



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

DP-H09

DIRETRIZES DE PROJETO PARA OBRAS DE DETENÇÃO / RETENÇÃO



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

ÍNDICE

	PÁG.
1. OBJETIVO.....	165
2. DEFINIÇÃO GERAL.....	165
3. PROCEDIMENTOS DE PLANEJAMENTO E PROJETO	167
4. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS RELATIVOS À BACIA DE DRENAGEM.....	168
5. IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS LOCAIS PARA ARMAZENAMENTO	171
6. ESTABELECIMENTO DA DESCARGA DE PROJETO.....	173
7. CONFIGURAÇÃO PRELIMINAR DA HIDROLOGIA DE PROJETO	178
8. ABORDAGENS DAS CONDICIONANTES LATERAIS E VERTICAIS.....	184
9. FINALIZAÇÃO DO PROJETO	185
10. OBRAS MÚLTIPLAS DE D/R.....	190
11. ASPECTOS NEGATIVOS E USOS INADEQUADOS DE OBRAS DE D/R	192



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

1. OBJETIVO

Esta diretriz tem por objetivo apresentar os estudos de dimensionamento de obras de detenção/retenção 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 detenção / retenção (D/R), aplicáveis para a SVP/PMSP.

2. DEFINIÇÃO GERAL

É importante destacar os conceitos relativos às obras de detenção e retenção 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 detenção/retenção (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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

As expressões "obras de detenção" e "obras de retenção" 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 detenção

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 detenção: 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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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 "Estudos hidrológicos – método de Ven-Te-Chow" - DP-H04;
- g) Tempos de concentração e tempos totais de escoamento necessários para uso do Método Racional, (DP-H03) 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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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 retomo e 24 horas de duração, um coeficiente de escoamento superficial ou um número de curva (*CM*) 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



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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 conseqüências 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 6.1. Com este critério, numa tentativa de evitar um incremento nas vazões de pico de cheias resultantes da urbanização (caso 2 na Figura 6.1), 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).



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

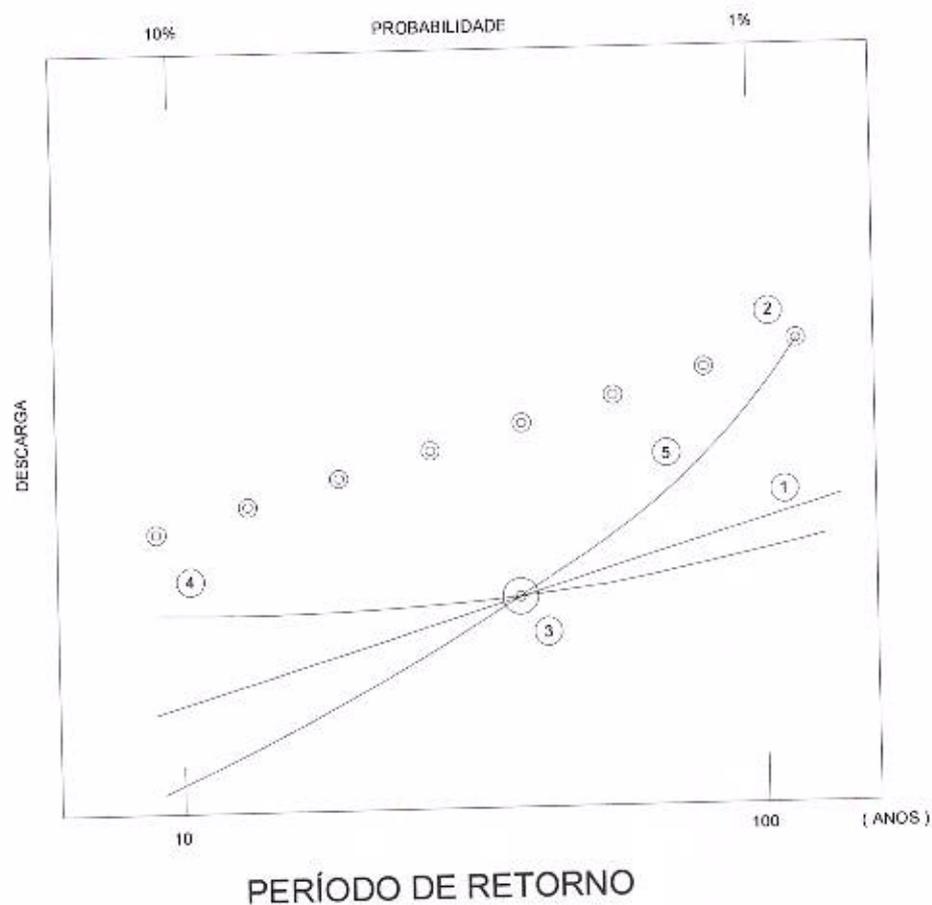
SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H09 Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção

