

# ASPECTOS INSTITUCIONAIS E A REGULAÇÃO DA DRENAGEM URBANA NAS CAPITAIS DA REGIÃO SUDESTE BRASILEIRA

<sup>(1)</sup> Pedro Henrique Alves Braga

<sup>(2)</sup> Frederico Carlos Martins de Menezes Filho

<sup>(1)</sup> Estudante do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba

<sup>(2)</sup> Professor Adjunto do curso de Engenharia Civil - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba

Presidente da banca: Frederico Carlos Martins de Menezes Filho

Membro: Simone Rodrigues Campos Ruas

Membro: Reynaldo Furtado Faria Filho

**Data: 07 de dezembro de 2017**

## RESUMO

O crescimento desordenado nos centros urbanos intensifica os problemas relacionados ao manejo de águas pluviais pela intensa impermeabilização e consequente aumento do escoamento superficial. Os órgãos públicos devem estruturar suas gestões municipais a fim de desenvolver um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), legislações municipais estaduais e um manual de drenagem para institucionalizar a drenagem, visto que, o primeiro estabelece as linhas principais, as legislações controlam e o manual orienta como o PDDU deve ser implementado. Destarte, esse trabalho buscou traçar um panorama acerca dos aspectos institucionais do componente drenagem urbana nas capitais da região sudeste brasileira, abrangendo a gestão municipal nesse setor e a existência de medidas não estruturais importantes como os PDDU, verificando nestes a presença do controle de vazões máximas para novos empreendimentos. Dispôs-se, então, de intensa revisão da literatura e também de pesquisa aos sítios das prefeituras municipais a fim de subsidiar a discussão referente aos aspectos institucionais e regulatórios da drenagem urbana. Dentre os pontos observados, citam-se a desestruturação nas prefeituras municipais para o desenvolvimento de políticas de drenagem e sua manutenção, seja através de impostos, taxas ou órgãos financiadores. A figura dos volumes de controle não está amplamente difundida e ainda necessita de atualizações na sua concepção, visto que os valores de volume calculados pela metodologia proposta estão superiores aos presentes nos manuais de drenagem. A cidade de São Paulo, por exemplo, apresenta uma diferença de até 726% entre os volumes. Apesar disso, observou-se que as capitais estão investindo em PDDU, manuais de drenagem e leis para a drenagem com base em novas abordagens como os Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS), o que a longo prazo resultará em cidades mais eficientes e sustentáveis.

36 **PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, Volumes de controle, Águas pluviais.

37 **INSTITUTIONAL ASPECTS AND THE REGULATION OF URBAN DRAINAGE IN THE**  
38 **CAPITAL OF THE BRAZILIAN SOUTHEAST REGION**

39

40 **ABSTRACT**

41

42 The disordered development in the urban centers intensifies the problems related to the management  
43 of stormwater by the intense waterproofing and consequent increase in the surface runoff. Public  
44 offices should structure their municipal management in order to develop an Urban Drainage Master  
45 Plan (UDMP), state municipal legislations and a drainage manual to institutionalize drainage, since  
46 the first establishes the main lines, legislation controls and manual guides how the UDMP should be  
47 implemented. The aim of this study is to provide an overview of the institutional aspects of the urban  
48 drainage component in the capitals of the Southeastern Brazilian region, including municipal  
49 management in this sector and the existence of important non-structural measures such as the UDMP,  
50 verifying the presence of maximum flow control for new buildings. An intense review of the literature  
51 and also of research to the sites of the city halls was done, in order to subsidize the discussion  
52 regarding the institutional and regulatory aspects of urban drainage. Among the points observed,  
53 mention is made of the dismantling in municipal administration for the development of drainage  
54 policies and their maintenance, either through taxes, fees or funding agencies. The figure of the  
55 control volumes is not widely diffused and still needs updating in its design, since the volume values  
56 calculated by the proposed methodology are superior to those present in the drainage manuals. The  
57 city of São Paulo, for instance, presents a difference of up to 726% between volumes. In spite of this,  
58 it was noted that capitals are investing in PDDUs, drainage manuals and drainage laws based on new  
59 approaches such as Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), which in the long run will result  
60 in more efficient and sustainable cities.

61 **KEYWORDS:** Sustainability, Control volumes, Rainwater.

62

63 **1 INTRODUÇÃO**

64 O crescimento urbano aliado a intensa impermeabilização do solo e também a falta de  
65 planejamento trazem problemas frequentes, como as inundações durante os períodos chuvosos. Os  
66 sistemas de drenagem estão diretamente ligados a esses problemas, porém somente em outubro de  
67 2016 foi lançada a primeira Coleta de Dados de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas  
68 pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017), o que mostra o descaso com  
69 a drenagem quando comparada com os outros componentes do saneamento ambiental.

70 Quando se fala em específico na drenagem urbana, observa-se para resolução dos seus  
71 problemas a concepção higienista relatada por Castro, Silva e Silveira (2011). Tal concepção  
72 fundamentou-se no rápido esgotamento das águas pluviais geradas por meio de galerias ou  
73 canalizações, transferindo os problemas de montante para a jusante. Apesar da concepção higienista  
74 ter sido amplamente utilizada no Brasil, tal medida não é mais eficaz na resolução do problema, pois  
75 com o crescimento das cidades as estruturas de drenagem existentes tornam-se incapazes de conter  
76 os novos volumes de escoamento, intensificando as enchentes e a proliferação de doenças.

77 De acordo com a Lei 12.608 (BRASIL, 2012), no artigo 42-A, que institui a Política Nacional  
78 de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, entre outras providências é responsabilidade dos municípios  
79 desenvolver medidas de drenagem urbana a fim de prevenir e mitigar impactos de desastres  
80 ambientais, ou seja, é de responsabilidade do município a implantação de um sistema de drenagem  
81 eficiente para evitar enchentes e os desastres consequentes destas.

82 Para o desenvolvimento dos dispositivos que gerem a drenagem, o PDDU, juntamente com  
83 manuais de drenagem e legislações, se faz de suma importância, uma vez que esses mecanismos  
84 trabalham em conjunto a fim de desenvolver técnicas compensatórias estruturais e não estruturais a  
85 longo prazo, permitindo que o setor público consiga planejar melhor os recursos.

86 Atualmente as melhores práticas de gestão ou *Best Management Practices* (BMPs) e o  
87 desenvolvimento de baixo impacto ou *Low Impact Development* (LID) têm-se mostrado como uma  
88 alternativa para gerenciar o escoamento superficial, visto que a adoção de seus princípios  
89 regulamentadores busca manter as vazões pré-existentes nos novos empreendimentos. Dentre  
90 medidas estruturais que estas alternativas apresentam estão os reservatórios localizados nos lotes que  
91 necessitam de um dimensionamento variável para cada região a partir de modelos hidrológicos,  
92 podendo ser muito eficientes para a redução dos picos de vazão nas cidades.

93 O enfoque deste trabalho é verificar os aspectos institucionais da drenagem urbana nas capitais  
94 da região Sudeste. A pesquisa abordou a estrutura responsável pelo setor, a existência de PDDU, a  
95 existência ou não da regulação da drenagem urbana por meio do controle de vazões máximas e  
96 também estabeleceu para as capitais estudadas equações para o dimensionamento do volume de  
97 controle a partir do método racional.

