MASTER AGROINDUSTRIAL LTDA

Objeto:

MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM

Obra:

FRIGORÍFICO DE SUÍNOS / INDUSTRIALIZADOS

Localização - UF

MAFRA - SC

Revisão - Data

00 – 28/08/2015 – Emissão inicial

DADOS DOS PROJETISTAS

PROJETO DE DRENAGEM

ZENITE ENGENHARIA LTDA
CREA Santa Catarina no 25.133-1
Rua Dr. Fúlvio Luz, 277 – Bairro Vila Nova – Blumenau – Santa Catarina
Telefone/Fax 47-3329-0102
e-mail: zenite@znt.eng.br

Responsáveis Técnicos

SERGIO LUBITZ
Engenheiro Civil, Especialização em Geotecnia e Pós Graduado em Gestão Empresarial FGV
Registro Nacional 250608442-8, CREA Santa Catarina nº 13.434-3, CREA São Paulo nº 5060038266, CREA Rio Grande do Sul nº 113.013, CREA Mato Grosso nº 10.729, CREA Paraná nº 081.773

Coautoria
EMERSON LUBITZ
Engenheiro Civil, M.Sc. em Engenharia Ambiental
CREA Santa Catarina nº 44.749-7, RNP 250505672-2

INDICE

DADOS DOS PROJETISTAS 2

1 INTRODUÇÃO 4

1.1 APRESENTAÇÃO 4
1.2 JUSTIFICATIVA 4

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA 5

2.1 VAZÕES MÁXIMAS DE PROJETO 5
2.1.1 Precipitação de projeto 6
2.1.2 Tempo de concentração 7
2.1.3 Escoamento superficial 7
2.2 ESTUDOS DE CONDUÇÃO – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO 9
2.2.1 Tubos circulares 9

3 ÁREA DE ESTUDO 12

4 MEMÓRIA DE CÁLCULO 13

4.1 TRECHO A 13
4.2 TRECHO B 14
4.3 TRECHO C 15
4.4 TRECHO D 16
4.5 TRECHO E 17
4.6 TRECHO F 18
4.7 TRECHO G 19

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O objetivo deste memorial é apresentar o cálculo hídrico das vazões máximas de projeto para os deságues da rede de águas pluviais projetada na implantação do frigorífico de suínos e industrializados da MASTER AGROINDUSTRIAL LTDA, localizada no município de Mafra, estado de Santa Catarina.

1.2 JUSTIFICATIVA

Estudos hidrológicos são importantes ferramentas de identificação e análise de problemas relacionados aos recursos hídricos, preservação do meio ambiente e ocupação de bacias hidrográficas. Dentre outros aspectos envolvidos pela hidrologia, a determinação de vazões máximas é fundamental para a previsão de cheias e para o projeto de obras hidráulicas, pois torna possível reproduzir condições críticas com certo risco de ocorrência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

O objetivo na prática da drenagem urbana está voltado para o dimensionamento de galerias, bueiros e canais destinados à rápida remoção dos volumes de água de origem pluvial que normalmente causam as inundações por enchurrada.

A metodologia tem recaído na determinação de uma vazão de projeto associada a uma probabilidade de ocorrência pré-estabelecida.

Os métodos estatísticos de obtenção das vazões de enchente e que utilizam séries históricas de vazão observada, procedimento comum em bacias naturais, não devem ser aplicados na drenagem de bacias urbanas, não só pela escassez de dados como também pela heterogeneidade estatística.

Dentre os métodos para o cálculo de vazão de bacias e dimensionamento de condutos, em bacias de até 5 km^2, o Método Racional é o mais empregado em todo o mundo.

Este método tem se mostrado ao longo dos anos bastante adequado, principalmente quando do dimensionamento de galerias e tubulações (bueiros).

O uso do Método Racional se baseia na hipótese de que a intensidade da precipitação é constante enquanto perdurar a chuva, a permeabilidade das superfícies permanece constante durante a chuva, as velocidades de escoamento nas galerias são as de funcionamento à secção plena e o tempo de duração da chuva que dá a maior vazão é igual ao tempo de concentração.

Portanto, para o caso da bacia estudada, os procedimentos de cálculo de vazão serão realizados pelo Método Racional, lembrando que para bacias maiores, outros métodos deverão ser aplicados, tais como o Método do Hidrograma Unitário Sintético, Método de Soil Conservation Service (USA) e o Método de Ven-Te-Chow.

