 | 1,2562 | 4,90 | 0,23 |
| 1-2 | 61,926 | 11158,58 | 11158,58 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,293 | 0,293 | 600,00 | 806,572 | 806,343 | 0,0037 | 804,972 | 804,743 | 0,0037 | 1,600 | 1,600 | 0,28207 | 4,16 | 0,744 | 0,2255 | 1,30 | 0,79 |
| 2-3 | 63,014 | 17762,73 | 28921,31 | 5,79 | 0,65 | 2,36 | 0,454 | 0,747 | 800,00 | 806,343 | 806,090 | 0,0040 | 804,543 | 804,290 | 0,0040 | 1,800 | 1,800 | 0,32014 | 4,68 | 0,847 | 0,4540 | 1,65 | 0,64 |
| 3-4 | 64,654 | 9726,74 | 38648,05 | 6,43 | 0,65 | 2,31 | 0,244 | 0,991 | 1000,00 | 806,090 | 805,916 | 0,0027 | 804,090 | 803,916 | 0,0027 | 2,000 | 2,000 | 0,28650 | 4,21 | 0,754 | 0,6351 | 1,56 | 0,69 |
| 4-5 | 53,676 | 5819,73 | 44467,78 | 7,12 | 0,65 | 2,26 | 0,143 | 1,134 | 1000,00 | 805,916 | 805,556 | 0,0067 | 803,916 | 803,556 | 0,0067 | 2,000 | 2,000 | 0,20764 | 3,54 | 0,599 | 0,4908 | 2,31 | 0,39 |
| 5-6 | 35,343 | 7601,87 | 52069,65 | 7,51 | 0,65 | 2,24 | 0,184 | 1,318 | 1000,00 | 805,556 | 804,451 | 0,0312 | 803,556 | 802,451 | 0,0312 | 2,000 | 2,000 | 0,11184 | 2,79 | 0,413 | 0,3059 | 4,31 | 0,14 |
| 6-7 | 92,211 | - | 52069,65 | 7,65 | 0,65 | 2,23 | 1,318 | 1,318 | 1000,00 | 804,451 | 802,750 | 0,0184 | 802,451 | 800,750 | 0,0184 | 2,000 | 2,000 | 0,14555 | 3,05 | 0,478 | 0,3703 | 3,56 | 0,43 |
| 7-8 | 43,288 | 7863,95 | 59933,60 | 8,08 | 0,65 | 2,20 | 0,187 | 1,505 | 1000,00 | 802,750 | 801,333 | 0,0327 | 800,750 | 799,333 | 0,0327 | 2,000 | 2,000 | 0,12482 | 2,89 | 0,438 | 0,3305 | 4,56 | 0,16 |
| 8-9 | 34,049 | 3829,42 | 63763,02 | 8,24 | 0,65 | 2,19 | 0,091 | 1,596 | 1000,00 | 801,333 | 800,000 | 0,0392 | 799,333 | 798,000 | 0,0392 | 2,000 | 2,000 | 0,12100 | 2,86 | 0,430 | 0,3232 | 4,94 | 0,11 |
| 9-20 | 48,823 | - | 63763,02 | 8,35 | 0,65 | 2,18 | 1,596 | 1,596 | 1000,00 | 800,000 | 796,000 | 0,0819 | 796,028 | 794,000 | 0,0415 | 3,972 | 2,000 | 0,11748 | 2,83 | 0,424 | 0,3166 | 5,04 | 0,16 |
| 1-2 | 69,181 | 13740,91 | 13740,91 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,361 | 0,361 | 500,00 | 805,237 | 802,652 | 0,0374 | 803,737 | 801,152 | 0,0374 | 1,500 | 1,500 | 0,17765 | 3,30 | 0,540 | 0,1083 | 3,33 | 0,35 |
| 2-4 | 87,306 | 3726,48 | 17467,38 | 5,35 | 0,65 | 2,39 | 0,097 | 0,457 | 800,00 | 802,652 | 802,382 | 0,0031 | 800,852 | 800,582 | 0,0031 | 1,800 | 1,800 | 0,22361 | 3,66 | 0,629 | 0,3330 | 1,37 | 1,06 |
| 3-4 | 69,568 | 6737,19 | 6737,19 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,177 | 0,177 | 400,00 | 805,282 | 802,382 | 0,0417 | 803,882 | 800,982 | 0,0417 | 1,400 | 1,400 | 0,14951 | 3,08 | 0,485 | 0,0605 | 2,92 | 0,40 |
| 4-5 | 77,078 | 9546,96 | 33751,54 | 6,41 | 0,65 | 2,32 | 0,239 | 0,873 | 800,00 | 802,382 | 801,579 | 0,0104 | 800,582 | 799,779 | 0,0104 | 1,800 | 1,800 | 0,23280 | 3,74 | 0,646 | 0,3436 | 2,54 | 0,51 |
| 5-6 | 53,681 | 12082,65 | 45834,19 | 6,91 | 0,65 | 2,28 | 0,298 | 1,172 | 800,00 | 801,579 | 800,687 | 0,0166 | 799,779 | 798,887 | 0,0166 | 1,800 | 1,800 | 0,24723 | 3,85 | 0,673 | 0,3600 | 3,26 | 0,27 |

**Tabela B.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais (continuação)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6-8 | 50,237 | 1967,07 | 47801,25 | 7,19 | 0,65 | 2,26 | 0,048 | 1,220 | 800,00 | 800,687 | 799,808 | 0,0175 | 798,887 | 798,008 | 0,0175 | 1,800 | 1,800 | 0,25084 | 3,88 | 0,680 | 0,3641 | 3,35 | 0,25 |
| 7-8 | 70,223 | 3761,34 | 3761,34 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,099 | 0,099 | 400,00 | 801,886 | 799,808 | 0,0296 | 800,486 | 798,408 | 0,0296 | 1,400 | 1,400 | 0,09906 | 2,69 | 0,388 | 0,0450 | 2,19 | 0,53 |
| 8-9 | 57,751 | 11881,34 | 63443,94 | 7,44 | 0,65 | 2,24 | 0,289 | 1,608 | 800,00 | 799,808 | 798,203 | 0,0278 | 798,008 | 796,403 | 0,0278 | 1,800 | 1,800 | 0,26228 | 3,97 | 0,702 | 0,3772 | 4,26 | 0,23 |
| 9-21 | 20,955 | 5224,67 | 68668,60 | 7,66 | 0,65 | 2,23 | 0,126 | 1,734 | 800,00 | 798,203 | 797,111 | 0,0521 | 796,142 | 795,311 | 0,0397 | 2,061 | 1,800 | 0,23674 | 3,77 | 0,654 | 0,3481 | 4,98 | 0,07 |
| 20-21 | 59,564 | 6908,27 | 301935,40 | 12,63 | 0,65 | 1,94 | 0,145 | 7,894 | 2000,00 | 798,670 | 797,111 | 0,0262 | 794,905 | 794,111 | 0,0133 | 3,765 | 3,000 | 0,16152 | 3,18 | 0,509 | 1,6059 | 4,92 | 0,20 |
| 21-22 | 74,790 | 7639,02 | 378243,02 | 12,83 | 0,65 | 1,93 | 0,160 | 9,787 | 2000,00 | 797,111 | 795,596 | 0,0203 | 793,483 | 792,596 | 0,0119 | 3,628 | 3,000 | 0,21230 | 3,58 | 0,608 | 1,9982 | 4,90 | 0,25 |
| 22-23 | 66,874 | 6697,77 | 384940,79 | 13,09 | 0,65 | 1,92 | 0,139 | 9,926 | 2000,00 | 795,596 | 794,708 | 0,0133 | 792,496 | 791,708 | 0,0118 | 3,100 | 3,000 | 0,21608 | 3,61 | 0,615 | 2,0262 | 4,90 | 0,23 |
| 23-24 | 68,068 | 7461,96 | 392402,75 | 13,31 | 0,65 | 1,91 | 0,154 | 10,080 | 2000,00 | 794,708 | 793,333 | 0,0202 | 791,129 | 790,333 | 0,0117 | 3,579 | 3,000 | 0,22025 | 3,64 | 0,623 | 2,0568 | 4,90 | 0,23 |
| 24-25 | 63,273 | 7357,89 | 399760,65 | 13,55 | 0,65 | 1,89 | 0,151 | 10,231 | 2000,00 | 793,333 | 791,958 | 0,0217 | 789,693 | 788,958 | 0,0116 | 3,641 | 3,000 | 0,22432 | 3,67 | 0,630 | 2,0864 | 4,90 | 0,22 |
| 1-2 | 56,835 | 5346,32 | 5346,32 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,140 | 0,140 | 400,00 | 797,903 | 796,159 | 0,0307 | 796,503 | 794,759 | 0,0307 | 1,400 | 1,400 | 0,13830 | 3,00 | 0,464 | 0,0570 | 2,46 | 0,38 |
| 2-3 | 76,603 | 5326,37 | 10672,69 | 5,38 | 0,65 | 2,39 | 0,138 | 0,278 | 500,00 | 796,159 | 794,493 | 0,0218 | 794,659 | 792,993 | 0,0218 | 1,500 | 1,500 | 0,17970 | 3,32 | 0,545 | 0,1093 | 2,55 | 0,50 |
| 3-3.1 | 60,896 | - | 10672,69 | 5,89 | 0,65 | 2,35 | 0,278 | 0,278 | 500,00 | 794,493 | 792,614 | 0,0309 | 792,993 | 791,114 | 0,0309 | 1,500 | 1,500 | 0,15089 | 3,09 | 0,488 | 0,0952 | 2,92 | 0,35 |
| 3.1-25 | 8,718 | 4897,46 | 15570,14 | 6,23 | 0,65 | 2,33 | 0,124 | 0,402 | 500,00 | 792,614 | 791,958 | 0,0752 | 791,114 | 790,458 | 0,0752 | 1,500 | 1,500 | 0,13959 | 3,01 | 0,466 | 0,0897 | 4,48 | 0,03 |
| 25-26 | 71,067 | 6519,55 | 421850,34 | 13,76 | 0,65 | 1,88 | 0,133 | 10,766 | 2000,00 | 791,958 | 790,535 | 0,0200 | 788,344 | 787,535 | 0,0114 | 3,615 | 3,000 | 0,23846 | 3,78 | 0,657 | 2,1877 | 4,92 | 0,24 |
| 1-3 | 80,870 | 6550,49 | 6550,49 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,172 | 0,172 | 400,00 | 795,328 | 794,167 | 0,0144 | 793,928 | 792,767 | 0,0144 | 1,400 | 1,400 | 0,24770 | 3,85 | 0,674 | 0,0901 | 1,91 | 0,71 |
| 2-3 | 64,693 | 7654,81 | 7654,81 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,201 | 0,201 | 400,00 | 796,000 | 794,167 | 0,0283 | 794,600 | 792,767 | 0,0283 | 1,400 | 1,400 | 0,20604 | 3,53 | 0,596 | 0,0781 | 2,57 | 0,42 |
| 3-4 | 32,952 | 4185,34 | 18390,64 | 5,71 | 0,65 | 2,37 | 0,107 | 0,480 | 500,00 | 794,167 | 792,500 | 0,0506 | 792,667 | 791,000 | 0,0506 | 1,500 | 1,500 | 0,20330 | 3,51 | 0,590 | 0,1207 | 3,98 | 0,14 |
| 4-26 | 68,592 | 6987,07 | 25377,71 | 5,84 | 0,65 | 2,36 | 0,178 | 0,658 | 600,00 | 792,500 | 790,535 | 0,0286 | 790,900 | 788,935 | 0,0286 | 1,600 | 1,600 | 0,22788 | 3,70 | 0,637 | 0,1901 | 3,46 | 0,33 |
| 26-27 | 41,654 | 3489,15 | 450717,20 | 14,00 | 0,65 | 1,87 | 0,071 | 11,495 | 2500,00 | 790,535 | 790,416 | 0,0029 | 787,035 | 786,916 | 0,0029 | 3,500 | 3,500 | 0,28021 | 4,14 | 0,740 | 3,8920 | 2,95 | 0,24 |
| 27-28 | 67,736 | 8892,40 | 459609,61 | 14,24 | 0,65 | 1,86 | 0,179 | 11,674 | 2500,00 | 790,416 | 788,539 | 0,0277 | 785,744 | 785,039 | 0,0104 | 4,672 | 3,500 | 0,14914 | 3,08 | 0,485 | 2,3579 | 4,95 | 0,23 |
| 28-29 | 72,905 | 9112,96 | 468722,57 | 14,46 | 0,65 | 1,85 | 0,183 | 11,857 | 2500,00 | 788,539 | 786,573 | 0,0270 | 783,823 | 783,073 | 0,0103 | 4,716 | 3,500 | 0,15233 | 3,10 | 0,491 | 2,3967 | 4,95 | 0,25 |
| 29-30 | 19,697 | 7749,07 | 476471,63 | 14,71 | 0,65 | 1,84 | 0,154 | 12,012 | 2500,00 | 786,573 | 786,165 | 0,0207 | 782,866 | 782,665 | 0,0102 | 3,707 | 3,500 | 0,15503 | 3,13 | 0,496 | 2,4297 | 4,94 | 0,07 |
| 1-2 | 66,873 | 2150,09 | 2150,09 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,056 | 0,056 | 400,00 | 805,469 | 802,462 | 0,0450 | 804,069 | 801,062 | 0,0450 | 1,400 | 1,400 | 0,04594 | 2,14 | 0,261 | 0,0261 | 2,16 | 0,52 |

**Tabela B.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais (continuação)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2-4 | 52,163 | 1774,69 | 3924,77 | 5,52 | 0,65 | 2,38 | 0,046 | 0,102 | 500,00 | 802,462 | 802,381 | 0,0015 | 800,962 | 800,881 | 0,0015 | 1,500 | 1,500 | 0,24765 | 3,85 | 0,674 | 0,1408 | 0,73 | 1,20 |
| 3-4 | 71,797 | 11635,61 | 11635,61 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,305 | 0,305 | 400,00 | 805,379 | 802,381 | 0,0418 | 803,979 | 800,981 | 0,0418 | 1,400 | 1,400 | 0,25801 | 3,94 | 0,694 | 0,0931 | 3,28 | 0,36 |
| 4-6 | 95,294 | 9037,35 | 24597,74 | 6,71 | 0,65 | 2,29 | 0,225 | 0,632 | 1000,00 | 802,381 | 802,154 | 0,0024 | 800,381 | 800,154 | 0,0024 | 2,000 | 2,000 | 0,19421 | 3,43 | 0,573 | 0,4653 | 1,36 | 1,17 |
| 5-6 | 72,481 | 8268,80 | 8268,80 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,217 | 0,217 | 400,00 | 805,000 | 802,154 | 0,0393 | 803,600 | 800,754 | 0,0393 | 1,400 | 1,400 | 0,18907 | 3,39 | 0,563 | 0,0729 | 2,98 | 0,41 |
| 6-11 | 75,027 | 10078,27 | 42944,81 | 7,88 | 0,65 | 2,21 | 0,242 | 1,091 | 1000,00 | 802,154 | 801,639 | 0,0069 | 800,154 | 799,639 | 0,0069 | 2,000 | 2,000 | 0,19757 | 3,46 | 0,579 | 0,4718 | 2,31 | 0,54 |
| 7-8 | 66,206 | 3931,49 | 3931,49 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,103 | 0,103 | 400,00 | 806,897 | 805,000 | 0,0286 | 805,497 | 803,600 | 0,0286 | 1,400 | 1,400 | 0,10525 | 2,74 | 0,400 | 0,0469 | 2,20 | 0,50 |
| 8-9 | 42,663 | 2225,78 | 6157,27 | 5,50 | 0,65 | 2,38 | 0,057 | 0,161 | 400,00 | 805,000 | 804,426 | 0,0134 | 803,600 | 803,026 | 0,0134 | 1,400 | 1,400 | 0,23916 | 3,79 | 0,658 | 0,0877 | 1,83 | 0,39 |
| 9-10 | 57,828 | 3315,84 | 9473,11 | 5,89 | 0,65 | 2,35 | 0,085 | 0,245 | 400,00 | 804,426 | 802,131 | 0,0397 | 803,026 | 800,731 | 0,0397 | 1,400 | 1,400 | 0,21251 | 3,58 | 0,608 | 0,0800 | 3,06 | 0,31 |
| 10-11 | 15,744 | 5604,51 | 15077,62 | 6,20 | 0,65 | 2,33 | 0,141 | 0,387 | 500,00 | 802,131 | 801,639 | 0,0312 | 800,631 | 800,139 | 0,0312 | 1,500 | 1,500 | 0,20836 | 3,54 | 0,600 | 0,1230 | 3,14 | 0,08 |
| 11-12 | 75,306 | 4557,65 | 62580,08 | 8,42 | 0,65 | 2,18 | 0,108 | 1,585 | 1000,00 | 801,639 | 798,333 | 0,0439 | 799,438 | 796,333 | 0,0412 | 2,202 | 2,000 | 0,11709 | 2,83 | 0,423 | 0,3158 | 5,02 | 0,25 |
| 12-13 | 73,402 | 4278,91 | 66858,99 | 8,67 | 0,65 | 2,16 | 0,100 | 1,685 | 1000,00 | 798,333 | 796,557 | 0,0242 | 796,333 | 794,557 | 0,0242 | 2,000 | 2,000 | 0,16251 | 3,18 | 0,511 | 0,4034 | 4,18 | 0,29 |
| 13-15 | 90,122 | 9728,35 | 76587,33 | 8,97 | 0,65 | 2,14 | 0,226 | 1,911 | 1000,00 | 796,557 | 795,000 | 0,0173 | 794,557 | 793,000 | 0,0173 | 2,000 | 2,000 | 0,21807 | 3,62 | 0,619 | 0,5102 | 3,75 | 0,40 |
| 14-15 | 75,854 | 7870,38 | 7870,38 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,207 | 0,207 | 400,00 | 797,460 | 795,000 | 0,0324 | 796,060 | 793,600 | 0,0324 | 1,400 | 1,400 | 0,19801 | 3,46 | 0,580 | 0,0756 | 2,73 | 0,46 |
| 15-21 | 92,318 | 11212,31 | 95670,02 | 9,37 | 0,65 | 2,12 | 0,257 | 2,375 | 1000,00 | 795,000 | 793,360 | 0,0178 | 793,000 | 791,360 | 0,0178 | 2,000 | 2,000 | 0,26726 | 4,02 | 0,712 | 0,5984 | 3,97 | 0,39 |
| 19-20 | 65,756 | 6080,62 | 6080,62 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,160 | 0,160 | 400,00 | 798,197 | 796,000 | 0,0334 | 796,797 | 794,600 | 0,0334 | 1,400 | 1,400 | 0,15074 | 3,09 | 0,488 | 0,0609 | 2,62 | 0,42 |
| 20-21 | 74,269 | 4555,78 | 10636,40 | 5,42 | 0,65 | 2,39 | 0,118 | 0,277 | 400,00 | 796,000 | 793,360 | 0,0356 | 794,600 | 791,960 | 0,0356 | 1,400 | 1,400 | 0,25412 | 3,91 | 0,686 | 0,0920 | 3,02 | 0,41 |
| 16-17 | 74,306 | 4442,52 | 4442,52 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,117 | 0,117 | 400,00 | 799,098 | 798,361 | 0,0099 | 797,698 | 796,961 | 0,0099 | 1,400 | 1,400 | 0,20201 | 3,50 | 0,588 | 0,0768 | 1,52 | 0,82 |
| 17-18 | 58,581 | 3234,07 | 7676,59 | 5,82 | 0,65 | 2,36 | 0,083 | 0,199 | 400,00 | 798,361 | 797,579 | 0,0134 | 796,961 | 796,179 | 0,0134 | 1,400 | 1,400 | 0,29774 | 4,34 | 0,781 | 0,1054 | 1,89 | 0,52 |
| 18-22 | 75,805 | 3625,38 | 11301,97 | 6,33 | 0,65 | 2,32 | 0,091 | 0,290 | 400,00 | 797,579 | 794,573 | 0,0396 | 796,179 | 793,173 | 0,0396 | 1,400 | 1,400 | 0,25185 | 3,89 | 0,682 | 0,0913 | 3,18 | 0,40 |
| 22-23 | 53,599 | 3386,45 | 14688,42 | 6,73 | 0,65 | 2,29 | 0,084 | 0,374 | 500,00 | 794,573 | 792,734 | 0,0343 | 793,073 | 791,234 | 0,0343 | 1,500 | 1,500 | 0,19255 | 3,42 | 0,570 | 0,1155 | 3,24 | 0,28 |
| 23-24 | 62,609 | 4107,53 | 18795,95 | 7,01 | 0,65 | 2,27 | 0,101 | 0,476 | 500,00 | 792,734 | 790,896 | 0,0294 | 791,234 | 789,396 | 0,0294 | 1,500 | 1,500 | 0,26432 | 3,99 | 0,706 | 0,1482 | 3,21 | 0,33 |
| 21-24 | 107,761 | 11771,46 | 118077,88 | 9,75 | 0,65 | 2,10 | 0,267 | 2,920 | 1000,00 | 793,360 | 790,896 | 0,0229 | 791,360 | 788,896 | 0,0229 | 2,000 | 2,000 | 0,28965 | 4,24 | 0,761 | 0,6415 | 4,55 | 0,39 |
| 24-26 | 44,208 | 13223,02 | 150096,85 | 10,15 | 0,65 | 2,07 | 0,297 | 3,693 | 1200,00 | 790,896 | 789,521 | 0,0311 | 788,358 | 787,321 | 0,0235 | 2,538 | 2,200 | 0,22237 | 3,65 | 0,627 | 0,7460 | 4,95 | 0,15 |

**Tabela B.1 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais (continuação)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25-26 | 71,067 | 2583,99 | 2583,99 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,068 | 0,068 | 400,00 | 791,790 | 789,521 | 0,0319 | 790,390 | 788,121 | 0,0319 | 1,400 | 1,400 | 0,06552 | 2,38 | 0,315 | 0,0339 | 2,00 | 0,59 |
| 26-27 | 48,990 | 1767,35 | 154448,20 | 10,30 | 0,65 | 2,06 | 0,040 | 3,800 | 2000,00 | 789,521 | 789,459 | 0,0012 | 786,521 | 786,459 | 0,0012 | 3,000 | 3,000 | 0,25419 | 3,91 | 0,687 | 2,2992 | 1,65 | 0,49 |
| 27-28 | 52,525 | 6833,42 | 161281,61 | 10,79 | 0,65 | 2,04 | 0,151 | 3,951 | 2000,00 | 789,459 | 787,381 | 0,0396 | 785,586 | 784,381 | 0,0229 | 3,873 | 3,000 | 0,06162 | 2,34 | 0,305 | 0,8115 | 4,87 | 0,18 |
| 28-28.1 | 50,839 | 12453,44 | 173735,05 | 10,97 | 0,65 | 2,03 | 0,273 | 4,224 | 2000,00 | 787,381 | 786,443 | 0,0184 | 784,381 | 783,443 | 0,0184 | 3,000 | 3,000 | 0,07348 | 2,46 | 0,334 | 0,9189 | 4,60 | 0,18 |
| 28.1-30 | 34,276 | 5901,20 | 179636,25 | 11,16 | 0,65 | 2,02 | 0,129 | 4,353 | 2000,00 | 786,443 | 786,165 | 0,0081 | 783,443 | 783,165 | 0,0081 | 3,000 | 3,000 | 0,11419 | 2,81 | 0,417 | 1,2413 | 3,51 | 0,16 |
| 30-31 | 58,112 | - | 656107,88 | 14,78 | 0,65 | 1,84 | 16,365 | 16,365 | 2500,00 | 786,165 | 784,625 | 0,0265 | 781,630 | 781,125 | 0,0087 | 4,536 | 3,500 | 0,22881 | 3,70 | 0,639 | 3,3107 | 4,94 | 0,20 |
| 31-32 | 49,544 | 3368,76 | 659476,65 | 14,97 | 0,65 | 1,83 | 0,067 | 16,431 | 2500,00 | 784,625 | 784,167 | 0,0093 | 781,096 | 780,667 | 0,0087 | 3,529 | 3,500 | 0,22995 | 3,71 | 0,641 | 3,3235 | 4,94 | 0,17 |
| 32-32.1 | 69,949 | 4283,24 | 663759,89 | 15,14 | 0,65 | 1,82 | 0,084 | 16,516 | 2500,00 | 784,167 | 783,451 | 0,0102 | 780,556 | 779,951 | 0,0086 | 3,611 | 3,500 | 0,23139 | 3,72 | 0,644 | 3,3396 | 4,95 | 0,24 |
| 32.1-33 | 36,327 | - | 663759,89 | 15,37 | 0,65 | 1,81 | 16,516 | 16,516 | 2500,00 | 783,451 | 782,612 | 0,0231 | 779,688 | 779,440 | 0,0068 | 3,763 | 3,172 | 0,26084 | 3,96 | 0,699 | 3,6669 | 4,50 | 0,13 |
| 1-2 | 63,050 | 5497,70 | 5497,70 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,144 | 0,144 | 400,00 | 789,552 | 787,857 | 0,0269 | 788,152 | 786,457 | 0,0269 | 1,400 | 1,400 | 0,15193 | 3,10 | 0,490 | 0,0612 | 2,36 | 0,45 |
| 2-2.1 | 40,303 | 12993,59 | 18491,29 | 5,45 | 0,65 | 2,39 | 0,336 | 0,480 | 500,00 | 787,857 | 786,119 | 0,0431 | 786,3571 | 784,619 | 0,0431 | 1,500 | 1,500 | 0,22030 | 3,64 | 0,623 | 0,1286 | 3,74 | 0,18 |
| 2.1-4 | 67,493 | - | 18491,29 | 5,63 | 0,65 | 2,37 | 0,480 | 0,480 | 600,00 | 786,119 | 785,149 | 0,0144 | 784,5194 | 783,549 | 0,0144 | 1,600 | 1,600 | 0,23463 | 3,75 | 0,650 | 0,1944 | 2,47 | 0,46 |
| 3-4 | 59,339 | 4724,65 | 4724,65 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,124 | 0,124 | 400,00 | 786,736 | 785,149 | 0,0267 | 785,3361 | 783,749 | 0,0267 | 1,400 | 1,400 | 0,13091 | 2,94 | 0,449 | 0,0547 | 2,26 | 0,44 |
| 4-5 | 74,985 | 9890,76 | 33106,70 | 6,08 | 0,65 | 2,34 | 0,251 | 0,855 | 800,00 | 785,149 | 783,750 | 0,0187 | 783,3492 | 781,950 | 0,0187 | 1,800 | 1,800 | 0,17021 | 3,25 | 0,526 | 0,2679 | 3,19 | 0,39 |
| 5-33 | 59,391 | 5499,96 | 38606,66 | 6,47 | 0,65 | 2,31 | 0,138 | 0,993 | 800,00 | 783,750 | 782,612 | 0,0192 | 781,95 | 780,812 | 0,0192 | 1,800 | 1,800 | 0,19501 | 3,44 | 0,574 | 0,2988 | 3,32 | 0,30 |
| 33-33.1 | 41,789 | 12671,95 | 715038,50 | 15,51 | 0,65 | 1,80 | 0,248 | 17,756 | 2500,00 | 782,612 | 781,543 | 0,0256 | 778,3943 | 778,043 | 0,0084 | 4,218 | 3,500 | 0,25239 | 3,89 | 0,683 | 3,5726 | 4,97 | 0,14 |
| 33.1-34 | 44,299 | - | 715038,50 | 15,65 | 0,65 | 1,80 | 17,756 | 17,756 | 3000,00 | 781,543 | 781,375 | 0,0038 | 777,5432 | 777,375 | 0,0038 | 4,000 | 4,000 | 0,23089 | 3,72 | 0,643 | 4,8009 | 3,70 | 0,20 |
| 34-35 | 95,338 | 2833,46 | 717871,97 | 15,85 | 0,65 | 1,79 | 0,055 | 17,811 | 3000,00 | 781,375 | 778,087 | 0,0345 | 774,8534 | 774,087 | 0,0080 | 6,522 | 4,000 | 0,15917 | 3,16 | 0,504 | 3,5717 | 4,99 | 0,32 |
| 35-35.1 | 64,549 | 5444,39 | 723316,35 | 16,17 | 0,65 | 1,78 | 0,105 | 17,916 | 3000,00 | 778,087 | 776,017 | 0,0321 | 772,5339 | 772,017 | 0,0080 | 5,553 | 4,000 | 0,16042 | 3,17 | 0,507 | 3,5938 | 4,99 | 0,22 |
| 35.1-50 | 42,576 | - | 723316,35 | 16,38 | 0,65 | 1,77 | 17,916 | 17,916 | 3000,00 | 775,592 | 775,372 | 0,0052 | 771,5146 | 771,372 | 0,0034 | 4,077 | 4,000 | 0,24795 | 3,86 | 0,675 | 5,0738 | 3,53 | 0,20 |

