

Estudos Hidrológicos

Generalidades

A execução dos estudos hidrológicos tem como objetivo o conhecimento do regime de chuvas da área do projeto, bem como a avaliação das vazões de projeto que venham a solicitar as obras hidráulicas a serem implantadas.

A finalidade da orientação adotada no estudo é obter os elementos de natureza hidrológica, que vão permitir a elaboração do projeto de drenagem e o dimensionamento das galerias, no qual é realizado o dimensionamento hidráulico dessas obras.

O Estudo Hidrológico abrangeu as seguintes etapas:

- ◆ Coleta de dados climatológicos, pluviométricos e pluviográficos da região;
- ◆ Delimitação e determinação das características das bacias;
- ◆ Cálculos e verificações a partir dos dados obtidos, para conhecimento das condições em que se verificam as precipitações pluviais e o escoamento superficial.

Dados Utilizados

a) Pluviometria e Pluviografia

Os dados pluviométricos e pluviográficos utilizados foram obtidos da APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima - Sistema de informação geográfica e apresentam as seguintes características básicas:

- ◆ Precipitação Média Anual – 824,40mm
- ◆ Precipitação Máxima Mensal – 374,20mm (Junho)
- ◆ Precipitação Média Mensal Máxima – 134,24mm (Junho)
- ◆ Dias de Chuva por Ano - 128 dias
- ◆ Período mais Chuvoso - Março a agosto
- ◆ Período mais Seco - Outubro a dezembro
- ◆ Temperatura Média Anual – 21,75°
- ◆ Umidade Relativa Média - 76%
- ◆ Precipitação pluvial – 67,32 mm/h

OBS: Por solicitação da administração utilizamos um coeficiente de segurança para atender as maiores chuvas, portanto adotaremos uma precipitação de 88mm/h

b) Coeficientes de Escoamento Superficial

O volume de água que é admitido em uma galeria de águas pluviais é uma parcela da quantidade total de água que se precipita na bacia contribuinte. Outras parcelas correspondem às porções que se infiltram no terreno, que são retidas e que se evaporam.

A relação entre essa parcela que vai ter às galerias e a quantidade de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio, denomina-se coeficiente de “run - off”.

O coeficiente de deflúvio C , que indica a proporção da precipitação que escorre como deflúvio superficial, avalia-se a partir de observações de bacias em condições hidrologicamente semelhantes.

O escoamento superficial depende, principalmente, do grau de impermeabilização da bacia contribuinte e, portanto, pode-se dizer que a melhor solução é estimar cuidadosamente o coeficiente de deflúvio global baseado na experiência dos projetos já realizados e tidos como satisfatórios.

Em função de suas características topográficas, físicas e de ocupação, foi calculado o coeficiente de escoamento “run-off”, de acordo com as seguintes considerações:

- Áreas Pavimentadas $C = 0,85$ em 15% da área
- Área Cobertas $C = 0,95$ em 55% da área
- Áreas Vazias Planas $C = 0,15$ em 30% da área

Daí resultando o valor de C ponderado igual a 0,60.

c) Tempo de Concentração

Quando se considera determinada seção de escoamento em uma bacia contribuinte, sempre decorre algum tempo, a contar do início da chuva até que toda a bacia passe a contribuir para a seção considerada. Este intervalo inicial denomina-se tempo de concentração.

No caso de galerias de águas pluviais, o tempo de concentração compõe-se de duas parcelas, o tempo de entrada somado ao tempo de percurso.

$$T_c = T_e + T_p$$

Denomina-se tempo de entrada, o tempo gasto pelas águas precipitadas nos pontos mais distantes para atingir a primeira boca de lobo. O mais utilizado nos projetos de drenagem urbana situa-se no intervalo de 5 a 15 minutos.

Denomina-se tempo de percurso, o tempo de escoamento dentro das galerias, desde a primeira boca de lobo até a seção que se considera. Esse tempo pode ser calculado, levando-se em conta as velocidades médias de escoamento e as extensões de percurso.

d) Tempo de Recorrência

O período de recorrência estabelecido por análise de frequência, indica simplesmente o intervalo médio entre eventos iguais ou maiores que uma dada grandeza, ou a probabilidade de que tal evento ocorrerá em um ano qualquer.

Na previsão de chuvas intensas, o tempo de recorrência corresponde ao número médio de anos em que uma dada precipitação será igualada ou excedida.

Normalmente a escolha do período de recorrência é feito levando-se em conta a importância da obra e o grau de segurança, que se pretende, tendo em vista as condições sociais e econômico-financeiras e os inconvenientes que poderão advir da incapacidade da obra em atender as vazões de enchente.

Nas ruas em estudo será adotado um tempo de recorrência de 25 anos.