2.1 VAZÕES MÁXIMAS DE PROJETO

Segundo o Método Racional, a vazão é determinada em função da precipitação, da área e das características de recobrimento da bacia. É utilizada a equação seguinte:

$$Q = 166{,}67 \times C \times I \times A$$

onde:

Q = vazão, em litros por segundo (l/s)

C = Coeficiente de Escoamento Superficial ou Coeficiente de Deflúvio

I = intensidade média da chuva, para uma duração de chuva igual ao tempo de concentração da bacia, em milímetros por minuto (mm/min)

A = área da bacia, em hectares (ha).

2.1.1 Precipitação de projeto

A intensidade de precipitação é a quantidade de chuva por unidade de tempo para um período de recorrência e duração prevista. Sua determinação geralmente é feita através da análise de curvas que relacionam a intensidade/duração/freqüência, elaborada a partir de dados pluviométricos, anotados ao longo de vários anos de observações, que antecedem ao período de determinação de cada chuva. Para a área em questão, foram adotados valores determinados a partir da equação de chuva da estação pluviométrica 02649016 (código ANA), localizada na cidade de Mafra, conforme apresentado no livro “Chuvas Intensas e Chuva de Projeto de Drenagem Superficial no Estado de Santa Catarina”, de Álvaro José Back (2002). Esta estação foi escolhida por ser a mais próxima do empreendimento. A equação é a seguinte:

$$I = \frac{571{,}0 \times Tr^{0{,}1850}}{(t_c + 8{,}1)^{0{,}6649}}$$

onde:

I = intensidade da precipitação, em milímetros por hora (mm/h);

t_c = tempo de concentração, em minutos (min)

Tr = tempo de recorrência, em anos.

O tempo de recorrência adotado no projeto é de 10 anos. Os valores de intensidade de chuva são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores de intensidade chuva para cidade de Mafra, SC, tempo recorrência 10 anos.

DURAÇÃO	I (mm/h)	I (mm/min)
5 min	158,03	2,634
10 min	127,47	2,124
15 min	108,39	1,806
20 min	95,15	1,586
25 min	85,33	1,422
30 min	77,71	1,295
1 h	52,82	0,880

2.1.2 Tempo de concentração

O deflúvio direto depende da intensidade da chuva, durante o tempo requerido pela água para escoar desde o ponto divisor d'água da bacia até o local de interesse. Na aplicação do método racional, o tempo de concentração deve ser estimado a fim de que a intensidade de chuva, de uma duração correspondente, possa ser determinada a partir das curvas de "intensidade x duração x freqüência" preparadas para a área em consideração.

Para as galerias de drenagem urbana, o tempo de concentração compreende um tempo inicial de entrada, ou o tempo requerido pelo escoamento superficial para fluir, sobre a superfície, até atingir o ponto de entrada, e um tempo de percurso na galeria até o ponto em estudo. Esse último tempo pode ser estimado a partir das características hidráulicas da galeria. Por outro lado, o tempo de entrada pode variar com a declividade da superfície, armazenamento em depressões, cobertura do solo, chuva antecedente e capacidade de infiltração do solo, assim como com o comprimento da superfície de escoamento. Em geral, quanto maior a intensidade da chuva, menor será o tempo de entrada.

Para este estudo, o tempo de concentração será calculado através da expressão matemática da California Culverts Practice, California Highways and Public Works:

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

onde:

t_c = tempo de concentração, em minutos (min)

L = comprimento do talweg a montante, em kilometros (km)

H = diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado, em metros (m)

2.1.3 Escoamento superficial

O escoamento superficial ou chuva excedente é a parcela da chuva total que escoa inicialmente pela superficie do solo, sendo a responsável pelas vazões de enchurrada, provocando as inundações das pequenas bacias urbanizadas e mal canalizadas.

O coeficiente de deflúvio ou de escoamento superficial C (runoff) é um elemento a ser determinado pelas caracteristicas de ocupação da bacia, devendo ter aplicação composta, baseado nos diferentes tipos de superfícies encontrados na área a ser drenada.

Para aplicação no método Racional, são comumente utilizados os coeficientes apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Valores do coeficiente de escoamento superficial (C) aplicáveis ao Método Racional.

