

# NORMAS PARA PROJETOS DE DRENAGEM URBANA

## (Ante-Projeto)

THIERRY CELSO DE REZENDE (\*)  
SÉRGIO BIANCONCINI

### INTRODUÇÃO

O nosso objetivo ao apresentar este Ante-Projeto de Normas para Projetos de Drenagem Urbana, foi principalmente o de criar condições para que os projetistas e os órgãos contratantes estabeleçam entendimentos tanto no que se refere as exigências a serem cumpridas pelos primeiros, como ao exame em si do projeto, mediante regras pré-estabelecidas.

Na sua elaboração, não tivemos nem a pretensão de trazer conhecimentos novos sobre o assunto, nem a de estabelecer normas que possam ser consideradas definitivas. Pelo contrário, limitamo-nos a apresentar conceitos e processos de cálculos habitualmente utilizados pela maioria dos profissionais que trabalham em drenagem urbana e solicitamos críticas e sugestões para melhorá-los.

Entretanto, em alguns capítulos, como o que trata das vazões de contribuição, procuramos abrir campo para emprêgo futuro de processos de cálculo mais refinados, embora estes requiramos estudos metódicos e pacientes dos fenômenos hidrológicos, os quais, pelo menos em nossa terra, estão ainda quase todos por se realizar.

Orientamos, também, este trabalho no sentido de se fixar valores para diversos coeficientes, visando o estabelecimento de discussões em torno deles. Estas discussões além de aprimorá-los, permitirão que a experiência de diversos estudiosos do assunto se torne do conhecimento geral.

### I. GENERALIDADES

I.1. As presentes normas só se aplicam a projetos de sistemas de drenagem urbanas de

bacias com área total não superior a 5 km<sup>2</sup>.

I.2. Os sistemas de drenagem urbana oriundos de projetos elaborados de acôrdo com estas normas, só deverão ser construídos em áreas urbanas com ruas pavimentadas.

I.3. São partes constitutivas de um sistema de drenagem urbana: guias, sarjetas, sarjetões, bôcas de lôbo, tubos de ligação, caixas de ligação, poços de visita, galerias e obras de lançamento.

### II. DEFINIÇÕES

#### II.1. Guias

Elementos de pedra ou concreto, colocados entre o passeio e a via carroçável, paralelamente ao eixo da rua e com sua face superior no mesmo nível que o passeio.

#### II.2. Sarjetas

Faixas da via carroçável, paralelas e vizinhas às guias. A calha formada por elas e pelas guias é a receptora das água pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para ela escorrem.

#### II.3. Sarjetões

Calhas localizadas nos cruzamentos de vias públicas, formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o fluxo das águas que correm pelas sarjetas.

#### II.4. Bôcas de Lôbo

Dispositivos localizados em pontos convenientes nas sarjetas para captação de águas pluviais.

(\*) Engenheiros da COPLASA — Consultoria e Planejamento de Hidráulica e Saneamento.

## II.5. Galerias

Canalizações públicas destinadas a conduzir as águas pluviais nelas lançadas através das bôcas de lôbo.

## II.6. Tubos de Ligação

Canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bôcas de lôbo para as galerias ou para os poços de visita.

## II.7. Caixas de Ligação

Caixas de concreto ou alvenaria inseridas nas galerias para permitir a conexão destas com os tubos de ligação.

## II.8. Poços de Visita

Dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitir:

- a. Mudança de direção.
- b. Mudança de declividade.
- c. Mudança de diâmetro.
- d. Inspeção e limpeza das canalizações.

## II.9. Trechos

Porções de galerias situadas entre dois poços de visita.

## II.10. Obras de Lançamento

Conjunto de dispositivos e obras de proteção dos trechos finais de galerias junto ao curso de água receptor.

## III. ELEMENTOS PARA PROJETO

Para a elaboração de projetos de galerias pluviais são necessários os seguintes elementos:

### III.1. Plantas

Plantas topográficas da área em estudo e da bacia que a compreende, em escala 1:2.000, com curvas de nível de 2 em 2 metros, contendo o curso de água receptor.

No caso da área para a qual será elaborado o projeto, não atingir a 50% da área da bacia que a compreende, será permitida a apresentação, desta última em planta em escala 1:5.000 com curvas de nível de 5 em 5 metros.

