



**ÁGUAS DE CHUVA**  
Engenharia das águas pluviais nas cidades  
4ª edição revista e ampliada

MANOEL HENRIQUE CAMPOS BOTELHO

**Blucher**

**MANOEL HENRIQUE CAMPOS BOTELHO**

**Eng. Civil formado pela  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

# **Águas de chuva**

## **Engenharia das águas pluviais nas cidades**

---

4ª edição revista e ampliada

---

*Colaboração especial:*

**ARQ. ANGELO S. FILARDO JÚNIOR**

Apoio Associação Brasileira dos  
Fabricantes de Tubos de Concreto (ABTC)

*Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades*

© 2017 Manoel Henrique Campos Botelho

4ª edição – 2017

3ª edição – 2011

2ª edição – 1998

1ª edição – 1985

Editora Edgard Blücher Ltda.

---

# Blucher

---

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar  
04531-012 – São Paulo – SP – Brasil  
Tel.: 55 (11) 3078-5366  
contato@blucher.com.br  
www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.  
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,  
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização escrita da editora.

---

Todos os direitos reservados pela  
Editora Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação (CIP)  
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

---

Botelho, Manoel Henrique Campos  
Águas de chuva : engenharia das águas pluviais  
nas cidades / Manoel Henrique Campos Botelho;  
colaboração especial Angelo S. Filardo Júnior – 4. ed.  
rev. e ampl. – São Paulo : Blucher, 2017.  
344 p. : il.

ISBN 978-85-212-1227-0

1. Água pluviais 2. Escoamento urbano I. Filardo  
Júnior, Angelo S. II. Título

17-0987

CDD 628.21

---

Índice para catálogo sistemático:  
1. Águas pluviais: Sistemas de escoamento: Engenharia  
Sanitária 628.21

## Conteúdo

1	Explicando as necessidades e funções dos sistemas de águas pluviais nas cidades.. . . . .	17
1.1	Introdução . . . . .	17
1.2	Evolui a cidade, altera-se a função do sistema pluvial.. . . . .	20
2	Uma polêmica sobre o traçado das cidades. Duas concepções urbanísticas antagônicas. Parques públicos junto às margens dos rios ou avenidas de fundos de vale.. . . . .	23
3	Elementos constituintes de um adequado sistema pluvial urbano . . . . .	25
3.1	O traçado correto da cidade. . . . .	25
3.2	Liberação de fundos de vale. . . . .	28
3.3	A calha viária das ruas . . . . .	29
3.4	Guias, sarjetas, sarjetões e rasgos. . . . .	30
3.5	Dispositivos de captação e direcionamento de águas pluviais: bocas de lobo, bocas de leão, grelhas, ralos, bocas de lobo contínuas, canaletas de topo e de pé de talude.. . . . .	34
3.6	Tubos e galerias de condução de águas pluviais . . . . .	42
3.7	Poços de visita. Tampões e grelhas.. . . . .	47
3.8	Rampas e escadarias hidráulicas . . . . .	51
3.9	Dispositivos de chegada de águas pluviais em córregos e rios . . . . .	56
3.10	Revestimento de taludes . . . . .	56
4	Aspectos legais quanto às águas pluviais. Código Civil e legislações municipais . . . . .	59
4.1	Extratos do Código Civil (Lei Federal n. 10.406, de 10 de janeiro de 2002) sobre sistemas de águas pluviais, prediais e urbanos . . . . .	60
5	Patologias do sistema pluvial. Erros de projeto, erros de construção, falta de manutenção . . . . .	63
5.1	Introdução . . . . .	63
5.2	Exemplos de problemas em sistemas pluviais . . . . .	64

