

C E T E S B	APRESENTAÇÃO DE PROJETO DE CANALIZAÇÃO DE CURSO DE ÁGUA PARA CONTROLE DE ENCHENTES OU INUNDAÇÕES EM NÚCLEO URBANO Procedimento	P4.242 Mai/85
-------------	---	------------------

<u>Sumário</u>	<u>Página</u>
1 Objetivo .....	01
2 Normas complementares .....	01
3 Definição .....	01
4 Condições gerais .....	01
5 Condições específicas.....	04
6 Anexo A .....	09
7 Anexo B .....	11

### 1 OBJETIVO

Esta Norma fixa as condições mínimas para a apresentação ordenada dos documentos que compõem um projeto de canalização de curso de água para controle de enchentes ou inundações em núcleo urbano, sem prejuízo de uma apresentação mais elaborada, em seus aspectos multidisciplinares, para atendimento de situações peculiares de maior grau de complexidade.

### 2 NORMAS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 5677 - Estudos de Pré-viabilidade de Serviços e Obras de Engenharia e Arquitetura.

NBR 5678 - Estudos de Viabilidade de Serviços e Obras de Engenharia e Arquitetura.

NBR 5679 - Elaboração de Projetos de Obras de Engenharia e Arquitetura.

NBR 5984 - Norma Geral de Desenho Técnico.

### 3 DEFINIÇÃO

Para efeito desta Norma, é adotada a definição abaixo:

#### 3.1 Projeto de canalização de curso de água para controle de enchentes ou inundações em núcleo urbano

Conjunto de informações sistematizadas e racionalmente ordenadas abrangendo: levantamento de dados e informações sobre o problema e as bacias hidrográficas envolvidas; pesquisas de métodos, parâmetros e soluções tecnicamente viáveis; estudos e dados técnicos operacionais, de manutenção, econômicos, financeiros, ambientais e sociais decorrentes dessas soluções; estudo comparativo das soluções propostas, escolha da melhor solução para os objetivos em mira com exposição do

processo decisório e dos fundamentos e justificativas adotadas para a escolha realizada e, em detalhe, o projeto da solução escolhida, com todos os esclarecimentos necessários ao seu entendimento e implantação, conforme orçamento e cronograma propostos.

#### 4 CONDIÇÕES GERAIS

##### 4.1 Partes constituintes do projeto e forma de apresentação

4.1.1 Os projetos apresentados devem obrigatoriamente ser constituídos das seguintes partes:

- a) memorial descritivo;
- b) projeto técnico da solução escolhida e
- c) eventuais anexos.

4.1.2 As unidades adotadas devem ser as do Sistema Internacional de Unidades (SI).

4.1.3 Os desenhos devem estar de acordo com a NBR 5984 - Norma Geral de Desenho Técnico.

##### 4.2 Responsabilidade e autoria do projeto

4.2.1 O projeto deve ser de responsabilidade de Engenheiro devidamente habilitado no CREA, subscrito por ele, com indicação expressa do seguinte:

- a) nome;
- b) número do registro no CREA e
- c) endereço completo.

4.2.2 Todas as plantas relativas ao projeto devem ter assinatura e número do registro do CREA do Engenheiro com indicação da "Anotação de Responsabilidade Técnica".

#### 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

##### 5.1 Memorial descritivo

O memorial descritivo deve conter no mínimo:

- a) dados e características da bacia hidrográfica;
- b) diagnóstico da situação atual;
- c) estudo de previsão das condições futuras;
- d) estudo hidrológico da bacia hidrográfica e
- e) alternativas propostas e justificativa da solução escolhida.

##### 5.2 Dados e características da bacia hidrográfica do curso de água

5.2.1 Os dados e características devem ser aqueles que forneçam subsídios e defi

nições das obras a implantar, ampliar ou melhorar na bacia hidrográfica em estudo.

