



MEMORIAL DE CÁLCULO DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

OBRA: Pavimentação com lajota de concreto sextavada

PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal de Ascurra

LOCAL: Parte da Rua Ribeirão São Paulo – Bairro Ribeirão São Paulo - Ascurra-SC

DATA: Janeiro/2015

EXTENSÃO DA PAVIMENTAÇÃO: 315,00 m

LARGURA DA PAVIMENTAÇÃO: 8,00 m + 2,00 m (passeio)

A tubulação projetada fará o escoamento das águas pluviais de forma eficiente. Dessa forma optamos pela rede longitudinal conforme apresentado no projeto de drenagem.

1. Determinação da vazão pelo método racional

Método racional serve para estimar o pico de uma cheia, resume-se fundamentalmente no emprego da chamada "formula racional". O uso deste método para áreas maiores não é recomendado, não obstante, é satisfatório para projetos de galerias pelo processo chamado detalhado, no qual se consideram sub-bacias pequenas de alguns hectares.

O método racional presume como conceito básico que a máxima vazão para uma pequena bacia contribuinte ocorre quando toda a bacia está contribuindo, e que esta vazão é igual a uma fração da precipitação média. Em forma analítica, a fórmula racional é dada pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{C_i A}{3,6}$$

Onde:

Q = pico da cheia, vazão, em m³/s ou l/s,

A = área drenada em km²,

C = coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio (RUNOFF).

i_m = intensidade média da precipitação sobre toda a bacia, em mm/seg, para uma duração de chuva igual ao tempo de concentração (tc) da bacia.

Obs. O tempo de duração da chuva média (i_m) deve ser igual ao tempo de concentração da bacia, ou seja, o tempo necessário para que toda a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada. Além da duração, a chuva vem relacionada também a um certo um período de retorno fixado, dependendo do tipo de obra a ser executada.

2. Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio, ou ainda coeficiente de "run-off" é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente, que é registrado em certa seção, e o volume de água precipitado na bacia contribuinte.

O coeficiente de escoamento superficial depende das seguintes características:

- Tipo de solo
- Tipo de cobertura
- Tipo de ocupação
- Tempo de retorno
- Intensidade de precipitação

Para áreas com características e ocupação diferentes, a estimativa de "C" é feita por:

$$Q = \sum \frac{C_i A_i}{A}$$

ZONAS	C
Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 - 0,95
Edificação não muito densa: Partes adjacente ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 - 0,25

3. Intensidade da Chuva

A intensidade da chuva (i) geralmente é encontrada na literatura, para vários postos ou cidades no Brasil. No nosso caso vamos usar os dados que foram analisados e determinados através de métodos estatísticos, para um posto pluviométrico, que fica no município de Blumenau. As chuvas com maior intensidade na região ocorrem no verão, sendo que os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março são os mais críticos.

Duração	Intensidade da chuva			(mm/h)	
	5 anos	192,9	20 anos	50 anos	100 anos
5 min	176,8	164,9	204,5	239,7	254,3
10 min	144,7	145,2	179,8	206,6	222,5
15 min	125,0	126,0	164,5	192,9	208,9
20 min	108,5	113,2	142,8	167,4	183,9
25 min	97,5	103,7	128,3	150,4	165,3
30 min	89,3	70,1	117,5	137,8	151,4
1 hora	60,3	20,0	79,4	93,1	102,3
6 horas	17,2	16,3	22,7	26,6	29,2
8 horas	14,0	13,7	18,4	21,6	23,7
10 horas	11,8	11,8	15,5	18,2	20,0
12 horas	10,2	7,0	13,4	15,7	17,3
24 horas	6,0	7,0	7,9		

4. Período de Retorno

Para se decidir o grau de proteção conferido à população com a construção das obras de drenagem, deve-se determinar a vazão de projeto.

Deve-se, também, conhecer a probabilidade P de o valor de uma determinada vazão ser igualado ou superado em um ano qualquer.

A vazão de projeto é imposta de tal forma que sua probabilidade P não exceda um determinado valor pré-estabelecido.

Uma vez que a sociedade, através de seus representantes, é que deve decidir o risco aceitável pela comunidade e o quanto ela está disposta a pagar pela proteção conferida pelas obras, a escolha do período de retorno é um critério definido em esferas políticas.

É difícil avaliar os danos resultantes de uma inundação, principalmente quando esses danos não passam de mero transtorno. Os prejuízos decorrentes de inundações (mesmo que freqüentes) de sarjetas e cruzamentos em áreas residenciais podem até mesmo ser desprezíveis, se o acúmulo de água durar pouco de cada vez. Já em uma zona comercial, esse mesmo tipo de ocorrência pode causar transtornos mensuráveis.

Em alguns casos, a disposição e possibilidade da população beneficiária em financiar as obras por meio de tributos é que acaba definindo o projeto.