6	Especificações para projeto de sistemas pluviais . . . . .	67
6.1	Algumas palavras filosóficas. . . . .	67
6.2	Precipitação e cálculo de vazões . . . . .	69
6.3	Fixação da capacidade hidráulica de condução das ruas e sarjetas. . .	71
6.4	Captação de águas pluviais por bocas de lobo, bocas de leão e caixas com grelhas . . . . .	75
6.5	Ligação das bocas de lobo à canalização principal. . . . .	76
6.6	Canalização principal . . . . .	76
6.7	Exemplos de projeto de um sistema pluvial . . . . .	79
7	Especificações de construção dos sistemas pluviais. . . . .	87
7.1	Localização da obra . . . . .	87
7.2	Abertura da vala . . . . .	88
7.3	Escoramento da vala . . . . .	89
7.4	Esgotamento da vala . . . . .	89
7.5	Execução do lastro dos tubos . . . . .	93
7.6	Fornecimento, recebimento e assentamento de tubos . . . . .	93
7.7	Poços de visita (PV). . . . .	95
7.8	Argamassas de uso geral . . . . .	95
7.9	Alvenaria de tijolos ou blocos de concreto. . . . .	96
7.10	Concreto . . . . .	96
7.11	Reaterro da vala . . . . .	96
7.12	Repavimentação . . . . .	96
7.13	Guias, sarjetas e sarjetões . . . . .	96
7.14	Plantio de placas de grama para proteção de taludes contra erosões hidráulicas. . . . .	97
7.15	Canaleta de topo e de pé de talude . . . . .	97
7.16	Fornecimento de peças de ferro fundido cinzento (tampões de grelhas). . . . .	98
7.17	Testes hidráulicos de funcionamento . . . . .	98
8	Calçadões, as incríveis ruas sem calha. . . . .	99
8.1	Preliminares . . . . .	99
8.2	Critérios adotados em projetos de calçadões. . . . .	101
9	Curiosos e diferentes sistemas de águas pluviais: sistemas alternativos . .	103
9.1	Sistema afogado . . . . .	103
9.2	O sistema ligando boca de lobo a boca de lobo . . . . .	104
9.3	Bocas de lobo sifonadas . . . . .	104
9.4	Sistema com microrreservatórios . . . . .	105
9.5	Galeria técnica de serviços . . . . .	105

9.6	Construções pluviais com materiais alternativos . . . . .	106
9.7	Tubulação pluvial captora de águas pluviais . . . . .	107
9.8	É possível funcionar sistemas pluviais em loteamentos com ruas sem pavimentação? Veja como isso é possível . . . . .	108

### Anexos

A	Elementos de hidrologia . . . . .	109
B	Uma viagem à hidráulica de canais . . . . .	119
C	Normas e especificações . . . . .	157
D	Fotos . . . . .	159
E	Explicando as necessidades e funções dos sistemas de águas pluviais nas cidades . . . . .	169
F	Problemas sanitários e de meio ambiente relacionados com as chuvas . . . . .	177
G	Dissipador de energia . . . . .	179
H	Uma viga chapéu diferente . . . . .	181
I	Bibliografia de aprofundamento . . . . .	183
J	Execução de obras . . . . .	189
K	Drenagem em rodovias não pavimentadas . . . . .	217

### Complementos

I	A importância da drenagem, macrodrenagem, microdrenagem, drenagem profunda e drenagem subsuperficial. Entidades . . . . .	235
II	Normas da ABNT para sistemas pluviais e assuntos correlatos . . . . .	237
III	Drenagem profunda (subsuperficial) de solos . . . . .	239
IV	<i>Softwares</i> ligados à engenharia pluvial . . . . .	249
V	Tendências de compreensão do funcionamento autônomo ou conjugado da rede pluvial e da rede de esgotos sanitários . . . . .	251
VI	Os piscinões nos sistemas pluviais urbanos . . . . .	257
VII	Curva de 100 anos como instrumento de se evitar ou minimizar inundações em áreas urbanas . . . . .	263
VIII	Indicação de trabalho ( <i>paper</i> ) sobre doenças relacionadas à precariedade dos sistemas de drenagem pluvial . . . . .	267
IX	Retificação e canalização de córregos urbanos . . . . .	269
X	<i>Polders</i> em áreas urbanas. Os casos do Jardim Romano e do Jardim Pantanal, na Zona Leste da cidade de São Paulo – SP . . . . .	273
XI	Avenidas mais baixas que seus rios laterais . . . . .	275
XII	Canais pluviais de Santos – SP . . . . .	277

