

PROJETO	MUNICÍPIO	ESTADO
PAVIMENTAÇÃO EM TSD COM MICROREVESTIMENTO NO BAIRRO MARIO BORGES	BAIANOPOLIS	BA
ENDEREÇO	BACIA	REVISÃO
BAIRRO MARIO BORGES - BAIANOPOLIS - BA	ROTEIRO PARA TODAS BACIAS	12

DRENAGEM SUPERFICIAL

ROTEIRO PARA DIMENSIONAMENTO

INTRODUÇÃO

Está área encontra-se praticamente consolidada, constituída de ruas com baixa declividade, "grade" irregular e sem infra-estrutura.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a nível de projeto básico, o sistema de drenagem de águas pluviais, disciplinando-as e conduzindo-as de forma segura e adequada.

Enfim, o sistema de drenagem proposto terá duas funções básicas: impedir a ação dos processos erosivos através do fluxo e garantir o afastamento das águas pluviais, de maneira rápida e segura para o corpo receptor mais próximo, evitando-se assim ocorrências de alagamentos no leito das vias e inundações nos pontos mais baixos do "grade".

SISTEMA PROPOSTO

O sistema de drenagem foi condicionado pela topografia da área e pelo sistema viário existente.

De um modo geral, as águas pluviais serão conduzidas nas caixas de rua, com largura média de 7,00 metros, ficando restritas as galerias aos trechos de pontos baixos das vias e aos locais de vazões concentradas que superem a capacidade drenante das vias. Assim, permitiu-se conduzir o volume dos deflúvios para um sistema de escoamento, captação e direcionamento satisfatório.

ELEMENTOS DE PROJETO

Os parâmetros, expressões, procedimentos que foram utilizados, estão em consonância com a metodologia devidamente consagrada para esta especialidade.

1.0 - Método Utilizado

1.1 - Método Racional

O *Método Racional* traz resultados bastante aceitáveis para o estudo de pequenas bacias, de conformação comum, tendo em vista a sua simplicidade de operação bem como da existência de um método de melhor confiabilidade para situações dessa natureza.

A determinação dos coeficientes do escoamento superficial e dos demais parâmetros necessários para determinação das vazões que influenciarão diretamente nas dimensões das obras do sistema a ser implantado; sendo assim conclui-se que o "*Método Racional*" deve ser objeto de estudo mais detalhado a seguir, por ser este o indicado para projetos de micro-drenagem em geral.

Os deflúvios foram avaliados pelo Método Racional, o qual considera que a vazão máxima, proveniente de uma chuva de intensidade uniforme, ocorre quando toda a bacia passa a contribuir para a seção em estudo, e que ainda neste momento permaneça chovendo.

1.2 - Fórmula

O Método relaciona a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade, forma, declividade média, etc, sendo a **vazão** de dimensionamento calculada pela seguinte expressão:

$$Q = 166,67 \cdot C \cdot i \cdot A \quad (l/s)$$

Onde:

Q = (l/s) vazão: (deflúvio superficial direto)

C = coeficiente de escoamento superficial

i = (m/m) Intensidade média de chuva para a precipitação ocorrida durante o tempo de concentração da bacia em estudo .

A = área da bacia de contribuição (Ha).

Obs: Para cálculo da Vazão(Q), é preciso do dimensionamento de alguns parâmetros. Veja a seguir.

2.0 - Parâmetros de Projeto

2.1) Tempo de concentração (Tc)

Conceitua-se tempo de concentração como o espaço de tempo decorrido desde o início da precipitação torrencial sobre a bacia até o instante em que toda bacia passa a contribuir para o escoamento na seção de jusante da mesma. Em um sistema de galerias corresponde a “duas parcelas distintas”, sendo a primeira denominada de “tempo de entrada” ou seja, tempo necessário para que as contribuições superficiais atinjam a seção inicial do projeto, enquanto que a segunda correspondente ao tempo gasto pelo escoamento através dos condutos, a partir do instante em que toda a bacia passa a contribuir para a seção em estudo. Essa parcela é denominada de “tempo de percurso”. O tempo de percurso, como o próprio conceito mostra, tem cálculo puramente hidráulico, visto que o mesmo é função das velocidades nos trechos de montante, enquanto que o tempo de entrada depende essencialmente da conformação superficial da bacia. Frequentemente o tempo de entrada, embora de determinação difícil, tem o valor de 10 a 30 minutos.

Parcelas distintas para o tempo de concentração:

01 - Tempo de entrada (to)

02 - Tempo de percurso (ts)

É usual tomar-se para estimativa de tempo de entrada: 10 min.

