

APÊNDICES

ÍNDICE DOS APÊNDICES

APENDICE 1: NORMAS TÉCNICAS DE PROJETOS DE DRENAGEM.....	220
NTPD-01 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS - PERÍODO DE RETORNO.....	222
NTPD-02 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS MÉTODO RACIONAL.....	228
NTPD-03 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS - MÉTODO DO “SOIL CONSERVATION SERVICE”.....	235
NTPD-04 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS - MÉTODO DE “I-PAI-WU”.....	240
NTPD-05 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA OBRAS DE DETENÇÃO/RETENÇÃO.....	250
NTPD-06 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA DISSIPAÇÃO DE ENERGIA	274
NTPD-07 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA MACRODRENAGEM.....	286
APÊNDICE 2: NOTAS DE SERVIÇOS PARA MACRODRENAGEM.....	303
APENDICE 3: METODOLOGIAS DE MANEJO DO SOLO PARA PROPRIEDADES RURAIS LOCALIZADAS EM ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DE MICROBACIAS URBANIZADAS.....	318
APÊNDICE 4: DETALHAMENTO DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DAS MATAS CILIARES MUNICIPAIS.....	319
APÊNDICE 5: PROJETO TÉCNICO DE ADEQUAÇÃO DE ESTRADA RURAL.....	327

**APENDICE 1:
NORMAS TÉCNICAS DE PROJETOS DE DRENAGEM**

NTPD-01

DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS - PERÍODO DE
RETORNO

ÍNDICE

NTPD-01 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS	
PERÍODO DE RETORNO.....	222
1. OBJETIVO.....	223
2. ASPECTOS GERAIS.....	223
3. CRITÉRIOS DE ESCOLHA.....	223
4. PERÍODO DE RETORNO EM FUNÇÃO DO RISCO DA OBRA.....	224
4.1. PERÍODO DE RETORNO – ABRH.....	224
QUADROS	
QUADRO 1: MATRIZ DE APLICABILIDADE DE PROJETOS.....	224
TABELAS	
TABELA 1: PERÍODOS DE RETORNO PARA DIFERENTES OCUPAÇÕES DA ÁREA.....	225

NTPD-01 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS - PERÍODO DE RETORNO

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo apresentar critérios e procedimentos de projeto para definição do período de retorno hidrológico para dimensionamento de obras de drenagem no município de Itaí.

2. ASPECTOS GERAIS

A escolha do Período de Retorno para projeto de determinada obra de drenagem é feita em função do tipo e da importância da mesma para a população que a utiliza, e em função da sua localização e do seu entorno. Destacam-se aqui alguns fatores que devem ser ponderados nessa escolha:

- Densidade de população da região;
- Volume de tráfego do sistema viário do local;
- Proximidade de equipamentos públicos ou comunitários como escolas, hospitais, estádios, estações ferroviárias ou de metrô, terminais de ônibus, aeroportos, “shoppings”, etc.;
- Tipo de obra;
- Porte da obra;

3. CRITÉRIOS DE ESCOLHA

Para uniformizar os critérios de escolha do Período de Retorno (T) nos projetos de drenagem (específicos ou não), e para determinados tipos de obras e intervenções são estabelecidos os valores de T_{10} (T = 10 anos) e T_{25} (T = 25 anos) e como T_R (T \geq 25 anos), os quais estão apresentados no **Quadro 1**.

Quadro 1: Matriz de aplicabilidade de projetos

Tipos de Obras e Intervenções			
Código	Descrição	Classificação	Período de Retorno
ARV	Arranjos e complexos viários	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	T_{R100} T_{50} T_{25}
PTV	Pontes, viadutos e passagens subterrâneas	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	T_{R100} T_{50} T_{25}
PPE	Passarelas de pedestres	Alto impacto Médio impacto	T_{R100} T_{50} T_{25}
ECO	Obras de contenção e estabilização	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	T_{R100} T_{50} T_{25}
CAN	Canalizações e obras de drenagem	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	T_{R100} T_{50} T_{25}
TUG	Obras em método não destrutivos (túneis viários e galerias hidráulicas)	Alto impacto Médio impacto	T_{R100} T_{50} T_{25}
REC	Recuperação de obras-de-arte especiais	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	T_{R100} T_{50} T_{25}
PAV	Pavimentação de vias	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	T_{R100} T_{50} T_{25}

Obs.: Caso seja necessário poderá ser adotado um período de retorno maior que o recomendado.

4. PERÍODO DE RETORNO EM FUNÇÃO DO RISCO DA OBRA

Nos projetos de maior importância e complexidade ($T_R \geq 25$ anos), a escolha do Período de Retorno deverá ser precedida de um estudo do risco associado aos danos provocados por um evento hidrológico superior ao de projeto durante a vida útil da obra. Transcreve-se aqui trecho da publicação da ABRH, 1995 “Drenagem Urbana”, sobre o assunto.

4.1. Período de Retorno – ABRH

Período de retorno é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer. Ao se decidir, portanto, que uma obra será projetada para uma vazão com período de retorno T anos, automaticamente, decide-se o grau de proteção conferido à população. Trata-se, portanto, de escolher qual o “risco aceitável” pela comunidade. Esse critério deve ser definido em esferas políticas, uma vez que são a comunidade e seus representantes, que decidirão o grau de proteção desejável e o quanto estarão dispostos a pagar por ele.

Estudos econômicos podem orientar a escolha do período de retorno, mas a necessidade de considerar custos e benefícios de difícil quantificação e, ainda mais, a impossibilidade de se levar em conta uma série de aspectos que não podem ser expressos em termos monetários, limitam a aplicação de métodos objetivos para a escolha do período de retorno.

Níveis altos de segurança implicam, portanto, custos elevados e grandes interferências no ambiente urbano. Minimizar custos e interferências é um objetivo importante em projetos de drenagem urbana, mas não deve ser alcançado pela escolha de períodos de retorno inadequadamente pequenos. Caso isso aconteça, as consequências, muito provavelmente, serão perversas, pois a ocupação das áreas “protegidas” será encorajada pela falsa sensação de segurança que as obras propiciam.

As dificuldades em se estabelecer, objetivamente, o período de retorno fazem com que a escolha recaia sobre valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelo meio técnico. Muitas entidades fixam os períodos de retorno para diversos tipos de obra como *critério de projeto*. Os valores da **Tabela 1** são, comumente, encontrados na literatura técnica e desfrutam de certo consenso internacional.

Tabela 1: Períodos de retorno para diferentes ocupações da área

Tipo de Obra	Tipo de Ocupação da Área	T (Anos)
Microdrenagem	Residencial	2
Microdrenagem	Comercial	5
Microdrenagem	Áreas com edifícios de serviços ao público	5
Microdrenagem	Aeroportos	2-5
Microdrenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macro drenagem	Áreas comerciais e residenciais	50-100
Macro drenagem	Áreas de importância específica	500

ABRH. Drenagem Urbana, 1995

É importante, neste ponto, enfatizar a diferença entre os conceitos de período de retorno e *risco*.

Entende-se por risco a probabilidade, a possibilidade de uma determinada obra vir a falhar pelo menos uma vez durante sua vida útil. Esse conceito leva em conta que uma obra projetada para um período de retorno T expõe-se, todo o ano, a uma probabilidade $1/T$ de vir a falhar. É intuitivo que, ao longo de sua vida útil, essa obra terá um risco de

falha maior do que $1/T$, porque se ficará exposta, repetidamente, a essa probabilidade de insucesso.

A expressão a seguir pode ser deduzida da teoria das probabilidades, e está tabelada para os valores mais usuais de período de retorno e vida útil das obras.

$$R = 100 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{1}{T} \right)^N \right]$$

Onde:

R = risco em porcentagem;

T = período de retorno em anos;

N = vida útil da obra em anos.

NTPD-02

DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS -
MÉTODO RACIONAL

ÍNDICE

NTPD-02 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS	
MÉTODO RACIONAL.....	227
1. OBJETIVO.....	228
2. METODOLOGIA – DAEE.....	228
2.1. MÉTODO RACIONAL.....	228
3. APLICABILIDADE DO MÉTODO – FCTH.....	229
3.1. PREMISSAS BÁSICAS.....	229
3.2. LIMITAÇÕES.....	230
3.3. DADOS E INFORMAÇÕES PARA APLICAÇÃO	230
4. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO - FCTH	230
5. INTENSIDADE - FCTH.....	232
6. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO (COEFICIENTE DE “RUNOFF”) - FCTH	232
TABELAS	
TABELA 2: COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (“RUNOFF”).....	229
TABELA 3: VALORES DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO A SEREM ADOTADOS PELA PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ITAÍ (PAULO SAMPAIO WILKEN, 1978).	224

**NTPD-02 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS -
MÉTODO RACIONAL**

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo a apresentação do método racional para a determinação da vazão de projeto, bem como suas diretrizes e condições de aplicação nos projetos desenvolvidos para o município de Itaí.

2. METODOLOGIA – DAEE

Transcrição do “Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo” – Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE, 1994.

2.1. Método Racional

Para bacias que não apresentam complexidade e que tenham até 2 km² de área de drenagem, é usual que a vazão de projeto seja determinada pelo Método Racional. Esse método foi introduzido em 1889 e é largamente utilizado nos Estados Unidos e em outros países. Embora tenha sido frequentemente sujeito a críticas acadêmicas por sua simplicidade, nenhum outro método foi desenvolvido dentro de um nível de aceitação geral.

O Método Racional, adequadamente aplicado, pode conduzir a resultados satisfatórios em projetos de drenagem urbana que tenham estruturas hidráulicas como galerias, bueiros etc., e ainda para estruturas hidráulicas projetadas em pequenas áreas rurais. O Método pode ser colocado sob a seguinte fórmula:

$$Q = 166,67 \cdot C \cdot i \cdot A \cdot D$$

Onde:

Q = vazão máxima; [Q] = l/s;

C = coeficiente de escoamento superficial, função das características da bacia em estudo;

Apresentam-se na **Tabela 2** alguns valores típicos de projeto;

I = intensidade da chuva crítica; [i]= mm/min.;

A = área da bacia de contribuição; [A] = ha;

D = coeficiente de distribuição da chuva.

Para:

$$A < 50 \text{ ha} \quad D = 1$$

$$A > 50 \text{ ha} \quad D = 1 - 0,009 \cdot \frac{L}{2}$$

Onde:

L = comprimento de talvegue, em km.

Tabela 2: Coeficiente de escoamento superficial (“RUNOFF”)

Uso do Solo ou Grau de Urbanização	Valores	
	Mínimos	Máximos
Área totalmente urbanizada Urbanização futura	0,5	0,7
Área parcialmente urbanizada Urbanização moderada	0,35	0,5
Área predominantemente de plantações, pastos, etc. Urbanização atual	0,2	0,35

FCTH – USP, 1995.

3. APLICABILIDADE DO MÉTODO - FCTH

Transcrição de parte do item 3.2.3 do Cap. 3 da Publicação “Diretrizes Básicas para Projeto de Drenagem Urbana no Município de São Paulo” - 1995 - FCTH - USP - São Paulo.

3.1. Premissas Básicas

As seguintes premissas básicas são adotadas, quando se aplica o Método Racional:

- O pico do ESD (Escoamento Superficial Direto), relativo a um dado local de estudo, é função do respectivo tempo de concentração, assim como da intensidade da chuva, cuja duração é suposta como sendo igual ao referido tempo de concentração;
- As condições de permeabilidade da superfície da bacia permanecem constantes durante a ocorrência da chuva;

- O pico do ESD ocorre quando toda a área de drenagem, a montante do local em estudo, passa a contribuir no escoamento.

3.2. Limitações

O Método Racional fornece somente um ponto do hidrograma do ESD, o pico. Sua aplicação em bacias complexas, com várias sub-bacias, tende a superestimar as vazões, resultando em obras de drenagem superdimensionadas.

3.3. Dados e Informações para Aplicação

A aplicação do método depende dos seguintes dados e informações:

- Planimetria da bacia para determinação de sua área. É importante notar que, em áreas urbanas, nem sempre a área da bacia é determinada pelo seu divisor de águas, sendo de ocorrência relativamente comum a transposição de águas pluviais de bacias vizinhas através de tubos e galerias;
- Existência de uma relação intensidade-duração-frequência representativa do regime de chuvas intensas na área;
- Escolha de um coeficiente de escoamento superficial representativo das condições futuras da bacia;
- Determinação do tempo de concentração, ou seja, o tempo de percurso da água desde o ponto mais distante da bacia hidrográfica até a seção de interesse. Após o tempo de concentração, toda a área da bacia estará contribuindo para o escoamento, desde que a duração da chuva excedente seja no mínimo igual ao tempo de concentração.

4. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO - FCTH

Transcrição de parte do item 3.2.3 do Cap. 3 da Publicação “Diretrizes Básicas para Projeto de Drenagem Urbana no Município de São Paulo” - 1995 - FCTH - USP - São Paulo.

O tempo de concentração é, ao lado do coeficiente de escoamento superficial, um dos parâmetros cruciais do método racional, cuja determinação está também sujeita a incertezas e imprecisões.

Diversas fórmulas têm sido propostas para determinar este parâmetro em função de características físicas da bacia, da sua ocupação e, eventualmente, da intensidade da chuva. É importante lembrar que a maioria destas expressões são empíricas e, portanto, só valem para condições semelhantes às de sua determinação. A adoção de qualquer destas fórmulas deve ser precedida de análise cuidadosa para evitar, por exemplo, o equívoco de utilizar, em áreas urbanas, fórmulas originalmente desenvolvidas para áreas rurais.

A forma mais correta de calcular o tempo de concentração é pelo método cinemático, ou seja, dividir a bacia em N trechos homogêneos e calcular a velocidade do escoamento em cada um deles. O tempo de concentração, em minutos, será dado por:

$$t_c = \frac{1}{60} \cdot \sum \frac{L_i}{V_i} \quad 4.1$$

Onde:

t_c = tempo de concentração em minutos;

L_i = comprimento de cada trecho homogêneo em metros;

V_i = velocidade do escoamento no trecho “i”, em m/s.

Em áreas urbanas, o tempo de concentração pode ser dividido em duas parcelas: um tempo inicial t_i , tempo para a chuva atingir a primeira boca-de-lobo ou sarjeta, e um tempo t_t de translação na rede de drenagem (sarjetas, bueiros, galerias, canais, etc.).

$$t_c = t_i + t_t \quad 4.2$$

O tempo t_i usualmente corresponde a um escoamento sobre superfícies e pode ser estimado pela fórmula:

$$t_i = \frac{0,65 \cdot (1,1 - C) \cdot L^{1/2}}{S^{1/3}} \quad 4.3$$

Onde:

t_i = tempo inicial ou tempo de escoamento em superfície (“overland flow”), em minutos;

C = coeficiente de escoamento superficial para período de retorno de 5 a 10 anos;

L = comprimento de escoamento em metros (no máximo 150 m);

S = declividade média da bacia, em porcentagem.

O tempo t_t deve ser calculado a partir dos parâmetros hidráulicos da rede de drenagem, pela fórmula de Manning por exemplo, o que requer o pré-dimensionamento da mesma.

5. INTENSIDADE - FCTH

Baseada no item 3.2.3 do Cap. 3 da Publicação “Diretrizes Básicas para Projeto de Drenagem Urbana no Município de São Paulo” - 1995 - FCTH - USP - São Paulo.

Intensidade é a quantidade de chuva que ocorre na unidade de tempo adotada, para uma dada frequência e com uma duração igual ao tempo de concentração.

6. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO (COEFICIENTE DE “RUNOFF”) – FCTH

Transcrição de parte do item 3.2.3 do Cap. 3 da Publicação “Diretrizes Básicas para Projeto de Drenagem Urbana no Município de São Paulo” - 1995 - FCTH - USP - São Paulo.

Coeficiente de escoamento superficial é função de uma série de fatores, dentre os quais, o tipo de solo, a ocupação da bacia, a umidade antecedente, a intensidade da chuva e outros de menor importância. A adoção, portanto, de um valor de C constante é uma hipótese pouco realista e deve ser feita com os seguintes cuidados:

- O valor de C deve ser determinado para as condições futuras de urbanização da bacia;
- Se a ocupação da bacia for muito heterogênea, deve-se estimar o valor de C pelo método da média ponderada;
- O efeito da intensidade da chuva sobre C deve ser levado em conta por meio de correção feita em função do período de retorno, como se explica a seguir.
- Usualmente, o coeficiente de escoamento superficial é determinado em função da ocupação do solo, conforme se apresenta na **Tabela 3**. Esta tabela fornece os valores de C para períodos de retorno da ordem de 5 a 10 anos.

Para períodos de retorno maiores, recomenda-se corrigir o valor de C, o que pode ser feito através da expressão:

$$C_T = 0,8 \cdot T^{0,1} \cdot C_{10} \quad 6.1$$

Onde:

C_T = coeficiente de escoamento superficial para o período de retorno T, em anos;

C_{10} = coeficiente de escoamento superficial para período de retorno de 10 anos.

T PERÍODO DE RETORNO, EM ANOS

Quando a bacia apresenta ocupação muito heterogênea, é recomendável calcular um valor médio de C pela média ponderada dos diversos valores de C para cada ocupação específica:

$$C = \frac{1}{A} \cdot \sum C_i \cdot A_i \quad 6.2$$

onde:

C = coeficiente médio de escoamento superficial;

A = área de drenagem da bacia;

C_i = coeficiente de escoamento superficial correspondente à ocupação “i”;

A_i = área da bacia correspondente à ocupação “i”.

Tabela 3: Valores do coeficiente de escoamento a serem adotados pela Prefeitura do Município de Itaí (Paulo Sampaio Wilken, 1978)

Zonas	C
Edificação muito densa: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 - 0,95
Edificação não muito densa: partes adjacentes ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção.	0,10 - 0,25
Matas, parques e campos de esporte: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	0,05 - 0,20

Paulo Sampaio Wilken, 1978.

NTPD-03

**DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS -
MÉTODO DO "SOIL CONSERVATION SERVICE"**

INDICE

NTPD-03 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS	
MÉTODO DO "SOIL CONSERVATION SERVICE"	235
1. OBJETIVO.....	236
2. ASPECTOS GERAIS	236
3. MÉTODO DO "SOIL CONSERVATION SERVICE".....	236
FIGURAS	
FIGURA 1: HIDROGRAMA DO SCS	237
TABELAS	
TABELA 4: HIDROGRAMA ADIMENSIONAL DO SCS.....	237

**NTPD-03 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS -
MÉTODO DO “SOIL CONSERVATION SERVICE”**

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo a apresentação do método do “Soil Conservation Service” (SCS) para a determinação da vazão de projeto, bem como suas diretrizes e condições de aplicação nos projetos desenvolvidos para a Prefeitura de Itaí.

2. ASPECTOS GERAIS

O Método do “Soil Conservation Service” é recomendado por traduzir, de uma maneira adequada, o funcionamento de uma bacia urbana, por calcular o tempo de concentração pelo processo cinemático para as galerias e canais existentes e projetados. Isso permite ainda que, após a elaboração do projeto hidráulico seja reavaliada a vazão de projeto com o tempo de concentração estabelecido para a velocidade de escoamento calculada para a obra de drenagem.

Tem ocorrido em alguns estudos já feitos que a vazão de projeto atinge valores elevados levando a uma situação em que a obra que está se projetando torna-se incompatível com a capacidade de escoamento das canalizações a jusante ou até dos rios principais do município (Tietê, Pinheiros e Tamanduateí). Nesses casos deve ser efetuada uma verificação desse resultado segundo outro método sintético recomendado.

3. MÉTODO DO “SOIL CONSERVATION SERVICE”

O hidrograma sintético do SCS proposto no National Engineering Handbook (1985) é um hidrograma adimensional resultante da análise de um grande número de bacias nos Estados Unidos. A **Tabela 4** e a **Figura 1** mostram o hidrograma do SCS onde se verifica que o eixo dos tempos é expresso em frações de t_a e o eixo das vazões em frações da vazão máxima Q_p .

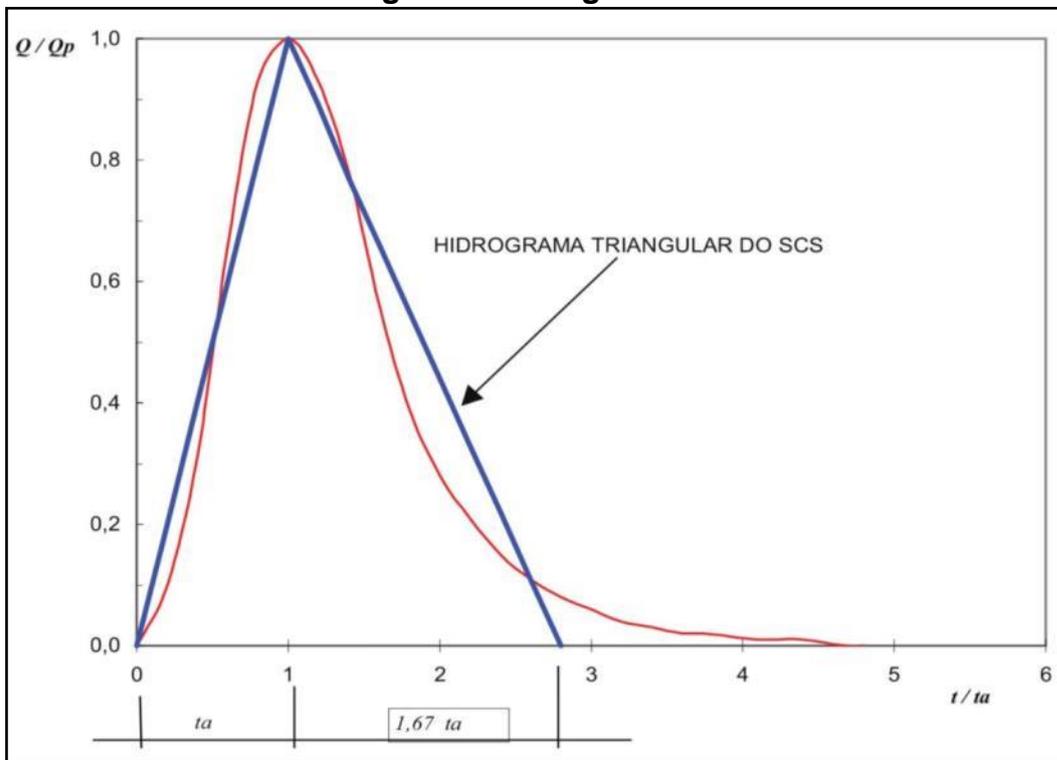
Tabela 4: Hidrograma adimensional do SCS

t(h)	Q(m³/s)								
0,00	0,00	1,00	1,00	2,00	0,28	3,00	0,06	4,00	0,01
0,20	0,10	1,20	0,93	2,20	0,21	3,20	0,04	4,20	0,01
0,40	0,31	1,40	0,78	2,40	0,15	3,40	0,03	4,40	0,01
0,60	0,66	1,60	0,56	2,60	0,11	3,60	0,02	4,60	0,00
0,80	0,93	1,80	0,39	2,80	0,08	3,80	0,02	4,80	0,00

SCS - National Engineering Handbook ,1985.

Os principais parâmetros deste hidrograma são obtidos de um hidrograma triangular em que o parâmetro X é fixado em 5/3, resultando, portanto no valor de $C_p = 0,75$.

Figura 1: Hidrograma do SCS



SCS - National Engineering Handbook ,1985.

As expressões que definem a forma do triângulo são:

$$t_b = 2,67 \cdot t_a \quad \text{ou seja } X = 1,67 \quad \mathbf{3.1}$$

$$Q_p = 2,78 \cdot 0,75 \cdot \frac{A}{t_a} = 2,08 \cdot \frac{A}{t_a} \quad \mathbf{3.2}$$

O hidrograma em questão corresponde a uma duração de chuva unitária:

$$D = \frac{t_a}{5} \quad 3.3$$

Substituindo em 3.4.

$$t_a = t_p + \frac{D}{2} \quad 3.4$$

$$\frac{t_a}{t_p} = \frac{10}{9} \text{ e } \frac{D}{t_c} = \frac{2}{15} \quad 3.5$$

ou seja:

$$D = 0,133 \cdot t_c \quad 3.6$$

Em outras palavras o hidrograma triangular do SCS é um hidrograma unitário de duração $D = 0,133 \cdot t_c$.

Para calcular o tempo de retardamento t_p em horas, o SCS sugere a seguinte expressão para bacias até 8 km²:

$$t_p = \frac{L^{0,8} \cdot (2540 - 22,86 \cdot CN)^{0,7}}{14104 \cdot CN^{0,7} \cdot S^{0,5}} \quad 3.7$$

Onde:

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade média em m/m;

CN = número da curva da bacia.

O SCS propõe que sejam feitos ajustes no valor acima para levar em conta os efeitos da urbanização. Para tanto, recomenda que o valor de t_p seja multiplicado por um fator de ajuste, FA, dado pela expressão:

$$FA = 1 - PRCT \cdot (-6789 + 335 \cdot CN - 0,4298 \cdot CN^2 - 0,02185 \cdot CN^3) \cdot 10^{-6} \quad 3.8$$

Onde:

PRCT - Porcentagem do comprimento do talvegue modificado ou, então, a porcentagem da bacia tornada impermeável.

Caso ocorram ambas as modificações, o fator é calculado duas vezes, uma vez para PRCT = PLM (onde PLM é a porcentagem do comprimento modificado) e outra para PRCT = PI (em que PI é a porcentagem impermeabilizada da bacia).

O fator de ajuste final, FA, é obtido pela multiplicação dos dois valores anteriormente calculados.

Segundo o método do SCS, na fórmula acima deve constar o valor de CN futuro e não o valor de CN da bacia atual.

A fórmula do SCS usualmente fornece valores muito grandes de t_p , o que resulta em vazões máximas muito pequenas para áreas urbanas, mesmo quando corrigidas para introduzir efeitos da urbanização. Para estas áreas recomenda-se o uso do método cinemático ou as fórmulas que serão fornecidas nos itens que se seguem.

Para bacias maiores do que 8 km² o SCS sugere que se calcule o tempo de concentração, t_c , pelo método cinemático e a partir deste, os valores de t_p e t_a pelas **Equações 3.9 e 3.10**:

$$t_p = 0,6 \cdot t_c \quad 3.9$$

$$t_a = \frac{D}{2} + 0,6 \cdot t_c \quad 3.10$$

O hidrograma do SCS utiliza somente um parâmetro, uma vez que o valor de $X = 1,67$ é fixo o que torna constante o fator de atenuação de pico $C_p = 0,75$. Este fato torna o método pouco flexível e restringe sua aplicação a bacias com áreas na faixa de 3 a 250 km², uma vez que bacias maiores tendem a apresentar maior atenuação dos picos e, portanto, valores de C_p menores do que 0,75.

NTPD-04

DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS -
MÉTODO DE "I-PAI-WU"

ÍNDICE

NTPD-04 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS	
MÉTODO DE "I-PAI-WU".....	240
1. OBJETIVO.....	241
2. ASPECTOS GERAIS.....	241
3. MÉTODO DE "I-PAI-WU".....	241
FIGURAS	
Figura 2: HIDROGRAMA ADMITIDO NO MÉTODO DE I-PAI-WU.....	244
Figura 3: COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA (K).....	249
TABELAS	
TABELA 5: GRAU DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO SEU USO.....	245
TABELA 6: COEFICIENTES VOLUMÉTRICOS DE ESCOAMENTO (C2)	246

**NTPD-04 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS -
MÉTODO DE “I-PAI-WU”**

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo a apresentação do método de “I-PAI-WU” para a determinação da vazão de projeto, bem como suas diretrizes e condições de aplicação nos projetos desenvolvidos para o município de Itaí.

2. ASPECTOS GERAIS

Entre as metodologias sintéticas para cálculo de vazões máximas, o Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria de Recursos Hídricos Saneamento e Obras do Governo do Estado de São Paulo recomenda em sua publicação de 1994: “Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo” - o Método de “I-PAI-WU”, conforme transcrito a seguir:

Deve ser destacado que o método não leva em conta o efeito da redução do tempo de concentração devido à canalização dos cursos d’água da bacia. Como no método Ven Te Chow, é recomendável uma verificação pelo método “Soil Conservation Service” para os casos onde esse efeito é significativo.

3. MÉTODO DE “I-PAI-WU”

Este método constitui-se num aprimoramento do Método Racional, podendo ser aplicado para bacias com áreas de drenagem de até 200 km².

A fórmula racional, apesar de não se constituir na metodologia de cálculo mais recomendável em projetos de moderna engenharia, permite, entretanto, um aperfeiçoamento através de uma análise e ajuste dos diversos fatores intervenientes. Os fatores adicionais a serem considerados na fórmula Racional referem-se ao armazenamento na bacia, à distribuição da chuva e à forma da bacia. Sua aplicação torna-se adequada na medida em que se exerce um julgamento criterioso das inúmeras variáveis em jogo no desenvolvimento de uma cheia.

A expressão-base para aplicação do método advém no método racional, qual seja:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A^{0,9} \cdot K \quad \mathbf{3.1}$$

Onde:

Q = vazão de cheia [Q] = m³/s;

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade da chuva crítica; [i] = mm/h;

A = área da bacia de contribuição; [A] = km²;

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

Os principais fatores intervenientes, que deverão ser avaliados em cada bacia, são os seguintes:

- a) Forma, área e declividade da bacia hidrográfica;
- b) Intensidade e distribuição da chuva crítica;
- c) Características da superfície da bacia hidrográfica envolvendo:
 - Provável utilização futura dos terrenos;
 - Grau de impermeabilização do solo;
 - Existência de depressões ou bacias de acumulação que diminuam os picos de cheias;
 - Grau de saturação do solo devido a chuvas antecedentes.
- d) Tempo de escoamento superficial (ts);
- e) Tempo de concentração (tc);
- f) Tempo de pico (tp).

No Método Racional admite-se que a chuva crítica, numa dada bacia hidrográfica, tenha uma duração igual ao tempo de concentração. Entretanto, em bacias de forma alongada, no sentido do talvegue, o tempo de concentração poderá ser superior ao tempo de pico. Isto corresponde a dizer que a chuva que cai na parte mais remota da bacia chegará tarde demais à seção estudada para contribuir para a vazão máxima. Assim, o efeito da forma da bacia pode ser considerado através do coeficiente de forma (C1).

$$C1 = t_p/t_c$$

3.2

Onde:

t_c = tempo de concentração;

t_p = tempo de pico.

O coeficiente de forma também é dado pela expressão:

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)} \quad 3.3$$

Onde:

(F), é o fator de forma da bacia, que relaciona a forma da bacia com um círculo de mesma área, ou seja, ele mede a taxa de alongamento da bacia. Assim se uma bacia fosse exatamente circular $F = 1$.

Levando-se em conta apenas o formato das bacias, $C1$ deverá ser menor que 1 para bacias alongadas. No Método Racional admite-se $C1 = 1$.