DESCRIÇÃO DA ÁREA	RUNOFF (C)
Area Comercial	
• Central	0,70 a 0,95
• Bairros	0,50 a 0,70
Área Residencial	
• Residencias Isoladas	0,35 a 0,50
• Unidades múltiplas separadas	0,40 a 0,60
• Unidades múltiplas conjugadas	0,60 a 0,75
• Lotes com 2.000 m2 ou mais	0,30 a 0,45
Áreas com prédios de apartamentos	0,50 a 0,70
Área Industrial	
• Indústrias Leves	0,50 a 0,80
• Indústrias Pesadas	0,60 a 0,90
Parques e cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátios de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Áreas sem melhoramentos	0,10 a 0,30
Ruas	
• Pavimento asfáltico	0,70 a 0,95
• Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
Passeios	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Terrenos Relvados em solos arenosos	
• Pequena declividade	0,05 a 0,10
• Declividade média	0,10 a 0,15
• Forte declividade	0,15 a 0,20
Terrenos Relvados em solos pesados	
• Pequena declividade	0,15 a 0,20
• Declividade média	0,20 a 0,25
• Forte declividade	0,25 a 0,30
Terrenos cultivados altos	0,15 a 0,40
Terrenos cultivados nos vales	0,10 a 0,30

Simplificadamente, a ocupação do solo na bacia de drenagem foi dividida em 2 classes. Os valores adotados de C são apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Classes de uso do solo e valores de C adotados para a área de estudo.

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C
Áreas permeáveis (jardins e taludes)	0,30
Áreas impermeáveis (telhados, pavimento asfáltico, de concreto e calçadas)	0,90

2.2 ESTUDOS DE CONDUÇÃO – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Existem várias equações que podem ser utilizadas para a determinação do diâmetro em condutos livres, tais como Chésy, Manning, Universal, Hazen-Williams, Ganguillet e Kutter, Bazin, etc, sendo que, todas as equações dos autores citados podem ser obtidas nos livros e manuais de hidráulica.

2.2.1 Tubos circulares

Portanto, com a vazão obtida pelo Método Racional, podemos calcular o diâmetro dos tubos a serem utilizados nas redes urbanas de drenagem de águas pluviais através da equação de Manning, apresentada:

$$Q = \frac{A \times R_h^{\,2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

onde:

Q = vazão, em m^3/s;

A = área da secção transversal, em m^2;

Rh = raio hidráulico, em m;

I = declividade, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade de Manning.

No dimensionamento das galerias o principal problema é a determinação das declividades e dimensões mais econômicas, no entando algumas diretrizes orientam o projeto:

- O diâmetro mínimo de tubos recomendado para galerias de água pluvial é 40 cm.

- O diâmetro máximo de tubos encontrados no mercado local é de 200 cm.
- Trechos que exijam diâmetros superiores ou que não tenham possibilidade de recobrimento com aterro, podem receber redes duplas ou triplas, conhecidas como bueiro duplo/tripo de tubos de concreto (BDTC-BTTC) ou podem ser substituídos por bueiros celulares – de secção quadrada ou retangular.
- As dimensões das galerias serão sempre crescentes de montante para juzante, não sendo permitida a redução da secção, mesmo que, por acréscimo de inclinação longitudinal o calculo assim permitir. Quando houver mudanças de diâmetro, as geratrizes superiores das galerias devem coincidir. Isso não se aplica a junção de ramais secundários que afluem em queda nos poços de visita.
- Para que não haja sedimentação natural de material sólido em suspensão na água, no interior das tubulações, a velocidade mínima de escoamento deve ser de 0,75 m/s, condição suficiente para que a autolimpeza esteja garantida. Por outro lado, o valor máximo da velocidade não deve ultrapassar os 5,00 m/s, garantindo o revestimento interno dos condutos. Em raros casos, admitem-se velocidades até 7,00 m/s.
- A declividade de cada trecho é estabelecida a partir da inclinação média do terreno ao longo do trecho, do diâmetro equivalente e dos limites de velocidade. Na prática os valores empregados variam de 0,5% a 4,0%. Se possível, acompanhar a declividade do terreno ou do arruamento de modo que se obtenham menores volumes de escavação.
- Não se recomendam valores de recobrimento de aterro sobre a tubulação menores que 100 cm e maiores que 400 cm. Fora destes limites, o trecho deverá ser analisado estruturalmente.
- Nos condutos circulares a capacidade máxima pode ser calculada para secção plena e em galerias de secção quadrada ou retangular, adota-se uma borda livre mínima de 10 cm.
- O coeficiente de rugosidade de Manning adotado para galerias de concreto de secção quadrada ou retangular é de 0,011, e para as tubulações de secção circular de concreto adota-se n = 0,013. Já para tubos corrugados de PEAD, costuma-se utilizar o valor de 0,010.