**Tabela B.2 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 76,026 | 5360,32 | 5360,32 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,141 | 0,141 | 400,00 | 830,738 | 828,934 | 0,0237 | 829,338 | 827,534 | 0,0237 | 1,400 | 1,400 | 0,15766 | 3,15 | 0,501 | 0,0630 | 2,23 | 0,57 |
| 2-3 | 79,294 | 8555,31 | 13915,63 | 5,57 | 0,65 | 2,38 | 0,220 | 0,361 | 500,00 | 828,934 | 827,419 | 0,0191 | 827,434 | 825,919 | 0,0191 | 1,500 | 1,500 | 0,24880 | 3,86 | 0,676 | 0,1413 | 2,55 | 0,52 |
| 3-4 | 69,792 | 9026,76 | 22942,39 | 6,09 | 0,65 | 2,34 | 0,229 | 0,590 | 600,00 | 827,419 | 826,054 | 0,0196 | 825,819 | 824,454 | 0,0196 | 1,600 | 1,600 | 0,24698 | 3,85 | 0,673 | 0,2023 | 2,91 | 0,40 |
| 5-6 | 73,989 | 4611,13 | 4611,13 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,121 | 0,121 | 400,00 | 826,850 | 825,460 | 0,0188 | 825,450 | 824,060 | 0,0188 | 1,400 | 1,400 | 0,15244 | 3,11 | 0,491 | 0,0614 | 1,97 | 0,63 |
| 6-7 | 85,299 | 9053,04 | 13664,17 | 5,63 | 0,65 | 2,37 | 0,233 | 0,354 | 500,00 | 825,460 | 824,306 | 0,0135 | 823,960 | 822,806 | 0,0135 | 1,500 | 1,500 | 0,28957 | 4,24 | 0,761 | 0,1603 | 2,21 | 0,64 |
| 4-7 | 67,330 | 5280,36 | 28222,75 | 6,48 | 0,65 | 2,31 | 0,132 | 0,722 | 600,00 | 826,054 | 824,306 | 0,0260 | 824,454 | 822,706 | 0,0260 | 1,600 | 1,600 | 0,26239 | 3,98 | 0,702 | 0,2122 | 3,40 | 0,33 |
| 7-11 | 87,470 | 8761,92 | 50648,84 | 6,81 | 0,65 | 2,29 | 0,217 | 1,293 | 1000,00 | 824,306 | 823,290 | 0,0116 | 822,306 | 821,290 | 0,0116 | 2,000 | 2,000 | 0,17992 | 3,32 | 0,545 | 0,4376 | 2,95 | 0,49 |
| 8-9 | 67,961 | 5282,43 | 5282,43 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,139 | 0,139 | 400,00 | 826,927 | 826,278 | 0,0096 | 825,527 | 824,878 | 0,0096 | 1,400 | 1,400 | 0,24491 | 3,83 | 0,669 | 0,0893 | 1,55 | 0,73 |
| 9-10 | 63,905 | 3987,09 | 9269,52 | 5,73 | 0,65 | 2,37 | 0,102 | 0,241 | 400,00 | 826,278 | 825,161 | 0,0175 | 824,878 | 823,761 | 0,0175 | 1,400 | 1,400 | 0,31453 | 4,58 | 0,829 | 0,1114 | 2,16 | 0,49 |
| 10-11 | 72,553 | 5262,55 | 14532,06 | 6,22 | 0,65 | 2,33 | 0,133 | 0,374 | 500,00 | 825,161 | 823,290 | 0,0258 | 823,761 | 821,890 | 0,0258 | 1,400 | 1,400 | 0,22151 | 3,65 | 0,625 | 0,1291 | 2,89 | 0,42 |
| 11-12 | 86,551 | 9362,81 | 74543,72 | 7,31 | 0,65 | 2,25 | 0,228 | 1,895 | 1000,00 | 823,290 | 821,875 | 0,0163 | 821,290 | 819,875 | 0,0163 | 2,000 | 2,000 | 0,22231 | 3,65 | 0,627 | 0,5180 | 3,66 | 0,39 |
| 12-14 | 37,963 | 3789,50 | 78333,22 | 7,70 | 0,65 | 2,23 | 0,091 | 1,986 | 1000,00 | 821,875 | 820,891 | 0,0259 | 819,875 | 818,891 | 0,0259 | 2,000 | 2,000 | 0,18505 | 3,36 | 0,555 | 0,4476 | 4,44 | 0,14 |
| 13-14 | 45,780 | 3216,08 | 3216,08 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,084 | 0,084 | 400,00 | 821,733 | 820,891 | 0,0184 | 820,333 | 819,491 | 0,0184 | 1,400 | 1,400 | 0,10748 | 2,76 | 0,404 | 0,0476 | 1,77 | 0,43 |
| 14-15 | 49,716 | - | 81549,30 | 7,84 | 0,65 | 2,22 | 2,070 | 2,070 | 1000,00 | 820,891 | 819,494 | 0,0281 | 818,891 | 817,494 | 0,0281 | 2,000 | 2,000 | 0,18529 | 3,36 | 0,555 | 0,4481 | 4,62 | 0,18 |
| 15-16 | 67,877 | 3857,64 | 85406,94 | 8,02 | 0,65 | 2,20 | 0,092 | 2,163 | 1000,00 | 819,494 | 817,640 | 0,0273 | 817,494 | 815,640 | 0,0273 | 2,000 | 2,000 | 0,19628 | 3,45 | 0,577 | 0,4693 | 4,61 | 0,25 |
| 16-17 | 65,224 | 3608,19 | 89015,13 | 8,27 | 0,65 | 2,19 | 0,086 | 2,248 | 1000,00 | 817,640 | 815,843 | 0,0276 | 815,640 | 813,843 | 0,0276 | 2,000 | 2,000 | 0,20312 | 3,50 | 0,590 | 0,4823 | 4,66 | 0,23 |
| 17-18 | 64,950 | 3363,28 | 92378,41 | 8,50 | 0,65 | 2,17 | 0,079 | 2,327 | 1000,00 | 815,843 | 813,731 | 0,0325 | 813,843 | 811,731 | 0,0325 | 2,000 | 2,000 | 0,19362 | 3,43 | 0,572 | 0,4642 | 5,01 | 0,22 |
| 18-19 | 118,528 | 2787,68 | 95166,09 | 8,72 | 0,65 | 2,16 | 0,065 | 2,393 | 1000,00 | 813,731 | 809,545 | 0,0353 | 811,270 | 807,545 | 0,0314 | 2,461 | 2,000 | 0,20244 | 3,50 | 0,589 | 0,4810 | 4,97 | 0,40 |
| 19-20 | 61,5846 | 4510,85 | 99676,94 | 9,12 | 0,65 | 2,14 | 0,104 | 2,497 | 1000,00 | 809,545 | 807,761 | 0,0290 | 807,545 | 805,761 | 0,0290 | 2,000 | 2,000 | 0,22004 | 3,64 | 0,622 | 0,5138 | 4,86 | 0,21 |
| 20-21 | 62,4579 | 2789,40 | 102466,34 | 9,33 | 0,65 | 2,12 | 0,064 | 2,561 | 1000,00 | 807,761 | 805,996 | 0,0283 | 805,761 | 803,996 | 0,0283 | 2,000 | 2,000 | 0,22847 | 3,70 | 0,638 | 0,5291 | 4,84 | 0,22 |
| 21-22 | 66,5858 | 3034,08 | 105500,42 | 9,54 | 0,65 | 2,11 | 0,069 | 2,630 | 1000,00 | 805,996 | 803,387 | 0,0392 | 803,376 | 801,387 | 0,0299 | 2,619 | 2,000 | 0,22827 | 3,70 | 0,638 | 0,5287 | 4,97 | 0,22 |
| 1-2 | 75,650 | 2996,97 | 2996,97 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,079 | 0,079 | 400,00 | 816,429 | 814,055 | 0,0314 | 815,029 | 812,655 | 0,0314 | 1,400 | 1,400 | 0,07666 | 2,49 | 0,341 | 0,0378 | 2,08 | 0,61 |
| 2-3 | 75,066 | 4781,13 | 7778,10 | 5,61 | 0,65 | 2,37 | 0,123 | 0,202 | 400,00 | 814,055 | 811,571 | 0,0331 | 812,655 | 810,171 | 0,0331 | 1,400 | 1,400 | 0,19146 | 3,41 | 0,568 | 0,0736 | 2,74 | 0,46 |
| 3-4 | 74,045 | 6574,44 | 14352,54 | 6,06 | 0,65 | 2,34 | 0,167 | 0,368 | 500,00 | 811,571 | 809,378 | 0,0296 | 810,071 | 807,878 | 0,0296 | 1,500 | 1,500 | 0,20383 | 3,51 | 0,591 | 0,1209 | 3,05 | 0,41 |
| 4-5 | 66,123 | 4130,41 | 18482,95 | 6,47 | 0,65 | 2,31 | 0,103 | 0,472 | 500,00 | 809,378 | 807,044 | 0,0353 | 807,878 | 805,544 | 0,0353 | 1,500 | 1,500 | 0,23918 | 3,79 | 0,658 | 0,1371 | 3,44 | 0,32 |
| 5-6 | 68,923 | 2848,93 | 21331,88 | 6,79 | 0,65 | 2,29 | 0,071 | 0,542 | 500,00 | 807,044 | 804,545 | 0,0363 | 805,544 | 803,045 | 0,0363 | 1,500 | 1,500 | 0,27131 | 4,06 | 0,721 | 0,1515 | 3,58 | 0,32 |
| 6-13 | 80,722 | 3726,60 | 25058,48 | 7,11 | 0,65 | 2,27 | 0,091 | 0,634 | 1200,00 | 804,545 | 804,429 | 0,0014 | 802,345 | 802,229 | 0,0014 | 2,200 | 2,200 | 0,15371 | 3,12 | 0,493 | 0,5561 | 1,14 | 1,18 |
| 7-8 | 75,976 | 4539,59 | 4539,59 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,119 | 0,119 | 400,00 | 818,929 | 817,083 | 0,0243 | 817,529 | 815,683 | 0,0243 | 1,400 | 1,400 | 0,13199 | 2,95 | 0,451 | 0,0551 | 2,16 | 0,59 |
| 8-9 | 67,591 | 3396,87 | 7936,47 | 5,59 | 0,65 | 2,38 | 0,087 | 0,207 | 400,00 | 817,083 | 815,298 | 0,0264 | 815,683 | 813,898 | 0,0264 | 1,400 | 1,400 | 0,21947 | 3,63 | 0,621 | 0,0820 | 2,52 | 0,45 |

**Tabela B.2 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais (continuação)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9-10 | 73,111 | 4848,28 | 12784,74 | 6,03 | 0,65 | 2,34 | 0,123 | 0,330 | 500,00 | 815,298 | 813,165 | 0,0292 | 813,798 | 811,665 | 0,0292 | 1,500 | 1,500 | 0,18380 | 3,35 | 0,553 | 0,1113 | 2,96 | 0,41 |
| 10-11 | 127,440 | 7045,57 | 19830,31 | 6,44 | 0,65 | 2,31 | 0,177 | 0,506 | 500,00 | 813,165 | 809,000 | 0,0327 | 811,665 | 807,500 | 0,0327 | 1,500 | 1,500 | 0,26668 | 4,01 | 0,711 | 0,1493 | 3,39 | 0,63 |
| 11-12 | 59,644 | 8133,62 | 27963,93 | 7,07 | 0,65 | 2,27 | 0,200 | 0,706 | 600,00 | 809,000 | 807,183 | 0,0305 | 807,400 | 805,583 | 0,0305 | 1,600 | 1,600 | 0,23694 | 3,77 | 0,654 | 0,1959 | 3,60 | 0,28 |
| 12-13 | 66,027 | 4680,50 | 32644,43 | 7,35 | 0,65 | 2,25 | 0,114 | 0,820 | 600,00 | 807,183 | 804,429 | 0,0417 | 805,583 | 802,829 | 0,0417 | 1,600 | 1,600 | 0,23518 | 3,75 | 0,651 | 0,1948 | 4,21 | 0,26 |
| 13-22 | 77,847 | 6939,07 | 64641,98 | 8,29 | 0,65 | 2,19 | 0,164 | 1,618 | 1200,00 | 804,429 | 803,387 | 0,0134 | 802,229 | 801,187 | 0,0134 | 2,200 | 2,200 | 0,12906 | 2,92 | 0,446 | 0,4875 | 3,32 | 0,39 |
| 22-23 | 96,632 | 5501,08 | 175643,49 | 9,76 | 0,65 | 2,10 | 0,125 | 4,374 | 1200,00 | 803,387 | 799,392 | 0,0413 | 799,325 | 797,192 | 0,0221 | 4,062 | 2,200 | 0,27152 | 4,06 | 0,721 | 0,8729 | 5,01 | 0,32 |
| 23-24 | 61,909 | 3954,07 | 179597,56 | 10,09 | 0,65 | 2,08 | 0,089 | 4,463 | 1200,00 | 799,392 | 797,297 | 0,0338 | 796,455 | 795,097 | 0,0219 | 2,937 | 2,200 | 0,27793 | 4,12 | 0,735 | 0,8904 | 5,01 | 0,21 |
| 24-25 | 63,295 | 3141,83 | 182739,39 | 10,29 | 0,65 | 2,07 | 0,070 | 4,533 | 1200,00 | 797,297 | 795,270 | 0,0320 | 794,452 | 793,070 | 0,0218 | 2,845 | 2,200 | 0,28296 | 4,17 | 0,746 | 0,9045 | 5,01 | 0,21 |
| 25-26 | 69,438 | 3114,16 | 185853,55 | 10,50 | 0,65 | 2,05 | 0,069 | 4,602 | 1200,00 | 795,270 | 793,214 | 0,0296 | 792,524 | 791,014 | 0,0217 | 2,746 | 2,200 | 0,28786 | 4,22 | 0,757 | 0,9185 | 5,01 | 0,23 |
| 26-27 | 84,310 | 2563,45 | 188417,00 | 10,73 | 0,65 | 2,04 | 0,057 | 4,659 | 1200,00 | 793,214 | 790,298 | 0,0346 | 789,926 | 788,098 | 0,0217 | 3,288 | 2,200 | 0,29183 | 4,27 | 0,767 | 0,9302 | 5,01 | 0,28 |
| 27-43 | 92,426 | - | 188417,00 | 11,01 | 0,65 | 2,02 | 4,659 | 4,659 | 1200,00 | 790,298 | 787,000 | 0,0357 | 786,804 | 784,800 | 0,0217 | 3,494 | 2,200 | 0,29183 | 4,27 | 0,767 | 0,9302 | 5,01 | 0,31 |
| 43-44 | 66,749 | - | 201753,16 | 11,32 | 0,65 | 2,01 | 5,008 | 5,008 | 1500,00 | 787,000 | 784,425 | 0,0386 | 783,170 | 781,925 | 0,0187 | 3,830 | 2,500 | 0,18656 | 3,37 | 0,558 | 1,0137 | 4,94 | 0,23 |
| 44-45 | 59,307 | 7365,16 | 209118,32 | 11,55 | 0,65 | 2,00 | 0,159 | 5,167 | 1500,00 | 784,425 | 782,586 | 0,0310 | 781,173 | 780,086 | 0,0183 | 3,253 | 2,500 | 0,19422 | 3,43 | 0,573 | 1,0470 | 4,93 | 0,20 |
| 1-1.1 | 53,748 | 1734,59 | 1734,59 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,046 | 0,046 | 400,00 | 783,656 | 782,797 | 0,0160 | 782,256 | 781,397 | 0,0160 | 1,400 | 1,400 | 0,06217 | 2,35 | 0,307 | 0,0327 | 1,39 | 0,64 |
| 1.1-45 | 36,627 | - | 448577,56 | 13,09 | 0,65 | 1,92 | 10,958 | 10,958 | 2500,00 | 782,797 | 782,586 | 0,0057 | 779,297 | 779,0862 | 0,0057 | 3,500 | 3,500 | 0,18828 | 3,39 | 0,561 | 2,8367 | 3,86 | 0,16 |
| 45-46 | 106,647 | 5912,01 | 663607,90 | 13,24 | 0,65 | 1,91 | 0,122 | 16,247 | 2500,00 | 782,586 | 779,579 | 0,0282 | 777,009 | 776,0789 | 0,0087 | 5,577 | 3,500 | 0,22663 | 3,69 | 0,635 | 3,2862 | 4,94 | 0,36 |
| 1-3 | 62,505 | 9779,86 | 9779,86 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,257 | 0,257 | 500,00 | 781,247 | 780,313 | 0,0149 | 779,747 | 778,813 | 0,0149 | 1,500 | 1,500 | 0,19990 | 3,48 | 0,584 | 0,1191 | 2,16 | 0,48 |
| 2-3 | 61,531 | 4276,64 | 4276,64 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,112 | 0,112 | 400,00 | 781,802 | 780,313 | 0,0242 | 780,402 | 778,913 | 0,0242 | 1,400 | 1,400 | 0,12453 | 2,89 | 0,437 | 0,05279 | 2,13 | 0,48 |
| 3-3.1 | 53,469 | 7459,07 | 21515,57 | 5,48 | 0,65 | 2,38 | 0,193 | 0,561 | 600,00 | 780,313 | 779,660 | 0,0122 | 778,713 | 778,060 | 0,0122 | 1,600 | 1,600 | 0,29760 | 4,34 | 0,781 | 0,23695 | 2,37 | 0,38 |
| 3.1-46 | 15,486 | 2633,87 | 24149,44 | 5,86 | 0,65 | 2,36 | 0,067 | 0,629 | 600,00 | 779,660 | 779,579 | 0,0052 | 778,060 | 777,851 | 0,0135 | 1,600 | 1,728 | 0,31734 | 4,63 | 0,838 | 0,25302 | 2,48 | 0,10 |
| 46-47 | 51,953 | 3786,16 | 691543,50 | 13,60 | 0,65 | 1,89 | 0,078 | 16,953 | 2500,00 | 779,579 | 778,684 | 0,0172 | 775,629 | 775,184 | 0,0086 | 3,950 | 3,500 | 0,23868 | 3,78 | 0,657 | 3,42074 | 4,96 | 0,17 |
| 47-48 | 67,254 | 4843,15 | 696386,65 | 13,78 | 0,65 | 1,88 | 0,099 | 17,052 | 3000,00 | 778,684 | 778,511 | 0,0026 | 774,684 | 774,511 | 0,0026 | 4,000 | 4,000 | 0,26962 | 4,04 | 0,717 | 5,42432 | 3,14 | 0,36 |
| 48-49 | 61,412 | 9010,24 | 705396,89 | 14,13 | 0,65 | 1,87 | 0,182 | 17,234 | 3000,00 | 778,511 | 777,249 | 0,0205 | 773,755 | 773,249 | 0,0082 | 4,756 | 4,000 | 0,15216 | 3,10 | 0,490 | 3,44839 | 5,00 | 0,20 |
| 49-50 | 67,950 | 5408,52 | 710805,41 | 14,34 | 0,65 | 1,86 | 0,109 | 17,343 | 3000,00 | 777,249 | 775,372 | 0,0276 | 771,929 | 771,372 | 0,0082 | 5,320 | 4,000 | 0,15345 | 3,11 | 0,493 | 3,47109 | 5,00 | 0,23 |
| 50-51 | 89,917 | 12636,67 | 1446758,44 | 16,58 | 0,65 | 1,76 | 0,241 | 35,500 | 3500,00 | 775,372 | 772,532 | 0,0316 | 768,512 | 768,032 | 0,0053 | 6,860 | 4,500 | 0,25832 | 3,94 | 0,695 | 7,13173 | 4,98 | 0,30 |
| 51-52 | 40,298 | 4018,28 | 1450776,72 | 16,89 | 0,65 | 1,75 | 0,076 | 35,576 | 3500,00 | 772,532 | 771,626 | 0,0225 | 767,341 | 767,126 | 0,0053 | 5,192 | 4,500 | 0,25897 | 3,95 | 0,696 | 7,14596 | 4,98 | 0,13 |
| 1-2 | 71,243 | 5619,64 | 5619,64 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,147 | 0,147 | 400,00 | 775,455 | 773,704 | 0,0246 | 774,055 | 772,304 | 0,0246 | 1,400 | 1,400 | 0,1624 | 3,18 | 0,511 | 0,06452 | 2,29 | 0,52 |
| 2-3 | 101,569 | 5118,80 | 10738,44 | 5,52 | 0,65 | 2,38 | 0,132 | 0,280 | 500,00 | 773,704 | 772,625 | 0,0106 | 772,204 | 771,125 | 0,0106 | 1,500 | 1,500 | 0,2583 | 3,94 | 0,695 | 0,14555 | 1,92 | 0,88 |
| 3-4 | 62,353 | 12369,52 | 23107,95 | 6,40 | 0,65 | 2,32 | 0,310 | 0,590 | 600,00 | 772,625 | 771,885 | 0,0119 | 771,025 | 770,285 | 0,0119 | 1,600 | 1,600 | 0,31714 | 4,62 | 0,837 | 0,25285 | 2,33 | 0,45 |
| 4-52 | 28,426 | 4447,56 | 27555,51 | 6,85 | 0,65 | 2,28 | 0,110 | 0,700 | 800,00 | 771,885 | 771,626 | 0,0091 | 770,085 | 769,826 | 0,0091 | 1,800 | 1,800 | 0,19942 | 3,48 | 0,583 | 0,30420 | 2,30 | 0,21 |
| 52-53 | 103,424 | - | 1478332,23 | 17,02 | 0,65 | 1,74 | 36,276 | 36,276 | 3500,00 | 771,626 | 768,429 | 0,0309 | 764,476 | 763,929 | 0,0053 | 7,150 | 4,500 | 0,26492 | 4,00 | 0,707 | 7,27741 | 4,98 | 0,35 |
| 53-54 | 55,513 | 12114,07 | 1490446,30 | 17,37 | 0,65 | 1,73 | 0,227 | 36,502 | 3500,00 | 768,429 | 767,044 | 0,0249 | 762,837 | 762,544 | 0,0053 | 5,591 | 4,500 | 0,26683 | 4,01 | 0,711 | 7,32025 | 4,99 | 0,19 |

**Tabela B2 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 54-55 | 70,973 | 7868,62 | 1498314,91 | 17,55 | 0,65 | 1,72 | 0,147 | 36,649 | 3500,00 | 767,044 | 766,487 | 0,0079 | 762,361 | 761,987 | 0,0053 | 4,683 | 4,500 | 0,26807 | 4,03 | 0,714 | 7,34805 | 4,99 | 0,24 |

**Tabela B3 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 76,890 | 5505,39 | 5505,39 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,144 | 0,144 | 400,00 | 831,807 | 829,586 | 0,0289 | 830,4072 | 828,186 | 0,0289 | 1,400 | 1,400 | 0,14677 | 3,06 | 0,480 | 0,0596 | 2,42 | 0,53 |
| 2-3 | 85,158 | - | 10011,67 | 5,53 | 0,65 | 2,38 | 0,258 | 0,258 | 500,00 | 829,586 | 828,704 | 0,0104 | 828,0859 | 827,204 | 0,0104 | 1,500 | 1,500 | 0,24164 | 3,80 | 0,663 | 0,1381 | 1,87 | 0,76 |
| 3-4 | 80,429 | 10662,69 | 20674,36 | 6,29 | 0,65 | 2,32 | 0,268 | 0,527 | 600,00 | 828,704 | 827,600 | 0,0137 | 827,1037 | 826,000 | 0,0137 | 1,600 | 1,600 | 0,26335 | 3,98 | 0,704 | 0,2128 | 2,47 | 0,54 |
| 4-4.1 | 46,579 | 4295,97 | 24970,33 | 6,83 | 0,65 | 2,29 | 0,106 | 0,633 | 600,00 | 827,600 | 826,067 | 0,0329 | 826,0000 | 824,467 | 0,0329 | 1,600 | 1,600 | 0,20437 | 3,51 | 0,593 | 0,1745 | 3,63 | 0,21 |
| 4.1-5 | 48,225 | - | 24970,33 | 7,04 | 0,65 | 2,27 | 0,636 | 0,633 | 600,00 | 826,067 | 825,000 | 0,0221 | 824,4667 | 823,400 | 0,0221 | 1,600 | 1,600 | 0,24931 | 3,87 | 0,677 | 0,2038 | 3,11 | 0,26 |
| 5-6 | 70,739 | 10175,75 | 35146,08 | 7,30 | 0,65 | 2,25 | 0,248 | 0,881 | 800,00 | 825,000 | 823,014 | 0,0281 | 823,2000 | 821,214 | 0,0281 | 1,800 | 1,800 | 0,14305 | 3,03 | 0,473 | 0,2339 | 3,77 | 0,31 |
| 6-9 | 82,735 | 10253,87 | 45399,95 | 7,62 | 0,65 | 2,23 | 0,248 | 1,129 | 800,00 | 823,014 | 821,389 | 0,0196 | 821,2137 | 819,589 | 0,0196 | 1,800 | 1,800 | 0,21915 | 3,63 | 0,621 | 0,3278 | 3,44 | 0,40 |
| 7-8 | 61,739 | 6269,26 | 6269,26 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,164 | 0,164 | 400,00 | 824,643 | 822,754 | 0,0306 | 823,2428 | 821,354 | 0,0306 | 1,400 | 1,400 | 0,16239 | 3,18 | 0,510 | 0,0645 | 2,55 | 0,40 |
| 8-9 | 85,144 | 5552,99 | 11822,25 | 5,40 | 0,65 | 2,39 | 0,144 | 0,308 | 500,00 | 822,754 | 820,878 | 0,0220 | 821,2536 | 819,378 | 0,0220 | 1,500 | 1,500 | 0,19786 | 3,46 | 0,580 | 0,1181 | 2,61 | 0,54 |
| 9-12 | 86,897 | 9537,95 | 66760,16 | 8,02 | 0,65 | 2,20 | 0,228 | 1,665 | 800,00 | 820,878 | 818,125 | 0,0317 | 819,0784 | 816,325 | 0,0317 | 1,800 | 1,800 | 0,25444 | 3,91 | 0,687 | 0,3682 | 4,52 | 0,32 |
| 10-11 | 65,148 | 5659,51 | 5659,51 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,148 | 0,148 | 400,00 | 822,394 | 820,493 | 0,0292 | 820,9944 | 819,093 | 0,0292 | 1,400 | 1,400 | 0,15010 | 3,09 | 0,486 | 0,0607 | 2,45 | 0,44 |
| 11-12 | 85,041 | 5573,32 | 11232,83 | 5,44 | 0,65 | 2,39 | 0,144 | 0,293 | 400,00 | 820,493 | 818,125 | 0,0278 | 819,0929 | 816,725 | 0,0278 | 1,400 | 1,400 | 0,30286 | 4,40 | 0,795 | 0,1071 | 2,73 | 0,52 |
| 12-16 | 84,894 | 10748,67 | 88741,65 | 8,34 | 0,65 | 2,18 | 0,254 | 2,212 | 1000,00 | 818,125 | 815,357 | 0,0326 | 815,7702 | 813,556 | 0,0261 | 2,355 | 1,802 | 0,20546 | 3,52 | 0,595 | 0,4867 | 4,55 | 0,31 |
| 13-14 | 65,688 | 5296,73 | 5296,73 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,139 | 0,139 | 400,00 | 821,739 | 819,597 | 0,0326 | 820,3391 | 818,197 | 0,0326 | 1,400 | 1,400 | 0,13290 | 2,95 | 0,453 | 0,0553 | 2,51 | 0,44 |
| 14-15 | 63,390 | 5452,85 | 10749,58 | 5,44 | 0,65 | 2,39 | 0,141 | 0,280 | 400,00 | 819,597 | 817,778 | 0,0287 | 818,1968 | 816,378 | 0,0287 | 1,400 | 1,400 | 0,28549 | 4,20 | 0,751 | 0,1013 | 2,76 | 0,38 |
| 15-16 | 82,057 | 5599,61 | 16349,19 | 5,82 | 0,65 | 2,36 | 0,143 | 0,423 | 500,00 | 817,778 | 815,357 | 0,0295 | 816,2778 | 813,857 | 0,0295 | 1,500 | 1,500 | 0,23464 | 3,75 | 0,650 | 0,1350 | 3,13 | 0,44 |
| 16-21 | 94,606 | 9961,98 | 115052,82 | 8,65 | 0,65 | 2,16 | 0,234 | 2,869 | 1000,00 | 815,357 | 812,411 | 0,0311 | 813,0200 | 811,051 | 0,0208 | 2,337 | 1,360 | 0,29829 | 4,34 | 0,783 | 0,6597 | 4,35 | 0,36 |
| 17-18 | 61,911 | 7374,52 | 7374,52 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,193 | 0,193 | 400,00 | 820,137 | 818,182 | 0,0316 | 818,7370 | 816,782 | 0,0316 | 1,400 | 1,400 | 0,18803 | 3,39 | 0,561 | 0,0725 | 2,67 | 0,39 |
| 18-19 | 68,019 | 6409,62 | 13784,14 | 5,39 | 0,65 | 2,39 | 0,166 | 0,360 | 500,00 | 818,182 | 816,312 | 0,0275 | 816,6818 | 814,812 | 0,0275 | 1,500 | 1,500 | 0,20653 | 3,53 | 0,597 | 0,1222 | 2,94 | 0,39 |