Adotando-se a nomenclatura utilizada nos estudos de I-PAI-WU, 1963, demonstra-se que o coeficiente de escoamento da fórmula racional pode ser calculado por:

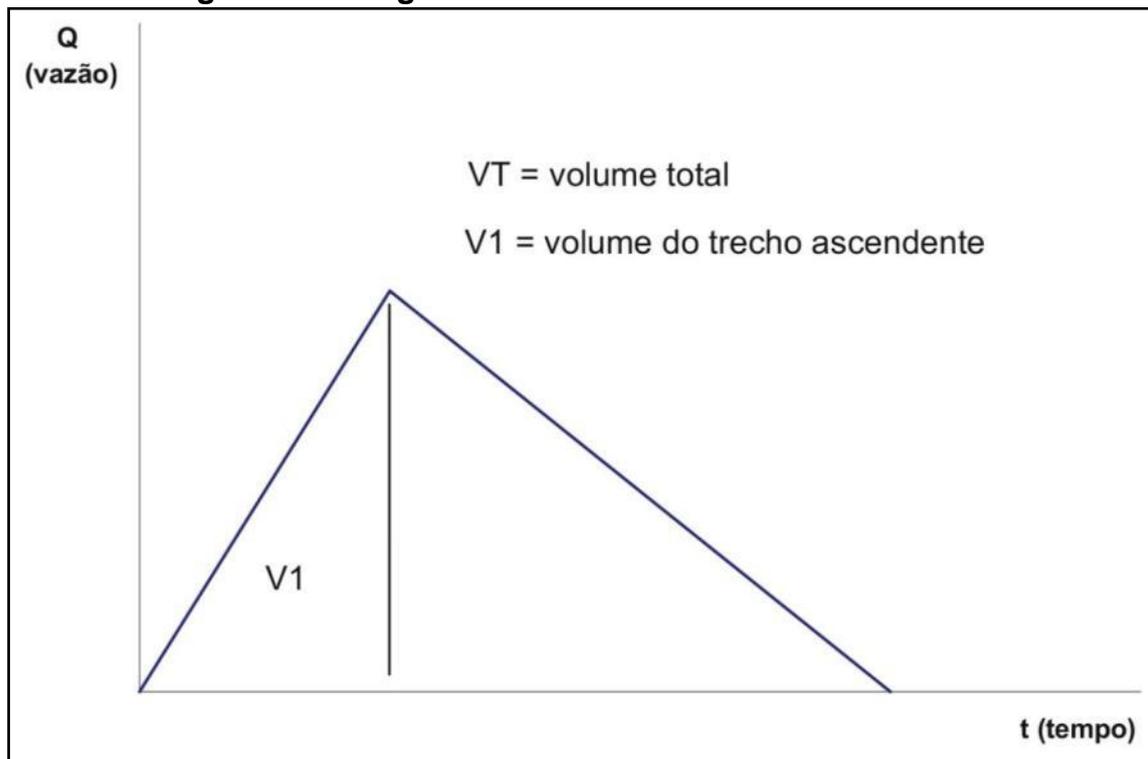
$$C1 = f \frac{C2}{C1} \quad 3.4$$

Onde:

$$f = \frac{2V1}{V} \quad 3.5$$

O parâmetro (f) é a relação entre o volume de escoamento da parte ascendente do hidrograma ($V1$), admitindo este com forma triangular, e o volume total do escoamento superficial (VT), **Figura 2**.

Figura 2: Hidrograma admitido no método de I-PAI-WU



DAEE, 1994.

O coeficiente C2, que é o coeficiente volumétrico de escoamento, é definido pela seguinte **Equação 3.6**:

$$C2 = \frac{VT}{le \cdot A} \quad 3.6$$

Onde:

le = representa a quantidade de chuva efetiva que passa pela seção estudada, ou seja, são descontadas as perdas durante a ocorrência da chuva de projeto.

Essas perdas na chuva de projeto são devidas à infiltração no solo, à interceptação pela cobertura vegetal e ao efeito do armazenamento de água superficial em pontos específicos na bacia.

Portanto, na aplicação deste método, inicialmente determina-se a chuva crítica, conhecida também como a de projeto. A partir desta e descontando-se as perdas mencionadas, obtém-se a chuva efetiva.

A parcela da chuva crítica que se infiltra no solo depende do grau de impermeabilização do mesmo. O grau de impermeabilização do solo é classificado a partir do conhecimento do uso do solo, do grau de urbanização, da cobertura vegetal e do tipo de solo, conforme é indicado na **Tabela 5**.

Tabela 5: Grau de impermeabilização do solo em função do seu uso

Grau de Impermeabilização do Solo	Cobertura ou Tipo de Solo	Uso do Solo ou Grau de Urbanização
Baixo	- com vegetação rala e/ou esparsa - solo arenoso seco - terrenos cultivados	- zonas verdes não urbanizadas
Médio	- terrenos com manto fino de material poroso - solos com pouca vegetação - gramados amplos - declividades médias	- zona residencial com lotes amplos (maior que 1.000 m ²) - zona residencial rarefeita
Alto	- terrenos pavimentados - solos argilosos - terrenos rochosos estéreis ondulados - vegetação quase inexistente	- zona residencial com lotes pequenos (100 a 1.000 m ²)

DAEE, 1994.

O coeficiente C2 deverá ser obtido pela ponderação dos coeficientes das áreas parciais ou sub-bacias, coeficientes estes que são classificados pelo grau de impermeabilização e que estão especificados na **Tabela 6**.

Tabela 6 Coeficientes volumétricos de escoamento (C2).

Grau de Impermeabilização da Superfície	Coeficiente Volumétrico de Escoamento
Baixo	0,30
Médio	0,50
Alto	0,80

DAEE, 1994.

A desigualdade de distribuição das chuvas na bacia será levada em conta mediante a aplicação de um coeficiente redutor (K) de distribuição de chuvas, obtido da **Figura 3**. A determinação da intensidade de precipitação se faz de modo análogo ao utilizado no Método Racional.

O efeito do armazenamento de água na bacia que ocorre em pontos localizados nos leitos de cursos de água ou mesmo em galerias e obras afins, é levado em

consideração através de um expoente redutor (n) aplicado sobre o parâmetro área de drenagem da bacia. Adota-se usualmente $n = 0,9$.

Sempre que a área da bacia em estudo apresentar diferentes usos do solo, costuma-se considerar um valor médio do coeficiente de escoamento, calculado através da **Equação 3.7**:

$$C2 = \frac{(\sum C2_i \cdot A_i)}{A} \quad 3.7$$

Onde:

A_i = área, corresponderá a $C2_i$, lembrando que $A = \sum A_i$.

Com esses parâmetros obtém-se o hidrograma relativo à chuva de projeto. Este hidrograma foi admitido como triangular, determinando-se então o volume total de escoamento superficial e a vazão de cheia.

Finalmente, a vazão de cheia determinada, deve ser adicionada a vazão de base, esta última admitida como sendo da ordem de 10% daquela. Assim, obtém-se a vazão máxima de projeto.

Roteiro de Cálculo

- Determinar o divisor de águas da bacia que contribui para a seção em estudo;
- Calcular a área de drenagem correspondente (A), usualmente através de planimetria;
- Determinar a declividade equivalente através do processo gráfico, ou através da expressão:

$$S = \left[\frac{\sum L}{\frac{L1}{\sqrt{J1}} + \frac{L2}{\sqrt{J2}} + \dots + \frac{LN}{\sqrt{JN}}} \right]^2 \quad 3.8$$

Onde:

[L] = km;

[J] = m/m;

[S] = m/m, para transformar em m/km, deve-se multiplicar por 1.000.

Obs.: Uma prática comum é adotar os L_i como sendo a distância entre curvas de nível consecutivas, medidas em planta.

d) Determinar o fator de forma (F) da bacia hidrográfica através da fórmula:

$$F = \frac{L}{2(A/\pi)^{1/2}} \quad 3.9$$

Onde:

L = comprimento do talvegue do rio, [L] = km;

A = área da bacia de contribuição, [A] = km².

e) Calcular o tempo de concentração através da fórmula:

$$tc = 57 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385} \quad 3.10$$

Onde:

tc = tempo de concentração, [tc] = min;

L = comprimento do talvegue do rio, [L] = km;

S = declividade equivalente, [S] = m/km.

d) Calcular as porcentagens (P) de áreas com coeficientes C2 indicados, e calcular o valor ponderado de C2, através da expressão:

$$C2 = \frac{C2_1 \cdot A_1 + \dots + C2_N \cdot A_N}{\sum A_i} \quad 3.11$$

e) Determinar a intensidade da chuva crítica, através das equações de chuva, que podem ser encontradas nas diretrizes para Estudos Hidrológicos, constantes no **NTPD-02** deste Manual.

f) Determinar o coeficiente de distribuição espacial da chuva (K), que é função da área de drenagem (em km²) e do tempo de concentração (em horas) através do gráfico apresentado na **Figura 3**.

g) Determinar o coeficiente (C1), através do coeficiente de forma da bacia (F);

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)} \quad 3.12$$

h) Calcular o coeficiente (C), através da expressão:

$$C = \frac{2}{(1 + F)} \cdot \frac{C2}{C1} \quad 3.13$$

i) Calcular o volume total do hidrograma (V), através da expressão:

$$V = (0,278 \cdot C2 \cdot i \cdot tc \cdot 3600 \cdot A^{0,9} \cdot K) \cdot 1,5 \quad 3.14$$

Onde:

V = volume total do hidrograma [V] = m³;

i = intensidade da chuva, [i] = mm/h;

tc = tempo de concentração, [tc] = horas;

A = área da bacia de contribuição, [A] = km²;

C2 = coeficiente volumétrico de escoamento;

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

j) Calcular a vazão de cheia (Q), através da expressão:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A^{0,9} \cdot K \quad 3.15$$

Onde:

Q = vazão de cheia, [Q] = m³/s;

i = intensidade da chuva [i] = mm/h;

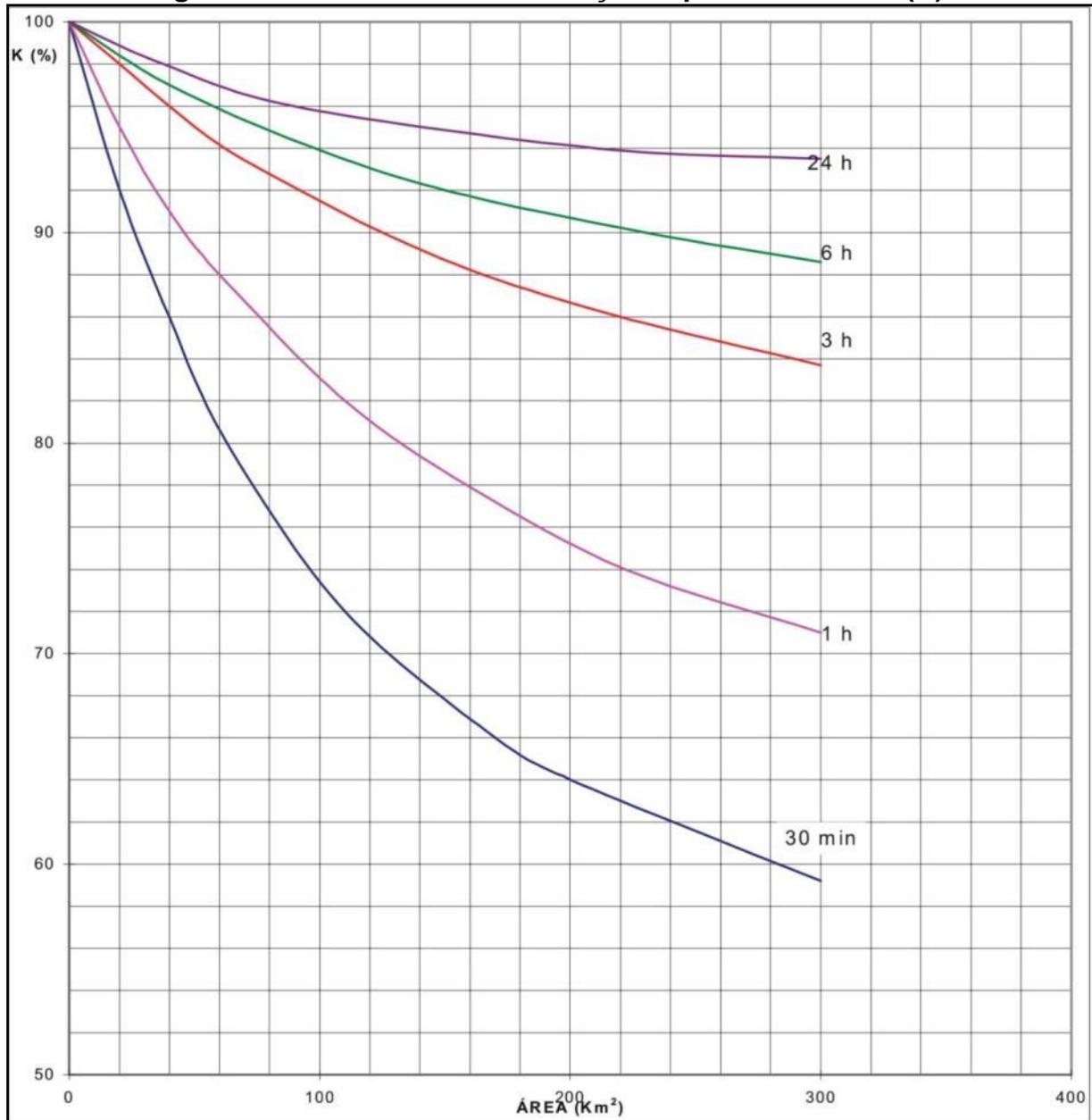
A = área da bacia de contribuição, [A] = km².

k) Determinar a vazão máxima de projeto (Q_p), acrescentando uma vazão de base (Q_b), da ordem de 10% da vazão de cheia.

$$Q_b = 0,10 \cdot Q \quad 3.16$$

$$Q_p = Q_b + \quad 3.17$$

Figura 3: Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K).



DAEE, 1994.

NTPD-05

DIRETRIZES DE PROJETO PARA OBRAS DE DETENÇÃO/RETENÇÃO

ÍNDICE

NTPD-05 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA OBRAS DE DETENÇÃO/RETENÇÃO.....	250
1. OBJETIVO.....	251
2. DEFINIÇÃO GERAL.....	251
3. PROCEDIMENTOS DE PLANEJAMENTO E PROJETO.....	252
4. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS RELATIVOS À BACIA DE DRENAGEM.....	253
5. IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS LOCAIS PARA ARMAZENAMENTO.....	256
6. ESTABELECIMENTO DA DESCARGA DE PROJETO.....	257
7. CONFIGURAÇÃO PRELIMINAR DA HIDROLOGIA DE PROJETO.....	260
8. ABORDAGENS DAS CONDICIONANTES LATERAIS E VERTICAIS.....	264
9. FINALIZAÇÃO DO PROJETO.....	265
10. OBRAS MÚLTIPLAS DE D/R.....	270
11. ASPECTOS NEGATIVOS E USOS INADEQUADOS DE OBRAS DE D/R.....	272

FIGURAS

FIGURA 4: CRITÉRIO DE PROBABILIDADE SIMPLES PARA OBRAS DE DETENÇÃO/RETENÇÃO E SEUS POSSÍVEIS EFEITOS.....	259
FIGURA 5: MODELOS HIDROLÓGICOS DE AFLUÊNCIAS E EFLUÊNCIAS PARA OBRAS DE DETENÇÃO/RETENÇÃO.....	261
FIGURA 6: EXEMPLO DE ESQUEMA DE OBRA DE DETENÇÃO/RETENÇÃO LATERAL.....	263
FIGURA 7: HIDROGRAMAS AFLUENTES E EFLUENTES DE ESQUEMAS EM LINHA E LATERAL, PARA OBRAS DE DETENÇÃO/RETENÇÃO.....	267
FIGURA 8: PROCEDIMENTO PARA OBTENÇÃO DOS VOLUMES DE ARMAZENAMENTO EM FUNÇÃO DAS DESCARGAS MÁXIMAS PARA JUSANTE.....	268
FIGURA 9: RELAÇÃO DESCARGA X ARMAZENAMENTO DE OBRAS D/R.....	269
FIGURA 10: INTERAÇÃO ADVERSA DE HIDROGRAMAS DE CHEIAS COMO CONSEQUÊNCIA DE UMA OBRA DE DETENÇÃO/RETENÇÃO.....	271

TABELAS

TABELA 5: RESULTADOS DOS CÁLCULOS DOS VOLUMES DE ARMAZENAMENTO.....	264
---	-----

NTPD-05 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA OBRAS DE DETENÇÃO/RETENÇÃO

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo apresentar os estudos de dimensionamento de obras de retenção/detenção com transcrição de parte da publicação “Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo” do FCTH, oferecendo uma apresentação geral dos conceitos e procedimentos fundamentais para planejamento e projeto de obras de retenção/detenção (D/R), aplicáveis para ao município de Itaí.

2. DEFINIÇÃO GERAL

É importante destacar os conceitos relativos às obras de retenção e armazenamento do escoamento superficial, obras estas que fazem parte do contexto da Macro-Drenagem e que vem assumindo uma importância crescente dentro das conceituações modernas no trato da Drenagem Urbana. Existem duas abordagens distintas de controle da quantidade e qualidade do escoamento superficial, uma voltada para o esgotamento rápido das águas provenientes do escoamento superficial e outra para o seu armazenamento. Estas duas formas de abordagem não são mutuamente excludentes.

Neste item, será feita uma apresentação geral dos conceitos e procedimentos fundamentais para planejamento e projeto de obras de retenção/detenção (D/R). Convém enfatizar que não é possível, nem desejável, estabelecer uma metodologia detalhada neste sentido, face à grande variabilidade de possibilidades de soluções. Entretanto, é possível, com base na experiência, identificar os aspectos essenciais relativos ao planejamento e projeto de obras de D/R, e mostrar caminhos possíveis na busca de soluções.

As expressões "obras de retenção" e "obras de armazenamento" têm os mais variados significados e interpretações, tanto na literatura técnica como também nos termos de uso corrente. No âmbito do presente trabalho, serão adotadas as seguintes definições para obras dessa natureza:

- a) Obras de retenção - São obras que permitem o armazenamento de água de escoamento superficial, normalmente secas, projetadas para "deter" temporariamente as águas, durante e imediatamente após um evento. Constituem exemplos de dispositivos de retenção: valas naturais em levantamento

transversal atuando como estrutura de controle, depressões naturais ou escavadas, caixas ou reservatórios subsuperficiais, armazenamento em telhado e bacias de infiltração.

- b) Obras de retenção - São obras que permitem o armazenamento de águas de escoamento superficial com o objetivo de dar uma destinação destas águas retidas para fins recreativos, estéticos, abastecimento, ou outros propósitos. A água de escoamento superficial é temporariamente armazenada acima do nível normal de retenção, durante e imediatamente após um evento de precipitação. Constituem exemplos de dispositivos de retenção, reservatórios e pequenos lagos em áreas públicas, comerciais ou residenciais.
- c) Bacias de sedimentação (BS) - São dispositivos que permitem o armazenamento de águas de escoamento superficial com o objetivo de reter material sólido em suspensão, bem como detritos flutuantes carreados através do sistema de drenagem. Estes, por sua vez, podem ser parte integrante de um sistema mais amplo, tendo-se em vista múltiplos propósitos.

3. PROCEDIMENTOS DE PLANEJAMENTO E PROJETO

O planejamento e projeto de obras de D/R é muito mais do que um simples exercício de hidrologia e de hidráulica. Existem muitos aspectos técnicos que devem ser cuidadosamente considerados além da hidrologia e da hidráulica. Destacam-se:

- a) A determinação da inclinação máxima de talude para escavação de reservatórios de armazenamento em locais potencialmente favoráveis para isso, assim como de pequenos levantamentos em valas naturais que ofereçam condições propícias para armazenamento;
- b) A estimativa da carga anual de transporte de material sólido da bacia tributária, verificando se será necessário prever bacia(s) de sedimentação ou outros meios de controle de sedimentos;
- c) A seleção das variedades de grama para proteção de taludes que resistam a inundações ocasionais que possam durar várias horas ou mesmo vários dias.

Devem também ser consideradas as condicionantes e as necessidades de natureza não técnica, dentre as quais ressaltam-se:

- a) A análise das necessidades da comunidade local, inclusive as relativas à recreação de modo a inserir as possíveis obras de D/R num contexto de uso múltiplo;
- b) A análise dos riscos que possam comprometer as condições de segurança e prever os meios de mitigá-los;

A procura dos caminhos adequados, tendo em vista o financiamento de desapropriações, construção e manutenção das obras.

Para uma abordagem completa e adequada de todos os aspectos fundamentais no planejamento e projeto de um sistema de obras de D/R, recomenda-se seguir os passos discriminados abaixo:

- a) Coleta e análise de dados relativos à bacia de drenagem;
- b) Identificação dos possíveis locais para armazenamento;
- c) Seleção da descarga de projeto;
- d) Configuração preliminar da concepção hidrológica do projeto;
- e) Análise e consolidação de todas as restrições e condicionantes laterais e verticais;
- f) Desenho do projeto hidrológico-hidráulico.

Os passos acima não se aplicam a todas as situações, podendo surgir circunstâncias especiais. Os tópicos a seguir abordam cada um dos passos acima indicados em seus aspectos essenciais.

4. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS RELATIVOS À BACIA DE DRENAGEM

Se uma ou mais obras de D/R estiverem sendo consideradas como uma alternativa para solucionar problemas de drenagem numa área urbana, determinados dados referentes à bacia de drenagem deverão ser levantados. Grande parte do esforço a ser dispendido para coleta e análise de dados nesse sentido é praticamente idêntico ao que será necessário no caso de planejamento e projeto de obras voltadas para o enfoque de afastamento rápido das águas.

Tendo-se por base a cartografia disponível, deverá inicialmente ser delimitada toda a área abrangida pela bacia em estudo, como também as respectivas sub-bacias relativas aos locais cogitados para possíveis obras de D/R.

O impacto da urbanização, assim como, de outras alterações no uso do solo, têm grande influência no incremento das vazões máximas de escoamento superficial, como também na determinação da qualidade das águas. Obras de D/R que venham a ser projetadas devem ser concebidas visando disciplinar as águas de escoamento superficial para a condição mais crítica de uso do solo, o que, para os propósitos de quantificação, corresponde à condição de futura ocupação. A condição mais crítica para alguns propósitos relativos à qualidade, como para o caso dos sólidos em suspensão, não corresponde nem à condição atual, nem futura de ocupação, mas fundamentalmente à fase de desenvolvimento.

Muito embora as obras de D/R sejam usualmente planejadas e projetadas para uma condição crítica futura de uso do solo e de cobertura vegetal, as condições atuais devem ser devidamente avaliadas. A caracterização das condições atuais e futuras, envolvendo cálculos hidrológicos, estimativa de sólidos em suspensão e outras cargas, ajudará os tomadores de decisão a melhor compreender o impacto da urbanização e reforçará a necessidade de recomendação de obras de D/R e outras medidas voltadas para o gerenciamento do escoamento superficial.

As condições atuais de uso e ocupação do solo devem ser analisadas com base nas informações disponíveis, assim como em reconhecimento de campo. As condições de uso futuro devem ser prognosticadas tendo por base planos existentes e projeto de zoneamento oficiais. É muito importante, contudo, considerar que em muitos casos é melhor que se façam prognósticos realistas e de bom senso, do que despender grandes esforços e recursos para levantamentos muito acurados.

Os parâmetros a serem determinados devem compreender as condições de uso do solo atuais e futuras, para cada uma das sub-bacias envolvidas, podendo ser mencionados:

- a) Tipos predominantes de solo, como areia, argila, silte, assim como combinações possíveis, grau de suscetibilidade à erosão e outras características relevantes;
- b) Grupo hidrológico dos solos A, B, C e D, conforme definido pelo “Soil Conservation Service (SCS)”, tendo por base as informações disponíveis em cada sub-bacia;
- c) Declividade nominal;
- d) Porcentagem de impermeabilização;
- e) Coeficientes de escoamento superficial tendo em vista a aplicação do método racional;

- f) Número de curva (CN) tendo em vista a utilização da metodologia hidrológica do SCS, com base nas características dos solos e respectivos usos;
- g) Tempos de concentração e tempos totais de escoamento necessários para uso do Método Racional, (**NTPD-02**) hidrograma unitário, como também para a utilização de modelos hidrológicos.

Dois tipos de informação sobre precipitação são necessários para o planejamento e projeto de obras de D/R. O primeiro refere-se às curvas ou equações que relacionam intensidade, duração e frequência de chuvas intensas, e o segundo refere-se aos pluviogramas ou outro tipo de informação de observação direta disponível no histórico de chuvas da região. Sempre que possível, é conveniente selecionar as principais tormentas observadas, em especial as mais recentes que tenham causado problemas de inundação nas áreas objeto de estudo.

A posição do lençol freático tem importância fundamental na construção e ocupação de obras de D/R. No caso de uma obra de retenção com fins recreativos ou estéticos, por exemplo, será necessário que o nível do lençol freático esteja situado acima do fundo do reservatório a ser criado, a fim de que seja possível garantir um nível permanente de retenção e que seja independente das condições de afluência do escoamento superficial. Por outro lado, a construção de uma obra de detenção poderia ser bastante dificultada, assim como sua operação poderia estar comprometida se o nível do lençol freático local estivesse situado acima do fundo seco desejável para o reservatório.

Como passo anterior à pesquisa de locais propícios para obras de D/R, é necessário efetuar uma seleção de áreas livres, ou com ocupação não significativa, sejam elas pertencentes ao poder público ou mesmo particulares, que possam, em princípio, ser atrativas para a implantação de obras de D/R.

A seleção envolve uma série de investigações que devem ser efetuadas de forma muito cautelosa, visando identificar propriedades e respectivos proprietários, assim como possíveis intenções de uso das terras. Tais possibilidades, aliadas a uma tributação sobre uso recreativo e outras necessidades da comunidade local, podem constituir um importante trabalho de base para o sucesso das negociações envolvidas, bem como para o empreendimento visando outros objetivos, além do controle de cheias.

5. IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS LOCAIS PARA ARMAZENAMENTO

Neste passo é efetuada uma escolha prévia dos locais potencialmente favoráveis à obra de D/R antes de efetuar uma análise mais detalhada de cada um deles. A seguir, são mencionados os fatores que devem ser considerados nessa abordagem, aproximadamente na ordem em que devem ser tratados.

Uma primeira consideração relativa à obra de D/R é que ela esteja localizada a montante, e tão próximo quanto possível da área que requer proteção. Quanto mais próximo o local de armazenamento esteja da área sujeita à inundação, maior será a porção da área de drenagem controlada pela obra cogitada.

Um local potencialmente utilizável deve revelar, mesmo numa avaliação aproximada, um porte adequado em termos de área, bem como de volume que possa conter armazenamento temporário. Uma vez conhecidas as características da área tributária ao local em consideração, é possível efetuar uma estimativa aproximada do volume de escoamento superficial que deve ser desviado ou retido no local de armazenamento. Uma primeira estimativa pode ser feita considerando uma chuva de 100 anos de período de retorno e 24 horas de duração, um coeficiente de escoamento superficial ou um número de curva (CN) representativo da área de drenagem, convertendo-se em seguida esta precipitação em volume de escoamento superficial.

É sempre preferível que uma obra de D/R possa operar exclusivamente por gravidade, tanto em termos de captação das águas a serem armazenadas, como de restituição das mesmas para o sistema local de drenagem. Constitui condição necessária para que tal possibilidade exista que se trate de local de armazenamento situado em área com declive relativamente acentuado.

Em certos casos, a área favorável para implantação de uma obra de D/R pode estar situada no próprio vale do curso local a ser controlado, podendo haver ou não a necessidade de escavação adicional para obter o volume de armazenamento necessário. Em tais casos, as condições de entrada serão simplificadas, restringindo-se as estruturas de controle apenas ao ponto de descarga.

Há situações em que as áreas favoráveis podem estar situadas fora do vale do curso local, havendo a necessidade de obras de transposição, devendo-se prever então obras de captação e desvio para o local de armazenamento. Poderá haver ou não a necessidade de escavações adicionais para a obtenção do volume necessário de armazenamento.

Para o estudo das possibilidades em questão é imprescindível um conhecimento detalhado dos sistemas de drenagem locais existentes, em termos de suas características hidráulicas, hidrológicas e limitações principais.

Outros fatores relevantes poderão eventualmente ser considerados, pelo menos ainda no âmbito de uma análise preliminar, dependendo das circunstâncias. Alguns locais potencialmente favoráveis para obras de D/R podem ser aproveitados em condições quase que imediatas. Como exemplo hipotético pode-se citar uma área baixa situada a montante de uma rodovia que passa sobre um bueiro que, mediante a inclusão de um dispositivo de restrição de capacidade em sua entrada, pode atuar como obra de controle e permitir que a citada área atue como reservatório de detenção.

6. ESTABELECIMENTO DA DESCARGA DE PROJETO

A condição de projeto de uma obra de D/R em termos de descarga (função da probabilidade de ocorrência) deve ser estabelecida considerando-se a condição mais severa de ocorrência de cheias em termos de probabilidade e os efeitos em cheias de menor magnitude.

Na determinação da cheia mais severa que deve ser considerada para projeto, é perfeitamente justo ter como meta que os graus de proteção das diferentes partes da comunidade sejam aproximadamente similares.

Neste sentido, é oportuno lembrar que, num projeto de canalização, o grau de proteção resultante para a comunidade residente em sua área de influência pode não ser equitativo em todas as suas partes, podendo ocorrer situações, como por exemplo, a existência de tributários do trecho de canalização em questão que causem problemas localizados de inundação.

Em tais circunstâncias, para haver um mesmo grau de proteção, inclusive para área que ainda se resente de problemas de inundação, é necessário que em tais tributários sejam também efetuadas obras de mitigação de inundações e que, dependendo das condições locais, poderá ser uma obra de D/R.

A esta altura convém frisar que as obras de D/R, dependendo da forma como sejam projetadas, podem, em determinadas circunstâncias, não só tornarem-se inócuas, como também agravar o problema das inundações em termos de frequência de ocorrência. A literatura mais recente disponível sobre o assunto aborda a questão enfatizando os aspectos fundamentais a serem considerados, e propõe que os eventos

mais severos a serem considerados para projeto, tenham probabilidade de ocorrência não superior a 1%, ou seja, período de retorno de 100 anos.

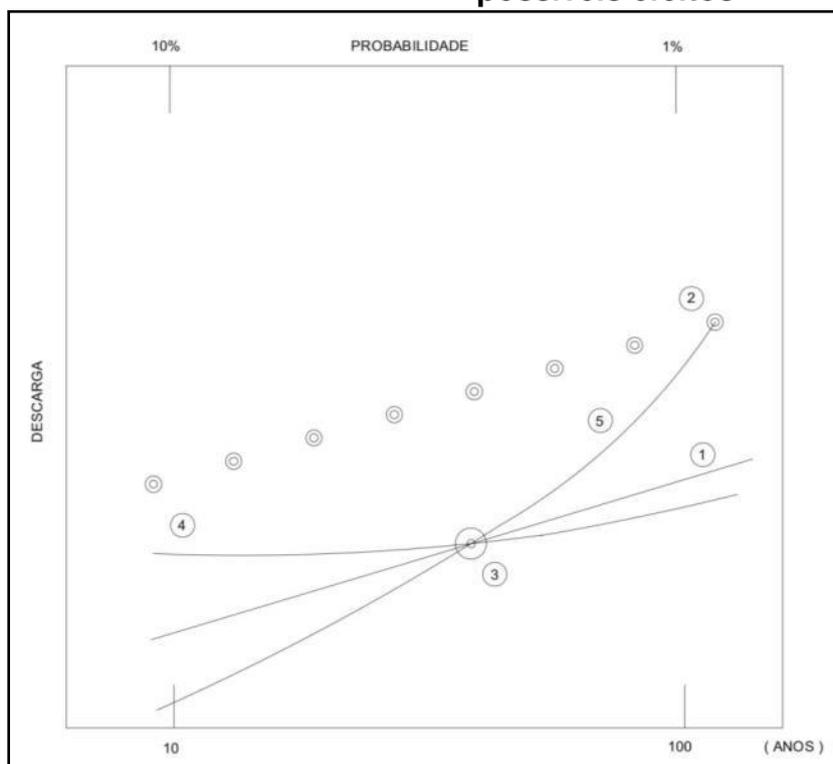
Ao selecionar-se o evento mais severo a ser considerado no projeto de uma obra de D/R, é muito importante analisar também o efeito que essa obra exercerá sobre as descargas de pequena magnitude.