A aplicação de métodos puramente econômicos para o estabelecimento do período de retorno é limitada pela impossibilidade de levar em conta aspectos que não podem ser expressos em termos monetários, por motivos éticos.

Além disso, a relação benefício custo é de difícil quantificação. Quanto maior o período de retorno adotado, maior será a proteção conferida à população; por outro lado não só o custo, como também o porte das obras e sua interferência no ambiente urbano serão maiores.

Tal fato, comumente, leva os poderes decisórios a escolher períodos de retorno pequenos, imprimindo uma falsa sensação de segurança na população, encorajando-a, de certa forma, a ocupar áreas impróprias.

Devido a essas dificuldades em estabelecer o período de retorno de forma objetiva, sua escolha acaba recaindo sobre critérios técnicos.

Quando a escolha do período de retorno adequado fica a critério exclusivo do projetista, podem-se usar os valores da tabela, que são valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelos técnicos e gozam de certo consenso.

Para que se possa escolher o valor desejado, é fundamental a distinção entre risco e período de retorno. A probabilidade P da vazão de projeto ser igualada ou superada durante a vida útil da obra (N anos) é o inverso do período de retorno T, ou seja: $P=1/T$.

Uma vez obtido o período de retorno, conhece-se a tormenta de projeto e a chuva excedente. São, então, aplicadas técnicas que determinam o hidrograma de projeto através do hietograma da chuva excedente.

A escolha e a justificativa de um determinado período de retorno (T), para uma determinada obra é feita através dos seguintes critérios:

- a) Vida útil da obra,
- b) Tipo de estrutura,
- c) Segurança da obra,
- d) Facilidade de reparação e ampliação.

Os parâmetros que controlam a forma do hidrograma têm dimensão de tempo, e os principais são:

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Micro-drenagem	Residencial	2
Micro-drenagem	Comercial	5
Micro-drenagem	Edifícios de serviços ao público	5
Micro-drenagem	Aeroportos	2-5
Micro-drenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego.	5-10
Macro-drenagem	Áreas Comerciais e residenciais	50-100
Macro-drenagem	Áreas de importância específica	500

5. Tempo de Concentração

Existem várias equações para o cálculo do tempo de concentração. Uma das mais usadas para pequenas bacias é a seguinte:

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

Onde:

t_c = é o tempo de concentração da bacia, em minutos

L = é a extensão do talvegue, ou rio, em quilômetros

ΔH = é a diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado, em metros.

O cálculo do tempo de concentração de superfícies urbanas pode ser obtido com base na velocidade do escoamento através de superfícies e condutos.

A velocidade pode ser obtida com base na equação seguinte:

$$v = kxI^{0,5}$$

Onde: I = é dado em % - $I = H/L$

k = pode ser estimado de acordo com a tabela abaixo:

Uso da terra e regime de escoamento	k
Floresta com muita folhagem no solo	0,076
Área com pouco cultivo	0,152
Pasto ou grama baixa	0,213
Áreas cultivas	0,274
Solo quase nu sem cultivo	0,305
Caminhos de escoamento em grama, pasto	0,457
Superfícies pavimentadas; pequenas voçorocas de nascentes	0,610

Para bacia com trechos pavimentados, com condutos e superfícies rurais, é possível calcular o tempo de concentração por:

$$t_c = \sum \frac{L_i}{v_i}$$

Onde

L_i = é o comprimento do trecho

v_i = velocidade no trecho

Tempo de concentração inicial não pode ser menor que 11,0 min.

6. Tipos de Escoamento

1- Escoamentos em superfícies. Prevaecem em bacias diminutas e são constituídos de lâminas que escoam à baixa velocidade sobre planos. Dependem, sobretudo da intensidade da chuva e da rugosidade e declividade da superfície. A extensão deste tipo de escoamento é raramente superior a 100 metros e, portanto, as fórmulas que os refletem podem ser aplicadas a aeroportos, parques de estacionamento, etc.

2- Escoamentos em canais naturais. As velocidades são maiores que no caso anterior, pois prevaecem em bacias de maior porte, nas quais os canais são bem delineados, implicando em um escoamento mais eficiente. Escoamentos que se encaixam nesta categoria dependem menos da intensidade da chuva e da rugosidade do terreno, pois o tempo que a água demora para escoar no canal é maior que na superfície.

3- Escoamentos em canais artificiais e galerias. As velocidades são ainda mais altas, pois este tipo de escoamento ocorre em bacias que tiveram suas condições primitivas modificadas por obras de drenagem, de maneira significativa.

Com maior ou menor predominância, as três categorias de escoamento ocorrem simultaneamente em uma mesma bacia, dependendo das características da mesma.

7. Planilha de Cálculo da Drenagem feita no Excel:

Em Anexo