



COMPANHIA PAULISTA DE
TRENS METROPOLITANOS

ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

TÍTULO										
ESTUDOS HIDROLÓGICOS										
TIPO	ET	SISTEMA	O	LINHA	X	KM	99			
TRECHO	99	SUBTRECHO	99	SUBSISTEMA/CONJUNTO		99 99		ÁREA	GEE	Nº CONTRATO
ETAPA	6	CLASSE/SUBCLASSE	C99	SEQUENCIAL	999	Nº CONTROLE		VERIFICAÇÃO/DATA		VERIFICAÇÃO/DATA
						AK7804-0		Osvaldo Basso / /		
IDENTIFICAÇÃO				REVISÃO	Ø	PÁGINA	1/13	APROVAÇÃO/DATA		APROVAÇÃO/DATA
								Fernando Gusmão / /		
Nº CONTRATO		VERIFICAÇÃO/DATA		APROVAÇÃO/DATA				SUPERVISORA		

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1. CPTM AK7802-3: Levantamento Topográfico
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

DOCUMENTOS RESULTANTES

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

OBSERVAÇÕES

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

E.					
D.					
C.					
B.					
A.					
REV.	ÍTEM	MOTIVO	RESP. TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA

7122

Esta folha é propriedade da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros sem autorização expressa. A liberação ou aprovação deste Documento não exime o projetista de sua responsabilidade sobre o mesmo



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 2/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

1. FINALIDADE

A presente especificação tem por objetivo estabelecer os procedimentos e rotinas para elaboração de estudos hidrológicos e é aplicável a todos os projetos básicos, projetos executivos e adequação de projetos, nos empreendimentos a cargo da CPTM.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para a elaboração de projeto de drenagem, obras-de-arte correntes e de obras-de-arte especiais, estes estudos deverão ser concluídos com antecedência e submetidos à análise antes de sua aplicação no detalhamento daqueles projetos.

Quando se tratar de trabalho a ser desenvolvido em única etapa, como no caso de projeto básico, sua apresentação para análise poderá coincidir com a entrega da minuta do mesmo, o que, contudo, não implica na tácita aceitação dos parâmetros utilizados.

2.1. Definições

Particularmente, no escopo dos estudos hidrológicos, deverão ser consideradas as seguintes designações:

2.1.1. Pequenas Bacias

Consideram-se pequenas bacias hidrológicas as áreas afluentes a dispositivos de drenagem cuja superfície é inferior ou igual a 1km².

2.1.2. Bacias Intermediárias

São as bacias hidrográficas a montante do dispositivo de drenagem cuja área é superior a 1 km² e inferior ou igual a 20 km².

2.1.3. Grandes Bacias

Correspondem às bacias hidrográficas, em geral afluentes a bueiros celulares ou pontes cujas áreas são superiores a 20 Km².

3. PLANO DE LEVANTAMENTOS

Para a realização dos estudos hidrológicos que buscam a definição das descargas de projeto a serem adotadas nas obras de drenagem, deverão ser desenvolvidos trabalhos preliminares de campo e escritório, aqui designados sob a forma geral de levantamentos.

Consistem estes levantamentos na pesquisa, coleta e tratamento dos seguintes dados:

- Interpretação cartográfica ou aerofotogramétrica;
- Coleta e tratamento de dados hidrológicos;
- Coleta e análise das imagens do radar meteorológico do DAEE referentes às precipitações que deram origem as ocorrências, quando disponíveis;



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 3/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- Verificação e interpretação das características locais e regionais na formação dos deflúvios, caracterizando e localizando as ocorrências de inundações com indicação das datas e horários das mesmas, quando disponíveis;
- Coleta e análise de estudos, projetos e outros existentes sobre cada bacia hidrográfica;
- Levantamentos especiais de bacias contribuintes de forma a definir a bacia hidrográfica a montante e a jusante dos locais de ocorrências possibilitando a elaboração do respectivo estudo hidrológico com determinação de vazões para vários períodos de recorrência, de acordo com as necessidades e conclusões dos estudos, bem como levantamento e análise das estruturas existentes.

