

MEMORIAL DE CÁLCULO DE REDE COM ESTUDO HIDROLÓGICO

Observando a planta geral da bacia contribuinte, chegamos aos valores das áreas de cada uma das minibacias são dadas a seguir:

Minibacia	Área (m ²)
A1	199.120,69
A2	10.933,10
A3	6.081,49
A4	21.142,98
A5	43.099,16

Conhecidas às áreas contribuintes de cada rua, cabendo verificar se a soma das bacias contribuintes de cada rua ultrapassa ou não o número de 50,00há, para escolhermos o método de dimensionamento:

Área da Bacia (B)	Método Hidrológico
B < 50 ha	Método Racional
50 há < B < 500 ha	Método Racional Modificado
B > 500 ha	Outros Métodos, Ex: Hidrograma Unitário

Neste caso estamos na faixa de área de bacia menor que 50 há, optamos pelo Método Racional para o cálculo das vazões de chuva que correrão pelas ruas, então:

$$Q = c \cdot i \cdot A$$

c= coeficiente de deflúvio

I= Precipitação (intensidade)

A= Área contribuinte

Em nosso caso estamos fazendo projeto de uma cidade que não possui disponíveis dados hidrológicos, podemos usar a tabela de dados médios brasileiros.

TABELA DE PRECIPITAÇÃO TOTAL DA CHUVA (mm)

REGIÕES	TEMPO DE RECORRÊNCIA 10 anos				TEMPO DE RECORRÊNCIA 25 anos			
	Duração em minutos				Duração em minutos			
	15	30	60	120	15	30	60	120
Alta pluviosidade	41	63	75	110	50	82	118	150
Média pluviosidade	34	51	61	81	38	63	85	109
Baixa pluviosidade	27	39	46	51	30	44	52	67

Considerando uma região de alta pluviosidade e adotando um Tempo de recorrência de 25 anos e duração de 30 minutos, terá chovido uma altura total de 82 mm. Exprimindo-se em mm/h chegar-se-á em 164 mm/h.

Como 100 mm/h \rightarrow 277 l/s ha, então a chuva será igual a:
 $277 \times 1,68 = 465$ l/s há \rightarrow contribuição da chuva.

Usaremos a seguinte fórmula para fazermos o cálculo de concentração:

$$T_c = t_s + 10 \text{ min.}$$

Onde:

$$T_s = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot I_m)^{0,04}} \quad (\text{min.}) \quad \rightarrow \text{Fórmula de George Ribeiro.}$$

L= distância em quilômetros

P= porcentagem de bacia com cobertura vegetal.

T_c= Tempo de concentração

T_s= tempo de escoamento superficial

I_m= Declividade da distância máxima.

A1) A bacia de número A1, só estará no pico de vazão quando chegar no ponto 01-G a gotícula de água que caiu no ponto 01.

A2) A bacia de número A2, só estará no pico de vazão quando chegar no ponto 02-G a gotícula de água que caiu no ponto 02.

A3) A bacia de número A3, só estará no pico de vazão quando chegar no ponto 03-G a gotícula de água que caiu no ponto 03.

A4) A bacia de número A4, só estará no pico de vazão quando chegar no ponto 04-G a gotícula de água que caiu no ponto 04.

A5) A bacia de número A5, só estará no pico de vazão quando chegar no ponto 05-G a gotícula de água que caiu no ponto 05.

B1) Na coluna 10 vai a cota 540,000 m (ponto 01) e na coluna 11 vai a cota 469,904 m (ponto 01-G). A diferença de 70,096 m é colocada na coluna 12.

B2) Na coluna 10 vai a cota 499,547 m (ponto 02) e na coluna 11 vai a cota 470,631 m (ponto 02-G). A diferença de 28,916 m é colocada na coluna 12.

B3) Na coluna 10 vai a cota 505,000 m (ponto 03) e na coluna 11 vai a cota 474,499 m (ponto 03-G). A diferença de 30,501 m é colocada na coluna 12.



B4) Na coluna 10 vai a cota 505,100 m (ponto 04) e na coluna 11 vai a cota 466,973 m (ponto 04-G). A diferença de 38,127 m é colocada na coluna 12.

B5) Na coluna 10 vai a cota 508,00 m (ponto 05) e na coluna 11 vai a cota 466,925 m (ponto 05-G). A diferença de 41,075 m é colocada na coluna 12.

C1) A distância máxima é a distância 01 - 01-G é de 853,867 m.

C2) A distância máxima é a distância 02-02-G é de 116,441 m.

C3) A distância máxima é a distância 03 - 03-G é de 223,441 m.

C4) A distância máxima é a distância 04 - 04-G é de 267,000 m.

C5) A distância máxima é a distância 05 - 05-G é de 329,985 m.

$$T_{sA1} = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot l_m)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 0,85387}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,08209)^{0,04}} = 12,53 \text{ min.}$$

$$T_{cA1} = 10 + 12,53 = 22,53 \text{ min.}$$

$$T_{sA2} = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot l_m)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 0,11644}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,24833)^{0,04}} = 1,64 \text{ min.}$$

$$T_{cA2} = 10 + 1,64 = 11,64 \text{ min.}$$

$$T_{sA3} = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot l_m)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 0,22344}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,13651)^{0,04}} = 3,21 \text{ min.}$$

$$T_{cA3} = 10 + 3,21 = 13,21 \text{ min.}$$

$$T_{sA4} = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot l_m)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 0,26700}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,14280)^{0,04}} = 3,83 \text{ min.}$$

$$T_{cA4} = 10 + 3,83 = 13,83 \text{ min.}$$

$$T_{sA5} = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot l_m)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 0,32998}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,12447)^{0,04}} = 4,76 \text{ min.}$$

$$T_{cA5} = 10 + 4,76 = 14,76 \text{ min.}$$

Conhecido T_c , adotaremos um tempo de recorrência de 10 anos. Como T_c será uma grandeza variável, trecho por trecho, calcularemos a correspondência i com T_c :



$$iA1 = \frac{4.660 \times Tr^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times Tr)^{-0,0144})}} = \frac{4660 \times 10^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times 10)^{-0,0144})}} = \frac{6031}{(Tc + 15)^{0,83}}$$