**Tabela B3 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais (continuação)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19-20 | 59,455 | 4480,54 | 18264,69 | 5,77 | 0,65 | 2,36 | 0,115 | 0,474 | 500,00 | 816,312 | 814,352 | 0,0330 | 814,8115 | 812,852 | 0,0330 | 1,500 | 1,500 | 0,24879 | 3,86 | 0,676 | 0,1413 | 3,36 | 0,30 |
| 20-21 | 74,530 | 6501,24 | 24765,92 | 6,07 | 0,65 | 2,34 | 0,165 | 0,639 | 600,00 | 814,352 | 812,411 | 0,0260 | 812,7518 | 810,811 | 0,0260 | 1,600 | 1,600 | 0,23196 | 3,73 | 0,645 | 0,1927 | 3,32 | 0,37 |
| 21-22 | 91,521 | 10723,40 | 150542,14 | 9,01 | 0,65 | 2,14 | 0,249 | 3,757 | 1200,00 | 812,411 | 809,352 | 0,0334 | 809,2339 | 807,152 | 0,0227 | 3,177 | 2,200 | 0,22976 | 3,71 | 0,641 | 0,7652 | 4,91 | 0,31 |
| 22-23 | 64,932 | 6020,03 | 156562,17 | 9,32 | 0,65 | 2,12 | 0,138 | 3,895 | 1200,00 | 809,352 | 807,453 | 0,0292 | 806,710 | 805,253 | 0,0224 | 2,642 | 2,200 | 0,23986 | 3,79 | 0,659 | 0,7912 | 4,92 | 0,22 |
| 23-30 | 86,940 | 6184,67 | 162746,84 | 9,54 | 0,65 | 2,11 | 0,141 | 4,037 | 1500,00 | 807,453 | 806,964 | 0,0056 | 804,9528 | 804,464 | 0,0056 | 2,500 | 2,500 | 0,27398 | 4,08 | 0,726 | 1,3743 | 2,94 | 0,49 |
| 24-25 | 70,179 | 2848,50 | 2848,50 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,075 | 0,075 | 400,00 | 817,465 | 815,000 | 0,0351 | 816,0648 | 813,600 | 0,0351 | 1,400 | 1,400 | 0,06887 | 2,42 | 0,323 | 0,0351 | 2,13 | 0,55 |
| 25-26 | 59,235 | 6426,80 | 9275,29 | 5,55 | 0,65 | 2,38 | 0,166 | 0,240 | 400,00 | 815,000 | 813,697 | 0,0220 | 813,6000 | 812,297 | 0,0220 | 1,400 | 1,400 | 0,27990 | 4,14 | 0,739 | 0,0995 | 2,42 | 0,41 |
| 26-27 | 61,884 | 4805,00 | 14080,29 | 5,96 | 0,65 | 2,35 | 0,122 | 0,363 | 500,00 | 813,697 | 811,639 | 0,0333 | 812,1970 | 810,139 | 0,0333 | 1,500 | 1,500 | 0,18941 | 3,40 | 0,564 | 0,1140 | 3,18 | 0,32 |
| 27-28 | 74,298 | 5417,69 | 19497,99 | 6,28 | 0,65 | 2,32 | 0,136 | 0,499 | 500,00 | 811,639 | 809,182 | 0,0331 | 810,1393 | 807,682 | 0,0331 | 1,500 | 1,500 | 0,26136 | 3,97 | 0,700 | 0,1469 | 3,40 | 0,36 |
| 28-29 | 78,548 | 7945,35 | 27443,34 | 6,65 | 0,65 | 2,30 | 0,198 | 0,697 | 600,00 | 809,182 | 806,964 | 0,0282 | 807,5818 | 805,364 | 0,0282 | 1,600 | 1,600 | 0,24293 | 3,82 | 0,665 | 0,1998 | 3,49 | 0,38 |
| 29-30 | 76,557 | 4364,39 | 31807,73 | 7,02 | 0,65 | 2,27 | 0,107 | 0,804 | 600,00 | 806,964 | 804,492 | 0,0323 | 805,3643 | 802,892 | 0,0323 | 1,600 | 1,600 | 0,26212 | 3,97 | 0,702 | 0,2120 | 3,79 | 0,34 |
| 1-2 | 64,818 | 5026,13 | 5026,13 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,132 | 0,132 | 400,00 | 811,429 | 809,583 | 0,0285 | 810,0286 | 808,183 | 0,0285 | 1,400 | 1,400 | 0,13497 | 2,97 | 0,457 | 0,0560 | 2,36 | 0,46 |
| 2-3 | 70,284 | 5026,54 | 10052,67 | 5,46 | 0,65 | 2,39 | 0,130 | 0,262 | 400,00 | 809,583 | 807,076 | 0,0357 | 808,1833 | 805,676 | 0,0357 | 1,400 | 1,400 | 0,23936 | 3,79 | 0,659 | 0,0878 | 2,98 | 0,39 |
| 3-6 | 75,557 | 7388,85 | 17441,51 | 5,85 | 0,65 | 2,36 | 0,189 | 0,450 | 500,00 | 807,076 | 805,417 | 0,0220 | 805,5755 | 803,917 | 0,0220 | 1,500 | 1,500 | 0,28955 | 4,24 | 0,761 | 0,1603 | 2,81 | 0,45 |
| 4-5 | 65,884 | 3550,85 | 3550,85 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,093 | 0,093 | 400,00 | 809,583 | 807,727 | 0,0282 | 808,1833 | 806,327 | 0,0282 | 1,400 | 1,400 | 0,09586 | 2,66 | 0,381 | 0,0440 | 2,12 | 0,52 |
| 5-6 | 70,959 | 5008,99 | 8559,84 | 5,52 | 0,65 | 2,38 | 0,129 | 0,222 | 400,00 | 807,727 | 805,417 | 0,0326 | 806,3273 | 804,017 | 0,0326 | 1,400 | 1,400 | 0,21284 | 3,58 | 0,609 | 0,0801 | 2,78 | 0,43 |
| 6-8 | 78,212 | 8616,25 | 34617,61 | 6,30 | 0,65 | 2,32 | 0,217 | 0,890 | 600,00 | 805,417 | 802,905 | 0,0321 | 803,8167 | 801,305 | 0,0321 | 1,600 | 1,600 | 0,29082 | 4,25 | 0,764 | 0,2318 | 3,84 | 0,34 |
| 7-8 | 69,212 | 3970,84 | 3970,84 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,104 | 0,104 | 400,00 | 804,511 | 802,905 | 0,0232 | 803,1110 | 801,505 | 0,0232 | 1,400 | 1,400 | 0,11813 | 2,84 | 0,425 | 0,0508 | 2,05 | 0,56 |
| 8-32 | 76,607 | 7504,05 | 46092,50 | 6,64 | 0,65 | 2,30 | 0,187 | 1,181 | 800,00 | 802,905 | 800,527 | 0,0311 | 801,1054 | 798,727 | 0,0311 | 1,800 | 1,800 | 0,18224 | 3,34 | 0,549 | 0,2830 | 4,17 | 0,31 |
| 30-31 | 85,761 | 4553,80 | 199108,37 | 10,03 | 0,65 | 2,08 | 0,103 | 4,944 | 1500,00 | 804,492 | 802,302 | 0,0255 | 801,3989 | 799,802 | 0,0186 | 3,093 | 2,500 | 0,18429 | 3,36 | 0,554 | 1,0038 | 4,92 | 0,29 |
| 31-32 | 66,634 | 10949,12 | 210057,49 | 10,32 | 0,65 | 2,06 | 0,245 | 5,188 | 1500,00 | 802,302 | 800,527 | 0,0266 | 799,4323 | 798,485 | 0,0142 | 2,869 | 2,042 | 0,22136 | 3,65 | 0,625 | 1,1615 | 4,47 | 0,25 |
| 1-2 | 73,878 | 6354,39 | 6354,39 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,167 | 0,167 | 400,00 | 806,269 | 803,881 | 0,0323 | 804,8686 | 802,481 | 0,0323 | 1,400 | 1,400 | 0,16015 | 3,17 | 0,506 | 0,0638 | 2,61 | 0,47 |
| 2-3 | 75,990 | 8155,93 | 14510,33 | 5,47 | 0,65 | 2,39 | 0,211 | 0,377 | 500,00 | 803,881 | 802,462 | 0,0187 | 802,3806 | 800,962 | 0,0187 | 1,500 | 1,500 | 0,26309 | 3,98 | 0,704 | 0,1477 | 2,56 | 0,50 |

**Tabela B3 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais (continuação)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3-5 | 76,064 | 10995,29 | 25505,61 | 5,97 | 0,65 | 2,35 | 0,280 | 0,657 | 800,00 | 802,462 | 801,645 | 0,0107 | 800,6615 | 799,845 | 0,0107 | 1,800 | 1,800 | 0,17247 | 3,26 | 0,530 | 0,2707 | 2,43 | 0,52 |
| 4-5 | 71,063 | 3943,57 | 3943,57 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,103 | 0,103 | 400,00 | 801,645 | 799,844 | 0,0253 | 800,2447 | 798,444 | 0,0253 | 1,400 | 1,400 | 0,11224 | 2,79 | 0,414 | 0,0491 | 2,11 | 0,56 |
| 5-34 | 78,283 | 7453,08 | 36902,27 | 6,49 | 0,65 | 2,31 | 0,186 | 0,947 | 800,00 | 799,844 | 797,407 | 0,0311 | 798,0437 | 795,607 | 0,0311 | 1,800 | 1,800 | 0,14601 | 3,06 | 0,478 | 0,2376 | 3,99 | 0,33 |
| 32-33 | 76,476 | 9952,42 | 266102,41 | 10,57 | 0,65 | 2,05 | 0,221 | 6,590 | 1500,00 | 800,527 | 798,982 | 0,0202 | 797,7327 | 796,482 | 0,0164 | 2,794 | 2,500 | 0,26212 | 3,97 | 0,702 | 1,3253 | 4,97 | 0,26 |
| 33-34 | 76,934 | 7853,58 | 273956,00 | 10,83 | 0,65 | 2,03 | 0,173 | 6,763 | 1500,00 | 798,982 | 797,407 | 0,0205 | 796,1739 | 794,907 | 0,0165 | 2,808 | 2,500 | 0,26818 | 4,03 | 0,714 | 1,3501 | 5,01 | 0,26 |
| 1-2 | 69,136 | 4781,70 | 4781,70 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,125 | 0,125 | 400,00 | 798,290 | 796,449 | 0,0266 | 796,8895 | 795,049 | 0,0266 | 1,400 | 1,400 | 0,13280 | 2,95 | 0,453 | 0,0553 | 2,27 | 0,51 |
| 2-3 | 67,656 | 4946,85 | 9728,55 | 5,51 | 0,65 | 2,38 | 0,128 | 0,253 | 400,00 | 796,449 | 794,281 | 0,0321 | 795,0493 | 792,881 | 0,0321 | 1,400 | 1,400 | 0,24417 | 3,83 | 0,668 | 0,0891 | 2,84 | 0,40 |
| 3-13 | 74,894 | 4798,66 | 14527,21 | 5,91 | 0,65 | 2,35 | 0,122 | 0,375 | 500,00 | 794,281 | 792,536 | 0,0233 | 792,7807 | 791,036 | 0,0233 | 1,500 | 1,500 | 0,23429 | 3,75 | 0,649 | 0,1349 | 2,78 | 0,45 |
| 7-8 | 63,940 | 3071,13 | 3071,13 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,081 | 0,081 | 400,00 | 801,894 | 799,375 | 0,0394 | 800,4939 | 797,975 | 0,0394 | 1,400 | 1,400 | 0,07011 | 2,43 | 0,326 | 0,0356 | 2,27 | 0,47 |
| 8-5 | 44,846 | 3644,74 | 6715,87 | 5,47 | 0,65 | 2,39 | 0,094 | 0,175 | 400,00 | 799,375 | 797,917 | 0,0325 | 797,9750 | 796,517 | 0,0325 | 1,400 | 1,400 | 0,16736 | 3,22 | 0,520 | 0,0661 | 2,65 | 0,28 |
| 4-5 | 71,106 | 6032,10 | 6032,10 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,158 | 0,158 | 400,00 | 799,514 | 797,917 | 0,0225 | 798,1139 | 796,517 | 0,0225 | 1,400 | 1,400 | 0,18237 | 3,34 | 0,550 | 0,0708 | 2,24 | 0,53 |
| 5-6 | 63,957 | 5716,28 | 18464,24 | 5,75 | 0,65 | 2,36 | 0,146 | 0,479 | 500,00 | 797,917 | 795,909 | 0,0314 | 796,4167 | 794,409 | 0,0314 | 1,500 | 1,500 | 0,25772 | 3,94 | 0,693 | 0,1453 | 3,30 | 0,32 |
| 6-12 | 68,891 | 4606,05 | 23070,30 | 6,08 | 0,65 | 2,34 | 0,117 | 0,596 | 600,00 | 795,909 | 794,365 | 0,0224 | 794,3090 | 792,765 | 0,0224 | 1,600 | 1,600 | 0,23325 | 3,74 | 0,647 | 0,1936 | 3,08 | 0,37 |
| 9-10 | 61,579 | 5295,73 | 5295,73 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,139 | 0,139 | 400,00 | 801,214 | 799,109 | 0,0342 | 799,8143 | 797,709 | 0,0342 | 1,400 | 1,400 | 0,12978 | 2,93 | 0,447 | 0,0544 | 2,55 | 0,40 |
| 10-11 | 61,225 | 4733,50 | 10029,24 | 5,40 | 0,65 | 2,39 | 0,123 | 0,262 | 400,00 | 799,109 | 796,986 | 0,0347 | 797,7090 | 795,586 | 0,0347 | 1,400 | 1,400 | 0,24257 | 3,81 | 0,665 | 0,0887 | 2,95 | 0,35 |
| 11-12 | 74,974 | 4516,32 | 14545,56 | 5,75 | 0,65 | 2,36 | 0,116 | 0,377 | 600,00 | 796,986 | 796,209 | 0,0104 | 795,3864 | 794,609 | 0,0104 | 1,600 | 1,600 | 0,21691 | 3,61 | 0,616 | 0,1829 | 2,06 | 0,61 |
| 12-13 | 76,741 | 6075,99 | 43691,84 | 6,45 | 0,65 | 2,31 | 0,152 | 1,126 | 600,00 | 796,209 | 792,536 | 0,0479 | 794,6085 | 790,936 | 0,0479 | 1,600 | 1,600 | 0,30138 | 4,38 | 0,791 | 0,2399 | 4,69 | 0,27 |
| 13-38 | 75,478 | 10687,77 | 68906,82 | 6,72 | 0,65 | 2,29 | 0,265 | 1,767 | 800,00 | 792,536 | 790,000 | 0,0336 | 790,7362 | 788,200 | 0,0336 | 1,800 | 1,800 | 0,26209 | 3,97 | 0,702 | 0,3769 | 4,69 | 0,27 |
| 34-35 | 91,642 | 10164,31 | 321022,57 | 11,08 | 0,65 | 2,02 | 0,223 | 7,933 | 2000,00 | 797,407 | 795,759 | 0,0180 | 794,5184 | 793,259 | 0,0137 | 2,889 | 2,500 | 0,15988 | 3,16 | 0,506 | 1,5930 | 4,98 | 0,31 |
| 35-36 | 70,054 | 9527,18 | 330549,75 | 11,39 | 0,65 | 2,00 | 0,207 | 8,140 | 2000,00 | 795,759 | 795,000 | 0,0108 | 792,7593 | 792,000 | 0,0108 | 3,000 | 3,000 | 0,18470 | 3,36 | 0,554 | 1,7877 | 4,55 | 0,26 |
| 36-37 | 67,795 | 7074,55 | 337624,31 | 11,65 | 0,65 | 1,99 | 0,153 | 8,292 | 2000,00 | 795,000 | 792,963 | 0,0300 | 790,8679 | 789,963 | 0,0133 | 4,132 | 3,000 | 0,16956 | 3,24 | 0,525 | 1,6690 | 4,97 | 0,23 |
| 37-38 | 74,819 | 6789,44 | 344413,74 | 11,88 | 0,65 | 1,98 | 0,146 | 8,438 | 2000,00 | 792,963 | 790,000 | 0,0396 | 787,9877 | 787,000 | 0,0132 | 4,975 | 3,000 | 0,17349 | 3,27 | 0,532 | 1,7000 | 4,96 | 0,25 |
| 38-39 | 123,519 | 10491,93 | 423812,50 | 12,13 | 0,65 | 1,97 | 0,223 | 10,428 | 2000,00 | 790,000 | 787,586 | 0,0195 | 786,0369 | 784,586 | 0,0117 | 3,963 | 3,000 | 0,22731 | 3,69 | 0,636 | 2,1080 | 4,95 | 0,42 |

**Tabela B3 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais (continuação)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39-40 | 30,610 | 12412,66 | 436225,16 | 12,54 | 0,65 | 1,94 | 0,261 | 10,689 | 2000,00 | 787,586 | 786,466 | 0,0366 | 783,8211 | 783,466 | 0,0116 | 3,765 | 3,000 | 0,23429 | 3,75 | 0,649 | 2,1580 | 4,95 | 0,10 |
| 41-42 | 38,682 | 8101,64 | 8101,64 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,213 | 0,213 | 400,00 | 789,800 | 787,800 | 0,0517 | 788,4000 | 786,400 | 0,0517 | 1,400 | 1,400 | 0,16144 | 3,18 | 0,509 | 0,0642 | 3,31 | 0,19 |
| 42-43 | 31,347 | 5234,52 | 13336,16 | 5,19 | 0,65 | 2,41 | 0,136 | 0,349 | 600,00 | 787,800 | 787,000 | 0,0255 | 786,2000 | 785,400 | 0,0255 | 1,600 | 1,600 | 0,12798 | 2,92 | 0,444 | 0,1211 | 2,88 | 0,18 |
| 40-40.1 | 18,914 | 10617,81 | 446842,97 | 12,65 | 0,65 | 1,94 | 0,223 | 10,912 | 2000,00 | 786,466 | 786,111 | 0,0187 | 783,3289 | 783,111 | 0,0115 | 3,137 | 3,000 | 0,24022 | 3,79 | 0,660 | 2,2002 | 4,96 | 0,06 |
| 40.1-40.2 | 27,405 | - | 446842,97 | 12,71 | 0,65 | 1,94 | 10,912 | 10,912 | 2000,00 | 786,111 | 784,670 | 0,0526 | 781,9856 | 781,670 | 0,0115 | 4,125 | 3,000 | 0,24022 | 3,79 | 0,660 | 2,2002 | 4,96 | 0,09 |
| 40.2-1.1 | 84,553 | - | 446842,97 | 12,80 | 0,65 | 1,93 | 10,912 | 10,912 | 2000,00 | 784,670 | 782,797 | 0,0222 | 780,7705 | 779,797 | 0,0115 | 3,900 | 3,000 | 0,24022 | 3,79 | 0,660 | 2,2002 | 4,96 | 0,28 |

**Tabela B4 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 64,586 | 9362,12 | 9362,12 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,246 | 0,246 | 400,00 | 817,329 | 816,049 | 0,0198 | 815,929 | 814,649 | 0,0198 | 1,400 | 1,400 | 0,30140 | 4,38 | 0,791 | 0,1066 | 2,30 | 0,47 |
| 2-3 | 73,865 | 5498,53 | 14860,65 | 5,47 | 0,65 | 2,39 | 0,142 | 0,388 | 600,00 | 816,049 | 815,502 | 0,0074 | 814,849 | 814,302 | 0,0074 | 1,200 | 1,200 | 0,26377 | 3,99 | 0,705 | 0,2131 | 1,82 | 0,68 |
| 3-6 | 84,334 | 7194,29 | 22054,95 | 6,14 | 0,65 | 2,33 | 0,182 | 0,570 | 600,00 | 815,502 | 812,923 | 0,0306 | 814,302 | 811,723 | 0,0306 | 1,200 | 1,200 | 0,19083 | 3,41 | 0,566 | 0,1652 | 3,45 | 0,41 |
| 4-5 | 66,047 | 9358,11 | 9358,11 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,246 | 0,246 | 400,00 | 814,677 | 813,387 | 0,0195 | 813,277 | 811,987 | 0,0195 | 1,400 | 1,400 | 0,30337 | 4,41 | 0,797 | 0,1073 | 2,29 | 0,48 |
| 5-6 | 73,827 | 5494,69 | 14852,80 | 5,48 | 0,65 | 2,38 | 0,142 | 0,387 | 600,00 | 813,387 | 812,923 | 0,0063 | 812,187 | 811,723 | 0,0063 | 1,200 | 1,200 | 0,28628 | 4,20 | 0,753 | 0,2285 | 1,70 | 0,73 |
| 6-6.1 | 71,500 | 8801,35 | 45709,10 | 6,55 | 0,65 | 2,31 | 0,220 | 1,177 | 800,00 | 812,923 | 810,143 | 0,0389 | 811,923 | 809,143 | 0,0389 | 1,000 | 1,000 | 0,16233 | 3,18 | 0,510 | 0,2580 | 4,56 | 0,26 |
| 6.1-9 | 15,528 | 4220,21 | 49929,30 | 6,81 | 0,65 | 2,29 | 0,105 | 1,282 | 800,00 | 810,143 | 809,615 | 0,0340 | 809,143 | 808,615 | 0,0340 | 1,000 | 1,000 | 0,18912 | 3,39 | 0,563 | 0,2915 | 4,40 | 0,06 |
| 7-8 | 64,152 | 9425,82 | 9425,82 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,247 | 0,247 | 400,00 | 811,727 | 810,469 | 0,0196 | 810,327 | 809,069 | 0,0196 | 1,400 | 1,400 | 0,30492 | 4,43 | 0,801 | 0,1079 | 2,29 | 0,47 |
| 8-9 | 75,067 | 5646,31 | 15072,13 | 5,47 | 0,65 | 2,39 | 0,146 | 0,393 | 600,00 | 810,469 | 809,615 | 0,0114 | 809,269 | 808,415 | 0,0114 | 1,200 | 1,200 | 0,21604 | 3,60 | 0,615 | 0,1823 | 2,16 | 0,58 |
| 10-11 | 51,287 | 5913,04 | 5913,04 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,155 | 0,155 | 400,00 | 813,114 | 810,913 | 0,0429 | 811,714 | 809,513 | 0,0429 | 1,400 | 1,400 | 0,12935 | 2,93 | 0,446 | 0,0543 | 2,86 | 0,30 |
| 11-12 | 66,550 | 4636,86 | 10549,90 | 5,30 | 0,65 | 2,40 | 0,120 | 0,276 | 500,00 | 810,913 | 810,393 | 0,0078 | 809,613 | 809,093 | 0,0078 | 1,300 | 1,300 | 0,29705 | 4,33 | 0,780 | 0,1643 | 1,68 | 0,66 |
| 12-12.1 | 59,501 | 6030,33 | 16580,22 | 5,96 | 0,65 | 2,35 | 0,153 | 0,429 | 600,00 | 810,393 | 809,737 | 0,0110 | 809,193 | 808,537 | 0,0110 | 1,200 | 1,200 | 0,23926 | 3,79 | 0,658 | 0,1974 | 2,17 | 0,46 |
| 12.1-9 | 16,881 | 4709,90 | 21290,13 | 6,42 | 0,65 | 2,31 | 0,118 | 0,547 | 800,00 | 809,737 | 809,615 | 0,0072 | 808,737 | 808,585 | 0,0090 | 1,000 | 1,031 | 0,15674 | 3,14 | 0,499 | 0,2509 | 2,18 | 0,13 |
| 9-9.1 | 76,758 | 4728,26 | 91001,47 | 6,87 | 0,65 | 2,28 | 0,117 | 2,339 | 1000,00 | 809,615 | 807,208 | 0,0314 | 806,214 | 803,998 | 0,0289 | 3,402 | 3,210 | 0,20648 | 3,53 | 0,597 | 0,4887 | 4,79 | 0,27 |
| 9.1-13 | 21,078 | 5318,49 | 96319,96 | 7,14 | 0,65 | 2,26 | 0,130 | 2,469 | 1000,00 | 807,208 | 806,795 | 0,0196 | 803,998 | 803,585 | 0,0196 | 3,210 | 3,210 | 0,26464 | 4,00 | 0,707 | 0,5936 | 4,16 | 0,08 |