98

## 99 **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

100

101 Consoante o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2010) a urbanização no  
102 Brasil intensificou-se a partir da segunda metade do século XX. Atualmente, cerca de 85% da  
103 população brasileira vivem nas cidades (Figura 1).

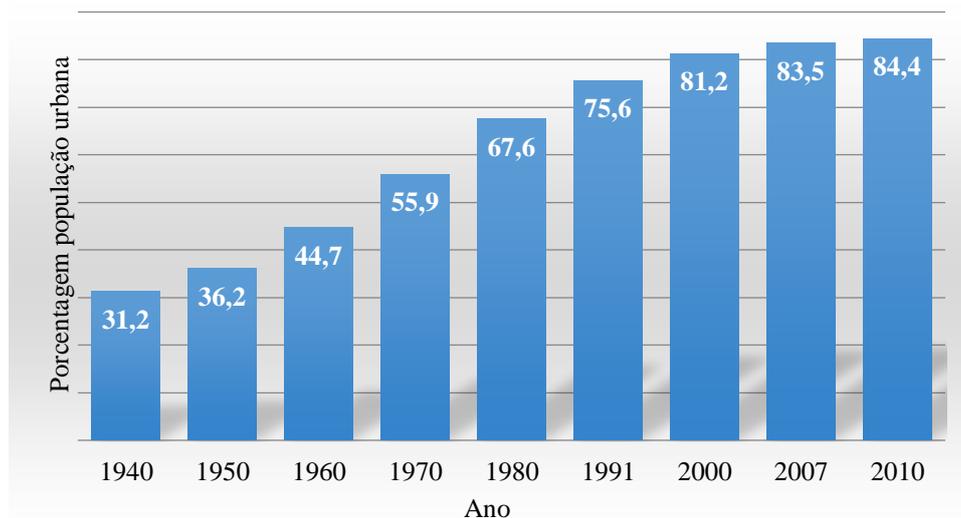


Figura 1 - Evolução da população urbana no Brasil

Fonte: IBGE, 2010

104  
105  
106  
107

Com a urbanização, problemas relacionados à drenagem começaram a surgir e para resolvê-los a administração pública utilizou o princípio higienista, que se fundamenta no rápido esgotamento das águas pluviais por meio de galerias ou canalizações, evacuando rapidamente a água das chuvas, aumentando a quantidade e a velocidade de escoamento, sem se preocupar com o destino final dessas águas (OLIVEIRA, BARBASSA, GONÇALVES, 2016).

De acordo com a Lei 11.445 (BRASIL, 2007) conhecida como a Lei do Saneamento, o saneamento básico é um conjunto de serviços de infraestrutura e de instalações operacionais. A drenagem urbana de águas pluviais ou manejo de águas pluviais, componente do saneamento, representa o conjunto de instalações operacionais abarcando obras de detenção ou retenção para amortecimento de cheias, para tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. Essa mesma lei, dentre seus princípios fundamentais, exige que todas as áreas urbanas deverão conter serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, incluindo a manutenção e fiscalização preventiva dessas redes, de forma a adequar a saúde pública, segurança da vida e do patrimônio público privado.

Segundo Tucci (2005), as prefeituras deveriam desenvolver sistemas de gestão buscando integrar os planos de desenvolvimento, uso e ocupação do solo bem como o uso de técnicas preservacionistas a fim de proporcionar uma visão temporal abrangente para projetos de drenagem, sendo os mesmos flexíveis para intervenções e adaptações futuras quando necessário. Para que isso seja possível as prefeituras deveriam ser responsáveis por todo o saneamento básico, ou seja, drenagem, esgotos, resíduos e águas, desenvolvendo um setor específico para o saneamento básico, com Plano Diretor Urbano e Ambiental, o Plano de Esgoto e Resíduos Sólidos e a Gestão da Drenagem Urbana atual, assim, seria possível desenvolver projetos integrados uns aos outros de forma econômica e eficaz.

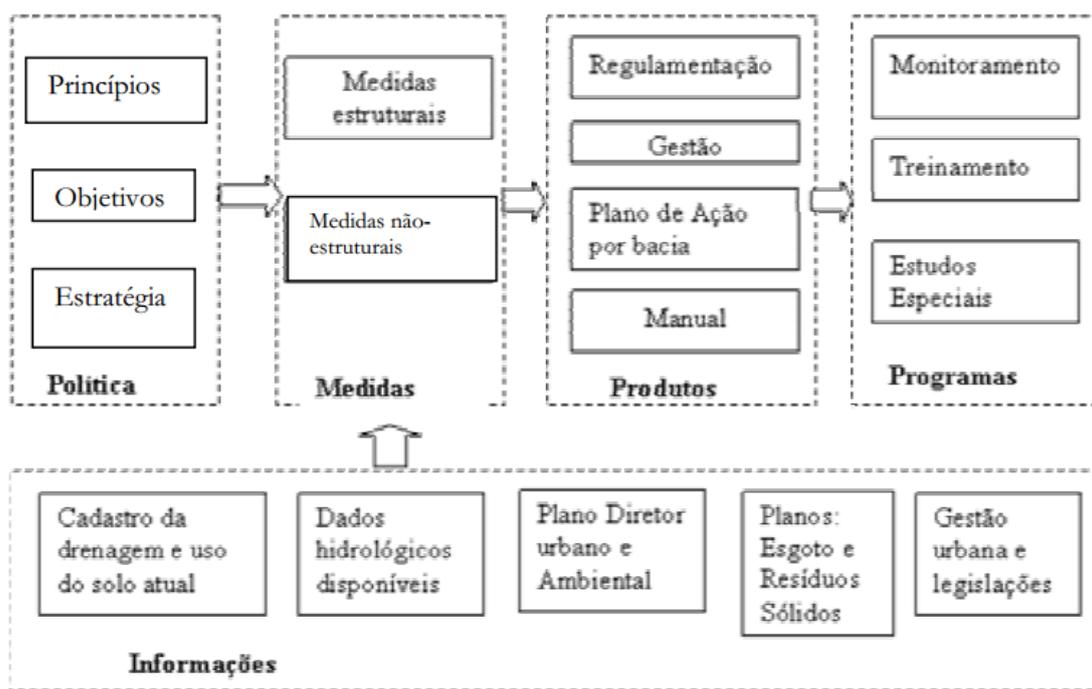
129

130 Por isso verifica-se a necessidade precípua às gestões municipais quanto ao desenvolvimento  
131 de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, Legislações Municipal Estadual e o Manual de Drenagem  
132 para institucionalizar a drenagem. O primeiro estabelece as linhas principais, as legislações controlam  
133 e o manual orienta (Tucci, 2005).

134 Segundo Righetto (2009) os princípios do PDDU seguem as seguintes premissas:

- 135 • Planejamento compatibilizado com outras infraestruturas;
- 136 • A vazão de pré-desenvolvimento deve ser mantida;
- 137 • Os problemas devem ser resolvidos o mais próximo da fonte geradora;
- 138 • Implementação de dispositivos que além de promover a infiltração e transporte  
139 promovam o tratamento da água;
- 140 • Definir a forma de ocupação de novas áreas;
- 141 • Controlar as cheias com medidas estruturais e não estruturais;
- 142 • Manter as áreas de preservação existentes e recuperar quando possível as  
143 degradadas;
- 144 • Estabelecer barreiras contra a ocupação ilegal de áreas de preservação;
- 145 • Incentivar a população a participar do desenvolvimento das políticas de  
146 preservação das APPs, a fim de promover a educação ambiental.