Para $Tc = 22,53$ min. $\rightarrow i = 297,62$ l/s ha

$$iA2 = \frac{4.660 \times Tr^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times Tr)^{-0,0144})}} = \frac{4660 \times 10^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times 10)^{-0,0144})}} = \frac{6031}{(Tc + 15)^{0,83}}$$

Para $Tc = 11,64$ min. $\rightarrow i = 395,55$ l/s há

$$iA3 = \frac{4.660 \times Tr^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times Tr)^{-0,0144})}} = \frac{4660 \times 10^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times 10)^{-0,0144})}} = \frac{6031}{(Tc + 15)^{0,83}}$$

Para $Tc = 13,21$ min. $\rightarrow i = 377,19$ l/s ha

$$iA4 = \frac{4.660 \times Tr^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times Tr)^{-0,0144})}} = \frac{4660 \times 10^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times 10)^{-0,0144})}} = \frac{6031}{(Tc + 15)^{0,83}}$$

Para $Tc = 13,83$ min. $\rightarrow i = 370,44$ l/s ha

$$iA5 = \frac{4.660 \times Tr^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times Tr)^{-0,0144})}} = \frac{4660 \times 10^{0,112}}{(Tc + 15)^{((0,86 \times 10)^{-0,0144})}} = \frac{6031}{(Tc + 15)^{0,83}}$$

Para $Tc = 14,76$ min. $\rightarrow i = 360,81$ l/s há

O coeficiente de escoamento para áreas urbanas varia de 0,5 a 0,8. Adotemos 0,8 e colocamos na coluna 17.

D-A1) Somamos as áreas das microbacias de concentração e chegamos a $199.120,69 \text{ m}^2 = 19,91$ há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 297,62 \times 19,91 = 4.740,49 \text{ l/s}$$

D-A2) Somamos as áreas das microbacias de concentração e chegamos a $10.933,10 \text{ m}^2 = 1,09$ há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 395,55 \times 1,09 = 344,92 \text{ l/s}$$

D3) Somamos as áreas das microbacias de concentração e chegamos a $6.081,49 \text{ m}^2 = 0,61$ há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 377,19 \times 0,61 = 184,07 \text{ l/s}$$

D4) Somamos as áreas das microbacias de concentração e chegamos a 21.142,98 m² = 2,11 há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 370,44 \times 2,11 = 625,30 \text{ l/s}$$

D5) Somamos as áreas das microbacias de concentração e chegamos a 43.099,16 m² = 4,31 há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 360,81 \times 4,31 = 1.244,07 \text{ l/s}$$

Capacidade de escoamento conforme tabela de capacidade de escoamento das ruas (caso A), usando declividade transversal de 2% e largura da Rua de 11 m.
C = 649,50 l/s.

E-A1) No trecho 01– 01-G a capacidade de escoamento da rua é de 649,50 l/s e a vazão a escoar é de 4.740,49 l/s.

649,50 < 4.740,49 l/s não está OK (para melhorar a drenagem instalaremos 10 bocas de lobo neste trecho)

Como a capacidade de engolimento de uma boca de lobo é de 50 l/s, utilizaremos de 4.100/50 = 82 bocas de lobo.

$$649,50 + 4.100,00 = 4749,50 > 4.740,49 \text{ l/s.} \rightarrow \text{OK.}$$

E-A2) No trecho 02– 02-G a capacidade de escoamento da rua é de 649,50 l/s e a vazão a escoar é de 344,92 l/s. Devemos pegar a diferença:

649,50 > 344,92 l/s. OK (para melhorar a drenagem instalaremos 05 bocas de lobo neste trecho)

Como a capacidade de engolimento de uma boca de lobo é de 50 l/s, utilizaremos de 250/50 = 5 bocas de lobo.

E3) No trecho 03– 03-G a capacidade de escoamento é de 649,50 l/s e a vazão a escoar é de 184,07 l/s. Devemos pegar a diferença:

649,50 > 184,07 l/s. OK (para melhorar a drenagem instalaremos 03 bocas de lobo neste trecho)

Como a capacidade de engolimento de uma boca de lobo é de 50 l/s, utilizaremos de 150/50 = 3 bocas de lobo.

E4) No trecho 04– 04-G a capacidade de escoamento é de 649,50 l/s e a vazão a escoar é de 625,30 l/s. Devemos pegar a diferença:



649,50 > 625,30 l/s. OK (para melhorar a drenagem instalaremos 04 bocas de lobo neste trecho)

Como a capacidade de engolimento de uma boca de lobo é de 50 l/s, utilizaremos de 200/50 = 4 bocas de lobo.

E5) No trecho 05-05-G a capacidade de escoamento é de 649,50 l/s e a vazão a escoar é de 1.244,07 l/s. Devemos pegar a diferença:

Como a capacidade de engolimento de uma boca de lobo é de 50 l/s, utilizaremos de 600/50 = 12 bocas de lobo.

649,50 + 600,00 = 1.249,50 > 1.244,07 l/s. → OK.