30/06/99



- 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 USO FUTURO DO SOLO

Figura 6.1
Critério de probabilidade simples para obras de detenção / retenção e seus possíveis efeitos.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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 6.1. 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 6.1. 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 6.1, 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



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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

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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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 7.2.

Considerando que o local do exemplo esteja situado na cidade de São Paulo, poderão ser estabelecidas as seguintes chuvas de projeto para as durações indicadas e período de retorno de 100 anos:

- 1) $T_r = 100$ anos 3 horas = 110,5mm;
- 2) $T_r = 100$ anos 6 horas = 123,5mm;
- 3) $T_r = 100$ anos 12 horas = 135,7mm;
- 4) $T_r = 100$ anos 24 horas = 147,8mm.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H09 Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção

30/06/99

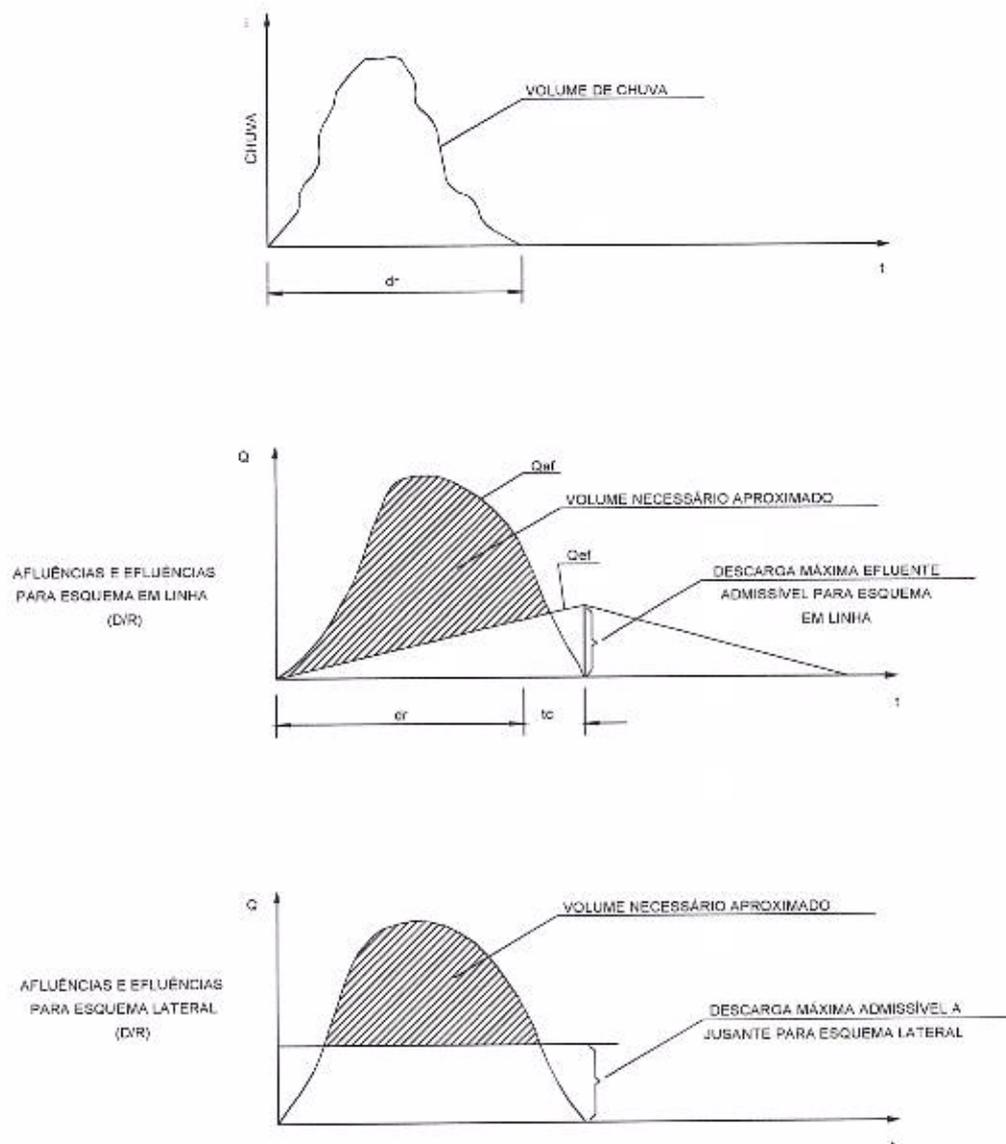


Figura 7.1

Modelos hidrológicos de afluições e efluências para obras de detenção / retenção.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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, $d_r = 3h$, $P = 110,5mm$:

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

$$D = \frac{P - 5080}{CN + 50,8} \cdot \frac{CN - 203,2}{P + 2030}$$

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

2) volume de escoamento superficial (V_o):

$$V_o = D.A = 0,0728 \cdot 1,813 \cdot 10^6 = 132.000 \text{ m}^3$$

3) volume liberado para jusante (V_j)