Assim, $T_c = T_o + T_s$

Logo: $T_c = 10\text{min} + T_s$

Pela expressão de *George Ribeiro* . temos:

$$T_s = \frac{16 \times L}{(1,05 - 0,2 p) (100 \times I)^{0,04}}$$

Onde:

T_s = tempo de percurso (min)

L = distância máxima em Km:

p = percentagem da área com cobertura vegetal - adotamos p = 20%

I = declividade da distância máxima (mim)

2.2) Coeficiente de escoamento superficial (C)

Esse coeficiente exprime a relação entre o volume de escoamento livre superficial e o total precipitado. É por definição a grandeza, no método racional, que requer maior acuidade na sua determinação, tendo em vista o grande número de variáveis que influem no volume escoado, tais como infiltração, armazenamento, evaporação, detenção, etc.

Para cálculo do escoamento superficial, usaremos a seguinte expressão:

Adotaremos a expressão de Honer:

$$C = 0,364 \log T_c + 0,0042p^2 - 0,145$$

Onde:

T_c = tempo de concentração (min)

p=percentagem da área que será impermeabilizada - adotamos 80% (percentual permitido para ponto baixo / tipo guia)

2.3) Cálculo da intensidade média da chuva durante a o tempo de concentração da bacia(i) l/s x há

Usaremos a expressão da equação “ Izzard “

Onde:

$$i = \frac{1840}{(t + 167,4)} \dots\dots\dots \text{Sendo } t : 20,06\text{min}$$

2.4) Dimensionamento da vazão (Q) l/s

Q = 166,67. C.i.A. (l/s)

Onde:

Q = (l/s) vazão:



ESTADO DA BAHIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE BAIANÓPOLIS
Praça Municipal Ana Avelina, 10 Centro, Baianópolis - BA, 47830-000
CNPJ: 13.654.413/0001-31

C = coeficiente de escoamento superficial


DANIEL SANTOS ARAÚJO
Engenheiro Civil
CREA/BA: 72.539D

$i = (m/m)$ Intensidade média de chuva ($l/s \times há$)

$A =$ área da bacia de contribuição (km^2)

2.5) Período de retorno

O tempo de recorrência, em anos, (T_r) de uma precipitação de determinada intensidade é o tempo em que esta precipitação é igualada ou superada pelo menos um vez. Em drenagem urbana convencionou-se adotar $T_r = 5$ anos para áreas urbanas, sendo que para o dimensionamento da galeria adotou-se $T_r = 10$ anos.

3.0 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

3.1 - Cálculo da capacidade superficial da via.

Cálculo da capacidade de escoamento superficial de cada trecho da via.

Foi empregada a fórmula de KUTTER, por ele próprio simplificada, e a equação da continuidade:

$$V = C \sqrt{Rh \times I} \quad (m/s) \quad e \quad C = \frac{(\sqrt{100 - Rh})}{(m + Rh)}$$

Calculo do Rh (Raio hidráulico):

$$Rh = \frac{A}{P} \quad \begin{array}{l} \text{(Seção perpendicular molhada pela água)} \\ \text{(Comprimento da linha de contorno molhada pela água)} \end{array}$$

onde:

$$A = \frac{b \times h}{2}$$

$b = \frac{1}{2}$ da largura total da rua (perpendicular) (m)

$h =$ altura molhada do meio-fio (m)

$I =$ declividade do trecho total da via (m/m)

$S =$ seção molhada de uma sarjeta (m^2)

$Rh =$ raio hidráulico (m)

$m =$ coeficiente de rugosidade (Kutter)

- para via pavimentada - 0,35

- para via não pavimentada - 1,0

PROJETO	MUNICÍPIO	ART Nº	ESTADO
PAVIMENTAÇÃO EM TSD COM MICROREVESTIMENTO NO BAIRRO MARIO	BAIANOPOLIS		BA
ENDEREÇO	PRANCHA	BACIA	REVISÃO
BAIRRO MARIO BORGES - BAIANOPOLIS - BA	HID 1000	I	0

DIMENSIONAMENTO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

DADOS DA BACIA			
BACIA:	I	Verificar ruas da bacia na prancha:	HID 1000
		Área total das ruas da bacia:	10.893,86 m ²
		Somatório extensão das vias:	1486,71 m
		Diferença de nível:	2,50 m