5.2.2 Devem ser indicadas as fontes de referências e os métodos adotados na coleta de dados.

5.2.3 Os elementos básicos mínimos a serem fornecidos devem ser os seguintes:

- a) localização;
- b) divisão, uso e ocupação do solo, com identificação dos principais tipos de áreas;
- c) características urbanas
- d) topografia;
- e) geomorfologia e pedologia;
- f) condições sanitárias atuais e
- g) informações geotécnicas.

5.2.3.1 A localização da bacia deve ser indicada em planta cuja escala permita uma perfeita visualização da área a ser drenada.

5.2.3.2 Devem ser apresentados os dados referentes à população e perspectivas de desenvolvimento futuro com segurança e conforto indicando também a população a ser beneficiada pelo projeto.

5.2.3.3 As características urbanas devem ser descritas tendo em vista as tendências de ocupação demográfica, considerando, entre outros aspectos:

- a) planos diretores e urbanísticos;
- b) ocupação do solo e zoneamento;
- c) indústrias existentes e em projeto;
- d) loteamentos aprovados;
- e) logradouros pavimentados e
- f) vias de circulação urbana em fundos de vale.

5.2.3.4 Deve ser apresentado um levantamento plani-altimétrico atualizado na escala de 1:1000, de preferência 1:500, contendo curvas de nível de metro em metro, amarradas a referências de níveis oficiais, mencionando-se suas localizações e valores.

5.2.3.5 Deve ser apresentado um estudo do solo e da cobertura vegetal, tendo em conta a porcentagem da bacia já urbanizada e em vias de urbanização.

5.2.3.6 No item "condições sanitárias" devem ser apresentados: a situação dos sistemas de esgoto sanitário e da drenagem pluvial (redes coletoras); o cadastro das obras existentes e das possíveis interferências com as obras a serem projetadas e a previsão de faixas para implantação das infra-estruturas sanitárias, principalmente as de esgoto e aquelas referentes às águas superficiais que chegam ao curso de água.

5.2.3.7 Devem ser apresentadas sondagens para reconhecimento do solo existente na região.

### 5.3 Diagnóstico da situação atual

5.3.1 O diagnóstico da situação atual deve consubstanciar todas as condições de drenagem da bacia de forma a caracterizar plenamente os problemas e anomalias referentes a:

- a) inundações;
- b) represamentos;
- c) erosões e voçorocas;
- d) prejuízos resultantes;
- e) poluição das águas superficiais;
- f) frequência das ocorrências desses fenômenos e
- g) medidas adotadas anteriormente para controle da situação.

Nota: Devem ser apresentadas em planta as obras existentes e as regiões que sofrem inundações.

### 5.4 Estudo de previsão das condições futuras

5.4.1 Devem ser mostradas as diretrizes que nortearam o projeto e a integração do mesmo ao contexto urbanístico local.

5.4.2 Devem ser pesquisadas soluções que eliminem interferências do sistema de drenagem com outros melhoramentos públicos.

5.4.3 Devem ser consubstanciadas neste estudo a definição de gabaritos para pontes e travessias e a pesquisa de alternativa de traçado da canalização em galerias ou canais a céu aberto.

5.4.4 Devem ser estabelecidos a fixação de etapas de implantação de obras e o planejamento dos recursos financeiros necessários, com base na previsão das distribuições populacionais e nos tipos de ocupação da bacia.

### 5.5 Estudo hidrológico da bacia hidrográfica

Deve ser apresentado estudo onde estejam devidamente caracterizados:

- a) áreas da bacia e sub-bacias;
- b) estudo dos métodos a serem utilizados e justificativas de sua aplicabilidade;
- c) dados e parâmetros empregados para determinação da vazão de dimensionamento da canalização ou de seus trechos e das obras complementares, com as respectivas justificativas.
- d) fatores climáticos e fatores de redução de pico e

e) estudo hidrológico dos cursos de água envolvidos.

Nota: Sugestões para utilização de fundos de vale e para estudo da exequibilidade de projetos para combate a inundações são apresentadas, respectivamente, nos Anexos A e B.

## 5.6 Soluções propostas e escolha da solução definitiva

5.6.1 Toda solução tecnicamente viável deve ser considerada, devendo-se efetuar seu pré-dimensionamento.

5.6.2 Cada solução considerada deve ser identificada e definida em termos físicos, operacionais e de seus impactos ambientais.