As consequências indesejáveis da ação do critério de projeto da probabilidade simples, ou seja, um período de retorno específico para obras de D/R, são demonstradas na **Figura 4**. Com este critério, numa tentativa de evitar um incremento nas vazões de pico de cheias resultantes da urbanização (caso 2 na **Figura 4**), uma obra de D/R pode ser projetada de tal modo que as vazões de pico para um período de retorno específico, após o processo de desenvolvimento, não sejam superiores à condição atual (caso 1). Entretanto, para outros períodos de retorno que não o específico, conforme referido, os picos de cheias após o desenvolvimento (casos 4 e 5) poderão ser tanto maiores como menores que os correspondentes à condição atual (caso 1).

Se as vazões de pico irão aumentar ou diminuir, para outros períodos de retorno que não aquele específico adotado para o projeto, depende exclusivamente das características dos dispositivos de controle das vazões efluentes utilizadas para obter o "não incremento" desejado. Normalmente, o desempenho dos dispositivos de controle das vazões efluentes não é verificado para outras condições hidrológicas que não aquela adotada como a de projeto.

Uma obra de vulto é projetada, construída e operada para controlar explicitamente um evento raro, correspondente a uma condição hidrológica tipicamente severa. Qualquer efeito de controle que venha a ser exercido sobre outros eventos, que não o de projeto, usualmente ocorre por mero acaso e não como resultado de uma intenção de projeto. É necessário reverter esta situação verificando e adequando-se o funcionamento da obra para eventos mais frequentes.

Figura 4: Critério de probabilidade simples para obras de retenção/retenção e seus possíveis efeitos



FCTH – USP, 1995.

Legenda:

Período de Retorno:

1 - Uso Atual do Solo;

2 - Uso Futuro do Solo Sem (D/R);

3 - Critério de Probabilidade Simples;

4 - Possível Uso Futuro do Solo Sem (D/R);

5 - Possível Futuro do Solo;

É possível, entretanto, considerar um critério de projeto diferente em sua essência, eventualmente com algum custo adicional na construção e operação, que possibilite controlar uma ampla gama de eventos de cheias. A diferença fundamental em termos de critério de projeto é a probabilidade contínua, conforme mostrado na **Figura 4**. A idéia consiste em impor que, para todos os eventos de cheias, incluindo-se os mais severos, os picos a jusante do local cogitado para uma obra de D/R não superem para a condição de desenvolvimento futuro os picos que ocorreram nas condições atuais, sem a obra de D/R.

As descargas máximas liberáveis para jusante por uma obra de D/R serão estabelecidas como consequência da seleção ou especificação da condição (descarga x probabilidade). Se, por exemplo, for adotado o critério de probabilidade simples, a máxima descarga liberável será aquela correspondente à máxima para a condição atual de uso do solo para a probabilidade especificada, que se refere ao "único ponto" indicado na **Figura 4**. Se, por outro lado, for adotado o critério de probabilidade contínua, haverá uma série de descargas máximas liberáveis, cada uma correspondente a um período de retorno. Essas descargas correspondem ao caso 3 mostrado na **Figura 4**, ou seja, a relação descarga-probabilidade é coincidente com a relação referente ao caso 1.

Independentemente das descargas máximas liberáveis para jusante que possam resultar de quaisquer dos critérios de projeto indicados, a descarga ou descargas máximas liberáveis podem também ser avaliadas no contexto da capacidade de veiculação a jusante, seja em leitos naturais, canais ou mesmo galerias. Em geral, a condição mais restritiva pode ser considerada como adequada para a determinação da máxima descarga possível de liberação.

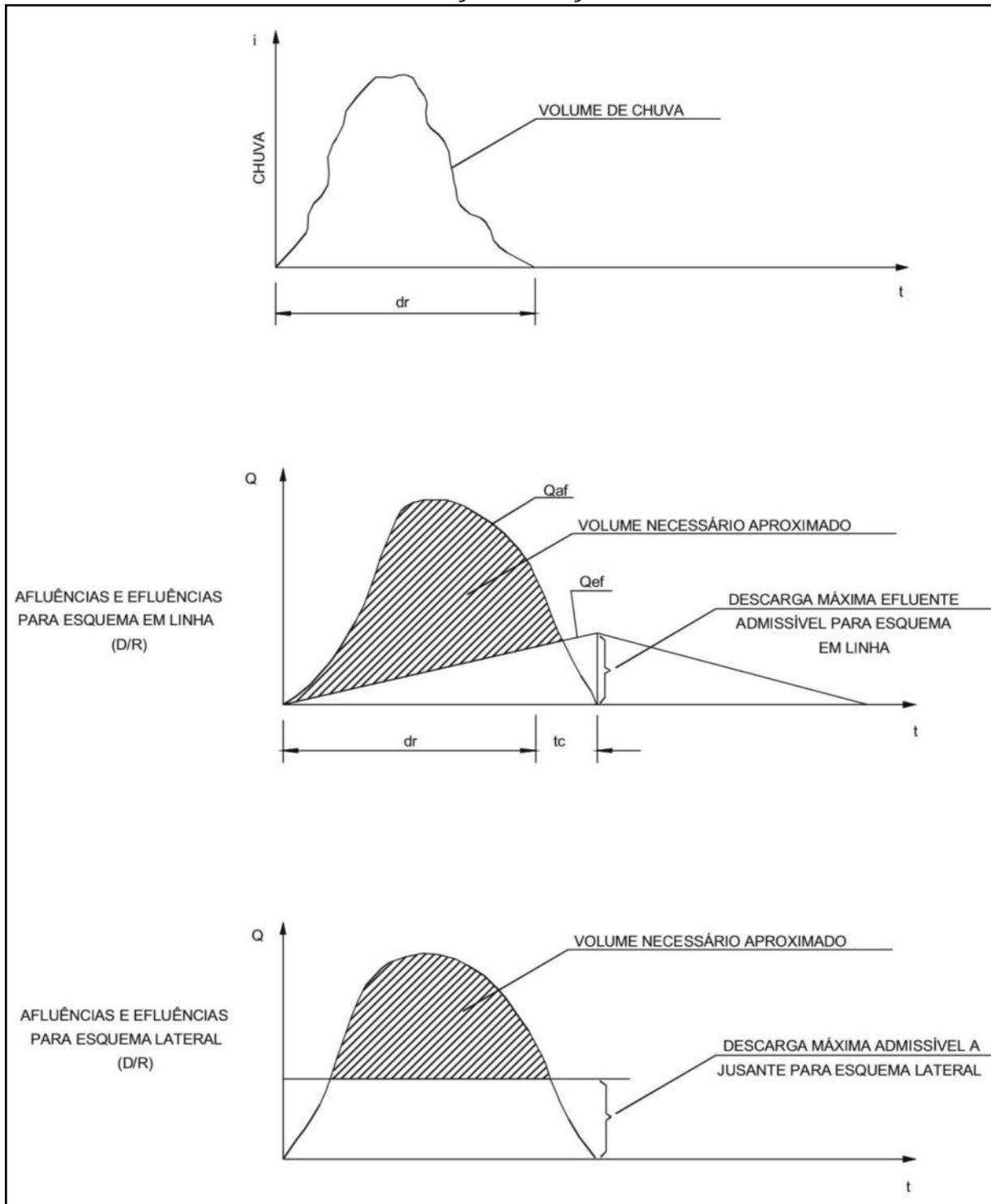
Em determinadas circunstâncias, independentemente da maneira que seja determinada a máxima descarga liberável para jusante de uma obra de D/R, esta pode ser muito menor do que a descarga correspondente ao período de retorno de 100 anos para a condição de não existência de qualquer obra de controle no mesmo local. Em tais condições, para simplificação de análise, pode-se pensar em admitir efluência para jusante igual a zero. Esse tipo de procedimento em geral não é aconselhável, uma vez que a descarga muito pequena para jusante pode ser consequência de um tempo muito longo de decaimento do volume da obra de D/R. Isto representará um valor apreciável, o qual, caso tenha sido analisado incorretamente, poderá resultar em significativo superdimensionamento da obra, no caso de esquema em linha.

7. CONFIGURAÇÃO PRELIMINAR DA HIDROLOGIA DE PROJETO

O objetivo desta etapa é efetuar uma estimativa preliminar do volume de armazenamento necessário num local potencial para uma obra de D/R e verificar se o volume disponível é suficiente ou pode ser obtido mediante intervenção local. Esta etapa é ainda preliminar, e portanto não requer análises hidrológicas ou hidráulicas de grande profundidade que envolvam gastos de tempo, devendo apenas propiciar elementos com suficiente nível de detalhe para escolha das melhores possibilidades.

Na **Figura 5**, é mostrada a concepção hidrológica de maneira esquemática para a solução em linha e lateral para as obras de D/R.

Figura 5: Modelos hidrológicos de aflúências e efluências para obras de retenção/retenção



FCTH – USP, 1995.

As variáveis mostradas na referida ilustração são as seguintes:

- d_r = duração da chuva de projeto;
- t_c = tempo de concentração da bacia;
- Q_{af} = hidrograma afluente a uma obra D/R em linha ou lateral;
- Q_{ef} = hidrograma efluente de uma obra D/R em linha.

A idéia é primeiramente converter o volume de chuva de projeto em volume de escoamento superficial. Então, o volume de armazenamento necessário é calculado pela diferença entre o volume de escoamento superficial e o volume descarregado para jusante, no caso de esquema em linha, ou o volume desviado, no caso de esquema lateral.

As hipóteses simplificadoras compreendem admitir que a base do hidrograma afluente seja igual à soma de d_r e t_c , que o hidrograma efluente no caso de esquema em linha tenha forma triangular, e que no caso de esquema lateral a descarga derivada seja constante. As formas, tanto do hidrograma correspondente à chuva de projeto, como do hidrograma efluente, são necessárias.

Como exemplo de aplicação de projeto preliminar, considere-se a situação para uma obra de D/R lateral conforme esquematizado na **Figura 6**.

A condição descarga-probabilidade aplicável à presente situação é a de controlar todos os eventos de cheia com probabilidade de ocorrência até 1%, ou seja, 100 anos de período de retorno, sem que a capacidade da galeria a jusante seja ultrapassada.

O cálculo dos volumes de armazenamento necessários relativos a cada um dos eventos acima indicados pode ser efetuado da seguinte maneira:

Para a chuva de 100 anos, $d_r = 3h$, $P = 110,5$ mm:

- 1) escoamento superficial (D) para CN = 86:

$$D = \frac{\left(\frac{P - 5080}{CN + 50,8} \right)}{\left(\frac{P + 2030}{CN - 203,2} \right)}$$

$$D = 72,8 \text{ mm}$$

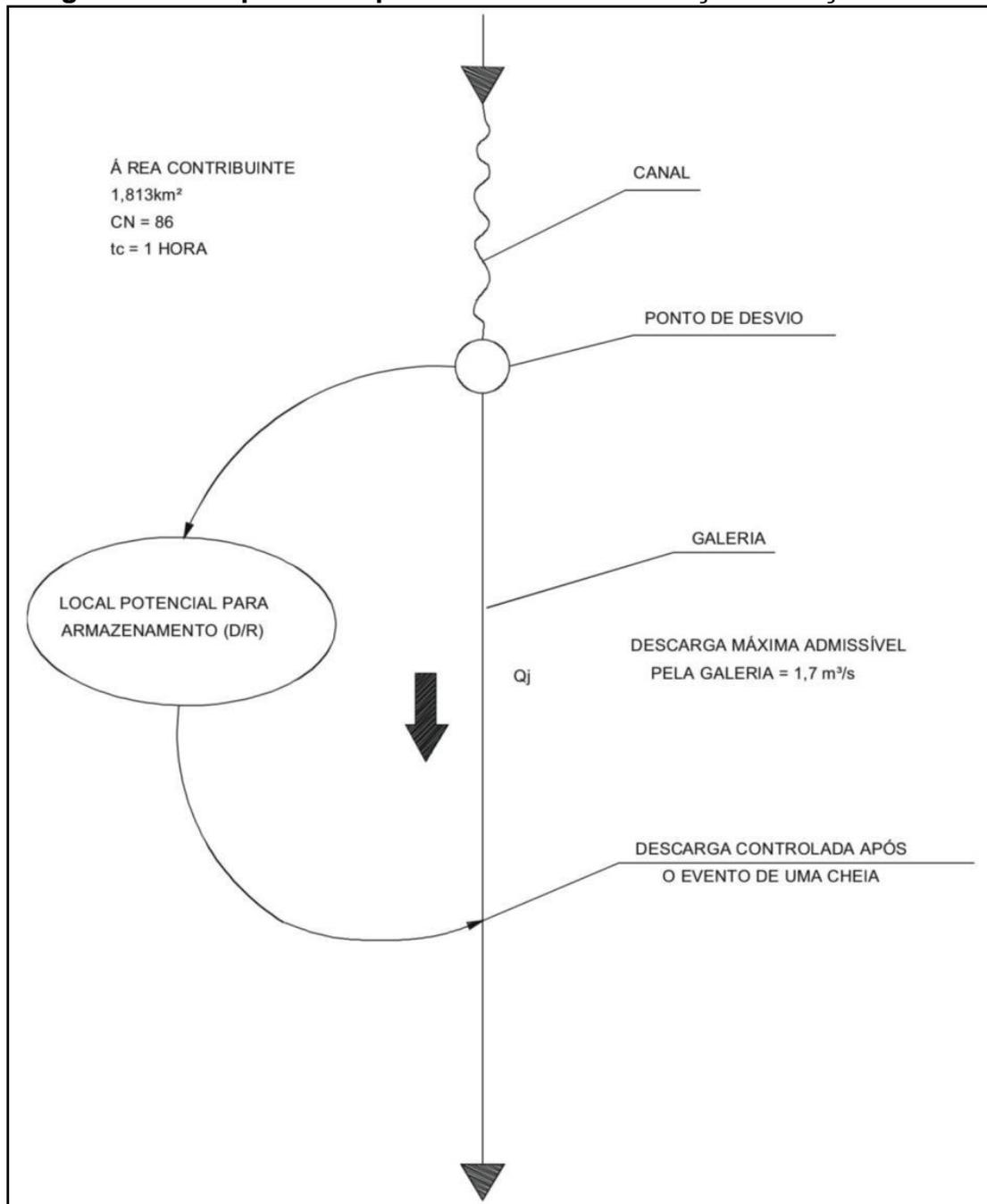
- 2) volume de escoamento superficial (V_D):

$$V_D = D \cdot A = 0,0728 \cdot 1,813 \cdot 10 = 132.000 \text{ m}^3$$

3) volume liberado para jusante (V_j)

$$V_j = Q_j \cdot (d_r + t_c) = 1,7 \cdot (3 + 1) \cdot 3600 = 24.480 \text{ m}^3$$

Figura 6: Exemplo de esquema de obra de detenção/retenção lateral



FCTH – USP, 1995.

4) volume necessário de armazenamento (V_a)

$$V_a = V_D \cdot V_j = 132000 - 24480 = 107.520 \text{ m}^3$$

Procedendo da mesma forma para os demais períodos de retorno resultam os seguintes valores:

Tabela 5: Resultados dos cálculos dos volumes de armazenamento

Duração (horas)	P (mm)	D (mm)	V_D (m ³)	V_j (m ³)	V_a (m ³)
3	110,5	72,8	132.000	24.480	107.520
6	123,5	84,8	153.740	42.840	110.900
12	135,7	96,2	174.410	79.560	94.850
24	147,8	107,6	195.080	153.000	42.080

FCTH – USP, 1995.

Verifica-se que o volume necessário varia na faixa de 42.000 m³ a 110.000 m³, e que este não necessariamente cresce para durações maiores, sendo que a duração crítica no presente caso é inferior às 24h.

O procedimento acima, apesar de permitir uma avaliação razoavelmente segura para o volume necessário de armazenamento na obra de D/R, não dispensa uma análise hidrológico-hidráulica posterior mais detalhada.

8. ABORDAGENS DAS CONDICIONANTES LATERAIS E VERTICAIS

Nesta etapa deverão ser identificadas, com todo cuidado, as principais condicionantes laterais e verticais, existentes na área prevista para a obra de D/R, e procurar as formas de efetuar uma compatibilidade adequada com o arranjo das obras e projetos. Em outras palavras, o propósito desta etapa é o de como dispor o volume necessário no local em consideração, de modo a atender a todas as necessidades.

As condicionantes laterais compreendem, nas utilidades públicas, as construções e outras instalações antigas, sejam elas existentes ou previstas. As instalações para fins recreativos podem constituir condicionantes planimétricas, uma vez que definem áreas mínimas e proporções de dimensões da obra de D/R, sendo que essas áreas devem ser muito próximas da horizontal.

Em certas situações, o interesse pelo aproveitamento de uma área para fins de D/R pode ser estimulado se for associado ao uso para fins recreativos, assim como de espaços abertos para fins de lazer. Esse tipo de interesse pode existir em áreas não ocupadas e que possam futuramente ser utilizadas para fins tipicamente residenciais como para instalação de escolas ou áreas definidas que possam ser desapropriadas para estes fins com baixos custos de investimento.

Constituem condicionantes verticais, existentes ou planejadas, grades de áreas antigas cujo sistema de microdrenagem e/ou macrodrenagem dependa do nível d'água máximo no local da obra de D/R cogitada. O nível do lençol freático local também é uma importante condicionante vertical.

A solução preferível para a obra a projetar, sob o ponto de vista de condicionantes verticais, é aquela que permite analisar todas as necessidades sem que seja preciso recorrer a bombeamento, tanto das aflúncias como das efluências.

9. FINALIZAÇÃO DO PROJETO

O propósito desta etapa é determinar a relação volume da obra de D/R em função da descarga liberada para jusante (esquema em linha ou esquema lateral), que deve satisfazer a condição descarga-probabilidade de projeto, assim como os elementos geométricos característicos da obra de D/R e respectivo projeto hidráulico final dos dispositivos de descarga. Na descrição da presente etapa, admite-se que a condição descarga-probabilidade de projeto corresponda ao caso de probabilidade contínua. No caso de adição do evento extremo superior (p.e. $T_r = 100$ anos), como condição de projeto descarga-probabilidade, os procedimentos aqui descritos de forma genérica poderão ser simplificados, tendo-se em vista apenas o que seja efetivamente necessário.

Inicialmente, deverão ser gerados hidrogramas de cheias para diferentes períodos de retorno, como por exemplo, 2, 5, 10, 50 e 100 anos, para uma dada duração estabelecida, em função das condições de concentração da bacia de drenagem. Esses hidrogramas poderão ser gerados utilizando diferentes métodos, como por exemplo o Método Racional Modificado (**NTPD-02**) e o método do "Soil Conservation Service" (**NTPD-03**). Para cada período de retorno, deve-se identificar as correspondentes descargas máximas permissíveis liberáveis para jusante conforme mostrado na **Figura 7**.

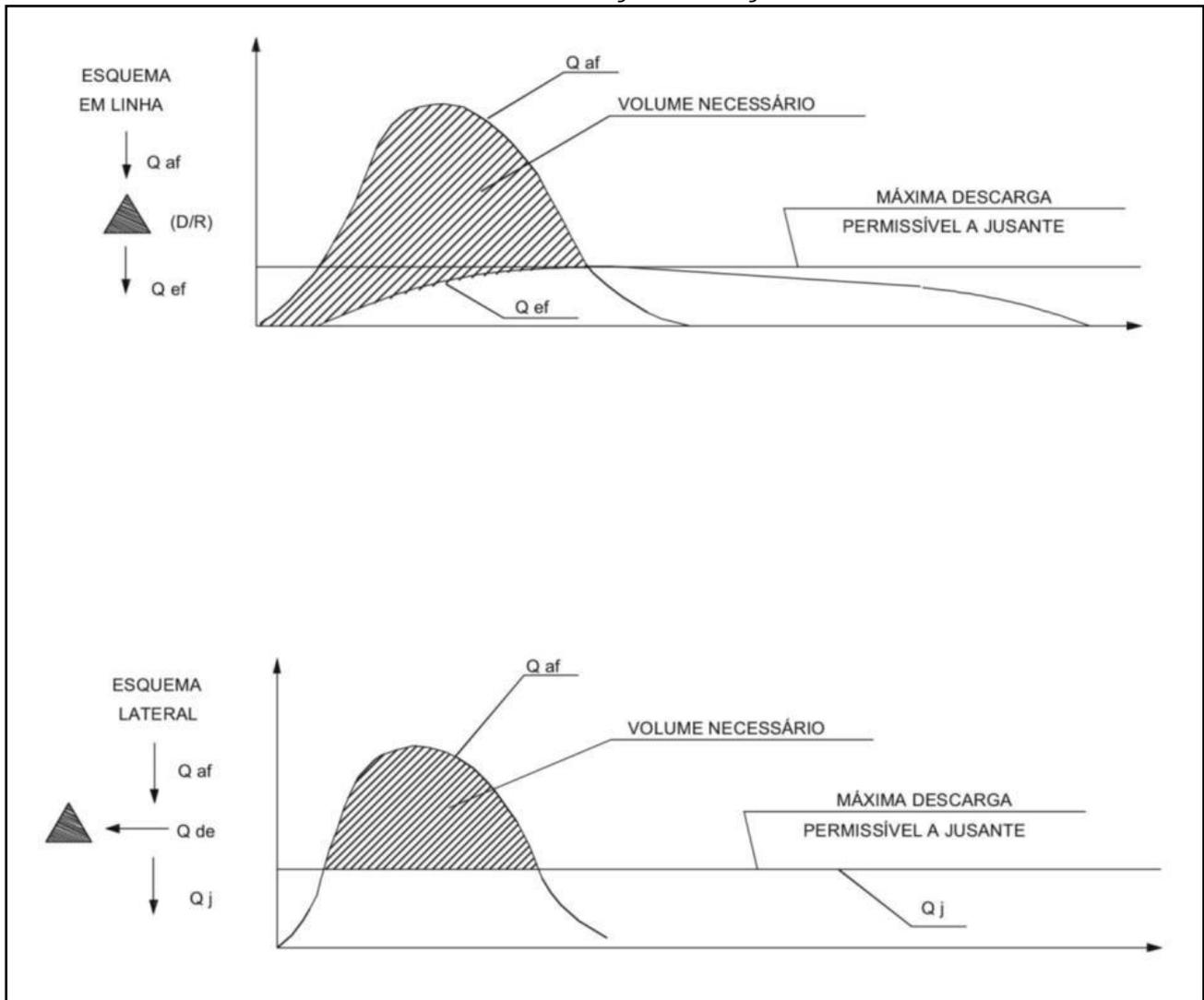
Deve-se efetuar o encaminhamento dos hidrogramas de cheias estabelecidos através das obras de D/R de forma a atender os requisitos de descarga máxima para

jusante para o tipo de esquema em consideração. Para cada cálculo de encaminhamento efetuado resultará um volume de armazenamento necessário. A **Figura 8** ilustra de forma esquematizada o procedimento para obtenção dos pares de valores: descarga máxima para jusante e correspondente volume de armazenamento necessário.

Utilizando-se os pares de pontos, descargas máximas para jusante e correspondentes volumes de armazenamento necessários, deve-se construir as curvas apresentadas esquematicamente na **Figura 8** (a e b). Essas curvas consubstanciam graficamente os resultados dos hidrogramas gerados e respectivos encaminhamentos pelas obras de D/R, nas quais são plotados os pares de pontos armazenamento-descarga máxima para cada período de retomo considerado. A **Figura 8** (a) é de caráter genérico, mostrando os resultados dos procedimentos indicados em termos conceituais. A **Figura 8** (b), por outro lado, é mais específica e procura mostrar a relação armazenamento-descarga para duas situações diferentes de liberação de descargas para jusante.

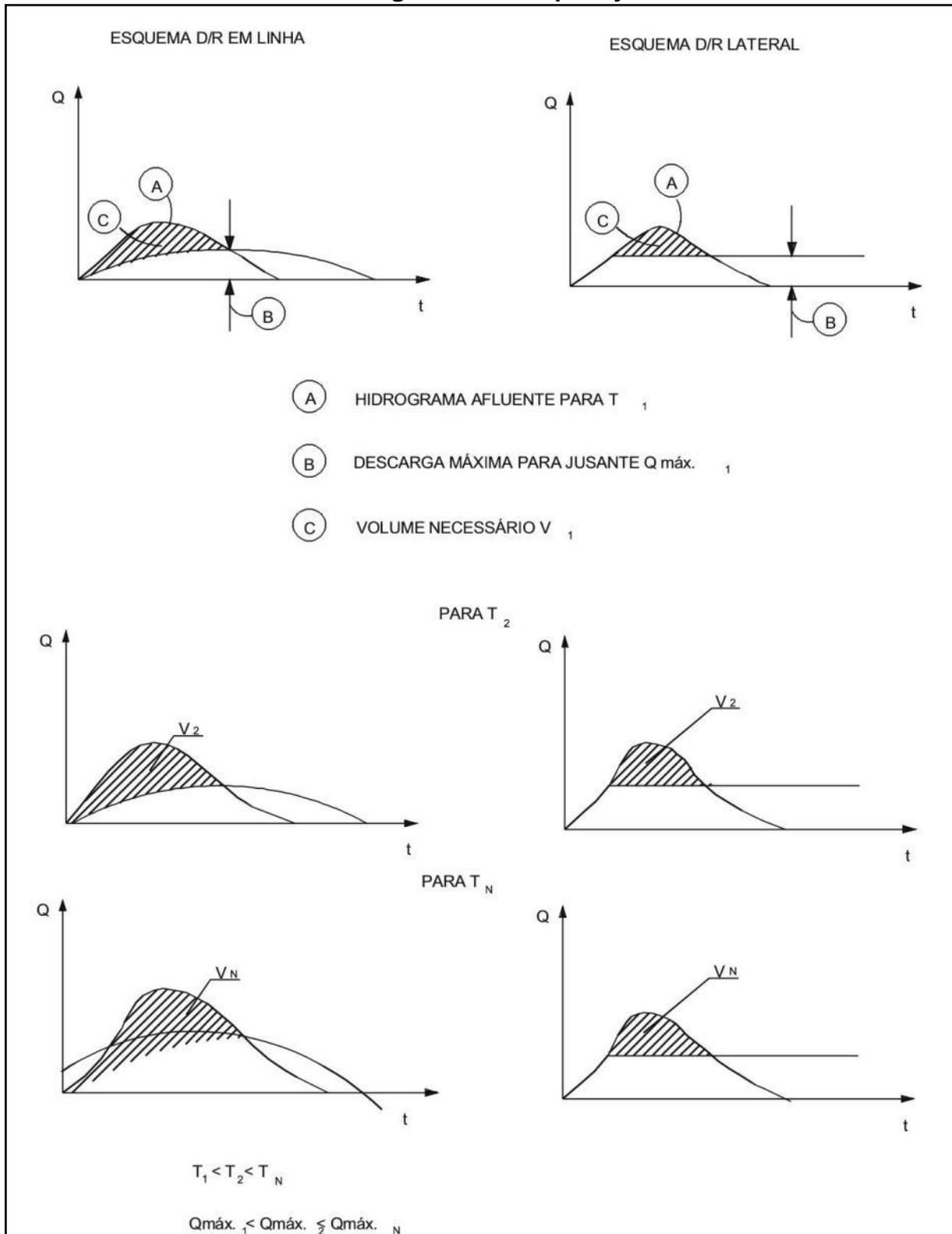
Dois situações podem ocorrer no que concerne à configuração geométrica da obra de D/R. A primeira refere-se ao caso em que essa configuração é predeterminada e corresponde ao caso em que o volume de armazenamento será obtido pelo barramento de um fundo de vale natural. A segunda corresponde ao caso em que o volume de armazenamento deverá ser obtido por meio de escavação para a formação de um reservatório artificial. No primeiro caso, a relação volume de armazenamento em função de descarga liberável para jusante será obtida exclusivamente por meio do adequado dimensionamento de dispositivo de controle para jusante. No segundo caso, a referida relação será obtida pelo dimensionamento integrado do volume de armazenamento e do dispositivo de controle de descarga para jusante.

Figura 7: Hidrogramas afluentes e efluentes de esquemas em linha e lateral, para obras de retenção/retenção



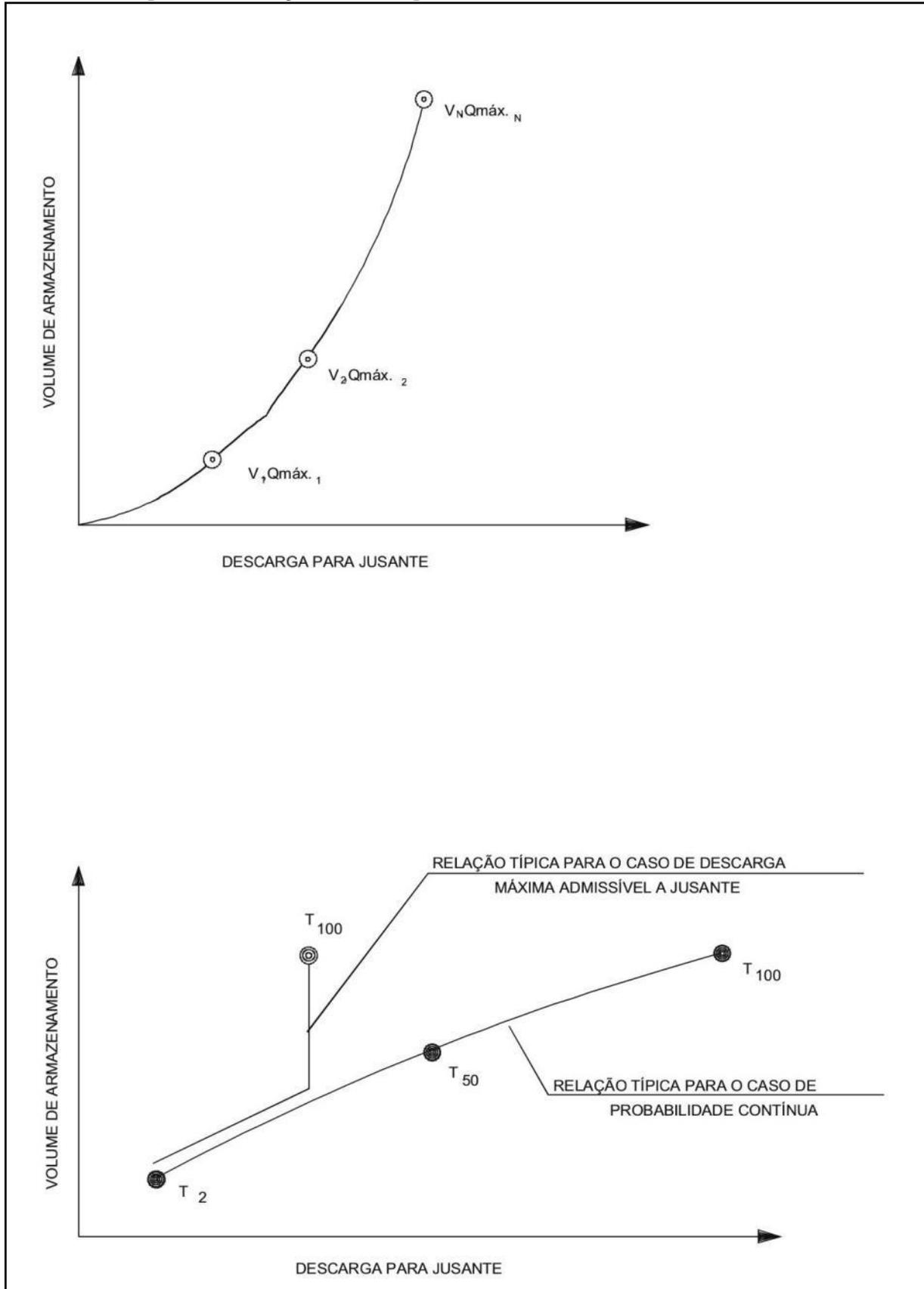
FCTH – USP, 1995.

Figura 8: Procedimento para obtenção dos volumes de armazenamento em função das descargas máximas para jusante



FCTH – USP, 1995.

Figura 9: Relação descarga x Armazenamento de obras D/R



FCTH – USP, 1995.

