

MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO
MPS

MÓDULO 12.1

DIRETRIZES AMBIENTAIS
ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE
COTA DE INUNDAÇÃO

VERSÃO
2023

**DIRETRIZES AMBIENTAIS
ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE
COTA DE INUNDAÇÃO**



Sumário

1	PREÂMBULO.....	3
2	DEFINIÇÃO DE COTA DE INUNDAÇÃO	3
3	OBJETIVO	3
4	ORIENTAÇÕES GERAIS PARA ELABORAÇÃO DO ESTUDO.....	3
4.1	DISPENSA DO ECI.....	5
4.2	TRAVESSIAS	5
4.3	PROGRAMAS COMPUTACIONAIS RECOMENDADOS.....	5
5	METODOLOGIA DE CÁLCULO	6
5.1	ETAPA E1 - LEVANTAR SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS	6
5.2	ETAPA E2 - DEFINIR TR.....	9
5.3	ETAPA E3 - DETERMINAR VAZÃO DE CHEIA	10
5.4	ETAPA E4 - CALCULAR COTA DE INUNDAÇÃO	10
5.4.1	CÁLCULO HIDRÁULICO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (ESCOAMENTO LIVRE)	11
5.4.2	ASSETE DAS ESTRUTURAS.....	14
5.4.3	SOLEIRA / VERTEDOR DA BARRAGEM DE NÍVEL	14
5.4.4	BORDA LIVRE.....	14
6	RESULTADOS A SEREM APRESENTADOS.....	15
6.1	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS.....	15
6.2	DESENHOS E MAPAS DE LOCALIZAÇÃO.....	15
6.3	MAPA CARTOGRÁFICO DA BACIA HIDROGRÁFICA	15
6.4	MAPA CARTOGRÁFICO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO - DETALHE DA LOCALIZAÇÃO DA SEÇÃO	16
6.5	RESUMO DO ECI	16
7	APROVAÇÃO	16
	ANEXOS.....	17
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
	ANEXO 1: CHECK LIST.....	18

1 PREÂMBULO

Este documento apresenta diretrizes para estudos de Cota de Inundação, os quais devem ser elaborados de maneira completa e precisa, contendo as definições, cálculos e conclusões de projeto.

A revisão dos trabalhos cabe à Gerência de Gestão Ambiental, pela conferência atenta de forma, conteúdo e assertividade dos procedimentos e cálculos.

O procedimento aqui indicado é o mais comumente aceito. Outros métodos podem ser admitidos, desde que devidamente fundamentados, à exceção dos abaixo listados, que apenas servirão como referência: fórmulas que desconsiderem o Tempo de Retorno (Füller, Iskowski,...).

O emprego de métodos de regionalização de vazões será aceito apenas como referência e suporte aos valores estimados pela metodologia aqui prescrita.

2 DEFINIÇÃO DE COTA DE INUNDAÇÃO

O Estudo de Cota de Inundação (ECI) atende à Resolução Interna Sanepar nº091/2007 e define a cota de assente para estruturas próximas a corpos hídricos, tais como captação superficial/subterrânea, Estação de Tratamento de Água/Esgoto, estação elevatória, travessia de dutos sobre leito fluvial.

A Cota de Inundação corresponde à máxima cheia provável durante a vida útil da obra, a partir de um risco assumido de que a estrutura venha a ser inundada.

3 OBJETIVO

Apresentar diretrizes para estudos hidrológicos e hidráulicos de definição da cota de inundação, em função da bacia de drenagem e dados de vazão e/ou precipitação.

4 ORIENTAÇÕES GERAIS PARA ELABORAÇÃO DO ESTUDO

Os trabalhos para a elaboração do ECI envolvem:

- Na reunião inicial devem ser abordados os estudos a serem desenvolvidos;
- Solicitar à Sanepar (Área de Cartografia/GPES) as bases cartográficas que incluem também as otobacias, a hidrografia integrada, as áreas com o uso e ocupação do solo e tipos de solo. Estas informações estão disponíveis,

DIRETRIZES AMBIENTAIS
ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE
COTA DE INUNDAÇÃO



mediante Termo de Responsabilidade de Uso, pois são importantes para o desenvolvimento dos Estudos.