Portanto, para condutos (circulares) funcionando a secção plena, teremos o diâmetro da tubulação calculada pela expressão:

$$D = 1{,}55 \times \left(\frac{Q \times n}{I^{1/2}} \right)^{3/8}$$

onde:

D = diâmetro do tubo, em metros (m)

Q = vazão de projeto, em metros cubicos por segundo (m^3/s)

I = declividade adotada, em metro/metro (m/m)

A velocidade do escoamento a secção plena será dada pela expressão:

$$V_{plena} = 0{,}397 \times \frac{D^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

onde:

V_{plena} = velocidade a secção plena, em metros por segundo (m/s)

I = declividade adotada, em metro/metro (m/m)

D = diâmetro do tubo, em metros (m)

3 ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo apresentará ocupação industrial, com grau médio de impermeabilização do solo.

A figura 1 apresenta a delimitação das bacias de contribuição para cada trecho, sendo que as águas superficiais coletadas em pavimentos, pátios, taludes, jardins e telhados de alguns prédios menores (bacias A, B, D, E, F e G) terão deságue em talvegues naturais. As águas coletadas nos prédios principais (bacia C) serão enviadas para armazentamento em um reservatório de água bruta para posterior reuso (ver projeto hidrotécnico).

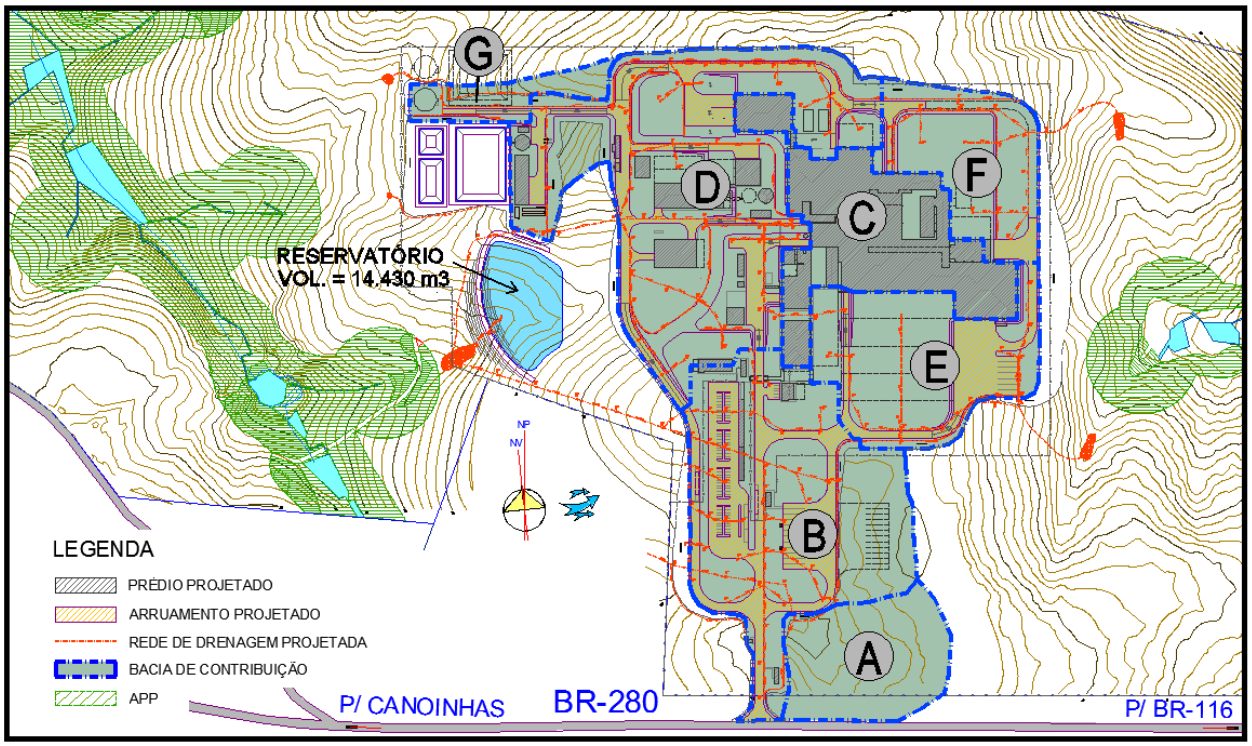


Figura 1: Delimitação das bacias de contribuição.

