

## 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 <sup>2</sup> )
A1	314.943,51
A2	9.405,61
A3	11.759,76
A4	12.854,63

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 RECORRENCIA 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. Expressando-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<sub>c</sub>= Tempo de concentração

T<sub>s</sub>= tempo de escoamento superficial

I<sub>m</sub>= 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.

B1) Na coluna 10 vai a cota 540,000 m (ponto 01) e na coluna 11 vai a cota 457,413 m (ponto 01-G). A diferença de 82,587 m é colocada na coluna 12.

B2) Na coluna 10 vai a cota 495,433 m (ponto 02) e na coluna 11 vai a cota 466,925 m (ponto 02-G). A diferença de 28,508 m é colocada na coluna 12.

B3) Na coluna 10 vai a cota 504,150 m (ponto 03) e na coluna 11 vai a cota 457,154 m (ponto 03-G). A diferença de 46,996 m é colocada na coluna 12.

B4) Na coluna 10 vai a cota 493,154 m (ponto 04) e na coluna 11 vai a cota 457,154 m (ponto 04-G = ponto 03-G). A diferença de 36,000 m é colocada na coluna 12.



C1) A distância máxima é a distância 01- 01-G é de 1.057,857 m.

C2) A distância máxima é a distância 02-02-G é de 218,00 m.

C3) A distância máxima é a distância 03 - 03-G é de 347,928 m.

C4) A distância máxima é a distância 04 - 04-G é de 233,340 m.

$$TsA1 = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot Im)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 1.05786}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,07807)^{0,04}} = 15,56 \text{ min.}$$

$$TcA1 = 10 + 15,56 = 25,56 \text{ min.}$$

$$TsA2 = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot Im)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 0,21800}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,13077)^{0,04}} = 3,14 \text{ min.}$$

$$TcA2 = 10 + 3,14 = 13,14 \text{ min.}$$

$$TsA3 = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot Im)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 0,34793}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,13507)^{0,04}} = 5,01 \text{ min.}$$

$$TcA3 = 10 + 5,01 = 15,01 \text{ min.}$$

$$TsA4 = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100 \cdot Im)^{0,04}} \quad (\text{min.}) = \frac{16 \cdot 0,23334}{(1,05 \cdot 100 \cdot 0,15428)^{0,04}} = 3,34 \text{ min.}$$

$$TcA4 = 10 + 3,34 = 13,34 \text{ min.}$$

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

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

Para Tc= 25,56 min.  $\rightarrow i = 279,04 \text{ l/s ha}$

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

Para Tc= 13,14 min.  $\rightarrow i = 377,96 \text{ l/s há}$

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



Para  $T_c = 15,01$  min.  $\rightarrow i = 358,31$  l/s ha

$$iA = \frac{4.660 \times T_r^{0,112}}{(T_c + 15)^{((0,86 \times T_r)^{-0,0144})}} = \frac{4660 \times 10^{0,112}}{(T_c + 15)^{((0,86 \times 10)^{-0,0144})}} = \frac{6031}{(T_c + 15)^{0,83}}$$

Para  $T_c = 13,34$  min.  $\rightarrow i = 375,75$  l/s ha

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  $314.943,51 \text{ m}^2 = 31,49$  há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 279,04 \times 31,49 = 7.029,58 \text{ l/s}$$

D-A2) Somamos as áreas das microbacias de concentração e chegamos a  $9.405,61 \text{ m}^2 = 0,94$  há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 377,96 \times 0,94 = 284,23 \text{ l/s}$$

D3) Somamos as áreas das microbacias de concentração e chegamos a  $11.759,76 \text{ m}^2 = 1,18$  há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 358,31 \times 1,18 = 338,24 \text{ l/s}$$

D4) Somamos as áreas das microbacias de concentração e chegamos a  $12.854,63 \text{ m}^2 = 1,29$  há que colocaremos na coluna 18.

$$Q = c \times i \times A = 0,8 \times 375,75 \times 1,29 = 387,77 \text{ l/s}$$

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  $7.029,58$  l/s.

$649,50 < 7.029,58$  l/s não está OK (para melhorar a drenagem instalaremos 128 bocas de lobo neste trecho)

Como a capacidade de engolimento de uma boca de lobo é de  $50$  l/s, utilizaremos de  $6.400/50 = 128$  bocas de lobo.