XIII	Assoreamento e dragagem de rios e lagos . . . . .	283
XIV	Desassoreamento de lagos urbanos. Cuidados sanitários e ambientais. O caso do lago do Parque do Ibirapuera, São Paulo – SP.. . . .	287
XV	Análise de uma situação de emergência envolvendo recursos hídricos e obras hidráulicas.. . . .	291
XVI	Simbologia para desenhos e documentos pluviais. Identificação e localização de poços de visita . . . . .	295
XVII	Reprodução de artigo histórico sobre chuvas e a poluição das águas. . .	297
XVIII	Crônicas pluviais.. . . .	303
XIX	Técnica e recomendações . . . . .	311
	Índice remissivo. . . . .	341
	Comunicação com o autor . . . . .	343

---

# Capítulo 1

## Explicando as necessidades e funções dos sistemas de águas pluviais nas cidades

---

### 1.1 Introdução<sup>1</sup>

Era uma vez uma grande área livre próxima a uma cidade que crescia. Essa área era coberta de vegetação e sulcada por cursos de água. Sua forma, sua conformação, era o resultado de milênios de anos de transformação. A ação da chuva e dos ventos a moldara na sua secção de “melhor equilíbrio” (a mais estável) e que resultara do equilíbrio de ações erosivas *versus* sua constituição ou natureza (sua topografia e sua geologia).

Um dia, a cidade se aproximou dessa área, a área se valorizou e decidiu-se urbanizá-la e loteá-la.

A urbanização e o loteamento de uma área significam na prática:

- a) retirar considerável parte de sua vegetação (que a protegia da ação erosiva das águas pluviais);
- b) abrir ruas, fazendo-se cortes e aterros;
- c) criar *plateau* para as edificações;
- d) edificar nos lotes;
- e) pavimentar ruas;
- f) colocar gente na área.

Cria-se, pois, uma nova situação, que não tem mais nada a ver com a milênica situação de equilíbrio anterior. Mas as águas de chuva continuarão a cair na área e escoarão por ela.

---

<sup>1</sup> Como informação introdutória, não existe na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), até maio de 2017, uma norma de projeto de sistemas pluviais urbanos.



Essas águas de chuva, ao escoarem, seguirão caminhos próprios e independentes dos desejos dos novos ocupantes da região.

Se não forem tomados cuidados na área recém-urbanizada, poderão acontecer:

- erosões nos terrenos;
- desbarrancamentos;
- altas velocidades das águas nas ruas, danificando pavimentos;
- criação de pontos baixos onde a água se acumulará;
- ocupação por prédios de locais de escoamento natural das águas (pontos baixos e fundos de vale). A ocupação desses locais impede a água de escoar, exigindo obras posteriores de correção;
- assoreamento dos córregos pelo acúmulo de material erodido dos terrenos.

Todos esses fenômenos são agravados pela impermeabilização da área. As vazões pluviais (superficiais), que ocorrerão, serão então muito maiores que as que antes ocorriam, pois, antes, significativa parte das águas, ao cair, se infiltrava no terreno, e, agora, com a impermeabilização, a maior parte das águas corre pela superfície, sem poder se infiltrar.

Tudo isso vai ocorrer em maior ou menor escala e dependendo dos cuidados a tomar no tipo de urbanização a ser adotado.

Dependendo, pois, do tipo de urbanização adotado, poderemos ter as seguintes alternativas:

#### *Alternativa A*

Projetar-se um tipo de urbanização que “respeite” as características topográficas e geológicas da área, resultando que, com pequenas obras de correção e direcionamento, se evitem danos maiores.