4 MEMÓRIA DE CÁLCULO

4.1 TRECHO A

4.1.1 Cálculo das vazões máximas

A análise do projeto resultou na seguinte distribuição de classes de uso do solo para o trecho em estudo:

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C	Área (m^2)	Área (%)
Áreas permeáveis (pátios, jardins e taludes)	0,30	22.100	100,0
Áreas impermeáveis (pavimentos, telhados e calçadas)	0,90	0	0,0

O coeficiente de escoamento superficial da bacia é obtido pelo cálculo da média ponderada dos diversos valores.

$$C = \frac{0{,}3 \times 22.100}{22.100} = 0{,}3$$

Utilizado o Método Racional, com uma intensidade de chuva de 2,634 mm/min, para um tempo de concentração de 5 minutos, obtemos:

$$Q = 166{,}67 \times C \times I \times A$$
$$Q = 166{,}67 \times 0{,}3 \times 2{,}634 \times 2{,}21 = 291{,}06 l/s$$

4.1.2 Dimensionamento hidráulico

Para o trecho em questão, serão utilizados tubos circulares de concreto. As condições de projeto são atingidas utilizando-se tubos com diâmetro de 600 mm e vazão a 3/4 de seção, com inclinação longitudinal de 0,0050 m/m e considerando que o coeficiente de rugosidade n do concreto é igual a 0,013, conforme mostra o cálculo a seguir:

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0{,}228}{1{,}257} = 0{,}181$$

$$Q = \frac{A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}}{n} = \frac{0{,}228 \times 0{,}181^{2/3} \times 0{,}005^{1/2}}{0{,}013} = 0{,}397 m^3/s = 397 l/s$$

A vazão existente no trecho é de 291 l/s, portanto é suportada pelo tubo de 600 mm com capacidade de 397 l/s.

4.2 TRECHO B

4.2.1 Cálculo das vazões máximas

A análise do projeto resultou na seguinte distribuição de classes de uso do solo para o trecho em estudo:

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C	Área (m²)	Área (%)
Áreas permeáveis (pátios, jardins e taludes)	0,30	19.700	46,9
Áreas impermeáveis (pavimentos, telhados e calçadas)	0,90	22.340	53,1

O coeficiente de escoamento superficial da bacia é obtido pelo cálculo da média ponderada dos diversos valores.

$$C = \frac{0{,}3 \times 19.700 + 0{,}9 \times 22.340}{42.040} = 0{,}62$$

Utilizado o Método Racional, com uma intensidade de chuva de 2,634 mm/min, para um tempo de concentração de 5 minutos, obtemos:

$$Q = 166{,}67 \times C \times I \times A$$
$$Q = 166{,}67 \times 0{,}62 \times 2{,}634 \times 4{,}204 = 1.144{,}27 l/s$$

4.2.2 Dimensionamento hidráulico

Para o trecho em questão, serão utilizados tubos circulares de concreto. As condições de projeto são atingidas utilizando-se tubos com diâmetro de 1000 mm e vazão a 3/4 de seção, com

inclinação longitudinal de 0,0050 m/m e considerando que o coeficiente de rugosidade n do concreto é igual a 0,013, conforme mostra o cálculo a seguir:

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0{,}632}{2{,}094} = 0{,}302$$

$$Q = \frac{A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}}{n} = \frac{0{,}632 \times 0{,}302^{2/3} \times 0{,}005^{1/2}}{0{,}013} = 1{,}547 m^3/s = 1.547 l/s$$

A vazão existente no trecho é de 1.144 l/s, portanto é suportada pelo tubo de 1000 mm com capacidade de 1.547 l/s.