$649,50 + 6.400,00 = 7.049,50 > 7.029,58 \text{ l/s.} \rightarrow \text{OK.}$

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 284,23 l/s. Devemos pegar a diferença:

$649,50 > 284,23 \text{ l/s.}$  OK (para melhorar a drenagem instalaremos 02 bocas de lobo neste trecho)

Como a capacidade de engolimento de uma boca de lobo é de 50 l/s, utilizaremos de  $100/50 = 2$  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 338,24 l/s. Devemos pegar a diferença:

$649,50 > 338,24 \text{ l/s.}$  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.

E4) No trecho 04–04-G a capacidade de escoamento é de 649,50 l/s e a vazão a escoar é de 387,77 l/s. Devemos pegar a diferença:

$649,50 > 387,77 \text{ l/s.}$  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.

Data= 19/03/ 2018.  
Cidade: Bandeirante  
Bairro: Centro

TABELA M – CÁLCULO DE CONTRIBUIÇÃO

	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	QS	01-01G	540,000	457,413	82,587	1.057,86	0,07807	11	649,5
	GB	02-02G	495,433	466,925	28,508	218,00	0,13077	11	649,5
	QS	03- 03G	504,150	457,154	46,996	347,928	0,13507	11	649,5
	QS	04-04G	493,154	457,154	36,000	233,340	0,15428	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
540,000	457,413	82,587	1.057,86	0,07807	25,56	279,04	0,80	31,49	7.029,58	6.380,08
495,433	466,925	28,508	218,00	0,13077	13,14	377,96	0,80	0,94	284,23	-
504,150	457,154	46,996	347,928	0,13507	15,01	358,31	0,80	1,18	338,24	-
493,154	457,154	36,000	233,340	0,15428	13,34	375,75	0,80	1,29	387,77	-

### Cálculo Hidráulico da Galeria

F-A1) No ponto 01-G começa a galeria. Verificamos se é adequado o diâmetro de 2000mm. Como recobrimento (mínimo) é de 1,00 m (ver pag. 86) a cota de galeria da tubulação será de 465,495 – 3,180m = 462,315m

A declividade do terreno é de (462,315 – 461,325) dividido pela distância (25,00m) = 64,00m dando:

$$I = \frac{0,990\text{m}}{25,00\text{m}} = 0,0396\text{m/m}$$

A Declividade mínima da tubulação # 2000 mm é 0,0011m/m < 0,0396 m/m → 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 468,851 – 1,164m = 467,687 m

A declividade do terreno é de (467,687 – 464,851) dividido pela distância 61,00m dando:

$$I = \frac{2,836\text{m}}{61,00\text{m}} = 0,04649\text{ m/m}$$

A declividade mínima da tubulação # 600 mm é 0,0019m/m < 0,04649m/m → OK

F3) No ponto 03-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 477,570m – 1,544m = 476,026m

A declividade do terreno é de (476,026 – 463,040) dividido pela distância 76,00m dando:

$$I = \frac{12,986\text{m}}{76,00\text{m}} = 0,17087\text{m/m}$$

A Declividade mínima da tubulação # 600 mm é  $0,0011 \text{ m/m} < 0,17087 \text{ m/m} \rightarrow \text{OK}$

F4) No ponto 04-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  $464,662 - 1,442 \text{ m} = 463,220 \text{ m}$

A declividade do terreno é de  $(463,220 - 462,804)$  dividido pela distância 20,00m dando:

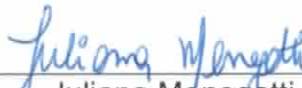
$$I = \frac{0,416 \text{ m}}{20,00 \text{ m}} = 0,0208 \text{ m/m}$$

A Declividade mínima da tubulação # 600 mm é  $0,0011 \text{ m/m} < 0,0208 \text{ m/m} \rightarrow \text{OK}$

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
	QS	01-01G	25,00	7.029,58	465,495	465,377
	GB	02-02 G	61,00	284,23	468,851	466,925
	QS	03- 03G	76,00	338,24	477,570	465,415
	QS	04-04G	20,00	387,77	464,662	465,415

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
200	0,03960	-	462,315	461,325
40	0,04649	-	467,687	464,851
60	0,17087	-	476,026	463,040
60	0,02080	-	463,220	462,804

Bandeirante/SC, 10 de abril de 2018.