3.1. Interpretação Cartográfica ou Aerofotogramétrica

Sempre que possível a definição das características físicas das bacias hidrográficas, tais como, área e forma das bacias, comprimentos e alinhamentos dos talwegues tributários e desnível ou declividade dos talwegues, deverá ser executada sobre restituições estereoscópicas de pares aerofotogramétricos, desde que estes sejam confiáveis e atuais.

Para grandes bacias, cujas dimensões possam envolver um número excessivo de fotografias, conduzindo a distorções dos resultados, ou mesmo no caso de pequenas áreas, quando não se dispuser de levantamentos aerofotogramétricos aceitáveis, as características físicas das bacias hidrográficas envolvidas poderão ser determinadas por cartas hipsométricas de qualidade e precisão confiáveis.

Sobre estes elementos de consulta, cartas ou levantamentos aerofotogramétricos, serão definidas as bacias de contribuição através das linhas dos divisores de água, devendo sua representação em desenho ser obrigatoriamente encaminhada anexa ao Relatório dos Estudos Hidrológicos.

Para as bacias assim definidas serão indicados também os talwegues principais, através das linhas de fundo de vales, determinando-se para o mais importante a sua extensão total, o desnível a montante da transposição prevista e, conseqüentemente, a sua declividade média.

3.2. Levantamentos Locais

Para bacias com áreas diminutas para as quais a definição dos divisores de água e dos talwegues, nos moldes do que foi exposto no item anterior, se tornar pouco explícita, suas áreas deverão ser definidas sobre restituições em escala compatível com suas dimensões.

Na ocorrência de bacias hidrográficas com áreas inferiores a 5ha, cujas descargas não exigirão para transposição do curso d'água senão os dispositivos com seção de vazão mínima, será permitida a execução do projeto sem a necessidade de cálculo desta descarga, bastando para tanto a identificação da área.

Para os locais onde serão previstas obras-de-arte especiais ou obras-de-arte correntes para transposição de cursos d'água, bem como nos casos em que tal transposição



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 4/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

envolva conexão ou aproveitamento de sistemas já implantados, a CPTM, a seu critério, poderá solicitar um levantamento especial da área (inclusive estado estrutural dos dispositivos existentes) de acordo com a Especificação Técnica AK7802-3: Levantamento Topográfico, tendo em vista melhor definir as condições de implantação daquelas obras.

4. DETERMINAÇÃO DAS DESCARGAS DE PROJETO

Para a determinação das descargas de projeto que se constitui no objetivo final dos estudos hidrológicos, deverão ser seguidas sistemáticas metodológicas adequadas a cada tipo de obra e à importância hidrológica da bacia envolvida.

Neste sentido deverão ser cumpridas as seguintes fases de trabalho:

- Coleta de dados;
- Processamento dos dados coletados;
- Análise dos dados processados.

Para locais onde já existam expressões definidoras de descargas ou da intensidade pluviométrica, suficientemente testadas, poderão estas serem adotadas sem a necessidade de novas formulações.

4.1. Coleta de Dados

Compreende pesquisa, junto aos órgãos oficiais responsáveis, de informações que processadas e analisadas se constituirão em subsídios para avaliação e indicação dos parâmetros a serem utilizados no cálculo das descargas de projeto.

Estes dados a serem pesquisados e processados são:

- Dados climáticos;
- Dados pluviométricos;
- Dados fluviométricos.

4.1.1. Coleta de Dados Climáticos

Consiste na obtenção de informações junto aos órgãos oficiais, estudos existentes, etc., que possam indicar para a região envolvida no projeto as características fundamentais das variações sazonais, bem como possam permitir a identificação de micro-climas que particularizem, dentro do segmento em estudo, trechos com sensíveis diferenciações.

Incluem-se entre os dados a serem levantados para o cumprimento dessa atividade, as seguintes informações:

- Temperaturas;
- Pressão;
- Estudo de ventos;
- Higroscopia;
- Etc.



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 5/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

A apresentação dos resultados obtidos deverá ser feita através de texto explicativo no qual, obrigatoriamente, deverá ser citada a origem dos dados, o período a que se referem e anexados gráficos, mapas ou desenhos que ilustrem de forma concreta a conclusão a que se tenha chegado quanto ao comportamento climático regional.