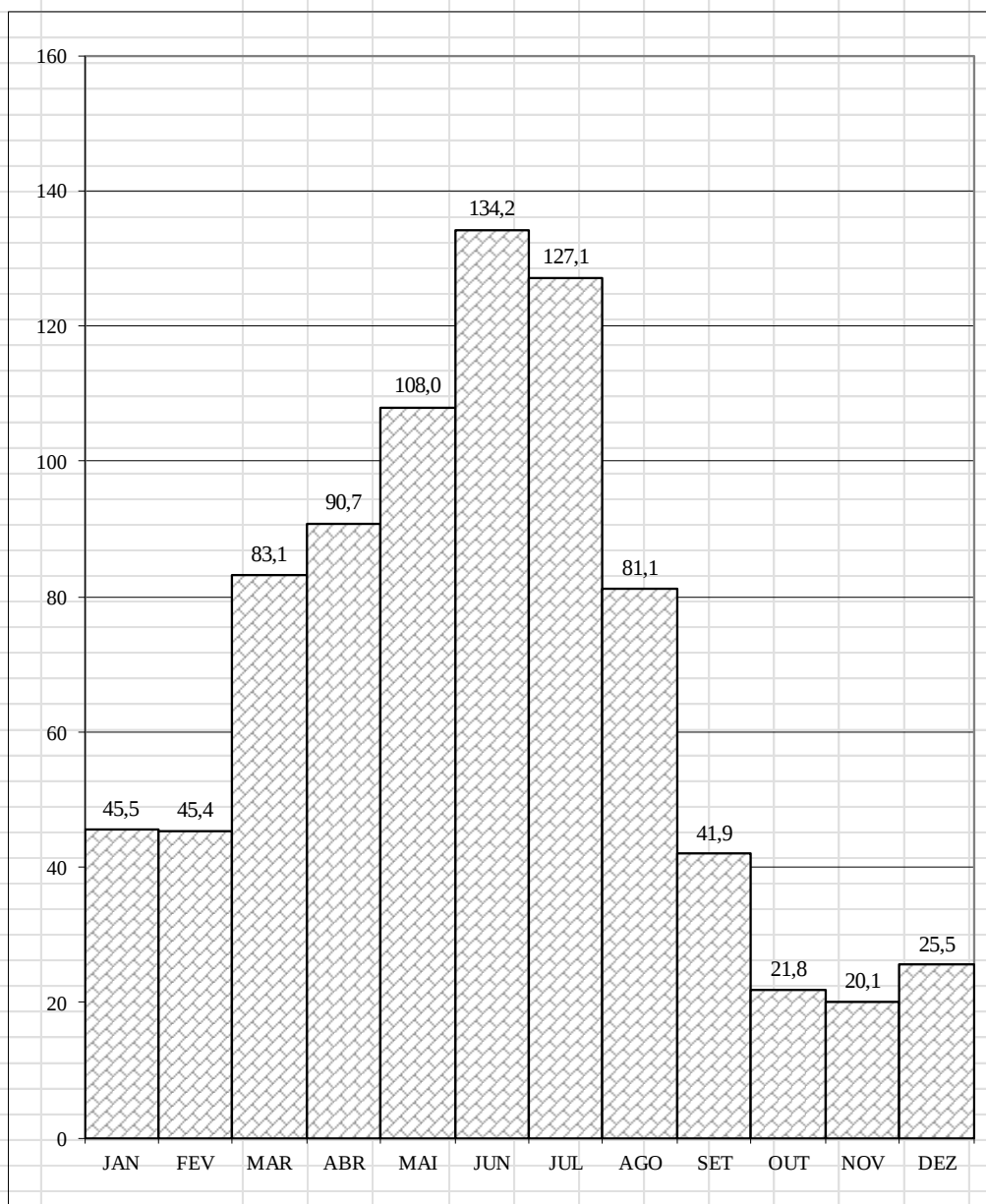
PROJETO DE DRENAGEM BAIRRO DOM HELDER CÂMARA

POSTO : GARANHUNS - 326 (1970 a 1987) GARANHUNS - 19 (1993 a 2022)				FONTE: APAC - AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA									
ANO	INFORMAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1989	PRECIPITAÇÃO TOTAL												
	PREC. MÁX. DIÁRIA												
	DIAS DE CHUVA												
1990	PRECIPITAÇÃO TOTAL												
	PREC. MÁX. DIÁRIA												
	DIAS DE CHUVA												
1991	PRECIPITAÇÃO TOTAL												
	PREC. MÁX. DIÁRIA												
	DIAS DE CHUVA												
1992	PRECIPITAÇÃO TOTAL												
	PREC. MÁX. DIÁRIA												
	DIAS DE CHUVA												
1993	PRECIPITAÇÃO TOTAL	55,7	0,0	32,0	5,0	24,5	76,5	78,5	54,5	0,7	50,5	67,2	0,0
	PREC. MÁX. DIÁRIA	29,0	0,0	32,0	2,0	10,0	19,0	12,0	17,0	0,7	30,0	55,0	0,0
	DIAS DE CHUVA	5,0	0,0	1,0	3,0	5,0	11,0	15,0	7,0	1,0	5,0	3,0	0,0
1994	PRECIPITAÇÃO TOTAL	21,0	157,5	101,2	15,2	126,0	191,3	78,1	64,3	51,9	5,4	2,0	2,7
	PREC. MÁX. DIÁRIA	21,0	90,0	48,0	7,0	25,0	29,2	16,2	11,6	19,4	5,4	2,0	1,6
	DIAS DE CHUVA	1,0	5,0	7,0	7,0	20,0	22,0	23,0	14,0	11,0	1,0	1,0	3,0
1995	PRECIPITAÇÃO TOTAL	0,0	7,8	23,0	89,7	92,9	113,1	100,7	24,6	11,2	1,0	32,4	7,0
	PREC. MÁX. DIÁRIA	0,0	6,8	23,0	32,0	18,6	19,7	12,8	6,8	6,8	1,0	18,0	5,0
	DIAS DE CHUVA	0,0	2,0	1,0	15,0	12,0	23,0	21,0	10,0	3,0	1,0	6,0	2,0
1996	PRECIPITAÇÃO TOTAL	1,0	14,4	22,0	112,4	102,4	91,8	73,9	57,0	13,6	0,2	39,1	0,0
	PREC. MÁX. DIÁRIA	1,0	12,4	8,0	37,2	25,0	17,0	14,0	9,4	6,8	0,2	15,0	0,0
	DIAS DE CHUVA	1,0	3,0	3,0	12,0	19,0	18,0	17,0	15,0	4,0	1,0	6,0	0,0
1997	PRECIPITAÇÃO TOTAL	70,8	43,3	122,3	89,0	84,2	62,3	98,3	56,0	0,0	0,0	0,0	21,5
	PREC. MÁX. DIÁRIA	60,0	13,6	43,0	20,8	26,0	28,8	15,0	9,2	0,0	0,0	0,0	10,6
	DIAS DE CHUVA	5,0	8,0	13,0	13,0	11,0	11,0	21,0	16,0	0,0	0,0	0,0	3,0
1998	PRECIPITAÇÃO TOTAL	0,0	0,0	5,8	20,4	41,4	83,0	81,8	34,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	PREC. MÁX. DIÁRIA	0,0	0,0	3,0	15,6	7,0	29,0	21,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	DIAS DE CHUVA	0,0	0,0	3,0	2,0	10,0	11,0	8,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	PRECIPITAÇÃO TOTAL	0,0	15,0	0,1	5,0	48,0	20,2	72,8	30,4	5,4	69,0	0,5	60,5