  
 Juliana Menegatti  
 Eng<sup>a</sup> 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 Caixa Padrão.



DECLIVIDADE LONGITUDINAL

CASO A

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)		L = 6m	L = 8m	L = 10m	L = 12m	L = 14m	L = 16m
%	m/m						
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	838	1060	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



87

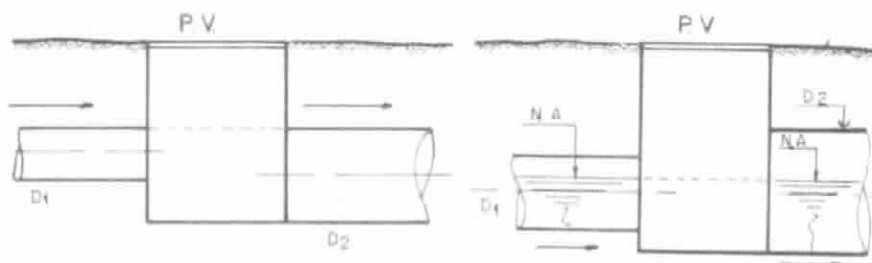
5) As velocidades limites nas canalizações serão:

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:

$\varphi$ (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.



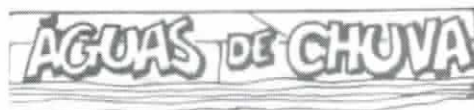
# ANEXO III – FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER. ESCOAMENTO A SEÇÃO PLENA



167

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

DEPR. eif-AGE m/m	Ø 150		Ø 200		Ø 250		Ø 300		Ø 350	
	s	Q	s	Q	s	Q	s	Q	s	Q
	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s
0,0001									0,32	39,86
0,0002										
0,0003										
0,0004										
0,0005										
0,0006							0,31	22,14	0,35	33,93
0,0007							0,33	23,98	0,38	38,75
0,0008					0,33	15,49	0,36	25,70	0,40	39,37
0,0009					0,33	16,46	0,38	27,31	0,43	41,83
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	31,63	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			0,36	11,49	0,43	21,40	0,50	35,47	0,56	54,30
0,0016			0,37	11,88	0,45	22,11	0,51	36,66	0,58	56,11
0,0017	0,30	5,47	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	13,31	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	7,96	0,56	17,67	0,66	32,88	0,77	54,48	0,86	83,35
0,0040	0,47	8,45	0,60	18,91	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	10,37	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	46,61	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	133,97
0,0100	0,75	13,41	0,95	29,97	1,13	55,74	1,30	92,33	1,46	141,23
0,0110	0,79	14,07	1,00	31,44	1,19	58,47	1,37	96,85	1,53	148,15
0,0120	0,83	14,69	1,04	32,85	1,24	61,08	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	65,98	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	70,58	1,65	116,86	1,85	178,74
0,0170	0,99	17,50	1,24	39,11	1,48	72,73	1,70	120,46	1,91	184,25
0,0180	1,01	18,01	1,28	40,27	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	127,34	2,02	194,80
0,0200	1,07	18,98	1,35	42,43	1,60	78,93	1,84	130,67	2,07	199,87
0,0210	1,10	19,45	1,38	43,48	1,64	80,95	1,89	133,93	2,12	204,81
0,0220	1,12	19,91	1,41	44,51	1,68	82,96	1,93	137,06	2,17	209,64
0,0230	1,15	20,36	1,44	45,51	1,72	84,92	1,98	140,15	2,22	214,36
0,0240	1,17	20,80	1,47	46,49	1,76	86,84	2,02	143,16	2,27	218,97
0,0250	1,20	21,23	1,51	47,45	1,79	88,73	2,06	146,12	2,32	223,48
0,0300	1,31	23,26	1,65	51,97	1,96	96,66	2,28	160,88	2,54	244,85
0,0350	1,42	25,13	1,78	56,15	2,12	104,41	2,44	172,92	2,74	264,48
0,0400	1,52	26,86	1,91	60,04	2,27	111,63	2,61	184,87	2,93	282,76
0,0450	1,61	28,49	2,02	63,61	2,41	118,41	2,77	196,07	3,11	299,92
0,0500	1,70	30,04	2,13	67,13	2,54	124,82	2,92	206,71	3,28	316,15
0,0600	1,86	32,71	2,34	73,54	2,78	136,74	3,20	226,45	3,59	346,34
0,0700	2,01	35,55	2,52	79,44	3,00	147,70	3,46	244,60	3,88	374,11
0,0800	2,15	38,04	2,70	84,92	3,21	157,90	3,69	261,50	4,15	399,95
0,0900	2,29	40,31	2,86	90,09	3,41	167,48	3,90	277,37	4,40	424,23
0,1000	2,40	42,48	3,02	94,95	3,59	176,55	4,13	292,37		
0,1500	2,94	52,04	3,70	113,30	4,40	217,24				
0,2000	3,49	60,19	4,23	134,30						