4.1.2. Coletas de Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos que melhor fornecem os parâmetros para os cálculos hidrológicos, deverão ser apresentados destacados dos demais parâmetros pesquisados.

Os dados indicadores da pluviosidade regional deverão ser pesquisados junto aos órgãos oficiais ou estudos existentes, dando-se preferência às séries de leituras mais longas e completas. Sempre que possível, deverão ser utilizadas informações consistentes, disponíveis no DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, ou órgãos locais que, por instrumentos legais, tenham as atribuições de coleta e análise de dados pluviométricos.

Esses dados consistem nas leituras diárias de chuva para os postos localizados na área de interesse do projeto, devendo ser sempre indicada a sua procedência e os respectivos períodos de observação.

Em função da análise dos dados obtidos deverá ser escolhido o posto característico do trecho ou, no caso de ocorrência de micro-climas restritos a determinados segmentos do trecho total, este fato também deverá ser explicitamente indicado.

A apresentação dos dados pluviométricos se fará através de texto descritivo, acompanhado de gráficos, diagramas e desenhos que envolvem:

- Mapeamento da rede hidrográfica básica comprometida pelo projeto, localizando-se sobre esta rede os postos consultados, bem como o instrumental disponível, tal como: pluviômetro, pluviógrafo, régua linimétrica, linígrafo, etc;
- Diagramas e tabelas das variações mensais das precipitações médias, máximas e dias de chuva.

Além destas informações deverão ser indicados os valores obtidos para:

- Média anual de chuvas na região;
- Alturas de chuva máximas absolutas;
- Outras informações atinentes aos pluviogramas compostos.



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 6/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

4.1.3. Coleta de Dados Fluviométricos

Através de consulta a órgãos oficiais, entre os quais se destaca em nível federal, o DNAEE e órgãos de administrações estaduais e similares, proceder-se-á à coleta de dados que permitam a definição das alturas de águas médias, máximas e mínimas para os principais cursos d' água da região.

Para estes postos, desde que apresentem séries de leituras confiáveis, serão organizados fluviogramas que indiquem as variações das descargas médias, máximas e mínimas mensais.

Com o tratamento dos dados fluviométricos disponíveis deverão ser elaborados gráficos e tabelas que contenham:

- Curvas-chave dos cursos d'água para os quais se disponha de leituras linimétricas ou linigráficas;
- Tabelas dos valores extremos das médias diárias, em m³/s, em função das curvas-chave, anteriormente definidas;
- Tabelas dos níveis máximos observados nos cursos d'água de importância, para os quais não se disponha de leituras.

Para este último caso, isto é, nos cursos d'água desprovidos de postos de leitura, deverão ser organizadas curvas-chave a partir dos levantamentos caracterizados definindo-se da forma mais aproximada possível, a variação da descarga em função da elevação do nível d'água.

4.2. Processamento dos Dados Coletados

Compreende a análise, crítica e considerações particulares do que se expôs anteriormente, para a fixação dos parâmetros e procedimentos que serão adotados na determinação das descargas de projeto.

De forma a atender a este objetivo deverão ser realizados:

- - processamento dos dados pluviométricos;
- - processamento dos dados fluviométricos.

4.2.1. Processamento dos Dados Pluviométricos

A partir dos dados pluviométricos anteriormente obtidos, o seu processamento conduzirá à determinação das curvas de variação da intensidade-duração-período de recorrência e altura de chuva-duração-período de recorrência, bem como à composição dos histogramas das precipitações pluviométricas mensais.

- a.) curvas de variação de intensidade-duração-período de recorrência e altura de chuva-duração-período de recorrência.

Estas curvas, de extraordinária importância para o desenvolvimento dos cálculos hidrológicos a partir da precipitação, poderão ser obtidas através da interpretação direta de leituras pluviográficas, bem como por via indireta através de sistemática que envolva



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 7/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

a extrapolação para a região em análise, de expressões existentes para postos próximos a esta região.