	PREC. MÁX. DIÁRIA	0,0	15,0	0,1	5,0	17,0	9,2	17,0	7,0	2,2	21,0	0,5	41,0
	DIAS DE CHUVA	0,0	1,0	1,0	1,0	6,0	5,0	17,0	13,0	5,0	8,0	1,0	4,0
2000	PRECIPITAÇÃO TOTAL	72,2	42,0	2,2	149,1	66,0	159,0	102,7	91,3	74,6	0,0	4,0	64,5
	PREC. MÁX. DIÁRIA	22,0	24,0	1,2	46,0	11,0	45,6	16,8	27,0	16,5	0,0	4,0	31,0
	DIAS DE CHUVA	6,0	2,0	2,0	12,0	13,0	14,0	18,0	9,0	11,0	0,0	1,0	4,0
2001	PRECIPITAÇÃO TOTAL	7,0	0,0	50,7	31,0	13,5	204,7	131,0	84,4	11,7	60,3	0,2	24,3
	PREC. MÁX. DIÁRIA	7,0	0,0	16,0	13,0	10,0	64,0	30,0	17,0	3,6	45,0	0,2	12,7
	DIAS DE CHUVA	1,0	0,0	7,0	8,0	3,0	21,0	23,0	20,0	5,0	4,0	1,0	7,0
2002	PRECIPITAÇÃO TOTAL	212,9	19,8	47,2	58,2	118,7	124,0	83,4	108,5	18,2	21,6	4,1	151,5
	PREC. MÁX. DIÁRIA	67,0	7,8	13,0	22,2	37,3	29,4	18,5	18,5	6,0	8,8	3,1	70,5
	DIAS DE CHUVA	18,0	5,0	8,0	7,0	14,0	24,0	11,0	23,0	7,0	6,0	3,0	3,0
2003	PRECIPITAÇÃO TOTAL	28,0	45,1	64,0	31,4	70,9	84,2	102,4	57,9	83,0	6,5	12,3	15,2
	PREC. MÁX. DIÁRIA	12,4	16,0	28,3	16,3	23,2	20,0	17,0	23,0	29,6	5,0	7,8	15,2
	DIAS DE CHUVA	4,0	7,0	6,0	5,0	11,0	16,0	19,0	17,0	10,0	2,0	2,0	1,0
2004	PRECIPITAÇÃO TOTAL	309,7	103,9	44,4	69,6	90,8	191,5	141,9	95,3	108,5	6,1	0,0	0,0
	PREC. MÁX. DIÁRIA	106,3	50,0	43,8	17,4	29,4	24,1	16,2	14,0	25,8	5,5	0,0	0,0
	DIAS DE CHUVA	13,0	7,0	2,0	12,0	14,0	25,0	20,0	18,0	14,0	2,0	0,0	0,0
2005	PRECIPITAÇÃO TOTAL	14,4	64,6	166,9	59,6	152,5	262,6	94,6	134,8	33,5	1,5	1,4	46,5
	PREC. MÁX. DIÁRIA	11,0	40,0	91,0	17,0	19,4	34,1	15,0	14,0	5,7	1,2	1,4	25,8
	DIAS DE CHUVA	3,0	6,0	7,0	13,0	22,0	24,0	21,0	27,0	14,0	2,0	1,0	6,0
2006	PRECIPITAÇÃO TOTAL	6,4	40,9	68,8	70,2	132,5	171,4	132,3	83,4	52,0	4,0	35,7	0,0
	PREC. MÁX. DIÁRIA	4,1	17,2	26,2	13,2	20,6	24,2	16,6	13,4	19,3	3,4	22,8	0,0
	DIAS DE CHUVA	2,0	3,0	9,0	12,0	20,0	24,0	25,0	20,0	9,0	3,0	6,0	0,0
2007	PRECIPITAÇÃO TOTAL	24,9	114,4	96,3	76,8	99,2	176,5	120,3	155,2	89,9	7,6	16,5	11,1
	PREC. MÁX. DIÁRIA	13,8	32,6	20,6	24,0	35,0	32,4	15,4	23,4	18,0	2,8	13,2	7,2
	DIAS DE CHUVA	4,0	9,0	16,0	10,0	20,0	26,0	19,0	26,0	17,0	7,0	2,0	3,0
SÉRIE HISTÓRICA DAS PRECIPITAÇÕES													
Qd - 1												2	