Data= 19/10/ 2017.									
Cidade: Bandeirante									
Bairro: Centro									
	Nome da Rua	Trecho	Cotas do terreno		Diferença de cotas	Extensão do trecho	Declividade	Largura da Rua	Capacidade da rua
			Montante	Jusante					
Unidade	-	-	m	m	m	m	m/m	m	l/s
Coluna	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cálculo	GB	01-01G	505,100	469,904	70,096	853,867	0,08209	11	649,5
	GB	02-02G	499,547	470,631	28,916	116,441	0,24833	11	649,5
	GB	03- 03G	505,000	474,499	30,501	223,441	0,13651	11	649,5
	GB	04-04G	505,100	466,973	38,127	267,00	0,14280	11	649,5
	GB	05-05G	508,000	466,925	41,075	329,985	0,12447	11	649,5

Cotas Distâncias máximas		Dif.	Distância Máxima	Decliv. Máxima	Tempo de Contrib.	Itens	Coef. de Escoam.	Área Contrib.	Vazão no Trecho	Vazão a captar
Montante	Jusante									
m	m	m	m	m/m	min.	L/s ha	-	ha	l/s	l/s
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		01-02		12/13					16,17,18	19-9
505,100	469,904	0,550	853,867	0,08209	22,53	297,62	0,80	19,91	4.740,49	4.090,99
499,547	470,631	33,519	116,441	0,24833	11,64	395,55	0,80	1,09	344,92	-
505,000	474,499	8,931	223,441	0,13651	13,21	377,19	0,80	0,61	184,07	-
505,100	466,973	12,177	267,000	0,14280	13,83	370,44	0,80	2,11	625,30	-
508,000	466,925	17,651	329,985	0,12447	14,76	360,81	0,80	4,31	1.244,07	594,57

Cálculo Hidráulico da Galeria

F-A1) No ponto 01-G começa a galeria. Verificamos se é adequado o diâmetro de 1500mm. Como recobrimento (mínimo) é de 0,60 m (ver pag. 86) a cota de galeria da tubulação será de $471,066 - 2,740\text{m} = 468,326\text{m}$

A declividade do terreno é de $(468,326 - 463,761)$ dividido pela distância $(64,00\text{m}) = 64,00\text{m}$ dando:

$$I = \frac{4,565\text{m}}{64,00\text{m}} = 0,071328\text{m/m}$$

A Declividade mínima da tubulação # 1500 mm é $0,0011\text{m/m} < 0,071328\text{m/m} \rightarrow \text{OK}$

F-A2) No ponto 02-G1 começa a galeria. Verificamos se é adequado o diâmetro de 400mm. Como recobrimento (mínimo) é de 0,60 m (ver pag. 86) a cota de galeria da tubulação será de $488,624 - 0,97\text{m} = 487,654\text{m}$

A declividade do terreno é de $(487,654 - 480,534)$ dividido pela distância $65,00\text{m}$ dando:

$$I = \frac{7,12\text{m}}{65,00\text{m}} = 0,109538\text{m/m}$$

A declividade mínima da tubulação # 400 mm é $0,0019\text{m/m} < 0,109538\text{m/m} \rightarrow \text{OK}$

F3) No ponto 03-G começa a galeria. Verificamos se é adequado o diâmetro de 400mm. Como recobrimento (mínimo) é de 0,60 m (ver pag. 86) a cota de galeria da tubulação será de $474,499\text{m} - 1,035\text{m} = 473,464\text{m}$

A declividade do terreno é de $(473,464 - 468,542)$ dividido pela distância $41,00\text{m}$ dando:

$$I = \frac{4,922\text{m}}{41,00\text{m}} = 0,12005\text{m/m}$$

A Declividade mínima da tubulação # 400 mm é $0,0019\text{m/m} < 0,12005\text{m/m} \rightarrow \text{OK}$

F4) No ponto 04-G começa a galeria. Verificamos se é adequado o diâmetro de 400mm. Como recobrimento (mínimo) é de 0,60 m (ver pag. 86) a cota de galeria da tubulação será de $466,973 - 0,935\text{m} = 466,038\text{m}$

A declividade do terreno é de $(466,038 - 465,672)$ dividido pela distância $26,00\text{m}$ dando:

$$I = \frac{0,366\text{m}}{26,00\text{m}} = 0,01408\text{m/m}$$

A Declividade mínima da tubulação # 400 mm é $0,0019\text{m/m} < 0,01408\text{m/m} \rightarrow \text{OK}$



F5) No ponto 05-G começa a galeria. Verificamos se é adequado o diâmetro de 600mm. Como recobrimento (mínimo) é de 0,60 m (ver pag. 86) a cota de galeria da tubulação será de $466,925\text{m} - 1,279\text{m} = 464,641\text{m}$

A declividade do terreno é de $(464,641 - 464,301)$ dividido pela distância 17,00m dando:

$$I = \frac{0,34\text{m}}{17,00\text{m}} = 0,02000\text{m/m}$$

A Declividade mínima da tubulação # 400 mm é $0,0019\text{m/m} < 0,02000 \text{ m/m} \rightarrow \text{OK}$

TABELA N – CÁLCULO HIDRÁULICO DA GALERIA

	Rua	Trecho	Extensão	Vazão a escoar	Cotas do terreno	
					Montante	Jusante
Unidade	-	-	m	l/s	m	M
Coluna	1	2	3	4	5	6
	GB	01-01G	64,00	4.740,49	471,066	466,777
	GB	02-02 G	65,00	344,92	488,624	481,834
	GB	03- 03G	41,00	184,07	474,499	469,802
	GB	04-04G	26,00	625,30	466,973	467,869
	GB	05-05G	17,00	1.244,07	466,925	466.585

Seção da galeria	Decliv. da Galeria	Altura de água	Cotas da soleira da galeria	
			Montante	Jusante
m	m/m	m	m	m
7	8	9	10	11
150	0,071328	-	468,326	463,761
40	0,109538	-	487,654	480,534
40	0,12005	-	473,464	468,542
60	0,01408	-	466,038	465,672
40	0,02000	-	464,641	464,301

Bandeirante/SC, 06 de dezembro de 2017.