10. OBRAS MÚLTIPLAS DE D/R

A implantação indiscriminada das obras de D/R numa dada bacia, ou seja visando apenas a solução de problemas localizados, pode levar a efeitos adversos e deve ser sempre evitada. É importante destacar duas situações que podem ocorrer em decorrência da presença de obras de D/R numa bacia que são: o surgimento de um falso senso de segurança em determinadas áreas e o efeito de sincronismo de picos de cheias de sub-bacias resultando, em certos pontos, descargas maiores que antes da implantação das obras.

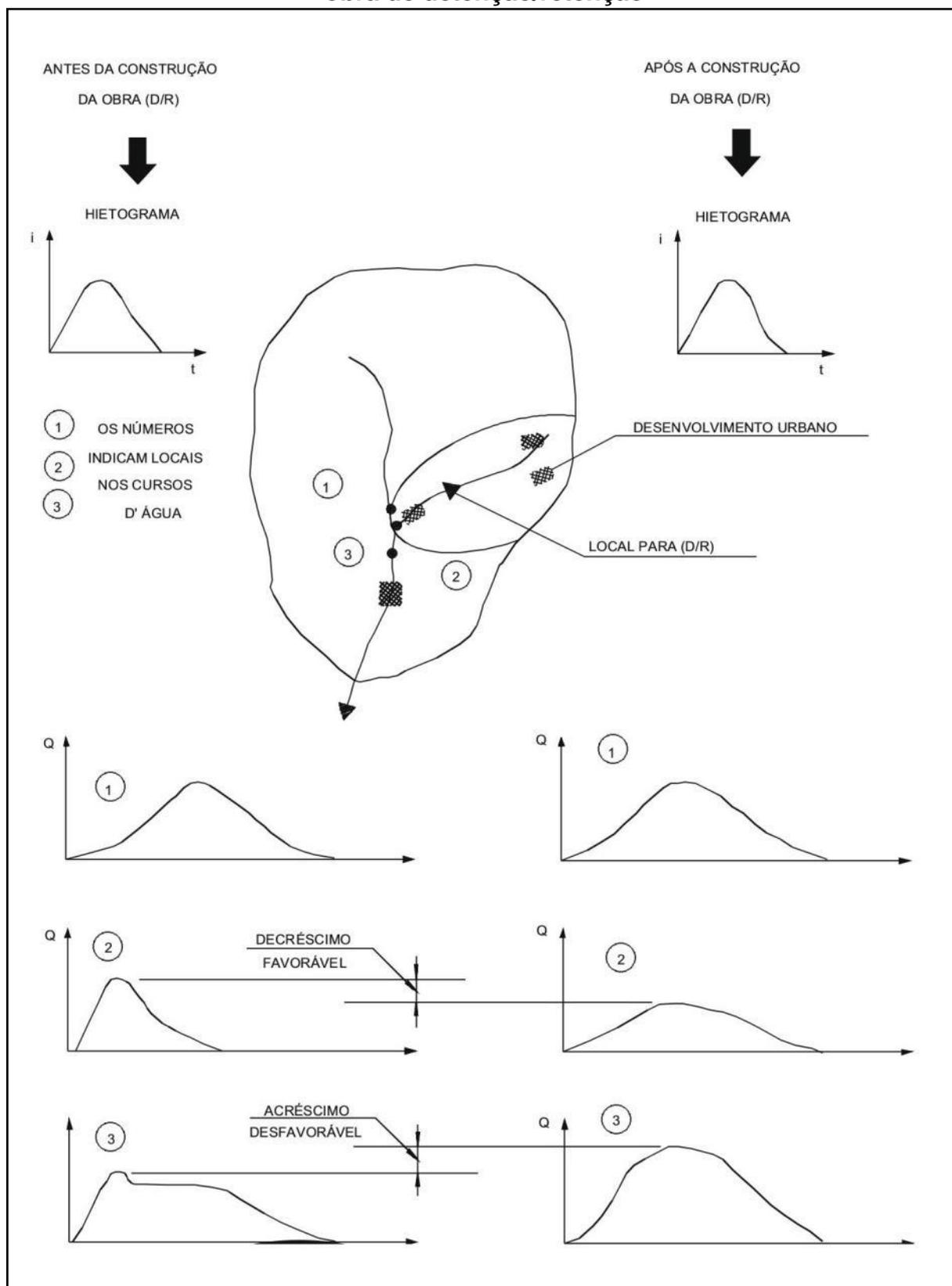
Embora obras de D/R individuais numa dada bacia permitam resolver problemas localizados de inundação (i.e. imediatamente a jusante das mesmas), podem interagir com a bacia como um todo, de forma a agravar problemas de inundação em outros locais da bacia a jusante.

A **Figura 10** ilustra esquematicamente como uma nova obra de D/R pode provocar um problema de sincronismo adverso numa bacia. Conforme se observa na **Figura 10**, a construção de uma obra de D/R num tributário de um dado curso d'água pode ter um efeito favorável de atenuação de inundações no próprio tributário, enquanto que, no curso principal, poderá ter um efeito desfavorável ou mesmo agravar problemas existentes de inundação.

Mein (1980) propõe que nos estudos de D/R seja estabelecido, como objetivo principal de projeto, manter descargas máximas permissíveis em determinados pontos de controle, e recomenda a utilização de chuvas com durações diferentes. Em suas investigações, ele conclui que uma obra de D/R é mais eficiente do que duas obras em série, e que duas são mais eficientes do que três em série e assim por diante.

Um sistema de obras de D/R, no qual o critério de dimensionamento corresponda à probabilidade simples e não permite um efeito significativo de redução de picos de cheias, tanto para eventos de grandes como de pequenas magnitudes, constitui um dos aspectos do "falso senso de segurança".

Figura 10: Interação adversa de hidrogramas de cheias como consequência de uma obra de retenção/retenção



FCTH – USP, 1995.

Isto significa que um sistema com uma ou mais obras de (D/R) numa bacia pode controlar apenas uma pequena parte da gama de possibilidades de cheias que podem ocorrer, permanecendo determinadas áreas da bacia sujeitas a inundações, para condições hidrológicas diferentes daquelas consideradas no projeto.

Mein (1980) indica que, embora um conjunto de obras de D/R em série ou paralelo possa não incrementar significativamente os picos de cheias ao longo de uma bacia, elas podem também produzir um efeito interativo de modo a não proporcionarem nenhuma redução dos mesmos, o que constitui um outro aspecto de "falso senso de segurança". Em outras palavras, num sistema de obras de D/R pode ocorrer um tipo de efeito interativo inesperado das mesmas, de modo que umas anulem os benefícios de outras, causando problemas em áreas a jusante.

Conforme foi visto, a implantação de um sistema de obras de D/R numa bacia é bastante complexa. É recomendável, para evitar efeitos indesejáveis, efetuar um estudo amplo considerando todas as obras existentes e planejadas, analisando o comportamento das mesmas de forma global.

11. ASPECTOS NEGATIVOS E USOS INADEQUADOS DE OBRAS DE D/R

As obras de (D/R) constituem uma das possíveis medidas de natureza estrutural e não estrutural, tendo em vista, o gerenciamento das águas urbanas em termos de quantidade e de qualidade. Elas não constituem uma panacéia universal, e seu uso deve ser efetuado com as devidas cautelas.

Debo e Ruby (1982) efetuaram uma abordagem dos aspectos negativos das obras de (D/R) com base em cerca de 10 anos de experiência na área metropolitana de Atlanta. Os problemas citados incluem:

- a) Manutenção inadequada ou não continuada, particularmente quando as obras não são de responsabilidade do proprietário próximo. Possível solução: atribuir a responsabilidade pela operação à municipalidade, com exceção dos casos em que os setores industrial e comercial locais possam assumir tal encargo;
- b) Dificuldade de acesso para manutenção;
- c) Taludes muito inclinados, criando dificuldades para implantação e manutenção de vegetação;

- d) Dispositivo de controle de vazão de dimensões muito reduzidas que acarretam os problemas de obstrução, resultando em dificuldades de operação e água estagnada após a ocorrência de chuvas;
- e) Problemas de controle de mato e ervas daninhas, particularmente em obras com armazenamento permanente, ou como consequência de falta de manutenção;
- f) Proliferação de mosquitos, ratos e outros vetores de doenças;
- g) Problemas de segurança, particularmente de crianças, devido às profundidades muito grandes e velocidades excessivas;
- h) Inexistência de controle de cheias a jusante ou o agravamento dos problemas de inundação, como consequência de efeitos interativos inesperados de duas ou mais obras de D/R na bacia;
- i) Problema de erosão imediatamente a jusante dos dispositivos de descarga;
- j) Surgimento ou agravamento de problemas de erosão no canal a jusante, como possível consequência de um tempo mais prolongado de permanência de vazões no mesmo;
- k) Reduzido ou nenhum efeito sobre as cheias em outros locais que não aquele em que se situa a obra de D/R.

NTPD-06

DIRETRIZES DE PROJETO PARA DISSIPACÃO DE ENERGIA

ÍNDICE

NTPD-06 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA DISSIPACÃO DE ENERGIA.....	274
1. OBJETIVO.....	275
2. DISSIPADORES DE ENERGIA.....	275
3. DEGRAUS.....	275
4. RAMPAS DENTADAS	280
5. BLOCO DE IMPACTO.....	282

FIGURAS

FIGURA 11: REPRESENTAÇÃO DE UM DEGRAU ASSOCIADO A UM RESSALTO HIDRÁULICO.....	279
FIGURA 12: PROPORÇÕES BÁSICAS DE UMA RAMPA DENTADA	282
FIGURA 13: CONFIGURAÇÃO GERAL DE PROJETO.....	284
FIGURA 14: DIMENSIONAMENTO DA BACIA DE DISSIPACÃO.....	285

TABELAS

TABELA 6: PROFUNDIDADES DO RESSALTO HIDRÁULICO	278
--	-----

NTPD-06 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA DISSIPAÇÃO DE ENERGIA

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo fornecer parâmetros de projeto de estruturas de dissipação de energia em sistemas de drenagem urbana para projetos da Prefeitura de Itaí.

2. DISSIPADORES DE ENERGIA

A dissipação de energia visa a diminuição da velocidade do escoamento nas estruturas hidráulicas e nas saídas de galerias de águas pluviais, principalmente nas situações de chuvas intensas e enchentes, para que seja minimizada a ocorrência de desgaste ou erosão dos canais.

Diversas estruturas hidráulicas foram desenvolvidas para o controle do fluxo d'água. Serão apresentados neste documento os tipos de maior aplicabilidade para drenagem urbana. São eles:

- Degraus;
- Rampas dentadas;
- Blocos de impacto.

O texto apresentado está baseado no documento “Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo” da FCTH-USP, 1995.

3. DEGRAUS

Este tipo de estrutura para dissipação de energia está vinculado à existência de um ressalto hidráulico a jusante, de modo a torná-la mais eficiente. Como a perda de carga total é a soma da ocorrida na estrutura e no ressalto, convém fazer inicialmente algumas considerações a respeito de algumas características deste último.

O ressalto hidráulico é decorrente de uma desaceleração brusca do escoamento supercrítico para o subcrítico. Desde que projetado adequadamente, pode-se tornar um elemento importante para a dissipação de energia. Os elementos de cálculo mais significativos, para o caso de canal retangular, sem declividade e com perdas por atrito com as paredes desprezíveis, são os seguintes:

Equações:

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \cdot F_1^2} - 1 \right) \quad 3.1$$

$$\Delta E = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4 \cdot y_1 \cdot y_2} \quad 3.2$$

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \cdot y}} \quad 3.3$$

Onde:

y_1 = profundidade a montante do ressalto;

y_2 = profundidade a jusante do ressalto;

Pode-se dizer que a relação y_2 / y_1 e F_1 são medidas da eficiência do ressalto, ou seja, quanto maior for a primeira relação, maior será o ressalto, o mesmo acontece com o número de Froude (F), uma vez que este indica o estado do escoamento a montante. O expoente três da **Equação 3.2** mostra que a perda de energia aumenta muito rapidamente com o aumento da eficiência do ressalto.

Quando $F_1 < 1$ a diferença de energia entre os níveis de montante e jusante, dada pela **Equação 3.1**, é pequena. Desta forma, não ocorrem quebras de onda, havendo a formação de ondas estacionárias. Este tipo de ressalto recebe o nome de ressalto ondulado, e como já foi mencionado, a dissipação de energia é pequena.

Para que haja uma dissipação de energia adequada é necessário que o número de Froude a montante esteja compreendido entre 4,5 e 9, tentando evitar sempre valores superiores a 13, pois isto acarretaria problemas de instabilidade da linha d'água a jusante, entre outros inconvenientes.

Pesquisas desenvolvidas por Straub e Silvester em 1965 (apud French, 1986) e posteriormente confirmadas através de ensaios de laboratório permitem definir relações para outros tipos de seção transversal comuns, em canais de fundo horizontal, conforme **Tabela 6**.

O comprimento do ressalto, L_j pode ser estimado pela relação proposta por Silvester (apud French 1986).

$$\frac{L_j}{y_1} = 9,75 \cdot (F_1 - 1)^r \quad 3.4$$

Onde:

r = admitido igual a 1,01 para canais retangulares de fundo horizontal, 0,695 para canais triangulares e varia entre 0,83 e 0,90 para canais trapezoidais.

Para resolver a parte relativa à queda, pode-se utilizar o desenho de uma estrutura típica muito utilizada em projeto de canais, como a indicada na **Figura 10**. Este tipo de estrutura de maneira geral é adotada quando é necessário vencer desníveis com dissipação de energia para evitar problemas de erosão a jusante. Para este tipo de estrutura, Moore (1943) desenvolveu estudos experimentais em que verificou que existe uma considerável perda de energia devido à circulação induzida pelo jato no colchão d'água que forma a bacia. A função deste colchão é dissipar o impulso que surge, dada a mudança na direção do escoamento. A equação que o autor encontrou após a conclusão dos estudos é a seguinte:

$$\frac{y_1}{y_c} = \frac{\sqrt{2}}{1,06 + \sqrt{\frac{\Delta Z_0}{y_c} + \frac{3}{2}}} \quad 3.5$$

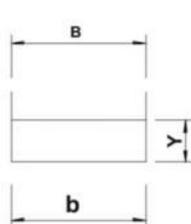
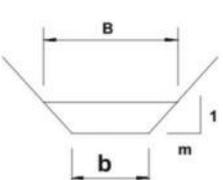
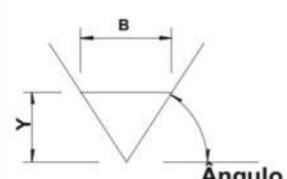
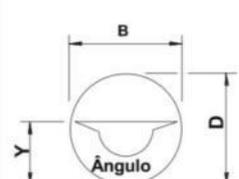
Com isto, chega-se ao valor da energia específica na seção que pode ser determinada por:

$$\frac{E_1}{y_c} = \frac{y_1}{y_c} + \frac{y_c^2}{2 \cdot y_c^2} \quad 3.6$$

Estas equações indicam claramente que a perda de energia na base da queda pode ser da ordem de 50% ou mais da energia inicial, tomando como referência o nível da base da bacia. Se, como na **Figura 11**, existe um ressalto hidráulico a jusante da seção 1 dissipando mais energia, a perda total dentro da estrutura de queda pode ser substancial.

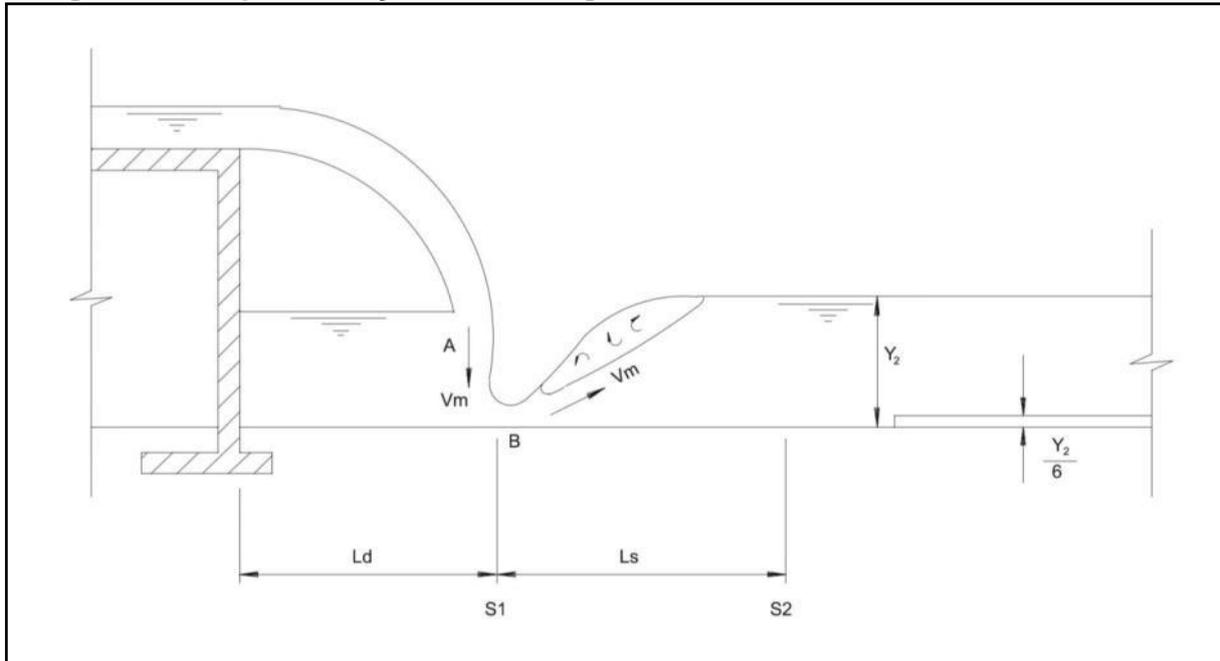
Outra observação importante refere-se ao fato de que a razão E_2 / y não varia muito com $\Delta Z_0 / y_c$, ficando de maneira geral em torno de 2,5, valor este que pode ser tomado como uma aproximação satisfatória para um projeto preliminar.

Tabela 6: Profundidades do ressalto hidráulico

SEÇÃO TIPO	Fr_1	Y_2/Y_1
	$\frac{Q^2 \cdot b}{g \cdot A^3}$	$\left(\frac{Y_2}{Y_1}\right)^2 = 1 + 2 \cdot Fr_1^2 \cdot \left(1 - \frac{Y_1}{Y_2}\right)$
	$\frac{Q^2 \cdot B}{g \cdot A^3}$	$\left(\frac{k + \frac{Y_2}{Y_1}}{k + 1}\right) \left(\frac{Y_2}{Y_1}\right) = 1 + 4 \cdot \left(\frac{K+2}{2 \cdot k+2}\right) \cdot Fr_1^2 \cdot \left(\frac{K+1}{k+2}\right) \cdot \left(1 - \left(\frac{K+1}{k + \frac{Y_2}{Y_1}}\right) \cdot \frac{Y_1}{Y_2}\right)$ $k = b/m \cdot y$
	$\frac{Q^2 \cdot B}{g \cdot A^3}$	$\left(\frac{Y_2}{Y_1}\right)^2 = 1 + 2 \cdot Fr_1^2 \cdot \left(1 - \left(\frac{Y_1}{Y_2}\right)^2\right)$
	$\left(\frac{Y_c}{Y_1}\right)^{1.93}$	$Y_2 = \frac{Y_c^2}{Y_1} \quad \rightarrow \quad Fr_1 < 1.7$ $Y_2 = \frac{Y_c^{1.8}}{Y_1^{0.73}} \quad \rightarrow \quad Fr_1 > 1.7$

Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

Figura 11: Representação de um degrau associado a um ressalto hidráulico



Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

Com a finalidade de um pré-dimensionamento, Rand (apud Henderson, 1966) agrupou seus resultados a outros feitos por Moore, chegando às seguintes equações exponenciais, cujo erro de ajuste dos dados é de 5% ou menos:

$$\frac{y_1}{\Delta Z_0} = 0,54 \cdot \left(\frac{y_c}{\Delta Z_0} \right)^{1,275} \quad 3.7$$

$$\frac{y_1}{y_c} = 0,54 \cdot \left(\frac{y_c}{\Delta Z_0} \right)^{0,275} \quad 3.8$$

$$\frac{y_2}{\Delta Z_0} = 1,66 \cdot \left(\frac{y_c}{\Delta Z_0} \right)^{0,81} \quad 3.9$$

$$\frac{L_{d1}}{\Delta Z_0} = 4,30 \cdot \left(\frac{y_c}{\Delta Z_0} \right)^{0,09} \quad 3.10$$

$$L_j = 6,9 \cdot (y_2 - y_1) \quad 3.11$$

Onde:

L_d = distância horizontal associada ao comprimento do ressalto;

L_j = distância horizontal associada ao jato do ressalto, como mostrado na **Figura 11**.

Além disto, a elevação $y_2 / 6$ no final da estrutura é um procedimento padrão para projetos, onde o ressalto se localiza imediatamente após a queda.

4. RAMPAS DENTADAS

O conceito hidráulico dessa solução consiste em colocar repetidas obstruções (blocos dissipadores), que são de uma altura nominal equivalente à profundidade crítica. Além da dissipação de energia proveniente da turbulência devida a estes blocos, outra parcela é dissipada através da rampa pela perda do momento associada à reorientação do escoamento.

Os blocos dissipadores evitam a aceleração excessiva do escoamento durante a passagem para o nível inferior da calha. Se as velocidades de escoamento na entrada do canal a jusante forem reduzidas, não haverá necessidade de bacia de dissipação. A calha, com declividade 1:2 ou menos, pode ser projetada para descargas de 5,0 m³/s por metro de largura, e a queda pode ser tão alta quanto for exequível estruturalmente. A parte inferior da calha deverá ser projetada para permanecer abaixo do nível do leito do curso d'água. Em projetos de drenagem urbana, a extremidade inferior deverá ser protegida contra ações erosivas indesejáveis.

Os blocos dissipadores podem ser projetados para qualquer descarga, porém deve-se respeitar o limite de 5,0 m³/s. Para descargas unitárias em torno de 3,0 m³/s, as condições de escoamento na base da calha serão menos severas, tornando mais amenas para descargas inferiores a 2,0 m³/s.

Deve-se ressaltar que a velocidade de entrada V_1 deve ser bastante baixa. As condições ideais correspondem a:

$$V_1 = \sqrt[3]{g \cdot q} - 1,6 \quad 4.1$$

Em nenhuma hipótese deve-se ter:

$$v_1 = \sqrt[3]{g \cdot q}$$

4.2

Deve-se colocar a primeira fileira de blocos dissipadores próxima ao topo da calha, conforme indicado na **Figura 12**.

A altura do bloco dissipador "a" deverá ser de aproximadamente $0,8 \cdot hc$. A profundidade crítica na calha retangular é dada pela **Equação 4.3** abaixo e corresponde a:

$$hc_1 = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

4.3

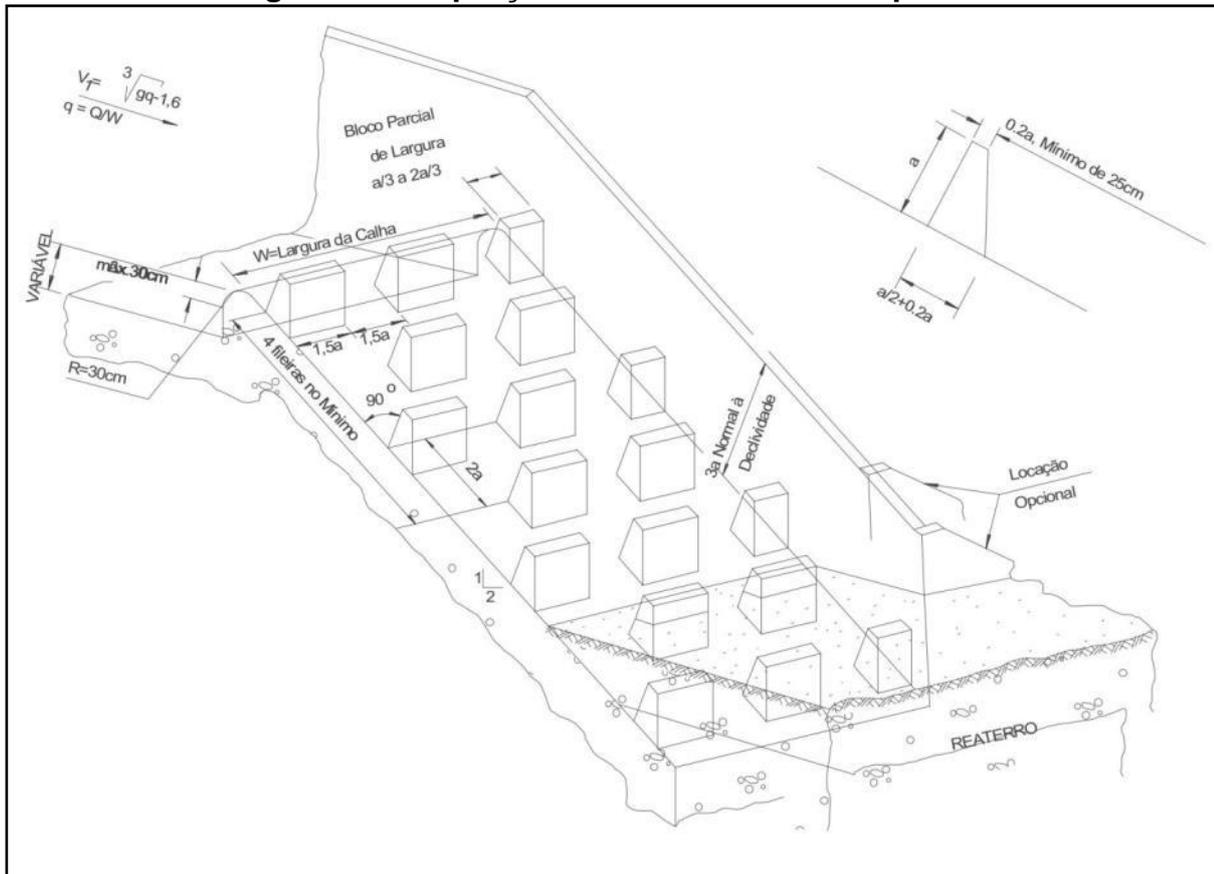
As larguras e espaçamentos dos blocos dissipadores deverão ser de preferência iguais, e em torno de $3/2a$. Blocos parciais de larguras variando de $1/3$ a $2/3$ de a poderão ser colocados contra os muros guias nas Fileiras 1, 3, 5, 7 etc., alternando com espaços de mesma largura nas fileiras 2, 4, 6, etc.

A distância medida sobre a superfície da calha entre as fileiras de blocos dissipadores deverá ser de duas vezes a altura a . Quando a altura do bloco for menor que 90 cm, o espaçamento da fileira poderá ser maior que $2a$, mas não deverá exceder a 1,80 m. Para declividades inferiores a 1:2, o espaçamento das fileiras poderá ser aumentado, para que o desnível entre elas seja o mesmo que para a declividade de 1:2.

Normalmente, os blocos dissipadores são construídos com suas faces de montante normais ao fundo da calha; todavia, poderão ser utilizados blocos com faces verticais. Serão necessárias pelo menos quatro fileiras de blocos, para estabelecer um controle completo do escoamento, porém, menor número de fileiras tem funcionado satisfatoriamente. Fileiras adicionais, além da quarta, permitem um melhor controle a jusante; é recomendável criar uma última fileira de blocos mantida reaterrada conforme mostra a **Figura 12**.

Os muros guias deverão ter altura igual a três vezes a altura dos blocos dissipadores, para conter o fluxo de água que é bastante turbulento. Os muros guias deverão ser protegidos lateralmente com enrocamento de pedra de 15 a 30 cm de diâmetro, especialmente na parte de jusante, onde as possibilidades de erosão são bastante grandes.

Figura 12: Proporções básicas de uma rampa dentada



Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

5. BLOCO DE IMPACTO

Nas saídas de tubulações que apresentam escoamentos velozes, a forma mais eficiente de dissipação de energia é com o uso de bacias de dissipação com enrocamento, ou de blocos de impacto. Embora o uso de bacia com enrocamento represente uma possibilidade atraente de solução, em situações de escoamento muito veloz apresenta limitações de dimensionamento.

Para estes casos é recomendável o uso dos blocos de impacto. Além da versatilidade, em muitos casos, são mais econômicos do que as bacias de enrocamento, proporcionando também uma solução que dispensa maiores cuidados com manutenção.

A padronização dos projetos para este tipo de blocos foi estabelecida pelo Burec, recebendo a denominação de Bacia tipo "VI". Este tipo de obra também é conhecida como "dissipador de impacto" ou "bacia de dissipação para saída de condutos". Este tipo de bacia é relativamente pequena, o que produz uma alta eficiência de dissipação de energia.

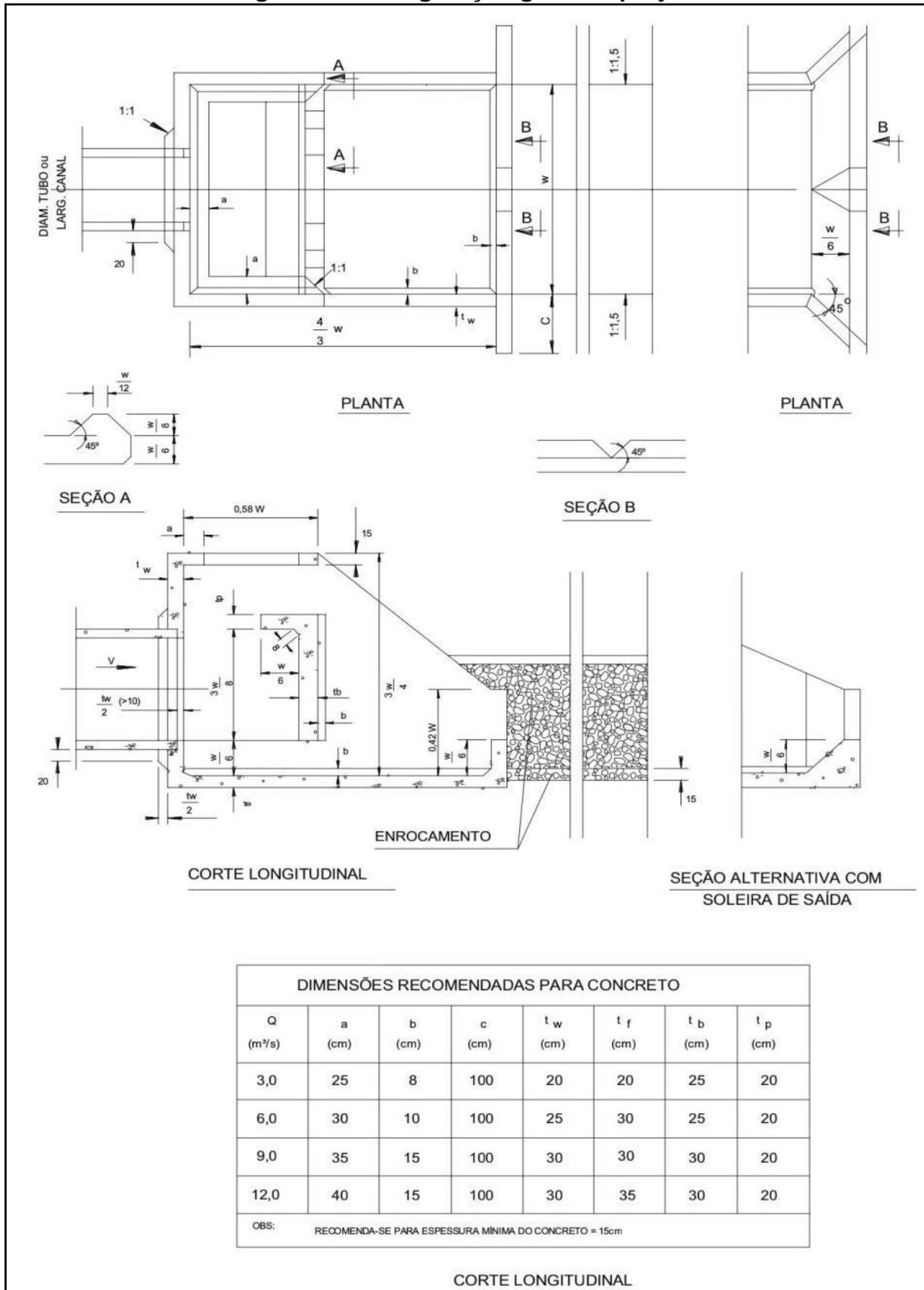
A estrutura é projetada para operar continuamente sob escoamento. As condições máximas de entrada são velocidade de 15 m/s e número de Froude próximo a 9 (nove). Em drenagem urbana, não é comum ter condições que as excedam, o que significa que o uso desta bacia é limitado somente por considerações econômicas e estruturais.