POSTO : GARANHUNS - 326 (1970 a 1987) GARANHUNS - 19 (1993 a 2022)				FONTE: APAC - AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA									
ANO	INFORMAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	2,3	31,1	370,9	98,7	153,6	94,4	147,8	93,4	35,3	18,4	0,0	43,0
2008	PREC. MÁX. DIÁRIA	1,8	24,4	86,0	30,0	25,5	9,0	17,1	13,0	9,0	6,2	0,0	43,0
	DIAS DE CHUVA	2,0	6,0	14,0	13,0	23,0	25,0	27,0	21,0	10,0	8,0	0,0	1,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	12,9	49,0	20,0	202,4	180,5	103,1	91,4	136,4	11,7	25,6	18,5	33,2
2009	PREC. MÁX. DIÁRIA	12,2	23,0	6,3	60,0	33,4	27,0	12,0	18,6	4,5	25,0	18,5	21,0
	DIAS DE CHUVA	2,0	8,0	5,0	13,0	26,0	25,0	23,0	24,0	7,0	2,0	1,0	3,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	60,0	52,2	115,0	175,1	24,7	374,2	91,9	86,6	87,9	52,7	1,5	4,3
2010	PREC. MÁX. DIÁRIA	19,0	22,4	58,0	50,0	8,0	80,2	10,6	10,5	22,5	25,5	1,5	4,3
	DIAS DE CHUVA	8,0	11,0	7,0	13,0	8,0	27,0	23,0	26,0	17,0	5,0	1,0	1,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	56,7	36,4	152,7	70,9	185,6	133,6	148,2	69,1	61,4	10,4	25,9	0,2
2011	PREC. MÁX. DIÁRIA	25,6	14,3	132,0	8,0	40,0	27,8	28,5	19,9	15,3	5,8	9,8	0,1
	DIAS DE CHUVA	8,0	5,0	3,0	19,0	24,0	19,0	28,0	17,0	15,0	4,0	7,0	2,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	19,1	15,0	4,5	24,7	70,3	68,3	107,0	116,0	18,3	11,6	1,3	0,9
2012	PREC. MÁX. DIÁRIA	15,0	6,6	1,8	17,0	19,6	15,2	18,0	15,0	4,8	6,1	1,3	0,9
	DIAS DE CHUVA	4,0	5,0	4,0	3,0	13,0	19,0	23,0	20,0	9,0	5,0	1,0	1,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	8,4	2,8	2,9	108,9	72,8	127,8	171,9	92,5	24,2	24,0	35,1	52,8
2013	PREC. MÁX. DIÁRIA	3,4	1,9	2,0	33,0	9,6	17,3	29,6	19,0	4,0	6,6	24,8	36,0
	DIAS DE CHUVA	5,0	2,0	2,0	9,0	17,0	19,0	24,0	21,0	10,0	7,0	6,0	5,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	14,4	56,2	48,9	150,7	162,5	98,8	129,5	144,7	86,1	150,4	11,8	32,6
2014	PREC. MÁX. DIÁRIA	5,0	27,0	35,7	64,0	33,0	11,2	34,0	25,7	23,2	46,0	4,0	27,6
	DIAS DE CHUVA	4,0	7,0	4,0	14,0	18,0	24,0	22,0	24,0	12,0	12,0	6,0	3,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	5,1	76,4	9,4	9,3	29,7	124,2	175,2	77,7	13,2	7,0	0,0	62,6
2015	PREC. MÁX. DIÁRIA	2,8	42,0	3,6	5,5	8,2	13,0	15,5	16,1	4,0	2,7	0,0	40,0
	DIAS DE CHUVA	2,0	6,0	3,0	4,0	10,0	25,0	27,0	15,0	5,0	4,0	0,0	6,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	127,9	43,6	24,0	42,8	77,6	72,1	74,5	41,3	20,4	12,7	2,0	2,4
2016	PREC. MÁX. DIÁRIA	48,0	27,0	17,0	11,0	19,1	16,2	15,8	9,5	7,3	5,0	2,0	1,4
	DIAS DE CHUVA	14,0	4,0	3,0	14,0	10,0	15,0	17,0	11,0	6,0	7,0	1,0	2,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	11,4	1,0	0,0	51,0	340,4	209,1	342,6	147,2	127,0	17,8	22,0	18,0
2017	PREC. MÁX. DIÁRIA	5,0	1,0	0,0	12,5	79,1	22,0	35,0	31,5	15,5	5,5	22,0	17,5
	DIAS DE CHUVA	4,0	1,0	0,0	9,0	15,0	28,0	28,0	19,0	23,0	8,0	1,0	2,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	49,2	79,4	53,7	177,2	128,8	78,1	86,2	37,8	20,0	5,0	10,2	30,8
2018	PREC. MÁX. DIÁRIA	14,0	30,0	48,0	43,0	34,0	13,0	12,5	5,5	9,0	5,0	5,0	8,8
	DIAS DE CHUVA	5,0	5,0	4,0	16,0	18,0	20,0	18,0	11,0	6,0	1,0	3,0	6,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	45,8	36,5	72,5	62,5	57,4	140,5	201,2	152,1	45,5	10,0	0,0	6,2
2019	PREC. MÁX. DIÁRIA	14,5	28,0	40,0	18,0	20,5	26,0	29,2	36,7	9,0	9,0	0,0	6,2
	DIAS DE CHUVA	12,0	4,0	8,0	9,0	10,0	18,0	23,0	17,0	13,0	2,0	0,0	1,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	24,5	71,9	216,4	108,8	64,9	122,1	147,8	98,9	50,8	2,0	92,5	0,0
2020	PREC. MÁX. DIÁRIA	19,0	37,0	76,6	29,5	11,9	21,6	18,5	14,0	26,5	2,0	35,4	0,0
	DIAS DE CHUVA	3,0	8,0	16,0	9,0	12,0	19,0	23,0	14,0	6,0	1,0	5,0	0,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	55,8	0,0	107,7	206,3	167,5	42,0	123,7	170,2	33,5	8,7	0,6	89,9
2021	PREC. MÁX. DIÁRIA	41,3	0,0	28,4	54,4	21,6	9,5	18,0	40,2	9,0	4,5	0,6	66,0
	DIAS DE CHUVA	4,0	0,0	9,0	11,0	17,0	9,0	19,0	23,0	7,0	2,0	1,0	6,0
	PRECIPITAÇÃO TOTAL	78,0	4,5	94,1	60,5	270,4	348,4	313,5	129,0	32,0	28,0	186,7	39,0
2022	PREC. MÁX. DIÁRIA	40,0	4,5	33,5	25,0	55,5	46,0	80,0	22,0	12,0	28,0	56,0	20,0
	DIAS DE CHUVA	5,0	1,0	10,0	7,0	20,0	24,0	24,0	17,0	5,0	1,0	9,0	4,0