147 A estrutura de um PDDU pode ser dividida em cinco grandes grupos, apresentados na Figura  
148 2, que são: Política de Águas Pluviais, Medidas não estruturais e estruturais, Produtos, Programas e  
149 Informações (Tucci, 2007).



150  
151 Figura 2 - Estrutura do Plano Diretor de Drenagem Urbana  
152 Fonte: Tucci, 2007.

153 Apesar de não ser possível identificar os instrumentos financiadores para execução desses  
154 PDDUs, segundo Cançado, Nascimento e Cabral (2005), o principal órgão de financiamento da  
155 drenagem urbana é o Tesouro Municipal, principalmente através do Imposto sobre Propriedade  
156 Territorial Urbana (IPTU). Para aumentar os ganhos de eficiência alocativa a criação de uma taxa  
157 sobre a Drenagem Urbana possibilitaria uma distribuição social mais justa dos custos, visto que  
158 atualmente esse serviço é pago na mesma quantidade por todos os usuários. Quando o beneficiário  
159 de um serviço é passível de identificação deve ser feita uma cobrança por meio de taxa ou tarifa  
160 diretamente do usuário. No caso da drenagem, o mais correto seria a cobrança via taxa, que está  
161 presente nos serviços públicos de utilização obrigatória independente do seu uso efetivo. O  
162 importante é que a administração disponibilize esses serviços à população.

163 Segundo Grigg (2013), deve haver uma divisão de responsabilidades entre a administração e a  
164 comunidade, prevendo políticas de gestão financeira, como impostos ou taxas relacionadas com a  
165 drenagem, ou seja, tanto a população quanto o poder público possuem responsabilidades na  
166 manutenção e futuras instalações, não sobrecarregando nenhuma das partes. Grigg também cita que  
167 não existe um sistema fechado ideal, ou seja, o balanço de responsabilidades deve ser analisado  
168 separadamente em cada município de acordo com sua estrutura financeira.

169 Nos países desenvolvidos o pensamento higienista já vem sendo substituído desde os anos 1970  
170 por outras práticas conhecidas como práticas de melhor gestão ou técnicas compensatórias (*Best*  
171 *Management Practices*), Desenvolvimento de Baixo Impacto (*Low Impact Development*), Drenagem  
172 Urbana Sustentável (*Sustainable Urban Drainage System*) e ainda Infraestrutura Verde (*Green*  
173 *Infrasctructure*). Essas novas abordagens se preocupam em manter a vazão pré-existente, de maneira  
174 que o crescimento das cidades não exerce influência no sistema existente (RIGHETTO, 2009).

175 A fim de evitar que o problema de drenagem se agrave em relação às condições iniciais, uma  
176 das propostas do PDDU relaciona-se à quantidade de água, ou seja, futuras instalações devem possuir  
177 uma máxima vazão permissível para lançar na rede de drenagem. Tal controle possibilita que não  
178 haja sobrecarga na rede existente, tão quanto garante que qualquer empreendimento não altere as  
179 condições naturais de vazões pré-ocupação (TUCCI, 2007).

180 Todas essas definições incutiram a importância do processo de infiltração na hidrologia urbana,  
181 tão quanto a manutenção da vazão de pré-desenvolvimento, opondo-se à questão de transferência de  
182 volumes escoados a jusante, propiciando o controle do escoamento pela infiltração, retenção  
183 temporária, recarga do lençol freático e ainda o tratamento da qualidade das águas pluviais. Citam-se  
184 como exemplos destas estruturas compensatórias os poços de infiltração e coleta de águas de chuva,  
185 os telhados verdes, os pavimentos permeáveis, as trincheiras de infiltração, os sistemas de  
186 biorretenção e as bacias de detenção, retenção e detenção estendida (CANHOLHI, 2005).

187 Neste enfoque, segundo Souza, Gonçalves e Goldenfum (2007), para prevenir os impactos e  
188 reduzir os custos com intervenções futuras, os novos empreendimentos urbanos devem ser projetados  
189 e construídos para evitar os impactos mencionados, ou seja, serem projetados de forma a não  
190 aumentar a vazão pré-existente à construção.

191 Porse (2013) evidencia que as cidades norte-americanas já estão buscando sistemas híbridos,  
192 ou seja, sistemas que integrem transporte e infiltração para melhorar a saúde pública, segurança, meio  
193 ambiente e social.

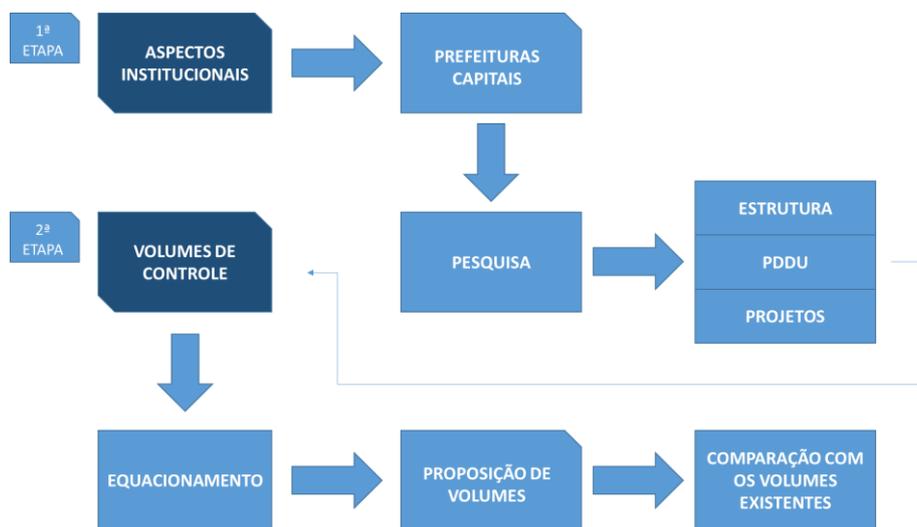
194 Segundo Miguez, Veról e Rezende (2016), uma forma de detenção do escoamento seriam os  
195 dispositivos localizados próximos a fonte geradora com pequenas dimensões, esses dispositivos  
196 armazenam parte da água das chuvas e às libera depois de um tempo pré-determinado na rede de  
197 drenagem. Dentre suas vantagens podem-se destacar a criação de pequenas unidades padronizadas, a  
198 redução dos picos de vazão que chegam à rede de drenagem e ainda o aumento da recarga do lençol  
199 freático. Miguez, Veról e Rezende (2016) ainda citam que quanto mais distantes do exutório esses  
200 dispositivos de controle se localizarem mais eficientes eles serão quando se considera o sistema de  
201 drenagem como um todo, já que ao iniciar uma chuva seu escoamento será reduzido logo no início  
202 evitando assim altos picos de vazão.

203

### 204 3 MATERIAIS E MÉTODOS

205

206 Na Figura 3 são apresentadas as etapas metodológicas do presente trabalho.



207

208

#### 209 3.1 ASPECTOS INSTITUCIONAIS

210 Em relação aos aspectos institucionais, realizou-se uma busca em sítios das Prefeituras  
211 Municipais, verificando a existência de uma estrutura municipal ou setor responsável pela gestão dos

212 serviços correlatos à drenagem urbana, a existência de PDDU, a existência de cadastros de rede de  
213 drenagem e projetos.