A configuração geral de um projeto é mostrada na **Figura 13**, consistindo basicamente numa caixa de concreto ligada diretamente à saída do conduto. A largura W é determinada de acordo com a **Figura 14** em função da descarga. As paredes laterais devem ser altas suficientes para conter eventuais fugas durante as vazões mais elevadas.

A saída da tubulação é verticalmente alinhada com uma projeção do bloco e não deve ser mais baixa que o fundo do mesmo. Isto se deve ao fato do bloco ter forma de L e não encostar no fundo. A altura da soleira final deve ser igual à altura da fresta sob o bloco, para permitir a formação do remanso. A transição final alternativa com alas a 45° é recomendada nos canais de leito natural para reduzir o potencial de erosão a jusante da soleira.

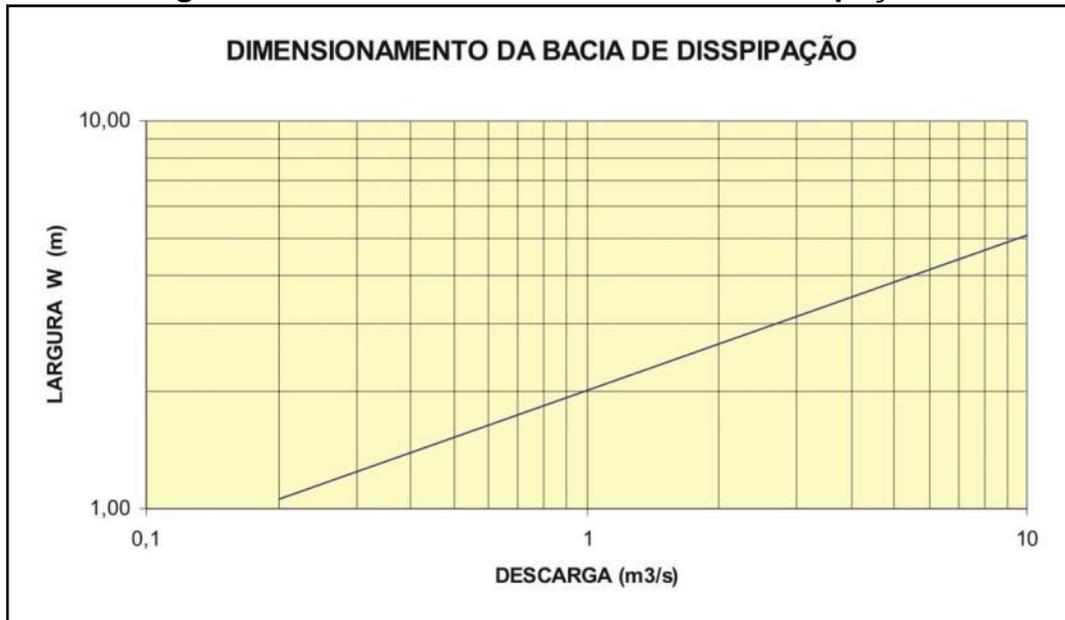
O padrão Burec deverá sofrer algumas modificações para aplicações urbanas, a fim de permitir a drenagem do fundo nos períodos mais secos. Estes tipos de blocos de impacto também poderão ser adaptados em projetos com múltiplos dissipadores. Como as modificações poderão afetar o desempenho hidráulico das estruturas, deverá ser feita uma pesquisa para avaliar estes impactos.

Figura 13: Configuração geral de projeto



Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

Figura 14: Dimensionamento da bacia de dissipação.



Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

NTPD-07

DIRETRIZES DE PROJETO PARA MACRODRENAGEM

ÍNDICE

NTPD-07 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA MACRODRENAGEM	286
1. OBJETIVO.....	287
2. ELEMENTOS QUE CONSTITUEM O SISTEMA DE MACRODRENAGEM.....	287
2.1 CANAIS ABERTOS.....	287
2.2. GALERIAS DE GRANDES DIMENSÕES.....	291
2.3. DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO.....	293
3. DADOS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO.....	295
4. TIPOS DE PROJETO.....	296
4.1. PROJETO DE REDE DE MACRODRENAGEM.....	296
4.2. PROJETO DE CANALIZAÇÃO DE CURSO D'ÁGUA NATURAL.....	296
4.3. PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE REDE DE DRENAGEM.....	297
5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	299
5.1. ESTUDO DE VIABILIDADE.....	299
5.2. PROJETO BÁSICO	300
5.3 PROJETO EXECUTIVO	301
6. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO.....	301
FIGURAS	
FIGURA 15: CANAL EM CONCRETO - SEÇÃO TRAPEZOIDAL MISTA.....	289
FIGURA 16: CANAL EM CONCRETO - SEÇÃO TRAPEZOIDAL COM BASE REDUZIDA.....	290
FIGURA 17: CANAL ESCAVADO - SEÇÃO MISTA.....	290
FIGURA 18: CANAL EM CONCRETO - SEÇÃO RETANGULAR MISTA.....	290
QUADROS	
QUADRO 2: CLASSIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO OU RETENÇÃO.....	295

NTPD-07 - DIRETRIZES DE PROJETO PARA MACRODRENAGEM

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo estabelecer critérios para a elaboração de projetos de macrodrenagem para a Prefeitura de Itaí, definindo os tipos de projeto que se enquadram nessa categoria e os dados e parâmetros a adotar.

O projeto de macrodrenagem de uma região destina-se à condução das águas pluviais oriundas da rede de microdrenagem (sarjetas, captações e tubulações). Em uma zona urbana, a rede de macrodrenagem substitui os cursos d'água naturais por estruturas hidráulicas compatíveis com a utilização que se pretende dar à área. Dessa forma, um córrego pode ser canalizado permitindo a construção de uma avenida de fundo de vale e uma várzea alagadiça pode ser utilizada para a construção de um reservatório regularizando as vazões a jusante.

2. ELEMENTOS QUE CONSTITUEM O SISTEMA DE MACRODRENAGEM

2.1. Canais Abertos

Dentro de uma concepção geral, das mais comuns em drenagem urbana, que trata do aumento da condutividade hidráulica, a adoção de canais abertos em projetos de drenagem urbana sempre é uma solução que deve ser cogitada como primeira possibilidade pelas seguintes principais razões:

- a) Possibilidade de veiculação de vazões superiores à de projeto, mesmo com prejuízo da borda livre;
- b) Facilidade de manutenção e limpeza;
- c) Possibilidade de adoção de seção transversal de configuração mista com maior economia de investimentos;
- d) Possibilidade de integração paisagística com valorização das áreas ribeirinhas, quando há espaço disponível;
- e) Maior facilidade para ampliações futuras caso seja necessário.

Os canais abertos apresentam, por outro lado, restrições à sua implantação em situações em que os espaços disponíveis sejam reduzidos, como é o caso de áreas de grande concentração urbana.

- **Recomendações para Projeto**

A escolha do tipo de seção transversal de um canal a ser projetado depende de fatores fundamentais, como o espaço disponível para implantação, as características do solo de apoio, níveis de água e da soleira a jusante, a declividade e condições de operação.

A configuração ideal para um canal de drenagem urbana é a seção trapezoidal simplesmente escavada com taludes gramados, pela sua simplicidade de execução e manutenção, assim como pelo menor custo de implantação.

O canal simplesmente escavado, por admitir normalmente velocidades máximas relativamente reduzidas, exige maior espaço para sua implantação, assim como declividades mais reduzidas.

Um dos principais méritos dos canais simplesmente escavados consiste no fato de permitir futuras remodelações para aumento de capacidade mediante revestimento, além de preservar faixas maiores para futuras intervenções que se façam necessárias.

Os canais simplesmente escavados constituem uma alternativa de canalização adequada para cursos d'água em áreas ainda em processo de urbanização, e para as quais sejam previsíveis incrementos futuros das vazões de pico de escoamento superficial.

Quando, por outro lado, o espaço disponível para implantação do canal é limitado, o canal revestido poderá ser inevitável para garantir maiores velocidades de escoamento, e conseqüentemente, necessidade de menores seções transversais.

Na prática usual de projeto de canais urbanos em nosso meio técnico, é comum conceber canais visando apenas a veiculação de vazões de cheia, o que leva a sérios problemas de assoreamento e deposição de detritos para condições de operação com vazões de média intensidade, também conhecidas como vazões formativas ou modeladoras, que são as mais frequentes. Esses canais, sejam eles trapezoidais ou retangulares, normalmente têm fundos largos e incompatíveis com as vazões modeladoras. É comum ocorrer, em canais nessas condições, a formação de pequenos

leitos meandrados, seja em meio aos sedimentos depositados, seja no próprio fundo de canais em terra.

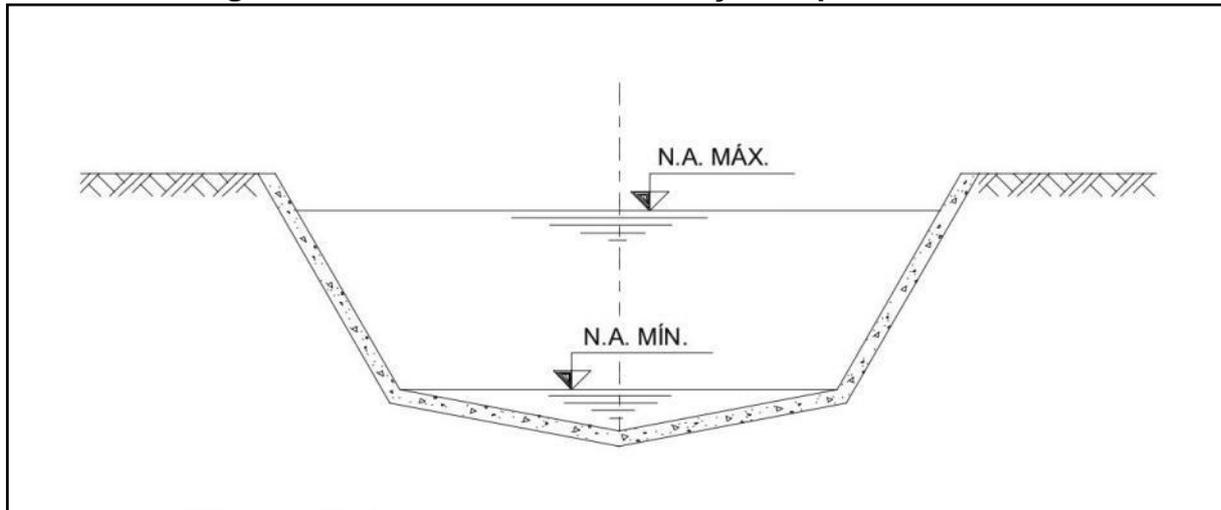
Para evitar tais problemas, ou pelo menos reduzi-los, a solução recomendável é adotar seções compostas, dimensionadas no seu conjunto, para veicular as vazões máximas previstas e que permitam conduzir as vazões modeladoras em subleitos menores em condições adequadas de velocidade.

Nos casos de canais trapezoidais simplesmente escavados, é possível prever um leito menor, trapezoidal ou retangular, em concreto; nos casos de canais revestidos, sejam eles de seção trapezoidal ou retangular, é possível um fundo com configuração triangular, mediante simples rebaixo do fundo ao longo do eixo.

Nas **Figuras 15, 16, 17 e 18** são mostradas sugestões de seções transversais compostas.

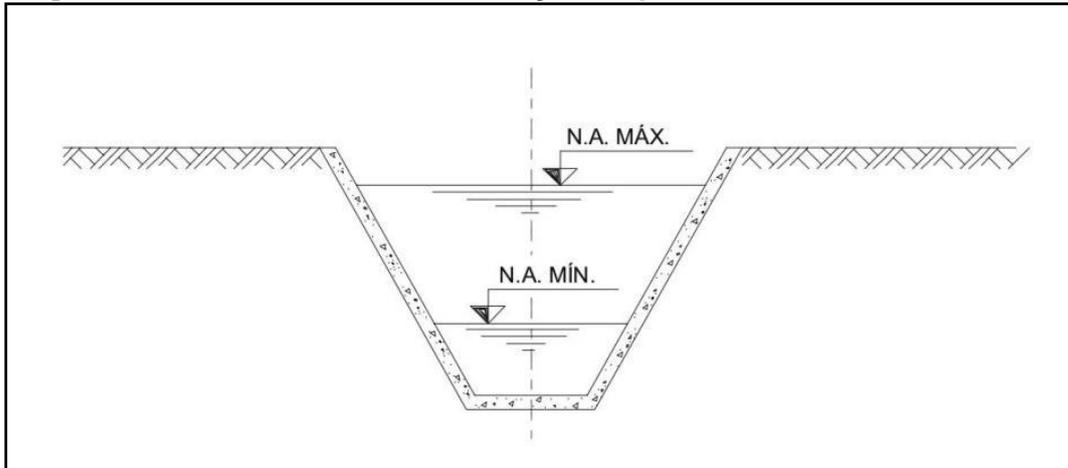
É conveniente que tais seções sejam dimensionadas de forma a serem autolimpantes.

Figura 15: Canal em concreto - seção trapezoidal mista



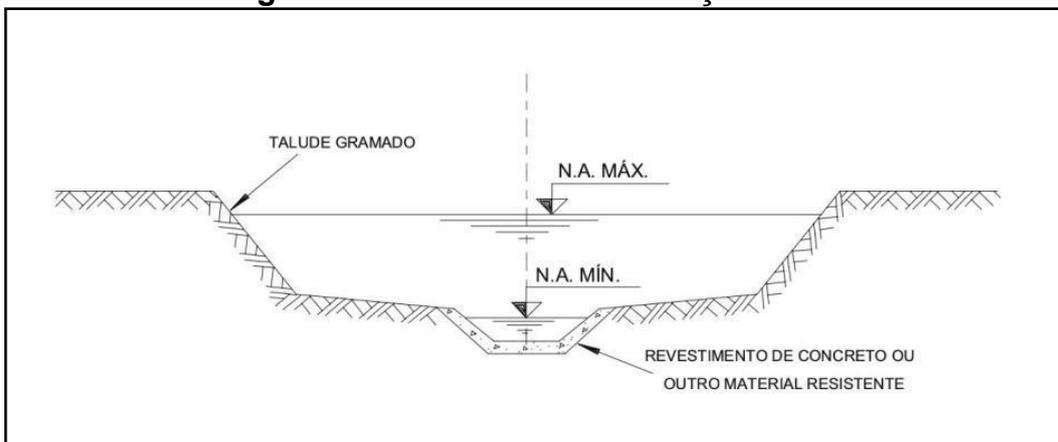
Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

Figura 16: Canal em concreto - seção trapezoidal com base reduzida



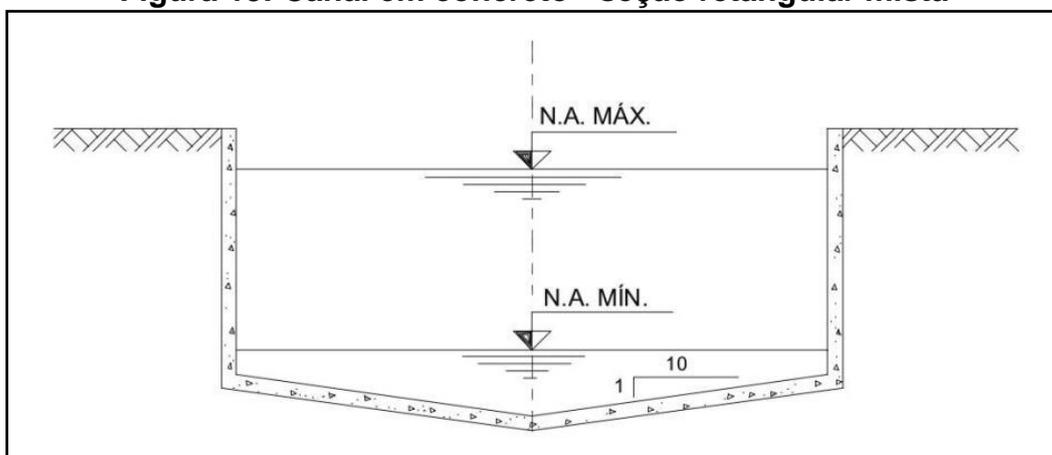
Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

Figura 17: Canal escavado - seção mista



Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

Figura 18: Canal em concreto - seção retangular mista



Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

2.2. Galerias de Grandes Dimensões

Em projetos de drenagem urbana, galerias de grandes dimensões ($> \varnothing 1,5 \text{ m}$) são utilizadas em áreas densamente urbanizadas em virtude principalmente da limitação de espaço e das restrições impostas pelo sistema viário.

a) Aplicação

Ao projetar uma galeria de grandes dimensões, é muito importante ter presentes as limitações desse tipo de conduto, que em linhas gerais, são as seguintes:

- As galerias têm capacidade de escoamento limitada ao seu raio hidráulico relativo à seção plena, que é inferior à sua capacidade máxima em regime livre. Em outras palavras, as galerias, ao passarem a operar em carga, sofrem uma redução de capacidade, que, muitas vezes, pode estar aquém das necessidades do projeto;
- Por serem fechadas, as galerias sempre apresentam condições de manutenção mais difíceis que os canais abertos, sendo relativamente grande a probabilidade de ocorrência de problemas de assoreamento e deposição de detritos, que resultam sempre em perda de eficiência hidráulica;
- Em determinadas circunstâncias, as galerias exigem a adoção de seção transversal de células múltiplas. Apesar desse tipo de configuração de seção transversal apresentar vantagens sob o ponto de vista estrutural, em termos de desempenho hidráulico e de manutenção, são bastante problemáticas. O principal inconveniente de natureza hidráulica consiste no fato de ser necessária a introdução de "janelas" ao longo das paredes internas para que haja uma equalização de vazões entre as células. Essas janelas, além de introduzir perdas localizadas não desprezíveis, constituem pontos de acúmulos de lixo e detritos que, além de reduzirem a seção livre para escoamento, causam perturbações no fluxo d'água que resultam em perda de energia, contribuindo para aumentar o coeficiente global de rugosidade, fato normalmente não considerado no projeto. Além disso, as galerias de células múltiplas existentes mostram, invariavelmente, a tendência de o escoamento das vazões menores se concentrarem em apenas uma célula, com assoreamento mais acentuado nas demais, resultando em perda de eficiência na veiculação de vazões próximas à de projeto, em virtude da redução da seção útil.

b) Recomendações para projeto

Pelas razões apontadas, sempre que possível, é conveniente adotar galerias de célula única, o que permite, inclusive, prever o fundo em forma de triângulo, possibilitando a concentração das vazões menores em sua parte central, favorecendo o carreamento natural do material sedimentável.

Nos casos em que não seja possível evitar a utilização de galerias de células múltiplas, julga-se razoável propor as recomendações a seguir com o propósito de melhorar a eficiência das mesmas, ou de pelo menos minimizar seus inconvenientes:

- Se possível, introduzir trechos em canal aberto que atuariam como elementos de homogeneização do fluxo d'água, situando-os principalmente nos locais de entrada das principais contribuições laterais, de modo a evitar a necessidade de janelas nas paredes internas dos tramos de galeria. Além da sua função hidráulica, os trechos em canal aberto, conforme proposto, constituiriam pontos de acesso para manutenção e limpeza em condições mais razoáveis de acesso do que no caso de galeria fechada;
- Nos casos em que as galerias de células múltiplas não possam ser evitadas, é preferível optar por galeria de apenas duas células. Se for necessária a utilização de janelas de equalização, estas devem ser dimensionadas considerando as diferenças das afluências em cada célula, por trecho de galeria, que deverão transpassar de lado. Para simplificação na execução, esse dimensionamento deve ser encarado basicamente como uma verificação das dimensões e espaçamento entre janelas, de modo que a transferência de vazões de uma célula para outra seja assegurada. Julga-se também recomendável, no sentido de reduzir o problema de retenção de detritos nas janelas, que o bordo vertente das mesmas esteja situado de $1/2$ a $2/3$ da altura livre da galeria;
- Nos pontos em que é mais provável o acúmulo de detritos, como nas confluências, bifurcações, janelas de equalização e curvas mais acentuadas, devem ser projetadas caixas que permitam o acesso a equipamentos de limpeza e remoção de detritos;
- Conforme já destacado, as galerias celulares, em virtude da necessidade de janelas nas suas paredes internas, possuem coeficiente de rugosidade global maior do que as galerias de células simples.

2.3. Dispositivos de Armazenamento

A utilização de dispositivos de armazenamento em projetos de drenagem urbana não é uma tradição no Brasil. A literatura técnica internacional mostra, contudo, que esse tipo de instalação vem sendo crescentemente utilizado praticamente em todos os países de primeiro mundo há mais de vinte anos.

Cabe destacar que, na fase inicial de desenvolvimento das obras de drenagem urbana, o princípio fundamental que norteava os projetos era o de garantir o rápido escoamento das águas. Com o crescimento das áreas urbanas, especialmente nas atuais metrópoles, os picos de cheias dos cursos d'água principais passaram a alcançar níveis extremamente elevados em relação às condições primitivas de ocupação, com graves problemas de inundação. Isso permitiu constatar que a filosofia de projeto de obras de drenagem deveria ser radicalmente alterada, no sentido de propiciar maiores tempos de permanência das águas precipitadas sobre uma dada bacia, com o propósito de reduzir as vazões de pico excessivamente elevadas nos pontos mais a jusante da mesma.

A partir de então, os dispositivos de retenção passaram a ter uma especial importância nos projetos de drenagem urbana.

Além do que já foi dito, acrescentam-se os benefícios de caráter ambiental e estabilidade morfológica dos cursos d'água receptores que, com isto, não têm a mesma amplitude de variação de vazões escoadas, em comparação com os projetos em que se contemplam apenas as soluções de canalização.

A função básica dos dispositivos de armazenamento é a de retardar as águas precipitadas sobre uma dada área, de modo a contribuir para a redução das vazões de pico de cheia em pontos a jusante.

Os dispositivos de armazenamento compreendem dois tipos distintos que são os de controle na fonte e os de controle a jusante.

Os dispositivos de controle na fonte são instalações de pequeno porte colocadas próximas ao local de origem do escoamento superficial, de modo a permitir uma utilização mais eficiente da rede de drenagem a jusante.

Esse tipo de dispositivo possui grande flexibilidade em termos de escolha de local de implantação, apresenta possibilidade de padronização da instalação, permite uma melhoria das condições de drenagem a jusante, bem como do controle em tempo real das vazões. Permite, ainda, um incremento de capacidade de drenagem global do sistema.

Por outro lado, dificulta o monitoramento e a manutenção destas pequenas

unidades instaladas em grande número e em diferentes locais. Isto implica também em elevados custos de manutenção.

Os dispositivos de controle a jusante, por outro lado, envolvem um menor número de locais de armazenamento. As obras de armazenamento podem, por exemplo, estar localizadas no extremo de jusante de uma bacia de drenagem de porte apreciável, ou mesmo numa sub-bacia de porte também expressivo.

Esta modalidade de controle permite reduzir o custo de implantação em relação ao caso de grande número de pequenas instalações de controle na fonte e apresenta maior facilidade de operação e manutenção com custos mais reduzidos. Por outro lado, apresenta maior dificuldade para encontrar locais adequados para sua implantação, com custos de desapropriação mais elevados, além de encontrar uma maior resistência na opinião pública quando se trata de reservatórios de armazenamento ou barramentos de maior porte.

É necessário destacar que não há uma distinção clara entre os dois tipos de dispositivos mencionados, existindo dispositivos que se enquadram em ambos os tipos. Para melhor esclarecer a terminologia acima apresentada são descritos adiante, com mais pormenores, os diferentes tipos de dispositivos existentes. O **Quadro 2** dá uma visão geral dos diferentes tipos de dispositivos de armazenamento ou retenção normalmente utilizados.

De uma forma geral, os dispositivos de controle na fonte dependem de investimento da iniciativa privada, que só serão obtidos a partir de incentivos fiscais e legislação específica, cujos princípios podem ser estabelecidos em plano diretor de drenagem.

Para os projetos de macrodrenagem aqui tratados devem ser consideradas as medidas de controle a jusante.

Quadro 2: Classificação dos dispositivos de armazenamento ou retenção

Classificação dos Dispositivos de Armazenamento ou Retenção		
Controle na fonte	Disposição local	1. Leitões de infiltração 2. Bacias de percolação 3. Pavimentos porosos
	Controle de entrada	1. Telhados 2. Estacionamento
	Detenção na origem	1. Valas 2. Depressões secas 3. Lagos escavados 4. Reservatórios de Concreto 5. Reservatório tubular
Controle a jusante	Detenção em linha	1. Rede de galerias 2. Reservatório tubular 3. Reservatório de Concreto 4. Túnel em rocha 5. Reservatório aberto
	Detenção lateral	1. Reservatórios laterais

Fonte: Drenagem Urbana, ABRH, 1995.

3. DADOS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO

- a) Planta de situação e localização dentro do município, extraído do MOC - Mapa Oficial da Cidade;
- b) Plantas do levantamento aerofotogramétrico da bacia em estudo, escala 1:10.000 e 1:2.000;
- c) Planta contendo o levantamento planialtimétrico do local, em escala 1:500 (ou 1:1.000 nos estudos de viabilidade);
- d) Perfil do terreno contendo o nivelamento com estaqueamento de 20 em 20 metros coincidindo com o eixo da estrutura hidráulica que se está projetando. A cada estaca deverão ser indicadas as cotas do talvegue do curso d'água, de topo das suas margens e de fundo da galeria existente, conforme o caso. Recomenda-se apresentar o perfil em escala (Horizontal 1:500 e Vertical 1:50) e na mesma prancha que a planta correspondente;
- e) Cadastro das galerias existentes contendo o traçado e posição dos vários dispositivos de drenagem e das conexões e galerias com seus diâmetros. Os poços de visita deverão ter assinalada a cota da tampa e a profundidade das tubulações de entrada e saída. Deverá ser tomada a cota de fundo das galerias no ponto de despejo em córregos e canais;

- f) Cadastro especial das galerias existentes que permitam acesso a equipamentos topográficos necessários à realização desse tipo de levantamento, geralmente com altura interna superior a 1,50 m;
- g) Projetos anteriores referentes ao mesmo local e projetos, cuja rede de drenagem irá se conectar com o sistema de galerias que está sendo projetado;
- h) Cadastro das redes de concessionárias que interferem com o local em estudo;
- i) Devem ser obtidos dados relativos à urbanização da bacia nas situações atual e futura com base no tipo de ocupação das áreas (residencial, comercial, industrial ou institucional), porcentagem de ocupação dos lotes, ocupação e recobrimento do solo nas áreas não urbanizadas pertencentes à bacia lei de zoneamento válida para o local e planos de urbanização;
- j) Indicações sobre os níveis de enchente do curso d'água que irá receber o lançamento final.

4. TIPOS DE PROJETO

4.1. Projeto de Rede de Macrodrenagem

Aplica-se a extensas áreas e, geralmente, é realizado para planejamento urbano, podendo fazer parte do plano diretor de drenagem da região. Esse tipo de projeto tem nível de detalhamento de um Estudo de Viabilidade. Cada estrutura hidráulica, por sua vez, deverá ser detalhada através de Projetos Básico e Executivo específicos.

O objetivo desse estudo é o de compatibilizar as vazões dos diversos cursos d'água da região, propondo estruturas hidráulicas tanto para escoamento quanto para reservação das águas pluviais, mais adequadas a cada local. Podem ainda ser propostas outras medidas para controle das cheias.

4.2. Projeto de Canalização de Curso D'água Natural

É o tipo mais frequente de projeto de macrodrenagem, trata de um curso d'água específico, propondo uma estrutura hidráulica adequada à ocupação que se pretende dar ao fundo de vale. Atualmente em áreas urbanas, o projeto de canalização propriamente dito faz parte de um projeto multidisciplinar, onde é estudado também o sistema viário, as obras de arte, a pavimentação e a urbanização do fundo de vale; dessa forma, o aproveitamento desse espaço pode ser feito de uma maneira mais racional para as suas

diversas utilidades – drenagem, viário, equipamentos urbanos, sistemas de transportes, rede de concessionárias, etc.

Destaca-se, ainda, a importância do estudo de alternativas nos projetos de canalização, para que a solução proposta seja realmente considerada a mais adequada sob o aspecto técnico e financeiro.

No projeto básico, esse estudo deve apontar qual o tipo de estrutura hidráulica é a mais adequada (galeria, canal ou reservatório) e, ainda, o sistema construtivo. No caso de um canal, este pode ser adotado em gabião, grama ou concreto, pré-moldado ou moldado in loco, trapezoidal ou retangular e assim por diante.

No projeto executivo, deve ser feita uma revisão entre os sistemas construtivos, tipo de estrutura hidráulica já adotada, e estudado o método executivo mais indicado para o caso.

4.3. Projeto de Recuperação de Rede de Drenagem

Em áreas de urbanização mais antiga, o sistema de drenagem geralmente apresenta uma série de problemas, surgindo a necessidade de recuperação dos casos mais críticos. Os principais problemas verificados nessas galerias antigas são:

- a) Galerias dimensionadas com critérios inadequados ou executadas sem projeto;
- b) Galerias em colapso estrutural devido à presença de águas agressivas, aumento da carga proveniente da alteração do uso da via sobre a mesma, obstrução por fundação de edifícios ou tubulações de concessionárias;
- c) Galerias executadas de maneira diferente que o projeto, quando não é seguida a sua declividade e até mesmo as dimensões são alteradas por problemas construtivos.

Para buscar uma solução para as enchentes causadas por esses problemas, é necessário iniciar o estudo por um diagnóstico da situação, baseado em uma coleta de dados, e especialmente no cadastro completo das galerias existentes. O estudo da capacidade das galerias pode ser bastante complexo quando são encontradas muitas singularidades e mudanças de seção e de declividade. O diagnóstico da situação deve apresentar não só as condições hidráulicas da rede de drenagem estudada, mas também, as suas condições estruturais e, ainda, apontar as irregularidades como obstrução, pontos de acúmulo de detritos e níveis de assoreamento.

A partir desse diagnóstico, deverão ser estudadas as soluções mais indicadas para cada caso. Considerando que as intervenções na região central são bastante onerosas e causam grandes transtornos, deverão ser também consideradas as soluções parciais para o problema estudado.

Assim, a recuperação de uma galeria existente poderá em alguns casos representar uma melhoria significativa com custo mais reduzido, apesar de não ter a capacidade de escoamento para uma vazão correspondente ao período de retorno de projeto. As soluções que deverão ser estudadas são, entre outras:

a) Recuperação da galeria existente

É composto de um conjunto de obras ao longo da mesma com o objetivo de restabelecer as condições originais da galeria, para que volte a utilizar sua capacidade máxima de escoamento. A recuperação pode abranger os serviços de:

- Remoção de dutos de concessionárias;
- Remoção de estacas ou outras obstruções;
- Recuperação ou reforço estrutural;
- Substituição completa de trechos mais danificados;
- Desassoreamento e remoção de detritos;
- Revestimento interno para diminuição de rugosidade e proteção contra águas agressivas.