Desta forma, para projetos em áreas que disponham de pluviógrafos instalados e cujos resultados ofereçam grau de confiabilidade razoável, as curvas de variação da intensidade pluviométrica e da altura de chuva, deverão ter suas fórmulas de definição estabelecidas através da análise estatística dos valores registrados, projetadas para períodos de recorrência mais extensos que as séries de leituras disponíveis.

As expressões a serem obtidas para a intensidade e para a altura de chuva deverão sempre ser definidas para suas variações, em função da duração do evento pluvial e para o período de recorrência adequado, indicando-se os resultados nas seguintes unidades:

- Intensidade pluviométrica: mm/h;
- Altura de chuva: mm.

Não se dispondo de pluviógrafo no trecho em análise, a definição destas curvas será feita por via indireta, o que consiste em se adotar para o segmento em estudo expressão definida para outro ponto próximo que já disponha desta informação.

Com esta consideração é permitida a adoção, para a área do projeto, de equações de chuva determinadas por órgãos oficiais que as tenham estudado, ou por análise estatística de chuvas diárias, transformando estes valores para variações em intervalos de tempo menores que 24 horas.

Sempre que possível, entretanto, deverão ser adotadas expressões que se apóiem, pela vasta credibilidade oferecida, nos estudos desenvolvidos pelo Eng. Otto Pfafstetter, publicados na obra “Chuvas Intensas no Brasil”.

Os resultados obtidos nesta fase dos estudos deverão ser apresentados com texto explicativo dos conceitos, sistemáticas e parâmetros utilizados, acompanhando as tabelas e curvas características destas variações.

b.) Histogramas das Precipitações Pluviométricas Mensais.

Concluindo o processamento dos dados pluviométricos serão apresentados, para o trecho em estudo, os histogramas das precipitações mensais, tanto no que se refere às médias como também às máximas ocorrências e dias de chuva mensais.

4.2.2. Processamento dos Dados Fluviométricos

Os dados obtidos para as leituras fluviométricas, uma vez analisados e processados, permitirão o estabelecimento das condições predominantes para as descargas dos cursos d'água de maior importância na região envolvida pelo projeto.

Tanto quanto possível os valores a serem processados deverão ser resultantes de leituras diretas de descargas, as quais aplicadas às curvas-chave dos rios envolvidos, permitirão o estabelecimento das relações cota-descarga.

Não dispondo o posto fluviométrico consultado de dados relativos a leituras diretas de descargas mas, desde que disponha de séries históricas confiáveis, a relação cota-



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 8/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

descarga poderá ser obtida através de via indireta, calculando-se a descarga para diversos níveis de cheias, estabelecendo-se deste modo a sua curva-chave.

Qualquer que seja a sistemática adotada para o processamento dos dados coletados, os resultados obtidos deverão ser conduzidos de forma a se estabelecer:

- a.) tabelas e gráficos das médias das máximas, mínimas e médias vazões, expressas em m³/s, no caso de se dispor de aparelhagem medidora nos cursos d'água próximo aos locais das obras.
- b.) Tabelas e gráficos indicando as máximas cheias observadas na região, no caso de não se dispor de posto fluviométrico nas proximidades dos locais das obras.

4.3. Análise dos Dados Processados

Consiste no desenvolvimento sistemático dos cálculos hidrológicos que permitem o estabelecimento das descargas de projeto, para as quais serão dimensionados os dispositivos de drenagem, compreendendo:

4.3.1. Período de Recorrência

Os períodos de recorrência para os quais deverão ser dimensionados os dispositivos de drenagem e, conseqüentemente as descargas de projeto, serão fixados em função de:

- Importância e segurança da obra;
- Estimativa de custos de restauração na hipótese de sua destruição;
- Comparativo de custo entre a obra para diversos períodos de recorrência.

Em princípio, desde que não haja recomendação específica no edital ou carta-convite que indique outros valores, os períodos de recorrência a serem adotados são:

- Dispositivos de drenagem superficial: 25 anos;
- Bueiros: 50 anos operando hidraulicamente como canal e 100 anos operando como orifício;
- Pontes: 100 anos.