214 De posse destas informações obtidas para as capitais do sudeste brasileiro: Belo Horizonte, Rio  
215 de Janeiro, São Paulo e Vitória, traçou-se um panorama crítico da realidade do setor estudado tecendo  
216 comparações com a literatura existente.

### 217 3.2 VOLUMES DE CONTROLE

218 Para controlar os efeitos da urbanização devido ao aumento das áreas impermeáveis, a  
219 construção de reservatórios de amortecimento por unidades de pequenas áreas pode ser uma  
220 alternativa. O cálculo da vazão máxima de saída desses reservatórios deve ser realizado através de  
221 uma metodologia simplificada para agilizar o processo de análise e aprovação dos empreendimentos.  
222 Para isso a metodologia deve ser padronizada e representar a maioria dos cenários.

223 O método racional aparece como uma ferramenta interessante para calcular essa vazão. Para  
224 sua utilização é necessário limitar a área de estudo em até 200 ha, devido a variabilidade da vegetação  
225 e precipitação em áreas maiores. Para isso foi utilizado o método racional, que segundo Tomaz  
226 (2013), foi apresentado pela primeira vez em 1851 por Mulvaney e usado nos Estados Unidos por  
227 Emil Kuichling em 1889 e estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial. Caso a  
228 área de estudo seja maior, é necessário realizar um estudo hidrológico específico, mantendo as  
229 mesmas condições previstas no método racional (TUCCI, 2016)

230 De acordo com Tucci (2007), a vazão máxima específica por unidade de área para áreas  
231 inferiores à 200 ha é dada pela Equação 1.

$$232 \quad q_n = 2,78 C \cdot i \quad (1)$$

233 Onde:

234  $q_n$  = é a vazão máxima permissível específica em  $L \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ ;

235  $C$  = o coeficiente de escoamento;

236  $i$  = intensidade máxima da precipitação (mm/h).

#### 237 3.2.1 Coeficiente de escoamento

238 O coeficiente de escoamento depende do tipo e uso do solo para condições naturais e é dado  
239 pela Equação 2.

$$240 \quad C = C_p + (C_i - C_p) \cdot A_i \quad (2)$$

241 Onde:

242  $C_p$  = coeficiente de escoamento para áreas permeáveis;

243  $C_i$  = coeficiente de escoamento para áreas impermeáveis;

244  $A_i$  = área impermeável em %.

245 Para esse estudo será adotado um valor de coeficiente de escoamento para áreas permeáveis de  
 246 0,15 e para áreas impermeáveis de 0,80 de acordo com a Tabela 1(Tucci, 2007).

247 Tabela 1 – Valores de Cp.

Fonte	Cp
Gramma (solo arenoso) ASCE (1969)	0,05 a 0,20
Gramma (solo pesado) ASCE (1969)	0,13 a 0,35
Matas, parques e campos de esporte, Wilken (1978)	0,05 – 0,20
Equação Schueller (1987) (USA, 44 bacias)	0,05
Equação Urbonas et al (1990) (USA, 60 bacias)	0,04
Equação Tucci (2003) (Brasil, 11 bacias)	0,047
Usando Soil Conservation	0,025 – 0,31

248 Fonte: Tucci, 2007.

249

### 250 3.2.2 Intensidade máxima da precipitação

251 Segundo Garcia et al. (2015), o tempo de retorno varia de 10 a 25 anos, porém para melhorar a  
 252 relação custo benefício na drenagem urbana, visto que 85% dos danos causados são para um tempo  
 253 de retorno de até 10 anos, esse tempo é mais comumente utilizado.

254 Em áreas urbanas o tempo de concentração pode variar de 15 minutos até 3 horas. Para áreas  
 255 de 20 a 200 ha e com declividade entre 1 e 2%, o tempo de concentração médio é de 1 hora, porém  
 256 esse valor pode variar de acordo com as condições do terreno (TUCCI, 2016).

257 A intensidade é dada pela Equação 3.

$$258 \quad i = \frac{BT^\alpha}{(t+b)^d} \quad (3)$$

259 Onde:

260  $i$  = intensidade da chuva (mm/h);

261  $T$  = tempo de retorno em anos;

262  $t$  = tempo de concentração em minutos;

263  $B$ ,  $b$ , e  $d$  são variáveis que dependem da localidade;

264  $\alpha$  = parâmetro regional associado ao período de retorno  $T$ .

265 Os parâmetros  $B$ ,  $b$ ,  $d$  e  $\alpha$  utilizados nas equações i-d-f, para o cálculo de controle estão dispostas  
 266 na Tabela 2.

267 Tabela 2 - Parâmetros das equações de chuva para cada capital.

Capital - Região	B	b	d	$\alpha$	Fonte
Belo Horizonte	843,33	7,00	0,76	0,167	Fragoso Júnior (2007)
Rio de Janeiro - Santa Cruz	711,30	14,00	0,69	0,18	PCRJ- Cohidro (1992)
Rio de Janeiro - Campo Grande	891,60	14,00	0,69	0,18	PCRJ- Cohidro (1992)
Rio de Janeiro - Mendanha	843,70	12,00	0,69	0,17	PCRJ- Cohidro (1992)

Capital - Região	B	b	d	$\alpha$	Fonte
Rio de Janeiro - Bangu	1208,00	14,00	0,79	0,17	PCRJ- Cohidro (1992)
Rio de Janeiro - Jd. Botânico	1239,00	20,00	0,74	0,15	Ulysses Alcântara (1960)
Rio de Janeiro - Capela Mayrink	921,30	15,40	0,67	0,16	Rio-Águas (2003)
Rio de Janeiro - Via 11	1423,00	14,50	0,80	0,19	Rio-Águas (2005)
Rio de Janeiro - Saboia Lima	1782,00	16,60	0,84	0,17	Rio-Águas (2006)
Rio de Janeiro - Benfica	7032,00	29,60	1,14	0,15	Rio-Águas (2006)
Rio de Janeiro - Realengo	1164,00	6,96	0,77	0,14	Rio-Águas (2006)
Rio de Janeiro - Eletrobrás	1660,00	14,70	0,84	0,15	Rio-Águas (2007)
Rio de Janeiro - Irajá	5986,00	29,70	1,05	0,15	Rio-Águas (2009)
São Paulo	1747,90	15,00	0,89	0,18	Wilken (1978)
Vitória	943,470	20,00	0,77	0,19	Manual de Drenagem (2014)

269

270 Segundo Tucci (2016) o volume de detenção necessário para reservar e amortecer a vazão de  
 271 pós-desenvolvimento é dado pela Equação 4.

$$272 \quad \frac{V}{A} = (q_u - q) \cdot t \cdot k \quad (4)$$

273 Onde:

274  $V$  = volume em  $m^3$ ;

275  $A$  = área em ha;

276  $q$  = vazão específica pré-desenvolvimento em  $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ ;

277  $q_u$  = vazão específica pós-desenvolvimento em  $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ ;

278  $t$  = duração em minutos;

279  $k$  = constante para conversão de unidades,  $k = 60$ .