#### *Alternativa B*

Adota-se um tipo de urbanização sem atender às características naturais do terreno e ao mesmo tempo fazem-se custosas obras de proteção (muros de arrimo, complexo sistema pluvial, canalização de córregos). As consequências não são danosas, mas o custo das obras é vultoso.

#### *Alternativa C*

Adotar-se um tipo de urbanização sem atender às vocações do terreno, não se fazendo as obras de contenção. As consequências desta alternativa serão danosas e também perigosas.

Os custos das futuras obras de recuperação serão altos e, às vezes, quase proibitivos.

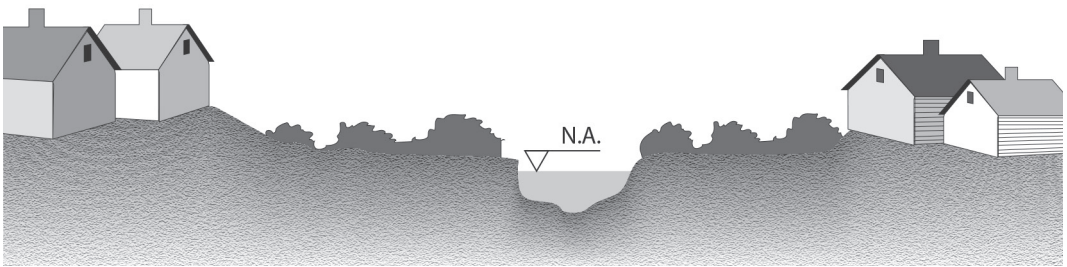
A Alternativa C tem sido, reconhecemos, infelizmente a mais adotada das práticas.

O presente livro procura dar subsídios, fornecer critérios de urbanização e elementos para orientar tecnicamente a implantação das Alternativas A e B.

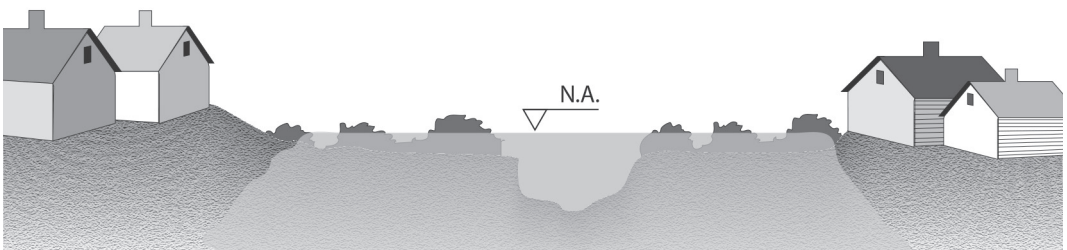
A gerência de águas pluviais urbanas deve levar em conta, portanto:

- a topografia e a geologia da área;
- os tipos de urbanização das ruas a implantar;
- a proteção contra erosões;
- a proteção aos pavimentos;
- a redução do alagamento das ruas pela passagem das águas;
- eliminação de pontos baixos de acumulação de água;
- a diminuição das inundações.

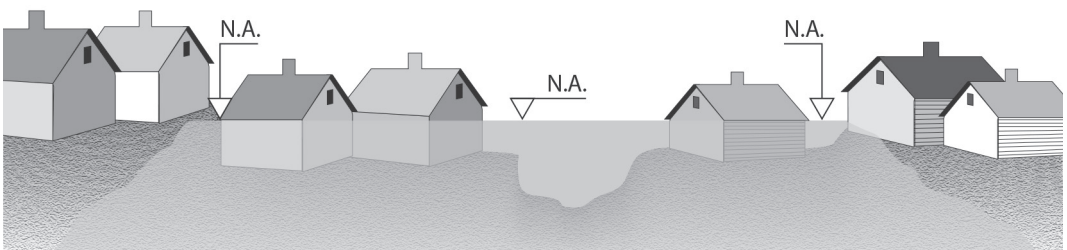
Notar que rios e riachos sempre têm *enchentes periódicas*. Só ocorrem *inundações* quando a área natural de passagem da *enchente* de um rio foi ocupada para conter uma avenida (avenida de fundo de vale) ou foi ocupada por prédios.