I - PARÂMETROS DE PROJETO

A) Tempo de concentração (T _c)		B) Coeficiente de escoamento superficial (C)	
FORMULA:	$T_c = T_o + T_s$	FORMULA:	$C = 0,364 \log T_c + 0,0042p^2 - 0,145$
	$T_s = \frac{16xL}{(1,05 - 0,2p)(100xL)^{0,04}}$		
VALORES CALCULADOS		VALORES CALCULADOS	
% área vegetal:	p = 20% (adotado)	% da área impermeabilizada:	p ² = 80%
Declividade máxima:	l = 2,50 m	(percentual permitido para ponto baixo / tipo guia)	
Tempo de entrada:	T _o = 10 min	VALOR CALCULADO: C = 0,65 ACEITÁVEL	
Área da bacia:	L = 10,89 Km ²	(Valor aceitável a zonas residenciais habitadas em pavimentação, equivalente a (0,25 - 0,70) conforme tabela "Honer")	
TEMPO CALCULADO:	T _c = 148,38 min		

C) Cálculo da intensidade média da chuva durante a o tempo de concentração da bacia (i) l/s x há		D) Dimensionamento da vazão (Q) l/s	
FORMULA:	$i = \frac{1840}{T_c + 167,40}$	FORMULA:	$Q = 166,67 \cdot C \cdot i \cdot A$ (l/s) A = ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (Km ²)
VALORES CALCULADOS		VALORES CALCULADOS	
Intensidade média de chuva (m/m):	i = 5,83 l/s.há	VAZÃO:	Q = 6863,50 l/s 6,86 m ³ /s

E) Período de retorno
O tempo de recorrência, em anos, (Tr) de uma precipitação de determinada intensidade é o tempo em que esta precipitação é igualada ou superada pelo menos um vez. Em drenagem urbana convencionou-se adotar Tr = 5 anos para áreas urbanas, sendo que para o dimensionamento da galeria adotou-se Tr = 10 anos.

II - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

A) - Cálculo da capacidade superficial da via.			
Cálculo da capacidade de escoamento superficial de cada trecho da via.			
FORMULA:	$V = C \sqrt{Rh \times l}$ (m/s)	$C = \frac{(100 \sqrt{Rh})}{(m + \sqrt{Rh})}$	$Rh = \frac{A}{P}$
VALORES CALCULADOS			
V = 0,008145 VELOC. DE ESCOAM. DO TRECHO	b = 1,25 m - METADE DA LARGURA DA RUA		
Rh = 6,31E-05 m - RAI0 HIDRAULICO	h = 0,15 m - ALTURA MOLHADA DO MEIO-FIO		
A = 0,188 m ² - SEÇÃO PERPEND. MOLHADA	P = 2973,42 m - CONTORNO MOLHADO DA BACIA		

VERIFICAÇÃO DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO DO TRECHO:	0,81 m/s	ADMISSÍVEL	velocidade de escoamento admissível (0,5 a 4,5 m/s) método kutter
--	----------	-------------------	---

Foi admitida, portanto, para o cálculo da capacidade da via seção transversal de 7,00 m de largura, optando pelo escoamento superficial, utilizando-se do calçamento a ser constituído, tomando-se o cuidado de manter a declividade transversal para os dois lados da rua de 3% (percentual estabelecido através da tabela de acordo com o fator de impermeabilização) e altura da guia de no mínimo 0,15 m.

Nos trechos das vias de maior contribuição de águas pluviais foi verificada a capacidade de escoamento, e estando esta superior a vazão a escoar, as velocidades de escoamento estão dentro dos limites da velocidade admissível (0,5 m/s até 4,5 m/s). Portanto, não houve a necessidade de se verificar a capacidade de escoamento em todas as ruas e travessas.

III - RESUMO E CARACTERÍSTICAS DA BACIA

A = Área da bacia de contribuição	10,89 Km ²
L = Extensão do trecho	1486,71 m
Largura média da rua	2,50 m
h = Altura do meio-fio	0,15 m
I = Declividade do trecho total da via (m/m)	2,5 m
Tc = Tempo de concentração	148,38 min
C = Coeficiente de escoamento superficial	0,65
i = Intensidade média da chuva	5,83 l/s.há
Q = Vazão	6,86 m ³ /s
V = Velocidade de escoamento do trecho	0,81 m/s
Rh = Raio hidráulico	6,31E-05 m
p = percentagem da área com cobertura vegetal	20%
P2 = percentagem da área que será impermeabilizada	80%

PROJETO	MUNICÍPIO	ART Nº	ESTADO
PAVIMENTAÇÃO EM TSD COM MICROREVESTIMENTO NO BAIRRO MARIO	BAIANOPOLIS		BA
ENDEREÇO	PRANCHA	BACIA	REVISÃO
BAIRRO MARIO BORGES - BAIANOPOLIS - BA	HID 1000	II	0