5.6.3 Deve ser feita uma estimativa de custo de cada solução e feito um escalonamento no tempo dos investimentos necessários à obra e à efetivação das desapropriações.

5.6.4 A vida útil da canalização deve ser de cerca de 50 anos, devendo-se prever as despesas anuais de operação e manutenção da canalização e das obras complementares: obras de arte, barragens, eclusas, sistemas de telemetria e controle de vazões e outros.

5.6.5 Os custos das diferentes soluções devem ser comparados adotando-se a taxa de desconto fornecida pelo órgão financiador ou responsável pela obra.

5.6.6 A escolha da solução a ser adotada deve ser plenamente justificada técnica, econômica, financeira e socialmente, não devendo impedir ampliações e melhorias sem grandes ônus para as gerações futuras.

## 5.7 Projeto técnico da solução escolhida

O projeto técnico da solução escolhida deve conter todos os elementos necessários a definição clara da mesma, devendo conter como mínimo o seguinte:

- a) estudo hidráulico do canal ou galeria, das obras de arte, barragens, eclusas e outras;
- b) desenhos de execução;
- c) especificação dos materiais a serem empregados;
- d) indicação e justificativa dos métodos construtivos a serem empregados;
- e) problemas e condições esperadas, especiais e correntes;
- f) orçamento;
- g) cronograma de execução e
- h) desapropriações.

### 5.7.1 Estudo hidráulico do canal ou galeria

5.7.1.1 No estudo hidráulico devem ser apresentadas memórias de cálculo de todos os elementos dimensionáveis, justificando os parâmetros usados tais como:

- a) fórmulas de dimensionamento;
- b) profundidades máximas e recobrimento mínimo (caso de galerias enterradas);
- c) velocidades máximas e mínimas;
- d) materiais a utilizar com seus respectivos coeficientes de rugosidade;
- e) declividades máximas e mínimas;
- f) geometria de seção transversal das obras de detenção e condução de água;
- g) borda livre.

Nota: A determinação da borda livre deve ser feita mediante considerações do traçado do canal, de sua geometria e do tipo de revestimento e das influências das obras de arte, barragens, eclusas e outros detalhes do projeto, bem como das velocidades de escoamento das águas.

5.7.1.2 Devem ser estudados e acompanhados de memórias de cálculo os seguintes elementos:

- a) desembocadura dos efluentes no canal;
- b) desembocadura do canal no curso de água;
- c) estruturas singulares;
- d) obras de arte, barragens, eclusas, equipamentos de operação, manutenção e controle;
- e) curvas de remanso e
- f) proteção das canalizações.

Nota: Esta proteção objetiva evitar a entrada de lixo e outros objetos que venham a bloquear ou perturbar o escoamento natural nas galerias fechadas.

5.7.1.3 Deve ser apresentado também o estudo de escoamento superficial ao longo da faixa do curso de água e suas adjacências incluindo-se as sarjetas, bocas de lobo, sarjetões e bueiros.

#### 5.7.2 Desenho de execução

Os desenhos executivos devem ser em quantidade tal que permita a visualização das diversas etapas da obra. Entretanto, como mínimo são indicados os seguintes:

- a) lançamento em planta do canal ou galeria;
- b) perfis;
- c) detalhes e ampliações;
- d) interferências e
- e) trechos da galeria ou canal já existentes.

5.7.2.1 O lançamento do canal ou galeria deve ser efetuado em planta na escala 1:1000 ou 1:500 indicando a sua posição e os elementos seguintes:

- a) número do trecho;
- b) cotas da soleira do canal ou galeria no início e fim do trecho;
- c) seção transversal, declividade longitudinal e extensão do trecho e
- d) faixa de domínio e de desapropriação.