Rio na vazante.



Rio na enchente, várzea não ocupada, não há inundação.



Rio na enchente, casas na várzea, há inundação.

Assim, poder-se-á dizer que todo curso de água tem *enchente*. Quando *inunda* é porque a urbanização falhou.

O estudo de águas pluviais de uma cidade não pode se limitar a apreciar tão somente os aspectos hidrológicos e hidráulicos, pois assim estaríamos caindo na Alternativa B, ou seja, dada uma urbanização a implantar e dada a topografia e geologia da área, como protegê-la a qualquer custo.

A gerência das águas pluviais nas cidades deve abranger todos os aspectos urbanos, para que se possam utilizar áreas sem incorrer em altos custos de construção. Dessa maneira, o sistema pluvial a se projetar em novas áreas deverá estar integrado aos demais aspectos de uso adequado do solo urbano.

O autor deste livro não esconde, pois, sua simpatia pela Alternativa A.

Quando o sistema pluvial é projetado para uma área já urbanizada, com urbanização feita sem maiores cuidados, o sistema pluvial será corretivo. Seus frutos serão possivelmente menores e os custos das obras serão mais altos.

## 1.2 Evolui a cidade, altera-se a função do sistema pluvial

Admitamos que a área livre em questão foi loteada dentro da Alternativa C. Aconteceram, então, erosões no terreno. Face a isso, perderam-se lotes, os córregos foram assoreados pelo material erodido carregado pelas enxurradas, mas mesmo assim o loteamento foi sendo ocupado e lotes foram sendo edificadas.

Face a tudo isso, a área foi sendo impermeabilizada e aumentaram os picos de vazão pluvial que correm pelas ruas, pelas dificuldades de infiltração das águas. Devido a isso, em alguns locais as enxurradas aumentadas aceleram as erosões.

Com o tempo, a prefeitura interviu parcialmente na área, corrigiu o traçado das ruas bastante transformado pelas erosões, pavimentou o sistema viário e criou o sistema pluvial. Alguns lotes fortemente erodidos se perderam, resultando grotas que se estabilizaram com o tempo, estabilidade esta contra a erosão ajudada pela vegetação que voltara a crescer.

Portanto, a um alto custo social, a região progressivamente cicatriza-se e equilibra-se, e a ocupação dos lotes remanescentes completa-se quase que totalmente.

Com a área agora quase que totalmente urbanizada, os picos de vazão nas ruas aumentam ainda mais, criam-se novas necessidades de galerias pluviais e os rios da região começam agora a inundar áreas nunca dantes inundadas.

Os esgotos sanitários não coletados correm pelas sarjetas, entram nas bocas de lobo e chegam a esses córregos.

Entra novamente a prefeitura para tomar medidas corretivas contra as inundações dos córregos. Obras caras de desassoreamento são feitas, o rio é retificado no seu traçado. Para isso são necessárias providências de desapropriação e remoção

de habitantes, pois os fundos de vale estão parcialmente ocupados por edificações e favelas. O bairro prospera e os últimos lotes são ocupados. Aumenta-se ainda uma vez mais a impermeabilização da área, e o córrego, aumentadas mais suas vazões, com novas enchentes, começa a inundar novas áreas.

Aí o Poder Público (leia-se recursos públicos) intervém mais uma vez, e o córrego tem sua caixa aumentada, sendo então canalizado em galerias de concreto armado.

Face a todas as obras, as águas escoam agora facilmente e rapidamente na área.