DIMENSIONAMENTO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

DADOS DA BACIA			
BACIA:	II	Verificar ruas da bacia na prancha:	HID 1000
		Área total das ruas da bacia:	14.504,31 m ²
		Somatório extensão das vias:	1998,77 m
		Diferença de nível:	4,40 m

I - PARÂMETROS DE PROJETO

A) Tempo de concentração (Tc)		B) Coeficiente de escoamento superficial (C)	
FORMULA:		C = 0,364 log Tc + 0,0042p2 - 0,145	
$T_c = T_o + T_s$			
$T_s = \frac{16xL}{(1,05 - 0,2p)(100xL)^{0,04}}$			
VALORES CALCULADOS		VALORES CALCULADOS	
% área vegetal:	p = 20% (adotado)	% da área impermeabilizada:	p2 = 80%
Declividade máxima:	l = 2,50 m	(percentual permitido para ponto baixo / tipo guia)	
Tempo de entrada:	T _o = 10 min	VALOR CALCULADO: C = 0,69 ACEITÁVEL	
Área da bacia:	L = 14,50 Km ²	(Valor aceitável a zonas residenciais habitadas em pavimentação, equivalente a (0,25 - 0,70) conforme tabela "Honer")	
TEMPO CALCULADO:	Tc = 194,24 min		

C) Cálculo da intensidade média da chuva durante a o tempo de concentração da bacia (i) l/s x há		D) Dimensionamento da vazão (Q) l/s	
FORMULA:	$i = \frac{1840}{T_c + 167,40}$	FORMULA:	$Q = 166,67 \cdot C \cdot i \cdot A$ (l/s) A = ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (Km ²)
VALORES CALCULADOS		VALORES CALCULADOS	
Intensidade média de chuva (m/m):	i = 5,09 l/s.há	VAZÃO:	Q = 8503,03 l/s 8,50 m ³ /s

E) Período de retorno
O tempo de recorrência, em anos, (Tr) de uma precipitação de determinada intensidade é o tempo em que esta precipitação é igualada ou superada pelo menos um vez. Em drenagem urbana convencionou-se adotar Tr = 5 anos para áreas urbanas, sendo que para o dimensionamento da galeria adotou-se Tr = 10 anos.

II - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

A) - Cálculo da capacidade superficial da via.			
Cálculo da capacidade de escoamento superficial de cada trecho da via.			
FORMULA:	$V = C \sqrt{Rh \times l}$ (m/s)	$C = \frac{(100 \sqrt{Rh})}{(m + \sqrt{Rh})}$	$Rh = \frac{A}{P}$
VALORES CALCULADOS			
V = 0,009931 VELOC. DE ESCOAM. DO TRECHO	b = 2,20 m - METADE DA LARGURA DA RUA		
Rh = 8,26E-05 m - RAI0 HIDRAULICO	h = 0,15 m - ALTURA MOLHADA DO MEIO-FIO		
A = 0,330 m ² - SEÇÃO PERPEND. MOLHADA	P = 3997,54 m - CONTORNO MOLHADO DA BACIA		

VERIFICAÇÃO DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO DO TRECHO:	0,99 m/s	ADMISSÍVEL	velocidade de escoamento admissível (0,5 a 4,5 m/s) método kutter
--	----------	-------------------	---

Foi admitida, portanto, para o cálculo da capacidade da via seção transversal de 7,00 m de largura, optando pelo escoamento superficial, utilizando-se do calçamento a ser constituído, tomando-se o cuidado de manter a declividade transversal para os dois lados da rua de 3% (percentual estabelecido através da tabela de acordo com o fator de impermeabilização) e altura da guia de no mínimo 0,15 m.

Nos trechos das vias de maior contribuição de águas pluviais foi verificada a capacidade de escoamento, e estando esta superior a vazão a escoar, as velocidades de escoamento estão dentro dos limites da velocidade admissível (0,5 m/s até 4,5 m/s). Portanto, não houve a necessidade de se verificar a capacidade de escoamento em todas as ruas e travessas.

III - RESUMO E CARACTERÍSTICAS DA BACIA

II

A = Área da bacia de contribuição	14,50 Km ²
L = Extensão do trecho	1998,77 m
Largura média da rua	4,40 m
h = Altura do meio-fio	0,15 m
I = Declividade do trecho total da via (m/m)	2,5 m
Tc = Tempo de concentração	194,24 min
C = Coeficiente de escoamento superficial	0,69
i = Intensidade média da chuva	5,09 l/s.há
Q = Vazão	8,50 m ³ /s
V = Velocidade de escoamento do trecho	0,99 m/s
Rh = Raio hidráulico	8,26E-05 m
p = percentagem da área com cobertura vegetal	20%
P2 = percentagem da área que será impermeabilizada	80%