- Deverá ser enviada para aprovação para a equipe de hidrologia da DMA, a proposta dos levantamentos topográficos (quantidade, disposição, extensão), conforme os **Passos [01] a [04]** descritos na Etapa E1.
- Visita técnica ao local, incluindo o levantamento topográfico do trecho seco e a batimetria do trecho molhado, cadastro de unidades existentes (pontes ou bueiros ou travessias), orientados pela última revisão do MOS e NBR 13.133/94 (Execução de Levantamento Topográfico);
- Reuniões de andamento para eliminar possíveis dúvidas.

Em qualquer época até a aprovação final do projeto, a Sanepar poderá exigir esclarecimentos, complementações e/ou reformulações dentro do escopo do estudo, os quais deverão ser atendidos pela empresa de engenharia contratada.

A Sanepar disponibiliza bases cartográficas digitais de: ortofotografias, hidrografia, uso e ocupação do solo, tipologia de solos.

* Verificar lista de checagem (Anexo) com os itens mínimos avaliados.

Os trabalhos deverão integrar MEMORIAL DESCRITIVO, no conteúdo mínimo:

- Procedimentos e cálculos de todas as etapas do estudo;
- Fontes de referência;
- Detalhes das soluções técnicas;
- Desenhos e mapas de localização e amarração;
- Relatos, quadros, gráficos, tabelas, orçamentos e seus memoriais;
- Resumo final;
- Anexos contendo informações de apoio, como painel fotográfico e memorial dos cálculos mais complexos ou extensos realizados no Estudo.

O MEMORIAL DESCRITIVO inclui a entrega de arquivos digitais, em DWG, com:

- Projeto planialtimétrico;
- Planilha com as progressivas e cotas das Seções topobatimétricas levantadas;
- Levantamento cadastral de pontes, bueiros e outros elementos estruturais que causem restrição ao fluxo do rio, elevando a cota de inundação.

4.1 DISPENSA DO ECI

- * O ECI se aplica a estimar o risco de inundações em empreendimentos existentes ou projetados, auxiliando na tomada de decisão nas cotas de assente de estruturas ou soluções que minimizem danos. Os seguintes casos admitem dispensa do ECI:
- Obra às margens de reservatório do qual já se dispõe de estudos hidrológicos. As cotas do máximo nível d'água deverão ser obtidas junto à empresa responsável, devendo constar em relatório específico. Verificar se a SANEPAR já obteve as cotas do máximo nível de água junto à empresa responsável.
 - Local fora do alcance de cheias (ex: desnível superior a 20 metros entre o empreendimento e o corpo hídrico).
 - Outros casos podem ser consultados à Gerência de Gestão Ambiental (GGAM) para análise da Dispensa de ECI.

4.2 TRAVESSIAS

- Toda travessia sobre curso hídrico requer Estudo de Cota de Inundação;
- Travessia aérea de adutora/emissário junto a ponte: a geratriz inferior dos dutos não poderá ser inferior à cota mínima da ponte, para não interferir em cheias.
- Caso as travessias aéreas não atendam aos tempos de recorrência solicitados pelo Órgão Gestor de Recursos Hídricos, deverá ser emitida carta pela Sanepar informando que a própria Sanepar assume a responsabilidade pelo risco do empreendimento. Nestes casos sugere-se avaliar o uso de tubulação em travessia subterrânea.

4.3 PROGRAMAS COMPUTACIONAIS RECOMENDADOS

- **SEAF:** Sistema Especialista para Análise Local de Frequência para máximos anuais. Aplicativo do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos (ERH) da UFMG. Download em: <http://www.ehr.ufmg.br/downloads/>
- **Canal:** Sistema para dimensionamento de canais (escoamento livre). Aplicativo do Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) da UFV. Download em: <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>
- **Pluvio:** Sistema para avaliação das chuvas intensas para o Brasil. Aplicativo do Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) da UFV. Download em: <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>

- **HEC-RAS** (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*): Sistema de Análise de Rios. Download em: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/download.aspx>

5 METODOLOGIA DE CÁLCULO

A metodologia de cálculo contempla as seguintes etapas:

Etapa	Procedimento
E1	Levantar seções topobatimétricas
E2	Definir T_R
E3	Determinar vazão de cheia
E4	Determinar cota de inundação

Antes do início dos cálculos deverão ter sido executados os levantamentos topográficos, previamente aprovados pela equipe de Hidrologia da Sanepar, conforme segue. A Etapa 3 “Determinação da vazão de cheia” será procedida pela Sanepar, a qual disponibilizará os respectivos resultados.