5.7.2.2 Os perfis devem ser lançados em escala horizontal 1:1000 ou 1:500 e escala vertical 1:100 ou 1:50, devendo ser apresentados no mínimo os seguintes elementos:

- a) número do trecho;
- b) perfis longitudinais das margens no caso de canais e do terreno no caso das galerias enterradas;
- c) seção, declividade e extensão do trecho, bem como cotas do terreno e da soleira do canal ou galeria no início e fim do trecho.
- d) capacidade total e velocidade máxima de água e
- e) linha de água para descarga máxima.

5.7.2.3 Detalhes e ampliações devem ser executados toda vez que o lançamento em planta e perfil exija, para sua melhor compreensão, aqueles elementos. Os detalhes devem ser apresentados em escala 1:10, 1:50 ou 1:100.

5.7.2.4 As atuais interferências devem ser bem caracterizadas em planta e em perfil. Os desenhos executivos devem deixar clara a solução para sua transposição.

5.7.2.5 No caso da nova obra inserir em trecho de galeria ou canal existente, devem ser confeccionados desenhos que bem caracterizem as suas conexões.

### 5.7.3 Especificação dos materiais a serem utilizados

Devem ser claramente especificados todos os materiais utilizados na execução da obra e, no caso de materiais que fiquem dentro do perímetro molhado da seção transversal, deve ser especificado também o coeficiente de rugosidade.

### 5.7.4 Problemas e condições especiais

Todo problema ou condição especial esperados na execução das obras deve ser objeto de esclarecimento objetivando a sua minimização. Desenhos detalhados devem ser apresentados sempre que necessários.

### 5.7.5 Orçamento

O orçamento deve ser previsto no seu total, bem como o desembolso no decorrer da obra ou nas fases de execução das diversas etapas. No caso de haver desapropriações, as mesmas deverão fazer parte do orçamento.

### 5.8 Cronograma

O cronograma executivo da obra deve ser apresentado, incluindo-se nele o tempo previsto para as desapropriações.

## 5.9 Desapropriações

5.9.1 Deve ser apresentado levantamento topográfico das áreas a serem desapropriadas.

5.9.2 As áreas devem ser indicadas na planta do sistema.

5.9.3 As áreas de terreno e das construções, bem como seus valores unitários, devem ser avaliados com cuidado para evitar distorções no volume de recursos financeiros necessários.

---

/ANEXO A

REVOGADA

ANEXO A - APROVEITAMENTO DOS FUNDOS DE VALES NOS PROJETOS DE CANALIZAÇÃO DE CURSO DE ÁGUA

Os fundos de vales são os escoadouros naturais das águas pluviais a despeito da vontade humana e da existência ou ausência de um sistema adequado, natural ou artificial, de drenagem.

Disto decorre a necessidade de se tratar a questão de canalização de cursos de água de forma integrada com os possíveis usos dos recursos hídricos de uma região e com o planejamento urbano, considerando as interferências com melhoramentos públicos existentes e os a serem implantados a curto, médio e longo prazos.

No caso particular dessas canalizações, é recomendável que a preservação dos rios e de suas várzeas seja obtida mediante a execução de uma política adequada de desapropriações, de proteção dos mananciais e de ocupação dos fundos de vales e áreas adjacentes que destine, estes últimos, de modo perpétuo prioritariamente, para escoamento de enchentes maiores que as previstas em projeto e inundações e armazenamentos temporários dos volumes excedentes de água, face à capacidade de escoamento dos canais existentes ou projetados e, secundariamente, para implantação, nas áreas inundáveis, de áreas verdes, de espaços livres e de equipamentos de lazer e recreação não conflitantes com a destinação prioritária de atenuação dos picos de enchentes.

Nos trechos de cursos de água em que não haja tal possibilidade, face ao desenvolvimento urbano existente e ao vulto dos recursos necessários, as obras de canalizações devem ser capazes de veicular vazão correspondente a 98% das enchentes ou, pelo menos, correspondente a uma enchente com período de retorno de 50 anos, sem extravazamento ou inundações. Ainda neste caso, é conveniente estudar as conseqüências de uma enchente com período de retorno de 100 anos, verificando e programando, mesmo para efetivações futuras, o aproveitamento das áreas e a execução de obras capazes de atenuar os danos que tais enchentes possam causar, atenuando ou retardando picos de enchentes ou interceptando os excessos e transportando-os para bacias hidrográficas adjacentes com melhores condições de escoamento, sempre que um estudo adequado o justificar técnica, econômica, financeira e socialmente.