**Tabela B5 - Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 63,487 | 12589,48 | 12589,48 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,330 | 0,330 | 500,00 | 791,231 | 789,545 | 0,0266 | 789,731 | 788,045 | 0,0266 | 1,500 | 1,500 | 0,19307 | 3,43 | 0,571 | 0,1158 | 2,85 | 0,37 |
| 2-3 | 61,232 | 6117,11 | 18706,58 | 5,37 | 0,65 | 2,39 | 0,159 | 0,489 | 500,00 | 789,545 | 787,458 | 0,0341 | 788,045 | 785,958 | 0,0341 | 1,500 | 1,500 | 0,25218 | 3,89 | 0,683 | 0,1428 | 3,42 | 0,30 |
| 3-4 | 70,655 | 5093,04 | 23799,63 | 5,67 | 0,65 | 2,37 | 0,131 | 0,620 | 500,00 | 787,458 | 784,595 | 0,0405 | 785,958 | 783,095 | 0,0405 | 1,500 | 1,500 | 0,29320 | 4,28 | 0,770 | 0,1622 | 3,82 | 0,31 |
| 4-5 | 129,686 | 9557,03 | 33356,66 | 5,98 | 0,65 | 2,35 | 0,243 | 0,863 | 600,00 | 784,595 | 780,338 | 0,0328 | 782,995 | 778,738 | 0,0328 | 1,600 | 1,600 | 0,27890 | 4,13 | 0,737 | 0,2233 | 3,86 | 0,56 |
| 5-6 | 22,073 | 7167,68 | 40524,34 | 6,54 | 0,65 | 2,31 | 0,179 | 1,042 | 800,00 | 780,338 | 780,000 | 0,0153 | 778,538 | 778,200 | 0,0153 | 1,800 | 1,800 | 0,22903 | 3,71 | 0,639 | 0,3393 | 3,07 | 0,12 |
| 6-12 | 91,198 | - | 40524,34 | 6,66 | 0,65 | 2,30 | 1,042 | 1,042 | 1500,00 | 780,000 | 780,493 | -0,0054 | 777,500 | 777,467 | 0,0004 | 2,500 | 3,026 | 0,27658 | 4,10 | 0,732 | 1,3854 | 0,75 | 2,02 |
| 7-8 | 33,405 | 15127,13 | 15127,13 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,397 | 0,397 | 500,00 | 785,643 | 785,000 | 0,0192 | 784,143 | 783,500 | 0,0192 | 1,500 | 1,500 | 0,27252 | 4,07 | 0,723 | 0,1520 | 2,61 | 0,21 |
| 8-10 | 57,416 | - | 15127,13 | 5,21 | 0,65 | 2,41 | 0,397 | 0,397 | 500,00 | 785,000 | 782,535 | 0,0429 | 783,500 | 781,035 | 0,0429 | 1,500 | 1,500 | 0,18246 | 3,34 | 0,550 | 0,1106 | 3,59 | 0,27 |
| 9-10 | 61,803 | 4666,91 | 4666,91 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,122 | 0,122 | 400,00 | 783,071 | 782,535 | 0,0087 | 781,671 | 781,135 | 0,0087 | 1,400 | 1,400 | 0,22703 | 3,69 | 0,635 | 0,0842 | 1,45 | 0,71 |
| 10-10.1 | 52,349 | 8028,57 | 12695,48 | 5,71 | 0,65 | 2,37 | 0,206 | 0,725 | 600,00 | 782,535 | 780,845 | 0,0323 | 780,935 | 779,245 | 0,0323 | 1,600 | 1,600 | 0,23641 | 3,76 | 0,653 | 0,1956 | 3,71 | 0,24 |
| 10.1-12 | 10,301 | 4335,64 | 17031,12 | 5,94 | 0,65 | 2,35 | 0,110 | 0,836 | 600,00 | 780,845 | 780,493 | 0,0342 | 779,345 | 778,987 | 0,0348 | 1,500 | 1,506 | 0,26255 | 3,98 | 0,703 | 0,2123 | 3,94 | 0,04 |
| 11-12 | 64,796 | 7102,85 | 7102,85 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,186 | 0,186 | 500,00 | 780,786 | 780,493 | 0,0045 | 779,286 | 778,993 | 0,0045 | 1,500 | 1,500 | 0,26406 | 3,99 | 0,706 | 0,1481 | 1,26 | 0,86 |
| 12-14 | 48,936 | 1815,94 | 66474,25 | 8,68 | 0,65 | 2,16 | 0,043 | 2,106 | 1500,00 | 780,493 | 778,547 | 0,0398 | 777,795 | 776,047 | 0,0357 | 2,698 | 2,500 | 0,05669 | 2,28 | 0,292 | 0,4296 | 4,90 | 0,17 |
| 13-14 | 60,528 | 5531,27 | 5531,27 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,145 | 0,145 | 500,00 | 778,944 | 778,547 | 0,0066 | 777,444 | 777,047 | 0,0066 | 1,500 | 1,500 | 0,17070 | 3,25 | 0,527 | 0,1049 | 1,38 | 0,73 |
| 14-15 | 42,221 | 3062,23 | 75067,75 | 8,84 | 0,65 | 2,15 | 0,071 | 2,323 | 1500,00 | 778,547 | 777,320 | 0,0291 | 776,047 | 774,820 | 0,0291 | 2,500 | 2,500 | 0,06931 | 2,42 | 0,324 | 0,4963 | 4,68 | 0,15 |
| 15-16 | 61,402 | 13220,32 | 88288,07 | 8,99 | 0,65 | 2,14 | 0,307 | 2,63 | 1500,00 | 777,320 | 774,559 | 0,0450 | 774,467 | 772,559 | 0,0311 | 2,853 | 2,000 | 0,07590 | 2,49 | 0,339 | 0,5286 | 4,97 | 0,21 |
| 16-17 | 69,899 | 5518,77 | 93806,85 | 9,20 | 0,65 | 2,13 | 0,127 | 2,76 | 1500,00 | 774,559 | 772,792 | 0,0253 | 772,059 | 770,292 | 0,0253 | 2,500 | 2,500 | 0,08822 | 2,60 | 0,366 | 0,5856 | 4,71 | 0,25 |
| 17-18 | 82,592 | 7553,95 | 101360,80 | 9,45 | 0,65 | 2,11 | 0,173 | 2,93 | 1500,00 | 772,792 | 771,479 | 0,0159 | 770,292 | 768,979 | 0,0159 | 2,500 | 2,500 | 0,11822 | 2,84 | 0,425 | 0,7154 | 4,10 | 0,34 |
| 1-18 | 70,277 | 8880,5669 | 8880,57 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,233 | 0,23 | 400,00 | 773,999 | 771,479 | 0,0359 | 772,599 | 770,079 | 0,0359 | 1,400 | 1,400 | 0,21248 | 3,58 | 0,608 | 0,0800 | 2,91 | 0,40 |
| 18-19 | 57,704 | 8990,044 | 119231,41 | 9,78 | 0,65 | 2,09 | 0,204 | 3,37 | 1500,00 | 771,479 | 770,797 | 0,0118 | 768,979 | 768,297 | 0,0118 | 2,500 | 2,500 | 0,15760 | 3,15 | 0,501 | 0,8860 | 3,80 | 0,25 |

**Tabela B5 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19-20 | 69,764 | 5529,564 | 124760,97 | 10,04 | 0,65 | 2,08 | 0,125 | 3,492 | 1500,00 | 770,797 | 770,316 | 0,0069 | 768,297 | 767,816 | 0,0069 | 2,500 | 2,500 | 0,21401 | 3,59 | 0,611 | 1,1311 | 3,09 | 0,38 |
| 1-2 | 65,766 | 3797,6763 | 3797,68 | 5,00 | 0,65 | 2,42 | 0,100 | 0,100 | 400,00 | 776,528 | 774,615 | 0,0291 | 775,128 | 773,215 | 0,0291 | 1,400 | 1,400 | 0,10091 | 2,70 | 0,391 | 0,0456 | 2,18 | 0,50 |
| 2-3 | 94,049 | 3489,5537 | 7287,23 | 5,50 | 0,65 | 2,38 | 0,090 | 0,190 | 400,00 | 774,615 | 772,468 | 0,0228 | 773,215 | 771,068 | 0,0228 | 1,400 | 1,400 | 0,21680 | 3,61 | 0,616 | 0,0813 | 2,33 | 0,67 |
| 3-20 | 86,070 | 6208,9019 | 13496,13 | 6,17 | 0,65 | 2,33 | 0,157 | 0,347 | 500,00 | 772,468 | 770,316 | 0,0250 | 770,968 | 768,816 | 0,0250 | 1,500 | 1,500 | 0,20883 | 3,55 | 0,601 | 0,1233 | 2,81 | 0,51 |
| 20-55 | 111,678 | 10483,132 | 148740,24 | 10,41 | 0,65 | 2,06 | 0,234 | 4,072 | 1500,00 | 770,316 | 767,162 | 0,0282 | 766,835 | 764,662 | 0,0195 | 3,482 | 2,500 | 0,14854 | 3,08 | 0,483 | 0,8462 | 4,81 | 0,39 |

# APÊNDICE C – ANÁLISE DO CUSTO

**Ilustração C1 - Análise 1 - 400-500 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-4 | 32,952 | 4185,34 | 18390,64 | 5,71 | 0,65 | 2,37 | 0,107 | 0,480 | 400,00 | 794,167 | 792,500 | 0,0506 | 792,767 | 791,100 | 0,0506 | 1,400 | 1,400 | 0,36861 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | ##### |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | K | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0666 | 32,952 | 792,767 | 790,573 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,527 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | Tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-4 | 32,952 | 4185,34 | 18390,64 | 5,71 | 0,65 | 2,37 | 0,107 | 0,480 | 400,00 | 794,167 | 792,500 | 0,0506 | 792,767 | 790,573 | 0,0666 | 1,400 | 1,927 | 0,32 | 4,70 | 0,851 | 0,1139 | 4,21 | 0,13 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | Tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-4 | 32,952 | 4185,34 | 18390,64 | 5,71 | 0,65 | 2,37 | 0,107 | 0,480 | 500,00 | 794,167 | 792,500 | 0,0506 | 792,667 | 791,000 | 0,0506 | 1,500 | 1,500 | 0,20330 | 3,51 | 0,590 | 0,1207 | 3,98 | 0,14 |

**Custo D=400mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | Θgraus | θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,21 | 0,85 | 269,13 | 4,70 | 0,12 | 0,067 | 2,19 | 1,00 | 2,78 | 91,48 | 315,60 | 182,96 | 5088,00 | 6,59 | 313,24 | 12,55 | 34,90 | 78,92 | 1358,29 | 7110,04 | 1512,54 | 8622,57 |

**Custo D=500mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | Θgraus | θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,98 | 0,59 | 200,85 | 3,51 | 0,14 | 0,050 | 1,65 | 1,10 | 2,63 | 95,16 | 328,29 | 173,01 | 4811,4 | 7,25 | 344,57 | 16,57 | 46,05 | 78,59 | 1352,52 | 6882,86 | 1942,85 | 8825,71 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -227,18 | 430,31 | 203,14 |

**Ilustração C2 - Análise 1 - 500-600 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-3.1 | 33,090 | 2612,15 | 18963,63 | 6,59 | 0,65 | 2,30 | 0,065 | 0,486 | 500,00 | 818,667 | 818,211 | 0,0138 | 817,167 | 816,711 | 0,0138 | 1,500 | 1,500 | 0,39471 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | K | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0208 | 33,090 | 817,167 | 816,480 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,23184 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-3.1 | 33,090 | 2612,15 | 18963,63 | 6,59 | 0,65 | 2,30 | 0,065 | 0,486 | 500,00 | 818,667 | 818,211 | 0,0138 | 817,167 | 816,480 | 0,0208 | 1,500 | 1,732 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,1780 | 2,73 | 0,20 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-3.1 | 33,090 | 2612,15 | 18963,63 | 6,59 | 0,65 | 2,30 | 0,065 | 0,486 | 600,00 | 818,667 | 818,211 | 0,0138 | 817,067 | 816,611 | 0,0138 | 1,600 | 1,600 | 0,24274 | 3,81 | 0,665 | 0,1996 | 2,44 | 0,23 |

**Custo D=500mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,73 | 0,85086 | 269,1297 | 4,6972 | 0,1516 | 0,0208 | 0,69 | 1,10 | 2,14 | 78,01 | 269,15 | 141,85 | 3944,71 | 7,28 | 346,01 | 16,64 | 46,25 | 61,38 | 1056,33 | 5662,46 | 1950,99 | 7613,44 |

**Custo D=600mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,44 | 0,6649 | 218,5021 | *3,8136* | 0,1745 | 0,01368 | 0,45 | 1,2 | 2,1464 | 85,23 | 294,04 | 142,05 | 3950,4 | 7,94 | 377,46 | 21,41 | 59,53 | 63,82 | 1098,26 | 5779,69 | 2574,77 | 8354,46 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 117,24 | 623,79 | 741,02 |

**Ilustração C3 - Análise 1 - 600-800 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 6-7 | 94,270 | - | 38194,31 | 7,09 | 0,65 | 2,27 | 0,983 | 0,983 | 600,00 | 817,520 | 815,410 | 0,0224 | 815,920 | 813,810 | 0,0224 | 1,600 | 1,600 | 0,38472 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | k | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0321 | 94,270 | 815,920 | 812,894 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,915 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 6-7 | 94,270 | - | 38194,31 | 7,09 | 0,65 | 2,27 | 0,983 | 0,983 | 600,00 | 817,520 | 815,410 | 0,0224 | 815,920 | 812,894 | 0,0321 | 1,600 | 2,515 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,2564 | 3,83 | 0,41 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 6-7 | 94,270 | - | 38194,31 | 7,09 | 0,65 | 2,27 | 0,983 | 0,9828 | 800,00 | 817,5203 | 815,4098 | 0,0224 | 815,720 | 813,610 | 0,0224 | 1,800 | 1,800 | 0,17864 | 3,31 | 0,542 | 0,27845 | 3,53 | 0,45 |

**Custo D=600mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,83 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,18 | 0,0321 | 3,02 | 1,30 | 3,43 | 420,58 | 1450,99 | 647,04 | 17994,19 | 24,51 | 1164,97 | 62,89 | 174,84 | 357,68 | 6155,74 | 26940,72 | 7335,26 | 34275,99 |

**Custo D=800mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,53 | 0,5424 | 189,7360 | 3,3115 | 0,21 | 0,0224 | 2,11 | 1,5 | 3,217 | 454,90 | 1569,40 | 606,53 | 16867,60 | 28,28 | 1344,20 | 96,52 | 268,31 | 358,38 | 6167,75 | 26217,26 | 12520,07 | 38737,34 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -723,46 | 5184,81 | 4461,35 |

**Ilustração C4 - Análise 1 - 800-1000 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-4 | 64,654 | 9726,74 | 38648,05 | 6,43 | 0,65 | 2,31 | 0,244 | 0,991 | 800,00 | 806,090 | 805,916 | 0,0027 | 804,290 | 804,116 | 0,0027 | 1,800 | 1,800 | 0,51945 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | K | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0070 | 64,654 | 804,290 | 803,835 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,281 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-4 | 64,654 | 9726,74 | 38648,05 | 6,43 | 0,65 | 2,31 | 0,244 | 0,991 | 800,00 | 806,090 | 805,916 | 0,0027 | 804,290 | 803,835 | 0,0070 | 1,800 | 2,081 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,4558 | 2,17 | 0,50 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 3-4 | 64,654 | 9726,74 | 38648,05 | 6,43 | 0,65 | 2,31 | 0,244 | 0,9908 | 1000,00 | 806,090 | 805,916 | 0,002691 | 804,090 | 803,916 | 0,0027 | 2,00 | 2,00 | 0,28650 | 4,21 | 0,754 | 0,6351 | 1,56 | 0,69 |

**Custo D=800mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,17 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,24 | 0,0070 | 0,45 | 1,40 | 2,39 | 216,08 | 745,48 | 308,69 | 8584,64 | 18,10 | 860,44 | 64,90 | 180,43 | 151,18 | 2601,83 | 12972,82 | 8586,75 | 21559,57 |

**Custo D=1000mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,56 | 0,7538 | 241,0053 | *4,2063* | 0,3020 | 0,0027 | 0,17 | 1,6 | 2,487 | 257,31 | 887,72 | 321,64 | 8944,742 | 20,69 | 983,36 | 93,81 | 260,80 | 163,50 | 2813,82 | 13890,43 | 13635,53 | 27525,96 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 917,62 | 5048,78 | 5966,40 |

**Ilustração C5 - Análise 2 - 400-500 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 2-3 | 76,603 | 5326,37 | 10672,69 | 5,38 | 0,65 | 2,39 | 0,138 | 0,278 | 400,00 | 796,159 | 794,493 | 0,0218 | 794,759 | 793,093 | 0,0218 | 1,400 | 1,400 | 0,32581 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | K | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0224 | 76,603 | 794,759 | 793,046 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,047 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 2-3 | 76,603 | 5326,37 | 10672,69 | 5,38 | 0,65 | 2,39 | 0,138 | 0,278 | 400,00 | 796,159 | 794,493 | 0,0218 | 794,759 | 793,046 | 0,0224 | 1,400 | 1,447 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,1139 | 2,44 | 0,52 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 2-3 | 76,603 | 5326,37 | 10672,69 | 5,38 | 0,65 | 2,39 | 0,138 | 0,278 | 500,00 | 796,159 | 794,493 | 0,0218 | 794,659 | 792,993 | 0,0218 | 1,500 | 1,500 | 0,17970 | 3,32 | 0,545 | 0,10929 | 2,55 | 0,50 |

**Custo D=400mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,44 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,12 | 0,0224 | 1,71 | 0,90 | 2,54 | 174,86 | 603,27 | 388,58 | 10806,41 | 13,79 | 655,37 | 27,65 | 76,87 | 147,21 | 2533,50 | 14675,41 | 3516,17 | 18191,58 |

**Custo D=500mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,55 | 0,545 | 190,22 | 3,32 | 0,13 | 0,02178 | 1,67 | 1,1 | 2,634 | 221,96 | 765,77 | 403,57 | 11223,3 | 16,85 | 801,01 | 38,51 | 107,06 | 183,45 | 3157,21 | 16054,35 | 4516,51 | 20570,86 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1378,94 | 1000,34 | 2379,28 |

**Ilustração C6 – Análise 2 - 500-600 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 4-26 | 68,592 | 6987,07 | 25377,71 | 5,84 | 0,65 | 2,36 | 0,178 | 0,658 | 500,00 | 792,500 | 790,535 | 0,0286 | 791,000 | 789,035 | 0,0286 | 1,500 | 1,500 | 0,37056 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | k | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,6949 | 0,32130 | 0,0381 | 68,592 | 791,000 | 788,387 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,649 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 4-26 | 68,592 | 6987,07 | 25377,71 | 5,84 | 0,65 | 2,36 | 0,178 | 0,658 | 500,00 | 792,500 | 790,535 | 0,0286 | 791,000 | 788,387 | 0,0381 | 1,500 | 2,149 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,1780 | 3,70 | 0,31 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 4-26 | 68,592 | 6987,07 | 25377,71 | 5,84 | 0,65 | 2,36 | 0,178 | 0,658 | 600,00 | 792,500 | 790,535 | 0,0286 | 790,900 | 788,935 | 0,0286 | 1,600 | 1,600 | 0,22788 | 3,70 | 0,637 | 0,1901 | 3,46 | 0,33 |

**Custo D=500mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,70 | 0,85 | 269,13 | 4,70 | 0,15 | 0,0381 | 2,61 | 1,20 | 3,11 | 255,63 | 881,94 | 426,06 | 11848,67 | 16,46 | 782,44 | 35,86 | 99,68 | 219,78 | 3782,39 | 17395,12 | 4044,18 | 21439,31 |

**Custo D=600mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | I | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,46 | 0,64 | 211,82 | 3,70 | 0,17 | 0,0284 | 1,9451 | 1,20 | 2,8925 | 238,09 | 821,40 | 396,81 | 11035,28 | 16,46 | 782,44 | 44,39 | 123,40 | 193,70 | 3333,52 | 16096,03 | 5337,226 | 21433,26 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -1299,09 | 1293,04 | -6,05 |

**Ilustração C7 - Análise 2 - 600-800 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 2-3 | 63,014 | 17762,73 | 28921,31 | 5,79 | 0,65 | 2,36 | 0,454 | 0,747 | 600,00 | 806,343 | 806,090 | 0,0040 | 804,743 | 804,490 | 0,0040 | 1,600 | 1,600 | 0,68946 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | k | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0185 | 63,014 | 804,743 | 803,575 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,915 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 2-3 | 63,014 | 17762,73 | 28921,31 | 5,79 | 0,65 | 2,36 | 0,454 | 0,747 | 600,00 | 806,343 | 806,090 | 0,0040 | 804,743 | 803,575 | 0,0185 | 1,600 | 2,515 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,2564 | 2,91 | 0,36 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 2-3 | 63,014 | 17762,73 | 28921,31 | 5,7948 | 0,65 | 2,3607 | 0,454 | 0,7470 | 800,00 | 806,343 | 806,090 | 0,004028 | 804,5433 | 804,2895 | 0,0040 | 1,80 | 1,80 | 0,32014 | 4,6759 | 0,84705 | 0,45402 | 1,65 | 0,64 |

**Custo D=600mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,91 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,1819 | 0,0185 | 1,17 | 1,20 | 2,50 | 189,34 | 653,22 | 315,56 | 8775,82 | 15,12 | 718,81 | 40,78 | 113,37 | 148,56 | 2556,69 | 12817,91 | 4903,19 | 17721,11 |

**Custo D=800mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,65 | 0,847 | 267,91 | 4,68 | 0,2427 | 0,0040 | 0,25 | 1,40 | 2,29 | 201,74 | 695,99 | 288,19 | 8014,68 | 17,64 | 838,62 | 63,25 | 175,85 | 138,48 | 2383,26 | 12108,39 | 8368,94 | 20477,33 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -709,52 | 3465,74 | 2756,22 |

**Ilustração C8 - Análise 2 - 800-1000 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 12-16 | 84,894 | 10748,67 | 88741,65 | 8,34 | 0,65 | 2,18 | 0,254 | 2,212 | 800,00 | 818,125 | 815,357 | 0,0326 | 815,770 | 813,556 | 0,0261 | 2,355 | 1,802 | 0,37252 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | k | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,035068 | 84,894 | 815,770 | 812,793 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,762 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 12-16 | 84,894 | 10748,67 | 88741,65 | 8,34 | 0,65 | 2,18 | 0,254 | 2,212 | 800,00 | 818,125 | 815,357 | 0,0326 | 815,770 | 812,793 | 0,0351 | 2,355 | 2,564 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,4558 | 4,85 | 0,29 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 12-16 | 84,894 | 10748,67 | 88741,65 | 8,3360 | 0,65 | 2,1840 | 0,254 | 2,2123 | 1000,00 | 818,125 | 815,357 | 0,0326 | 815,770 | 813,556 | 0,0261 | 2,355 | 1,802 | 0,20546 | 3,52 | 0,595 | 0,48674 | 4,55 | 0,31 |

**Custo D=800mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,85 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,2426 | 0,0350 | 2,97 | 1,50 | 3,65 | 464,47 | 1602,43 | 619,29 | 17222,59 | 25,47 | 1210,50 | 86,92 | 241,63 | 377,55 | 6497,72 | 26774,86 | 11274,84 | 38049,70 |

**Custo D=1000mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,55 | 0,595 | 201,81 | 3,52 | 0,2764 | 0,0258 | 2,19 | 1,70 | 3,4960 | 504,54 | 1740,65 | 593,57 | 16507,22 | 28,86 | 1371,90 | 124,88 | 347,16 | 379,66 | 6533,93 | 26500,85 | 17904,14 | 44405,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -274,01 | 6629,30 | 6355,30 |

**Ilustração C9 - Análise 3 - 400-500 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 26-27 | 61,884 | 4805,00 | 14080,29 | 5,96 | 0,65 | 2,35 | 0,122 | 0,363 | 400,00 | 813,697 | 811,639 | 0,0333 | 812,297 | 810,239 | 0,0333 | 1,400 | 1,400 | 0,34343 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | k | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0380 | 61,884 | 812,297 | 809,946 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,293 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 26-27 | 61,884 | 4805,00 | 14080,29 | 5,96 | 0,65 | 2,35 | 0,122 | 0,363 | 400,00 | 813,697 | 811,639 | 0,0333 | 812,297 | 809,946 | 0,0380 | 1,400 | 1,693 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,1139 | 3,18 | 0,32 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 26-27 | 61,884 | 4805,00 | 14080,29 | 5,9586 | 0,65 | 2,3484 | 0,122 | 0,3626 | 500,00 | 813,697 | 811,639 | 0,033251 | 812,1970 | 810,1393 | 0,0333 | 1,500 | 1,500 | 0,18941 | 3,40 | 0,564 | 0,11402 | 3,18 | 0,32 |

**Custo D=400mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | Θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,18 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,12 | 0,0380 | 2,35 | 1,00 | 2,85 | 176,65 | 609,46 | 353,31 | 9825,52 | 12,38 | 588,27 | 23,58 | 65,54 | 153,08 | 2634,50 | 13723,29 | 2840,55 | 16563,84 |

**Custo D=500mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | Θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,18 | 0,564 | 194,60 | 3,40 | 0,13 | 0,0331 | 2,05 | 1,2 | 2,824 | 209,73 | 723,56 | 349,55 | 9720,87 | 14,85 | 705,92 | 32,35 | 89,93 | 177,38 | 3052,68 | 14292,96 | 3648,68 | 17941,64 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 569,67 | 808,13 | 1377,80 |

**Ilustração C10 - Análise 3 - 500-600 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 28-29 | 78,548 | 7945,35 | 27443,34 | 6,65 | 0,65 | 2,30 | 0,198 | 0,697 | 500,00 | 809,182 | 806,964 | 0,0282 | 807,682 | 805,464 | 0,0282 | 1,500 | 1,500 | 0,39504 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | k | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0427 | 78,548 | 807,68 | 804,33 |

**Variação da prof. de jusante:** 1,135 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 28-29 | 78,548 | 7945,35 | 27443,34 | 6,65 | 0,65 | 2,30 | 0,198 | 0,697 | 500,00 | 809,182 | 806,964 | 0,0282 | 807,682 | 804,330 | 0,0427 | 1,500 | 2,635 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,1780 | 3,91 | 0,33 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 28-29 | 78,548 | 7945,35 | 27443,34 | 6,6474 | 0,65 | 2,2983 | 0,198 | 0,6969 | 600,00 | 809,182 | 806,964 | 0,028231 | 807,5818 | 805,3643 | 0,0282 | 1,600 | 1,600 | 0,24293 | 3,82 | 0,665 | 0,19975 | 3,49 | 0,38 |

**Custo D=500mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | Θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,91 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,15 | 0,0426 | 3,35 | 1,20 | 3,48 | 327,76 | 1130,77 | 546,27 | 15191,68 | 18,86 | 896,43 | 41,08 | 114,20 | 286,68 | 4933,77 | 22266,85 | 4633,36 | 26900,21 |

**Custo D=600mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | Θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,49 | 0,665 | 218,59 | 3,82 | 0,17 | 0,0281 | 2,21 | 1,30 | 3,0228 | 308,66 | 1064,89 | 474,87 | 13206,02 | 20,42 | 970,68 | 52,40 | 145,68 | 256,26 | 4410,23 | 19797,49 | 6111,914 | 25909,41 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -2469,36 | 1478,55 | -990,81 |

**Ilustração C11 - Análise 3 - 600-800 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 8-32 | 76,607 | 7504,05 | 46092,50 | 6,64 | 0,65 | 2,30 | 0,187 | 1,181 | 600,00 | 802,905 | 800,527 | 0,0311 | 801,305 | 798,927 | 0,0311 | 1,600 | 1,600 | 0,39247 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | k | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,046334 | 76,607 | 801,31 | 797,76 |

**Variação da prof. de jusante:** 1,171 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 8-32 | 76,607 | 7504,05 | 46092,50 | 6,64 | 0,65 | 2,30 | 0,187 | 1,181 | 600,00 | 802,905 | 800,527 | 0,0311 | 801,305 | 797,756 | 0,0463 | 1,600 | 2,771 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,2564 | 4,61 | 0,28 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 8-32 | 76,607 | 7504,05 | 46092,50 | 6,6391 | 0,65 | 2,2989 | 0,187 | 1,1808 | 800,00 | 802,91 | 800,53 | 0,031053 | 801,1054 | 798,7265 | 0,0311 | 1,800 | 1,800 | 0,18224 | 3,34 | 0,549 | 0,28295 | 4,17 | 0,31 |

**Custo D=600mm (alteração da escavação)**

| V | h/D | θgraus | Θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,61 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,18 | 0,0463 | 3,55 | 1,30 | 3,69 | 367,83 | 1269,01 | 565,89 | 15737,47 | 19,92 | 946,69 | 51,11 | 142,08 | 316,72 | 5450,78 | 23546,04 | 5960,88 | 29506,92 |

**Custo D=800mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | Θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,17 | 0,549 | 191,36 | 3,34 | 0,21 | 0,0310 | 2,38 | 1,50 | 3,3488 | 384,81 | 1327,59 | 513,08 | 14268,75 | 22,98 | 1092,34 | 78,43 | 218,04 | 306,38 | 5272,76 | 22179,49 | 10174,24 | 32353,73 |

| ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
|---|---|---|
| -1366,55 | 4213,35 | 2846,80 |

**Ilustração C12 - Análise 3 - 800-1000 mm**

**Trecho em análise com diâmetro mantido**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 9-9.1 | 76,758 | 4728,26 | 91019,82 | 6,87 | 0,65 | 2,28 | 0,117 | 2,339 | 800,00 | 809,615 | 807,208 | 0,0314 | 807,815 | 805,408 | 0,0314 | 1,800 | 1,800 | 0,35916 | - | 0,000 | 0,0000 | #DIV/0! | #DIV/0! |

**Planilha auxiliar**

| h/Dfix | θ | k | Sg | Ext. | Cotas inf. galeria(m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mont. | jus. |
| 0,850 | 4,69 | 0,32130 | 0,0392 | 76,758 | 807,82 | 804,81 |