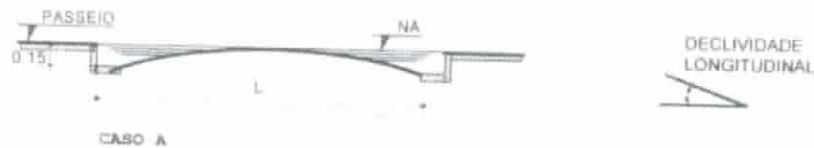

 Juliana Menegatti
 Eng^a Civil – CREA/SC nº 059.807-8

ANEXO I – CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DAS RUAS



81

Tabela para cálculo de capacidade de escoamento de ruas em função de sua Calha Padrão.



Hipótese - A calha da rua transportará água até encher toda a calha sem extravasar pelos passeios. A flecha admitida para todas as ruas é 15 cm. Estamos, pois, no caso A.

TABELA DE CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DAS RUAS (CASO A)

Capacidade (l/s) de uma rua em função de sua largura (L) e sua declividade longitudinal (i)							
declividade longitudinal (i)	m/m	L = 6m	L = 8m	L = 10m	L = 12m	L = 14m	L = 16m
1	0,005	171	232	294	355	417	478
	0,010	242	328	415	502	589	676
	0,015	296	402	509	615	722	829
2	0,020	342	465	588	711	834	957
	0,025	382	520	657	795	932	1070
3	0,030	419	569	720	870	1021	1172
	0,035	452	615	777	940	1103	1266
4	0,040	484	657	831	1005	1179	1353
	0,045	513	697	882	1066	1251	1436
5	0,050	541	735	929	1124	1319	1513
	0,055	567	771	975	1179	1383	1587
6	0,060	593	805	1018	1231	1444	1658
	0,065	617	836	1046	1281	1503	1725
7	0,070	640	870	1100	1330	1560	1791
	0,075	663	900	1138	1377	1615	1853
8	0,080	684	930	1176	1422	1668	1914
	0,085	705	958	1212	1465	1719	1973
9	0,090	726	986	1247	1508	1769	2030
	0,095	746	1013	1281	1549	1818	2086
10	0,100	765	1040	1314	1590	1865	2140
	0,105	784	1065	1347	1629	1911	2193
11	0,110	803	1090	1379	1667	1956	2245
	0,115	821	1115	1410	1705	2000	2295
12	0,120	838	1139	1440	1741	2043	2345

ANEXO II – DECLIVIDADE MÍNIMA PARA TUBULAÇÃO DE CONCRETO

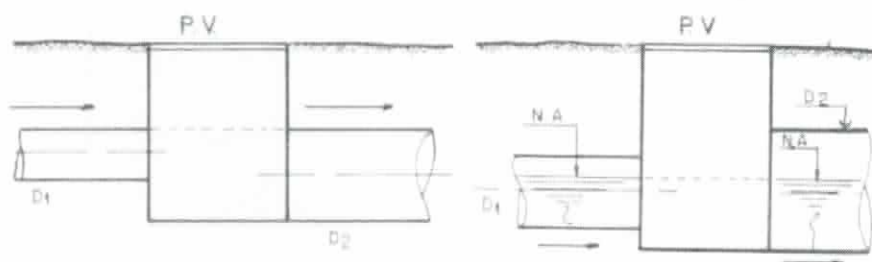
ÁGUAS DE CHUVA

87

- 5) As velocidades limites nas canalizações serão:
mínima (0,7m/s) e máxima (5m/s) para a vazão de projeto. De acordo com o critério de manutenção de velocidade mínima, o Prof. J.M.Azevedo Netto, em carta a este autor, propõe as seguintes declividades mínimas para as tubulações:

\varnothing (mm)	declividade mínima (m/m)
300	0,003
350	0,0023
400	0,0019
500	0,0014
600	0,0011
700	0,0009
800	0,0007
900	0,0006
1000	0,0005
1200	0,0004

- 6) O cálculo hidráulico de galerias (retangulares ou circulares) se fará no regime uniforme.
- 7) Nos Poços de Visita, quando da chegada de tubos, adotar critério de coincidência de geratriz superior dos tubos ou a coincidência do nível de água.



ANEXO III – FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER. ESCOAMENTO A SEÇÃO PLENA



187

Tabela 23-6: Fórmula de Ganguillet-Kutter. escoamento a seção plena ($n = 0,013$)