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



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

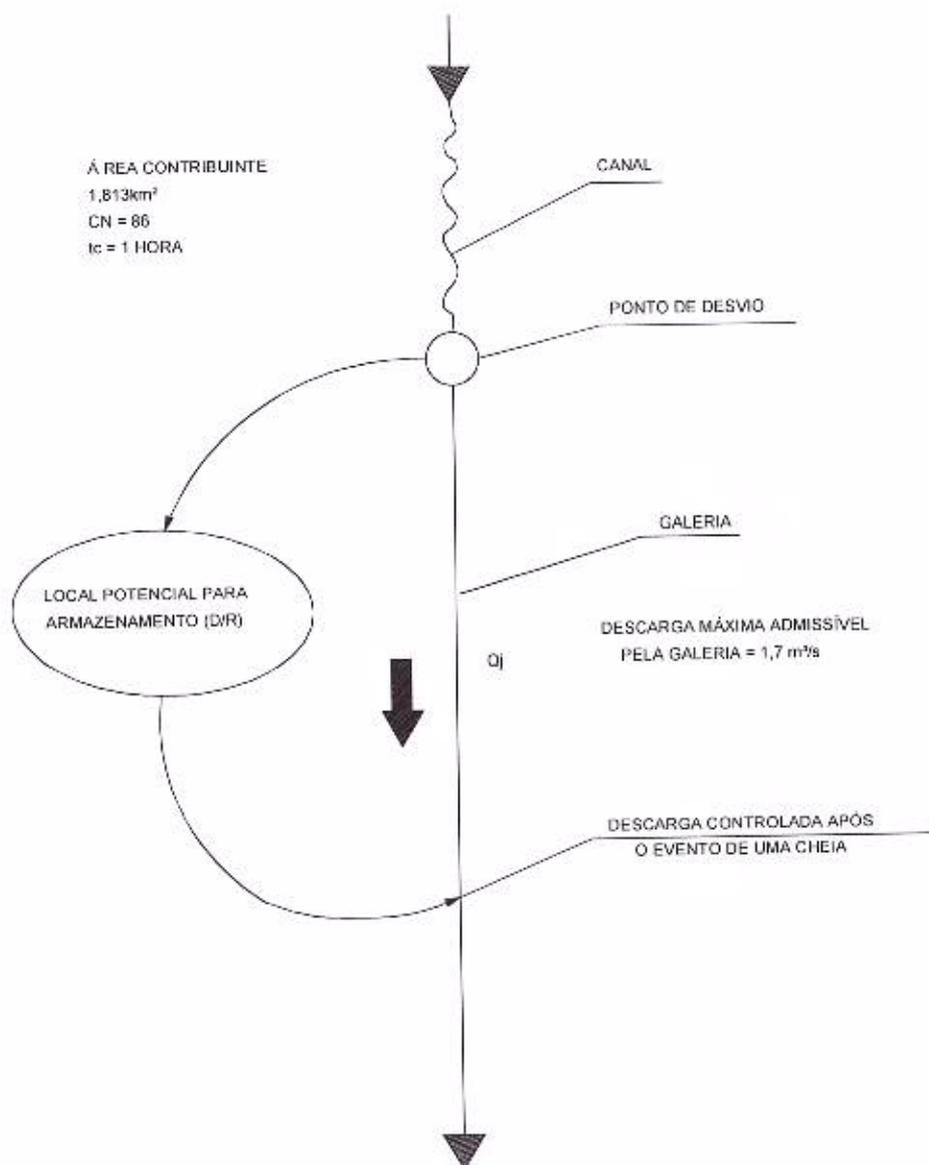


Figura 7.2

Exemplo de esquema de obra de detenção / retenção lateral.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

4) volume necessário de armazenamento (V_a)

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

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

Tabela 7.1

Resultados dos cálculos dos volumes de armazenamento

DURAÇÃO (HORAS)	P (mm)	D (mm)	VD (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

Verifica-se que o volume necessário varia na faixa de 42.000 m^3 a 110.000 m^3 , e que este não necessariamente cresce para durações maiores, sendo que a duração crítica no presente caso é inferior a 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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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 afluências 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 (DP-H03) e o método do "Soil Conservation Service" (DP-H05). Para cada período de retorno, deve-se identificar as correspondentes descargas máximas permissíveis liberáveis para jusante conforme mostrado na Figura 9.1.

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 9.2 ilustra de forma esquematizada o



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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 9.3 (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 9.3 (a) é de caráter genérico, mostrando os resultados dos procedimentos indicados em termos conceituais. A Figura 9.3 (b), por outro lado, é mais específica e procura mostrar a relação armazenamento-descarga para duas situações diferentes de liberação de descargas para jusante.

Duas 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.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM	DATA
DP-H09	Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção		30/06/99