POSTO : GARANHUNS - 326 (1970 a 1987) GARANHUNS - 19 (1993 a 2022)			FONTE: APAC - AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA										
ANOS	INFORMAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1970 a 2022	PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL MÉDIA	45,5	45,4	83,1	90,7	108,0	134,2	127,1	81,1	41,9	21,8	20,1	25,5

HISTOGRAMA DAS MÉDIAS MENSAIS DAS PRECIPITAÇÕES TOTAIS



**HISTOGRAMA DAS MÉDIAS MENSAIS
DAS PRECIPITAÇÕES TOTAIS**

Qd - 2

PERÍODO DE RECORRÊNCIA (T_R anos)							
N / T_R	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,721	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,636	2,032	2,317	2,533	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641
Calculado por M. D. Reid em novembro de 1942, sendo " T_R " o período de recorrência e "N" o número de eventos considerados							
				TABELA DE GUMBEL			
				FATOR DE FREQUÊNCIA "K"			
						Qd - 3	
						5	

FÓRMULA DE VEN TE CHOW

$$P = \bar{P} + K\delta$$

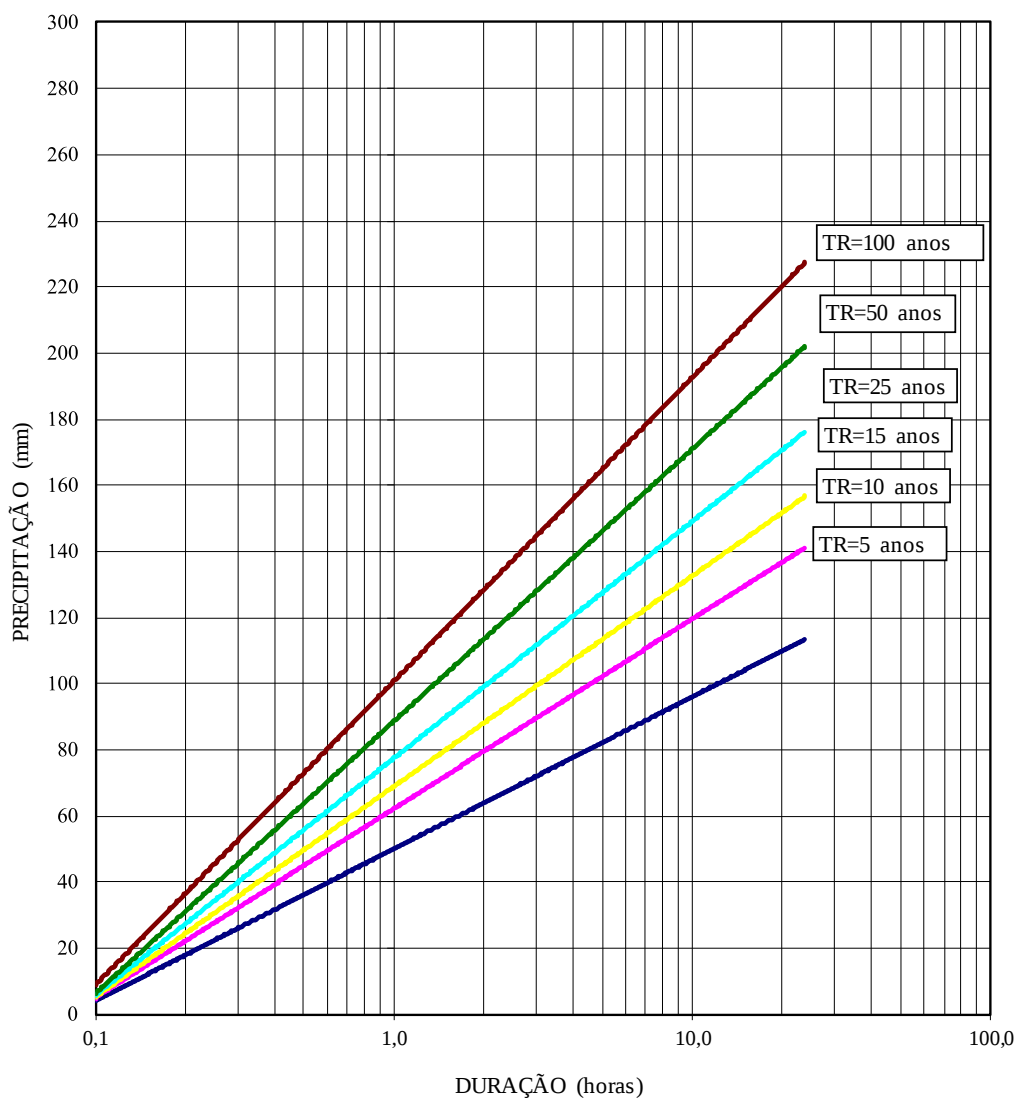
T _R (anos)	5	10	15	25	50	100
K	1,058	1,848	2,289	2,847	3,588	4,323
P (mm)	105,85	131,89	146,43	164,82	189,24	213,47

ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA

Qd - 4

ANOS	P (mm)	Nº de ORDEM	P _i (mm)	P _i - $\bar{P}$	(P _i - $\bar{P}$) ²	F = $\frac{N}{n+1}$ (%)	T _R = $\frac{1}{F}$
2001	64	1	132,0	61,02	3.723,22	8,33	12,00
2002	70,5	2	106,3	35,32	1.247,37	16,67	6,00
2003	29,6	3	91,0	20,02	400,73	25,00	4,00
2004	106,3	4	86,0	15,02	225,55	33,33	3,00
2005	91	5	80,2	9,22	84,97	41,67	2,40
2006	26,2	6	70,5	-0,48	0,23	50,00	2,00
2007	35	7	64,0	-6,98	48,75	58,33	1,71
2008	86	8	60,0	-10,98	120,60	66,67	1,50
2009	60	9	35,0	-35,98	1.294,69	75,00	1,33
2010	80,2	10	29,6	-41,38	1.712,45	83,33	1,20
2011	132	11	26,2	-44,78	2.005,41	91,67	1,09
1 . MÉDIA DAS PRECIPITAÇÕES $\bar{P} = \frac{P}{n} = 70,982$ 2 . DESVIO PADRÃO $\delta = \sqrt{\frac{(P - \bar{P})^2}{n - 1}} = 32,96$							
				ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA			
				Qd - 5			
				7			

RELAÇÃO TEMPO DE DURAÇÃO - ALTURA DA CHUVA - TEMPO DE RECORÊNCIA



LEGENDA :

TR = 100 ANOS



TR = 50 ANOS



TR = 25 ANOS



TR = 15 ANOS



TR = 10 ANOS

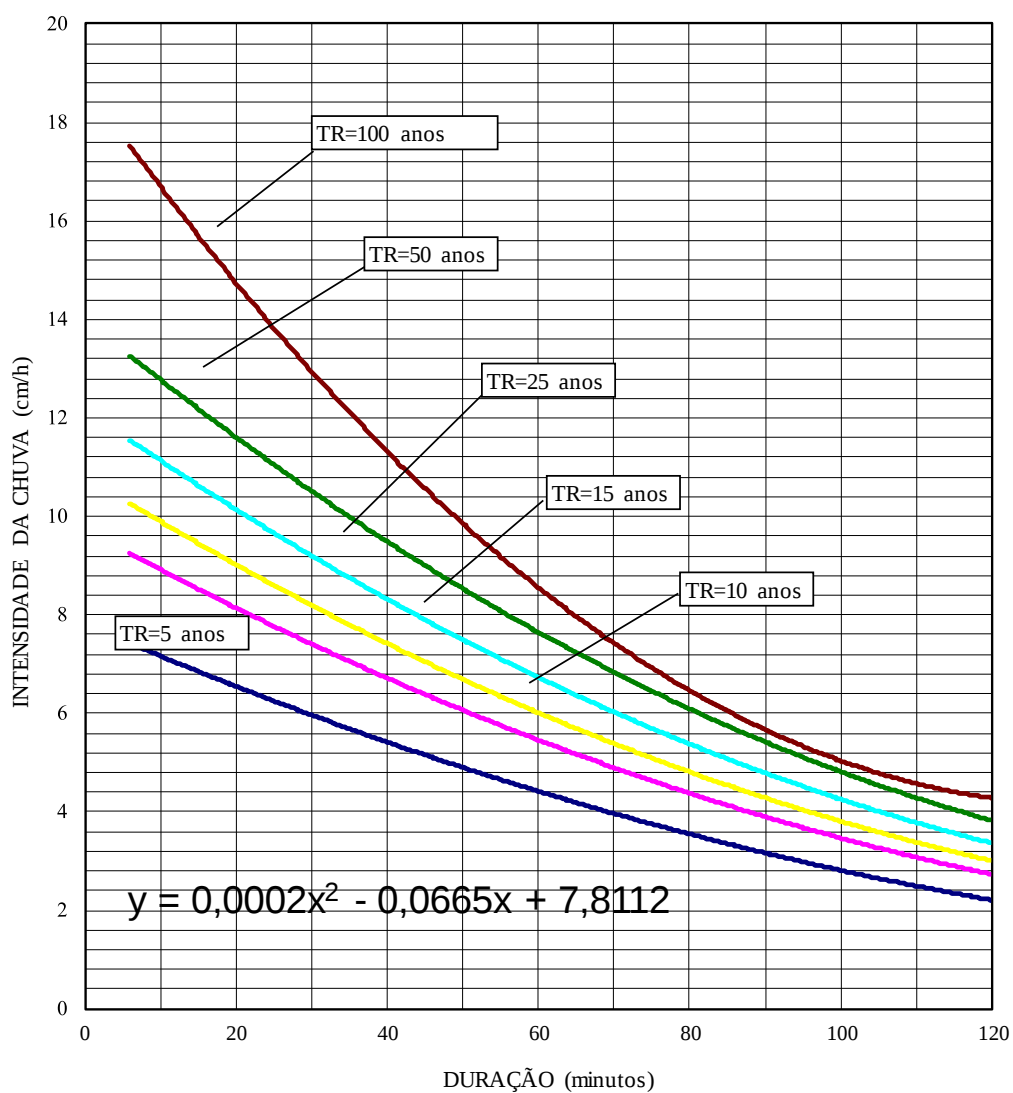


TR = 5 ANOS



**CURVA DE
PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA**

Qd - 6



LEGENDA :