### III.2. Nivelamento Geométrico

Nivelamento geométrico das vias públicas,

com apresentação de cotas em todos os pontos de cruzamentos e de mudanças da direção e do greide das vias públicas.

## III.3. Urbanização

Elementos relativos à urbanização da região, com indicação de áreas reservadas ao comércio, tipo de residências, porcentagem de ocupação dos lotes e de áreas reservadas à recreação.

Indicação de ocupação e recobrimento do solo das áreas não urbanizadas, mas pertencentes à mesma bacia.

## III.4. Curso d'Água Receptor

Condição do (ou dos) curso (ou cursos) d'água que irá (que irão) receber o (ou os) lançamento final, principalmente com indicações de seus níveis d'água máximos.

## IV. ESTUDO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

O estudo das bacias de contribuição deve conter:

### IV. Bacias

Marcação dos divisores de águas das diversas bacias.

### IV. Impermeabilização das Áreas

Sendo:

$$p = \frac{\text{área impermeável}}{\text{área total}}$$

a impermeabilidade superficial das diversas zonas que compõem a bacia podem ser classificadas nas seguintes categorias:

1. zonas comerciais centrais densamente construídas ..... p = 0,90
2. zonas com prédios de apartamento, ou ocupadas por edifícios comerciais suburbanos ..... p = 0,70
3. zonas residenciais densamente construídas, ruas na sua totalidade pavimentadas ..... p = 0,50
4. zonas residenciais com cerca de 60 a 80% de área construída, ruas em grande parte pavimentadas . p = 0,40
5. zonas residenciais suburbanas, com cerca de 40 a 50% de área construída e algumas ruas pavimentadas ..... p = 0,30

6. zonas residenciais suburbanas, com menos de 40% de área construída e ruas de terra ..... p = 0,15
7. parques e áreas vazias ..... p = 0,05

As diversas áreas devem ficar convenientemente assinaladas nas plantas.

#### IV.3. Escoamento Superficial

Indicação nas plantas por meio de setas do escoamento superficial natural através das vias públicas.

### V. TRAÇADO DA RÊDE DE GALERIAS

#### V.1. Linhas Gerais

Para cada bacia, deve ser traçada, em planta, a rede de galerias, consoante o escoamento superficial. A vazão mínima para o trecho inicial de cada galeria deve corresponder a 100 l/seg.

#### V.2. Escoamento através das Vias Públicas

Será permitido o escoamento superficial pelas vias públicas desde que pavimentadas, até o limite máximo de 500 l/seg. A capacidade de escoamento através das ruas varia com sua declividade, de acôrdo com a seguinte tabela:

Declividade (m/m)	Capacidade (l/seg)
0,001	60
0,002	90
0,005	150
0,007	160
0,010	200
0,015	250
0,020	280
0,030	340
0,040	400
0,050	450
0,060	500

#### V.3. Bôcas de Lôbo

As bôcas de lôbo devem ser localizadas de maneira a não permitir que o escoamento superficial fique indefinido, com a criação de zonas mortas.

#### V.4. Poços de Visita

Os poços de visita devem atender às mudanças de direção de diâmetro e de declividade,

à coleta das águas das bôcas de lôbo, ao entrocamento das diversas galerias e ao afastamento máximo de 100 metros.

#### V.5. Caixas de Ligação

Deve ser evitada a chegada em um mesmo poço de visita de mais de quatro tubulações. Para tanto, serão empregadas caixas de ligação inseridas nas galerias. Só será permitida a construção de uma única caixa de ligação entre dois poços de visita.

### VI. CÁLCULO DAS VAZÕES

#### VI.1. Processos de Cálculo

Em princípio, o cálculo das vazões para as quais serão dimensionadas as galerias deverá ser feito pelo método racional. Entretanto, desde que devidamente justificados, poderão ser utilizados outros processos, como os baseados em fluviogramas sintéticos.

#### VI.2. Aplicação do Método Racional

##### VI.2.1. Fórmula Geral

As vazões de dimensionamento em cada seção serão calculadas pela expressão:

$$Q = (\sum C_j A_j) i$$

onde:

Q = vazão.

$C_j$  = coeficiente de escoamento superficial da zona j, de porcentagem de impermeabilização  $p_j$  e área  $A_j$ .

i = intensidade da chuva crítica.