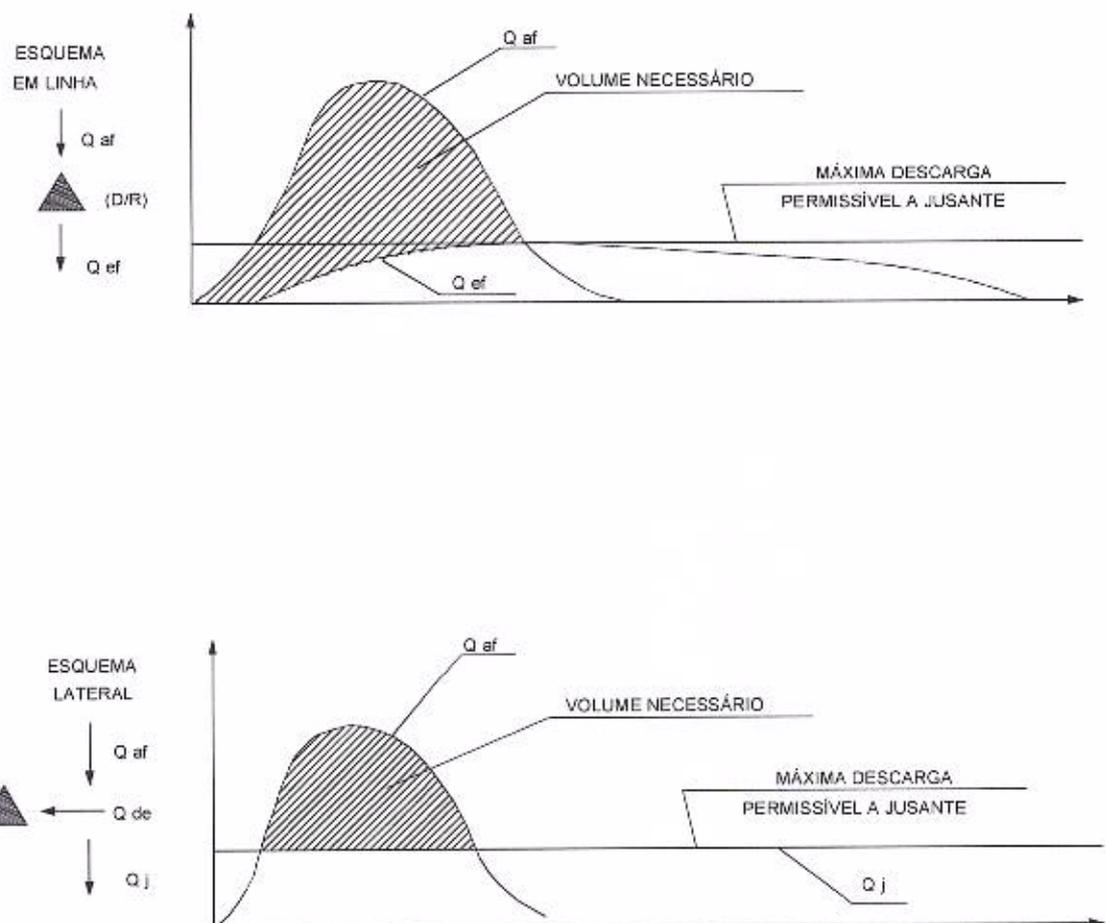


Figura 9.1

Hidrogramas afluentes e efluentes de esquemas em linha e lateral, para obras de detenção / retenção