188

Tabela 23-6 Fórmula de Ganguillet-Kutter. Escoamento à seção plena ( $n = 0,013$ ) (Cont.)

DECLIVIDADE	Ø 350		Ø 375		Ø 400		Ø 450		Ø 500	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
m/m	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					0.31	39.71	0.34	54.96	0.32	63.18
0.0004					0.35	44.62	0.38	61.73	0.37	73.44
0.0005	0.32	30.86	0.33	37.34	0.35	44.62	0.38	61.73	0.41	82.46
0.0006	0.35	33.93	0.37	41.05	0.39	49.05	0.42	67.84	0.46	90.59
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	128.69	1.11	177.74	1.20	237.08
0.0045	0.98	94.59	1.03	114.36	1.08	136.54	1.18	188.58	1.28	251.53
0.0050	1.03	99.73	1.08	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	217.80	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	1.70	213.82	1.85	295.27	2.00	393.80
0.0120	1.60	154.75	1.69	187.08	1.77	223.35	1.93	308.42	2.09	411.34
0.0130	1.67	161.08	1.76	194.73	1.85	232.49	2.01	321.04	2.18	428.17
0.0140	1.73	167.17	1.82	202.10	1.92	241.28	2.09	333.18	2.26	444.35
0.0150	1.79	173.05	1.89	209.20	1.98	249.76	2.16	344.89	2.34	459.97
0.0160	1.85	178.74	1.95	216.08	2.05	257.97	2.23	356.22	2.41	475.08
0.0170	1.91	184.25	2.01	222.74	2.11	265.92	2.30	367.20	2.49	489.72
0.0180	1.97	189.60	2.07	229.20	2.17	273.64	2.37	377.86	2.56	503.93
0.0190	2.02	194.80	2.13	235.49	2.23	281.15	2.44	388.23	2.63	517.76
0.0200	2.07	199.87	2.18	241.62	2.29	288.48	2.50	398.32	2.70	531.22
0.0210	2.12	204.81	2.24	247.59	2.35	295.59	2.56	408.17	2.77	544.36
0.0220	2.17	209.64	2.29	253.43	2.40	302.55	2.62	417.79	2.83	557.18
0.0230	2.22	214.36	2.34	259.13	2.46	309.36	2.68	427.18	2.90	569.71
0.0240	2.27	218.97	2.39	264.71	2.51	316.02	2.74	436.38	2.96	581.98
0.0250	2.32	223.49	2.44	270.17	2.56	322.55	2.80	445.39	3.02	593.99
0.0300	2.54	244.85	2.67	295.99	2.81	353.36	3.06	487.94	3.31	650.73
0.0350	2.74	264.48	2.89	319.72	3.03	381.70	3.31	527.06	3.57	702.90
0.0400	2.93	282.76	3.09	341.81	3.24	408.07	3.54	563.47	3.82	751.46
0.0450	3.11	299.92	3.28	362.56	3.44	432.84	3.75	597.67	4.05	797.07
0.0500	3.28	316.15	3.46	382.18	3.63	456.26	3.96	630.02	4.27	840.20
0.0600	3.59	346.34	3.79	418.68	3.87	499.83	4.33	690.18		
0.0700	3.88	374.11	4.09	452.24	4.29	539.90				
0.0800	4.15	399.95	4.37	483.47						
0.0900	4.40	424.21								
0.1000										
0.1500										
0.2000										