DECLIV. por mil	Ø 150		Ø 200		Ø 250		Ø 300		Ø 350	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
	m³/s	l/s	m³/s	l/s	m³/s	l/s	m³/s	l/s	m³/s	l/s
0,0001										
0,0002										
0,0003										
0,0004										
0,0005									0,32	30,86
0,0006							0,31	22,14	0,35	33,93
0,0007							0,32	23,98	0,36	36,75
0,0008					0,31	15,49	0,36	25,70	0,40	39,37
0,0009					0,33	16,46	0,36	27,31	0,43	41,03
0,0010					0,35	17,38	0,40	28,83	0,45	44,15
0,0011			0,31	9,80	0,37	18,26	0,42	30,27	0,48	46,36
0,0012			0,32	10,25	0,38	19,09	0,44	31,65	0,50	48,46
0,0013			0,34	10,68	0,40	19,89	0,46	32,98	0,52	50,48
0,0014			0,35	11,09	0,42	20,66	0,48	34,25	0,54	52,43
0,0015			0,38	11,49	0,43	21,40	0,50	35,47	0,56	54,30
0,0018			0,37	11,88	0,45	22,11	0,51	36,66	0,58	56,11
0,0017	0,30	3,47	0,39	12,25	0,46	22,81	0,53	37,80	0,60	57,86
0,0018	0,31	5,63	0,40	12,61	0,47	23,48	0,55	38,92	0,61	59,56
0,0019	0,32	5,79	0,41	12,97	0,49	24,13	0,56	40,00	0,63	61,22
0,0020	0,33	5,95	0,42	13,33	0,50	24,77	0,58	41,05	0,65	62,83
0,0021	0,34	6,10	0,43	13,64	0,51	25,39	0,59	42,08	0,66	64,40
0,0022	0,35	6,24	0,44	13,97	0,52	26,00	0,60	43,09	0,68	65,94
0,0023	0,36	6,39	0,45	14,29	0,54	26,59	0,62	44,07	0,70	67,44
0,0024	0,36	6,53	0,46	14,60	0,55	27,17	0,63	45,03	0,71	68,90
0,0025	0,37	6,66	0,47	14,91	0,56	27,74	0,65	45,97	0,73	70,34
0,0030	0,41	7,31	0,52	16,35	0,61	30,42	0,71	50,40	0,80	77,12
0,0035	0,44	7,90	0,56	17,67	0,66	32,88	0,77	54,48	0,86	83,35
0,0040	0,47	8,45	0,60	18,93	0,71	35,17	0,82	58,27	0,92	89,15
0,0045	0,50	8,97	0,63	20,06	0,76	37,32	0,87	61,83	0,98	94,59
0,0050	0,53	9,46	0,67	21,16	0,80	39,35	0,92	65,19	1,03	99,73
0,0060	0,58	10,17	0,73	23,19	0,87	43,13	1,01	71,45	1,13	109,30
0,0070	0,63	11,21	0,79	25,06	0,94	46,63	1,09	77,20	1,22	118,10
0,0080	0,67	11,99	0,85	26,80	1,01	49,84	1,16	82,55	1,31	126,28
0,0090	0,71	12,72	0,90	28,43	1,07	52,87	1,23	87,58	1,39	133,91
0,0100	0,75	13,41	0,95	29,97	1,13	55,74	1,30	92,33	1,46	141,23
0,0119	0,79	14,07	1,00	31,44	1,19	58,47	1,37	96,85	1,53	148,15
0,0120	0,83	14,65	1,04	32,85	1,24	61,07	1,43	101,17	1,60	154,75
0,0130	0,86	15,30	1,08	34,19	1,29	63,58	1,48	105,31	1,67	161,08
0,0140	0,89	15,88	1,12	35,49	1,34	65,99	1,54	109,30	1,73	167,17
0,0150	0,93	16,43	1,16	36,73	1,39	68,31	1,60	113,14	1,79	173,05
0,0160	0,96	16,98	1,20	37,94	1,43	70,56	1,65	116,86	1,85	178,74
0,0170	0,99	17,50	1,24	39,11	1,48	72,73	1,70	120,48	1,91	184,25
0,0180	1,01	18,01	1,28	40,25	1,52	74,84	1,75	123,96	1,97	189,60
0,0190	1,04	18,50	1,31	41,35	1,56	76,90	1,80	127,36	2,02	194,80
0,0200	1,07	18,98	1,35	42,43	1,60	78,90	1,84	130,67	2,07	199,87
0,0219	1,10	19,45	1,38	43,48	1,64	80,85	1,89	133,93	2,12	204,81
0,0220	1,12	19,71	1,41	44,51	1,68	82,76	1,93	137,06	2,17	209,64
0,0230	1,15	20,16	1,44	45,51	1,72	84,62	1,96	140,15	2,22	214,36
0,0240	1,17	20,60	1,47	46,49	1,76	86,44	2,02	143,16	2,27	218,97
0,0250	1,20	21,03	1,51	47,45	1,79	88,23	2,06	146,12	2,32	223,49
0,0309	1,31	23,26	1,65	51,99	1,96	96,66	2,26	158,06	2,54	244,85
0,0350	1,42	25,13	1,79	56,15	2,12	104,41	2,44	172,92	2,74	264,48
0,0400	1,52	26,66	1,91	60,04	2,27	111,67	2,61	184,87	2,93	282,76
0,0450	1,61	28,49	2,02	63,61	2,41	118,61	2,77	196,05	3,11	298,92
0,0500	1,70	30,02	2,13	67,13	2,54	124,82	2,92	206,71	3,28	316,15
0,0600	1,86	32,71	2,34	71,94	2,78	136,74	3,20	226,45	3,59	346,34
0,0700	2,01	35,55	2,52	77,44	3,00	147,75	3,46	244,60	3,88	374,11
0,0800	2,15	38,09	2,70	84,92	3,21	159,96	3,69	261,50	4,15	399,95
0,0900	2,28	40,31	2,86	90,99	3,41	170,48	3,92	277,37	4,40	424,21
0,1000	2,40	42,49	3,00	94,99	3,59	179,55	4,13	292,17		
0,1500	2,94	52,94	3,61	111,13	4,40	217,24				
0,2000	3,43	62,15	4,23	134,30						