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H09

Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção

30/06/99

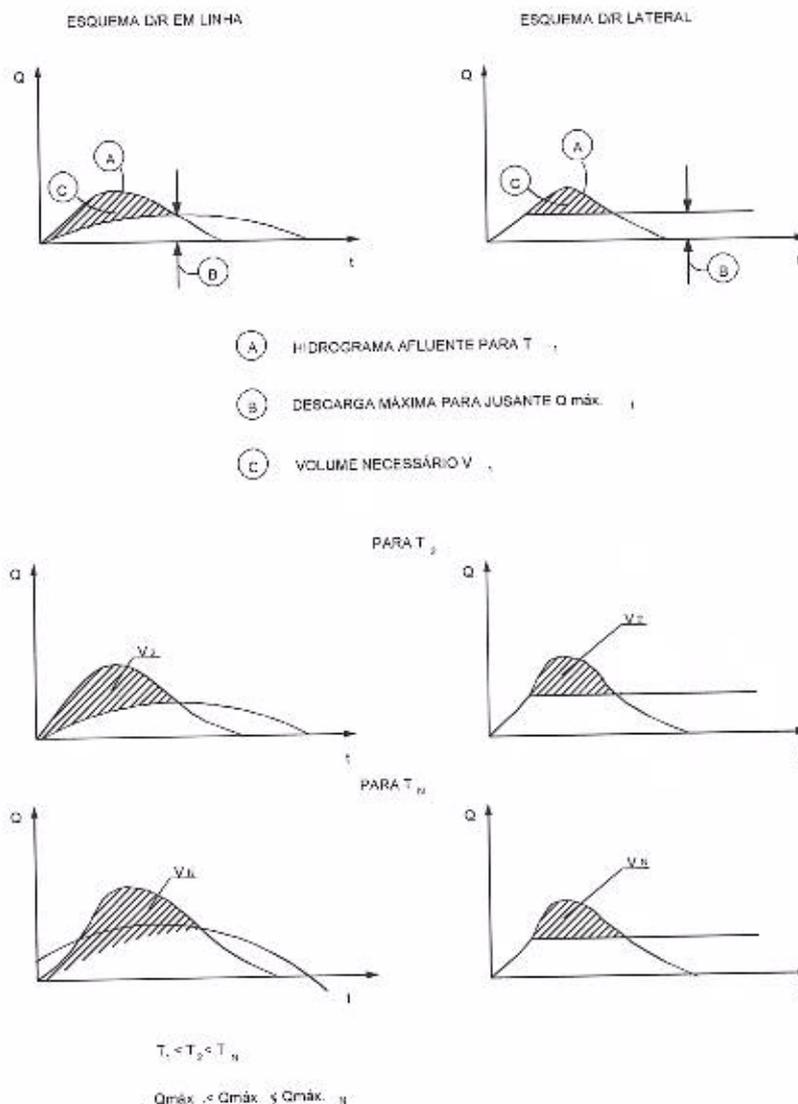


Figura 9.2

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



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H09 Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção

30/06/99

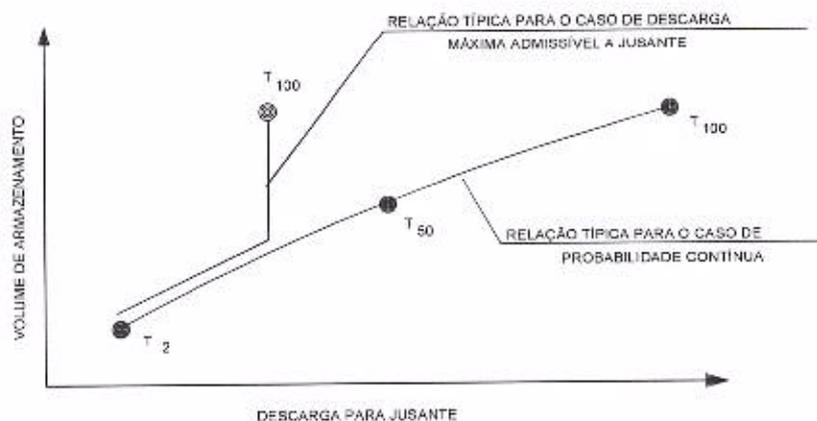