4.3 TRECHO C

4.3.1 Cálculo das vazões máximas

A análise do projeto resultou na seguinte distribuição de classes de uso do solo para o trecho em estudo:

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C	Área (m^2)	Área (%)
Áreas permeáveis (pátios, jardins e taludes)	0,30	0	0,0
Áreas impermeáveis (pavimentos, telhados e calçadas)	0,90	23.510	100,0

O coeficiente de escoamento superficial da bacia é obtido pelo cálculo da média ponderada dos diversos valores.

$$C = \frac{0{,}9 \times 23.510}{23.510} = 0{,}9$$

Utilizado o Método Racional, com uma intensidade de chuva de 2,634 mm/min, para um tempo de concentração de 5 minutos, obtemos:

$$Q = 166{,}67 \times C \times I \times A$$
$$Q = 166{,}67 \times 0{,}9 \times 2{,}634 \times 2{,}351 = 928{,}90 l/s$$

4.3.2 Dimensionamento hidráulico

Para o trecho em questão, serão utilizados tubos circulares de concreto. As condições de projeto são atingidas utilizando-se tubos com diâmetro de 1000 mm e vazão a 3/4 de seção, com inclinação longitudinal de 0,0050 m/m e considerando que o coeficiente de rugosidade n do concreto é igual a 0,013, conforme mostra o cálculo a seguir:

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0{,}632}{2{,}094} = 0{,}302$$

$$Q = \frac{A \times R_h^{\,2/3} \times I^{1/2}}{n} = \frac{0{,}632 \times 0{,}302^{2/3} \times 0{,}005^{1/2}}{0{,}013} = 1{,}547 m^3/s = 1.547 l/s$$

A vazão existente no trecho é de 929 l/s, portanto é suportada pelo tubo de 1000 mm com capacidade de 1.547 l/s.

4.4 TRECHO D

4.4.1 Cálculo das vazões máximas

A análise do projeto resultou na seguinte distribuição de classes de uso do solo para o trecho em estudo:

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C	Área (m²)	Área (%)
Áreas permeáveis (pátios, jardins e taludes)	0,30	25.600	44,8
Áreas impermeáveis (pavimentos, telhados e calçadas)	0,90	31.480	55,2

O coeficiente de escoamento superficial da bacia é obtido pelo cálculo da média ponderada dos diversos valores.

$$C = \frac{0{,}3 \times 25.600 + 0{,}9 \times 31.480}{57.080} = 0{,}63$$

Utilizado o Método Racional, com uma intensidade de chuva de 2,634 mm/min, para um tempo de concentração de 5 minutos, obtemos:

$$Q = 166{,}67 \times C \times I \times A$$
$$Q = 166{,}67 \times 0{,}63 \times 2{,}634 \times 5{,}708 = 1.578{,}69 l/s$$

4.4.2 Dimensionamento hidráulico

Para o trecho em questão, serão utilizados tubos circulares de concreto. As condições de projeto são atingidas utilizando-se tubos com diâmetro de 1000 mm e vazão a 3/4 de seção, com inclinação longitudinal de 0,0060 m/m e considerando que o coeficiente de rugosidade n do concreto é igual a 0,013, conforme mostra o cálculo a seguir:

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0{,}632}{2{,}094} = 0{,}302$$

$$Q = \frac{A \times R_h^{\,2/3} \times I^{1/2}}{n} = \frac{0{,}632 \times 0{,}302^{2/3} \times 0{,}006^{1/2}}{0{,}013} = 1{,}695 m^3/s = 1.695 l/s$$

A vazão existente no trecho é de 1.579 l/s, portanto é suportada pelo tubo de 1000 mm com capacidade de 1.695 l/s.

4.5 TRECHO E

4.5.1 Cálculo das vazões máximas

A análise do projeto resultou na seguinte distribuição de classes de uso do solo para o trecho em estudo:

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C	Área (m²)	Área (%)
Áreas permeáveis (pátios, jardins e taludes)	0,30	4.700	20,2
Áreas impermeáveis (pavimentos, telhados e calçadas)	0,90	18.520	79,8

O coeficiente de escoamento superficial da bacia é obtido pelo cálculo da média ponderada dos diversos valores.

$$C = \frac{0{,}3 \times 4.700 + 0{,}9 \times 18.520}{23.220} = 0{,}78$$

Utilizado o Método Racional, com uma intensidade de chuva de 2,634 mm/min, para um tempo de concentração de 5 minutos, obtemos:

$$Q = 166{,}67 \times C \times I \times A$$
$$Q = 166{,}67 \times 0{,}78 \times 2{,}634 \times 2{,}322 = 795{,}12 l/s$$