TR = 100 ANOS

TR = 50 ANOS

TR = 25 ANOS

TR = 15 ANOS

TR = 10 ANOS

TR = 5 ANOS

**CURVA DE
INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA**

Qd - 7

Projeto de Drenagem

Generalidades

Objetivando criar nas áreas em estudo, condições para conservação da melhoria com revestimento primário, controle de erosão, e preservação do trânsito e veículos, contra danos causados por inundações resultantes das chuvas intensas, foi concebido e dimensionado um sistema de drenagem, que teve como princípio básico, o fator econômico e higiênico das vias.

Metodologias

Escoamento Superficial

O estudo da capacidade hidráulica das estruturas de drenagem superficial, a implantar, foi realizado considerando que sua capacidade se daria a plena seção. A vazão de contribuição destas estruturas de drenagem foi determinada através da utilização do Método Racional com a seguinte configuração:

$$Q_1 = \frac{C \times I \times A}{36}$$

Sendo:

Q_1 = Vazão de contribuição em m³/seg.;

C = Coeficiente de escoamento superficial;

I = Intensidade de chuva em cm/h para um tempo de recorrência de 25 anos; e

A = Área de contribuição em ha.

Os dispositivos da drenagem superficial para aplicação da fórmula racional, tiveram o coeficiente de escoamento “C” considerado de acordo com a tabela a seguir:

Tipo de Superfície	Coeficiente de escoamento “C”
Concreto de cimento Portland	0,80 – 0,90
Areia Asfalto	0,80 – 0,90
Tratamento Superficial	0,60 – 0,90
Acostamento não revestido	0,40 – 0,60
Terra compactada	0,40 – 0,60
Solo com revestimento vegetal	0,50 – 0,70
Campo cultivado	0,20 – 0,40
Solo permeável	0,05 – 0,10
Taludes enleivados	0,50 – 0,70
Canteiro gramado	0,20 – 0,35

Nos casos em que a área a ser drenada for composta de superfícies de diversas naturezas, o coeficiente “C” adotado, será a média ponderada do valor “C” para cada superfície, considerando como peso a área correspondente, então:

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_N A_N}{A_1 + A_2 + \dots + A_N}$$

Onde:

C = Coeficiente de escoamento adotado;

C₁, C₂,...C_n = Coeficiente de escoamento das áreas A₁, A₂,...A_n, respectivamente.

A capacidade de condução das águas pela linha d'água e pista de rolamento foi determinada através da Fórmula de Manning, modificada por Izzard, apresentada abaixo:

$$Q_2 = 0,375 x \frac{Z}{n} x Y^{8/3} x I^{0,5}$$

Sendo:

Z = inverso da declividade transversal da via;

n = Coeficiente de rugosidade, considerado igual a 0,017;

Y = Profundidade da lâmina d'água em metros;

I = Declividade da via, em m/m; e

Q₂ = Vazão de escoamento.

Os meio - fios com linha d'água efetuarão o transporte das águas pluviais até pontos de coleta do sistema de drenagem.

Galerias

As descargas máximas das galerias de águas pluviais foram determinadas pelo Método Racional.

Este método estabelece uma relação entre a intensidade pluviométrica e a vazão escoada numa determinada seção da bacia hidrográfica e vem apresentando resultados satisfatórios quando aplicado criteriosamente.

A fórmula para o cálculo por este método é a seguinte:

$$Q_1 = \frac{C x I x A x n}{36}$$

Onde :

Q = descarga máxima, em m³/s

I = intensidade de chuvas, em cm/h

C = coeficiente de escoamento, adimensional

A = área da bacia de contribuição, em ha

n = coeficiente de distribuição de chuvas, aplicado para $A > 1$ ha.

Sendo $n = A^k$ e $k = - 0,15$

As seções de vazão das galerias que compõem o sistema de drenagem foram determinadas através da tabela 24 -1, do Manual de Hidráulica (Azevedo Netto), que fornece os coeficientes relativos para permitir os cálculos da altura da lâmina d'água e a velocidade, a todo trecho em estudo.

As caixas coletoras podem ser localizadas, de acordo com as condições e necessidades da via, sob:

- ◆ Os passeios quando for do tipo gaveta;
- ◆ As linhas d'água quando for do tipo com grelha de concreto; e
- ◆ O pavimento quando for do tipo tampão.

Através de imagens do Google Earth, conseguimos determinar as bacias hidráulicas de contribuição para a via de projeto.

4.4.2. Memória de Cálculo

A seguir são apresentados os cálculos das descargas das bacias e as verificações do funcionamento do sistema, utilizando-se o Método Racional, a Fórmula de Manning e a Equação da Continuidade.

DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS:

• Travessa Antônio Vaz da Costa – Segmento 01

Área de contribuição total = 3,53ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (3,53)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,8276$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,4285\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,50m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,038 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 4,061 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 0,5978 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

• **Travessa Antônio Vaz da Costa – Segmento 02**

Área de contribuição total = 3,53ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (3,53)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,8276$, $t_r = 25$ anos; $T_c = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{C_x I_x A_x n}{36} \quad Q_1 = 0,4285 \text{ m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,50m**, temos:

$$Q_2 = A \times V$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,026 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 3,359 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 0,4944 \text{ m}^3 / \text{s}$; como $Q_2 > Q_1$ (**suficiente**)

• Rua Anibal Paes de Lira – Segmento 01

Área de contribuição total = 4,03ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (4,03)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,8113$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,4796\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,60m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,056 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 5,567 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 1,180 \text{ m}^3 / \text{s}$; como $Q_2 > Q_1$ (**suficiente**)

• Rua Anibal Paes de Lira – Segmento 02

Área de contribuição total = 4,03ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (4,03)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,8113$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,4796\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,60m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,012 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 2,577 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 0,5462 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

• Rua Ernestina G. Lacerda – Segmento 01

Área de contribuição total = 4,03ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (4,03)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,8113$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,4796\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,60m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a $3/4$ da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,083 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 6,778 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 1,4365 \text{ m}^3 / \text{s}$; como $Q_2 > Q_1$ (**suficiente**)

• **Rua Ernestina G. Lacerda – Segmento 02**

Área de contribuição total = 5,41ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (5,41)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,7763$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,6160\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,80m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a $3/4$ da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,005 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 2,015 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 0,7593 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

• Rua Ernestina G. Lacerda – Segmento 03

Área de contribuição total = 7,75ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (7,75)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,7355$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,8361\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,80m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a $3/4$ da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,040 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 5,700 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 2,1477 \text{ m}^3 / \text{s}$; como $Q_2 > Q_1$ (**suficiente**)

• 2ª Trav. Radialista Flauberto Elias

Área de contribuição total = 1,93ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (1,93)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,9061$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,2565\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,60m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,009 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 2,232 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 0,4730 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

• **Rua Antônio Vaz da Costa**

Área de contribuição total = 3,16ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (3,16)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,8415$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,3900\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,60m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a $3/4$ da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,097 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 7,327 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 1,5530 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

• **Rua João Romildo A. Silva – Segmento 01**

Área de contribuição total = 13,2ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (13,2)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,6791$, $t_r = 25$ anos; $T_c = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{C \times I \times A \times n}{36} \quad Q_1 = 1,3147 \text{ m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,80m**, temos:

$$Q_2 = A \times V$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a $3/4$ da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,108 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 9,366 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 3,529 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

• **Rua João Romildo A. Silva – Segmento 02**

Área de contribuição total = 13,2ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (13,2)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,6791$, $t_r = 25$ anos; $T_c = 10$ min; $C = 0,60$ $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{C_x I_x A_x n}{36} \quad Q_1 = 1,3147 \text{ m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,80m**, temos:

$$Q_2 = A \times V$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,450 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 19,118 \text{ m} / \text{s}$

$Q_2 = 7,204 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

.

• **Rua João Romildo A. Silva – Segmento 03**

Área de contribuição total = 13,2ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (13,2)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,6791$, $t_r = 25$ anos; $T_c = 10$ min; $C = 0,60$ $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{C \times I \times A \times n}{36} \quad Q_1 = 1,3147 \text{ m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,80m**, temos:

$$Q_2 = A \times V$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a $3/4$ da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,092 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 8,644 \text{ m} / \text{s}$

$Q_2 = 3,257 \text{ m}^3 / \text{s}$; como $Q_2 > Q_1$ (**suficiente**)

• Rua André Alves de Noronha - Segmento 01

Área de contribuição total = 3,61ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (3,61)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,8248$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,4367\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,60m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de 0,015 m / m e $V = 2,881$ m / s.

$Q_2 = 0,6107 \text{ m}^3 / \text{s}$; como $Q_2 > Q_1$ (**suficiente**)

• **Rua André Alves de Noronha - Segmento 02**

Área de contribuição total = 6,64ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (6,64)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,7528$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,7331\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,80m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a $3/4$ da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,006 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 2,208 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 0,8318 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

• **Rua André Alves de Noronha - Segmento 03**

Área de contribuição total = 6,64ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (7,56)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,7383$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,8186\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,60m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,031 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 4,142 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 0,8779 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**

• **Rua André Alves de Noronha - Segmento 04**

Área de contribuição total = 9,00ha. Uma vez que a área é > 1 ha deve-se calcular o coeficiente de distribuição de chuvas (n), sendo $n = A^k$ e $k = -0,15$, ficando: $n = A^k \Rightarrow n = (9,00)^{-0,15} \Rightarrow n = 0,7192$, $tr = 25$ anos; $Tc = 10$ min; $C = 0,60$; $I = 8,80$ cm/h

Temos:

$$Q_1 = \frac{CxIxAxn}{36} \quad Q_1=0,9494\text{m}^3/\text{s}$$

Adotando-se uma galeria de Ø **0,60m**, temos:

$$Q_2 = AxV$$

Sendo:

Q_2 = Vazão que suporta a galeria em m^3 / s ;

V = Velocidade em m / s

Através da fórmula de Ganguillet - Kutter e considerando-se o escoamento a 3/4 da seção, encontramos os seguintes valores:

Para uma declividade do tubo de $0,154 \text{ m} / \text{m}$ e $V = 9,232 \text{ m} / \text{s}$.

$Q_2 = 1,9568 \text{ m}^3 / \text{s}$; como **$Q_2 > Q_1$ (suficiente)**