189

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

Q (l/s)	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					0.33	128.77	0.36	185.62	0.40	256.04
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	0.53	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	713.78
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
0.0100	1.91	375.44	2.18	616.95	2.43	937.45	2.67	1345.31	2.90	1848.49
0.0110	2.00	393.80	2.28	647.12	2.55	983.27	2.80	1411.05	3.04	1938.81
0.0120	2.09	411.34	2.39	675.94	2.66	1027.05	2.93	1473.87	3.18	2025.10
0.0130	2.18	428.17	2.48	703.58	2.77	1069.04	3.05	1534.11	3.31	2107.87
0.0140	2.26	444.35	2.58	730.17	2.88	1109.44	3.16	1592.08	3.43	2187.51
0.0150	2.34	459.97	2.67	755.83	2.98	1148.43	3.27	1648.01	3.55	2264.34
0.0160	2.41	475.08	2.76	780.65	3.08	1186.13	3.38	1702.11	3.67	2338.66
0.0170	2.49	489.72	2.84	804.70	3.17	1222.67	3.49	1754.53	3.78	2410.68
0.0180	2.56	503.93	2.92	828.05	3.26	1258.14	3.59	1805.44	3.89	2480.62
0.0190	2.63	517.76	3.00	850.77	3.35	1292.65	3.69	1854.95	4.00	2548.63
0.0200	2.70	531.22	3.08	872.89	3.44	1326.26	3.78	1903.17	4.11	2614.88
0.0210	2.77	544.36	3.16	894.46	3.53	1359.03	3.87	1950.20	4.21	2679.49
0.0220	2.83	557.18	3.23	915.53	3.61	1391.04	3.97	1996.12	4.31	2742.58
0.0230	2.90	569.71	3.31	936.12	3.69	1422.32	4.06	2041.00	4.40	2804.25
0.0240	2.96	581.98	3.38	956.27	3.77	1452.93	4.14	2084.93		
0.0250	3.02	593.99	3.45	976.00	3.85	1482.91	4.23	2127.94		
0.0300	3.31	650.73	3.78	1069.22	4.22	1624.53				
0.0350	3.57	702.90	4.08	1154.94						
0.0400	3.82	751.46	4.36	1234.72						
0.0450	4.05	797.07								
0.0500	4.27	840.20								
0.0600										
0.0700										
0.0800										
0.0900										
0.1000										
0.1500										
0.2000										



Tabela 23-6. Fórmula de Ganguillet-Kutter. Escoamento à seção plena ( $n = 0,013$ ) (Cont.)