##### VI.2.2. Coeficiente de Escoamento Superficial

Admite-se que para cada zona j, o seu coeficiente de escoamento superficial varie de acôrdo com a expressão (Fórmula de Horner):

$$C_j = 0,364 \log t_c + 0,0042 p_j - 0,145$$

onde  $p_j$  já foi definido e  $t_c$  é o tempo de concentração em minutos da zona j.

##### VI.2.3. Intensidade de Chuvas Críticas

No cálculo das intensidades da chuva crítica, deverão ser usadas expressões relacionando intensidade com duração e frequência, determinadas para a região para a qual está sendo

elaborado o projeto. Para as regiões que não disponham dêste estudo, permite-se a utilização de dados de outras que tenham características semelhantes e precipitações médias anuais aproximadamente iguais.

Para as regiões que disponham dos estudos mencionados acima, o período de retôrno a ser utilizado na aplicação das equações relacionando intensidade, duração e frequência é de 5 anos. Para as regiões que não disponham dêsses elementos, o período de retôrno passa a ser de 10 anos.

Quanto ao tempo de duração da chuva crítica, deve ser tomado como sendo igual ao tempo de concentração da secção para a qual está sendo calculada a vazão.

#### VI.2.4. Tempo de Concentração

O tempo de concentração para uma determinada secção é composto de duas parcelas:

$$t_c = t_s + t_e$$

onde:

$t_c$  = tempo de concentração.

$t_s$  = tempo de escoamento superficial.

$t_e$  = tempo de escoamento através das galerias.

Na falta de dados locais para a fixação do valor de  $t_s$ , será adotado para êle o valor de 10 minutos.

Desde que o tempo de escoamento através da galeria de maior percurso da bacia não ultrapasse 10 minutos, será permitido fixar-se um tempo de concentração único para tôda a bacia que, então, terá por valor:

$$t_c = t_s + \frac{t_e}{2}$$

#### VI.2.5. Efeito de Dispersão das Chuvas

Para as regiões que possuam estudos dessa natureza, será permitida a sua utilização no cálculo das vazões de projeto.

Para as regiões que não disponham dêsses elementos, será permitido que se leve em conta, êsse fator mediante a aplicação de métodos baseados na expressão de Fröhling:

$$i = i_0 (1 - 0,009 \sqrt{D})$$

$i_0$  = precipitação no ponto  $P_0$  (ponto de precipitação máxima).

$i$  = precipitação no ponto  $P$ , situado a uma distância  $D$  (em metros) de  $P_0$ .

## VII. DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS

### VII.1. Diâmetro Mínimo

O diâmetro mínimo das galerias será de 0,50 m e dos tubos de ligação de 0,30 m.

### VII.2. Alturas da Lâmina d'Água

As galerias serão projetadas de forma que a altura da lâmina d'água não ultrapasse a 90% do seu diâmetro.

### VII.3. Recobrimento

Para o emprêgo de tubulações sem estrutura especial, o recobrimento mínimo será de 1,00 m. Quando, por imposição da topografia, êste limite não puder ser atendido, haverá necessidade do emprêgo de tubulações especialmente dimensionadas do ponto de vista estrutural.

### VII.4. Limites de Velocidade

Os limites de velocidade, para as condições de vazão máxima, são os seguintes:

— limite inferior:  $V = 0,8$  m/seg.

— limite superior:  $V = 5,0$  m/seg.

### VII.5. Degraus

Quando se verificar o aumento de diâmetro de um trecho para outro, no poço de visita correspondente, a geratriz inferior do maior deve ser rebaixada de uma altura igual à diferença entre os diâmetros dos dois tubos.

### VII.6. Capacidade das Galerias

#### VII.6.1. Galerias de Secção Circular

Quando não fôr verificada a capacidade máxima de vazão das galerias de secção circular em função das condições hidráulicas que limitam a vazão que poderá entrar na tubulação, serão as seguintes as suas capacidades máximas:

Diâmetro (m)	Capacidade (l/seg)
0,50	250
0,60	400
0,70	600
0,80	800
0,90	1.100
1,00	1.450
1,10	1.850
1,20	2.300

### VII.6.2. Galerias de Secção Retangular

Quando não fôr verificada a capacidade máxima de vazão das galerias de secção retangular, em função das condições hidráulicas que limitam a vazão que poderá entrar na galeria, esta última deverá ter altura livre superior a correspondente à altura crítica para a vazão máxima que deverá veicular.