5.1 ETAPA E1 - LEVANTAR SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS

O levantamento topobatimétrico integra o ECI e está orientado no MPS, Módulo 9.7 – Topografia, com pelo menos estes itens:

- 020117 – levantamento de seção molhada;
- 020118 – levantamento de seção seca;
- 020101 – levantamento cadastral de unidades existentes (pontes, bueiros,...)

A identificação dos locais para o levantamento topográfico das seções transversais deve considerar características geométricas, buscando as seções que possam atuar como controles hidráulicos.

Passo [01] Planejar a quantidade, disposição e extensão das seções e cadastro de unidades existentes, que devem ser validadas pela equipe de Hidrologia.

Passo [02] Dispor ao menos 3 seções transversais ao rio, distantes 50m entre si:

- junto ao empreendimento (seção 2);
- a montante (seção 1);
- a jusante (seção 3).

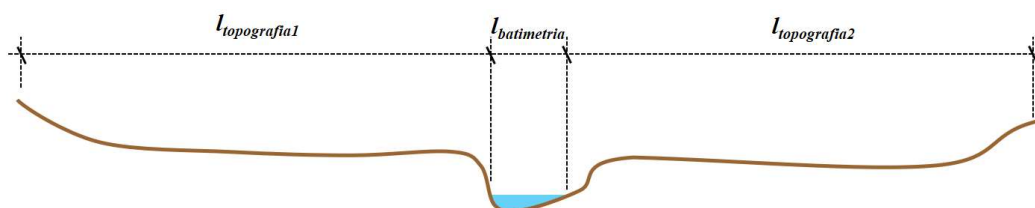
Figura 1 – Exemplo de croqui com seções topobatimétricas planejadas



Passo [03] Definir o comprimento da topografia ($l_{topografia1}$ e $l_{topografia2}$) em função da largura do rio $l_{batimetria}$, que pode ser encurtada ou estendida até sair da várzea.

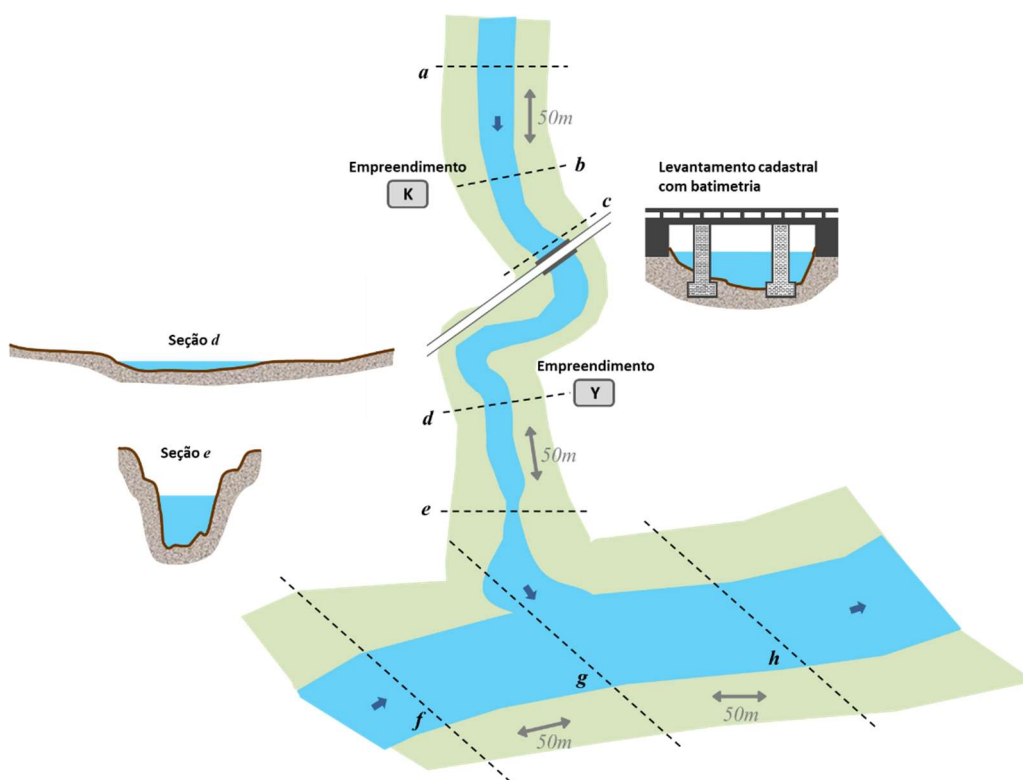
$l_{batimetria} \leq 10 \text{ m}$	→	$l_{topografia1}, l_{topografia2} \geq 50 \text{ m}$
$10 \text{ m} < l_{batimetria} \leq 100 \text{ m}$	→	$l_{topografia1}, l_{topografia2} \geq 100 \text{ m}$
$l_{batimetria} > 100 \text{ m}$	→	$l_{topografia1}, l_{topografia2} \geq 200 \text{ m}$