**Variação da prof. de jusante:** 0,60084 m

**Trecho corrigido (alteração da escavação)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 9-9.1 | 76,758 | 4728,26 | 91019,82 | 6,87 | 0,65 | 2,28 | 0,117 | 2,339 | 800,00 | 809,615 | 807,208 | 0,0314 | 807,815 | 804,807 | 0,0392 | 1,800 | 2,401 | 0,32130 | 4,70 | 0,851 | 0,4558 | 5,13 | 0,25 |

**Trecho (alteração diâmetro)**

| Trecho | Ext. | Área (ha) | | tc | c | i | Q | Qtot | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Trecho | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 9-9.1 | 76,758 | 4728,26 | 91019,82 | 6,8715 | 0,65 | 2,2824 | 0,117 | 2,3388 | 1000,00 | 809,615 | 807,208 | 0,031366 | 807,6154 | 805,2078 | 0,0314 | 2,00 | 2,00 | 0,19809 | 3,46 | 0,580 | 0,47277 | 4,95 | 0,26 |

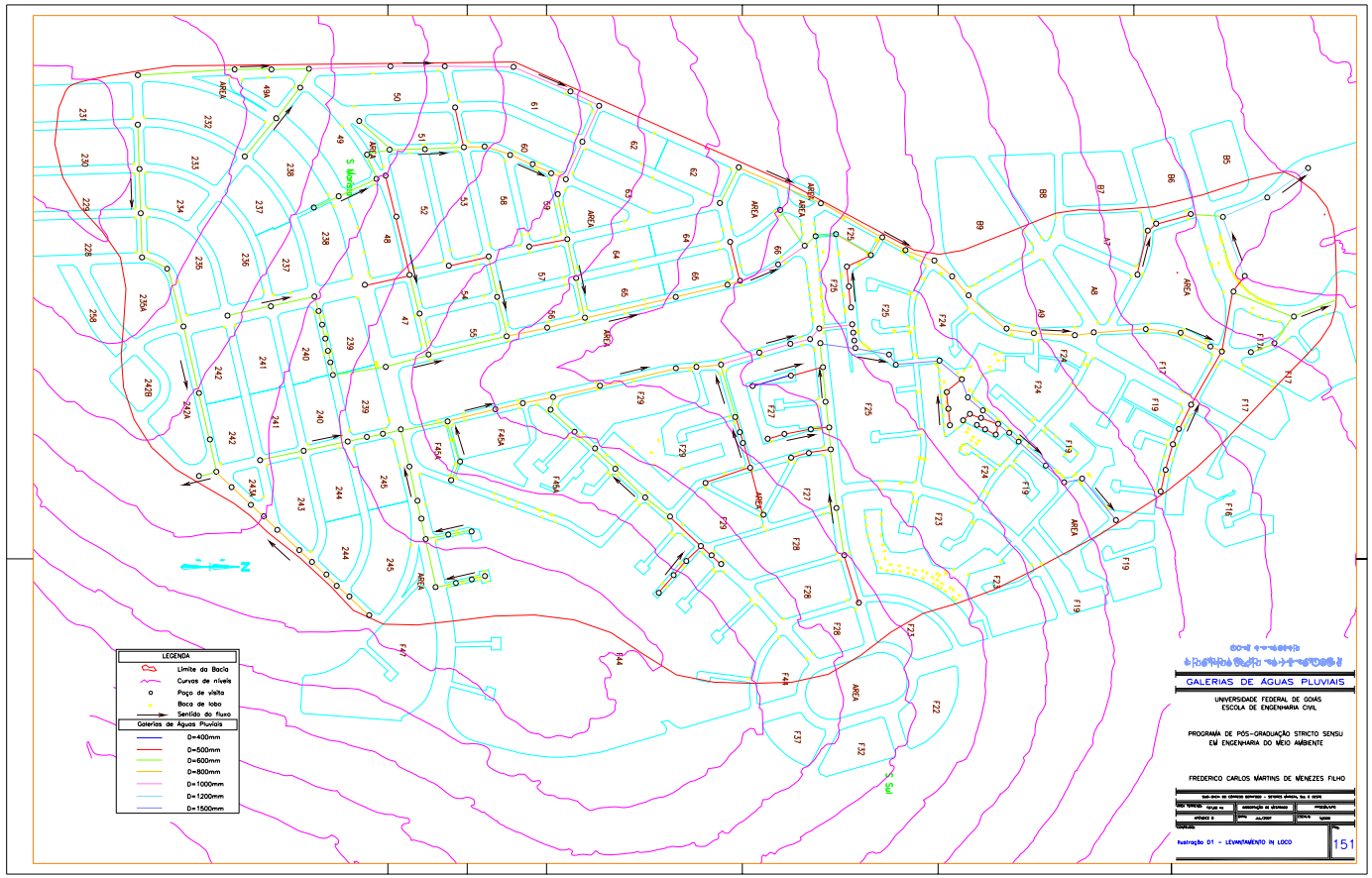
**Custo D=800mm (alteração da escavação)**

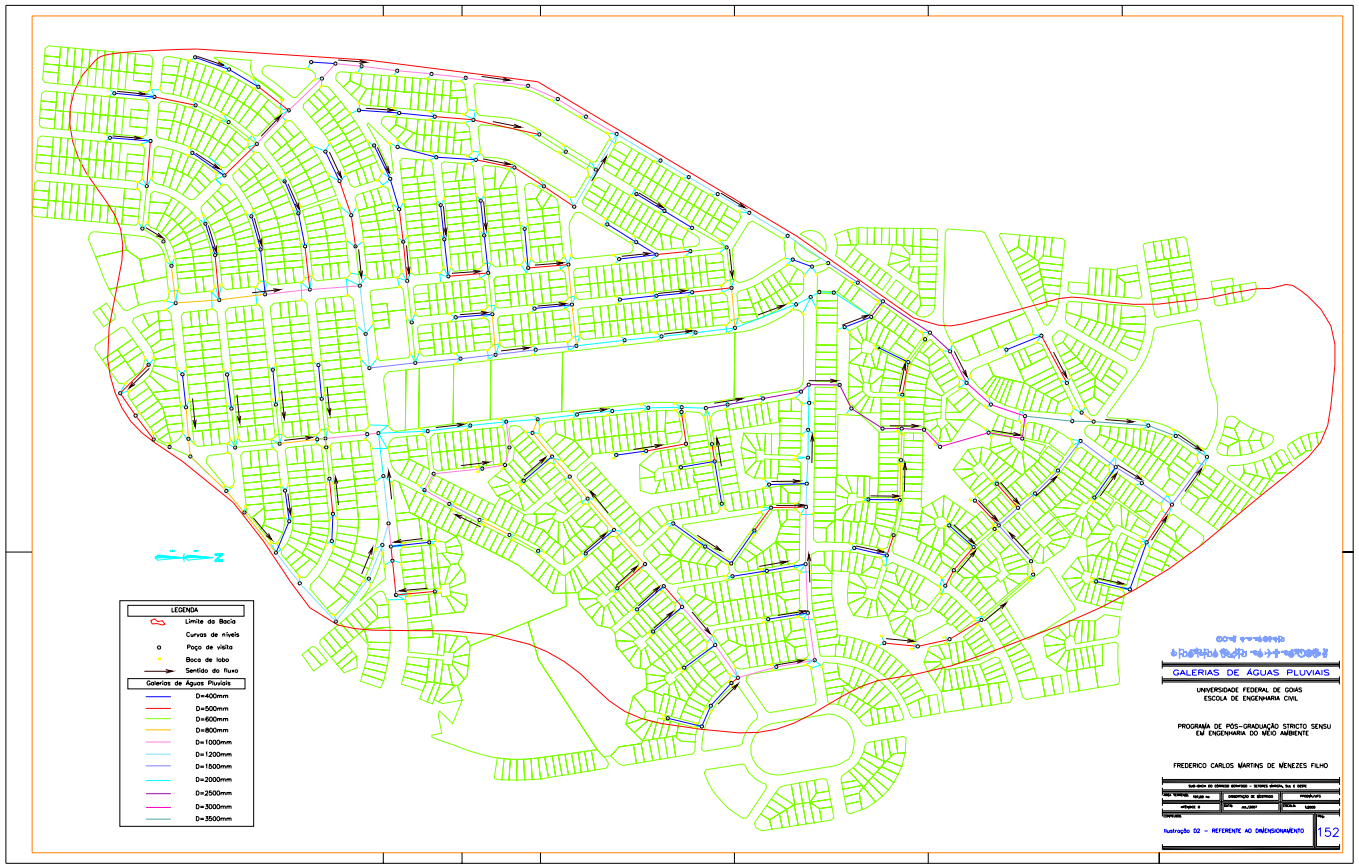
| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,13 | 0,851 | 269,13 | 4,70 | 0,24 | 0,0392 | 3,01 | 1,50 | 3,66 | 421,76 | 1455,09 | 562,35 | 15639,02 | 23,03 | 1094,49 | 78,59 | 218,47 | 343,18 | 5906,09 | 24313,16 | 10194,29 | 34507,45 |

**Custo D=1000mm (alteração do diâmetro)**

| V | h/D | θgraus | θrad | Rh | Sg | ΔH | B | P | Ve | Ce | E | CE | VLB | CLB | VBF | CBF | VRV | CRV | C1 | C2 | Ctot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,95 | 0,580 | 198,51 | 3,46 | 0,27 | 0,0311 | 2,39 | 1,70 | 3,5939 | 468,96 | 1617,92 | 551,72 | 15343,34 | 26,10 | 1240,42 | 112,91 | 313,89 | 356,05 | 6127,67 | 24643,24 | 16188,26 | 40831,51 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΔC1 | ΔC2 | ΔCtot |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 330,09 | 5993,97 | 6324,06 |

# APÊNDICE D – COMPOSIÇÃO ESQUEMÁTICA


LEGENDA
Limite da Bacia
Curvas de nível
Poço de visita
Boca de lobo
Sentido do fluxo
Galerias de Águas Pluviais
D=400mm
D=500mm
D=600mm
D=800mm
D=1000mm
D=1200mm
D=1500mm
S. Morais
S. Sul
N
GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
EM ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE
FREDERICO CARLOS MARTINS DE MENEZES FILHO
Ilustração 01 - LEVANTAMENTO IN LOCO
151


LEGENDA
Limite da Bacia
Curvas de níveis
Poço de visita
Boca de lobo
Sentido do fluxo
Galerias de Águas Pluviais
D=400mm
D=500mm
D=600mm
D=800mm
D=1000mm
D=1200mm
D=1500mm
D=2000mm
D=2500mm
D=3000mm
D=3500mm
GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
EM ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE
FREDERICO CARLOS MARTINS DE MENEZES FILHO
Ilustração 02 - REFERENTE AO DIMENSIONAMENTO
152

# APÊNDICE E - TABELAS REFERENTES AO DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS DA ÁREA DE ESTUDO (c=0,50; tci=10min)

**T 2 Anos**

**n 0,015**

**Tabela E.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria (m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 75,782 | 7275,57 | 7275,57 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,126 | 0,126 | 400,00 | 821,369 | 820,938 | 0,0057 | 819,969 | 819,538 | 0,0057 | 1,400 | 1,400 | 0,28891 | 4,23 | 0,759 | 0,1024 | 1,23 | 1,02 |
| 2-2.1 | 51,510 | 4590,43 | 11866,00 | 11,02 | 0,50 | 2,02 | 0,077 | 0,204 | 400,00 | 820,938 | 819,792 | 0,0222 | 819,538 | 818,392 | 0,0222 | 1,400 | 1,400 | 0,23582 | 3,76 | 0,652 | 0,0868 | 2,35 | 0,37 |
| 2.1-3 | 56,216 | 4485,47 | 16351,47 | 11,39 | 0,50 | 2,00 | 0,075 | 0,279 | 500,00 | 819,792 | 818,667 | 0,0200 | 818,292 | 817,167 | 0,0200 | 1,500 | 1,500 | 0,18756 | 3,38 | 0,560 | 0,1131 | 2,46 | 0,38 |
| 3-3.1 | 33,090 | 2612,15 | 18963,63 | 11,77 | 0,50 | 1,98 | 0,043 | 0,322 | 500,00 | 818,667 | 818,211 | 0,0138 | 817,167 | 816,711 | 0,0138 | 1,500 | 1,500 | 0,26127 | 3,97 | 0,700 | 0,1469 | 2,19 | 0,25 |
| 4-5 | 62,606 | 8956,76 | 8956,76 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,155 | 0,155 | 400,00 | 819,438 | 818,065 | 0,0219 | 818,038 | 816,665 | 0,0219 | 1,400 | 1,400 | 0,18123 | 3,33 | 0,548 | 0,0704 | 2,21 | 0,47 |
| 5-5.1 | 59,455 | 4450,63 | 13407,40 | 10,47 | 0,50 | 2,05 | 0,076 | 0,232 | 600,00 | 818,065 | 817,885 | 0,0030 | 816,465 | 816,285 | 0,0030 | 1,600 | 1,600 | 0,24664 | 3,84 | 0,672 | 0,2021 | 1,15 | 0,86 |
| 5.1-6 | 33,359 | 4758,32 | 18165,72 | 11,34 | 0,50 | 2,01 | 0,080 | 0,311 | 600,00 | 817,885 | 817,520 | 0,0109 | 816,285 | 815,920 | 0,0109 | 1,600 | 1,600 | 0,17443 | 3,28 | 0,534 | 0,1537 | 2,03 | 0,27 |
| 3.1-6 | 43,097 | 1064,97 | 20028,60 | 12,02 | 0,50 | 1,97 | 0,017 | 0,339 | 500,00 | 818,211 | 817,520 | 0,0160 | 816,711 | 816,020 | 0,0160 | 1,500 | 1,500 | 0,25517 | 3,91 | 0,688 | 0,1441 | 2,35 | 0,31 |
| 6-7 | 94,270 | - | 38194,31 | 12,33 | 0,50 | 1,95 | 0,650 | 0,650 | 600,00 | 817,520 | 815,410 | 0,0224 | 815,920 | 813,810 | 0,0224 | 1,600 | 1,600 | 0,25463 | 3,91 | 0,687 | 0,2072 | 3,14 | 0,50 |
| 7-8 | 52,898 | 8798,81 | 46993,12 | 12,83 | 0,50 | 1,93 | 0,141 | 0,792 | 600,00 | 815,410 | 814,180 | 0,0232 | 813,810 | 812,580 | 0,0232 | 1,600 | 1,600 | 0,30427 | 4,42 | 0,799 | 0,2422 | 3,27 | 0,27 |
| 8-11 | 96,357 | 2955,86 | 49948,98 | 13,10 | 0,50 | 1,92 | 0,047 | 0,839 | 800,00 | 814,180 | 812,256 | 0,0200 | 812,380 | 810,456 | 0,0200 | 1,800 | 1,800 | 0,16147 | 3,18 | 0,509 | 0,2569 | 3,27 | 0,49 |
| 9-10 | 58,131 | 5088,50 | 5088,50 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,088 | 0,088 | 400,00 | 813,696 | 813,652 | 0,0008 | 812,296 | 811,997 | 0,0051 | 1,400 | 1,655 | 0,21247 | 3,58 | 0,608 | 0,0800 | 1,10 | 0,88 |
| 10-11 | 64,598 | 5098,66 | 10187,16 | 10,88 | 0,50 | 2,03 | 0,086 | 0,175 | 400,00 | 813,625 | 812,256 | 0,0212 | 811,997 | 810,627 | 0,0212 | 1,628 | 1,628 | 0,20713 | 3,54 | 0,598 | 0,0784 | 2,23 | 0,48 |
| 11-12 | 73,100 | 6599,61 | 66735,75 | 13,59 | 0,50 | 1,89 | 0,104 | 1,118 | 1000,00 | 812,256 | 812,033 | 0,0030 | 810,256 | 810,033 | 0,0030 | 2,000 | 2,000 | 0,30413 | 4,42 | 0,799 | 0,6725 | 1,66 | 0,73 |
| 12-13 | 93,003 | 2886,27 | 69622,01 | 14,32 | 0,50 | 1,86 | 0,045 | 1,163 | 1000,00 | 812,033 | 811,759 | 0,0030 | 810,033 | 809,759 | 0,0030 | 2,000 | 2,000 | 0,32104 | 4,69 | 0,850 | 0,7115 | 1,63 | 0,95 |
| 13-14 | 101,804 | 2671,13 | 72293,15 | 15,27 | 0,50 | 1,81 | 0,040 | 1,203 | 1000,00 | 811,759 | 811,133 | 0,0061 | 809,759 | 809,133 | 0,0061 | 2,000 | 2,000 | 0,23018 | 3,71 | 0,641 | 0,5322 | 2,26 | 0,75 |
| 14-15 | 68,510 | 6535,23 | 78828,38 | 16,02 | 0,50 | 1,78 | 0,097 | 1,300 | 1000,00 | 811,133 | 810,000 | 0,0165 | 809,133 | 808,000 | 0,0165 | 2,000 | 2,000 | 0,15161 | 3,10 | 0,489 | 0,3821 | 3,40 | 0,34 |
| 15-16 | 42,226 | 3249,06 | 82077,43 | 16,36 | 0,50 | 1,77 | 0,048 | 1,348 | 1000,00 | 810,000 | 808,430 | 0,0372 | 808,000 | 806,430 | 0,0372 | 2,000 | 2,000 | 0,10484 | 2,74 | 0,399 | 0,2926 | 4,61 | 0,15 |
| 1-2 | 73,581 | 4506,75 | 4506,75 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,078 | 0,078 | 500,00 | 812,661 | 812,916 | -0,0035 | 811,161 | 811,018 | 0,0019 | 1,500 | 1,898 | 0,16885 | 3,23 | 0,523 | 0,1040 | 0,75 | 1,63 |

**Tabela E.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2-3 | 64,993 | 8734,57 | 13241,32 | 11,63 | 0,50 | 1,99 | 0,145 | 0,22 | 500,00 | 812,916 | 810,625 | 0,0353 | 811,416 | 809,125 | 0,0353 | 1,500 | 1,500 | 0,11319 | 2,80 | 0,415 | 0,0771 | 2,89 | 0,37 |
| 3-5 | 26,992 | 6121,04 | 19362,36 | 12,00 | 0,50 | 1,97 | 0,101 | 0,32 | 500,00 | 810,625 | 808,500 | 0,0787 | 809,125 | 807,000 | 0,0787 | 1,500 | 1,500 | 0,10988 | 2,78 | 0,409 | 0,0755 | 4,29 | 0,10 |
| 4-5 | 72,743 | 2904,46 | 2904,46 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,050 | 0,05 | 400,00 | 808,732 | 809,792 | -0,0146 | 807,332 | 807,143 | 0,0026 | 1,400 | 2,649 | 0,17043 | 3,25 | 0,526 | 0,0670 | 0,75 | 1,61 |
| 5-16 | 43,682 | 3750,21 | 6654,67 | 12,11 | 0,50 | 1,97 | 0,061 | 0,44 | 500,00 | 809,792 | 808,430 | 0,0312 | 808,292 | 806,930 | 0,0312 | 1,500 | 1,500 | 0,23493 | 3,75 | 0,650 | 0,1352 | 3,22 | 0,23 |
| 16-17 | 89,572 | - | 88732,10 | 16,51 | 0,50 | 1,76 | 1,783 | 1,78 | 1000,00 | 808,430 | 807,071 | 0,0152 | 806,430 | 805,071 | 0,0152 | 2,000 | 2,000 | 0,21724 | 3,61 | 0,617 | 0,5087 | 3,51 | 0,43 |
| 17-13 | 81,868 | 18355,71 | 107087,80 | 16,94 | 0,50 | 1,74 | 0,267 | 2,05 | 1500,00 | 807,071 | 806,795 | 0,0034 | 804,571 | 804,295 | 0,0034 | 2,500 | 2,500 | 0,17948 | 3,32 | 0,544 | 0,9827 | 2,09 | 0,65 |
| 13-18 | 93,292 | 12786,08 | 216212,20 | 17,59 | 0,50 | 1,72 | 0,183 | 3,868 | 1500,00 | 806,795 | 803,402 | 0,0364 | 803,041 | 800,902 | 0,0229 | 3,754 | 2,500 | 0,12998 | 2,93 | 0,448 | 0,7657 | 5,05 | 0,31 |
| 18-19 | 80,863 | 5732,55 | 221944,75 | 17,90 | 0,50 | 1,71 | 0,081 | 3,950 | 1500,00 | 803,402 | 800,486 | 0,0361 | 799,812 | 797,986 | 0,0226 | 3,590 | 2,500 | 0,13373 | 2,96 | 0,455 | 0,7818 | 5,05 | 0,27 |
| 19-20 | 68,187 | 9337,71 | 231282,46 | 18,16 | 0,50 | 1,70 | 0,132 | 4,082 | 1500,00 | 800,486 | 798,670 | 0,0266 | 797,673 | 796,170 | 0,0221 | 2,813 | 2,500 | 0,13984 | 3,01 | 0,467 | 0,8083 | 5,05 | 0,23 |
| 1-2 | 61,926 | 11158,58 | 11158,58 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,194 | 0,194 | 500,00 | 806,572 | 806,343 | 0,0037 | 805,072 | 804,843 | 0,0037 | 1,500 | 1,500 | 0,30332 | 4,41 | 0,796 | 0,1677 | 1,15 | 0,89 |
| 2-3 | 63,014 | 17762,73 | 28921,31 | 10,89 | 0,50 | 2,03 | 0,301 | 0,494 | 800,00 | 806,343 | 806,090 | 0,0040 | 804,543 | 804,290 | 0,0040 | 1,800 | 1,800 | 0,21183 | 3,57 | 0,607 | 0,3191 | 1,55 | 0,68 |
| 3-4 | 64,654 | 9726,74 | 38648,05 | 11,57 | 0,50 | 1,99 | 0,162 | 0,656 | 1000,00 | 806,090 | 805,916 | 0,0027 | 804,090 | 803,916 | 0,0027 | 2,000 | 2,000 | 0,18967 | 3,40 | 0,564 | 0,4566 | 1,44 | 0,75 |
| 4-5 | 53,676 | 5819,73 | 44467,78 | 12,32 | 0,50 | 1,96 | 0,095 | 0,751 | 1000,00 | 805,916 | 805,556 | 0,0067 | 803,916 | 803,556 | 0,0067 | 2,000 | 2,000 | 0,13751 | 2,99 | 0,462 | 0,3548 | 2,12 | 0,42 |
| 5-6 | 35,343 | 7601,87 | 52069,65 | 12,74 | 0,50 | 1,93 | 0,122 | 0,873 | 1000,00 | 805,556 | 804,451 | 0,0312 | 803,556 | 802,451 | 0,0312 | 2,000 | 2,000 | 0,07411 | 2,47 | 0,335 | 0,2311 | 3,78 | 0,16 |
| 6-7 | 92,211 | - | 52069,65 | 12,90 | 0,50 | 1,93 | 0,873 | 0,873 | 1000,00 | 804,451 | 802,750 | 0,0184 | 802,451 | 800,750 | 0,0184 | 2,000 | 2,000 | 0,09644 | 2,67 | 0,383 | 0,2764 | 3,16 | 0,49 |
| 7-8 | 43,288 | 7863,95 | 59933,60 | 13,39 | 0,50 | 1,90 | 0,125 | 0,998 | 1000,00 | 802,750 | 801,333 | 0,0327 | 800,750 | 799,333 | 0,0327 | 2,000 | 2,000 | 0,08274 | 2,55 | 0,354 | 0,2492 | 4,00 | 0,18 |
| 8-9 | 34,049 | 3829,42 | 63763,02 | 13,57 | 0,50 | 1,89 | 0,060 | 1,058 | 1000,00 | 801,333 | 800,000 | 0,0392 | 799,333 | 798,000 | 0,0392 | 2,000 | 2,000 | 0,08022 | 2,53 | 0,349 | 0,2440 | 4,34 | 0,13 |
| 9-20 | 48,823 | - | 63763,02 | 13,70 | 0,50 | 1,89 | 1,058 | 1,058 | 1000,00 | 800,000 | 796,000 | 0,0819 | 796,730 | 794,000 | 0,0559 | 3,270 | 2,000 | 0,06714 | 2,40 | 0,319 | 0,2157 | 4,91 | 0,17 |
| 1-2 | 69,181 | 13740,91 | 13740,91 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,238 | 0,238 | 400,00 | 805,237 | 802,652 | 0,0374 | 803,837 | 801,252 | 0,0374 | 1,400 | 1,400 | 0,21300 | 3,58 | 0,609 | 0,0801 | 2,98 | 0,39 |
| 2-4 | 87,306 | 3726,48 | 17467,38 | 10,39 | 0,50 | 2,06 | 0,064 | 0,302 | 600,00 | 802,652 | 802,382 | 0,0031 | 801,052 | 800,782 | 0,0031 | 1,600 | 1,600 | 0,31849 | 4,65 | 0,842 | 0,2540 | 1,19 | 1,22 |
| 3-4 | 69,568 | 6737,19 | 6737,19 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,117 | 0,117 | 400,00 | 805,282 | 802,382 | 0,0417 | 803,882 | 800,982 | 0,0417 | 1,400 | 1,400 | 0,09887 | 2,69 | 0,387 | 0,0450 | 2,60 | 0,45 |
| 4-5 | 77,078 | 9546,96 | 33751,54 | 11,61 | 0,50 | 1,99 | 0,159 | 0,578 | 800,00 | 802,382 | 801,579 | 0,0104 | 800,582 | 799,779 | 0,0104 | 1,800 | 1,800 | 0,15400 | 3,12 | 0,494 | 0,2475 | 2,33 | 0,55 |
| 5-6 | 53,681 | 12082,65 | 45834,19 | 12,16 | 0,50 | 1,96 | 0,198 | 0,776 | 800,00 | 801,579 | 800,687 | 0,0166 | 799,779 | 798,887 | 0,0166 | 1,800 | 1,800 | 0,16361 | 3,19 | 0,513 | 0,2596 | 2,99 | 0,30 |