Enfatizamos, por outro lado, que a implantação de vias de tráfego, locais e expressas, em fundos de vales e a urbanização das baixadas devem ser objeto de muita pesquisa e cautela e executadas sem prejuízo da destinação a que se deve dar aos fundos de vales: sem um estudo acurado e projetos adequados é certo que a comunidade será onerada, mais adiante, não só pelos custos elevados de manu

tenção, limpeza e operação, como também, e de modo marcante, pelos elevados custos de modificações ou complementações necessárias, além de eventuais indenizações a serem pagas por danos causados por inundações que poderiam ser evitadas mediante um estudo mais abrangente.

Ressalta-se ainda que, sendo as obras de canalizações projetadas para um determinado grau de segurança contra inundações e para um determinado estágio de impermeabilização da bacia hidrográfica, devem ser elas projetadas e construídas de modo a não impedir ampliações e melhorias sem grandes ônus para as gerações futuras. Uma das formas de se obter isto é justamente através de canais em terra, conservando ao máximo o traçado natural, reservando espaços marginais para futuras ampliações e ocupando as áreas inundáveis dos fundos de vales e de suas adjacências como recomendado, resultando numa utilização racional dos recursos naturais que contribui para o desenvolvimento ecológico e sócio-econômico da área de influência dos projetos de canalizações.

---

/ANEXO B

ANEXO B - COMBATE A INUNDAÇÕES

REF. - FLOOD ALLEVIATION WORKS ON SOME RIVER THAMES TRIBUTAIRES  
BY K. BUTTER AND J.J. LANE, 1975, VOL. 29, MARCH  
THE INSTITUTION OF WATER ENGINEERS AND SCIENTISTS  
6-8 SAKVILLE STREET, PICCADILLY, LONDON, W1X 1 DD.

TRADUÇÃO DE ALGUNS TRECHOS DO TRABALHO EM REFERÊNCIAESTUDOS DE EXEQUIBILIDADE

Se aceitos pelo Conselho encarregado da gestão do uso dos recursos hídricos da região como base para discussão com as autoridades e entidades interessadas antes de projetos mais detalhados:

- Considerarão as várias opções disponíveis para o Conselho;
- Mostrarão a justificativa econômica para fins de alívio de enchentes e inundações para toda a bacia;
- Apresentarão soluções hidráulicas, projetadas com parâmetros aceitáveis para o alívio de enchentes e combate às inundações e assegurar uma base satisfatória para posteriores discussões sobre implantação de áreas verdes, espaços livres, lazer etc., durante todos os estágios de projeto e possibilitar o levantamento adequado dos custos para estes últimos objetivos.
- Orientarão o Conselho na determinação de prioridades de execução, servindo, como ferramentas, os estudos econômicos;
- Darão base formal para julgamento do aumento do número de planos e desenvolvimento de propostas que diretamente afetam o Conselho.

Nos estudos devem ser incluídas plantas mostrando as áreas inundáveis para enchentes com períodos de retorno de 50 e 100 anos, as áreas para escoamento ou armazenamento temporário das águas, os pontos de referência para amenidades e os graus de restrições para o projeto devido aos usos do solo.

HIDROLOGIA DA BACIA

Devido à complexidade inerente aos estudos hidrológicos e, às vezes, à larga variação dos resultados obtidos, recomenda-se usar diversos métodos para o cálculo das enchentes de projeto.

SOLUÇÃO HIDRÁULICA

Opções do Conselho:

- a) Indenizações apenas pelos danos causados pelas inundações;
- b) Proibição do desenvolvimento de edificações em áreas inundáveis, por um certo período de anos, para implantação de sistemas de proteção de vidas e propriedades ameaçadas. Envolve indenizações pela perda do solo hoje existente.
- c) Execução de canalizações, a menos que sejam disponíveis áreas para escoamento e retenção das águas excedentes;
- d) Execução de uma solução de compromisso entre b e c, ditada por razões econômicas e de proteção da natureza.