Figura 2 – Comprimento mínimo da seção em cada margem



Passo [04] Atentar a elementos que exerçam controle hidráulico na vazão fluvial:

Figura 3 – Singularidades de controle hidráulico na vazão do rio



Fonte: Adaptado de Cudo e Jaccon, 1989

- **estrangulamento:** levantar seção topobatimétrica onde ocorre a restrição (seção *e*) para se avaliar um possível efeito de remanso que eleve a cota de cheia no empreendimento **Y**. Avaliar cota de inundação nas seções *e* e *d*. No caso de a seção *e* apresentar cota maior, utilizar o *Standard Step Method* para determinar a cota na seção *d*.
- **obra de arte:** realizar levantamento cadastral de pontes, bueiros e outras estruturas que possam influenciar na cota de inundação, tanto a jusante (no caso do empreendimento **K**), como a montante (no caso do empreendimento **Y**). Realizar os cálculos hidráulicos considerando estas restrições de escoamento.
- **um grande rio a jusante:** é preciso avaliar o efeito de remanso sobre o afluente. Adicionar 3 seções transversais *f-g-h* no maior rio: em 50m a montante da confluência (seção *f*), na própria confluência (seção *g*) e 50m a jusante (seção *h*). No rio afluente, dispor uma seção logo a montante da

DIRETRIZES AMBIENTAIS
ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE
COTA DE INUNDAÇÃO



confluência com o rio maior (seção *e*). Caso exista remanso, utilizar o *Standard Step Method* para determinar a cota de montante no afluente (na seção *e* na seção *d* do empreendimento *Y*).

- **barragem de regularização de nível / soleira:** nos empreendimentos com soleira ou barragem de nível, situar neste dispositivo na seção junto ao empreendimento. Para o cálculo da cota de inundação, fixar a cota de fundo no topo do vertedor.
- ★ Levantar os níveis d'água de todas as seções na mesma data.
- ★ Cota de vestígio: interessante principalmente quando associada à data em que ocorreu a cheia, informado por moradores próximos. Fotografar evidências disponíveis.

5.2 ETAPA E2 - DEFINIR TR

O porte da estrutura é classificado em função da vazão operacional, pois quanto maior a obra, maiores os investimentos, devendo-se minimizar riscos de inundações. Esta relação é explicada em detalhe no Anexo IV “Tempo de retorno e risco do empreendimento nas obras da Sanepar”.

Como o risco de falha diminui para maiores Tempos de Recorrência (T_R), deve-se investigar as cotas de inundação para longos períodos. Do ponto de vista hidrológico, a probabilidade de que haja uma única inundação a cada ano é expressa por $1/T_R$, onde T_R representa o número de anos em que se espera ocorrer uma única cheia.

A Tabela 3 exibe os riscos a serem assumidos em função do porte, vida útil e vazão do sistema, fixando os T_R a investigar, a probabilidade de ocorrer a excedência a cada ano, e o risco admissível para 30 anos de vida útil (horizonte de projeto).

Tabela 1 - Riscos a serem assumidos em 30 anos vida útil

PO	Vazão (L/s)	Tempos de Recorrência (T_R) a investigar	Probabilidade de excedência a cada ano	admissível para 30 anos
I	$Q \geq 400$	100, 200, 500 e 1000 anos	1%	26%
II	$115 \leq Q < 400$	50, 100, 200, 500 e 1000 anos	2%	45%
III	$31 \leq Q < 114$	25, 50, 100, 200, 500 e 1000 anos	4%	71%
V	$Q < 30$	10, 25, 50, 100, 200, 500 e 1000 anos	10%	96%
	Travessia sobre corpo hídrico (ref. Módulo 09.4 do MPS)	50 e 100 anos	2%	45%

DIRETRIZES AMBIENTAIS
ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE
COTA DE INUNDAÇÃO



A última linha se refere ao caso específico de intervenções e obras que causem restrições hidráulicas no corpo hídrico (ver Módulo 09.4 - Diretrizes para Elaboração de Projetos de Travessias e Sifões Invertidos), com T_R mínimo de 50 anos para áreas rurais e de 100 anos para áreas urbanas.