**Tabela E.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6-8 | 50,237 | 1967,07 | 47801,25 | 12,46 | 0,50 | 1,95 | 0,032 | 0,807 | 800,00 | 800,687 | 799,808 | 0,0175 | 798,887 | 798,008 | 0,0175 | 1,800 | 1,800 | 0,16600 | 3,21 | 0,518 | 0,2626 | 3,08 | 0,27 |
| 7-8 | 70,223 | 3761,34 | 3761,34 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,065 | 0,065 | 400,00 | 801,886 | 799,808 | 0,0296 | 800,486 | 798,408 | 0,0296 | 1,400 | 1,400 | 0,06551 | 2,38 | 0,315 | 0,0339 | 1,92 | 0,61 |
| 8-9 | 57,751 | 11881,34 | 63443,94 | 12,73 | 0,50 | 1,93 | 0,192 | 1,064 | 800,00 | 799,808 | 798,203 | 0,0278 | 798,008 | 796,403 | 0,0278 | 1,800 | 1,800 | 0,17364 | 3,27 | 0,533 | 0,2722 | 3,91 | 0,25 |
| 9-21 | 20,955 | 5224,67 | 68668,60 | 12,98 | 0,50 | 1,92 | 0,084 | 1,148 | 800,00 | 798,203 | 797,111 | 0,0521 | 796,388 | 795,311 | 0,0514 | 1,815 | 1,800 | 0,13770 | 2,99 | 0,462 | 0,2273 | 5,05 | 0,07 |
| 20-21 | 59,564 | 6908,27 | 301953,75 | 18,39 | 0,50 | 1,69 | 0,097 | 5,237 | 1500,00 | 798,670 | 797,111 | 0,0262 | 795,720 | 794,611 | 0,0186 | 2,950 | 2,500 | 0,19526 | 3,44 | 0,575 | 1,0515 | 4,98 | 0,20 |
| 21-22 | 74,790 | 7639,02 | 378261,37 | 18,59 | 0,50 | 1,68 | 0,107 | 6,492 | 1500,00 | 797,111 | 795,596 | 0,0203 | 793,846 | 792,596 | 0,0167 | 3,265 | 3,000 | 0,25547 | 3,92 | 0,689 | 1,2985 | 5,00 | 0,25 |
| 22-23 | 66,874 | 6697,77 | 384959,15 | 18,84 | 0,50 | 1,67 | 0,093 | 6,585 | 1500,00 | 795,596 | 794,708 | 0,0133 | 793,096 | 792,208 | 0,0133 | 2,500 | 2,500 | 0,29074 | 4,25 | 0,764 | 1,4485 | 4,55 | 0,25 |
| 23-24 | 68,068 | 7461,96 | 392421,11 | 19,08 | 0,50 | 1,66 | 0,103 | 6,688 | 1500,00 | 794,708 | 793,333 | 0,0202 | 791,958 | 790,833 | 0,0165 | 2,750 | 2,500 | 0,26469 | 4,00 | 0,707 | 1,3358 | 5,01 | 0,23 |
| 24-25 | 63,273 | 7357,89 | 399779,00 | 19,31 | 0,50 | 1,65 | 0,101 | 6,790 | 1500,00 | 793,333 | 791,958 | 0,0217 | 790,498 | 789,458 | 0,0164 | 2,835 | 2,500 | 0,26942 | 4,04 | 0,717 | 1,3552 | 5,01 | 0,21 |
| 1-2 | 56,835 | 5346,32 | 5346,32 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,093 | 0,093 | 400,00 | 797,903 | 796,159 | 0,0307 | 796,503 | 794,759 | 0,0307 | 1,400 | 1,400 | 0,09146 | 2,63 | 0,373 | 0,0427 | 2,17 | 0,44 |
| 2-3 | 76,603 | 5326,37 | 10672,69 | 10,44 | 0,50 | 2,06 | 0,091 | 0,184 | 400,00 | 796,159 | 794,493 | 0,0218 | 794,759 | 793,093 | 0,0218 | 1,400 | 1,400 | 0,21550 | 3,60 | 0,614 | 0,0809 | 2,28 | 0,56 |
| 3-3.1 | 60,896 | - | 10672,69 | 11,00 | 0,50 | 2,03 | 0,184 | 0,184 | 400,00 | 794,493 | 792,614 | 0,0309 | 793,093 | 791,214 | 0,0309 | 1,400 | 1,400 | 0,18096 | 3,33 | 0,547 | 0,0703 | 2,62 | 0,39 |
| 3.1-25 | 8,718 | 4897,46 | 15570,14 | 11,38 | 0,50 | 2,00 | 0,082 | 0,266 | 400,00 | 792,614 | 791,958 | 0,0752 | 791,214 | 790,558 | 0,0752 | 1,400 | 1,400 | 0,16747 | 3,22 | 0,520 | 0,0661 | 4,02 | 0,04 |
| 25-26 | 71,067 | 6519,55 | 421868,70 | 19,52 | 0,50 | 1,64 | 0,089 | 7,145 | 1500,00 | 791,958 | 790,535 | 0,0200 | 789,185 | 788,035 | 0,0162 | 2,773 | 2,500 | 0,28575 | 4,20 | 0,752 | 1,4257 | 5,01 | 0,24 |
| 1-3 | 80,870 | 6550,49 | 6550,49 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,114 | 0,114 | 400,00 | 795,328 | 794,167 | 0,0144 | 793,928 | 792,767 | 0,0144 | 1,400 | 1,400 | 0,16380 | 3,19 | 0,513 | 0,0650 | 1,75 | 0,77 |
| 2-3 | 64,693 | 7654,81 | 7654,81 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,133 | 0,133 | 400,00 | 796,000 | 794,167 | 0,0283 | 794,600 | 792,767 | 0,0283 | 1,400 | 1,400 | 0,13625 | 2,98 | 0,460 | 0,0564 | 2,36 | 0,46 |
| 3-4 | 32,952 | 4185,34 | 18390,64 | 10,77 | 0,50 | 2,04 | 0,071 | 0,318 | 400,00 | 794,167 | 792,500 | 0,0506 | 792,767 | 791,100 | 0,0506 | 1,400 | 1,400 | 0,24385 | 3,82 | 0,667 | 0,0890 | 3,57 | 0,15 |
| 4-26 | 68,592 | 6987,07 | 25377,71 | 10,92 | 0,50 | 2,03 | 0,118 | 0,436 | 500,00 | 792,500 | 790,535 | 0,0286 | 791,000 | 789,035 | 0,0286 | 1,500 | 1,500 | 0,24523 | 3,83 | 0,670 | 0,1397 | 3,12 | 0,37 |
| 26-27 | 41,654 | 3489,15 | 450735,56 | 19,76 | 0,50 | 1,64 | 0,048 | 7,628 | 2500,00 | 790,535 | 790,416 | 0,0029 | 787,035 | 786,916 | 0,0029 | 3,500 | 3,500 | 0,18595 | 3,37 | 0,557 | 2,8085 | 2,72 | 0,26 |
| 27-28 | 67,736 | 8892,40 | 459627,96 | 20,01 | 0,50 | 1,63 | 0,121 | 7,749 | 2500,00 | 790,416 | 788,539 | 0,0277 | 786,034 | 785,039 | 0,0147 | 4,382 | 3,500 | 0,08332 | 2,56 | 0,356 | 1,5649 | 4,95 | 0,23 |
| 28-29 | 72,905 | 9112,96 | 468740,92 | 20,24 | 0,50 | 1,62 | 0,123 | 7,872 | 2500,00 | 788,539 | 786,573 | 0,0270 | 784,131 | 783,073 | 0,0145 | 4,408 | 3,500 | 0,08512 | 2,57 | 0,359 | 1,5878 | 4,96 | 0,25 |
| 29-30 | 19,697 | 7749,07 | 476489,99 | 20,49 | 0,50 | 1,61 | 0,104 | 7,976 | 2500,00 | 786,573 | 786,165 | 0,0207 | 782,948 | 782,665 | 0,0144 | 3,625 | 3,500 | 0,08665 | 2,59 | 0,363 | 1,6071 | 4,96 | 0,07 |
| 1-2 | 66,873 | 2150,09 | 2150,09 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,037 | 0,037 | 400,00 | 805,469 | 802,462 | 0,0450 | 804,069 | 801,062 | 0,0450 | 1,400 | 1,400 | 0,03038 | 1,89 | 0,208 | 0,0189 | 1,97 | 0,57 |

**Tabela E.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2-4 | 52,163 | 1774,69 | 3924,77 | 10,57 | 0,50 | 2,05 | 0,030 | 0,068 | 400,00 | 802,462 | 802,381 | 0,0015 | 801,062 | 800,946 | 0,0022 | 1,400 | 1,435 | 0,24825 | 3,86 | 0,675 | 0,0903 | 0,75 | 1,16 |
| 3-4 | 71,797 | 11635,61 | 11635,61 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,202 | 0,202 | 400,00 | 805,379 | 802,381 | 0,0418 | 803,979 | 800,981 | 0,0418 | 1,400 | 1,400 | 0,17062 | 3,25 | 0,527 | 0,0671 | 3,01 | 0,40 |
| 4-6 | 95,294 | 9037,35 | 24597,74 | 11,73 | 0,50 | 1,99 | 0,150 | 0,419 | 800,00 | 802,381 | 802,154 | 0,0024 | 800,581 | 800,354 | 0,0024 | 1,800 | 1,800 | 0,23349 | 3,74 | 0,648 | 0,3444 | 1,22 | 1,31 |
| 5-6 | 72,481 | 8268,80 | 8268,80 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,143 | 0,143 | 400,00 | 805,000 | 802,154 | 0,0393 | 803,600 | 800,754 | 0,0393 | 1,400 | 1,400 | 0,12503 | 2,89 | 0,438 | 0,0529 | 2,71 | 0,45 |
| 6-11 | 75,027 | 10078,27 | 42944,81 | 13,03 | 0,50 | 1,92 | 0,161 | 0,724 | 800,00 | 802,154 | 801,639 | 0,0069 | 800,354 | 799,839 | 0,0069 | 1,800 | 1,800 | 0,23771 | 3,77 | 0,655 | 0,3492 | 2,07 | 0,60 |
| 7-8 | 66,206 | 3931,49 | 3931,49 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,068 | 0,068 | 400,00 | 806,897 | 805,000 | 0,0286 | 805,497 | 803,600 | 0,0286 | 1,400 | 1,400 | 0,06960 | 2,43 | 0,325 | 0,0354 | 1,93 | 0,57 |
| 8-9 | 42,663 | 2225,78 | 6157,27 | 10,57 | 0,50 | 2,05 | 0,038 | 0,106 | 400,00 | 805,000 | 804,426 | 0,0134 | 803,600 | 803,026 | 0,0134 | 1,400 | 1,400 | 0,15818 | 3,15 | 0,502 | 0,0632 | 1,68 | 0,42 |
| 9-10 | 57,828 | 3315,84 | 9473,11 | 11,00 | 0,50 | 2,03 | 0,056 | 0,162 | 400,00 | 804,426 | 802,131 | 0,0397 | 803,026 | 800,731 | 0,0397 | 1,400 | 1,400 | 0,14060 | 3,01 | 0,468 | 0,0577 | 2,81 | 0,34 |
| 10-11 | 15,744 | 5604,51 | 15077,62 | 11,34 | 0,50 | 2,01 | 0,094 | 0,256 | 400,00 | 802,131 | 801,639 | 0,0312 | 800,731 | 800,239 | 0,0312 | 1,400 | 1,400 | 0,25007 | 3,87 | 0,679 | 0,0908 | 2,82 | 0,09 |
| 11-12 | 75,306 | 4557,65 | 62580,08 | 13,63 | 0,50 | 1,89 | 0,072 | 1,052 | 800,00 | 801,639 | 798,333 | 0,0439 | 799,839 | 796,533 | 0,0439 | 1,800 | 1,800 | 0,13649 | 2,98 | 0,460 | 0,2258 | 4,66 | 0,27 |
| 12-13 | 73,402 | 4278,91 | 66858,99 | 13,90 | 0,50 | 1,88 | 0,067 | 1,118 | 800,00 | 798,333 | 796,557 | 0,0242 | 796,533 | 794,757 | 0,0242 | 1,800 | 1,800 | 0,19556 | 3,44 | 0,576 | 0,2995 | 3,73 | 0,33 |
| 13-15 | 90,122 | 9728,35 | 76587,33 | 14,23 | 0,50 | 1,86 | 0,151 | 1,269 | 800,00 | 796,557 | 795,000 | 0,0173 | 794,757 | 793,200 | 0,0173 | 1,800 | 1,800 | 0,26262 | 3,98 | 0,703 | 0,3775 | 3,36 | 0,45 |
| 14-15 | 75,854 | 7870,38 | 7870,38 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,137 | 0,137 | 400,00 | 797,460 | 795,000 | 0,0324 | 796,060 | 793,600 | 0,0324 | 1,400 | 1,400 | 0,13095 | 2,94 | 0,449 | 0,0547 | 2,49 | 0,51 |
| 15-21 | 92,318 | 11212,31 | 95670,02 | 14,68 | 0,50 | 1,84 | 0,172 | 1,578 | 1000,00 | 795,000 | 793,360 | 0,0178 | 793,000 | 791,360 | 0,0178 | 2,000 | 2,000 | 0,17756 | 3,30 | 0,540 | 0,4330 | 3,64 | 0,42 |
| 19-20 | 65,756 | 6080,62 | 6080,62 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,106 | 0,106 | 400,00 | 798,197 | 796,000 | 0,0334 | 796,797 | 794,600 | 0,0334 | 1,400 | 1,400 | 0,09969 | 2,69 | 0,389 | 0,0452 | 2,33 | 0,47 |
| 20-21 | 74,269 | 4555,78 | 10636,40 | 10,47 | 0,50 | 2,06 | 0,078 | 0,184 | 400,00 | 796,000 | 793,360 | 0,0356 | 794,600 | 791,960 | 0,0356 | 1,400 | 1,400 | 0,16809 | 3,23 | 0,522 | 0,0663 | 2,77 | 0,45 |
| 16-17 | 74,306 | 4442,52 | 4442,52 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,077 | 0,077 | 400,00 | 799,098 | 798,361 | 0,0099 | 797,698 | 796,961 | 0,0099 | 1,400 | 1,400 | 0,13359 | 2,96 | 0,454 | 0,0556 | 1,39 | 0,89 |
| 17-18 | 58,581 | 3234,07 | 7676,59 | 10,89 | 0,50 | 2,03 | 0,055 | 0,132 | 400,00 | 798,361 | 797,579 | 0,0134 | 796,961 | 796,179 | 0,0134 | 1,400 | 1,400 | 0,19703 | 3,46 | 0,578 | 0,0753 | 1,75 | 0,56 |
| 18-22 | 75,805 | 3625,38 | 11301,97 | 11,45 | 0,50 | 2,00 | 0,060 | 0,192 | 400,00 | 797,579 | 794,573 | 0,0396 | 796,179 | 793,173 | 0,0396 | 1,400 | 1,400 | 0,16677 | 3,22 | 0,519 | 0,0659 | 2,92 | 0,43 |
| 22-23 | 53,599 | 3386,45 | 14688,42 | 11,88 | 0,50 | 1,98 | 0,056 | 0,248 | 400,00 | 794,573 | 792,734 | 0,0343 | 793,173 | 791,334 | 0,0343 | 1,400 | 1,400 | 0,23130 | 3,72 | 0,643 | 0,0855 | 2,90 | 0,31 |
| 23-24 | 62,609 | 4107,53 | 18795,95 | 12,19 | 0,50 | 1,96 | 0,067 | 0,315 | 400,00 | 792,734 | 790,896 | 0,0294 | 791,334 | 789,496 | 0,0294 | 1,400 | 1,400 | 0,31766 | 4,63 | 0,839 | 0,1126 | 2,80 | 0,37 |
| 21-24 | 107,761 | 11771,46 | 118077,88 | 15,10 | 0,50 | 1,82 | 0,179 | 1,940 | 1000,00 | 793,360 | 790,896 | 0,0229 | 791,360 | 788,896 | 0,0229 | 2,000 | 2,000 | 0,19247 | 3,42 | 0,570 | 0,4620 | 4,20 | 0,43 |
| 24-26 | 44,208 | 13223,02 | 150096,85 | 15,53 | 0,50 | 1,80 | 0,199 | 2,454 | 1000,00 | 790,896 | 789,521 | 0,0311 | 788,896 | 787,521 | 0,0311 | 2,000 | 2,000 | 0,20874 | 3,55 | 0,601 | 0,4929 | 4,98 | 0,15 |

**Tabela E.1 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25-26 | 71,067 | 2583,99 | 2583,99 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,045 | 0,045 | 400,00 | 791,790 | 789,521 | 0,0319 | 790,390 | 788,121 | 0,0319 | 1,400 | 1,400 | 0,04333 | 2,11 | 0,253 | 0,0249 | 1,80 | 0,66 |
| 26-27 | 48,990 | 1767,35 | 154448,20 | 15,68 | 0,50 | 1,80 | 0,026 | 2,526 | 2000,00 | 789,521 | 789,459 | 0,0012 | 786,521 | 786,459 | 0,0012 | 3,000 | 3,000 | 0,16894 | 3,24 | 0,523 | 1,6642 | 1,52 | 0,54 |
| 27-28 | 52,525 | 6833,42 | 161281,61 | 16,21 | 0,50 | 1,77 | 0,101 | 2,627 | 2000,00 | 789,459 | 787,381 | 0,0396 | 786,098 | 784,381 | 0,0327 | 3,362 | 3,000 | 0,03432 | 1,96 | 0,222 | 0,5202 | 5,05 | 0,17 |
| 28-28.1 | 50,839 | 12453,44 | 173735,05 | 16,39 | 0,50 | 1,77 | 0,183 | 2,810 | 2000,00 | 787,381 | 786,443 | 0,0184 | 784,381 | 783,443 | 0,0184 | 3,000 | 3,000 | 0,04888 | 2,18 | 0,270 | 0,6838 | 4,11 | 0,21 |
| 28.1-30 | 34,276 | 5901,20 | 179636,25 | 16,59 | 0,50 | 1,76 | 0,086 | 2,896 | 2000,00 | 786,443 | 786,165 | 0,0081 | 783,443 | 783,165 | 0,0081 | 3,000 | 3,000 | 0,07598 | 2,49 | 0,340 | 0,9404 | 3,08 | 0,19 |
| 30-31 | 58,112 | - | 656126,24 | 20,55 | 0,50 | 1,61 | 10,872 | 10,872 | 2500,00 | 786,165 | 784,625 | 0,0265 | 781,793 | 781,125 | 0,0115 | 4,372 | 3,500 | 0,13208 | 2,95 | 0,452 | 2,1521 | 5,05 | 0,19 |
| 31-32 | 49,544 | 3368,76 | 659495,00 | 20,74 | 0,50 | 1,60 | 0,045 | 10,917 | 2500,00 | 784,625 | 784,167 | 0,0093 | 781,125 | 780,667 | 0,0093 | 3,500 | 3,500 | 0,14790 | 3,07 | 0,482 | 2,3427 | 4,66 | 0,18 |
| 32-32.1 | 69,949 | 4283,24 | 663778,25 | 20,92 | 0,50 | 1,60 | 0,057 | 10,974 | 2500,00 | 784,167 | 783,451 | 0,0102 | 780,667 | 779,951 | 0,0102 | 3,500 | 3,500 | 0,14133 | 3,02 | 0,469 | 2,2632 | 4,85 | 0,24 |
| 32.1-33 | 36,327 | - | 663778,25 | 21,16 | 0,50 | 1,59 | 10,974 | 10,974 | 2500,00 | 783,451 | 782,612 | 0,0231 | 779,527 | 779,112 | 0,0114 | 3,924 | 3,500 | 0,13377 | 2,96 | 0,455 | 2,1723 | 5,05 | 0,12 |
| 1-2 | 63,050 | 5497,70 | 5497,70 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,095 | 0,095 | 400,00 | 789,552 | 787,857 | 0,0269 | 788,152 | 786,457 | 0,0269 | 1,400 | 1,400 | 0,10047 | 2,70 | 0,391 | 0,0455 | 2,10 | 0,50 |
| 2-2.1 | 40,303 | 12993,59 | 18491,29 | 10,50 | 0,50 | 2,05 | 0,222 | 0,318 | 400,00 | 787,857 | 786,119 | 0,0431 | 786,4571 | 784,719 | 0,0431 | 1,400 | 1,400 | 0,26425 | 3,99 | 0,706 | 0,0949 | 3,35 | 0,20 |
| 2.1-4 | 67,493 | - | 18491,29 | 10,70 | 0,50 | 2,04 | 0,318 | 0,318 | 500,00 | 786,119 | 785,149 | 0,0144 | 784,6194 | 783,649 | 0,0144 | 1,500 | 1,500 | 0,25241 | 3,89 | 0,683 | 0,1429 | 2,22 | 0,51 |
| 3-4 | 59,339 | 4724,65 | 4724,65 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,082 | 0,082 | 400,00 | 786,736 | 785,149 | 0,0267 | 785,3361 | 783,749 | 0,0267 | 1,400 | 1,400 | 0,08657 | 2,58 | 0,363 | 0,0411 | 1,99 | 0,50 |
| 4-5 | 74,985 | 9890,76 | 33106,70 | 11,21 | 0,50 | 2,01 | 0,166 | 0,566 | 600,00 | 785,149 | 783,750 | 0,0187 | 783,5492 | 782,150 | 0,0187 | 1,600 | 1,600 | 0,24257 | 3,81 | 0,665 | 0,1995 | 2,84 | 0,44 |
| 5-33 | 59,391 | 5499,96 | 38606,66 | 11,65 | 0,50 | 1,99 | 0,091 | 0,657 | 600,00 | 783,750 | 782,612 | 0,0192 | 782,1500 | 781,012 | 0,0192 | 1,600 | 1,600 | 0,27796 | 4,12 | 0,735 | 0,2226 | 2,95 | 0,34 |
| 33-33.1 | 41,789 | 12671,95 | 715056,86 | 21,28 | 0,50 | 1,58 | 0,167 | 11,798 | 2500,00 | 782,612 | 781,543 | 0,0256 | 778,4964 | 778,043 | 0,0108 | 4,116 | 3,500 | 0,14762 | 3,07 | 0,482 | 2,3394 | 5,04 | 0,14 |
| 33.1-34 | 44,299 | - | 715056,86 | 21,42 | 0,50 | 1,58 | 11,798 | 11,798 | 2500,00 | 781,543 | 781,375 | 0,0038 | 778,0432 | 777,875 | 0,0038 | 3,500 | 3,500 | 0,24948 | 3,87 | 0,678 | 3,5403 | 3,33 | 0,22 |
| 34-35 | 95,338 | 2833,46 | 717890,32 | 21,64 | 0,50 | 1,57 | 0,037 | 11,836 | 2500,00 | 781,375 | 778,087 | 0,0345 | 775,6186 | 774,587 | 0,0108 | 5,756 | 3,500 | 0,14825 | 3,07 | 0,483 | 2,3470 | 5,04 | 0,32 |
| 35-35.1 | 64,549 | 5444,39 | 723334,71 | 21,96 | 0,50 | 1,56 | 0,071 | 11,906 | 2500,00 | 778,087 | 776,017 | 0,0321 | 773,2125 | 772,517 | 0,0108 | 4,875 | 3,500 | 0,14945 | 3,08 | 0,485 | 2,3617 | 5,04 | 0,21 |
| 35.1-50 | 42,576 | - | 723334,71 | 22,17 | 0,50 | 1,55 | 11,906 | 11,906 | 2500,00 | 776,017 | 775,372 | 0,0152 | 772,3306 | 771,872 | 0,0108 | 3,686 | 3,500 | 0,14945 | 3,08 | 0,485 | 2,3617 | 5,04 | 0,14 |

**Tabela E.2 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | Tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 76,026 | 5360,32 | 5360,32 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,093 | 0,093 | 400,00 | 830,738 | 828,934 | 0,0237 | 829,338 | 827,534 | 0,0237 | 1,400 | 1,400 | 0,10426 | 2,73 | 0,398 | 0,0466 | 1,99 | 0,64 |
| 2-3 | 79,294 | 8555,31 | 13915,63 | 10,64 | 0,50 | 2,05 | 0,146 | 0,239 | 400,00 | 828,934 | 827,419 | 0,0191 | 827,534 | 826,019 | 0,0191 | 1,400 | 1,400 | 0,29845 | 4,35 | 0,783 | 0,1056 | 2,26 | 0,58 |
| 3-4 | 69,792 | 9026,76 | 22942,39 | 11,22 | 0,50 | 2,01 | 0,151 | 0,390 | 500,00 | 827,419 | 826,054 | 0,0196 | 825,919 | 824,554 | 0,0196 | 1,500 | 1,500 | 0,26580 | 4,01 | 0,709 | 0,1489 | 2,62 | 0,44 |
| 5-6 | 73,989 | 4611,13 | 4611,13 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,080 | 0,080 | 400,00 | 826,850 | 825,460 | 0,0188 | 825,450 | 824,060 | 0,0188 | 1,400 | 1,400 | 0,10081 | 2,70 | 0,391 | 0,0456 | 1,76 | 0,70 |
| 6-7 | 85,299 | 9053,04 | 13664,17 | 10,70 | 0,50 | 2,04 | 0,154 | 0,234 | 500,00 | 825,460 | 824,306 | 0,0135 | 823,960 | 822,806 | 0,0135 | 1,500 | 1,500 | 0,19159 | 3,41 | 0,568 | 0,1151 | 2,03 | 0,70 |
| 4-7 | 67,330 | 5280,36 | 28222,75 | 11,66 | 0,50 | 1,99 | 0,088 | 0,478 | 500,00 | 826,054 | 824,306 | 0,0260 | 824,554 | 822,806 | 0,0260 | 1,500 | 1,500 | 0,28243 | 4,16 | 0,744 | 0,1568 | 3,05 | 0,37 |
| 7-11 | 87,470 | 8761,92 | 50648,84 | 12,03 | 0,50 | 1,97 | 0,144 | 0,856 | 800,00 | 824,306 | 823,290 | 0,0116 | 822,506 | 821,490 | 0,0116 | 1,800 | 1,800 | 0,21595 | 3,60 | 0,615 | 0,3240 | 2,64 | 0,55 |
| 8-9 | 67,961 | 5282,43 | 5282,43 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,092 | 0,092 | 400,00 | 826,927 | 826,278 | 0,0096 | 825,527 | 824,878 | 0,0096 | 1,400 | 1,400 | 0,16196 | 3,18 | 0,510 | 0,0644 | 1,42 | 0,80 |
| 9-10 | 63,905 | 3987,09 | 9269,52 | 10,80 | 0,50 | 2,04 | 0,068 | 0,159 | 400,00 | 826,278 | 825,161 | 0,0175 | 824,878 | 823,761 | 0,0175 | 1,400 | 1,400 | 0,20814 | 3,54 | 0,600 | 0,0787 | 2,02 | 0,53 |
| 10-11 | 72,553 | 5262,55 | 14532,06 | 11,32 | 0,50 | 2,01 | 0,088 | 0,247 | 400,00 | 825,161 | 823,290 | 0,0258 | 823,761 | 821,890 | 0,0258 | 1,400 | 1,400 | 0,26597 | 4,01 | 0,710 | 0,0954 | 2,59 | 0,47 |
| 11-12 | 86,551 | 9362,81 | 74543,72 | 12,58 | 0,50 | 1,94 | 0,152 | 1,255 | 800,00 | 823,290 | 821,875 | 0,0163 | 821,490 | 820,075 | 0,0163 | 1,800 | 1,800 | 0,26692 | 4,02 | 0,712 | 0,3825 | 3,28 | 0,44 |
| 12-14 | 37,963 | 3789,50 | 78333,22 | 13,02 | 0,50 | 1,92 | 0,061 | 1,315 | 800,00 | 821,875 | 820,891 | 0,0259 | 820,075 | 819,091 | 0,0259 | 1,800 | 1,800 | 0,22220 | 3,65 | 0,626 | 0,3314 | 3,97 | 0,16 |
| 13-14 | 45,780 | 3216,08 | 3216,08 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,056 | 0,056 | 400,00 | 821,733 | 820,891 | 0,0184 | 820,333 | 819,491 | 0,0184 | 1,400 | 1,400 | 0,07107 | 2,44 | 0,328 | 0,0359 | 1,55 | 0,49 |
| 14-15 | 49,716 | - | 81549,30 | 13,18 | 0,50 | 1,91 | 1,371 | 1,371 | 800,00 | 820,891 | 819,494 | 0,0281 | 819,091 | 817,694 | 0,0281 | 1,800 | 1,800 | 0,22248 | 3,65 | 0,627 | 0,3317 | 4,13 | 0,20 |
| 15-16 | 67,877 | 3857,64 | 85406,94 | 13,38 | 0,50 | 1,90 | 0,061 | 1,432 | 800,00 | 819,494 | 817,640 | 0,0273 | 817,694 | 815,840 | 0,0273 | 1,800 | 1,800 | 0,23569 | 3,76 | 0,652 | 0,3469 | 4,13 | 0,27 |
| 16-17 | 65,224 | 3608,19 | 89015,13 | 13,66 | 0,50 | 1,89 | 0,057 | 1,489 | 800,00 | 817,640 | 815,843 | 0,0276 | 815,840 | 814,043 | 0,0276 | 1,800 | 1,800 | 0,24393 | 3,82 | 0,667 | 0,3562 | 4,18 | 0,26 |
| 17-18 | 64,950 | 3363,28 | 92378,41 | 13,92 | 0,50 | 1,88 | 0,053 | 1,542 | 800,00 | 815,843 | 813,731 | 0,0325 | 814,043 | 811,931 | 0,0325 | 1,800 | 1,800 | 0,23254 | 3,73 | 0,646 | 0,3433 | 4,49 | 0,24 |
| 18-19 | 118,528 | 2787,68 | 95166,09 | 14,16 | 0,50 | 1,87 | 0,043 | 1,585 | 800,00 | 813,731 | 809,545 | 0,0353 | 811,931 | 807,745 | 0,0353 | 1,800 | 1,800 | 0,22938 | 3,71 | 0,640 | 0,3397 | 4,67 | 0,42 |
| 19-20 | 61,5846 | 4510,85 | 99676,94 | 14,58 | 0,50 | 1,85 | 0,069 | 1,654 | 800,00 | 809,545 | 807,761 | 0,0290 | 807,745 | 805,961 | 0,0290 | 1,800 | 1,800 | 0,26434 | 3,99 | 0,706 | 0,3795 | 4,36 | 0,24 |
| 20-21 | 62,4579 | 2789,40 | 102466,34 | 14,82 | 0,50 | 1,84 | 0,043 | 1,697 | 800,00 | 807,761 | 805,996 | 0,0283 | 805,961 | 804,196 | 0,0283 | 1,800 | 1,800 | 0,27450 | 4,08 | 0,727 | 0,3916 | 4,33 | 0,24 |
| 21-22 | 66,5858 | 3034,08 | 105500,42 | 15,06 | 0,50 | 1,82 | 0,046 | 1,743 | 800,00 | 805,996 | 803,387 | 0,0392 | 804,196 | 801,587 | 0,0392 | 1,800 | 1,800 | 0,23952 | 3,79 | 0,659 | 0,3512 | 4,96 | 0,22 |
| 1-2 | 75,650 | 2996,97 | 2996,97 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,052 | 0,052 | 400,00 | 816,429 | 814,055 | 0,0314 | 815,029 | 812,655 | 0,0314 | 1,400 | 1,400 | 0,05069 | 2,21 | 0,275 | 0,0281 | 1,85 | 0,68 |
| 2-3 | 75,066 | 4781,13 | 7778,10 | 10,68 | 0,50 | 2,04 | 0,081 | 0,133 | 400,00 | 814,055 | 811,571 | 0,0331 | 812,655 | 810,171 | 0,0331 | 1,400 | 1,400 | 0,12667 | 2,91 | 0,441 | 0,0534 | 2,50 | 0,50 |
| 3-4 | 74,045 | 6574,44 | 14352,54 | 11,18 | 0,50 | 2,02 | 0,110 | 0,244 | 400,00 | 811,571 | 809,378 | 0,0296 | 810,171 | 807,978 | 0,0296 | 1,400 | 1,400 | 0,24463 | 3,83 | 0,668 | 0,0893 | 2,73 | 0,45 |
| 4-5 | 66,123 | 4130,41 | 18482,95 | 11,63 | 0,50 | 1,99 | 0,069 | 0,312 | 400,00 | 809,378 | 807,044 | 0,0353 | 807,978 | 805,644 | 0,0353 | 1,400 | 1,400 | 0,28713 | 4,21 | 0,755 | 0,1018 | 3,07 | 0,36 |
| 5-6 | 68,923 | 2848,93 | 21331,88 | 11,99 | 0,50 | 1,97 | 0,047 | 0,359 | 500,00 | 807,044 | 804,545 | 0,0363 | 805,544 | 803,045 | 0,0363 | 1,500 | 1,500 | 0,17967 | 3,32 | 0,544 | 0,1093 | 3,29 | 0,35 |
| 6-13 | 80,722 | 3726,60 | 25058,48 | 12,34 | 0,50 | 1,95 | 0,061 | 0,420 | 800,00 | 804,545 | 804,429 | 0,0014 | 802,345 | 802,229 | 0,0014 | 2,200 | 2,200 | 0,30019 | 4,37 | 0,788 | 0,4248 | 0,99 | 1,36 |
| 7-8 | 75,976 | 4539,59 | 4539,59 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,079 | 0,079 | 400,00 | 818,929 | 817,083 | 0,0243 | 817,529 | 815,683 | 0,0243 | 1,400 | 1,400 | 0,08728 | 2,59 | 0,364 | 0,0413 | 1,91 | 0,66 |
| 8-9 | 67,591 | 3396,87 | 7936,47 | 10,66 | 0,50 | 2,04 | 0,058 | 0,137 | 400,00 | 817,083 | 815,298 | 0,0264 | 815,683 | 813,898 | 0,0264 | 1,400 | 1,400 | 0,14516 | 3,05 | 0,477 | 0,0591 | 2,31 | 0,49 |