### VII.7. Cálculos Hidráulicos

Serão feitos pela fórmula de Chézy:

$$Q = C \cdot S \sqrt{R_H i}$$

onde:

Q = vazão.

S = secção molhada.

R<sub>H</sub> = raio hidráulico.

i = declividade.

C = coeficiente de Chézy, que deverá ser calculada pela fórmula de Ganguillet Kutter, com n = 0,013 (coeficiente que depende das paredes do Conduto).

### VIII. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto deverá constar dos seguintes elementos:

#### VIII.1. Memorial Descritivo e Justificativo das Soluções Adotadas.

#### VIII.2. Plantas

Plantas em escala 1:2.000 da área em estudo, contendo além dos elementos já mencionados nos itens anteriores, os seguintes:

- a. divisão de bacias;
- b. divisão em zonas de diferentes impermeabilidades;
- c. indicação do escoamento superficial por meio de setas e dos sarjetões;
- d. traçado da rede de galerias, com poços de visita, bôcas de lobo e caixas de ligação;
- e. indicação em cada trecho de galeria do seu comprimento, diâmetro, declividade e profundidades à montante e jusante;
- f. cotas do tampão e do fundo do poço de visita;

Profundidades da Galeria	Observações	
	Montante	Juzante
Capacidade à Secção Plena		
Velocidade		
Secção		
Declividade		
Diferença de Nível		
Cotas da Galeria	Observações	
	Montante	Juzante
Cotas do Terreno		
Vazão		
$N \geq C \times A$		
Comprimento		
Trecho		

Modelo para apresentação dos Cálculos de Galerias.

g. delimitação da área de contribuição de cada poço de visita.

### VII.3. Estudo de bacias

Caso o projetista, julge conveniente, os elementos acima podem ser lançados em duas vias, das plantas em escala 1:2.000. Neste caso, a primeira via deve conter os elementos relativos ao estudo de bacias de contribuição e mais o traçado da rede de galerias. A segunda via deve conter apenas o traçado das galerias, as bôcas de lôbo, os poços de visita e tôdas as indicações relativas a cotas, secções transversais, comprimentos e declividades.

### VII.4. Tabelas

Devem ser apresentadas tabelas relativas ao cálculo hidráulico das galerias, de acôrdo com o modelo anexo.

### VIII.5. Numeração das Galerias

A numeração das galerias deve obedecer o seguinte critério: a galeria principal de uma bacia terá sempre o número 1; cada trecho receberá um número adicional e que aumenta no sentido de montante para jusante, sendo sempre 1 o número do trecho inicial. As galerias que contribuem para a principal serão numeradas a medida que nela chegam, no sentido de montante para jusante.

## BIBLIOGRAFIA

1. RIBEIRO, George — Acêrca do tempo de concentração. Revista do Club de Engenharia, n.º 230, outubro de 1955.
2. RIBEIRO, George — Acêrca do cálculo da vazão de obras d'arte. Revista do Club de Engenharia, n.º 294, fevereiro de 1961.
3. Manual da Técnica de Bueiros e Drenos. ARMCO — Industrial e Comercial S/A., 1943.
4. ALCANTARA, Ulysses M. A. de — A vazão do Rio Rainha. Trabalho apresentado no II Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária — 1963.
5. ALCANTARA, Ulysses M. A. de — Roteiro para o projeto de galerias pluviais de secção circular. Revista de Engenharia Sanitária, n.º 1, junho de 1962.
6. Projeto e Construção de Esgotos Sanitários e Pluviais. Publicado pela USAID — 1967.
7. Normas e Especificações para a Elaboração de Projetos de Esgotos Sanitários para a Área Metropolitana da Capital de São Paulo — 1960.
8. GARCEZ, Lucas Nogueira — Hidrologia. Editora Blücher Ltda. — 1967.
9. YASSUDA, E. R. — Hidrologia. Curso da Faculdade de Higiene e Saúde Pública de São Paulo — 1958.
10. OLIVEIRA, Francisco Maia de — Drenagem de estradas. Boletim Técnico n.º 5 da Associação Rodoviária do Brasil — 1947.