280 Unindo a Equação 1 na Equação 4, tem-se:

$$281 \quad \frac{V}{A} = 60 \cdot t \cdot (2,78 \cdot C \cdot i - q) \quad (5)$$

282 Por iteração determinou a duração para obtenção do volume máximo em função da área  
 283 impermeável. O volume máximo é obtido para cada valor de  $A_i$ , resultando numa função  $F_i(A_i)$ .  
 284 Variando o valor de  $A_i$  entre 5% e 100% é possível ajustar uma reta com início na origem como pode  
 285 ser exemplificado no Gráfico 1, obtendo uma equação de acordo com o modelo da Equação 6.

$$286 \quad V = a \cdot A_i \quad (6)$$

287 Onde:

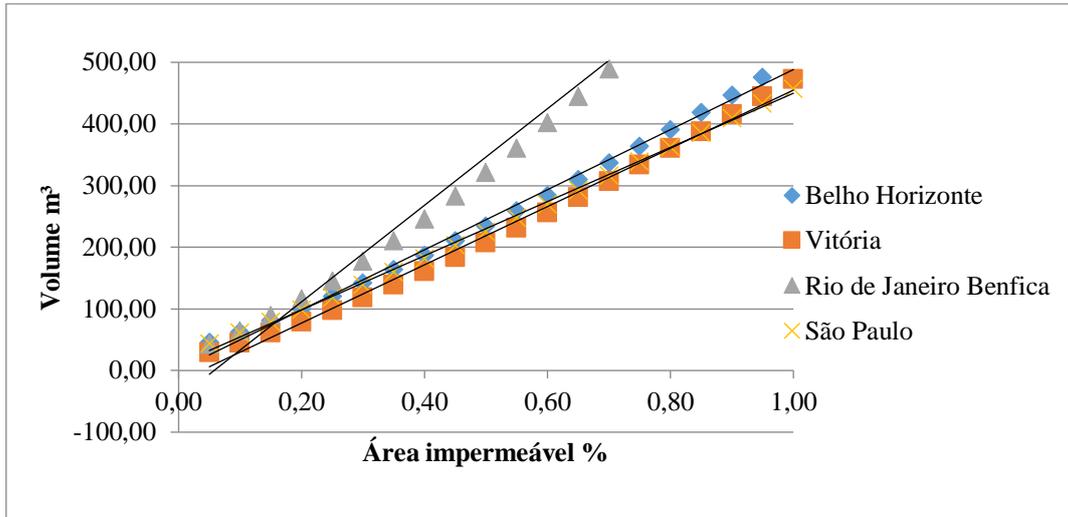
288  $V$  = volume do reservatório em  $m^3$ ;

289  $a$  = coeficiente da reta que nasce na origem;

290  $A_i$  = área impermeável em %.

291

Gráfico 1 - Volume de controle em função área impermeável.



293

294

## 295 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

296

### 297 4.1 ASPECTOS INSTITUCIONAIS

298 Os resultados obtidos sobre a política, medidas, produtos e programas a respeito dos PDDUs  
 299 de cada capital estão presentes na Tabela 3 e o setor responsável pela drenagem urbana, a existência  
 300 de PDDU e a existência de projetos de drenagem estão dispostos da Tabela 4.

301 Tabela 3 – Informações encontradas sobre o PDDU para cada Capital nas capitais em que o PDDU  
 302 está concluído.

Informações PDDU		Belo Horizonte	Rio de Janeiro	São Paulo	Vitória
Política	Princípios	X	X	*	X
	Objetivos	X	X	*	X
	Estratégia	X	nd	*	X
Medidas	Medidas estruturais	X	nd	*	X
	Medidas não estruturais	X	X	*	X
	Cadastros de rede	X	X	*	X
	Dados hidrológicos	X	X	*	X
	Plano Diretor Urb. E Amb.	nd	nd	*	nd
	Planos: Esg. E Res. Solid.	nd	nd	*	nd
	Gestão Urbana e Legislações	X	X	*	X
Produtos	Regulamentação	X	X	*	X
	Gestão	X	X	*	X
	Plano de Ação por bacia	X	X	*	X
Programas	Manual de Drenagem	X	X	*	X
	Monitoramento	X	X	*	X
	Treinamento	X	nd	*	X
	Estudos Especiais	nd	nd	*	nd

303

Legenda: \*: em execução, Nd: não disponível.

304 Tabela 4 – Setor responsável pela drenagem, existência de PDDU e existência de projetos de  
 305 drenagem.

Região	Estado	Cidade	Setor responsável	Existe PDDU	Projetos
Sudeste	Minas Gerais	Belo Horizonte	SMOBI	sim	Sim
	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Rio-Águas	sim	Sim
	São Paulo	São Paulo	Em desenv.	Em desenv.	Em desenv.
	Espirito Santo	Vitória	SEMOB/ CDV	sim	Sim

306 Legenda: Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura (SMOBI); Fundação Instituto das Águas do município do Rio  
 307 de Janeiro (Rio-Águas); Secretaria Municipal de Obras (SEMOB); Companhia de Desenvolvimento de Vitória (CDV).  
 308

#### 309 4.1.1 Belo Horizonte

310 Consoante o sítio da Prefeitura de Belo Horizonte compete à Secretaria Municipal de Obras e  
 311 Infraestrutura (SMOBI) coordenar o desenvolvimento de projetos e execução de obras públicas, a  
 312 elaboração e execução do orçamento referente a planos programas e projetos de obras de saneamento  
 313 básico relativo ao sistema de drenagem. O PDDU teve como principais ações em uma primeira fase  
 314 a caracterização de diagnóstico das bacias hidrográficas, cadastro de macro e microdrenagem,  
 315 avaliação estrutural de todos os canais e implementação de SIG para drenagem urbana concluída em  
 316 2001. A segunda fase foi finalizada em 2011 e foi constituída de uma modelagem matemática  
 317 hidrológica e hidráulica do sistema de macrodrenagem, implementação de um sistema de  
 318 monitoramento hidrológico e monitoramento da qualidade das águas, atualização e ampliação do SIG  
 319 de drenagem e a proposição de um novo modelo de gestão pública das águas urbanas.

320 Segundo Yazaki, et al. (2017), a partir do PDDU a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte  
 321 criou o DRENURBS, que é um projeto que visa integrar os cursos d'água à paisagem e não oculta-  
 322 los com canalizações para resolver problemas de drenagem. Dentre as obras encontram-se tratamento  
 323 de fundo de vale, implantação de parques lineares, recuperação de nascentes, construção de  
 324 reservatórios de detenção (“piscinões”), implantação de sistema de esgotamento sanitário e  
 325 adequação do sistema viário.

#### 326 4.1.2 Rio de Janeiro

327 De acordo com o sítio da Prefeitura do Rio de Janeiro compete à Fundação Instituto das Águas  
 328 do município do Rio de Janeiro (Rio-Águas) planejar, gerenciar e supervisionar ações preventivas e  
 329 corretivas no manejo das águas pluviais urbanas.

330 Apesar de não ser possível encontrar o PDDU completo, de forma online, de acordo com o  
 331 Plano Municipal de Desenvolvimento Sustentável da cidade do Rio de Janeiro (2015), foi  
 332 estabelecido quatro categorias de ocupação urbana: macrozona de ocupação controlada, macrozona  
 333 de ocupação incentivada, macrozona de ocupação condicionada e macrozona de ocupação assistida.