DEGREE	Ø 350		Ø 375		Ø 400		Ø 450		Ø 500	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s
0.0001										
0.0002										
0.0003										
0.0004					0.31	39.71	0.34	54.96	0.37	63.18
0.0005	0.32	30.86	0.33	37.34	0.35	44.62	0.38	61.73	0.41	73.44
0.0006	0.35	33.93	0.37	41.05	0.39	49.05	0.42	67.84	0.46	90.55
0.0007	0.38	36.75	0.40	44.46	0.42	53.12	0.46	73.44	0.49	98.06
0.0008	0.40	39.37	0.43	47.63	0.45	56.89	0.49	78.65	0.53	105.00
0.0009	0.43	41.83	0.45	50.60	0.48	60.44	0.52	83.54	0.56	111.52
0.0010	0.45	44.15	0.48	53.40	0.50	63.79	0.55	88.16	0.59	117.67
0.0011	0.48	46.36	0.50	56.07	0.53	66.97	0.58	92.55	0.62	123.52
0.0012	0.50	48.46	0.53	58.61	0.55	70.01	0.60	96.74	0.65	129.11
0.0013	0.52	50.48	0.55	61.05	0.58	72.92	0.63	100.76	0.68	134.46
0.0014	0.54	52.43	0.57	63.40	0.60	75.72	0.65	104.62	0.71	139.61
0.0015	0.56	54.30	0.59	65.66	0.62	78.42	0.68	108.35	0.73	144.58
0.0016	0.58	56.11	0.61	67.85	0.64	81.03	0.70	111.95	0.76	149.38
0.0017	0.60	57.86	0.63	69.97	0.66	83.56	0.72	115.45	0.78	154.04
0.0018	0.61	59.56	0.65	72.03	0.68	86.01	0.74	118.83	0.80	158.55
0.0019	0.63	61.22	0.67	74.03	0.70	88.40	0.76	122.13	0.82	162.95
0.0020	0.65	62.83	0.68	75.98	0.72	90.73	0.78	125.34	0.85	167.22
0.0021	0.66	64.40	0.70	77.87	0.74	92.99	0.80	128.47	0.87	171.39
0.0022	0.68	65.94	0.72	79.73	0.75	95.21	0.82	131.52	0.89	175.46
0.0023	0.70	67.44	0.73	81.54	0.77	97.37	0.84	134.50	0.91	179.44
0.0024	0.71	68.90	0.75	83.31	0.79	99.48	0.86	137.42	0.93	183.33
0.0025	0.73	70.34	0.77	85.05	0.80	101.56	0.88	140.28	0.95	187.15
0.0030	0.80	77.12	0.84	93.24	0.88	111.34	0.96	153.78	1.04	205.15
0.0035	0.86	83.35	0.91	100.77	0.95	120.33	1.04	166.19	1.12	221.69
0.0040	0.92	89.15	0.97	107.78	1.02	128.65	1.11	177.74	1.20	237.08
0.0045	0.96	94.59	1.03	114.36	1.08	136.54	1.18	188.58	1.28	251.53
0.0050	1.03	99.73	1.09	120.58	1.14	143.97	1.25	198.83	1.35	265.20
0.0060	1.13	109.30	1.19	132.14	1.25	157.77	1.37	217.88	1.48	290.61
0.0070	1.22	118.10	1.29	142.77	1.35	170.46	1.48	235.40	1.59	313.97
0.0080	1.31	126.28	1.38	152.67	1.45	182.27	1.58	251.71	1.70	335.71
0.0090	1.39	133.97	1.46	161.96	1.53	193.36	1.67	267.02	1.81	356.13
0.0100	1.46	141.23	1.54	170.74	1.62	203.85	1.76	281.50	1.91	375.44
0.0110	1.53	148.15	1.62	179.09	1.					