O risco (probabilidade) de que a chuva de projeto seja efetivamente excedida, uma ou mais vezes, durante a vida útil da obra, é calculado pela expressão:

$$R(\%) = \left[1 - \left(1 - \frac{1}{T_R} \right)^n \right] * 100$$

(Equação 1)

onde: R é o Risco (%);

T_R é o Tempo de Retorno (anos);

5.3 ETAPA E3 - DETERMINAR VAZÃO DE CHEIA

Uma vez definidas as coordenadas dos empreendimentos, a Sanepar proverá a análise de cheias dos locais de interesse, nos Tempos de Retorno de 10, 25, 50, 100, 200, 500 e 1000 anos.

A empresa contratada deverá realizar consulta informando as coordenadas dos empreendimentos via KML para a Sanepar.

O método de cálculo empregado na determinação das cheias está apresentado na Nota Técnica nº32.

5.4 ETAPA E4 - CALCULAR COTA DE INUNDAÇÃO

Para a definição da cota de inundação devem ser avaliadas as cotas de inundação de todas as seções levantadas, deverá ser avaliada a existência de remanso, tanto nos casos ocasionados por uma seção a jusante que seja um controle hidráulico ou por um rio a jusante.

Desta maneira, os cálculos iniciais podem considerar o escoamento como sendo livre, mas quando necessário deverão ser avaliados: i) remanso, ii) escoamento em bueiros ou pontes, iii) sobre as estradas, quando as pontes ou bueiros não forem capazes de escoar a vazão máxima de projeto.

Quando o estudo de cota de inundação for realizado numa ampliação do empreendimento, devem-se calcular também os riscos do empreendimento existente.

5.4.1 CÁLCULO HIDRÁULICO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (ESCOAMENTO LIVRE)

O escoamento em rios e canais abertos é um fenômeno bastante complexo, sendo fortemente variável no espaço e no tempo. As variáveis fundamentais são a **velocidade**, a **vazão** e o **nível da água**.

A cota de inundação é definida ao se relacionar a vazão obtida para níveis de água (y) referenciados a um marco conhecido para a obtenção da cota absoluta, conforme:

$$Q(y) = \frac{1}{n} \cdot \frac{A(y)^{5/3}}{P(y)^{2/3}} \cdot S^{1/2} \quad (\text{Equação 11})$$

onde Q ... vazão média da água, em m³/s (em função de y);
 A ... área molhada, em m² (em função de y);
 P ... perímetro molhado, em m (em função de y);
 S ... declividade da linha d'água, em m/m (em função de y);
 n ... coeficiente de Manning (parâmetro que depende da rugosidade da parede).

Velocidade média (V)

A velocidade média do escoamento livre é fornecida pela Equação 12, admitida para canais abertos, com fundo e linha da água em declividade constante,

$$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad (\text{Equação 12})$$

onde R_h ...raio hidráulico, em m;
 S ... declividade da linha d'água, em m/m
 n ... coeficiente de Manning

Raio hidráulico (R_h)

O raio hidráulico é a relação entre a área de escoamento e o perímetro molhado:

$$R_h(y) = \frac{A(y)}{P(y)} \quad (\text{Equação 13})$$

onde A ... área da seção (em função de y);
 P ... perímetro molhado (em função de y).

Declividade do talvegue (S)

A declividade da linha d'água deve se basear no desnível da água obtido das seções transversais levantadas próximo ao local estudado. O nível da água das seções deve ser obtido no mesmo dia.

Coefficiente de Manning (n)

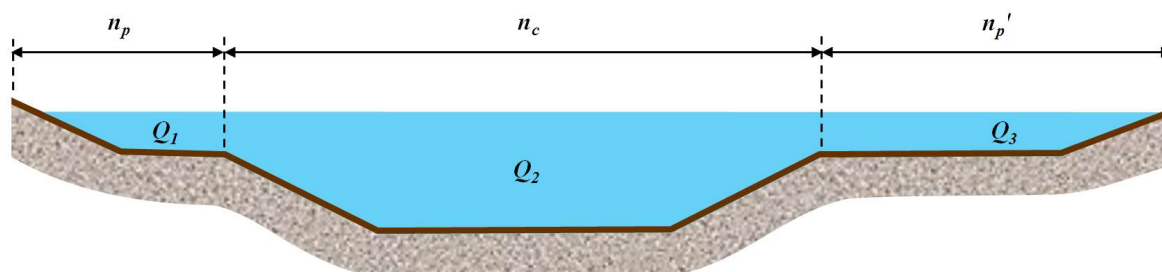
O coeficiente de rugosidade de Manning traduz a resistência ao escoamento, associada à parede do conduto. A adoção de um coeficiente adequado deve refletir essa maior facilidade ou dificuldade da água escoar na calha fluvial.