334 Em cada uma dessas zonas foram estabelecidas intervenções do poder público para implantação de  
335 planos projetos e obras públicas.

#### 336 4.1.3 São Paulo

337 De acordo com Prefeitura Municipal de São Paulo, a gestão da drenagem será de  
338 responsabilidade da Entidade Municipal de Águas, que está em criação. O Plano Diretor de Drenagem  
339 do Município também está sendo criado com objetivo de desenvolver ações voltadas para redução  
340 dos problemas de inundações melhoria da qualidade da água, promoção de saúde e bem-estar da  
341 população, desenvolvimento social e econômico e sustentabilidade.

#### 342 4.1.4 Vitória

343 De acordo com o resumo do PDDU (2008), somente a Secretaria Municipal de Obras (SEMOB)  
344 e a Companhia de Desenvolvimento de Vitória (CDV) possuem atribuições legais para a gestão da  
345 drenagem dentro do município de Vitória. As principais ações do PDDU são o planejamento das  
346 obras, medidas não estruturais, definição de instrumentos de financiamento, proposta de gestão da  
347 drenagem Urbana e um Manual de Drenagem. O PDDU identificou 98 bacias de drenagem em  
348 Vitória, sendo que 29 dessas bacias foram caracterizadas com necessidades de intervenções a curto  
349 prazo cujo investimento necessário é de cerca de duzentos e quarenta milhões de reais.

#### 350 4.2 VOLUMES DE CONTROLE

351 As intensidades de precipitação para uma chuva de uma hora e T=10 anos, os volumes de  
352 controle com a metodologia propostas neste trabalho e os volumes de controle propostos pelas Leis  
353 e Manuais de Drenagem das Capitais do Sudeste estão dispostos na Tabela 5.

354 Tabela 5 – Valores da intensidade, vazão específica e volumes de reservação em função da área  
355 impermeável.

Capital - Região	i ( mm/h)	V (m <sup>3</sup> /ha) Método Racional	V (m <sup>3</sup> /ha) Manuais de Drenagem
Belo Horizonte	45,90	504,34	300,00
Rio de Janeiro - Santa Cruz	59,90	575,10	-
Rio de Janeiro - Campo Grande	69,50	714,00	-
Rio de Janeiro - Mendanha	63,10	624,99	-
Rio de Janeiro - Bangu	60,10	538,14	-
Rio de Janeiro - Jd. Botânico	69,40	682,79	-
Rio de Janeiro - Capela Mayrink	72,60	778,94	-
Rio de Janeiro - Via 11	71,30	635,18	-
Rio de Janeiro - Saboia Lima	68,60	595,94	-
Rio de Janeiro - Benfica	58,80	475,50	-
Rio de Janeiro - Realengo	63,40	546,86	-
Rio de Janeiro - Eletrobrás	51,60	568,68	-
Rio de Janeiro - Irajá	75,30	623,54	-

356

357 Continuação Tabela 5 – Valores da intensidade, vazão específica e volumes de reservação em  
 358 função da área impermeável.

Capital - Região	i ( mm/h)	V (m <sup>3</sup> /ha) Método Racional	V (m <sup>3</sup> /ha) Manuais de Drenagem
São Paulo	56,20	457,15	63,10
Vitória	51,60	472,98	400,00

359 Legenda: i: intensidade; V: volume

360

361 Os valores encontrados para as quatro capitais foram bem heterogêneos observando uma grande  
 362 discrepância entre os valores calculados e os propostos nos Manuais de Drenagem. São Paulo obteve  
 363 os menores valores de intensidade e volume de controle propostos pelo método racional. A cidade de  
 364 Vitória apresentou o maior valor de volume de controle sugerido pelas Leis e Manuais de Drenagem.  
 365 São Paulo apresentou o menor valor para o volume de controle proposto pelos manuais de drenagem.  
 366 A cidade do Rio de Janeiro possui diversas equações de chuva, por isso foram propostos valores de  
 367 controle para cada uma delas, resultando em volumes específicos para cada região da Capital.

#### 368 4.2.1 Belo Horizonte

369 O volume de controle calculado pelo método racional é de 504,34 m<sup>3</sup>/ha de área impermeável  
 370 ou pela Equação (7).

$$371 \quad V = 5,04 \cdot Ai \quad (7)$$

372 Onde:

373 V = volume de controle (m<sup>3</sup>);

374 Ai = porcentagem da área impermeável do terreno (%);

375 O volume proposto para a cidade de Belo Horizonte está de acordo com a Lei Municipal Nº  
 376 7.166 (BRASIL, 1996), que indica a possibilidade de reter até 30 litros de água pluvial por metro  
 377 quadrado de terreno impermeabilizado que exceda o limite previsto no caput. Logo o reservatório  
 378 deveria ser de 300m<sup>3</sup>/ha. Observa-se uma diferença de 36% quando se compara o valor calculado  
 379 pelo método racional com o proposto pela lei Municipal.

#### 380 4.2.2 Rio de Janeiro

381 As equações para o dimensionamento dos volumes de controle estão dispostas na Tabela 6. É  
 382 possível observar a grande variabilidade dos volumes calculados para o Rio de Janeiro em função das  
 383 diversas equações de chuva encontradas para a região. Essa grande quantidade de volumes traz como  
 384 ponto positivo o melhor dimensionamento do reservatório em função da localização.

385 Tabela 6 - Equações para dimensionamento dos volumes de controle para o Rio de Janeiro.

Capital - Região	V(m <sup>3</sup> /ha)
Rio de Janeiro - Santa Cruz	5,75.Ai
Rio de Janeiro - Campo Grande	7,14.Ai

386 Continuação Tabela 6 - Equações para dimensionamento dos volumes de controle para o Rio de  
387 Janeiro.

<b>Capital - Região</b>	<b>V(m<sup>3</sup>/ha)</b>
Rio de Janeiro - Mendanha	6,25.Ai
Rio de Janeiro - Bangu	5,38.Ai
Rio de Janeiro - Jd. Botânico	6,83.Ai
Rio de Janeiro - Capela Mayrink	7,79.Ai
Rio de Janeiro - Via 11	6,35.Ai
Rio de Janeiro - Saboia Lima	5,96.Ai
Rio de Janeiro - Benfica	4,76.Ai
Rio de Janeiro - Realengo	5,47.Ai
Rio de Janeiro - Eletrobrás	5,69.Ai
Rio de Janeiro - Irajá	6,24.Ai

388

389 Apesar do Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do Rio de Janeiro informar que o  
390 desenvolvimento tecnológico passa pela adoção das “Best Management Practices (BMPs), o Manual  
391 de Instruções Técnicas para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de  
392 Sistemas de Drenagem Urbana não contém informações relativas a um sistema de captação para ser  
393 utilizado no lugar da área permeável.