4.5.2 Dimensionamento hidráulico

Para o trecho em questão, serão utilizados tubos circulares de concreto. As condições de projeto são atingidas utilizando-se duas saídas de tubos com diâmetro de 600 mm e vazão a 3/4 de seção, com inclinação longitudinal de 0,0060 m/m e considerando que o coeficiente de rugosidade n do concreto é igual a 0,013, conforme mostra o cálculo a seguir:

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0{,}228}{1{,}257} = 0{,}181$$

$$Q = \frac{A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}}{n} = \frac{0{,}228 \times 0{,}181^{2/3} \times 0{,}006^{1/2}}{0{,}013} = 0{,}435 m^3/s = 435 l/s$$

A vazão existente no trecho é de 795 l/s, portanto é suportada por duas saídas em tubos de 600 mm com capacidade total de 870 l/s.

4.6 TRECHO F

4.6.1 Cálculo das vazões máximas

A análise do projeto resultou na seguinte distribuição de classes de uso do solo para o trecho em estudo:

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C	Área (m²)	Área (%)
Áreas permeáveis (pátios, jardins e taludes)	0,30	7.660	46,5
Áreas impermeáveis (pavimentos, telhados e calçadas)	0,90	8.820	53,5

O coeficiente de escoamento superficial da bacia é obtido pelo cálculo da média ponderada dos diversos valores.

$$C = \frac{0{,}3 \times 7.660 + 0{,}9 \times 8.820}{16.480} = 0{,}62$$

Utilizado o Método Racional, com uma intensidade de chuva de 2,634 mm/min, para um tempo de concentração de 5 minutos, obtemos:

$$Q = 166{,}67 \times C \times I \times A$$
$$Q = 166{,}67 \times 0{,}62 \times 2{,}634 \times 1{,}648 = 448{,}56 l/s$$

4.6.2 Dimensionamento hidráulico

Para o trecho em questão, serão utilizados tubos circulares de concreto. As condições de projeto são atingidas utilizando-se tubos com diâmetro de 800 mm e vazão a 3/4 de seção, com inclinação longitudinal de 0,0050 m/m e considerando que o coeficiente de rugosidade n do concreto é igual a 0,013, conforme mostra o cálculo a seguir:

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0{,}404}{1{,}678} = 0{,}241$$

$$Q = \frac{A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}}{n} = \frac{0{,}404 \times 0{,}241^{2/3} \times 0{,}005^{1/2}}{0{,}013} = 0{,}851 m^3/s = 851 l/s$$

A vazão existente no trecho é de 449 l/s, portanto é suportada pelo tubo de 800 mm com capacidade de 851 l/s.

4.7 TRECHO G

4.7.1 Cálculo das vazões máximas

A análise do projeto resultou na seguinte distribuição de classes de uso do solo para o trecho em estudo:

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C	Área (m²)	Área (%)
Áreas permeáveis (pátios, jardins e taludes)	0,30	4.330	79,7
Áreas impermeáveis (pavimentos, telhados e calçadas)	0,90	1.100	20,3

O coeficiente de escoamento superficial da bacia é obtido pelo cálculo da média ponderada dos diversos valores.

$$C = \frac{0{,}3 \times 4.330 + 0{,}9 \times 1.100}{5.430} = 0{,}42$$

Utilizado o Método Racional, com uma intensidade de chuva de 2,634 mm/min, para um tempo de concentração de 5 minutos, obtemos:

$$Q = 166{,}67 \times C \times I \times A$$
$$Q = 166{,}67 \times 0{,}42 \times 2{,}634 \times 0{,}543 = 100{,}12 l/s$$

4.7.2 Dimensionamento hidráulico

Para o trecho em questão, será utilizada uma canaleta trapezoidal de concreto com 20 cm de base e 30 cm de altura (ver desenho DRE.00.19), com inclinação longitudinal de 0,0025 m/m. Considerando que o coeficiente de rugosidade n do concreto é igual a 0,013, teremos:

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0{,}150}{1{,}049} = 0{,}143$$

$$Q = \frac{A \times R_h^{\,2/3} \times I^{1/2}}{n} = \frac{0{,}150 \times 0{,}143^{2/3} \times 0{,}0025^{1/2}}{0{,}013} = 0{,}158 m^3/s = 158 l/s$$

A vazão existente no trecho é de 100 l/s, portanto é suportada pela canaleta com capacidade de 158 l/s.