Esse tipo de obra, em geral, apresenta um custo mais reduzido em relação a outras alternativas, mas pode não ser a solução definitiva para o problema estudado.

b) Reforço parcial da galeria existente

Aplica-se a galerias onde o diagnóstico da situação revelar uma deficiência mais acentuada em determinado trecho. Essa deficiência pode estar em um trecho com seção transversal reduzida ou em colapso estrutural sem possibilidade de recuperação. Nesses casos, o reforço parcial da galeria no trecho comprometido tem como objetivo utilizar a plena capacidade do sistema do restante da galeria a um custo mais reduzido.

c) Reforço completo da galeria existente

Quando o diagnóstico apontar uma deficiência maior no sistema existente, a solução mais usual é a execução de uma nova galeria que complemente a existente, dando condições de escoamento para a vazão calculada para a chuva de projeto.

Essa nova galeria deverá ser projetada paralela à existente, mas, em alguns casos, será mais econômico adotar um traçado diferente, de modo a reduzir a sua extensão e evitar interferências.

Esse tipo de solução apresenta, em geral, custo elevado, pois a região onde são implantadas tem sua urbanização consolidada e a obra deve equacionar problemas de tráfego, remoção de interferências, demolição e reconstrução de sistema viário, desapropriação, etc.

d) Substituição da galeria existente

É a alternativa adotada quando o sistema existente apresenta uma capacidade hidráulica muito baixa, que pode ser desprezada, ou tem um comprometimento estrutural muito grande, cuja recuperação se torna antieconômica. Ocorrem também casos em que não há espaço suficiente para acomodar a nova galeria sem a remoção da existente. Nesse caso, a nova galeria será dimensionada para receber toda a vazão de projeto, sendo desativada a galeria existente. É a solução mais onerosa e deve ser adotada quando as demais se mostram inviáveis sob o aspecto técnico ou econômico.

Sempre que a galeria existente não for utilizada na solução proposta de drenagem, esta deverá ser preferencialmente removida ou, quando não for possível, tamponada com material granular fino para evitar o colapso da obra.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A elaboração do projeto de macrodrenagem compreende várias etapas, que não precisam ser necessariamente desenvolvidas na mesma sequência apresentada a seguir, e ainda algumas atividades são repetidas ao longo dos trabalhos, como por exemplo, a vistoria ao local. As principais atividades a cumprir dentro do projeto de macrodrenagem são:

5.1. Estudo De Viabilidade

- a) Coleta e análise dos dados relacionados no item 3;

- b) Na planta do levantamento aerofotogramétrico destacar em linhas gerais os cursos d'água e galerias principais da área em estudo e delimitar as respectivas bacias de contribuição;
- c) Vistoria ao local;
- d) Elaboração de planta de bacia com a definição dos pontos de acréscimo de vazão e subdivisão das bacias principais e cálculo das áreas;
- e) Cálculo da vazão contribuinte para cada trecho dos cursos d'água ou canalizações em estudo para o período de retorno de projeto;
- f) Pré-dimensionamento hidráulico das estruturas de drenagem adequadas ao local;
- g) Estudo das alternativas de soluções não convencionais e de estruturas de reservação para o local;
- h) Compatibilização das alternativas estudadas com os demais elementos que compõem o projeto: viário, obras-de-arte e com as interferências cadastradas;
- i) Estudo preliminar do método construtivo a adotar para cada uma dessas soluções;
- j) Elaboração dos respectivos orçamentos;
- k) Apresentação do estudo de alternativas para definição da solução ou soluções a serem detalhadas;
- l) Detalhamento da(s) alternativa(s) aprovada(s);
- m) Conclusão e apresentação do Estudo de Viabilidade.

5.2. Projeto Básico

- a) Revisão do estudo de viabilidade;
- b) Coleta de dados complementares;
- c) Levantamentos topográficos e cadastrais;
- d) Vistoria ao local;
- e) Estudo hidrológico, já levando em consideração o tipo de estrutura hidráulica adotado para o cálculo do tempo de concentração;
- f) Dimensionamento hidráulico completo, inclusive com estudo de remanso, regime de escoamento, estudo de linha d'água, singularidades, podendo ainda ser utilizada modelagem matemática ou física conforme o caso;
- g) Sondagens;
- h) Estudo de método executivo;
- i) Detalhamento da solução adotada;

- j) Orçamento e especificações técnicas;
- k) Conclusão e apresentação do Projeto Básico.

5.3. Projeto Executivo

- a) Revisão do Projeto Básico;
- b) Coleta de dados e levantamentos topográficos complementares;
- c) Vistoria ao local;
- d) Estudo hidrológico e hidráulico, caso as características da estrutura hidráulica
- e) proposta no projeto básico sejam alteradas;
- f) Projeto de fundações, estrutural e dos demais elementos que compõem o estudo;
- g) Conclusão e apresentação do projeto executivo.

6. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO

Deverá ser evitado o escoamento próximo ao regime crítico para a vazão máxima de projeto ou para a vazão de dimensionamento, ou seja, o número de Froude deve situar-se abaixo de 0,8 ou acima de 1,2.

O tipo de escoamento mais adequado é o subcrítico, podendo em alguns casos ser também dimensionados canais para regime supercrítico nas seguintes condições:

- Não deverão ser aplicados à galerias fechadas
- Os canais deverão ser preferencialmente retilíneos e sem grandes irregularidades

As velocidades de escoamento para galerias e canais deverão obedecer ao preconizado na **NTPD-06**. Adicionalmente, a velocidade para a vazão de base deverá ser superior a 0,5 m/s. Caso não se disponha de dados para a obtenção da vazão de base poderá ser considerada como sendo de 10% da vazão de projeto. Para canais revestidos com grama ou em terra a velocidade máxima admissível deverá ser estabelecida de acordo com o tipo de solo, de modo a não causar erosão nas margens do canal projetado. Para os degraus com altura superior a 1,50m deverá ser prevista proteção de fundo em concreto especial ou pedra.

O degrau da tampa da galeria deverá ser posicionado a jusante do degrau do fundo a uma distância maior que a altura da galeria.

O fundo dos canais e galerias não deverá ser horizontal segundo corte transversal. Deverá ter caimento para o centro com 0,5% de declividade mínima.

A linha d'água para a vazão de projeto dos afluentes deverá estar preferencialmente acima da linha d'água do curso principal. Caso isso não seja viável, deverá ser estudado o efeito do remanso nesses afluentes.

**APÊNDICE 2:
NOTAS DE SERVIÇOS PARA MACRODRENAGEM**

NOTAS DE SERVIÇOS PARA MACRODRENAGEM

ÍNDICE

APÊNDICE 2: NOTAS DE SERVIÇOS PARA MACRODRENAGEM.....	303
1. OBJETIVO.....	305
2. EXECUÇÃO.....	305
3. SERVIÇOS.....	305
3.1. Serviços Preliminares.....	305
4. MOVIMENTO DE TERRA.....	307
4.1. Drenagem do Terreno.....	307
4.2 Escavações Cargas e Transportes.....	308
4.3 Aterro e Compactação.....	310
5. INFRAESTRUTURA.....	311
5.1. Serviços Gerais da Fundação.....	311
6. SUPERESTRUTURA.....	311
6.1 Formas.....	311
6.2 Armaduras.....	312
6.3 Concreto.....	314
7. PISOS EXTERNOS.....	315
7.1 Lastros.....	315
8. LIMPEZA.....	315
8.1 Limpezas Diversas e Remoções de Entulhos.....	315
9. PAVIMENTAÇÃO VIAS PÚBLICAS.....	316
10. PAISAGISMO.....	316
11. FECHAMENTO.....	316

NOTAS DE SERVIÇOS PARA MACRODRENAGEM

1. OBJETIVO

As informações contidas nestas notas de serviço e o anteprojeto complementam-se entre si. Os materiais e equipamentos empregados na execução dos serviços deverão estar de acordo com as especificações e normas técnicas brasileiras da ABNT.

2. EXECUÇÃO

O cumprimento do especificado será de responsabilidade e custeado diretamente pela empresa reconhecida contratualmente como executante da obra, doravante simplesmente denominada como "**EXECUTANTE**", sendo o acompanhamento executivo realizado pelo(s) representantes(s) indicado(s) pela Prefeitura Municipal de Itaí, doravante simplesmente denominado(s) por "**FISCALIZAÇÃO**".

Deverão ser tomadas todas as providências necessárias, conforme exigido pela NR-18, quanto à sinalização e eventuais isolamentos para a segurança dos usuários no local.

3. SERVIÇOS

3.1. Serviços Preliminares

3.1.1. Demolições e Retiradas

Antes de ser iniciada qualquer obra de demolição, as linhas de abastecimento de energia, água, gás e outros inflamáveis, substâncias tóxicas e as canalizações de esgoto e de escoamento de água pluvial deverão ser desligadas, retiradas ou protegidas ou isoladas, respeitando às normas e determinações em vigor. Para tanto a **EXECUTANTE** deverá entrar em contato com suas concessionárias para a realização de tais procedimentos.

As construções vizinhas à obra de demolição, com anuência de seus proprietários, terão de ser examinadas, prévia e periodicamente, para ser preservada a sua estabilidade e a integridade física de terceiros.

Toda demolição será programada e dirigida por responsável técnico legalmente habilitado.

Os elementos provenientes da demolição não poderão ser abandonados em posição que torne viável o seu desabamento, provocado por ações eventuais, deverão ser removidos imediatamente do local da obra.

Os materiais provenientes da demolição e remoção, deverão ser previamente umedecidos.

As demolições deverão ser executadas com ferramentas e equipamentos adequados a cada tipo de serviço, de forma segura para todos os operários e eventuais transeuntes.

Os fragmentos pesados ou volumosos, deverão ser removidos mediante o emprego de dispositivos mecânicos adequados.

Os materiais remanescentes das demolições e que possam vir a ser reaproveitados deverão ser transportados pela **EXECUTANTE** para os locais indicados pela **FISCALIZAÇÃO**.

A **EXECUTANTE** deverá realizar a limpeza do terreno na faixa de intervenção do canal, cuja largura será fornecida pelo Departamento de Engenharia, Obras e Serviços da Prefeitura. O serviço consistirá na execução dos serviços executados mecanicamente e manualmente com auxílio de ferramental apropriado para a roçada, derrubada de árvores e arbustos, destocamento, fragmentação de galhos e troncos, empilhamento e transporte, abrangendo: a remoção de vegetação, árvores e arbustos, com diâmetro do tronco até 15 cm, medidos na altura de 1,00 m do solo, capim, etc.; arrancamento e remoção de tocos, raízes e troncos; raspagem mecanizada da camada de solo vegetal na espessura até 15 cm.

3.1.2. Diversos

A placa para identificação da obra, deverá englobar os módulos referentes às placas do Governo do Estado de São Paulo, da empresa **EXECUTANTE**, e do cronograma da obra, marcas, logomarcas, assinaturas e título da obra, conforme especificações do Manual de Padronização de Assinaturas do Governo do Estado de São Paulo e da Prefeitura.

O local para posicionamento e fixação da placa será definido pela **FISCALIZAÇÃO**. Os materiais e tintas empregados pela **EXECUTANTE** na produção da placa de obra deverão ser de boa qualidade de forma a garantir sua durabilidade por todo o tempo da execução da obra.

A placa será fixada em estruturas de madeira, suficientemente resistente para suportar a ação dos ventos. Após o término da obra, a placa deverá ser entregue em local específico a ser determinado pela **FISCALIZAÇÃO**.

Os módulos de container destinado ao canteiro deverão desmontados e removidos completamente após a conclusão dos serviços.

A limpeza, segurança, vigilância, manutenção e conservação das instalações que compõem o canteiro de obras serão de responsabilidade exclusiva da **EXECUTANTE**, até o término dos serviços e consequente desmobilização.

Serão de responsabilidade da **EXECUTANTE**: a segurança física de seus empregados, a guarda e a conservação de todos os materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios e instalações do canteiro de obras.

A **EXECUTANTE** deverá manter permanentemente, em regime de 24 (vinte e quatro) horas, sistema de vigilância, efetuado por pessoal devidamente habilitado e uniformizado durante todo o tempo de utilização do canteiro de obras, até sua completa desativação.

3.1.3. Locação da Obra

A locação do canal deverá ser executada pela **EXECUTANTE** através de profissionais habilitados, utilizando-se para tanto instrumentos e métodos adequados, que deverão implantar marcos (estacas de posição) com cotas de nível perfeitamente definidas para demarcação dos eixos e definição da profundidade do canal.

Antes do início das escavações a marcação da obra deverá ser conferida pelo responsável técnico da obra.

Todas as operações de locação e conferência topográfica, ficarão a cargo e sob-responsabilidade da **EXECUTANTE**.

4. MOVIMENTO DE TERRA

4.1. Drenagem do Terreno

A **EXECUTANTE** deverá junto as faces externas de todas as paredes do canal e das juntas das aduelas de concreto armado, fixar mantas geotêxteis de 300 gramas/m².

Para execução do canal deverá ser procedido o rebaixamento do lençol freático por meio do processo de Ponteiras Filtrantes

Deverão ser executados barbacãs devidamente espaçados para drenagem do lençol freático e alívio da pressão sobre as paredes do canal. Os mesmos serão constituídos de tubo de PVC, tipo ponta e bolsa com virola, diâmetro de 50 mm, com acessórios, pedra britada, manta geotêxtil.

4.2. Escavações Cargas e Transportes

Os equipamentos a serem utilizados, deverão ser adequados aos tipos de escavações, além de disporem de suas normais condições de conservação e serem operados por profissionais devidamente habilitados.

As valas ou cavas serão escavadas segundo o seu eixo diretor, nas larguras e nas cotas indicadas adiante e pelos desenhos de projeto.

A profundidade das valas deverá obedecer às cotas do projeto.

As escavações deverão ser executadas de forma a ficar garantida a sua permanente segurança, devendo para tanto serem conhecidas as seções de projeto e os métodos executivos propostos pela **EXECUTANTE** e aprovados pela **FISCALIZAÇÃO**. A responsabilidade pela estabilidade e segurança das escavações será unicamente da **EXECUTANTE**.

O material escavado, considerado bom para o reaterro, poderá ser, a critério exclusivo da **FISCALIZAÇÃO**, depositado fora das bordas da vala, para posterior reaproveitamento, desde que respeitada distância de segurança requerida pelas normas técnicas vigentes.

Os solos não aproveitáveis para o reaterro das valas e cavas deverão ser removidos e espalhados nas áreas de bota-fora aprovadas, ou em local indicado pela **FISCALIZAÇÃO**.

Qualquer excesso de escavação por desacordo com as larguras projetadas das valas, desmoronamento de materiais, ruptura hidráulica de fundo de vala ou cava ou deficiência de escoamento, será de responsabilidade da **EXECUTANTE**.

A **EXECUTANTE** será responsável por qualquer desmoronamento ou recalque de terreno ou danos em estruturas, edificações vizinhas e outras instalações, provocadas pela execução das escavações, arcando com os custos de restauração e/ ou reparos necessários.

Nas escavações com profundidade de até 4,00 m (quatro metros) poderão ser utilizadas retroescavadeiras, devendo os taludes receber escoramento.

Nas áreas de trabalho de escavação mecanizada, deverão permanecer apenas os operadores devidamente habilitados e as pessoas autorizadas, sendo que, essas áreas deverão possuir sinalização de advertência, inclusive noturna, e barreira de isolamento em todo o perímetro da escavação. Os acessos de operários, veículos e equipamentos às áreas de escavação deverão ter sinalização permanente.

Deverá ser feita nova inspeção de escavações depois da ocorrência de chuvas, ventania ou quaisquer fenômenos que possam aumentar os riscos de acidentes ou desmoronamentos.

Deverá ser realizado o escoramento de toda vala aberta para execução do canal, por meio de estroncas de eucalipto com casca, diâmetro de 0,20 m; madeiramento em cedrinho bruto; escoramento lateral de vala por meio de tábuas de cedrinho, instaladas verticalmente, justapostas umas às outras; travamento horizontal com as vigas de cedrinho, espaçadas verticalmente de 1,00 m, em toda a sua extensão; travamento perpendicular à superfície escorada com estroncas de eucalipto, espaçamento vertical de 1,00 m, e horizontal de 1,35 m, a menos das extremidades das vigas de cedrinho, das quais as estroncas devem ser colocadas a 0,40 m.

A carga, o transporte e a descarga de solo, deverão ser executados com o emprego de equipamentos adequados, em boas condições de operação e conservação.

O transporte deve ser feito por caminhões basculantes, ou outro tipo de veículo adequado ao tipo de material a ser transportado.

A **EXECUTANTE** deverá observar as leis de segurança do trânsito para a efetivação dos transportes, tais como, condução por motoristas habilitados, coberturas das cargas, condições de segurança dos veículos, sinalização adequada dos locais de saída, velocidade admissível, etc.

Caberá à **EXECUTANTE**, em conjunto com a Secretaria Municipal de Trânsito, a execução e a manutenção de toda a sinalização viária provisória necessária para a realização dos transportes.

A **EXECUTANTE** deverá manter os acessos e vias públicas em condições de uso permanente quando assim for possível.

A **EXECUTANTE** responderá por todos os acidentes de tráfego se envolverem veículos próprios ou de seus subcontratados.

4.3. Aterro e Compactação

O reaterro das valas deverá ser processado após a execução das peças estruturais do canal, devendo ser executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas, tubulações e o bom acabamento da superfície.

Os trabalhos de reaterro serão executados com cuidados especiais, evitando-se possíveis danos às estruturas, quer por impactos de ferramentas e equipamentos utilizados, quer por carregamentos exagerados e/ ou assimétricos.

O reaterro deverá ser executado com material escolhido, sem detritos vegetais, em camadas com espessura máxima de 0,20 m (vinte centímetros) molhadas e apiloadas de modo a ser evitado o surgimento de fendas, trincas e desníveis por recalque das camadas aterradas.

As superfícies a serem aterradas deverão ser previamente limpas, cuidando-se para que nelas não haja nenhuma espécie de vegetação, nem qualquer tipo de entulho, quando do início dos serviços.

Os trabalhos de reaterro das valas ou cavas terão de ser executados com material escolhido, de preferência areia ou terra, nunca turfa e argila orgânica, sem detritos vegetais, pedras ou entulho em camadas sucessivas.

A **FISCALIZAÇÃO** deverá aprovar o material escolhido para ser usado como reaterro.

A compactação deverá ser executada, mediante processos mecânicos até atingir um grau de dureza pelo menos igual ao do solo adjacente.

Os processos mecânicos de compactação recomendados serão mediante o emprego de compactadores dotados de placa vibratória pneumática e a combustão.

Após a conclusão dos serviços de reaterro compactado, o excesso do material escavado deverá ser espalhado para a regularização superficial do terreno ou removido, espalhado e compactado em outros locais, conforme indicações da **FISCALIZAÇÃO**.

Os serviços de compactação de aterro que compreendem as atividades de espalhamento e compactação de materiais, deverão ser executados de forma a promover uma conformação ideal do solo, obedecendo as dimensões de projeto.

5. INFRAESTRUTURA

5.1. Serviços Gerais da Fundação

Os agregados precisarão ser armazenados convenientemente.

Na área de depósito é necessário providenciar para que a pedra britada ou rachão seja despejada em solo firme e limpo.

A execução de lastro de brita ou rachão nas espessuras e granulometrias indicadas, só poderá ser iniciada após as valas abertas receberem devido apiloamento.

O lastro de pedra britada deverá ser constituído por uma camada de pedra britada nº 2 (de 19 a 38 mm), compactada manualmente, com espessura de 10 cm (dez centímetros).

O lastro de pedra de mão tipo rachão deverá ser compactado mecanicamente, com espessura de 30 cm (trinta centímetros).

A granulometria das britas a ser utilizada deverá ser razoavelmente uniforme.

O lastro de concreto deverá ser aplicada sobre base molhada de maneira abundante, porém sem deixar água livre na superfície.

Será executado lastro de concreto com espessura de 5 cm (cinco centímetros) na superfície da base, devendo ser regularizada na forma plana e nivelada.

O concreto de lastro deverá ser lançado, espalhado, adensado e desempenado, sobre o lastro de brita graduada compactado.

6. SUPERESTRUTURA

6.1. Formas

A confecção das formas e do escoramento terá de ser feita de modo a haver facilidade na retirada dos seus diversos elementos. Em juntas maiores da forma ou em peças de cantos irregulares, dever-se-á melhorar a vedação com a utilização de tiras de espuma plástica.

As chapas de madeira compensadas a serem empregadas na execução de formas para peças estruturais em concreto armado de paredes, deverão ser resinadas, com espessura mínima de 12 mm (doze milímetros).

As chapas de madeira compensada para formas de concreto não poderão apresentar defeitos sistemáticos, tais como: desvios dimensionais (desbitolamento) além dos limites tolerados; número de lâminas inadequado à sua espessura; desvios no esquadro ou defeitos na superfície.

Seu armazenamento precisará ser em local fechado, coberto e apropriado para evitar-se a ação da água. As chapas deverão ser empilhadas na posição horizontal sobre três pontalotes posicionados no centro da chapa e a 10 cm (dez centímetros) de cada uma das bordas menores, evitando o contato com o piso, a pilha não deverá exceder a 40 cm (quarenta centímetros) de altura a fim de evitar sobrecarga.

Os sarrafos para engravatamento, os pontalotes de escoramento, deverão ser todos de cedrinho ou madeira equivalente.

A execução das formas e seus escoramentos deverá garantir nivelamento, prumo, esquadro, paralelismo, alinhamento de peças, conforme o estabelecido no projeto estrutural, além de impedir o aparecimento de ondulações na superfície pronta de concreto.

A **EXECUTANTE** deverá dimensionar os travamentos e escoramentos das formas de acordo com os esforços, considerando o efeito do adensamento.

As cotas e níveis das formas, deverão obedecer rigorosamente ao projeto executivo de estrutura.

As formas deverão ser escovadas e rejuntadas, além de molhadas antes do lançamento do concreto.

Nas superfícies internas das formas, deverá ser aplicado produto destinado a evitar aderência com o concreto (agente desmoldante); não podendo ser usado óleo queimado ou outro material que prejudique a uniformidade.

As formas e escoramentos deverão ser retirados de acordo com as normas (ABNT).

6.2. Armaduras

As armações estruturais deverão ser executadas nas conformações detalhadas em projeto, que será entregue à **EXECUTANTE** pela **FISCALIZAÇÃO**, observando-se estritamente o número, camadas, dobramentos, espaçamentos e bitolas dos diversos tipos de barras retas e dobradas, fazendo-se perfeitas amarrações das armaduras, de maneira que sejam mantidas nas suas posições durante a concretagem.

As barras laminadas de seção circular e os fios treliçados a serem empregados nas armações, deverão ser de aço comum tipo CA - 50 FYK = 500 MPa, conforme qualificações estabelecidas pela ABNT.

Os aços de categoria CA - 50 não poderão ser dobrados em posições diferentes daquelas indicadas em projeto, quer para o transporte, quer para facilitar a montagem ou travamento de formas nas dilatações.

O emprego de aço de características diferente da especificada em projeto, será proibido, salvo em situações especiais, justificadas e previamente aprovadas pela **FISCALIZAÇÃO** e pelo autor do projeto estrutural, observando-se rigorosamente a equivalência de seção transversal.

As armações poderão ser montadas com antecipação, neste caso, deverão ser guardadas e transportadas cuidadosamente a fim de que não sofram deformações.

A soldagem em barras da armadura, no sentido de aumentar o seu comprimento somente será executada por especialista e quando autorizada pela **FISCALIZAÇÃO**.

A ferragem deverá ser colocada limpa nas formas, isenta de crostas soltas de ferrugem e terra, óleo e graxa, e estar fixa de modo a não sair da posição durante a concretagem.

Nenhuma peça ou elemento estrutural poderá ser concretado sem a prévia e minuciosa verificação por parte da **EXECUTANTE**, das perfeitas disposições, dimensões, conformações e espaçamento das armaduras correspondentes, bem como o exame da colocação dos barbacãs, e outras tubulações que eventualmente serão embutidas na massa de concreto.

A fixação das barras nas formas, deverá ser feita através de dispositivos apropriados (cavaletes, tirantes, elementos transversais, etc), que garantam a sua imobilidade durante a concretagem e a vibração. Estes dispositivos deverão ser empregados de modo a não provocar a formação de nichos ou outros defeitos de concretagem.

O perfeito recobrimento das armaduras, deverá ser garantido mediante a utilização de espaçadores, convenientemente distribuídos e com a espessura igual a do recobrimento previsto em projeto. Se os calços para concreto forem confeccionados na própria obra, a argamassa para sua fixação consistirá em uma parte de cimento e duas de areia, tendo ainda de conter água suficiente para que se obtenha uma pasta seca, deve-se utilizar arame galvanizado para a sua amarração.

Não será permitido o uso de pedras como calços.

6.3. Concreto

O concreto a ser aplicado, deverá satisfazer as condições de resistência fixadas pelo projeto estrutural, bem como as condições de durabilidade e impermeabilidade adequadas às condições de exposição na região.

Se o concreto for preparado fora do local das obras (usinado), o seu transporte deverá ser feito por meio de caminhões apropriados, dotados de betoneiras.

O fornecimento do concreto deverá ser feito de maneira contínua, não devendo decorrer intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre duas entregas sucessivas, para evitar o endurecimento parcial do concreto já colocado.

Os caminhões betoneira deverão permitir a entrega do concreto no canteiro de serviço, completamente misturado e uniforme.

Não será permitida em nenhuma hipótese, a adição de água suplementar no concreto descarregado.

As operações de lançamento do concreto deverão ser realizadas de maneira gradual e contínua, até ser preenchida toda a forma da peça.

O adensamento do concreto deverá ser efetuado durante e após o lançamento do concreto por meio de vibrador.

O concreto lançado deverá, mediante uma vibração adequada, envolver completamente a armadura e atingir todos os recantos da forma, não devendo haver a formação de ninhos de pedra, nem o deslocamento da ferragem que compõe a armadura.

No caso de falhas em peças concretadas, as mesmas deverão ser corrigidas logo após sua constatação, de maneira adequada e compatível.

As características e dosagem dos componentes do concreto deverão obedecer ao disposto nas Normas específicas da ABNT.

O fornecimento, lançamento, adensamento, cura e controle do concreto, deverão ser executados pela **EXECUTANTE**, de acordo com as especificações genéricas estabelecidas.

Sempre que a **FISCALIZAÇÃO** tiver dúvida a respeito da estabilidade dos elementos de estrutura, poderá solicitar provas de carga suplementares, para avaliar a qualidade e resistência das peças, com ônus para **EXECUTANTE**.

7. PISOS EXTERNOS

7.1. Lastros

Todos os passeios demolidos para execução dos serviços deverão ser restaurados devendo ser mantido seu acabamento original.

8. LIMPEZA

8.1. Limpezas Diversas e Remoções de Entulhos

Em caso de substituição, as tubulações existentes nas travessias, deverão ser removidas e encaminhadas até ponto determinado pela **FISCALIZAÇÃO**, colocando-os à disposição da administração.

Os entulhos, serão transportados pela **EXECUTANTE** e levados para o bota-fora ou para local específico previamente indicado pela **FISCALIZAÇÃO**. Fica a cargo da **EXECUTANTE** obter, se necessário, a autorização para locais de bota-fora, junto aos órgãos competentes.

O transporte deverá ser feito por caminhões basculantes, ou outro tipo de veículo adequado no tipo de material, a ser transportado.

O percurso será previamente definido e, devidamente aprovado pela **FISCALIZAÇÃO**.

A **EXECUTANTE** deverá observar as leis de segurança do trânsito para a efetivação dos transportes, tais como, condução por motoristas habilitados, coberturas das cargas, condições de segurança dos veículos, sinalização adequada dos locais de saída, velocidade admissível, etc.

Não será permitido o tráfego de veículos julgados inadequados ou com os equipamentos de segurança e sinalização deficientes.

A **EXECUTANTE** responderá por todos os acidentes de tráfego, em que se envolverem veículos próprios ou de seus subcontratados.

Todo o entulho considerado inservível deverá ser imediatamente transportado para o local do bota-fora onde deverá ser lançado.

O carregamento do entulho à ser retirado das obras, deverá ser executado mediante o emprego de processos mecanizados, de acordo com tipo e dimensão dos materiais, de forma a promover uma adequada distribuição das cargas nos veículos de transporte.

Nas áreas de carregamento dos caminhões basculante ou similares, deverão permanecer apenas os operadores devidamente habilitados e a **EXECUTANTE** se responsabilizará sobre todos os danos causados por alguma propriedade ou transeuntes.

Todo entulho gerado durante a execução dos serviços não poderá ficar na obra por um período superior à 48 horas após a sua geração.

9. PAVIMENTAÇÃO VIAS PÚBLICAS

A **EXECUTANTE** deverá restaurar todos os revestimentos de vias públicas, guias e sarjetas, removidos para execução do canal, os mesmos deverão ser executados conforme padrão existente no local e descrições abaixo.

10. PAISAGISMO

Jardins removidos para execução dos serviços deverão ser restaurados após a conclusão destes, devendo a grama a ser plantada, ser do tipo batatais em placa.

11. FECHAMENTO

Deverá ser realizado o fechamento dos canais conforme detalhes contidos no projeto básico em anexo, sendo este constituído de guarda corpo tubular com tela em aço galvanizado, diâmetro de 1 1/2' não podendo ter altura inferior à 1,30 m e as telas deverão se de modo que uma esfera de **15 cm** de diâmetro não possa passar por nenhuma abertura.

**APENDICE 3:
METODOLOGIAS DE MANEJO DO SOLO PARA PROPRIEDADES RURAIS
LOCALIZADAS EM ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DE MICROBACIAS URBANIZADAS**

**APENDICE 3: METODOLOGIAS DE MANEJO DO SOLO PARA PROPRIEDADES
RURAIS LOCALIZADAS EM ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DE MICROBACIAS
URBANIZADAS**

Os trabalhos em microbacias urbanizadas podem ser executados com o emprego de diferentes técnicas, no entanto, normalmente é escolhida aquela que durante anos de experiência se revelou a mais eficiente. Em função da declividade do terreno, da cobertura vegetal nele existente, da capacidade que o solo tem em absorver a água da chuva, neste caso será aplicada a técnica de Terraceamento com curvas de nível e bacias de contenção, conforme ilustrado a seguir.

Exemplo de terraceamento com curval de nível



Fonte: Imagens do Internet.

Exemplo de terraceamento com curval de nível e bacias de contenção



Fonte: Imagens do Internet.

**APÊNDICE 4:
DETALHAMENTO DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DAS MATAS CILIARES
MUNICIPAIS**

**DETALHAMENTO DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DAS MATAS CILIARES
MUNICIPAIS**

ÍNDICE

DETALHAMENTO DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DAS MATAS CILIARES MUNICIPAIS 319

1. Programas, Projetos e Metas 321
2. Ações Estruturais – Plantio e Recuperação de Nascentes 323
3. Ações Não Estruturais - Programas Institucionais 324

QUADROS

- Quadro 01: Estimativa de custo para de mão-de-obra 321
- Quadro 02: Custo estimado de insumos e materiais 321
- Quadro 03: Custo estimado total por hectare 322
- Quadro 04: Estimativa de Custos por Bacia 322
- Quadro 05: Programas, Projetos, Ações e Metas para o sistema 324
- Quadro 06: Programas, Projetos, Ações e Metas para os Programas Institucionais 325

**DETALHAMENTO DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DAS MATAS CILIARES
MUNICIPAIS**

1. Programas, Projetos e Metas

As metas devem, na medida do possível, ser quantificáveis de modo que seu alcance seja mensurável e, por consequência, aferido. Devem também se referir a horizontes temporais.

Esta etapa deve definir os programas, projetos e ações para o atendimento das metas estabelecidas para a execução do Plano Diretor de Macrodrenagem.