Para bacias hidrográficas superiores a 1000 km², ou para cursos d'água para os quais se pretendam aproveitamentos múltiplos como barragens e navegação, por exemplo, considerar-se-á períodos de recorrência diversos daqueles fixados, os quais deverão ser definidos através de estudos particulares e apriori sempre considerar os tempos de retorno iguais a 2, 10 e 25 anos pelo menos.

Nos sistemas de drenagem onde houver interligação a coletores urbanos, para os quais tenham sido adotadas normas ou regulamentos locais, poderão ser considerados os períodos de recorrência fixados pelos órgãos sob cuja jurisdição se encontram aqueles coletores a serem conectados, desde que devidamente justificados.



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 9/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

4.3.2. Tempo de Concentração

O tempo de concentração das bacias, deverá ser determinado por metodologia e modelos usuais, através de expressões que considerem:

- Área da bacia;
- Comprimento e declividade do talvegue principal;
- Forma da bacia;
- Recobrimento vegetal.

A metodologia a ser adotada na determinação do tempo de concentração das bacias hidrográficas será de livre escolha da projetista, salvo quando for recomendado pela CPTM a adoção de sistemática específica.

Dentre os métodos de cálculo se destaca a fórmula do “CALIFORNIA HIGHWAY AND PUBLIC WORKS”, que pela sua aplicabilidade, principalmente nos casos de pequenas áreas, permite o cálculo do tc através da seguinte expressão:

$$tc = 57 (L^3/H)^{0,385}$$

tc = tempo de concentração em minutos;

L = comprimento do talvegue principal em km;

H = desnível do talvegue principal em m.

Qualquer que seja o método, o tempo de concentração mínimo a ser considerado será de 5 minutos.

4.3.3. Coeficiente de Deflúvio

O coeficiente de deflúvio ou de escoamento superficial (run-off) “C”, da expressão do método racional, que representa o percentual da precipitação efetivamente transformado em descarga, deverá ser estabelecido pelo projetista considerando-se as seguintes condicionantes:

- Características geotopográficas das bacias;
- Declividade e recobrimento vegetal das bacias;
- Forma e dimensão dos talvegues;
- Porosidade e permeabilidade dos solos;
- Utilização prevista para as áreas de contribuição;
- Urbanização das áreas de contribuição.



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 10/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

Tendo em vista a pretendida uniformização de critérios é recomendável a utilização dos valores para os coeficientes de deflúvio fixados pela obra “HANDBOOK OF APLLIED HIDROLOGY” de Ven Te Chow e/ou pelos órgãos de administração pública locais, aos quais estejam afetas as regiões envolvidas.

4.3.4. Curvas “CN”

As curvas “CN” (Curve Number, curvas indicativas da influência do complexo solo-vegetação na definição da precipitação efetiva), a serem adotadas na determinação de descargas através dos métodos do Hidograma Unitário, deverão ser obtidas das tabelas apresentadas pela obra “DESIGN OF SMALL DAMS” do Bureau of Reclamation of the United States Soil Conservation.

Entretanto, caso se disponha dos resultados de leituras diretas de descargas em postos fluviométricos próximos ao trecho estudado, deverá ser feita a avaliação da curva mais representativa para a bacia envolvida.

4.3.5. Determinação das Descargas de Projeto

As descargas de projeto para as quais serão dimensionados hidraulicamente os dispositivos de drenagem serão determinadas através de método apropriado à obra envolvida e à área de contribuição avaliada.

Com este objetivo devrão ser adotados os seguintes métodos:

a.) Pequenas Bacias

Para pequenas bacias, ou seja, aquelas cuja área contribuinte é igual ou inferior a 1Km² será adotada na determinação da descarga o Método Racional, não sendo permitida a utilização, neste caso, de coeficiente de distribuição.

b.) Bacias Intermediárias

Para as bacias intermediárias, ou seja, aquelas cujas áreas se situam entre 1 e 20 km², serão adotados dois procedimentos metodológicos a saber:

Áreas menores que 10 Km²

Para as bacias intermediárias cujas áreas se situam entre 1 e 10 km², o cálculo da descarga de projeto será efetuado pelo Método Racional utilizando-se um coeficiente de distribuição, cujo significado busca corrigir a precipitação pontual para a precipitação uniformemente distribuída pela área, dado pela expressão:

$n = A^{-0,1}$, onde:

n – coeficiente de distribuição

A – área da bacia em km²

Áreas Maiores que 10 km²

Para as bacias intermediárias cuja área se situa, entre 10 e 20 Km², as descargas de projeto serão determinadas pelo Método do Hidograma Sintético Triangular, considerando-se no caso o hidograma formado por uma única ordenada.



TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 11/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

Neste caso a precipitação efetiva será determinada a partir da curva “CN” adequada à bacia (item 4.3.4), e da precipitação real obtida para duração igual ao tempo do hidrograma.

c.) Grandes Bacias

As descargas de projeto para bacias cujas áreas são superiores a 20km² serão determinadas através do Método do Hidrograma Unitário, sendo permitido a utilização do Hidrograma Triangular.

Neste caso o cálculo será sempre efetuado para hidrogramas complexos, adotando-se procedimentos analíticos ou gráficos que deverão ser apresentados para verificação e análise.

Caso se disponha dos resultados de leituras fluviométricas ou outros elementos informativos que permitam a avaliação das descargas através de suas curvas-chave, será realizada comparação entre a descarga determinada a partir dos dados acima referidos e o método do hidrograma, adotando-se, em favor da segurança, o maior dos dois valores encontrados.

d.) Obras de Drenagem Superficial

Para a determinação das vazões de cálculo das obras de drenagem superficial será dotado o procedimento metodológico conhecido por descarga específica, que representa a descarga afluente ao dispositivo de coleta por unidade de comprimento.

Nestas condições, nas quais se enquadra a maioria das obras de drenagem superficial, as descargas serão calculadas através do Método Racional para a precipitação mínima de 5 minutos.

Para situações em que os dispositivos de drenagem superficial venham a coletar deflúvios de bacias significantes, como ocorre nos casos de ravinas ou talvegues interceptados por cortes, a determinação das descargas será realizada, conforme o caso, para bacias pequenas ou intermediárias.

5. APRESENTAÇÃO

Os resultados dos estudos hidrológicos deverão ser apresentados de forma detalhada e conclusiva para avaliação da CPTM devendo constar dos mesmos, entre outros, os seguintes documentos:

- Memória justificativa pormenorizada explanando toda a metodologia, sistemática e desenvolvimento dos cálculos efetuados;
- Relação dos resultados obtidos, através de listagem ou tabelas que contenham os parâmetros de cálculo;
- Mapeamento das bacias hidrográficas significativas, que deverão estar referidas ao estaqueamento ou quilometragem do projeto, configurando nas mesmas os valores adotados para cálculo das descargas;
- Curvas, ábacos e tabelas auxiliares utilizados no desenvolvimento dos estudos;
- Diagnóstico das ocorrências definindo suas causas e as responsabilidades sob o aspecto institucional;



COMPANHIA PAULISTA DE
TRENS METROPOLITANOS

ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 12/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- Indicação de intervenções estruturais e não estruturais para a solução do problema, abrangendo pré-dimensionamentos, avaliação de custos, estudos e projetos complementares e outras ações que caibam;
- Nos casos em que a solução exigir a construção de reservatórios de retenção de águas (piscinões), que impliquem em estudos especiais, a avaliação de custos só será feita mediante solicitação expressa da CPTM.

6. ANEXO

Anexo I – Cálculo de Vazão

ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

TÍTULO			
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-9999/6-C99-999	N ° CONTROLE AK7804-0	REVISÃO Ø	PÁGINA 13/13
 CPTM	ÁREA GEE	VERIFICAÇÃO/DATA Osvaldo Basso / /	APROVAÇÃO/DATA Fernando Gusmão / /
PROJETISTA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA	Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

ANEXO I

Cálculo de Vazão

[illegible]

O quadro apresentado, embora reduzido para adaptação ao padrão da Especificação, deverá ser confeccionado em tamanho A-4.