Cheias no leito maior devem ser conduzidas por seção transversal composta (Figura 9), como ocorre naturalmente nos cursos d'água.

As seções transversais compostas devem ser divididas em subcondutos para o dimensionamento, visto que podem possuir resistências ao escoamento diferentes o que resulta em escoamentos distintos.

A Figura 9 exhibe três subseções, que produzem as vazões: Q_1 , Q_2 , Q_3 , ou seja a capacidade de vazão da seção é: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$.

Figura 9 – Exemplo de delimitação de áreas em uma seção composta



Nota: a área molhada do conduto principal é formada por 1 retângulo e 1 trapézio.

Na seção transversal composta, deve-se calcular o Manning do canal principal (n_c) e das planícies à esquerda (n_p) e à direita (n_p'), de modo que a vazão de cada subseção seja calculada com seu respectivo coeficiente de Manning.

Conforme ilustra a Figura 9, os valores de Manning devem ser assim definidos:

- a) * calha do rio (parâmetro n_c): os principais fatores de obstrução são depósitos aluviais e rochas, bem como a própria sinuosidade do leito fluvial:

Tabela 2 – Valores de Manning para Canal

Grau de obstruções	Valor	Descrição
baixo	0,03	Algum efeito de obstrução
		Pouca sinuosidade
médio	0,07	Efeito de obstruções apreciável
		Grau sinuosidade apreciável
alto	0,10	Efeito de obstruções severo
		Grau sinuosidade severa

- b) * planície direita/esquerda (parâmetros n_p e n_p'): ao contrário do canal, as presença de árvores podem ser o principal elemento a oferecer resistência ao escoamento nas cheias, quando as águas que extravasam o “leito menor” e passam a ocupar o “leito maior”. Obrigatoriamente o coeficiente de Manning das planícies deverá sempre ser superior ao coeficiente do canal. Desta forma, o valor de Manning em planícies deve ser assim considerado:

Tabela 3 – Valores de Manning para Planície

Grau de obstruções	Valor	Descrição
baixo	0,05	Predomina relva
médio	0,10	Relva com árvores e arbustos
alto	0,15	Vegetação densa

5.4.2 ASSENTE DAS ESTRUTURAS

Determinar as cotas de assente e os tempos de recorrência para: as estruturas existentes, locais com vestígios de inundação e das estruturas propostas.

5.4.3 SOLEIRA / VERTEDOR DA BARRAGEM DE NÍVEL

Nos casos que o empreendimento requer soleira ou vertedor de barragem de nível, deverá ser verificada a altura máxima da soleira para que a cota de inundação não ultrapasse o Tempo de Retorno (T_R) definido na Tabela 3.

- Determinação da Altura da Soleira:
 - Determinar a altura da soleira vertente para que a Cota do Remanso seja igual ou inferior à Cota de Inundação para o T_R adotado;
 - Caso não seja possível a adoção do T_R conforme previsto, deverá ser realizada uma reunião para consenso sobre o critério a ser utilizado;
- Dissipação de Energia: avaliar a necessidade de bacias de dissipação após a soleira vertente. Caso afirmativo, dimensionar estrutura.
- Definir vertedores na soleira para permitir a medição das vazões na época de estiagem. O vertedor menor deve ser dimensionado para escoar a vazão com 70% de permanência ($Q_{70\%}$).

5.4.4 BORDA LIVRE

A existência da borda livre é para minimizar desvios entre projeto e construção, evitar irregularidades do talude, acomodar variações de vazão, minimizar riscos com ondas, reduzir riscos de extravasamento que tem, em geral, grande poder erosivo.