#### 394 **4.2.3 São Paulo**

395 O volume de controle calculado pelo método racional é de 457,15 m<sup>3</sup>/ha de área impermeável  
396 ou pela Equação 8.

$$397 \quad V = 4,57.Ai \quad (8)$$

398 Onde: V = volume de controle (m<sup>3</sup>);

399 Ai = porcentagem da área impermeável do terreno (%);

400 O dimensionamento do volume de controle a partir do manual de drenagem de São Paulo passou  
401 por uma revisão em 2016 a partir da Lei Municipal N° 16.402 (BRASIL, 2016), que disciplina o  
402 parcelamento, o uso e a ocupação do solo no município de São Paulo, de acordo com a lei n° 16.050,  
403 de 31 de julho de 2014 - Plano Diretor Estratégico (PDE) em seu art. 79, nos lotes com área total  
404 superior a 500m<sup>2</sup> (quinhentos metros quadrados), nos quais incidem as disposições da quota ambiental  
405 (QA), é obrigatória a instalação de controle de escoamento superficial com volume mínimo previsto  
406 no Quadro 3B desta lei ( ANEXO 1), independentemente da adoção de outros mecanismos de controle  
407 do escoamento superficial que impliquem reservação e/ou infiltração e/ou percolação.

408 A partir da vazão máxima de saída o volume de controle é dimensionado por iteração, uma vez  
409 que ele influencia no valor do indicador parcial. A lei ainda diz que mesmo que atendida a pontuação  
410 mínima da QA o volume de controle do escoamento superficial não poderá ser inferior a 6,3l litros  
411 por m<sup>2</sup> de área total do lote, ou seja, 63,1 m<sup>3</sup>/ha.

412 Observa-se uma diferença de 726% quando se compara o valor calculado pelo método racional com  
413 o proposto pela lei Municipal, quando é utilizado o valor mínimo de controle.

#### 414 **4.2.4 Vitória**

415 O volume de controle calculado pelo método racional é de 472,98 m<sup>3</sup>/ha de área impermeável  
416 ou pela Equação 11.

$$417 \quad V = 4,73.A_i \quad (11)$$

418 Onde:

419  $V =$  volume de controle (m<sup>3</sup>);

420  $A_i =$  porcentagem da área impermeável do terreno (%);

421 Segundo o Manual de Drenagem Urbana do Município de Vitória (2014), que estabelece que  
422 a exigência de permeabilidade pode ser substituída por um sistema de captação, para o  
423 dimensionamento desse reservatório deve ser feita uma estimativa de volume supondo a  
424 disponibilidade hidráulica de 1,0 m de profundidade, utilizando a Equação 12 ou a 13.

$$425 \quad V=0,02 . A_t \quad (12)$$

426 ou

$$427 \quad V=0,04 . A_i \quad (13)$$

428 Onde:

429  $V =$  volume do reservatório de detenção (m<sup>2</sup> x 1,0 m);

430  $A_t =$  área total contribuinte ao reservatório (m<sup>2</sup>);

431  $A_i =$  área impermeável contribuinte ao reservatório (m<sup>2</sup>).

432 De acordo com a Equação 14 o reservatório deveria ser de 400 m<sup>3</sup>/ha.

433 Observa-se uma diferença de 18% quando se compara ao valor calculado pelo método racional  
434 com o proposto pelo Manual de Drenagem.

435

## 436 **5 CONCLUSÕES**

437

438 A referida pesquisa abordou os aspectos institucionais da drenagem urbana nas capitais da  
439 região sudeste, quanto à estrutura responsável pelo setor, à existência de Planos Diretores de  
440 Drenagem Urbana (PDDU), à existência ou não da regulação da drenagem urbana por meio do  
441 controle de vazões máximas e também estabeleceu para as capitais estudadas as equações para o  
442 controle de vazão máxima a partir do método racional.

443 Foi observado que, dentre as capitais do sudeste brasileiro, apenas a cidade de São Paulo não  
444 dispõe do referido PDDU. Para as demais foi possível encontrar informações relevantes, apesar da

445 não obtenção da íntegra de tais documentos nos sítios municipais, o que deveria ser o oposto para  
446 publicitar as ações e respaldar a participação popular nas ações de saneamento ambiental.

447 Neste enfoque, citam-se aspectos positivos:

- 448 • Tendência de centralização das ações voltadas para o saneamento ambiental, ou  
449 seja, drenagem, sistema de abastecimento de água, esgotos e resíduos sólidos em  
450 uma única estrutura institucional, engendrando para projetos futuros a integração  
451 dos mesmos, almejando a eficiência de projetos e redução de custos;
- 452 • Adoção de princípios regulamentadores para manutenção das vazões pré-  
453 existentes nos novos empreendimentos, reduzindo possíveis sobrecargas nas redes  
454 de drenagem existentes; assim as redes de drenagem atuais não serão impactadas.

455 Por outro lado, apontam-se deficiências observadas em relação aos documentos obtidos, dentre  
456 as quais:

- 457 • Documentos parciais e ausência de informações. Não foi possível obter nenhum  
458 PDDU na íntegra e somente Vitória disponibiliza a metodologia de cálculo  
459 utilizada para estabelecer a equação do volume de controle;
- 460 • Os volumes de controle observados nos documentos necessitam de atualização,  
461 visto serem inferiores à metodologia empregada neste trabalho. A cidade de  
462 Vitória foi a que obteve valores de controle mais próximos, apenas 18% inferior.

463 Diante do explanado é necessário que as cidades coloquem em prática soluções como as  
464 descritas por esse trabalho. Como foi abordada a criação de uma taxa por consumo individual da  
465 drenagem os usuários que aderissem ao uso do reservatório de volume de controle poderiam receber  
466 um desconto sobre essa taxa de drenagem, dessa forma seu uso além de ser recomendável no ponto  
467 de vista ambiental ainda teria um incentivo financeiro.

468

## 469 **6 REFERÊNCIAS**

470

471 BRASIL. LEI Nº 7.166. De 27 de agosto de 1996. *Estabelece normas e condições para parcelamento,*  
472 *ocupação e uso do solo urbano no município.* Disponível em < [https://cm-belo-](https://cm-belo-horizonte.jusbrasil.com.br/legislacao/237741/lei-7166-96)  
473 [horizonte.jusbrasil.com.br/legislacao/237741/lei-7166-96](https://cm-belo-horizonte.jusbrasil.com.br/legislacao/237741/lei-7166-96)> Acesso em 14 de julho de 2017.

474 BRASIL. LEI Nº 11.445. De 5 de janeiro de 2007. *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento*  
475 *básico.* Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>  
476 Acesso em 15 de junho de 2017.

477 BRASIL. LEI Nº 12.608. De 10 de abril de 2012. *Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa*  
478 *Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o*  
479 *Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de*  
480 *informações e monitoramento de desastres.* Disponível em <  
481 [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/112608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112608.htm)> Acesso em 14 de junho  
482 de 2017.