DECLIV. % m/m	Q 900		Q 1 000		Q 1 100		Q 1 200		Q 1 300	
	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					0,32	310,46	0,34	393,94	0,36	490,22
0,0002	0,40	256,04	0,43	341,15	0,46	442,02	0,49	559,67	0,52	695,10
0,0003	0,49	315,42	0,53	419,82	0,57	543,43	0,60	687,48	0,64	853,16
0,0004	0,57	365,44	0,61	486,12	0,66	628,93	0,70	795,27	0,74	986,50
0,0005	0,64	409,46	0,69	544,48	0,74	704,21	0,78	890,20	0,83	1103,97
0,0006	0,70	449,22	0,76	597,20	0,81	772,23	0,86	975,99	0,91	1210,14
0,0007	0,76	485,75	0,82	645,66	0,87	834,75	0,93	1054,66	0,98	1307,76
0,0008	0,81	519,74	0,87	690,74	0,93	892,92	0,99	1128,24	1,05	1396,60
0,0009	0,86	551,64	0,91	733,05	0,99	947,54	1,05	1197,15	1,11	1483,89
0,0010	0,91	581,80	0,98	773,07	1,05	999,18	1,11	1262,30	1,17	1564,56
0,0013	0,95	610,47	1,03	811,11	1,10	1048,28	1,17	1324,26	1,23	1641,27
0,0012	1,00	637,86	1,07	847,45	1,15	1095,19	1,22	1383,45	1,29	1714,55
0,0013	1,04	664,12	1,12	882,30	1,19	1140,17	1,27	1440,21	1,34	1784,83
0,0014	1,08	689,39	1,16	915,82	1,24	1183,45	1,32	1494,83	1,39	1852,45
0,0015	1,12	713,76	1,20	948,16	1,28	1225,19	1,36	1547,51	1,44	1917,69
0,0016	1,15	737,33	1,24	979,43	1,33	1265,57	1,41	1598,46	1,49	1980,78
0,0017	1,19	760,16	1,28	1009,74	1,37	1304,69	1,45	1647,84	1,53	2041,92
0,0018	1,22	782,34	1,32	1039,16	1,41	1342,68	1,49	1695,78	1,58	2101,29
0,0019	1,26	803,90	1,35	1067,78	1,45	1379,62	1,54	1742,41	1,62	2159,07
0,0020	1,29	824,89	1,39	1095,64	1,48	1415,60	1,58	1787,82	1,66	2215,26
0,0021	1,32	845,37	1,42	1122,82	1,52	1450,69	1,61	1832,10	1,71	2270,10
0,0022	1,36	865,36	1,46	1149,35	1,56	1484,95	1,65	1875,34	1,75	2323,64
0,0023	1,39	884,90	1,49	1175,29	1,59	1518,43	1,69	1917,61	1,79	2375,99
0,0024	1,42	904,02	1,52	1200,67	1,63	1551,20	1,73	1958,96	1,82	2427,20
0,0025	1,45	922,75	1,56	1225,52	1,66	1583,28	1,76	1999,46	1,86	2477,35
0,0030	1,50	1011,18	1,70	1342,89	1,82	1734,84	1,93	2190,76	2,04	2714,26
0,0035	1,71	1092,48	1,84	1450,80	1,97	1874,18	2,09	2366,64	2,20	2932,09
0,0040	1,83	1168,13	1,97	1551,22	2,10	2003,86	2,23	2530,33	2,36	3134,83
0,0045	1,94	1239,18	2,09	1645,53	2,23	2125,64	2,37	2684,06	2,50	3325,23
0,0050	2,05	1306,36	2,20	1734,72	2,35	2240,81	2,50	2829,45	2,64	3505,30
0,0060	2,24	1431,31	2,41	1900,58	2,58	2455,01	2,74	3099,84	2,89	3840,20
0,0070	2,43	1546,39	2,61	2053,09	2,79	2651,96	2,96	3348,47	3,12	4148,14
0,0080	2,59	1653,11	2,79	2195,03	2,98	2835,26	3,16	3579,87	3,34	4434,76
0,0090	2,75	1753,52	2,96	2326,33	3,16	3007,41	3,35	3797,19	3,54	4703,94
0,0100	2,90	1848,49	3,12	2454,40	3,33	3170,22	3,53	4002,74	3,73	4958,54
0,0110	3,04	1938,81	3,27	2574,31	3,49	3325,08	3,71	4198,23	3,91	5200,68
0,0120	3,18	2025,10	3,42	2688,87	3,65	3473,83	3,87	4385,02	4,09	5432,05
0,0130	3,31	2107,87	3,56	2798,75	3,80	3614,94	4,03	4564,16	4,25	5653,95
0,0140	3,43	2187,51	3,69	2904,48	3,94	3751,48	4,18	4736,54	4,42	5867,46
0,0150	3,55	2264,34	3,82	3006,49	4,08	3883,22	4,33	4902,86		
0,0160	3,67	2338,66	3,95	3105,15	4,22	4010,64	4,47	5063,72		
0,0170	3,78	2410,68	4,07	3200,77	4,35	4134,14				
0,0180	3,89	2480,62	4,19	3293,61	4,47	4254,05				
0,0190	4,00	2548,63	4,30	3383,93						
0,0200	4,11	2614,88	4,42	3471,86						
0,0210	4,21	2679,49								
0,0220	4,31	2742,58								
0,0230	4,40	2804,25								
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										



# AGUAS DE CHUVA

191

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

Q (L/s)	S = 300		S = 400		S = 500		S = 600		S = 700	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
m/s	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	1432.67
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	1483.89	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	3201.77
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	1.59	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	4053.19
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	4964.69
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	2.48	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	7166.84
0.0060	2.89	3840.20	3.04	4680.85	3.18	5626.47	3.32	6681.75	3.45	7851.04
0.0070	3.12	4148.14	3.28	5056.14	3.43	6077.51	3.58	7217.30	3.73	8460.22
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	5733.50	3.89	6891.59	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	5200.60	4.11	6338.89	4.31	7619.18	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										