A seguir são descritos os critérios a serem adotados:

- Para os empreendimentos, obras hidráulicas e para definição das cotas de assentes das estruturas:
 - Deverá ser 10% da lâmina de água do vertedor considerando a profundidade normal (não utilizar a profundidade crítica);
 - Mínimo de 0,30 metros.
- Para canais naturais de grande largura;

- Poderá ser 10% da lâmina de água do vertedor considerando a profundidade normal (não utilizar a profundidade crítica);
- O valor a ser utilizado depende de critérios econômicos, mas poderá ser adotada como limite máximo a altura correspondente ao tempo de recorrência maior subsequente;
- Mínimo de 0,30 metros.

6 RESULTADOS A SEREM APRESENTADOS

O Relatório do Estudo de Cota de Inundação corresponde ao Memorial de Cálculo, devendo conter todas as informações necessárias para orientar os projetistas na definição da cota de assente das estruturas, bem como a validação do estudo apresentado, pela equipe de Hidrologia.

Os desenhos e peças gráficas deverão conter legenda com todas as informações necessárias, conforme padrão da Sanepar. Indicar no campo específico a nomenclatura dos documentos.

6.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS

A apresentação digital do mapa de localização e contorno da área de drenagem do(s) ponto(s) de estudo deverá ser realizada em uma prancha por arquivo. Garantir que as coordenadas do desenho coincidam com as coordenadas geográficas em UTM.

6.2 DESENHOS E MAPAS DE LOCALIZAÇÃO

Apresentar todos os mapas de localização, perfil longitudinal, seções transversais e detalhes necessários à perfeita compreensão do estudo, destacando a localização segura para o empreendimento de saneamento em questão, de modo a ficar fora do alcance de inundações no risco relacionado.

Indicar em todas as plantas o norte magnético, as cotas e níveis referenciando a uma RN única e a base cartográfica utilizada como referência para a cidade (empresa e data). Os desenhos deverão apresentar cota em relação nível do mar, em escala que possibilitem clareza e objetividade.

6.3 MAPA CARTOGRÁFICO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A planta sumária, em escala adequada ao porte da área e o tamanho da seção, deverá conter:

- Contorno da área de drenagem delimitada para o ponto do estudo;
- A área de implantação do empreendimento de saneamento de interesse **indicando as curvas de níveis correspondentes às cotas de**

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO Versão 2023	Módulo 1	Revisão R0	Página 15/20
-----	---	-------------	---------------	-----------------

inundação, evidenciando a área indisponível em função dos possíveis alagamentos;

- A localização das estações pluviométrica e/ou fluviométrica necessárias;
- Arruamento com nomes das ruas principais, em situações urbanas;
- Sistema viário principal e acessos;
- Zonas de ocupação urbana.

6.4 MAPA CARTOGRÁFICO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO - DETALHE DA LOCALIZAÇÃO DA SEÇÃO

A planta de localização das seções transversais dos pontos de interesse, em escala convenientemente escolhida conforme o tamanho da seção, deverá conter:

- Contorno da área de drenagem delimitada para o ponto do estudo;
- A área de implantação do empreendimento de saneamento de interesse **indicando as curvas de níveis correspondentes às cotas de inundação, evidenciando a área indisponível em função dos possíveis alagamentos;**
- A localização das estações pluviométrica e/ou fluviométrica necessária;
- Arruamento com nomes das ruas principais, em situações urbanas;
- Sistema viário principal e acessos;
- Zonas de ocupação urbana.

6.5 RESUMO DO ECI

Apresentar o resumo do ECI na seguinte forma:

- Quadro resumo contendo descrição sucinta das localizações de estações pluvio-fluviométricas utilizadas e dos pontos estudados;
- Quadro resumo das vazões máximas, cotas relativas e absolutas respectivas, para os Tempos de Retorno de interesse;
- Memorial de cálculo do Tempo de Concentração, determinação do coeficiente de Manning, dentre outros;
- Tabela cota-vazão;
- Planta geral contendo a localização do empreendimento de saneamento, bem como a seção transversal.

7 APROVAÇÃO

Em qualquer época, até a aprovação geral do Projeto de Engenharia, a Sanepar poderá solicitar à empresa de engenharia contratada, complementações, esclarecimentos e/ou reformulações do mesmo, sem acarretar ônus adicional à Sanepar.

DIRETRIZES AMBIENTAIS
ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE
COTA DE INUNDAÇÃO



A aprovação final do ECI e sua aceitação estão condicionadas ao acompanhamento da equipe de Hidrologia. Cabe a empresa observar o atendimento aos itens do Anexo 6 “Check list”.