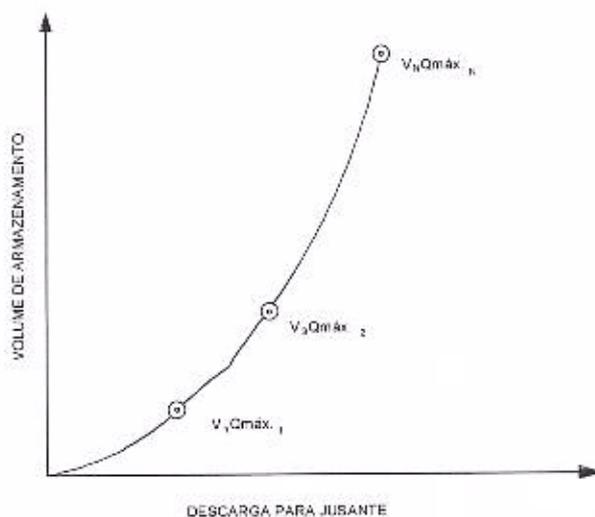


Figura 9.3

Relação descarga x armazenamento de obras d/r



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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 10.1 ilustra esquematicamente como uma nova obra de D/R pode provocar um problema de sincronismo adverso numa bacia. Conforme se observa na Figura 10.1, 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".