Os projetos e ações darão subsídio para o alcance das metas e cada programa possui diversas metas para a sua execução, tais programas foram definidos em função de temáticas específicas. Os **Quadros 01** ao **03** apresentam a composição de custos de reflorestamento e recuperação de áreas

Quadro 01: Estimativa de custo para de mão-de-obra

Atividade	Unid.	Produção Diária por Homem	Dias/ Homem/ha	Custo (R\$)	Custo/ha (R\$)
Combate inicial às formigas	ha	2	1	50,00	50,00
Coveamento	cova	80	30	50,00	1.500,00
Mistura e transporte de calcário e fertilizantes	ton.	1	4	50,00	200,00
Distribuição de calcário e fertilizantes nas covas	cova	250	8	50,00	400,00
Preparo das covas	cova	80	25	50,00	1.250,00
Seleção de espécies de mudas e montagem do modelo de plantio ⁽¹⁾	centro	5	6	150,00	900,00
Transporte e distribuição das mudas nas covas	centro	5	5	50,00	250,00
Plantio das mudas, corromento e embaciamento	cova	80	40	40,00	1.250,00
Subtotal Mão-de-Obra Braçal por Hectare	---	---	---	---	6.150,00

(1) Atividade a ser desenvolvida por pessoa especializada.

Quadro 02: Custo estimado de insumos e materiais

Atividade	Unid.	Quantidade* por Hectare	Custo Unitário (R\$)	Custo / Hectares (R\$)
1. Insumos				
Formicida	kg	3	20,00	60,00
Calcário	kg	2000	1,50	3.000,00
Superfosfato simples	kg	800	2,00	1.600,00
Cloreto de Potássio	kg	400	2,00	800,00
Mudas	unid.	2.500	2,50	6.250,00
Substrato Orgânico	kg	12.500	0,50	2.500,00
Serviços de hidrossemeadura	ha	-	-	10.000,00
2. Equipamentos e Veículos				
Trator	h	4	100,00	400,00
Subtotal Insumos e Materiais / hectare				24.610,00

* considerando a unidade.

Quadro 03: Custo estimado total por hectare

Especificação	Custo por hectare (R\$)
Mão-de-Obra-Braçal	6.150,00
Insumos e Materiais	24.610,00
Total / ha	30.760,00

Com base no custo total estimado por ha e a necessidade de reflorestamento apontado pelo projeto Matas Ciliares, elaborou-se o **Quadro 04** que apresenta o custo de intervenção por bacia.

Quadro 04: Estimativa de Custos por Bacia

Nº BH	Bacia Hidrográfica	Área a Reflorestar (ha)	Custo Total (R\$)
1	BH CÔRREGO DO PINHAL	264,32	8.116.252,48
2	SEM NOME	110,60	3.395.937,99
3	SEM NOME	126,75	3.892.046,70
4	SEM NOME	689,33	21.166.585,22
5	BH RIBEIRÃO DO CORRENTE	870,82	26.739.275,70
6	BH SANTA CLARA	1.021,44	31.364.479,64
7	SEM NOME	257,33	7.901.615,57
8	BH CÔRREGO DA PEDREIRA	244,91	7.520.059,19
9	BH CÔRREGO DO BARREIRINHO	725,01	22.262.023,89
10	SEM NOME	523,24	16.066.479,24
11	BH CÔRREGO DA URTIGA	471,62	14.481.705,49
12	BH CORREGO DOS CATETOS	233,18	7.159.923,72
13	BH CÔRREGO DO MEXERICAL	180,34	5.537.456,60
14	BH AGUA DA CAIXA	177,79	5.459.104,96
15	BH CÔRREGO DO CAMILO	490,34	15.056.335,18
16	BH CORREGO DA TAQUARA	333,58	10.242.914,45
17	SEM NOME	10,96	336.406,06
18	BH CORREGO DO TAQUARAL	26,24	805.581,89
19	SEM NOME	11,41	350.389,88
20	BH RIBEIRAO DAS FURNAS	29,32	900.324,67
21	BH CÔRREGO DO BOI BRANCO OU CRUZEIRO DO SUL	33,26	1.021.205,56
22	BH RIBEIRAO DOS CARRAPATOS	57,58	1.768.133,83
23	BH CÔRREGO DO CARRAPATO	42,21	1.296.073,12
24	SEM NOME	15,59	478.703,81
25	SEM NOME	32,51	998.118,64
26	BH CÔRREGO DAS PEDRINHAS	92,53	2.841.207,36
27	SEM NOME	7,06	216.672,22
28	BH CÔRREGO DA GROTA	41,46	1.273.110,95
29	BH CÔRREGO JATAÍ	55,30	1.697.925,18
30	BH CORREGO DO RONCADOR	25,09	770.360,55
31	BH CÔRREGO DO SOBRADINHO	34,03	1.044.770,11
32	SEM NOME	4,93	151.348,56
33	BH CÔRREGO DO LAGEADINHO	9,60	294.803,30

Nº BH	Bacia Hidrográfica	Área a Reflorestar (ha)	Custo Total (R\$)
34	SEM NOME	26,80	823.018,29
35	BH CÔRREGO DA VARGEM GRANDE	37,59	1.154.118,39
36	BH CORREGO DA JABUTICABEIRA	17,56	539.165,64
37	BH CÔRREGO DA FAZENDA SANTO ANTÔNIO	29,76	913.894,48
38	SEM NOME	13,03	400.047,56
39	BH CÔRREGO DO GARCIA	8,21	252.155,55
40	SEM NOME	23,50	721.628,22
41	BH CÔRREGO DO BACIA	53,55	1.644.294,39
42	SEM NOME	8,31	255.144,08
43	BH CÔRREGO DO LARANJAL	55,51	1.704.374,42
44	BH RIBEIRAO DA RESTINGA GROSSA	146,65	4.503.128,95
45	BH RIBEIRAO DO CAÇADOR	177,48	5.449.758,70
46	BH ITABERA	30,81	946.181,35
47	BH CORREGO FIGUEIRINHA	29,97	920.384,28
48	BH CORREGO DA LIMEIRA	28,75	882.928,58
49	BH CORREGO DO LIBANHO	13,06	400.880,25
50	BH CORREGO DA AGUA BONITA	31,72	973.909,51
51	BH RIBEIRAO DO CASCALHO	198,89	6.107.023,21
52	BH CORREGO DA ESTIVA	75,70	2.324.317,29
53	BH CORREGO SOROCABA	63,97	1.964.311,18
54	BH CORREGO DA AGUA CHOCA	472,57	14.510.693,40
55	BH CORREGO DA DIVISA	405,79	12.460.062,15
56	BH CORREGO DA MARIA FOGACA	133,52	4.099.754,73
57	BH CORREGO DO MEIO	141,35	4.340.218,73
58	BH CORREGO DAS PALMEIRAS	538,85	16.545.823,79
59	BH CORREGO DO PASSO FUNDO	173,76	5.335.376,15
60	BH CORREGO DO CANDINHO	625,64	19.211.011,86
61	SEM NOME	142,86	4.386.791,63
62	SEM NOME	372,06	11.424.368,55
63	SEM NOME	360,32	11.064.118,39
64	SEM NOME	19,70	604.868,01
TOTAL		11.706,87	359.471.100,38

2. Ações Estruturais – Plantio e Recuperação de Nascentes

O **Quadro 05** mostra os programas, projetos, ações e metas necessários para as intervenções de replantio e recuperação de nascentes de 2021 a 2041. Estas ações são prerrogativas do projeto Matas Ciliares e deverão ser desenvolvidas concomitantemente as demais ações propostas neste Plano.

Quadro 05: Programas, Projetos, Ações e Metas para o sistema.

Modalidade	Programas e Ações	2021 - 2023	2024 - 2028	2029 - 2033	2034 - 2037	2038 - 2041	
Ações Estruturais	Plantio e recuperação	Recuperação aos afluentes do Ribeirão dos Carrapatos, iniciando a recuperação pelo córrego do Sobradinho					
		Recuperação prioritária das bacias 1, 7, 8 e 9 do Ribeirão dos Carrapatos					
		Recuperação prioritária das bacias 4 e 6 do Ribeirão das Posses					
			Recuperação prioritária das sub-bacias 10, 11, 13, 21, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64 do Ribeirão dos Carrapatos				
			Recuperação prioritária das sub-bacias 3 e 5 do Ribeirão das Posses				
		implantação de viveiro de mudas municipal					
		criar um parque ecológico no perímetro urbano que integra o remanescente de mata do córrego do Lageadinho					
				Estimular e fomentar a formação de Corredores Ecológicos, inicialmente na bacia do ribeirão dos Carrapatos			
		Recuperação e proteção de áreas frágeis e de risco de enchentes, deslizamentos e desbarrancamentos como é o caso do córrego do Lageadinho e trecho urbanizado o do ribeirão dos Carrapatos;					
		Recuperar a vegetação ciliar do córrego sem nome do bairro Capitão Cesário localizado no perímetro urbano e que pertence a microbacia do Córrego do Pinhal (9).					

3. Ações Não Estruturais - Programas Institucionais

O **Quadro 6** mostra os programas, projetos, ações e metas necessárias para o desenvolvimento de programas institucionais no de período de 2021 a 2041.

Quadro 06: Programas, Projetos, Ações e Metas para os Programas Institucionais

Modalidade	Programas e Ações	2021 - 2023	2024 - 2028	2029 - 2033	2034 - 2037	2038 - 2041
Ações Não – Estruturais - Programas Institucionais		Considerar a vegetação municipal nos projetos de recuperação conforme apresentado Programa Biota que está disponível no site http://sinbiota.cria.org.br/atlas ;				
		Garantir a preservação das microbacias com maior quantidade de vegetação (Carrapatos: 19, 20, 26, 27, 32, 43, 44, 45, 46, 50, 51; represa de Jurumirim/rio das Posses: 22, 23, 24, 39, 40, 41, 42, 47, 48; e rio Taquari: 17, 18, 36, 37, 49) e utilizá-las como áreas de identificação de espécies e coleta de semente para produção de mudas para serem utilizadas em projetos de revegetação das microbacias próximas;				
		Transformar esta bacia hidrográfica do rio Taquari em unidade de conservação em razão das características do local, como os fragmentos de vegetação e a mata ciliar existentes, por apresentar Floresta Arbórea/Arbustiva-herbácea em Região de Várzea e que vem sendo suprimida pelo avanço da produção agrícola, principalmente, a de cana-de-açúcar e também por conter sítios arqueológicos conforme informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município. Para tanto, deverão ser realizados estudos mais aprofundados dos seus afluentes para identificação mais detalhada da flora e também da fauna local;				
		Viabilizar recursos e parcerias com proprietários rurais para recuperação das microbacias mais críticas do ribeirão dos Carrapatos: 1, 7, 10, 11, 13, 21, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64 e da represa de Jurumirim e rio das Posses: 3, 4, 5, 6;				
		Proibir que loteadores que venham a implantar empreendimentos no município de Itaí desrespeitem as metragem estabelecidas em leis estaduais e federais e estimular que as áreas verdes e de lazer sejam integradas às de preservação permanente e que haja a recuperação das matas ciliares no entorno nos canais de drenagem existentes nos loteamentos;				
		Desenvolver programas em parceria com órgãos do Estado (CATI, DAEE, SMA e outros) para promover o engajamento de proprietários e produtores rurais e viabilizar a recuperação das áreas degradadas, a manutenção/conservação dos fragmentos de vegetação existentes e legalização destes como reservas legais e quando houver recursos o cercamento e sinalização das APP's;				
		pleitear recursos financeiro de órgãos de fomento como o FEHIDRO para recuperação das microbacias prioritárias e para o cercamento e sinalização das APP's;				
Ações Não – Estruturais - Programas Institucionais		desenvolver projetos de comunicação, mobilização, capacitação e treinamento tanto para proprietários e produtores rurais como para a população estudantil;				
		criação um Sistema Municipal de Unidades de Conservação e Recuperação da Mata Ciliares em áreas públicas e privadas;				
		na foz do ribeirão dos Carrapatos deve-se ampliar a fiscalização para evitar a degradação das margens.				
		orientar a recuperação de acordo com as formações vegetais destacadas acima e recuperar a vegetação ciliar das nascentes inicialmente e depois dos das margens dos canais de drenagem.				
		estimular os proprietários rurais a averbarem as reservas legais existentes nas propriedades rurais.				
		Implantação de atividades de Ecoturismo nas microbacias com maior quantidade de vegetação;				
		Elaborar Plano Municipal de Conservação e Recuperação das Mata Ciliares e Fragmentos de vegetação existentes no município de Itaí/SP e que contenha a indicação de áreas para expansão urbana de forma a preservar a vegetação nativa existente, além de mecanismos institucionais e políticas públicas transversais para a proteção destes e penalização no caso de degradação;				
	Elaborar um projeto de lei para a aprovação do Plano Municipal de Conservação e Recuperação das Mata Ciliares e Fragmentos de vegetação existentes no município de Itaí/SP, e sua regulamentação.					

Modalidade	Programas e Ações	2021 - 2023	2024 - 2028	2029 - 2033	2034 - 2037	2038 - 2041
		Elaboração de plano de sensibilização e educação ambiental junto às comunidades e elaboração de material didático sobre a mata ciliar municipal e fragmentos de vegetação existente para capacitação de professores da rede pública de ensino e outros interessados;				
		Realizar estudos e pesquisas de natureza jurídica e técnica para subsidiar políticas públicas ambientais e estabelecer parcerias com instituições de pesquisas para a execução destes estudos e pesquisas específicas e também para realizar estudos e pesquisas detalhadas, com objetivo de fazer os levantamentos e atualização do estado de conservação das espécies da fauna e flora;				
		Definir estratégias de fiscalização para as áreas prioritárias definidas anteriormente;				
		Estabelecimento de parcerias públicas (com as esferas estadual e federal) e privadas.				
		Fazer cadastro dos os proprietários no sistema ASP.Net a fim de conhecer os interessados em revegetar suas propriedades e fazer a manutenção das matas ciliares e fragmentos de vegetação nas mesmas; identificar as características das formações vegetais destacadas, as matas ciliares degradadas, as áreas de preservação permanente com ausência de vegetação em cada propriedade; conhecer os interessados em preservar ou conservar os remanescentes vegetais localizados em seus imóveis, para que se possa promover o processo de recuperação da mata ciliar no município e contribuir para a ampliação da cobertura vegetal e também para a melhoria da qualidade ambiental, principalmente dos recursos hídricos, e da qualidade de vida.				

**APÊNDICE 5:
PROJETO TÉCNICO DE ADEQUAÇÃO DE ESTRADA RURAL**

PROJETO TÉCNICO DE ADEQUAÇÃO DE ESTRADA RURAL

ÍNDICE

APENDICE 5: PROJETO TÉCNICO DE ADEQUAÇÃO DE ESTRADA RURAL	327
1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO E LOCALIZAÇÃO DO TRECHO A SER ADEQUADO.....	329
2. DIAGNÓSTICO E SOLUÇÃO PROPOSTA E CUSTOS.....	330
3. INTERVENÇÕES EM ÁREAS LINDEIRAS.....	337
4. SERVIÇOS COMPLEMENTARES (*)	337
5. REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	337
6. ANEXO.....	342

TABELAS

Tabela 1: Trechos a serem beneficiados.....	329
Tabela 2: Solução Proposta.....	330
Tabela 3: Resumo de serviços.....	332
Tabela 4: Relação de equipamento mínimo e rendimento operacional.....	334
Tabela 5: Quantitativos totais por projeto/orçamento estimativo.....	334
Tabela 6: identificação das propriedades lindeiras.....	

FIGURAS:

Figura 01: Estrada beneficiada com o projeto de adequação	329
---	-----

PROJETO TÉCNICO DE ADEQUAÇÃO DE ESTRADA RURAL

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO E LOCALIZAÇÃO DO TRECHO A SER ADEQUADO

Tabela 1: Trechos a serem beneficiados

Nome da Estrada	Sigla	Identificação do Trecho	Extensão do Trecho a ser Adequado (m)
Estrada da Restinga	IT-XX	A1	400,00
Estrada da Restinga	IT-XX	A2	432,20
Estrada da Restinga	IT-XX	A3	467,80
Estrada da Restinga	IT-XX	A4	1.266,90

Figura 01: Estrada beneficiada com o projeto de adequação



Fonte: Google Earth Pro, 2018.

O trecho de intervenção inicia-se na estaca 20+00 e segue até a Estaca 68+80,10, conforme apresentado no **Desenho 11, Anexo 1**, neste relatório. O trecho em questão em questão foi dividido em 4 Sub-trechos, conforme descrito no Item 2 - Diagnóstico e Soluções e Propostas.

2. DIAGNÓSTICO E SOLUÇÃO PROPOSTA E CUSTOS

Tabela 2: Solução Proposta

Sub-Trechos	Localização	Caracterização / Diagnóstico	Solução Proposta
A1	Inicia-se partir do marco E0 + 00,0 e segue até a E24 + 16,10	<p>Declividade Média: 3%.</p> <p>Altura de Barranco: Ausente.</p> <p>Pista de Rolamento: Irregular com 7,0 m de largura e revestimento primário e escorregadia em dias chuvosos.</p> <p>Plataforma: Largura entre 8 a 14 m.</p> <p>Drenagem: Deficiente, saída de água apenas nas baixadas e com formação de poças de água nestes pontos.</p>	<p>Melhoria da Plataforma: Elevação do greide com abatimento de taludes em ambos os lados da plataforma (MP DT 09 A). Re - conformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 8 m e pista de rolamento: 6 m.</p> <p>Drenagem Superficial: Construções de lombadas (três) distribuídas ao longo do trecho. Construções de bigodes (segmento de terraços), integrado as lombadas, em ambos os lados da plataforma com a extensão média de 40 metros/cada e seção de 1 m³. Sarjeta tipo B (SD.DT-02B) nas duas laterais da plataforma.</p> <p>Revestimento: Revestimento estabilizado (SR.DT-06) em todo o trecho (400 m de extensão). Pista de rolamento com 6 m de largura com 6 cm de espessura. Material utilizado: solo brita pré-misturado (50% brita e 50 solo argiloso)</p> <p>Revestimento Vegetativo: Grama sementes (brachiaria): nas sarjetas e áreas desprotegidas.</p>
A2	Inicia-se partir do marco E38 + 83,90 e segue até a E43 + 16,10	<p>Declividade Média: 6 %.</p> <p>Altura de Barranco: Ausente.</p> <p>Pista de Rolamento: Irregular com 7,0 m de largura e revestimento primário e escorregadia em dias chuvosos.</p> <p>Plataforma: Largura entre 11 a 14 m.</p> <p>Drenagem: Deficiente, saída de água apenas nas baixadas e com formação de poças de água nestes pontos.</p>	<p>Melhoria da Plataforma: Elevação do greide com abatimento de taludes em ambos os lados da plataforma (MP DT 09 A). Re - conformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 8 m e pista de rolamento: 6 m.</p> <p>Drenagem superficial: Construções de lombadas (três) distribuídas ao longo do trecho. Construções de bigodes (segmento de terraços), integrado as lombadas, em ambos os lados da plataforma com a extensão média de 40 metros/cada e seção de 1 m³. Sarjeta tipo B (SD.DT-02B) nas duas laterais da plataforma</p> <p>Revestimento: Revestimento estabilizado (SR.DT-06) em todo o trecho (432,60 m de extensão). Pista de rolamento com 6 m de largura com 6 cm de espessura. Material utilizado: solo brita pré-misturado (50% brita e 50 solo argiloso)</p> <p>Revestimento vegetativo: Grama sementes (brachiaria): nas sarjetas e áreas desprotegidas.</p>

Sub-Trechos	Localização	Caracterização / Diagnóstico	Solução Proposta
A3	Inicia-se partir do marco E43 + 16,10 e segue até a E47 + 83,90	<p>Declividade média: 6 %.</p> <p>Altura de Barranco: Ausente.</p> <p>Pista de Rolamento: Irregular com 7,0 m de largura e revestimento primário e escorregadia em dias chuvosos.</p> <p>Plataforma: Largura entre 11 a 14 m.</p> <p>Drenagem: Deficiente, saída de água apenas nas baixadas e com formação de poças de água nestes pontos.</p>	<p>Melhoria da Plataforma: Elevação do greide com abatimento de taludes em ambos os lados da plataforma (MP DT 09 A). Re-conformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 8 m e pista de rolamento: 6 m.</p> <p>Drenagem Superficial: Construções de lombadas (um) distribuídas ao longo do trecho. Construções de bigodes (segmento de terraços), integrado as lombadas, em ambos os lados da plataforma com a extensão média de 40 metros/cada e seção de 1 m³. Sarjeta tipo B (SD.DT-02B) nas duas laterais da plataforma.</p> <p>Revestimento: Revestimento estabilizado (SR.DT-06) em todo o trecho (467,80 m de extensão). Pista de rolamento com 6 m de largura com 6 cm de espessura. Material utilizado: solo brita pré-misturado (50% brita e 50 solo argiloso).</p> <p>Revestimento Vegetativo: Gramma sementes (brachiaria): nas sarjetas e áreas desprotegidas.</p>
A4	Inicia-se partir do marco E47 + 83,90 e segue até a E67 + 80,10	<p>Declividade Média: 7,5 %.</p> <p>Altura de Barranco: Ausente.</p> <p>Pista de Rolamento: Irregular com 7,0 m de largura e revestimento primário e escorregadia em dias chuvosos.</p> <p>Plataforma: Largura entre 11 a 14 m.</p> <p>Drenagem: Deficiente, saída de água apenas nas baixadas e com formação de poças de água nestes pontos.</p>	<p>Melhoria da Plataforma: Elevação do greide com abatimento de taludes em ambos os lados da plataforma (MP DT 09 A). Re - conformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 8 m e pista de rolamento: 6 m.</p> <p>Drenagem superficial: Construções de lombadas (8) distribuídas ao longo do trecho. Construções de bigodes (segmento de terraços), integrado as lombadas, em ambos os lados da plataforma com a extensão média de 40 metros/cada e seção de 1 m³. Sarjeta tipo B (SD.DT-02B) nas duas laterais da plataforma.</p> <p>Revestimento: Revestimento estabilizado (SR.DT-06) em todo o trecho (4,80 m de extensão). Pista de rolamento com 6 m de largura com 6 cm de espessura. Material utilizado: solo brita pré-misturado (50% brita e 50 solo argiloso).</p> <p>Revestimento vegetativo: Gramma sementes (brachiaria): nas sarjetas e áreas desprotegidas.</p>

Tabela 3: Resumo de serviços

Grupo de Serviço	Discriminação da Atividade	Un.	Total	Sub-Trechos de Aplicação			
				A1	A2	A3	A4
Melhorias da Plataforma	Destoca.	un.	0	-	-	-	-
	Limpeza do terreno/bota fora.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,40
	Corte, recuo e retorno (camada Vegetal).	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,40
	Escavação carga transporte < 25 m (abatimento de taludes).	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
	Escavação Carga de Material de 1ª categoria.	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
	Transp. de material de 1º e 2º categoria < 5 km.	m ³ km	9.514,72	528,00	560,39	722,16	7.704,17
	Transporte material de limpeza (km).	m ³ km	9.514,72	528,00	560,39	722,16	7.704,17
	Compactação de aterros a 95% do proctor normal (camada de 30 cm).	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
	Compactação de aterros a 100% do proctor normal (camada de 30 cm).	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
	Compactação do Sub leito.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,8	20.270,4
	Conformação Geométrica da plataforma sarjetas/leiras.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,8	20.270,4
Drenagem Superficial	Sarjetas tipo D.	m	0	-	-	-	-
	Bigodes/segmento de terraços.	m	14,00	3,00	3,00	1,00	7,00
	Lombadas.	un.	14,00	3,00	3,00	1,00	7,00
	Dissipadores de energia.	un.	14,00	3,00	3,00	1,00	7,00
	Canaleta.	m	5.133,80	800,00	864,40	935,60	2.533,80
	Passagem molhada (pedra).	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,40
	Passagem molhada (conjugada a lombada em pedra).	un.	0	-	-	-	-
	Valas de escoamento.	m	0	-	-	-	-
	Caixa de retenção 10 m diâmetro.	un.	14,00	3,00	3,00	1,00	7,00
	Caixa de retenção 20 m diâmetro.	un.	0	-	-	-	-
	Valetas de proteção.	m	0	-	-	-	-
Drenagem Corrente	bueiros tubulares 40 cm.	un.	0	-	-	-	-
	bueiros tubulares 60 cm.	un.	0	-	-	-	-
	bueiros tubulares 80 cm.	un.	0	-	-	-	-
	Boca de bueiro simples 40 cm alvenaria /blocos.	un.	0	-	-	-	-
	Boca de bueiro simples 80 cm alvenaria /blocos.	un.	0	-	-	-	-
	Caixa coletora/dissipadora em alvenaria p/ bueiro 60 cm.	un.	0	-	-	-	-
Drenagem Profunda	Execução de dreno profundo TIPO I.	m	0	-	-	-	-
	Execução de dreno profundo TIPO II.	m	0	-	-	-	-

Grupo de Serviço	Discriminação da Atividade	Un.	Total	Sub-Trechos de Aplicação			
				A1	A2	A3	A4
Dispositivos Especiais de Drenagem	Caixas de Retenção com diâmetro de 10 m.	un.	14,00	3,00	3,00	1,00	7,00
	Caixas de Retenção com diâmetro de 15 m.	un.	0	-	-	-	-
	Caixas de Retenção com diâmetro de 20 m.	un.	0	-	-	-	-
	Passagem Molhada (de pedra).	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,40
	Canal Escoadouro.	m	0				
	Desviador de Fluxo/Lombadas.	m	186,00	33,00	30,00	11,00	112,00
Outros Serviços Correlatos às Atividades de Drenagem	Recolhimento de Pedra de Mão.	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
	Recolhimento de Pedra Jogada.	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
Revestimentos	Revestimento Primário (incluindo-se custos do material, escavação na jazida/cascalheira, carga, transporte até 15km, espalhamento, mistura, compactação, acabamento, recuperação da área com reconformação e proteção vegetal).	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
	Revestimento Alternativo Tipo A.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,4
	Revestimento Alternativo Tipo B.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,4
	Revestimento Alternativo Tipo B1.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,4
	Revestimento Alternativo Tipo C (concreto em duas faixas).	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
	Revestimento Estabilizado.	m ³	10.241,46	1.320,00	1.296,60	1.543,74	6.081,12
Proteção Vegetal	Proteção vegetal/Plantio de Grama em Placas.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,40
	Proteção vegetal/plantio de grama em Mudás.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,40
	Proteção vegetal/sementes de braquiária.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,40
	Proteção vegetal/Plantio de Espécies Arbustivas.	m ²	34.138,20	4.400,00	4.322,00	5.145,80	20.270,40
	Proteção vegetal/Plantio de Espécies Arbóreas.	un.	0	-	-	-	-
	Proteção vegetal / Plantio de culturas Perenes / Semi-Perenes.	un.	0	-	-	-	-

Tabela 4: Relação de equipamento mínimo e rendimento operacional

Discriminação dos Equipamentos	Rendimento Operacional
Pá carregadeira	30-60 min/bacia
Trator de Esteiras 80 CV	90-120 min/bacia
Trator de Esteiras 110 CV	60-90 min/bacia
Rebatimento de barranco (ambos os bordos) com esteira 80 CV	28 m lineares/h
Canaletas com motoniveladora	300 m lineares/h
Preparo do leito de estradas	45 h/km
Lombadas com esteira 80 CV	30 lineares/h

Tabela 5: Quantitativos totais por projeto/orçamento estimativo

Grupo de Serviço	Discriminação da Atividade	Un.	Total	Custo Unitário por Trecho				Preço Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
				A1 (R\$)	A2 (R\$)	A3 (R\$)	A4 (R\$)		
Melhorias da Plataforma	Destoca.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Limpeza do terreno/bota fora.	m ²	34.138,20	4.444,00	4.365,22	5.197,26	20.473,10	1,01	34.479,58
	Corte, recuo e retorno (camada Vegetal).	m ²	34.138,20	4.444,00	4.365,22	5.197,26	20.473,10	1,01	34.479,58
	Escavação carga transporte < 25 m (abatimento de taludes).	m ³	10.241,46	69.194,40	67.967,77	80.922,85	318.772,31	52,42	536.857,33
	Escavação Carga de Material de 1ª categoria.	m ³	10.241,46	20.354,40	19.993,57	23.804,47	93.770,87	15,42	157.923,31
	Transp. de material de 1º e 2º categoria < 5 km.	m ³ km	9.514,72	8.141,76	8.641,22	11.135,73	118.798,32	15,42	146.717,03
	Transporte material de limpeza (km)	m ³ km	9.514,72	8.141,76	8.641,22	11.135,73	118.798,32	15,42	146.717,03
	Compactação de aterros a 95 % do proctor normal (camada de 30 cm).	m ³	-	5.517,60	5.419,79	6.452,83	25.419,08	4,18	-
	Compactação de aterros a 100 % do proctor normal (camada de 30 cm).	m ³	10.241,46	5.517,60	5.419,79	6.452,83	25.419,08	4,18	42.809,30
	Compactação do Sub leito.	m ²	34.138,20	61.776,00	60.680,88	72.247,03	284.596,42	14,04	479.300,33
	Conformação Geométrica da plataforma sarjetas/leiras.	m ²	-	-	-	-	-	-	-
Drenagem Superficial	Sarjetas tipo D.	m	0,00	-	-	-	-	-	-
	Bigodes/segmento de terraços.	m	14,00	-	-	-	-	-	-
	Lombadas.	un.	14,00	-	-	-	-	-	-
	Dissipadores de energia.	un.	14,00	-	-	-	-	-	-

Grupo de Serviço	Discriminação da Atividade	Un.	Total	Custo Unitário por Trecho				Preço Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
				A1 (R\$)	A2 (R\$)	A3 (R\$)	A4 (R\$)		
	Canaleta.	m	5.133,80	18.640,00	20.140,52	21.799,48	59.037,54	23,30	119.617,54
	Passagem molhada (pedra).	m ²	-	-	-	-	-	-	-
	Passagem molhada (conjugada a lombada em pedra).	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Valas de escoamento.	m	0,00	-	-	-	-	-	-
	Caixa de retenção 10 m diâmetro.	un.	14,00	20.218,50	20.218,50	6.739,50	47.176,50	6.739,50	94.353,00
	Caixa de retenção 20 m diâmetro.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Valetas de proteção.	m	0,00	-	-	-	-	-	-
Drenagem Corrente	bueiros tubulares 40 cm.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	bueiros tubulares 60 cm.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	bueiros tubulares 80 cm.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Boca de bueiro simples 40 cm alvenaria/blocos.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Boca de bueiro simples 80 cm alvenaria/blocos.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Caixa coletora/dissipadora em alvenaria p/ bueiro 60 cm.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
Drenagem Profunda	Execução de dreno profundo TIPO I.	m	0,00	-	-	-	-	-	-
	Execução de dreno profundo TIPO II.	m	0,00	-	-	-	-	-	-
Dispositivos Especiais de Drenagem	Caixas de Retenção com diâmetro de 10 m.	un.	14,00	-	-	-	-	-	-
	Caixas de Retenção com diâmetro de 15 m.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Caixas de Retenção com diâmetro de 20 m.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Passagem Molhada (de pedra).	m ²	0,00	-	-	-	-	-	-
	Canal Escoadouro.	m	0,00	-	-	-	-	-	-
	Desviador de Fluxo/Lombadas.	m	186,00	4.224,00	3.840,00	1.408,00	14.336,00	128,00	23.808,00
Outros Serviços Correlatos às Atividades de Drenagem	Recolhimento de Pedra de Mão.	m ³	0,00	-	-	-	-	-	-
	Recolhimento de Pedra Jogada.	m ³	0,00	-	-	-	-	-	-
Revestimentos	Revestimento Primário (incluindo-se custos do material, escavação)	m ³	10.241,46	92.598,00	90.956,49	108.293,36	426.590,57	70,15	718.438,42