No.	Ø 500		Ø 600		Ø 700		Ø 800		Ø 900	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s
0.0001										
0.0002										
0.0003	0.32	63.18	0.36	104.28	0.41	159.03	0.45	228.93	0.49	315.42
0.0004	0.37	73.44	0.42	121.09	0.47	184.50	0.52	265.41	0.57	365.44
0.0005	0.41	82.46	0.48	135.87	0.53	206.91	0.59	297.50	0.64	409.46
0.0006	0.46	90.59	0.52	149.20	0.59	227.14	0.64	326.48	0.70	449.22
0.0007	0.49	98.06	0.57	161.45	0.63	245.72	0.70	353.10	0.76	485.75
0.0008	0.53	105.00	0.61	172.84	0.68	262.99	0.75	377.86	0.81	519.74
0.0009	0.56	111.52	0.64	183.53	0.72	279.21	0.79	401.11	0.86	551.64
0.0010	0.59	117.67	0.68	193.63	0.76	294.53	0.84	423.08	0.91	581.80
0.0011	0.62	123.52	0.71	203.23	0.80	309.10	0.88	443.96	0.95	610.47
0.0012	0.65	129.11	0.75	212.39	0.83	323.02	0.92	463.91	1.00	637.86
0.0013	0.68	134.46	0.78	221.18	0.87	336.36	0.96	483.04	1.04	664.12
0.0014	0.71	139.61	0.81	229.64	0.90	349.19	0.99	501.44	1.08	689.39
0.0015	0.73	144.58	0.84	237.79	0.93	361.57	1.03	519.19	1.12	713.76
0.0016	0.76	149.38	0.86	245.67	0.97	373.54	1.06	536.36	1.15	737.33
0.0017	0.78	154.04	0.89	253.31	1.00	385.14	1.10	552.99	1.19	760.16
0.0018	0.80	158.55	0.92	260.73	1.03	396.40	1.13	569.13	1.22	782.34
0.0019	0.82	162.95	0.94	267.94	1.05	407.34	1.16	584.83	1.26	803.90
0.0020	0.85	167.22	0.97	274.96	1.08	418.01	1.19	600.12	1.29	824.89
0.0021	0.87	171.39	0.99	281.81	1.11	428.40	1.22	615.03	1.32	845.37
0.0022	0.89	175.46	1.02	288.49	1.13	438.55	1.25	629.59	1.36	865.36
0.0023	0.91	179.44	1.04	295.02	1.16	448.47	1.28	643.82	1.39	884.90
0.0024	0.93	183.33	1.06	301.42	1.19	458.18	1.30	657.74	1.42	904.02
0.0025	0.95	187.15	1.08	307.68	1.21	467.68	1.33	671.38	1.45	922.75
0.0030	1.04	205.15	1.19	337.23	1.33	512.57	1.46	735.76	1.58	1011.18
0.0035	1.12	221.69	1.28	364.40	1.43	553.84	1.58	794.95	1.71	1092.48
0.0040	1.20	237.08	1.37	389.68	1.53	592.23	1.69	850.03	1.83	1168.13
0.0045	1.28	251.53	1.46	413.42	1.63	628.29	1.79	901.75	1.94	1239.18
0.0050	1.35	265.20	1.54	435.87	1.72	662.38	1.89	950.67	2.05	1306.36
0.0060	1.48	290.61	1.68	477.61	1.88	725.78	2.07	1041.62	2.24	1431.31
0.0070	1.59	313.97	1.82	515.99	2.03	784.07	2.23	1125.25	2.43	1546.19
0.0080	1.70	335.71	1.95	551.70	2.17	838.12	2.39	1203.09	2.59	1653.11
0.0090	1.81	356.13	2.06	585.24	2.31	889.27	2.53	1276.18	2.75	1753.52
0.0										

DEGREE x 1000	0 900		0 1 000		0 1 100		0 1 200		0 1 300	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
	m/s	1/s	m/s	1/s	m/s	1/s	m/s	1/s	m/s	1/s
0.0001	0.40	256.04	0.43	341.15	0.32	110.46	0.34	393.94	0.36	490.22
0.0002	0.49	315.42	0.53	419.82	0.46	142.02	0.49	559.67	0.52	695.10
0.0003	0.57	365.44	0.61	486.12	0.57	163.43	0.60	687.48	0.64	853.16
0.0004	0.64	409.46	0.69	544.48	0.66	182.92	0.70	795.27	0.74	986.50
0.0005	0.70	449.22	0.76	597.20	0.74	204.21	0.78	890.20	0.83	1103.97
0.0006	0.76	485.75	0.82	645.66	0.81	227.23	0.86	975.99	0.91	1210.14
0.0007	0.81	519.74	0.87	690.74	0.87	251.75	0.93	1054.86	0.98	1307.76
0.0008	0.86	551.64	0.91	733.05	0.93	277.92	0.99	1128.24	1.05	1398.60
0.0009	0.91	581.80	0.98	773.07	0.99	304.58	1.05	1197.15	1.11	1483.89
0.0010	0.95	610.47	1.03	811.11	1.05	332.73	1.11	1262.30	1.17	1564.56
0.0011	1.00	637.86	1.07	847.45	1.10	361.48	1.17	1324.26	1.23	1641.27
0.0012	1.04	664.12	1.12	882.30	1.15	390.83	1.22	1383.45	1.29	1714.55
0.0013	1.08	689.39	1.16	915.82	1.19	420.78	1.27	1440.21	1.34	1784.81
0.0014	1.12	713.76	1.20	948.16	1.24	451.33	1.32	1494.83	1.39	1852.45
0.0015	1.15	737.33	1.24	979.43	1.28	482.47	1.36	1547.51	1.44	1917.69
0.0016	1.19	760.16	1.28	1009.74	1.33	514.20	1.41	1598.86	1.49	1980.78
0.0017	1.22	782.34	1.32	1039.16	1.37	546.51	1.45	1647.84	1.53	2041.92
0.0018	1.26	803.90	1.35	1067.78	1.41	579.40	1.50	1695.78	1.58	2101.29
0.0019	1.29	824.89	1.39	1095.64	1.45	612.87	1.54	1742.41	1.62	2159.03
0.0020	1.32	845.37	1.42	1122.82	1.48	646.92	1.58	1787.82	1.66	2215.26
0.0021	1.36	865.36	1.46	1149.35	1.52	681.55	1.61	1832.10	1.71	2270.10
0.0022	1.39	884.90	1.49	1175.29	1.56	716.76	1.65	1875.34	1.75	2323.64
0.0023	1.42	904.02	1.52	1200.67	1.59	752.55	1.69	1917.61	1.79	2375.99
0.0024	1.45	922.75	1.56	1225.52	1.63	788.92	1.73	1958.96	1.82	2427.20
0.0025	1.50	1011.18	1.70	1342.89	1.66	825.87	1.76	1999.46	1.86	2477.35
0.0030	1.71	1092.48	1.84	1450.80	1.82	1734.84	1.93	2190.76	2.04	2714.26
0.0035	1.81	1188.13	1.97	1551.22	1.97	1874.18	2.09	2366.64	2.20	2932.09
0.0040	1.94	1239.16	2.09	1645.53	2.10	2003.86	2.23	2530.33	2.36	3134.83
0.0045	2.05	1306.36	2.20	1734.72	2.23	2125.84	2.37	2684.06	2.50	3325.23
0.0050	2.24	1411.31	2.41	1900.58	2.35	2240.81	2.50	2829.45	2.64	3505.30
0.0060	2.43	1546.39	2.61	2051.09	2.58	2455.01	2.74	3099.84	2.89	3840.20
0.0070	2.59	1653.11	2.79	2195.03	2.79	2651.06	2.96	3348.47	3.12	4148.14
0.0080	2.75	1753.								