As soluções hidráulicas deveriam aliviar todos os tipos de enchentes, mas, por razões econômicas e de proteção da natureza (estéticos), o projeto deve contemplar o alívio de 98% de todas as possíveis ocorrências naturais de enchentes e procurando manter as águas de enchentes dentro do canal ou estocadas em áreas abertas adjacentes aos cursos de água. Essas áreas devem ser preservadas sempre que possível para recebimento de descarga maiores que as de projeto.

A solução hidráulica deve considerar aspectos de manutenção e prevenção da poluição do curso de água e assegurar para que não haja um rápido e grande aumento de danos causados por enchentes que excedam à do projeto.

#### TERMOS DE REFERÊNCIAS PARA FINS DE PROJETO

- Todas as melhorias devem ser projetadas para vazões de enchente com período de recorrência de 50 e 100 anos.
- Sempre que possível dar preferência à adoção de canais abertos como resultado de um balanço entre suas vantagens (vide adiante).
- Borda livre, fator de segurança de projeto além da proteção contra transbordamento do canal como resultado do fluxo turbulento (30 cm para canais rígidos e 60 cm para canais de terra).
- Destinar uma faixa de largura mínima de 6 m ao longo do curso de água, sempre que possível, para os serviços de manutenção.
- Os níveis máximos das águas (linha de água) de projeto devem ser mantidos suficientemente baixos para facilitar a drenagem superficial local de enchentes secundárias.
- Velocidades máximas: canais de terra, menores que 1,85 m/s e, canais de concreto, normalmente menores que a velocidade crítica.
- Canais fechados ou pontes:
  - . deixar espaço livre de 60 cm acima do nível máximo da água;

. canais fechados (galerias) não devem ter diâmetros menores que 1,85 m ou 3,42 m<sup>2</sup> de área no caso de seções não circulares.

No caso de tamanhos menores, por não serem os acima justificáveis, deve-se prever a execução destes com o dobro da capacidade prevista em projeto;

. dar condições que permitam o inter-fluxo de águas subterrâneas;

- Valores do coeficiente de Manning: 0,017 para canais de concreto; 0,035 para canais de terra e, valores intermediários para canais compostos;
- Reter o uso de áreas inundáveis e, onde possível, desenvolvê-las a fim de dar adequado armazenamento das águas, das enchentes e inundações.

#### VANTAGENS DOS CANAIS ABERTOS EM RELAÇÃO AOS CANAIS FECHADOS

- 1) Durante as enchentes, as obstruções podem ser vistas e conseqüentemente removidas mais facilmente e, mesmo quando isto não é feito, o fluxo de água sobrepuxa os entulhos sem causar demasiada elevação dos níveis de enchente. Canais fechados, em tais circunstâncias, podem ser bloqueados e os bloqueios, em muitos casos, são difíceis de ser localizados.
- 2) Têm maior capacidade do que os fechados da mesma largura no nível de leito e isto é particularmente relevante quando a largura superior aumenta com a profundidade.
- 3) O custo de construção é menor.
- 4) A limpeza, a manutenção, e o controle de poluição são mais fáceis de ser executados, requerem menor número de pessoas e são geralmente mais baratos. Os equipamentos mecânicos podem ser usados com maior facilidade e segurança.
- 5) O escoamento sobre a terra, comum em períodos chuvosos, pode descarregar diretamente nos canais abertos.
- 6) A drenagem superficial pode ser mais facilmente executada.
- 7) Em geral, são mais aceitáveis com relação ao ambiente.
- 8) As obras de alívio de enchentes construídas a céu aberto freqüentemente oferecem a oportunidade para criação de áreas verdes, recreação, etc.

DESVANTAGENS DOS CANAIS ABERTOS

- O lixo pode ser mais facilmente lançado no seu interior.
- Podem tornar-se desagradáveis à vista se não forem adequadamente tratados.
- Áreas de terra impedidas de ser utilizadas para outras finalidades.

---

REVOGADA