Grupo de Serviço	Discriminação da Atividade	Un.	Total	Custo Unitário por Trecho				Preço Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
				A1 (R\$)	A2 (R\$)	A3 (R\$)	A4 (R\$)		
	na jazida/cascalheira, carga, transporte até 15km, espalhamento, mistura, compactação, acabamento, recuperação da área com reconformação e proteção vegetal).								
	Revestimento Alternativo Tipo A.	m ²	0,00	-	-	-	-	-	-
	Revestimento Alternativo Tipo B.	m ²	0,00	-	-	-	-	-	-
	Revestimento Alternativo Tipo B1.	m ²	0,00	-	-	-	-	-	-
	Revestimento Alternativo Tipo C (concreto em duas faixas).	m ³	0,00	-	-	-	-	-	-
	Revestimento Estabilizado.	m ³	0,00	-	-	-	-	-	-
Proteção Vegetal	Proteção vegetal/Plantio de Grama em Placas.	m ²	34.138,20	-	-	-	-	-	-
	Proteção vegetal/plantio de grama em Mudas.	m ²	34.138,20	-	-	-	-	-	-
	Proteção vegetal/sementes de braquiária.	m ²	34.138,20	-	-	-	-	-	-
	Proteção vegetal/Plantio de Espécies Arbustivas.	m ²	34.138,20	-	-	-	-	-	-
	Proteção vegetal/Plantio de Espécies Arbóreas.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-
	Proteção vegetal / Plantio de culturas Perenes / Semi-Perenes.	un.	0,00	-	-	-	-	-	-

3. INTERVENÇÕES EM ÁREAS LINDEIRAS

Tabela 6: identificação das propriedades lindeiras

Nome do Beneficiário	Condição do Produtor (Proprietário, Parceiro, Arrendatário, etc)	Nome da Propriedade	Tipo de Intervenção
*	*	*	*

*Informações a serem preenchidas pela Prefeitura na ocasião da intervenção

4. SERVIÇOS COMPLEMENTARES (*)

Tabela 7: Relação de serviços complementares

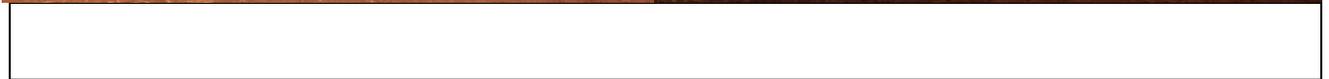
Discriminação dos Serviços	Unidade	Quantidade	Responsável
Cercas			
Passa-Gado			
Mata-Burro			
Licenciamento Ambiental			
Sinalização			

(*) Serviços que não serão licitados, devendo ser executados pela prefeitura municipal ou beneficiários.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



--











6. ANEXO

- **Desenho 11, Anexo 1, Estudo Geométrico e Perfil Longitudinal;**

**APENDICE 6:
NOTAS DE SERVIÇO PARA AS ESTRADAS E SEÇÕES TIPO**

NOTAS DE SERVIÇO PARA AS ESTRADAS E SEÇÕES TIPO

Tabela 1: Diagnóstico e Soluções Propostas para Seções tipo

Caracterização / Diagnóstico	Solução Proposta
<p>Declividade média: 1,5 %; Altura de barranco: média de 1,00; Pista de rolamento: irregular sem revestimento primário; Não há drenagem lateral; À direita e/ou esquerda existe uma plantação que já possui terraços embutidos.</p>	<p>Melhoria da Plataforma:</p> <p>Elevação do greide da estrada para 45% da altura do barranco a esquerda e direita mediante o abatimento do talude correspondente, utilizando uma proporção de 5:1 da largura em relação a altura de corte. Reconformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 10,0 m e pista de rolamento: 7,0 m.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Drenagem Superficial:</p> <p>Construção de lombadas distribuídas ao longo do trecho, conjugadas com terraços embutidos do lado direito e esquerdo. As lombadas deverão possuir pelo menos 70 m de extensão de modo a ficarem integradas aos bigodes/segmentos de terraço ou integradas nos terraços. As lombadas devem possuir uma altura final após a compactação de 40 cm, sendo que as demais dimensões podem ser visualizadas nas especificações técnicas.</p> <p>(DESENHO TIPO C)</p> <p>Construções de bigodes/segmento de terraços, integrado as lombadas, no lado esquerdo e direito com extensão de 70 m e seção transversal do canal de pelo menos 1 m². Os segmentos de terraço na sua integração a lombada devem possuir desnível de 0,5 m em relação a ela e um ângulo mínimo de 45° com a via. Na impossibilidade da construção dos segmentos de terraço, estes podem ser substituídos por bacias de captação de 6m de raio.</p> <p>(DESENHO TIPO B)</p> <p>Revestimento:</p> <p>Revestimento estabilizadoda pista de rolamento, 7,0 m de largura em todo o sub-trecho, utilizando solo-brita, com 50% de brita numa camada de 10 cm na pista de rolamento, devidamente misturados e compactados.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Revestimento Vegetativo:</p> <p>Semeadura de grama (braquiária) nas sarjetas e áreas desprotegidas (entre as sarjetas e o início dos taludes).A semeadura deve ser realizada com o lançamento das sementes e adequada compactação para melhorar a emergência, utilizando pelo menos 5g/m² de sementes com valor cultural mínimo de 30%.</p>

Caracterização / Diagnóstico	Solução Proposta
<p>Declividade média: 1,5 %; Altura de barranco: média de 1,50; Pista de rolamento: irregular sem revestimento primário; Não há drenagem lateral; À direita e/ou esquerda não possui terraços embutidos.</p>	<p>Melhoria da Plataforma:</p> <p>Elevação do greide da estrada para 45% da altura do barranco a esquerda e direita mediante o abatimento do talude correspondente, utilizando uma proporção de 5:1 da largura em relação a altura de corte. Reconformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 10,0 m e pista de rolamento: 7,0 m.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Drenagem Superficial:</p> <p>Construção de lombadas distribuídas ao longo do trecho, conjugadas com terraços embutidos do lado direito e esquerdo. As lombadas deverão possuir pelo menos 70 m de extensão de modo a ficarem integradas aos bigodes/segmentos de terraço ou integradas nos terraços. As lombadas devem possuir uma altura final após a compactação de 40 cm, sendo que as demais dimensões podem ser visualizadas nas especificações técnicas.</p> <p>(DESENHO TIPOC)</p> <p>Construções de bigodes/segmento de terraços, integrado as lombadas, no lado esquerdo e direito com extensão de 70 m e seção transversal do canal de pelo menos 1 m². Os segmentos de terraço na sua integração a lombada devem possuir desnível de 0,5 m em relação a ela e um ângulo mínimo de 45° com a via. Na impossibilidade da construção dos segmentos de terraço, estes podem ser substituídos por bacias de captação de 8 m de raio. Nas duas laterais da plataforma devem ser construídas sarjetas a serem vegetadas com o plantio de grama por sementes.</p> <p>(DESENHO TIPOB)</p> <p>Revestimento:</p> <p>Revestimento estabilizadoda pista de rolamento, 7,0 m de largura em todo o sub-trecho, utilizando solo-brita, com 50% de brita numa camada de 10 cm na pista de rolamento, devidamente misturados e compactados.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Revestimento Vegetativo:</p> <p>Semeadura de grama (braquiária) nas sarjetas e áreas desprotegidas (entre as sarjetas e o início dos taludes).A semeadura deve ser realizada com o lançamento das sementes e adequada compactação para melhorar a emergência, utilizando pelo menos 5g/m² de sementes com valor cultural mínimo de 30%.</p>
Caracterização / Diagnóstico	Solução Proposta
Declividade média: 1,5%	Melhoria da Plataforma:

<p>Altura de barranco: média de 1,5 m a direita e a esquerda; Pista de rolamento: irregular sem revestimento primário; Plataforma: largura média de 9,0 m variando entre 8,11 e 11,3 m; Drenagem ineficiente nas laterais e a área circunvizinha é ocupada por plantações.</p>	<p>Corte de barrancos em ambos os lados da estrada utilizando uma proporção de 1:5 da largura em relação a altura de corte.Reconformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 10,0 m e pista de rolamento: 7 m.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Drenagem Superficial:</p> <p>Construção de lombadas distribuídas ao longo do trecho, desviando o fluxo da água para ambos lados da estrada, posicionadas numa distância próxima de 50 m e integradas aos bigodes/segmentos de terraço. As lombadas deverão possuir pelo menos 70 m de extensão de modo a ficarem integradas aos bigodes/segmentos de terraço. As lombadas devem possuir uma altura final após a compactação de 40 cm, sendo que as demais dimensões podem ser visualizadas nas especificações técnicas de serviço.</p> <p>(DESENHO TIPO B e C)</p> <p>Construções de bigodes (segmentos de terraços), integrado as lombadas, em ambos lados da plataforma com extensão de 50 m, com seção transversal do canal de pelo menos 1 m². Os segmentos de terraço/bigodes, na sua integração a lombada devem possuir desnível de 0,5 m na menor distância possível, formando um ângulo mínimo de 45° com a via. Na impossibilidade da construção dos segmentos de terraço, estes podem ser substituídos por bacias de captação de 8 m de raio e podem ser integradas nos terraços de área de plantio.</p> <p>Revestimento:</p> <p>Revestimento estabilizadoda pista de rolamento, 7,0 m de largura em todo o sub-trecho utilizando solo-brita, com 50% de brita numa camada de 10 cm na pista de rolamento, devidamente misturados e compactados.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Revestimento Vegetativo:</p> <p>Semeadura de grama (braquiária) nas sarjetas e áreas desprotegidas (entre as sarjetas e o início dos taludes).A semeadura deve ser realizada com o lançamento das sementes e adequada compactação para melhorar a emergência, utilizando pelo menos 5 g/m² de sementes com valor cultural mínimo de 30%.</p>
<p align="center">Caracterização / Diagnóstico</p>	<p align="center">Solução Proposta</p>
<p>Declividade média: 4,0 %; Altura de barranco: média de 2,5;</p>	<p>Melhoria da Plataforma:</p>

<p>Pista de rolamento: irregular sem revestimento primário e há afloramento rochoso; Não há drenagem lateral; À direita e esquerda existe plantação.</p>	<p>Elevação do greide da estrada para 45% da altura do barranco a esquerda e direita mediante o abatimento do talude correspondente, utilizando uma proporção de 5:1 da largura em relação a altura de corte. Reconformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 10,0m e pista de rolamento: 7,0 m.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Drenagem Superficial:</p> <p>Construção de lombadas distribuídas ao longo do trecho, posicionadas e conjugadas com terraços embutidos do lado direito e esquerdo. As lombadas deverão possuir pelo menos 70 m de extensão de modo a ficarem integradas aos bigodes/segmentos de terraço ou integradas nos terraços das áreas de plantio. As lombadas devem possuir uma altura final após a compactação de 40 cm, sendo que as demais dimensões podem ser visualizadas nas especificações técnicas.</p> <p>(DESENHO TIPO B e C)</p> <p>Construções de bigodes/segmento de terraços, integrado as lombadas, no lado esquerdo e direito com extensão de 70 m e seção transversal do canal de pelo menos 1 m². Os segmentos de terraço na sua integração a lombada devem possuir desnível de 0,5 m em relação a ela e um ângulo mínimo de 45° com a via. Na impossibilidade da construção dos segmentos de terraço, estes podem ser substituídos por bacias de captação de 6m de raio e os terraços podem ser integrados aos terraços de áreas de plantio.</p> <p>Revestimento:</p> <p>Revestimento estabilizada pista de rolamento, 7,0 m de largura em todo o sub-trecho, utilizando solo-brita, com 50% de brita numa camada de 10 cm na pista de rolamento, devidamente misturados e compactados.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Revestimento Vegetativo:</p> <p>Semeadura de grama (braquiária) nas sarjetas e áreas desprotegidas (entre as sarjetas e o início dos taludes).A semeadura deve ser realizada com o lançamento das sementes e adequada compactação para melhorar a emergência, utilizando pelo menos 5 g/m² de sementes com valor cultural mínimo de 30%.</p>
<p align="center">Caracterização / Diagnóstico</p>	<p align="center">Solução Proposta</p>
<p>Declividade média: 1,5%; Altura de barranco: média de 1,5 m a direita e a esquerda; Pista de rolamento: irregular sem revestimento primário; Plataforma: largura média de 9,0 m variando entre 8,11 e 11,3 m;</p>	<p>Melhoria da Plataforma:</p> <p>Corte de barranco no lado esquerdo da estrada na proporção de 1:5 da largura em relação a altura de corte.Reconformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 10,0 m e pista de rolamento: 7 m.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Drenagem Superficial:</p>

<p>Drenagem ineficiente nas laterais e a área circunvizinha são ocupadas por plantações no lado esquerdo e direito; Existe a presença de nascente.</p>	<p>Construção de 100 m de dreno com 0,5 m de largura e 1,0 m de profundidade e 0,5 m de pedra 01 no fundo do dreno com a malha “bidim” e 04 (quatro) lombadas distribuídas ao longo do trecho, desviando o fluxo da água para ambos lados da estrada, posicionadas numa distância próxima de 50 m, integradas aos bigodes/segmentos de terraço. As lombadas deverão possuir pelo menos 70 m de extensão de modo a ficarem integradas aos bigodes/segmentos de terraço. As lombadas devem possuir uma altura final após a compactação de 40 cm, sendo que as demais dimensões podem ser visualizadas nas especificações técnicas de serviço.</p> <p>(DESENHO TIPO B, C e D)</p> <p>Construções de bigodes (segmentos de terraços), integrado as lombadas, em ambos lados da plataforma com extensão de 50 m, com seção transversal do canal de pelo menos 1 m². Os segmentos de terraço/bigodes, na sua integração a lombada devem possuir desnível de 0,5 m na menor distância possível, formando um ângulo mínimo de 45° com a via. Na impossibilidade da construção dos segmentos de terraço, estes podem ser substituídos por bacias de captação de 8 m de raio. e podem ser integradas nos terraços da cana-de-açúcar.</p> <p>Revestimento:</p> <p>Revestimento estabilizadoda pista de rolamento, 7,0 m de largura em todo o sub-trecho, utilizando solo-brita, com 50% de brita numa camada de 10 cm na pista de rolamento, devidamente misturados e compactados.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Revestimento Vegetativo:</p> <p>Semeadura de grama (braquiária) nas sarjetas e áreas desprotegidas (entre as sarjetas e o início dos taludes).A semeadura deve ser realizada com o lançamento das sementes e adequada compactação para melhorar a emergência, utilizando pelo menos 5 g/m² de sementes com valor cultural mínimo de 30%.</p>
<p align="center">Caracterização / Diagnóstico</p>	<p align="center">Solução Proposta</p>
<p>Declividade média: 3,0 %. Altura de barranco: média de 2,0 do lado esquerdo e direito; Pista de rolamento: irregular sem revestimento primário e há afloramento rochoso; Não há drenagem lateral; Pastagem nos dois lados da estrada;</p>	<p>Melhoria da Plataforma:</p> <p>Elevação do greide da estrada para 45% da altura do barranco a esquerda e direita mediante o abatimento do talude correspondente, utilizando uma proporção de 5:1 da largura em relação a altura de corte. Reconformação geométrica da plataforma (pista de rolamento + sarjetas) e abaulamento de 5%. Largura da Plataforma: 10,0m e pista de rolamento: 7,0 m.</p> <p>(DESENHO TIPO A)</p> <p>Drenagem Superficial:</p>

Construção de lombadas distribuídas ao longo do trecho, posicionadas e conjugadas com terraços embutidos do lado direito e esquerdo. As lombadas deverão possuir pelo menos 70 m de extensão de modo a ficarem integradas aos bigodes/segmentos de terraço ou integradas nos terraços da pastagem. As lombadas devem possuir uma altura final após a compactação de 40 cm, sendo que as demais dimensões podem ser visualizadas nas especificações técnicas. Na estaca 46 construção de duas caixas seca em ambos os lado da estrada com raio de 10 m.

(DESENHO TIPO B e D)

Construções de bigodes/segmento de terraços, integrado as lombadas, no lado esquerdo e direito com extensão de 70 m e seção transversal do canal de pelo menos 1 m². Os segmentos de terraço na sua integração a lombada devem possuir desnível de 0,5 m em relação a ela e um ângulo mínimo de 45° com a via. Na impossibilidade da construção dos segmentos de terraço, estes podem ser substituídos por bacias de captação de 6 m de raio. Na estaca 45 construção de duas caixas secas com raio de 10 m.

Revestimento:

Revestimento estabilizadoda pista de rolamento, 7,0 m de largura em todo o sub-trecho (400 m), utilizando solo-brita, com 50% de brita numa camada de 10 cm na pista de rolamento, devidamente misturados e compactados.

(DESENHO TIPO A)

Revestimento Vegetativo:

Semeadura de grama (braquiária) nas sarjetas e áreas desprotegidas (entre as sarjetas e o início dos taludes).A semeadura deve ser realizada com o lançamento das sementes e adequada compactação para melhorar a emergência, utilizando pelo menos 5 g/m² de sementes com valor cultural mínimo de 30%.

**CAIXA DE RETENÇÃO (RAIO = 6 A 10 METROS)
DESENHO - TIPO B**

Figura 01: Desenho Esquemático mostrando a locação da bacia de captação e retenção de águas.

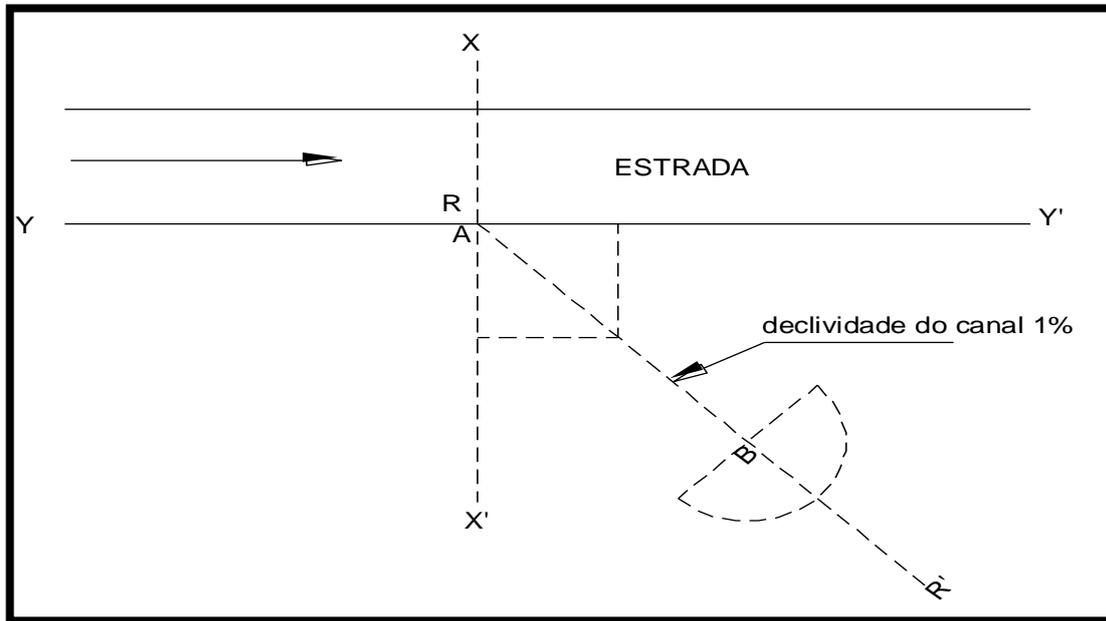


Figura 02: Esquema mostrando o nivelamento da crista do aterro com as cruzetas de bambu e profundidade útil após a construção.

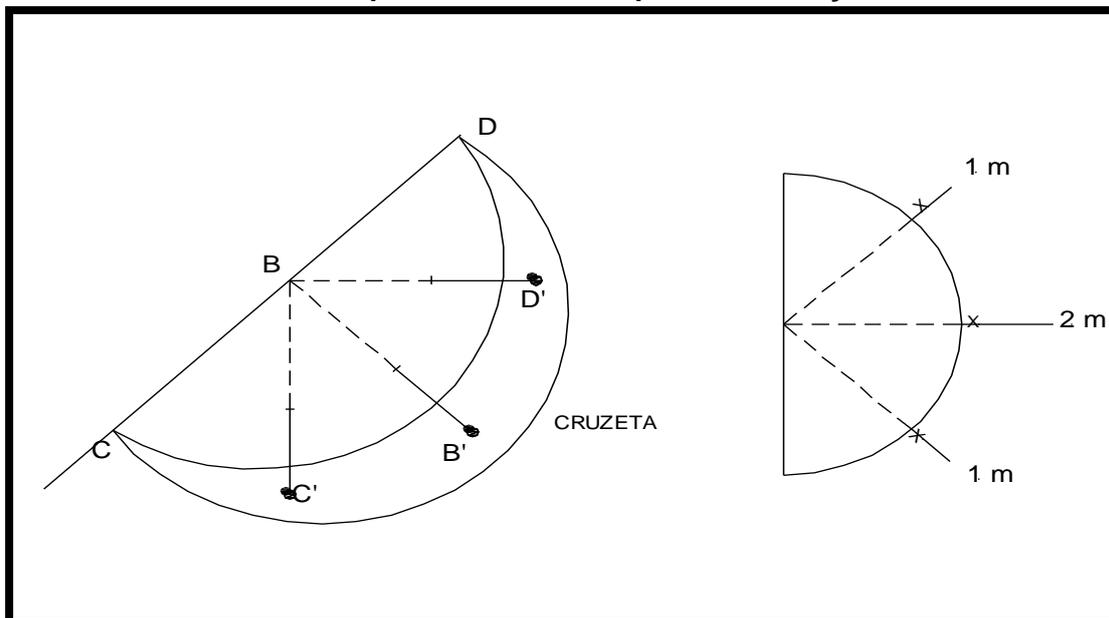
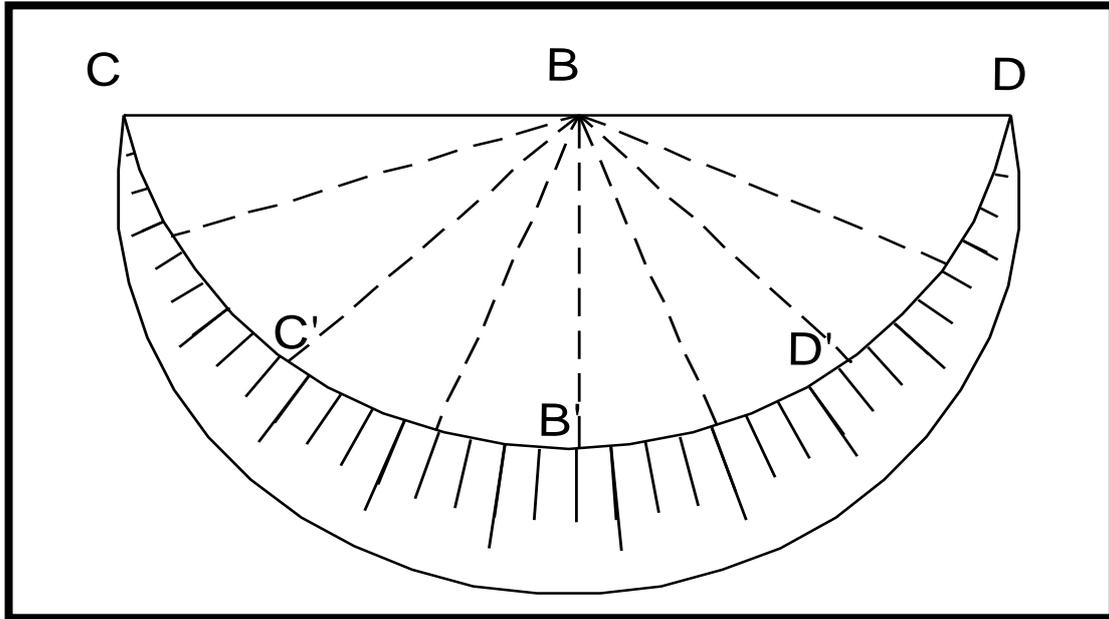
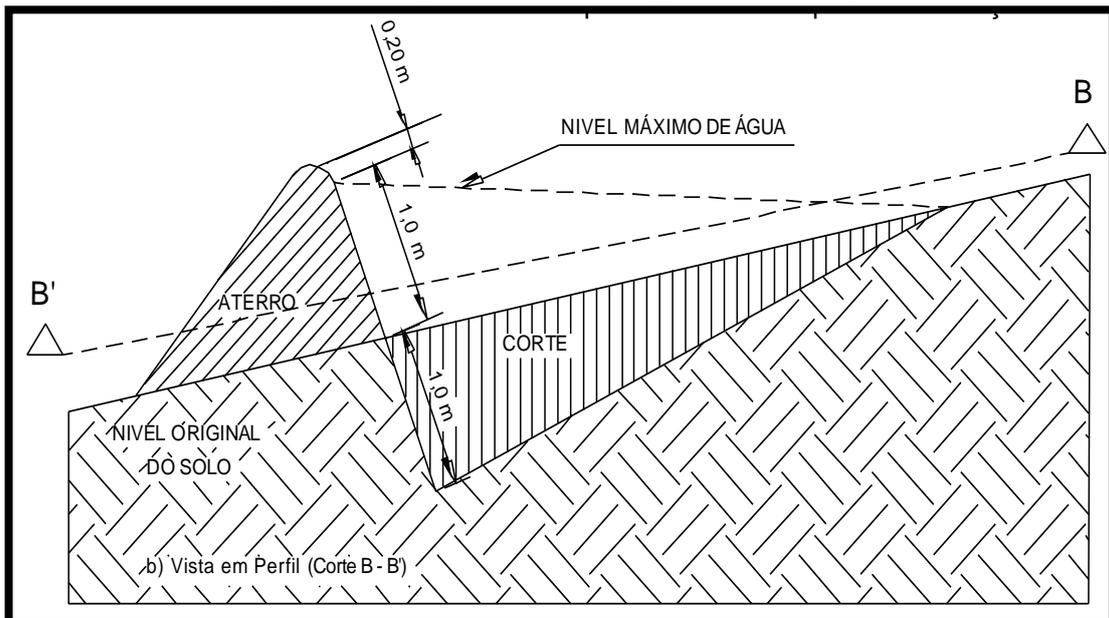


Figura 03: Desenho Esquemático de forma da bacia da captação.

a) Vista de cima.

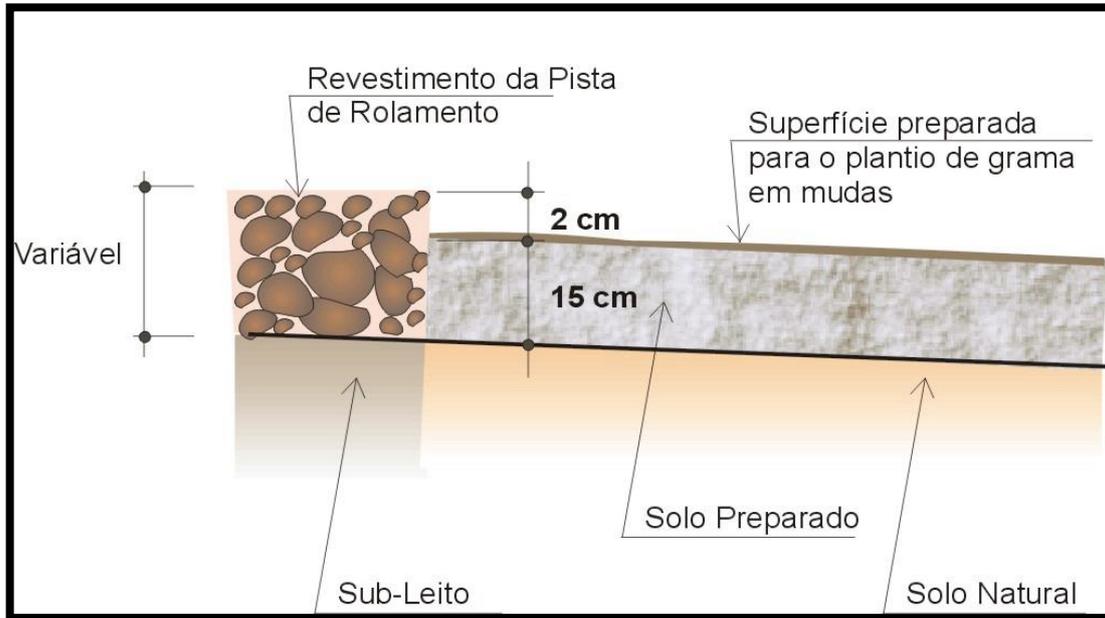


b) Vista em perfil corte B-B' (profundidade).



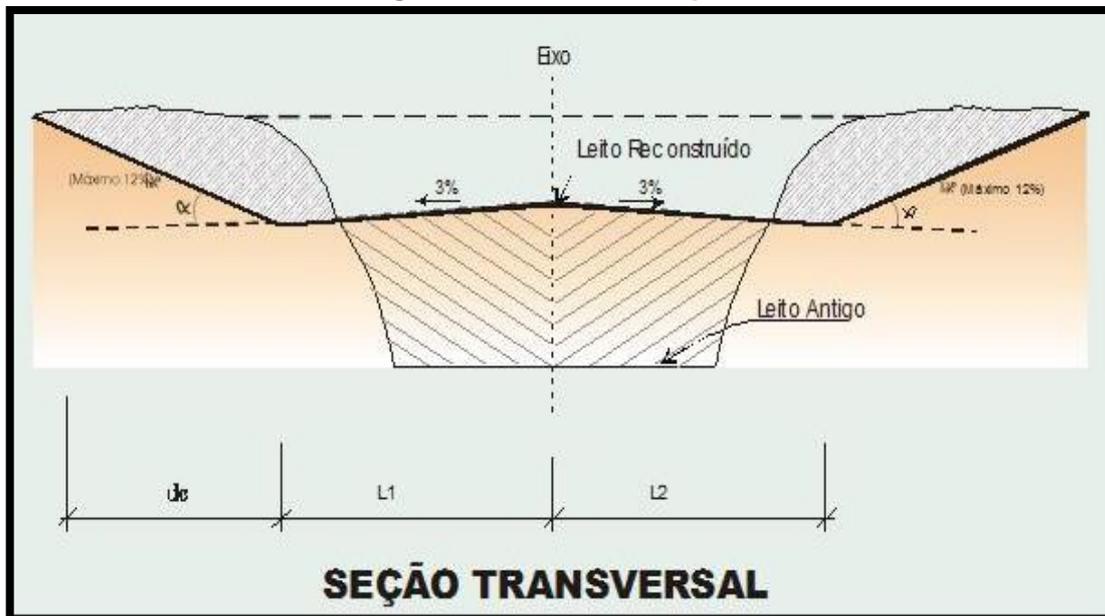
ESQUEMA PARA PLANTIO DE GRAMA - TIPO B

Figura 04: Esquema Para Plantio de Grama - Tipo B



DESENHO - TIPO A

Figura 05: Desenho - Tipo A



SEÇÃO TRANSVERSAL

DESENHO - TIPO C- LOMBADAS

Figura 06: Desenho - Tipo C- Lombadas

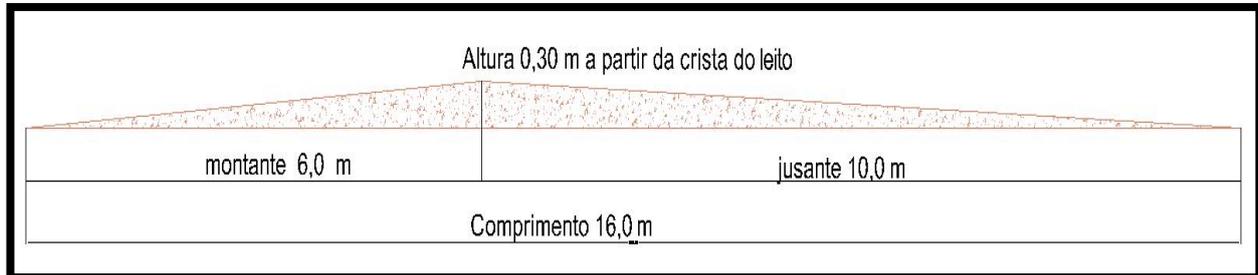


Figura 07: Desenho - Tipo C- Lombadas