Quando tudo parecia resolvido, começa-se a lotear uma área a jusante de nossa área em estudo, e tudo começa outra vez, com o agravante de que o rio tem um outro comportamento. Ele ficou nervoso e sensível, pela impermeabilização da área a montante, e pela retificação e canalização do seu traçado, ele agora reage rapidamente às chuvas. Suas vazões de enchente crescem rapidamente em relação à situação prévia à época da implantação do loteamento.

Com a área totalmente urbanizada, nota-se uma coisa curiosa. Mesmo nos meses secos há águas correndo pelas galerias pluviais.

Como o loteamento não tem rede de esgoto, os esgotos sanitários correm pelas sarjetas, entram nas bocas de lobo e chegam aos córregos.

Aí se projeta a rede de esgotos sanitários.

A rede de esgotos sanitários encontra, pois, uma situação de fato:

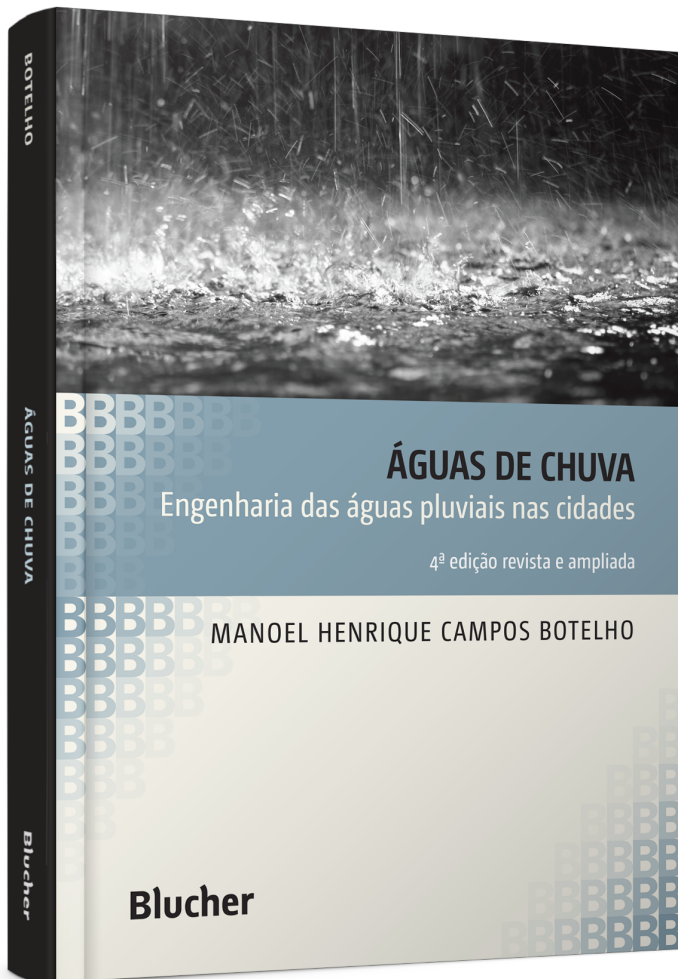
- as ruas já existem e estão pavimentadas;
- já existem galerias pluviais cujo eventual remanejamento seria custoso;
- os fundos de vale, parcialmente ocupados, não deixaram locais fáceis para passagem das canalizações de esgoto.



Não há dúvida de que essa rede de esgotos a implantar será agora muito mais cara que a rede de esgotos que se poderia ter tido ao projetar o loteamento, já com essa melhoria.

E a história continua por aí...

Veja no Anexo E, numa criação do Arq. Angelo Salvador Filardo Jr., a recriação dessa história utilizando uma nova linguagem plástica.



Clique aqui e:

[Veja na loja](#)

# Águas de Chuva

## Engenharia das águas pluviais nas cidades

4ª edição revista e ampliada

---

**Manoel Henrique Campos Botelho**

ISBN: 9788521212270

Páginas: 344

Formato: 17x24 cm

Ano de Publicação: 2017

Peso: 0.565 kg

---