483 BRASIL. LEI Nº 16.402. De 22 de março de 2016. *Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação*  
484 *do solo no município de São Paulo, de acordo com a lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 - Plano*  
485 *Diretor Estratégico (PDE).* Disponível em < [https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-](https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2016/1640/16402/lei-ordinaria-n-16402-2016-disciplina-o-parcelamento-o-uso-e-a-ocupacao-do-solo-no-municipio-de-sao-paulo-de-acordo-com-a-lei-n-16050-de-31-de-julho-de-2014-plano-diretor-estrategico-pde)  
486 [ordinaria/2016/1640/16402/lei-ordinaria-n-16402-2016-disciplina-o-parcelamento-o-uso-e-a-](https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2016/1640/16402/lei-ordinaria-n-16402-2016-disciplina-o-parcelamento-o-uso-e-a-ocupacao-do-solo-no-municipio-de-sao-paulo-de-acordo-com-a-lei-n-16050-de-31-de-julho-de-2014-plano-diretor-estrategico-pde)  
487 [ocupacao-do-solo-no-municipio-de-sao-paulo-de-acordo-com-a-lei-n-16050-de-31-de-julho-de-](https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2016/1640/16402/lei-ordinaria-n-16402-2016-disciplina-o-parcelamento-o-uso-e-a-ocupacao-do-solo-no-municipio-de-sao-paulo-de-acordo-com-a-lei-n-16050-de-31-de-julho-de-2014-plano-diretor-estrategico-pde)  
488 [2014-plano-diretor-estrategico-pde](https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2016/1640/16402/lei-ordinaria-n-16402-2016-disciplina-o-parcelamento-o-uso-e-a-ocupacao-do-solo-no-municipio-de-sao-paulo-de-acordo-com-a-lei-n-16050-de-31-de-julho-de-2014-plano-diretor-estrategico-pde)> Acesso em 28 de novembro de 2017.

489 CANÇADO, V. L.; NASCIMENTO, N. O.; CABRAL, J. R. *Cobrança pela drenagem urbana de*  
490 *águas pluviais: bases conceituais.* Revista Rega, 2005.

491 CANHOLHI, A. P. *Drenagem urbana e controle de enchentes.* São Paulo. Oficina de textos, 2005.

492 CASTRO, A. L. P.; SILVA, C. N. P.; SILVEIRA, A. *Curvas Intensidade Duração Frequência das*  
493 *precipitações extremas para o município de Cuiabá (MT).* AMBIÊNCIA. Guarapuava. PR, 2011.

494 FUNDAÇÃO INSTITUTO DAS ÁGUAS. *Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do Rio*  
495 *de Janeiro. 2015.* Disponível em <  
496 [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6165511/4162117/pmsb\\_drenagem\\_e\\_manejo\\_de\\_aguas\\_pl](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6165511/4162117/pmsb_drenagem_e_manejo_de_aguas_pluviais_dezembro_2015.pdf)  
497 [uviais\\_dezembro\\_2015.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6165511/4162117/pmsb_drenagem_e_manejo_de_aguas_pluviais_dezembro_2015.pdf)> Acesso em 16 de junho de 2017.

498 GARCIA, C. et al. *Avaliação da drenagem urbana no entorno do Parque Florestal dos Pioneiros.*  
499 *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET), v. 1, n. 1,*  
500 *2015.*

501 GRIGG, S. N. *Stormwater Programs: Organization, Finance, and Prospects.* Revista Sage, 2013.

502 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Taxa de urbanização.* Censo demográfico 1940-  
503 2010. Disponível em < <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>> Acesso  
504 em 14 de junho de 2017.

505 MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. *Drenagem urbana: do projeto tradicional à*  
506 *sustentabilidade.* 1º ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

507 OLIVEIRA, A. P; BARBASSA, A. P; GONÇALVES, L. M. *Aplicação de técnicas compensatórias*  
508 *de drenagem na requalificação de áreas verdes urbanas em Guarulhos-SP*. Periódico Técnico e  
509 Científico Cidades Verdes, v. 4, n. 9, 2016.

510 PORSE, E. C. *Stormwater Governance and Future Cities*. Water. 2013.

511 PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. *Secretaria Municipal De Obras E*  
512 *Infraestrutura*. 2017. Disponível em < [https://prefeitura.pbh.gov.br/estrutura-de-governo/obras-e-](https://prefeitura.pbh.gov.br/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura)  
513 [infraestrutura](https://prefeitura.pbh.gov.br/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura) > Acesso em 15 de junho de 2017.

514 PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. *Plano Diretor de Drenagem do Município de São*  
515 *Paulo*. Publicado em 05/05/2014. Disponível em <  
516 [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/plano\\_diretor\\_de\\_drenagem/index.ph](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/plano_diretor_de_drenagem/index.php?p=170594)  
517 [p?p=170594](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/plano_diretor_de_drenagem/index.php?p=170594)> Acesso em 16 de junho de 2017.

518 PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. *Manual de Drenagem Urbana do Município de Vitória*.  
519 2014. Disponível em < [http://sites.vitoria.es.gov.br/pmsb/wp-content/uploads/2015/08/produto-](http://sites.vitoria.es.gov.br/pmsb/wp-content/uploads/2015/08/produto-03_manual_de_drenagem1.pdf)  
520 [03\\_manual\\_de\\_drenagem1.pdf](http://sites.vitoria.es.gov.br/pmsb/wp-content/uploads/2015/08/produto-03_manual_de_drenagem1.pdf)> Acesso em 16 de junho de 2017.

521 PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. *Resumo geral do PDDU*. 2008. Disponível em <  
522 [http://sites.vitoria.es.gov.br/pddu/wp-content/uploads/2015/09/resumo\\_do\\_pddu.pdf](http://sites.vitoria.es.gov.br/pddu/wp-content/uploads/2015/09/resumo_do_pddu.pdf)> Acesso em 16  
523 de junho de 2017.

524 PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. *Áreas de atuação e projetos em drenagem*  
525 *urbana*. Disponível em < <http://www.rio.rj.gov.br/web/rio-aguas/servicos>> Acesso em 16 de junho  
526 de 2017.

527 PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. *Instruções técnicas para elaboração de*  
528 *estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de dispositivos de drenagem*. 2010. Disponível  
529 em <  
530 <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1377338/DLFE215301.doc/InstrucoesTecnicasProjetosdeDr>  
531 [enagem1.versao.doc](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1377338/DLFE215301.doc/InstrucoesTecnicasProjetosdeDr) > Acesso em 16 de junho de 2017.

532 PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. *Plano Municipal De Saneamento Básico Da*  
533 *Cidade Do Rio De Janeiro*. Fundação Instituto Das Águas. 2015

534 RIGHETTO, M.A. *Manejo de Águas Pluviais Urbana*. PROSAB, 2009.

- 535 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). *SNIS - Série*  
536 *Histórica*. 2017. Disponível em < <http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>> Acesso em 21 de  
537 novembro de 2017.
- 538 SOUZA, C. F. GONÇALVES, L. S. GOLDENFUM, J. A. *Planejamento integrado de sistemas de*  
539 *drenagem urbana*. IPH/UFRGS - Instituto de Pesquisas Hidráulicas / Universidade Federal do Rio  
540 Grande do Sul. RS, 2007.
- 541 TOMAZ, P. *Curso de Manejo de águas pluviais*. 2013. Disponível em <  
542 [http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos\\_livros/livro\\_metodo\\_calculos\\_vazao/capitulo02.](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vazao/capitulo02.pdf)  
543 [pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vazao/capitulo02.pdf)> Acesso em 21 de novembro de 2017.
- 544 TUCCI, C. E. M. *Inundações Urbanas*. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393p.
- 545 TUCCI, C. E.M. *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*. Ministério das Cidades – Global Water  
546 Partnership - World Bank – Unesco 2005.
- 547 TUCCI, C. E.M. *Regulamentação da drenagem urbana no Brasil*. Revista Rega, 2016.
- 548 YAZAKI, L. F. O. L. Tominaga, E. N. Radesca, F. D. *Programa DRENURBS, uma concepção*  
549 *inovadora dos recursos hídricos no meio urbano Belo Horizonte – MG*. Soluções para Cidades, 2017.