Tabela 23-6. Fórmula de Ganguillet-Kutter. Escoamento a seção plena ($n = 0.013$) (Cont.)

2000- 2000E	Ø 1 300		Ø 1 400		Ø 1 500		Ø 1 600		Ø 1 700	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s
0.0001	0.36	490.22	0.38	600.00	0.40	723.97	0.42	862.80	0.44	1017.13
0.0002	0.52	695.10	0.55	849.22	0.57	1022.96	0.60	1217.23	0.63	1432.87
0.0003	0.64	853.16	0.67	1041.58	0.70	1253.83	0.74	1493.02	0.77	1754.16
0.0004	0.74	986.50	0.78	1203.90	0.81	1448.71	0.85	1722.20	0.89	2025.50
0.0005	0.83	1103.97	0.87	1346.93	0.91	1620.47	0.95	1925.97	0.99	2264.73
0.0006	0.91	1210.14	0.95	1476.23	1.00	1775.75	1.04	2110.23	1.09	2481.07
0.0007	0.98	1307.76	1.03	1595.11	1.08	1918.54	1.13	2279.68	1.18	2680.04
0.0008	1.05	1398.60	1.10	1705.75	1.16	2051.44	1.21	2437.41	1.26	2865.26
0.0009	1.11	1483.99	1.17	1809.65	1.23	2176.25	1.28	2585.54	1.33	3039.23
0.0010	1.17	1564.56	1.23	1907.91	1.29	2294.30	1.35	2725.65	1.41	3203.77
0.0011	1.23	1641.27	1.30	2001.36	1.36	2406.56	1.42	2858.91	1.48	3360.27
0.0012	1.29	1714.55	1.35	2090.63	1.42	2513.82	1.48	2986.23	1.54	3509.81
0.0013	1.34	1784.83	1.41	2176.26	1.48	2616.70	1.54	3108.34	1.60	3653.24
0.0014	1.39	1852.45	1.46	2258.64	1.53	2715.68	1.60	3225.84	1.67	3791.25
0.0015	1.44	1917.69	1.51	2338.12	1.58	2811.18	1.66	3339.21	1.72	3924.41
0.0016	1.49	1980.78	1.56	2414.99	1.64	2903.54	1.71	3448.85	1.78	4053.18
0.0017	1.53	2041.92	1.61	2489.49	1.69	2993.05	1.76	3555.12	1.84	4178.02
0.0018	1.58	2101.29	1.66	2561.83	1.74	3079.97	1.81	3658.30	1.89	4299.22
0.0019	1.62	2159.03	1.70	2632.17	1.79	3164.50	1.86	3758.65	1.94	4417.10
0.0020	1.66	2215.26	1.75	2700.69	1.83	3246.83	1.91	3856.40	1.99	4531.91
0.0021	1.71	2270.10	1.79	2767.51	1.88	3327.13	1.96	3951.72	2.04	4643.89
0.0022	1.75	2323.64	1.84	2832.76	1.92	3405.53	2.01	4044.80	2.09	4753.23
0.0023	1.79	2375.99	1.88	2896.54	1.97	3482.17	2.05	4135.79	2.14	4860.11
0.0024	1.82	2427.20	1.92	2958.94	2.01	3557.16	2.10	4224.82	2.18	4964.60
0.0025	1.86	2477.35	1.96	3020.05	2.05	3630.59	2.14	4312.01	2.23	5067.11
0.0030	2.04	2714.26	2.14	3308.74	2.25	3977.51	2.34	4723.89	2.44	5550.96
0.0035	2.20	2932.09	2.32	3574.19	2.43	4296.51	2.53	5102.63	2.64	5995.89
0.0040	2.36	3134.83	2.46	3821.24	2.59	4593.41	2.71	5455.15	2.82	6410.02
0.0045	2.50	3325.23	2.63	4053.27	2.75	4872.25	2.87	5786.23	2.99	6798.96
0.0050	2.64	3505.30	2.77	4272.72	2.90	5135.98	3.03	6099.36	3.15	7168.84
0.0060	2.89	3840.20	3.04	4680.85	3.18	5628.47	3.32	6681.75	3.45	7851.04
0.0070	3.12	4148.14	3.28	5056.14	3.43	6077.51	3.58	7217.10	3.73	8480.22
0.0080	3.34	4434.76	3.51	5405.44	3.67	6497.31	3.83	7715.77	3.99	9065.84
0.0090	3.54	4703.94	3.72	5713.50	3.89	6891.99	4.07	8183.94	4.23	9615.87
0.0100	3.73	4958.54	3.92	6043.78	4.11	7264.50	4.29	8626.73	4.46	10136.09
0.0110	3.91	5200.68	4.11	6338.89	4.31	7610.18	4.50	9047.88		
0.0120	4.09	5432.05	4.30	6620.86	4.50	7958.07				
0.0130	4.25	5653.95	4.47	6891.30						
0.0140	4.42	5867.46								
0.0150										
0.0160										
0.0170										
0.0180										
0.0190										
0.0200										
0.0210										
0.0220										
0.0230										
0.0240										
0.0250										
0.0300										
0.0350										
0.0400										
0.0450										
0.0500										
0.0600										
0.0700										
0.0800										
0.0900										
0.1000										
0.1500										
0.2000										