**Tabela E.2 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9-10 | 73,111 | 4848,28 | 12784,74 | 11,15 | 0,50 | 2,02 | 0,081 | 0,218 | 400,00 | 815,298 | 813,165 | 0,0292 | 813,898 | 811,765 | 0,0292 | 1,400 | 1,400 | 0,22053 | 3,64 | 0,623 | 0,0824 | 2,65 | 0,46 |
| 10-11 | 127,440 | 7045,57 | 19830,31 | 11,61 | 0,50 | 1,99 | 0,117 | 0,335 | 400,00 | 813,165 | 809,000 | 0,0327 | 811,765 | 807,600 | 0,0327 | 1,400 | 1,400 | 0,32012 | 4,68 | 0,847 | 0,1135 | 2,95 | 0,72 |
| 11-12 | 59,644 | 8133,62 | 27963,93 | 12,33 | 0,50 | 1,95 | 0,132 | 0,468 | 500,00 | 809,000 | 807,183 | 0,0305 | 807,500 | 805,683 | 0,0305 | 1,500 | 1,500 | 0,25516 | 3,91 | 0,688 | 0,1441 | 3,24 | 0,31 |
| 12-13 | 66,027 | 4680,50 | 32644,43 | 12,64 | 0,50 | 1,94 | 0,076 | 0,543 | 500,00 | 807,183 | 804,429 | 0,0417 | 805,683 | 802,929 | 0,0417 | 1,500 | 1,500 | 0,25331 | 3,90 | 0,685 | 0,1433 | 3,79 | 0,29 |
| 13-22 | 77,847 | 6939,07 | 64641,98 | 13,70 | 0,50 | 1,89 | 0,109 | 1,072 | 800,00 | 804,429 | 803,387 | 0,0134 | 802,629 | 801,587 | 0,0134 | 1,800 | 1,800 | 0,25209 | 3,89 | 0,683 | 0,3655 | 2,93 | 0,44 |
| 22-23 | 96,632 | 5501,08 | 175643,49 | 15,28 | 0,50 | 1,81 | 0,083 | 2,898 | 1000,00 | 803,387 | 799,392 | 0,0413 | 800,160 | 797,392 | 0,0286 | 3,227 | 2,000 | 0,25687 | 3,93 | 0,692 | 0,5796 | 5,00 | 0,32 |
| 23-24 | 61,909 | 3954,07 | 179597,56 | 15,60 | 0,50 | 1,80 | 0,059 | 2,958 | 1000,00 | 799,392 | 797,297 | 0,0338 | 797,057 | 795,297 | 0,0284 | 2,335 | 2,000 | 0,26313 | 3,98 | 0,704 | 0,5908 | 5,01 | 0,21 |
| 24-25 | 63,295 | 3141,83 | 182739,39 | 15,81 | 0,50 | 1,79 | 0,047 | 3,005 | 1000,00 | 797,297 | 795,270 | 0,0320 | 795,060 | 793,270 | 0,0283 | 2,238 | 2,000 | 0,26806 | 4,03 | 0,714 | 0,5998 | 5,01 | 0,21 |
| 25-26 | 69,438 | 3114,16 | 185853,55 | 16,02 | 0,50 | 1,78 | 0,046 | 3,051 | 1000,00 | 795,270 | 793,214 | 0,0296 | 793,167 | 791,214 | 0,0281 | 2,103 | 2,000 | 0,27289 | 4,07 | 0,724 | 0,6088 | 5,01 | 0,23 |
| 26-27 | 84,310 | 2563,45 | 188417,00 | 16,25 | 0,50 | 1,77 | 0,038 | 3,089 | 1000,00 | 793,214 | 790,298 | 0,0346 | 790,659 | 788,298 | 0,0280 | 2,555 | 2,000 | 0,27683 | 4,11 | 0,732 | 0,6162 | 5,01 | 0,28 |
| 27-43 | 92,426 | - | 188417,00 | 16,53 | 0,50 | 1,76 | 3,089 | 3,089 | 1000,00 | 790,298 | 787,000 | 0,0357 | 787,589 | 785,000 | 0,0280 | 2,709 | 2,000 | 0,27683 | 4,11 | 0,732 | 0,6162 | 5,01 | 0,31 |
| 43-44 | 66,749 | - | 201753,16 | 16,84 | 0,50 | 1,75 | 3,320 | 3,320 | 1200,00 | 787,000 | 784,425 | 0,0386 | 783,909 | 782,225 | 0,0252 | 3,091 | 2,200 | 0,19282 | 3,42 | 0,570 | 0,6662 | 4,98 | 0,22 |
| 44-45 | 59,307 | 7365,16 | 209118,32 | 17,06 | 0,50 | 1,74 | 0,107 | 3,426 | 1200,00 | 784,425 | 782,586 | 0,0310 | 781,854 | 780,386 | 0,0247 | 2,571 | 2,200 | 0,20092 | 3,49 | 0,586 | 0,6886 | 4,98 | 0,20 |
| 1-1.1 | 53,748 | 1734,59 | 1734,59 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,030 | 0,030 | 400,00 | 783,656 | 782,797 | 0,0160 | 782,256 | 781,397 | 0,0160 | 1,400 | 1,400 | 0,04111 | 2,07 | 0,246 | 0,0240 | 1,26 | 0,71 |
| 1.1-45 | 36,627 | - | 448577,56 | 18,50 | 0,50 | 1,68 | 7,279 | 7,279 | 2000,00 | 782,797 | 782,586 | 0,0057 | 779,797 | 779,5862 | 0,0057 | 3,000 | 3,000 | 0,22676 | 3,69 | 0,635 | 2,1040 | 3,46 | 0,18 |
| 45-46 | 106,647 | 5912,01 | 663607,90 | 18,68 | 0,50 | 1,68 | 0,083 | 10,788 | 2000,00 | 782,586 | 779,579 | 0,0282 | 777,829 | 776,5789 | 0,0117 | 4,757 | 3,000 | 0,23535 | 3,76 | 0,651 | 2,1656 | 4,98 | 0,36 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-3 | 62,505 | 9779,86 | 9779,86 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,170 | 0,170 | 400,00 | 781,247 | 780,313 | 0,0149 | 779,847 | 778,913 | 0,0149 | 1,400 | 1,400 | 0,23968 | 3,79 | 0,659 | 0,0879 | 1,93 | 0,54 |
| 2-3 | 61,531 | 4276,64 | 4276,64 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,074 | 0,074 | 400,00 | 781,802 | 780,313 | 0,0242 | 780,402 | 778,913 | 0,0242 | 1,400 | 1,400 | 0,08235 | 2,55 | 0,354 | 0,03975 | 1,87 | 0,55 |
| 3-3.1 | 53,469 | 7459,07 | 21515,57 | 10,55 | 0,50 | 2,05 | 0,127 | 0,371 | 500,00 | 780,313 | 779,660 | 0,0122 | 778,813 | 778,160 | 0,0122 | 1,500 | 1,500 | 0,32006 | 4,67 | 0,847 | 0,17731 | 2,09 | 0,43 |
| 3.1-46 | 15,486 | 2633,87 | 24149,44 | 10,97 | 0,50 | 2,03 | 0,044 | 0,416 | 800,00 | 779,660 | 779,579 | 0,0052 | 777,860 | 777,779 | 0,0052 | 1,800 | 1,800 | 0,15677 | 3,14 | 0,499 | 0,25098 | 1,66 | 0,16 |
| 46-47 | 51,953 | 3786,16 | 691543,50 | 19,04 | 0,50 | 1,66 | 0,052 | 11,256 | 2000,00 | 779,579 | 778,684 | 0,0172 | 776,282 | 775,6838 | 0,0115 | 3,297 | 3,000 | 0,24789 | 3,85 | 0,675 | 2,25453 | 4,99 | 0,17 |
| 47-48 | 67,254 | 4843,15 | 696386,65 | 19,21 | 0,50 | 1,66 | 0,067 | 11,323 | 2500,00 | 778,684 | 778,511 | 0,0026 | 775,184 | 775,011 | 0,0026 | 3,500 | 3,500 | 0,29113 | 4,26 | 0,765 | 4,02847 | 2,81 | 0,40 |
| 48-49 | 61,412 | 9010,24 | 705396,89 | 19,61 | 0,50 | 1,64 | 0,123 | 11,446 | 2500,00 | 778,511 | 777,249 | 0,0205 | 774,430 | 773,749 | 0,0111 | 4,081 | 3,500 | 0,14166 | 3,02 | 0,470 | 2,26715 | 5,05 | 0,20 |
| 49-50 | 67,950 | 5408,52 | 710805,41 | 19,81 | 0,50 | 1,63 | 0,074 | 11,520 | 2500,00 | 777,249 | 775,372 | 0,0276 | 772,622 | 771,872 | 0,0110 | 4,628 | 3,500 | 0,14290 | 3,03 | 0,472 | 2,28215 | 5,05 | 0,22 |
| 50-51 | 89,917 | 12636,67 | 1446776,80 | 22,31 | 0,50 | 1,55 | 0,163 | 23,589 | 3000,00 | 775,372 | 772,532 | 0,0316 | 769,155 | 768,532 | 0,0069 | 6,217 | 4,000 | 0,22718 | 3,69 | 0,636 | 4,74086 | 4,98 | 0,30 |
| 51-52 | 40,298 | 4018,28 | 1450795,07 | 22,61 | 0,50 | 1,54 | 0,052 | 23,641 | 3000,00 | 772,532 | 771,626 | 0,0225 | 767,905 | 767,626 | 0,0069 | 4,628 | 4,000 | 0,22780 | 3,70 | 0,637 | 4,75090 | 4,98 | 0,13 |
| 1-2 | 71,243 | 5619,64 | 5619,64 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,098 | 0,098 | 400,00 | 775,455 | 773,704 | 0,0246 | 774,055 | 772,304 | 0,0246 | 1,400 | 1,400 | 0,1074 | 2,76 | 0,404 | 0,04760 | 2,05 | 0,58 |
| 2-3 | 101,569 | 5118,80 | 10738,44 | 10,58 | 0,50 | 2,05 | 0,087 | 0,185 | 400,00 | 773,704 | 772,625 | 0,0106 | 772,304 | 771,225 | 0,0106 | 1,400 | 1,400 | 0,3099 | 4,51 | 0,815 | 0,10967 | 1,69 | 1,00 |
| 3-4 | 62,353 | 12369,52 | 23107,95 | 11,58 | 0,50 | 1,99 | 0,206 | 0,390 | 600,00 | 772,625 | 771,885 | 0,0119 | 771,025 | 770,285 | 0,0119 | 1,600 | 1,600 | 0,20991 | 3,56 | 0,603 | 0,17824 | 2,19 | 0,47 |
| 4-52 | 28,426 | 4447,56 | 27555,51 | 12,06 | 0,50 | 1,97 | 0,073 | 0,463 | 600,00 | 771,885 | 771,626 | 0,0091 | 770,285 | 770,026 | 0,0091 | 1,600 | 1,600 | 0,28435 | 4,18 | 0,749 | 0,22710 | 2,04 | 0,23 |
| 52-53 | 103,424 | - | 1478350,59 | 22,75 | 0,50 | 1,54 | 24,104 | 24,104 | 3000,00 | 771,626 | 768,429 | 0,0309 | 765,137 | 764,429 | 0,0069 | 6,489 | 4,000 | 0,23335 | 3,74 | 0,647 | 4,84049 | 4,98 | 0,35 |
| 53-54 | 55,513 | 12114,07 | 1490464,65 | 23,09 | 0,50 | 1,53 | 0,154 | 24,258 | 3000,00 | 768,429 | 767,044 | 0,0249 | 763,423 | 763,044 | 0,0068 | 5,005 | 4,000 | 0,23519 | 3,75 | 0,651 | 4,87003 | 4,98 | 0,19 |

**Tabela E.2 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 54-55 | 70,973 | 7868,62 | 1498333,27 | 23,28 | 0,50 | 1,52 | 0,100 | 24,358 | 3000,00 | 767,044 | 766,487 | 0,0079 | 762,970 | 762,487 | 0,0068 | 4,074 | 4,000 | 0,23638 | 3,76 | 0,653 | 4,88910 | 4,98 | 0,24 |

**Tabela E.3 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | Tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 76,890 | 5505,39 | 5505,39 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,096 | 0,096 | 400,00 | 831,807 | 829,586 | 0,0289 | 830,4072 | 828,186 | 0,0289 | 1,400 | 1,400 | 0,09706 | 2,67 | 0,384 | 0,0444 | 2,15 | 0,60 |
| 2-3 | 85,158 | 4506,28 | 10011,67 | 10,60 | 0,50 | 2,05 | 0,171 | 0,171 | 400,00 | 829,586 | 828,704 | 0,0104 | 828,1859 | 827,304 | 0,0104 | 1,400 | 1,400 | 0,28990 | 4,24 | 0,762 | 0,1027 | 1,66 | 0,85 |
| 3-4 | 80,429 | 10662,69 | 20674,36 | 11,45 | 0,50 | 2,00 | 0,178 | 0,349 | 500,00 | 828,704 | 827,600 | 0,0137 | 827,2037 | 826,100 | 0,0137 | 1,500 | 1,500 | 0,28349 | 4,17 | 0,747 | 0,1573 | 2,22 | 0,60 |
| 4-4.1 | 46,579 | 4295,97 | 24970,33 | 12,05 | 0,50 | 1,97 | 0,070 | 0,419 | 500,00 | 827,600 | 826,067 | 0,0329 | 826,1000 | 824,567 | 0,0329 | 1,500 | 1,500 | 0,22004 | 3,64 | 0,622 | 0,1285 | 3,26 | 0,24 |
| 4.1-5 | 48,225 | - | 24970,33 | 12,29 | 0,50 | 1,96 | 0,636 | 0,419 | 500,00 | 826,067 | 825,000 | 0,0221 | 824,5667 | 823,500 | 0,0221 | 1,500 | 1,500 | 0,26843 | 4,03 | 0,715 | 0,1501 | 2,79 | 0,29 |
| 5-6 | 70,739 | 10175,75 | 35146,08 | 12,58 | 0,50 | 1,94 | 0,165 | 0,584 | 600,00 | 825,000 | 823,014 | 0,0281 | 823,4000 | 821,414 | 0,0281 | 1,600 | 1,600 | 0,20407 | 3,51 | 0,592 | 0,1743 | 3,35 | 0,35 |
| 6-9 | 82,735 | 10253,87 | 45399,95 | 12,93 | 0,50 | 1,92 | 0,164 | 0,748 | 600,00 | 823,014 | 821,389 | 0,0196 | 821,4137 | 819,789 | 0,0196 | 1,600 | 1,600 | 0,31274 | 4,55 | 0,824 | 0,2492 | 3,00 | 0,46 |
| 7-8 | 61,739 | 6269,26 | 6269,26 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,109 | 0,109 | 400,00 | 824,643 | 822,754 | 0,0306 | 823,2428 | 821,354 | 0,0306 | 1,400 | 1,400 | 0,10739 | 2,76 | 0,404 | 0,0476 | 2,29 | 0,45 |
| 8-9 | 85,144 | 5552,99 | 11822,25 | 10,45 | 0,50 | 2,06 | 0,095 | 0,204 | 400,00 | 822,754 | 820,878 | 0,0220 | 821,3536 | 819,478 | 0,0220 | 1,400 | 1,400 | 0,23731 | 3,77 | 0,655 | 0,0872 | 2,34 | 0,61 |
| 9-12 | 86,897 | 9537,95 | 66760,16 | 13,39 | 0,50 | 1,90 | 0,151 | 1,103 | 800,00 | 820,878 | 818,125 | 0,0317 | 819,0784 | 816,325 | 0,0317 | 1,800 | 1,800 | 0,16858 | 3,23 | 0,523 | 0,2658 | 4,15 | 0,35 |
| 10-11 | 65,148 | 5659,51 | 5659,51 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,098 | 0,098 | 400,00 | 822,394 | 820,493 | 0,0292 | 820,9944 | 819,093 | 0,0292 | 1,400 | 1,400 | 0,09926 | 2,69 | 0,388 | 0,0451 | 2,18 | 0,50 |
| 11-12 | 85,041 | 5573,32 | 11232,83 | 10,50 | 0,50 | 2,05 | 0,095 | 0,194 | 400,00 | 820,493 | 818,125 | 0,0278 | 819,0929 | 816,725 | 0,0278 | 1,400 | 1,400 | 0,20033 | 3,48 | 0,585 | 0,0763 | 2,54 | 0,56 |
| 12-16 | 84,894 | 10748,67 | 88741,65 | 13,74 | 0,50 | 1,89 | 0,169 | 1,466 | 800,00 | 818,125 | 815,357 | 0,0326 | 816,3250 | 813,557 | 0,0326 | 1,800 | 1,800 | 0,22078 | 3,64 | 0,624 | 0,3297 | 4,45 | 0,32 |
| 13-14 | 65,688 | 5296,73 | 5296,73 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,092 | 0,092 | 400,00 | 821,739 | 819,597 | 0,0326 | 820,3391 | 818,197 | 0,0326 | 1,400 | 1,400 | 0,08788 | 2,60 | 0,365 | 0,0415 | 2,21 | 0,49 |
| 14-15 | 63,390 | 5452,85 | 10749,58 | 10,49 | 0,50 | 2,05 | 0,093 | 0,185 | 400,00 | 819,597 | 817,778 | 0,0287 | 818,1968 | 816,378 | 0,0287 | 1,400 | 1,400 | 0,18883 | 3,39 | 0,562 | 0,0728 | 2,54 | 0,42 |
| 15-16 | 82,057 | 5599,61 | 16349,19 | 10,91 | 0,50 | 2,03 | 0,095 | 0,280 | 400,00 | 817,778 | 815,357 | 0,0295 | 816,3778 | 813,957 | 0,0295 | 1,400 | 1,400 | 0,28150 | 4,15 | 0,742 | 0,1000 | 2,80 | 0,49 |
| 16-21 | 94,606 | 9961,98 | 115052,82 | 14,06 | 0,50 | 1,87 | 0,155 | 1,901 | 800,00 | 815,357 | 812,411 | 0,0311 | 813,5571 | 810,611 | 0,0311 | 1,800 | 1,800 | 0,29297 | 4,28 | 0,769 | 0,4150 | 4,58 | 0,34 |
| 17-18 | 61,911 | 7374,52 | 7374,52 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,128 | 0,128 | 400,00 | 820,137 | 818,182 | 0,0316 | 818,7370 | 816,782 | 0,0316 | 1,400 | 1,400 | 0,12434 | 2,89 | 0,437 | 0,0527 | 2,43 | 0,43 |
| 18-19 | 68,019 | 6409,62 | 13784,14 | 10,43 | 0,50 | 2,06 | 0,110 | 0,238 | 400,00 | 818,182 | 816,312 | 0,0275 | 816,7818 | 814,912 | 0,0275 | 1,400 | 1,400 | 0,24772 | 3,85 | 0,674 | 0,0901 | 2,64 | 0,43 |

**Tabela E.3 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19-20 | 59,455 | 4480,54 | 18264,69 | 10,85 | 0,50 | 2,03 | 0,076 | 0,314 | 400,00 | 816,312 | 814,352 | 0,0330 | 814,9115 | 812,952 | 0,0330 | 1,400 | 1,400 | 0,29847 | 4,35 | 0,783 | 0,1056 | 2,97 | 0,33 |
| 20-21 | 74,530 | 6501,24 | 24765,92 | 11,19 | 0,50 | 2,02 | 0,109 | 0,423 | 500,00 | 814,352 | 812,411 | 0,0260 | 812,8518 | 810,911 | 0,0260 | 1,500 | 1,500 | 0,24964 | 3,87 | 0,678 | 0,1417 | 2,99 | 0,42 |
| 21-22 | 91,521 | 10723,40 | 150542,14 | 14,40 | 0,50 | 1,85 | 0,166 | 2,490 | 1000,00 | 812,411 | 809,352 | 0,0334 | 810,1669 | 807,352 | 0,0308 | 2,244 | 2,000 | 0,21293 | 3,58 | 0,609 | 0,5007 | 4,97 | 0,31 |
| 22-23 | 64,932 | 6020,03 | 156562,17 | 14,71 | 0,50 | 1,84 | 0,092 | 2,582 | 1000,00 | 809,352 | 807,453 | 0,0292 | 807,3518 | 805,453 | 0,0292 | 2,000 | 2,000 | 0,22647 | 3,69 | 0,634 | 0,5255 | 4,91 | 0,22 |
| 23-30 | 86,940 | 6184,67 | 162746,84 | 14,93 | 0,50 | 1,83 | 0,094 | 2,676 | 1500,00 | 807,453 | 806,964 | 0,0056 | 804,9528 | 804,464 | 0,0056 | 2,500 | 2,500 | 0,18164 | 3,34 | 0,548 | 0,9922 | 2,70 | 0,54 |
| 24-25 | 70,179 | 2848,50 | 2848,50 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,049 | 0,049 | 400,00 | 817,465 | 815,000 | 0,0351 | 816,0648 | 813,600 | 0,0351 | 1,400 | 1,400 | 0,04554 | 2,14 | 0,260 | 0,0259 | 1,91 | 0,61 |
| 25-26 | 59,235 | 6426,80 | 9275,29 | 10,61 | 0,50 | 2,05 | 0,110 | 0,159 | 400,00 | 815,000 | 813,697 | 0,0220 | 813,6000 | 812,297 | 0,0220 | 1,400 | 1,400 | 0,18520 | 3,36 | 0,555 | 0,0717 | 2,22 | 0,44 |
| 26-27 | 61,884 | 4805,00 | 14080,29 | 11,06 | 0,50 | 2,02 | 0,081 | 0,240 | 400,00 | 813,697 | 811,639 | 0,0333 | 812,2970 | 810,239 | 0,0333 | 1,400 | 1,400 | 0,22732 | 3,69 | 0,636 | 0,0843 | 2,85 | 0,36 |
| 27-28 | 74,298 | 5417,69 | 19497,99 | 11,42 | 0,50 | 2,00 | 0,090 | 0,330 | 400,00 | 811,639 | 809,182 | 0,0331 | 810,2393 | 807,782 | 0,0331 | 1,400 | 1,400 | 0,31376 | 4,57 | 0,827 | 0,1111 | 2,97 | 0,42 |
| 28-29 | 78,548 | 7945,35 | 27443,34 | 11,84 | 0,50 | 1,98 | 0,131 | 0,462 | 500,00 | 809,182 | 806,964 | 0,0282 | 807,6818 | 805,464 | 0,0282 | 1,500 | 1,500 | 0,26164 | 3,97 | 0,701 | 0,1470 | 3,14 | 0,42 |
| 29-30 | 76,557 | 4364,39 | 31807,73 | 12,25 | 0,50 | 1,96 | 0,071 | 0,533 | 500,00 | 806,964 | 804,492 | 0,0323 | 805,4643 | 802,992 | 0,0323 | 1,500 | 1,500 | 0,28236 | 4,16 | 0,744 | 0,1567 | 3,40 | 0,38 |
| 1-2 | 64,818 | 5026,13 | 5026,13 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,087 | 0,087 | 400,00 | 811,429 | 809,583 | 0,0285 | 810,0286 | 808,183 | 0,0285 | 1,400 | 1,400 | 0,08926 | 2,61 | 0,368 | 0,0420 | 2,08 | 0,52 |
| 2-3 | 70,284 | 5026,54 | 10052,67 | 10,52 | 0,50 | 2,05 | 0,086 | 0,173 | 400,00 | 809,583 | 807,076 | 0,0357 | 808,1833 | 805,676 | 0,0357 | 1,400 | 1,400 | 0,15832 | 3,15 | 0,503 | 0,0632 | 2,74 | 0,43 |
| 3-6 | 75,557 | 7388,85 | 17441,51 | 10,95 | 0,50 | 2,03 | 0,125 | 0,298 | 500,00 | 807,076 | 805,417 | 0,0220 | 805,5755 | 803,917 | 0,0220 | 1,500 | 1,500 | 0,19160 | 3,41 | 0,568 | 0,1151 | 2,59 | 0,49 |
| 4-5 | 65,884 | 3550,85 | 3550,85 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,062 | 0,062 | 400,00 | 809,583 | 807,727 | 0,0282 | 808,1833 | 806,327 | 0,0282 | 1,400 | 1,400 | 0,06339 | 2,36 | 0,310 | 0,0331 | 1,86 | 0,59 |
| 5-6 | 70,959 | 5008,99 | 8559,84 | 10,59 | 0,50 | 2,05 | 0,086 | 0,147 | 400,00 | 807,727 | 805,417 | 0,0326 | 806,3273 | 804,017 | 0,0326 | 1,400 | 1,400 | 0,14078 | 3,01 | 0,468 | 0,0578 | 2,55 | 0,46 |
| 6-8 | 78,212 | 8616,25 | 34617,61 | 11,43 | 0,50 | 2,00 | 0,144 | 0,589 | 500,00 | 805,417 | 802,905 | 0,0321 | 803,9167 | 801,405 | 0,0321 | 1,500 | 1,500 | 0,31303 | 4,55 | 0,825 | 0,1732 | 3,40 | 0,38 |
| 7-8 | 69,212 | 3970,84 | 3970,84 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,069 | 0,069 | 400,00 | 804,511 | 802,905 | 0,0232 | 803,1110 | 801,505 | 0,0232 | 1,400 | 1,400 | 0,07812 | 2,51 | 0,344 | 0,0383 | 1,80 | 0,64 |
| 8-32 | 76,607 | 7504,05 | 46092,50 | 11,82 | 0,50 | 1,98 | 0,124 | 0,782 | 600,00 | 802,905 | 800,527 | 0,0311 | 801,3054 | 798,927 | 0,0311 | 1,600 | 1,600 | 0,25983 | 3,95 | 0,697 | 0,2106 | 3,71 | 0,34 |
| 30-31 | 85,761 | 4553,80 | 199108,37 | 15,47 | 0,50 | 1,81 | 0,069 | 3,278 | 1500,00 | 804,492 | 802,302 | 0,0255 | 801,9915 | 799,802 | 0,0255 | 2,500 | 2,500 | 0,10435 | 2,73 | 0,398 | 0,6562 | 4,99 | 0,29 |
| 31-32 | 66,634 | 10949,12 | 210057,49 | 15,75 | 0,50 | 1,79 | 0,164 | 3,441 | 1500,00 | 802,302 | 800,527 | 0,0266 | 799,6892 | 798,027 | 0,0250 | 2,612 | 2,500 | 0,11083 | 2,78 | 0,411 | 0,6839 | 5,03 | 0,22 |
| 1-2 | 73,878 | 6354,39 | 6354,39 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,110 | 0,110 | 400,00 | 806,269 | 803,881 | 0,0323 | 804,8686 | 802,481 | 0,0323 | 1,400 | 1,400 | 0,10590 | 2,74 | 0,401 | 0,0471 | 2,34 | 0,53 |
| 2-3 | 75,990 | 8155,93 | 14510,33 | 10,53 | 0,50 | 2,05 | 0,139 | 0,250 | 400,00 | 803,881 | 802,462 | 0,0187 | 802,4806 | 801,062 | 0,0187 | 1,400 | 1,400 | 0,31557 | 4,60 | 0,832 | 0,1118 | 2,23 | 0,57 |