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA ASSUNTO DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM

DATA

DP-H09 Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção

30/06/99

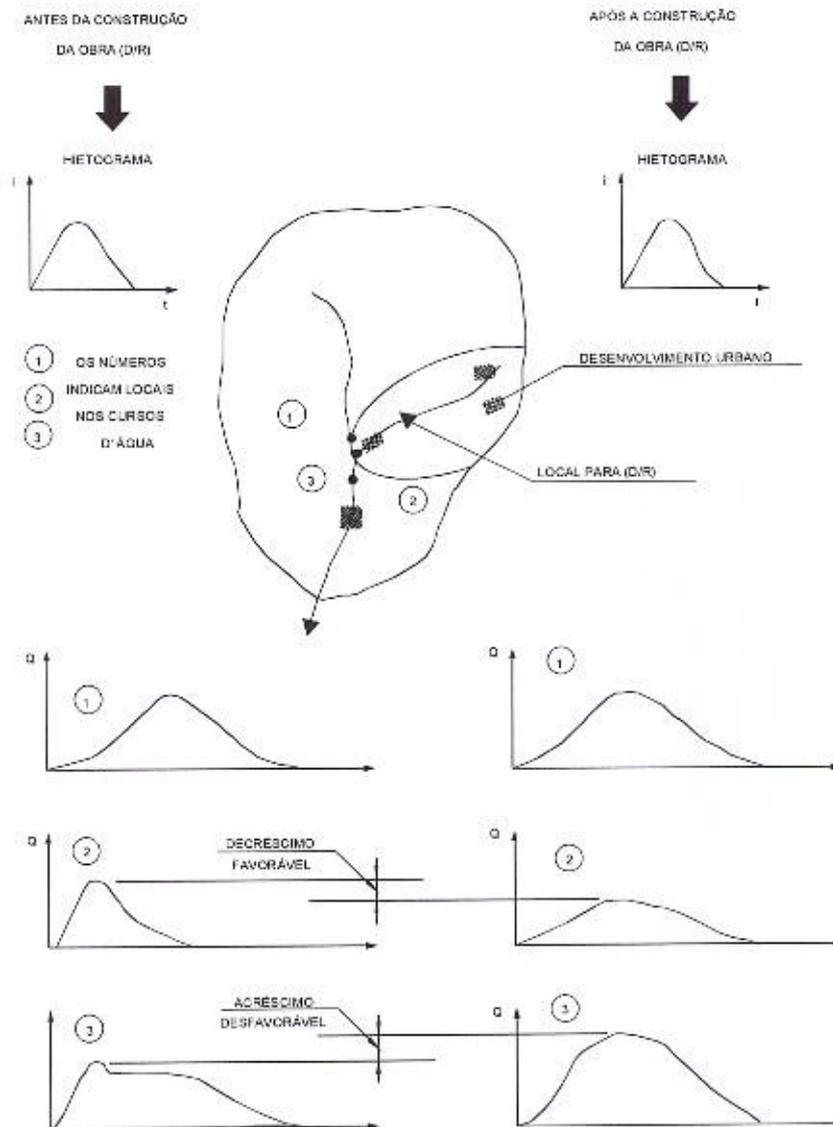


Figura 10.1

Interação adversa de hidrogramas de cheias como consequência de uma obra de retenção/ retenção



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

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:



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

- 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;



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS

EMITENTE

SUPERINTENDÊNCIAS DE PROJETOS E DE OBRAS

REFERÊNCIA	ASSUNTO	DATA
DP-H09	DIRETRIZES DE PROJETO DE HIDRÁULICA E DRENAGEM Diretrizes de Projeto para Obras de Detenção / Retenção	30/06/99

- 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.