ANEXOS

Os anexos deverão conter as documentações, relatórios e estudos existentes utilizados no desenvolvimento do ECI, tais como: tabelas citadas nos estudos técnicos; mapas; dados hidrometeorológicos; memorial fotográfico; leis e decretos, além de outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASCE (AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS). **Design and Construction of sanitary and storm sewers**. New York (Manuals and Reports of Engineering Practice, 37). 1969.
- COWAN, W. L. Estimating hydraulic roughness coefficients. **Agricultural Engineering**, v. 37, n. 7, p. 473-475, 1956.
- CUDO, K. J.; JACCON, G. **Hidrologia Curva-Chave Análise e Traçado**. Brasília. Convênio DNAEE/CNPq/ORSTOM. 1989. 273 p.
- FENDRICH, R. **Chuvvas Intensas para obras de drenagem no Estado do Paraná**. Curitiba: Champagnat, 99p. 2011
- FILL, H.D.; STEINER, A.A. **Estimativa do Hidrograma Instantâneo e da Vazão Máxima de Enchentes a Partir de Vazões Médias Diárias**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 8 n.3 Jul/Set 2003, 17-27.
- SANEPAR (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ). **Resolução Interna nº091/2007**: Diretrizes para definição da cota de assente de estruturas de saneamento visando a sua proteção a inundações. 2007.
- SILVEIRA, A. L. L. **Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS. 2005. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 10 n. 1.
- TORRICO, J. J. T. **Práticas hidrológicas**. Rio de Janeiro, TRANSCON, 119p. 1974.
- TUCCI, E. M. *et al.* **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1995.
- WILKEN, P. S. **Eng. de drenagem superficial**. São Paulo: CETESB 477p. 1978.

ANEXO 1: CHECK LIST

Check List para Estudos de Cota de Inundação - Cota de Inundação

		Versão Original (R0)		
ITENS A SEREM APRESENTADOS		APRESENTADO	CONFORME	Descrição do que deve ser alterado e comentários
Geral	Coordenadas do empreendimento			
	Município			
	Nome do corpo hídrico			
	Mapa de localização			
	Vazão do empreendimento			
	TR com base no porte do empreendimento			
	Vazões máximas de projeto por TR			
Topografia	Enviou dwg com os levantamentos topográficos (seções transversais, cadastro de unidade existente)			
	As seções levantadas em campo foram aprovadas previamente?			
	Levantou 3 seções transversais ao longo do rio, sendo uma junto ao empreendimento, uma a jusante e outra a montante?			
	Levantou seções complementares caso o rio esteja próximo de uma confluência com outro rio de maior porte? Apresentar mapa com a hidrografia da região de forma a comprovar que não há a necessidade de levantamentos complementares.			

DIRETRIZES AMBIENTAIS
ELABORAÇÃO DO E 
COTA DE INUNDAÇÃO

	Apresentou no relatório todas as seções transversais com a cota e a progressiva (e estão legíveis)?			
	Apresentou no relatório o cadastro da unidade existente com todas as dimensões e cotas (e estão legíveis)?			
	Todas as seções apresentam Nível d'água levantados na mesma data?			
	Apresenta tabela com os N.A e a distância entre as seções?			
	Calculou a declividade através dos níveis d'água apresentados nos arquivos em DWG? Utilizou a menor declividade ou declividade de jusante?			
Manning	Apresentou tabela com os valores de Manning definidos separados para Canal e Margens?			
	Apresentou imagens para avaliação dos valores de Manning considerados?			
Cota-Vazão	Existindo uma barragem de nível, fixou a nova cota de fundo como sendo a cota no topo do vertedor?			
	Caso exista ponte, bueiro ou travessia foi apresentada a capacidade hidráulica de escoamento?			
	Caso exista estrangulamento da seção transversal ou confluência com rio de maior porte, apresentou estudo de remanso?			
	Apresentou tabela contendo a cota, profundidade, área molhada, perímetro molhado, velocidade, nº de Froude e vazão			

DIRETRIZES AMBIENTAIS
ELABORAÇÃO DO E 
COTA DE INUNDAÇÃO

Calculou Cota de Inundação (escoamento livre e remanso) para cada TR?			
Inclui borda livre (valor é proporcional à profundidade, sendo no mínimo 0,30 metros) para cada TR?			
Nas conclusões adotou o maior TR possível, desde técnica e economicamente viável?			