**Tabela E.3 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3-5 | 76,064 | 10995,29 | 25505,61 | 11,09 | 0,50 | 2,02 | 0,185 | 0,435 | 600,00 | 802,462 | 801,645 | 0,0107 | 800,8615 | 800,045 | 0,0107 | 1,600 | 1,600 | 0,24578 | 3,84 | 0,671 | 0,2016 | 2,16 | 0,59 |
| 4-5 | 71,063 | 3943,57 | 3943,57 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,068 | 0,068 | 400,00 | 801,645 | 799,844 | 0,0253 | 800,2447 | 798,444 | 0,0253 | 1,400 | 1,400 | 0,07423 | 2,47 | 0,336 | 0,0370 | 1,85 | 0,64 |
| 5-34 | 78,283 | 7453,08 | 36902,27 | 11,68 | 0,50 | 1,99 | 0,124 | 0,627 | 600,00 | 799,844 | 797,407 | 0,0311 | 798,2437 | 795,807 | 0,0311 | 1,600 | 1,600 | 0,20810 | 3,54 | 0,600 | 0,1770 | 3,54 | 0,37 |
| 32-33 | 76,476 | 9952,42 | 266102,41 | 15,97 | 0,50 | 1,78 | 0,148 | 4,371 | 1500,00 | 800,527 | 798,982 | 0,0202 | 798,0265 | 796,482 | 0,0202 | 2,500 | 2,500 | 0,15646 | 3,14 | 0,499 | 0,8810 | 4,96 | 0,26 |
| 33-34 | 76,934 | 7853,58 | 273956,00 | 16,23 | 0,50 | 1,77 | 0,116 | 4,487 | 1500,00 | 798,982 | 797,407 | 0,0205 | 796,4815 | 794,907 | 0,0205 | 2,500 | 2,500 | 0,15959 | 3,16 | 0,505 | 0,8948 | 5,01 | 0,26 |
| 1-2 | 69,136 | 4781,70 | 4781,70 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,083 | 0,083 | 400,00 | 798,290 | 796,449 | 0,0266 | 796,8895 | 795,049 | 0,0266 | 1,400 | 1,400 | 0,08782 | 2,60 | 0,365 | 0,0415 | 2,00 | 0,58 |
| 2-3 | 67,656 | 4946,85 | 9728,55 | 10,58 | 0,50 | 2,05 | 0,084 | 0,167 | 400,00 | 796,449 | 794,281 | 0,0321 | 795,0493 | 792,881 | 0,0321 | 1,400 | 1,400 | 0,16151 | 3,18 | 0,509 | 0,0642 | 2,61 | 0,43 |
| 3-13 | 74,894 | 4798,66 | 14527,21 | 11,01 | 0,50 | 2,02 | 0,081 | 0,248 | 400,00 | 794,281 | 792,536 | 0,0233 | 792,8807 | 791,136 | 0,0233 | 1,400 | 1,400 | 0,28108 | 4,15 | 0,741 | 0,0999 | 2,49 | 0,50 |
| 7-8 | 63,940 | 3071,13 | 3071,13 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,053 | 0,053 | 400,00 | 801,894 | 799,375 | 0,0394 | 800,4939 | 797,975 | 0,0394 | 1,400 | 1,400 | 0,04636 | 2,15 | 0,262 | 0,0263 | 2,03 | 0,53 |
| 8-5 | 44,846 | 3644,74 | 6715,87 | 10,53 | 0,50 | 2,05 | 0,062 | 0,116 | 400,00 | 799,375 | 797,917 | 0,0325 | 797,9750 | 796,517 | 0,0325 | 1,400 | 1,400 | 0,11072 | 2,78 | 0,411 | 0,0486 | 2,38 | 0,31 |
| 4-5 | 71,106 | 6032,10 | 6032,10 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,105 | 0,105 | 400,00 | 799,514 | 797,917 | 0,0225 | 798,1139 | 796,517 | 0,0225 | 1,400 | 1,400 | 0,12060 | 2,86 | 0,430 | 0,0516 | 2,03 | 0,58 |
| 5-6 | 63,957 | 5716,28 | 18464,24 | 10,84 | 0,50 | 2,03 | 0,097 | 0,317 | 400,00 | 797,917 | 795,909 | 0,0314 | 796,5167 | 794,509 | 0,0314 | 1,400 | 1,400 | 0,30915 | 4,49 | 0,813 | 0,1094 | 2,90 | 0,37 |
| 6-12 | 68,891 | 4606,05 | 23070,30 | 11,21 | 0,50 | 2,01 | 0,077 | 0,394 | 500,00 | 795,909 | 794,365 | 0,0224 | 794,4090 | 792,865 | 0,0224 | 1,500 | 1,500 | 0,25098 | 3,88 | 0,680 | 0,1423 | 2,77 | 0,41 |
| 9-10 | 61,579 | 5295,73 | 5295,73 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,092 | 0,092 | 400,00 | 801,214 | 799,109 | 0,0342 | 799,8143 | 797,709 | 0,0342 | 1,400 | 1,400 | 0,08582 | 2,58 | 0,361 | 0,0409 | 2,25 | 0,46 |
| 10-11 | 61,225 | 4733,50 | 10029,24 | 10,46 | 0,50 | 2,06 | 0,081 | 0,173 | 400,00 | 799,109 | 796,986 | 0,0347 | 797,7090 | 795,586 | 0,0347 | 1,400 | 1,400 | 0,16044 | 3,17 | 0,507 | 0,0639 | 2,71 | 0,38 |
| 11-12 | 74,974 | 4516,32 | 14545,56 | 10,83 | 0,50 | 2,03 | 0,077 | 0,250 | 500,00 | 796,986 | 796,209 | 0,0104 | 795,4864 | 794,709 | 0,0104 | 1,500 | 1,500 | 0,23335 | 3,74 | 0,647 | 0,1345 | 1,86 | 0,67 |
| 12-13 | 76,741 | 6075,99 | 43691,84 | 11,62 | 0,50 | 1,99 | 0,101 | 0,745 | 600,00 | 796,209 | 792,536 | 0,0479 | 794,6085 | 790,936 | 0,0479 | 1,600 | 1,600 | 0,19945 | 3,48 | 0,583 | 0,1711 | 4,35 | 0,29 |
| 13-38 | 75,478 | 10687,77 | 68906,82 | 11,92 | 0,50 | 1,98 | 0,176 | 1,169 | 800,00 | 792,536 | 790,000 | 0,0336 | 790,7362 | 788,200 | 0,0336 | 1,800 | 1,800 | 0,17349 | 3,27 | 0,532 | 0,2720 | 4,30 | 0,29 |
| 34-35 | 91,642 | 10164,31 | 321022,57 | 16,49 | 0,50 | 1,76 | 0,149 | 5,263 | 1500,00 | 797,407 | 795,759 | 0,0180 | 794,9074 | 793,259 | 0,0180 | 2,500 | 2,500 | 0,19967 | 3,48 | 0,583 | 1,0705 | 4,92 | 0,31 |
| 35-36 | 70,054 | 9527,18 | 330549,75 | 16,80 | 0,50 | 1,75 | 0,139 | 5,402 | 1500,00 | 795,759 | 795,000 | 0,0108 | 793,2593 | 792,500 | 0,0108 | 2,500 | 2,500 | 0,26399 | 3,99 | 0,706 | 1,3329 | 4,05 | 0,29 |
| 36-37 | 67,795 | 7074,55 | 337624,31 | 17,08 | 0,50 | 1,74 | 0,102 | 5,505 | 1500,00 | 795,000 | 792,963 | 0,0300 | 791,6892 | 790,463 | 0,0181 | 3,311 | 2,500 | 0,20823 | 3,54 | 0,600 | 1,1069 | 4,97 | 0,23 |
| 37-38 | 74,819 | 6789,44 | 344413,74 | 17,31 | 0,50 | 1,73 | 0,098 | 5,602 | 1500,00 | 792,963 | 790,000 | 0,0396 | 788,8402 | 787,500 | 0,0179 | 4,123 | 2,500 | 0,21296 | 3,58 | 0,609 | 1,1267 | 4,97 | 0,25 |
| 38-39 | 123,519 | 10491,93 | 423812,50 | 17,56 | 0,50 | 1,72 | 0,150 | 6,922 | 2000,00 | 790,000 | 787,586 | 0,0195 | 786,5066 | 784,586 | 0,0155 | 3,493 | 3,000 | 0,13114 | 2,94 | 0,450 | 1,3701 | 5,05 | 0,41 |

**Tabela E.3 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39-40 | 30,610 | 12412,66 | 436225,16 | 17,97 | 0,50 | 1,70 | 0,176 | 7,098 | 2000,00 | 787,586 | 786,466 | 0,0366 | 783,9328 | 783,466 | 0,0153 | 3,653 | 3,000 | 0,13571 | 2,98 | 0,459 | 1,4051 | 5,05 | 0,10 |
| 41-42 | 38,682 | 8101,64 | 8101,64 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,141 | 0,141 | 400,00 | 789,800 | 787,800 | 0,0517 | 788,4000 | 786,400 | 0,0517 | 1,400 | 1,400 | 0,10676 | 2,75 | 0,403 | 0,0474 | 2,97 | 0,22 |
| 42-43 | 31,347 | 5234,52 | 13336,16 | 10,22 | 0,50 | 2,07 | 0,090 | 0,231 | 400,00 | 787,800 | 787,000 | 0,0255 | 786,4000 | 785,600 | 0,0255 | 1,400 | 1,400 | 0,24955 | 3,87 | 0,678 | 0,0907 | 2,55 | 0,21 |
| 40-40.1 | 18,914 | 10617,81 | 446842,97 | 18,07 | 0,50 | 1,70 | 0,150 | 7,248 | 2000,00 | 786,466 | 786,111 | 0,0187 | 783,3955 | 783,111 | 0,0150 | 3,070 | 3,000 | 0,13964 | 3,01 | 0,466 | 1,4354 | 5,05 | 0,06 |
| 40.1-40.2 | 27,405 | - | 446842,97 | 18,13 | 0,50 | 1,70 | 7,248 | 7,248 | 2000,00 | 782,082 | 781,670 | 0,0150 | 779,0821 | 778,670 | 0,0150 | 3,000 | 3,000 | 0,13964 | 3,01 | 0,466 | 1,4354 | 5,05 | 0,09 |
| 40.2-1.1 | 84,553 | - | 446842,97 | 18,22 | 0,50 | 1,69 | 7,248 | 7,248 | 2000,00 | 784,670 | 782,797 | 0,0222 | 778,0683 | 776,797 | 0,0150 | 6,602 | 6,000 | 0,13964 | 3,01 | 0,466 | 1,4354 | 5,05 | 0,28 |

**Tabela E.4 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | Tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 64,586 | 9362,12 | 9362,12 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,162 | 0,162 | 400,00 | 817,329 | 816,049 | 0,0198 | 815,929 | 814,649 | 0,0198 | 1,400 | 1,400 | 0,19932 | 3,47 | 0,583 | 0,0760 | 2,14 | 0,50 |
| 2-3 | 73,865 | 5498,53 | 14860,65 | 10,50 | 0,50 | 2,05 | 0,094 | 0,257 | 500,00 | 816,049 | 815,502 | 0,0074 | 814,549 | 814,002 | 0,0074 | 1,500 | 1,500 | 0,28377 | 4,18 | 0,747 | 0,1574 | 1,63 | 0,76 |
| 3-6 | 84,334 | 7194,29 | 22054,95 | 11,26 | 0,50 | 2,01 | 0,121 | 0,377 | 500,00 | 815,502 | 812,923 | 0,0306 | 814,002 | 811,423 | 0,0306 | 1,500 | 1,500 | 0,20540 | 3,52 | 0,595 | 0,1217 | 3,10 | 0,45 |
| 4-5 | 66,047 | 9358,11 | 9358,11 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,162 | 0,162 | 400,00 | 814,677 | 813,387 | 0,0195 | 813,277 | 811,987 | 0,0195 | 1,400 | 1,400 | 0,20062 | 3,48 | 0,585 | 0,0764 | 2,12 | 0,52 |
| 5-6 | 73,827 | 5494,69 | 14852,80 | 10,52 | 0,50 | 2,05 | 0,094 | 0,256 | 500,00 | 813,387 | 812,923 | 0,0063 | 811,887 | 811,423 | 0,0063 | 1,500 | 1,500 | 0,30798 | 4,48 | 0,810 | 0,1703 | 1,51 | 0,82 |
| 6-6.1 | 71,500 | 8801,35 | 45709,10 | 11,71 | 0,50 | 1,99 | 0,146 | 0,779 | 600,00 | 812,923 | 810,143 | 0,0389 | 811,323 | 808,543 | 0,0389 | 1,600 | 1,600 | 0,23144 | 3,72 | 0,644 | 0,1924 | 4,05 | 0,29 |
| 6.1-9 | 15,528 | 4220,21 | 49929,30 | 12,01 | 0,50 | 1,97 | 0,069 | 0,849 | 600,00 | 810,143 | 809,615 | 0,0340 | 808,543 | 808,015 | 0,0340 | 1,600 | 1,600 | 0,26968 | 4,04 | 0,717 | 0,2170 | 3,91 | 0,07 |
| 7-8 | 64,152 | 9425,82 | 9425,82 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,164 | 0,164 | 400,00 | 811,727 | 810,469 | 0,0196 | 810,327 | 809,069 | 0,0196 | 1,400 | 1,400 | 0,20164 | 3,49 | 0,587 | 0,0767 | 2,13 | 0,50 |
| 8-9 | 75,067 | 5646,31 | 15072,13 | 10,50 | 0,50 | 2,05 | 0,097 | 0,260 | 500,00 | 810,469 | 809,615 | 0,0114 | 808,969 | 808,115 | 0,0114 | 1,500 | 1,500 | 0,23242 | 3,73 | 0,646 | 0,1340 | 1,94 | 0,64 |
| 10-11 | 51,287 | 5913,04 | 5913,04 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,103 | 0,103 | 400,00 | 813,114 | 810,913 | 0,0429 | 811,714 | 809,513 | 0,0429 | 1,400 | 1,400 | 0,08554 | 2,58 | 0,360 | 0,0408 | 2,52 | 0,34 |
| 11-12 | 66,550 | 4636,86 | 10549,90 | 10,34 | 0,50 | 2,06 | 0,080 | 0,182 | 500,00 | 810,913 | 810,393 | 0,0078 | 809,413 | 808,893 | 0,0078 | 1,500 | 1,500 | 0,19646 | 3,45 | 0,577 | 0,1174 | 1,55 | 0,71 |
| 12-12.1 | 59,501 | 6030,33 | 16580,22 | 11,05 | 0,50 | 2,02 | 0,102 | 0,284 | 500,00 | 810,393 | 809,737 | 0,0110 | 808,893 | 808,237 | 0,0110 | 1,500 | 1,500 | 0,25747 | 3,93 | 0,693 | 0,1452 | 1,96 | 0,51 |
| 12.1-9 | 16,881 | 4709,90 | 21290,13 | 11,56 | 0,50 | 1,99 | 0,078 | 0,362 | 600,00 | 809,737 | 809,615 | 0,0072 | 808,137 | 808,015 | 0,0072 | 1,600 | 1,600 | 0,25019 | 3,87 | 0,679 | 0,2044 | 1,77 | 0,16 |
| 9-9.1 | 76,758 | 4728,26 | 91019,82 | 12,07 | 0,50 | 1,97 | 0,078 | 1,548 | 800,00 | 809,615 | 807,208 | 0,0314 | 807,815 | 805,408 | 0,0314 | 1,800 | 1,800 | 0,23779 | 3,77 | 0,656 | 0,3493 | 4,43 | 0,29 |
| 9.1-13 | 21,078 | 5318,49 | 96338,32 | 12,36 | 0,50 | 1,95 | 0,087 | 1,635 | 800,00 | 807,208 | 806,795 | 0,0196 | 805,408 | 804,995 | 0,0196 | 1,800 | 1,800 | 0,31772 | 4,63 | 0,839 | 0,4504 | 3,63 | 0,10 |

**Tabela E.5 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| Galeria | | Área (m²) | | Tc | C | i | Qloc | Q | D | Cotas terreno (m) | | St | Cotas inf. galeria(m) | | Sg | Prof. geratriz inf. (m) | | k | θ (rad) | h/D | A | V | tp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trecho | Extensão | Local | Total | | | | | | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | mont. | jus. | | | | | | |
| 1-2 | 63,487 | 12589,48 | 12589,48 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,218 | 0,218 | 400,00 | 791,231 | 789,545 | 0,0266 | 789,831 | 788,145 | 0,0266 | 1,400 | 1,400 | 0,23150 | 3,73 | 0,644 | 0,0855 | 2,55 | 0,41 |
| 2-3 | 61,232 | 6117,11 | 18706,58 | 10,41 | 0,50 | 2,06 | 0,105 | 0,323 | 400,00 | 789,545 | 787,458 | 0,0341 | 788,145 | 786,058 | 0,0341 | 1,400 | 1,400 | 0,30242 | 4,40 | 0,794 | 0,1070 | 3,02 | 0,34 |
| 3-4 | 70,655 | 5093,04 | 23799,63 | 10,75 | 0,50 | 2,04 | 0,087 | 0,410 | 500,00 | 787,458 | 784,595 | 0,0405 | 785,958 | 783,095 | 0,0405 | 1,500 | 1,500 | 0,19395 | 3,43 | 0,572 | 0,1162 | 3,53 | 0,33 |
| 4-5 | 129,686 | 9557,03 | 33356,66 | 11,09 | 0,50 | 2,02 | 0,161 | 0,571 | 500,00 | 784,595 | 780,338 | 0,0328 | 783,095 | 778,838 | 0,0328 | 1,500 | 1,500 | 0,30010 | 4,37 | 0,788 | 0,1659 | 3,44 | 0,63 |
| 5-6 | 22,073 | 7167,68 | 40524,34 | 11,71 | 0,50 | 1,99 | 0,119 | 0,690 | 800,00 | 780,338 | 780,000 | 0,0153 | 778,538 | 778,200 | 0,0153 | 1,800 | 1,800 | 0,15159 | 3,10 | 0,489 | 0,2445 | 2,82 | 0,13 |
| 6-12 | 91,198 | - | 40524,34 | 11,84 | 0,50 | 1,98 | 0,690 | 0,690 | 1200,00 | 780,000 | 780,493 | -0,0054 | 777,800 | 777,755 | 0,0005 | 2,200 | 2,738 | 0,28742 | 4,22 | 0,756 | 0,9173 | 0,75 | 2,02 |
| 7-8 | 33,405 | 15127,13 | 15127,13 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,262 | 0,262 | 500,00 | 785,643 | 785,000 | 0,0192 | 784,143 | 783,500 | 0,0192 | 1,500 | 1,500 | 0,18022 | 3,32 | 0,546 | 0,1095 | 2,40 | 0,23 |
| 8-10 | 57,416 | - | 15127,13 | 10,23 | 0,50 | 2,07 | 0,262 | 0,262 | 500,00 | 785,000 | 782,535 | 0,0429 | 783,500 | 781,035 | 0,0429 | 1,500 | 1,500 | 0,12066 | 2,86 | 0,430 | 0,0806 | 3,25 | 0,29 |
| 9-10 | 61,803 | 4666,91 | 4666,91 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,081 | 0,081 | 400,00 | 783,071 | 782,535 | 0,0087 | 781,671 | 781,135 | 0,0087 | 1,400 | 1,400 | 0,15013 | 3,09 | 0,486 | 0,0607 | 1,33 | 0,77 |
| 10-10.1 | 52,349 | 8028,57 | 12695,48 | 10,77 | 0,50 | 2,04 | 0,136 | 0,480 | 500,00 | 782,535 | 780,845 | 0,0323 | 781,035 | 779,345 | 0,0323 | 1,500 | 1,500 | 0,25434 | 3,91 | 0,687 | 0,1438 | 3,34 | 0,26 |
| 10.1-12 | 10,301 | 4335,64 | 17031,12 | 11,03 | 0,50 | 2,02 | 0,073 | 0,553 | 500,00 | 780,845 | 780,493 | 0,0342 | 779,345 | 778,993 | 0,0342 | 1,500 | 1,500 | 0,28481 | 4,19 | 0,750 | 0,1579 | 3,50 | 0,05 |
| 11-12 | 64,796 | 7102,85 | 7102,85 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,123 | 0,123 | 400,00 | 780,786 | 780,493 | 0,0045 | 779,386 | 779,093 | 0,0045 | 1,400 | 1,400 | 0,31661 | 4,61 | 0,836 | 0,1122 | 1,10 | 0,98 |
| 12-14 | 48,936 | 1815,94 | 66474,25 | 13,87 | 0,50 | 1,88 | 0,028 | 1,394 | 1200,00 | 780,493 | 778,547 | 0,0398 | 778,293 | 776,347 | 0,0398 | 2,200 | 2,200 | 0,06449 | 2,37 | 0,312 | 0,3018 | 4,62 | 0,18 |
| 13-14 | 60,528 | 5531,27 | 5531,27 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,096 | 0,096 | 400,00 | 778,944 | 778,547 | 0,0066 | 777,544 | 777,147 | 0,0066 | 1,400 | 1,400 | 0,20467 | 3,52 | 0,593 | 0,0776 | 1,24 | 0,82 |
| 14-15 | 42,221 | 3062,23 | 75067,75 | 14,04 | 0,50 | 1,87 | 0,048 | 1,538 | 1200,00 | 778,547 | 777,320 | 0,0291 | 776,347 | 775,120 | 0,0291 | 2,200 | 2,200 | 0,08320 | 2,55 | 0,355 | 0,3602 | 4,27 | 0,16 |
| 15-16 | 61,402 | 13220,32 | 88288,07 | 14,21 | 0,50 | 1,86 | 0,205 | 1,74 | 1200,00 | 777,320 | 774,559 | 0,0450 | 774,800 | 772,359 | 0,0397 | 2,520 | 2,200 | 0,08065 | 2,53 | 0,350 | 0,3527 | 4,94 | 0,21 |
| 16-17 | 69,899 | 5518,77 | 93806,85 | 14,41 | 0,50 | 1,85 | 0,085 | 1,83 | 1200,00 | 774,559 | 772,792 | 0,0253 | 772,359 | 770,592 | 0,0253 | 2,200 | 2,200 | 0,10608 | 2,75 | 0,402 | 0,4247 | 4,31 | 0,27 |
| 17-18 | 82,592 | 7553,95 | 101360,80 | 14,69 | 0,50 | 1,84 | 0,116 | 1,94 | 1200,00 | 772,792 | 771,479 | 0,0159 | 770,592 | 769,279 | 0,0159 | 2,200 | 2,200 | 0,14222 | 3,03 | 0,471 | 0,5239 | 3,71 | 0,37 |
| 1-18 | 70,277 | 8880,5669 | 8880,57 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,154 | 0,15 | 400,00 | 773,999 | 771,479 | 0,0359 | 772,599 | 770,079 | 0,0359 | 1,400 | 1,400 | 0,14051 | 3,01 | 0,468 | 0,0577 | 2,67 | 0,44 |
| 18-19 | 57,704 | 8990,044 | 119231,41 | 15,06 | 0,50 | 1,82 | 0,137 | 2,23 | 1200,00 | 771,479 | 770,797 | 0,0118 | 769,279 | 768,597 | 0,0118 | 2,200 | 2,200 | 0,18967 | 3,40 | 0,564 | 0,6575 | 3,40 | 0,28 |

**Tabela E.5 – Planilha de cálculo de galerias de águas pluviais**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19-20 | 69,764 | 5529,564 | 124760,97 | 15,34 | 0,50 | 1,81 | 0,083 | 2,318 | 1200,00 | 770,797 | 770,316 | 0,0069 | 768,597 | 768,116 | 0,0069 | 2,200 | 2,200 | 0,25764 | 3,94 | 0,693 | 0,8366 | 2,77 | 0,42 |
| 1-2 | 65,766 | 3797,6763 | 3797,68 | 10,00 | 0,50 | 2,08 | 0,066 | 0,066 | 400,00 | 776,528 | 774,615 | 0,0291 | 775,128 | 773,215 | 0,0291 | 1,400 | 1,400 | 0,06673 | 2,40 | 0,318 | 0,0344 | 1,92 | 0,57 |
| 2-3 | 94,049 | 3489,5537 | 7287,23 | 10,57 | 0,50 | 2,05 | 0,060 | 0,125 | 400,00 | 774,615 | 772,468 | 0,0228 | 773,215 | 771,068 | 0,0228 | 1,400 | 1,400 | 0,14340 | 3,04 | 0,473 | 0,0586 | 2,14 | 0,73 |
| 3-20 | 86,070 | 6208,9019 | 13496,13 | 11,30 | 0,50 | 2,01 | 0,104 | 0,229 | 400,00 | 772,468 | 770,316 | 0,0250 | 771,068 | 768,916 | 0,0250 | 1,400 | 1,400 | 0,25062 | 3,88 | 0,680 | 0,0910 | 2,52 | 0,57 |
| 20-55 | 111,678 | 10483,132 | 148740,24 | 15,76 | 0,50 | 1,79 | 0,157 | 2,705 | 1200,00 | 770,316 | 767,162 | 0,0282 | 768,116 | 764,962 | 0,0282 | 2,200 | 2,200 | 0,14845 | 3,07 | 0,483 | 0,5413 | 5,00 | 0,37 |

# Livros Grátis

( http://www.livrosgratis.com.br )

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo