

CAPÍTULO IX

PROJETO HIDRÁULICO

IX.1. Dados Básicos

Para que o projetista tenha condições de optar por uma concepção de rede de galerias e efetuar o cálculo do sistema, faz-se necessário que inicialmente o mesmo tenha em mãos uma série de levantamentos de dados inerentes a área em estudo. Este material basicamente é constituído dos seguintes documentos:

- planta da área a ser drenada na escala 1:500 ou 1:1000, com curvas de níveis desenhadas de 0,5 em 0,5 ou de 1,0 em 1,0 m;
- mapa geral da bacia em escalas de 1:5000 ou 1:10000 ;
- planta da área com indicações dos arruamentos existentes e projetados em escalas de 1:500 ou 1:1000;
- secções transversais típicas e perfis longitudinais, bem como o tipo de pavimentação, das ruas e avenidas;
- informações geotécnicas da área e do lençol freático;
- locação dos pontos de lançamento final;
- cadastramento de outros sistemas existentes;
- curvas de intensidade/duração/frequência para chuvas na região;
- outras informações que o projetista julgar necessárias.

Informações adicionais sempre são pedidas após os projetistas visitarem o local da obra.

IX.2. Elaboração de Projeto

A melhor alternativa de projeto é resultado de uma série de análises preliminares que antecedem aos cálculos definitivos para dimensionamento da rede coletora a ser implantada. Em um bom projeto nunca é facultado o memorial justificativo da concepção adotada, pois ele é resultado da convicção de certeza do projetista de que a hipótese é mais viável técnica e economicamente. De posse dos dados básicos necessários citados anteriormente, deve-se elaborar diversos esquemas alternativos e sobre eles questionar as vantagens e desvantagens de cada um, definindo-se por aquele que se apresentar mais viável no aspecto funcional e de acordo com os recursos disponíveis. De um modo geral, este trabalho compreende as seguintes etapas:

- 1ª - determinação dos limites da bacia;
- 2ª - verificação das curvas de precipitação;
- 3ª - identificação das possíveis pontos de lançamento final;
- 4ª - desenvolvimento de esquemas alternativos;
- 5ª - elaboração da previsão de custos do projeto;
- 6ª - revisão dos dados básicos;
- 7ª - opção por uma concepção de projeto;
- 8ª - desenvolvimento dos cálculos definitivos;
- 9ª - preenchimento das planilhas de cálculo;
- 10ª - desenho do projeto definitivo (planta e detalhes);
- 11ª - elaboração dos quantitativos para orçamento e os cronogramas;
- 12ª - descrição dos memoriais e especificações da projeto.

IX.3. Seqüência de Cálculos

A metodologia de um projeto de micro-drenagem pode variar de equipe de projetistas, mas, de um modo geral, pode-se academicamente sugerir o procedimento exposto a seguir.

De posse da planta geral em escala conveniente (1:500 ou 1:1000), com curvas de nível desenhadas de metro em metro, além dos arruamentos e informações sobre toda a infraestrutura pública existente na área, inicia-se o estudo para a concepção definitiva de projeto. A seguir procede-se o cálculo da rede de acordo com a seqüência:

- 1º- identifica-se os diversos divisores naturais de água delimitando-se todas as bacias e sub-bacias da área, em função dos pontos de lançamento final (sugestão : traço + dois pontos);
- 2º- identifica-se o sentido de escoamento nas sarjetas (com pequenas setas);
- 3º- identifica-se as áreas de contribuição para cada trecho de sarjeta (traço + ponto);
- 4º- define-se as posições das primeiras bocas coletoras e as demais de jusante (pequenos retângulos);
- 5º- lança-se um traçado de galerias (linha dupla descontínua) e loca-se os poços de visita onde se fizerem necessários (pequenos círculos);
- 6º- estuda-se o posicionamento das tubulações de ligação (traço descontínuo) e as possíveis caixas de ligação (pequenos quadrados);
- 7º- numeram-se os poços de visita no sentido crescente das vazões (algarismos arábicos);
- 8º- identificam-se as cotas do terreno em cada poço de visita;
- 9º- mede-se a extensão de cada trecho;

10º- denominam-se as áreas de contribuição para cada trecho (A_n);

11º- define-se o coeficiente (ou coeficientes) de escoamento superficial em função da ocupação atual e futura da área, para cada área de contribuição.

Neste ponto tem-se na planta todos os dados necessários identificados e/ou determinados, para o cálculo de cada trecho de galeria (diâmetro "D", declividade "I" e profundidade "h").

IX.4. Planilha de Cálculos

Na planilha são registrados os resultados de cálculos empregados no dimensionamento da rede de galerias. Sendo assim, de acordo com o apresentador do projeto, cada planilha de cálculos pode identificar mais ou menos elementos, pois o julgamento da importância de cada resultado é critério exclusivo do projetista.

Alguns elementos, no entanto, são indispensáveis a uma boa planilha, tais como designação, extensão, declividade, dimensão da seção, vazão transportada, profundidade, velocidade de projeto e cotas do terreno de cada trecho. Especialmente para projetos de esgotos pluviais, são indispensáveis ainda na planilha, informações sobre áreas de contribuição, coeficiente de escoamento superficial, tempo de detenção, intensidade de chuva e frequência das precipitações.

Uma sugestão de planilha de cálculo para redes de micro-drenagem é apresentada no Quadro IX.1, não devendo, no entanto, ser tomada como modelo definitivo para apresentação de resultados desta natureza.

IX.5. Recomendações Usuais para Projetos

Cada projetista logicamente tem seu modelo de concepção para um trabalho dentro das normas existentes e do seu ponto de vista. Isto torna-se mais notável quando se trata de precauções próprias quanto a segurança e eficiência do projeto implantado. Dentre os procedimentos práticos frequentemente usados em um cálculo de sistemas de galerias pluviais podem ser citados:

- em cada poço de visita nenhuma galeria de entrada poderá ter seu topo em cota inferior ao topo da galeria de saída;
- no interior de cada poço de visita admite-se uma queda mínima de 0,10 m na linha piezométrica;
- os poços de visita não deverão receber mais que quatro condutos de ligação;
- as caixas de ligação não deverão receber mais que dois condutos de ligação;
- no cálculo das capacidades dos condutos deve-se admitir um coeficiente de rugosidade 20% maior que o teórico aplicado para o revestimento empregado nas paredes internas das galerias;
- os condutos de ligação deverão ser executados com uma declividade mínima de 1%.

OBS.: Quando uma determinada caixa de ligação destinar-se a reunir tubos de ligação provenientes das bocas coletoras para em seguida encaminhar a vazão reunida para o poço de visita mais próximo, através de uma outra tubulação de ligação, esta caixa poderá receber até três afluentes de bocas coletoras.

IX.6. Exemplo de Cálculo de Galerias

Dimensionar um coletor pluvial para um trecho da AVENIDA 1º. DE MAIO, cujo traçado encontra-se esquematizado na Figura IX.2, situada em uma área essencialmente comercial. A equação de chuva para a localidade está representada na Figura IX.1.

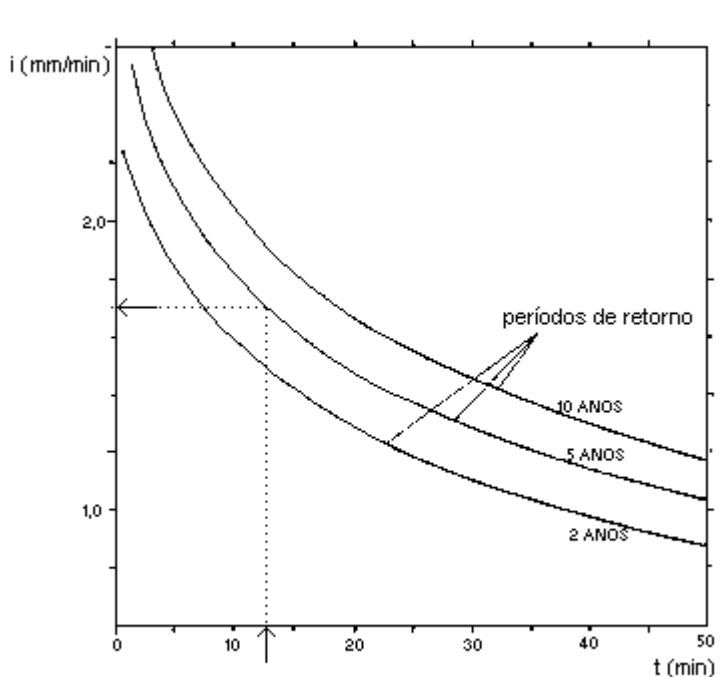


FIG IX.1 - EQUAÇÃO DE CHUVA DA LOCALIDADE

Solução:

Instalações Hidráulicas DRB

a) *determinações auxiliares*

1) **primeira boca coletora** - independente da lâmina máxima de água na sarjeta ser atingida, há de existir bocas coletoras a montante do quarteirão da escola; partindo desta consideração prática, verifica-se a lâmina na sarjeta mais desfavorável, pois pode se tornar necessário a localização de unidades coletoras antes do cruzamento de montante citado; sendo assim se tem para a sarjeta em estudo:

- **área de contribuição: $A = 0,466$ ha**

- **coeficiente de escoamento: $C = 0,80$**

- **extensão: $L = 170$ m**

- **declividade média: $I = 1,4$ %**

- **período de retorno: $T = 5$ anos** (área comercial)

- **$z = 20$ e $n = 0,016$** (adotados!)

- **tempo de concentração** para $L = 170$ m, $I = 1,4\%$ e $C = 0,80$, pela Figura III.1, encontra-se **$t_c = 12$ minutos**

- **intensidade i de precipitação** com $t_c = 12$ min e $T = 5$ anos, pela Figura IX.1 lê-se **$i = 1,74$ mm/min**

- **altura máxima de projeto na guia: $y_{m\acute{a}x}$**

vazão teórica: $Q_o = 166,67 \times 0,80 \times 1,74 \times 0,466 = 108,74$ l/s

vazão de projeto (pela Figura IV.6, para $I = 1,4\%$ encontra-se $F = 0,80$ logo $Q_{adm} = Q_o/F = 108,74 / 0,80 = 136$ l/s

Assim $y_{m\acute{a}x} = [136 / (375 \times 20 \times 0,014^{1/2} / 0,016)]^{3/8}$ donde **$0,105$ m < 13 cm !**

Confirmado, então, PRIMEIRO CONJUNTO DE BC no cruzamento à montante do quarteirão da ESCOLA! como mostrado na Figura IX.3.

b) *cálculo dos trechos*

1) **trecho 1-2**

- área de contribuição: $A_{1,2} = A_1 + A_2 + A_3 = 1,177$ ha;

- vazão de dimensionamento do trecho: para $I = 1,4$ %, $L = 170$ e $C = 0,80$, então $t_c = 12$ min e como $T = 5$ anos implica $i = 1,74$ mm/min (Figura IX.1) onde $Q_{1,2} = 166,67 \times 0,80 \times 1,74 \times 1,177 = 259,15$ l/s;

- diâmetro: para $I_{1,2} = 0,0187$ m/m, $n = 0,015$ e $Q_{1,2} = 259,15$ l/s e $D_{1,2} = 500$ mm (Figura VI.4)

- velocidade e vazão a seção plena: calculando-se pela expressão de Manning encontram-se $v_{o,1,2} = 2,28$ m/s e $Q_{o,1,2} = 0,448$ m³/s;

- velocidade de projeto: Utilizando-se da Figura VI.3, das seções hidráulicas, encontra-se $v_p = 2,35$ m/s;

- tempo de percurso: $t_{p,1,2} = 90\text{m} / (2,35 \text{ m/s} \times 60 \text{ min}) = 0,64$ min.

2) **trecho 2-3**

- acréscimo de área $A_{2,3} = 1,018$ ha;

- tempo de concentração $t_{c,2,3} = (12,00 + 0,64)$ min;

- precipitação: $i_{2,3} = 1,70$ mm/min;

- acréscimo de vazão: $Q_{2,3} = 166,67 \times 0,80 \times 1,70 \times 1,018 = 230,75$ l/s;

- vazão de projeto: $Q_{p,2,3} = 230,75 + 259,15 = 489,90$ l/s;

- diâmetro: $D_{2,3} = 600$ mm;

- secção plena: $Q_{o,2,3} = 0,540$ m³/s e $v_{o,2,3} = 1,91$ m/s;

- tempo de percurso: $t_{p,2,3} = 80 / (2,16 \times 60) = 0,62$ min.

Os demais trechos encontram-se na planilha anexa.

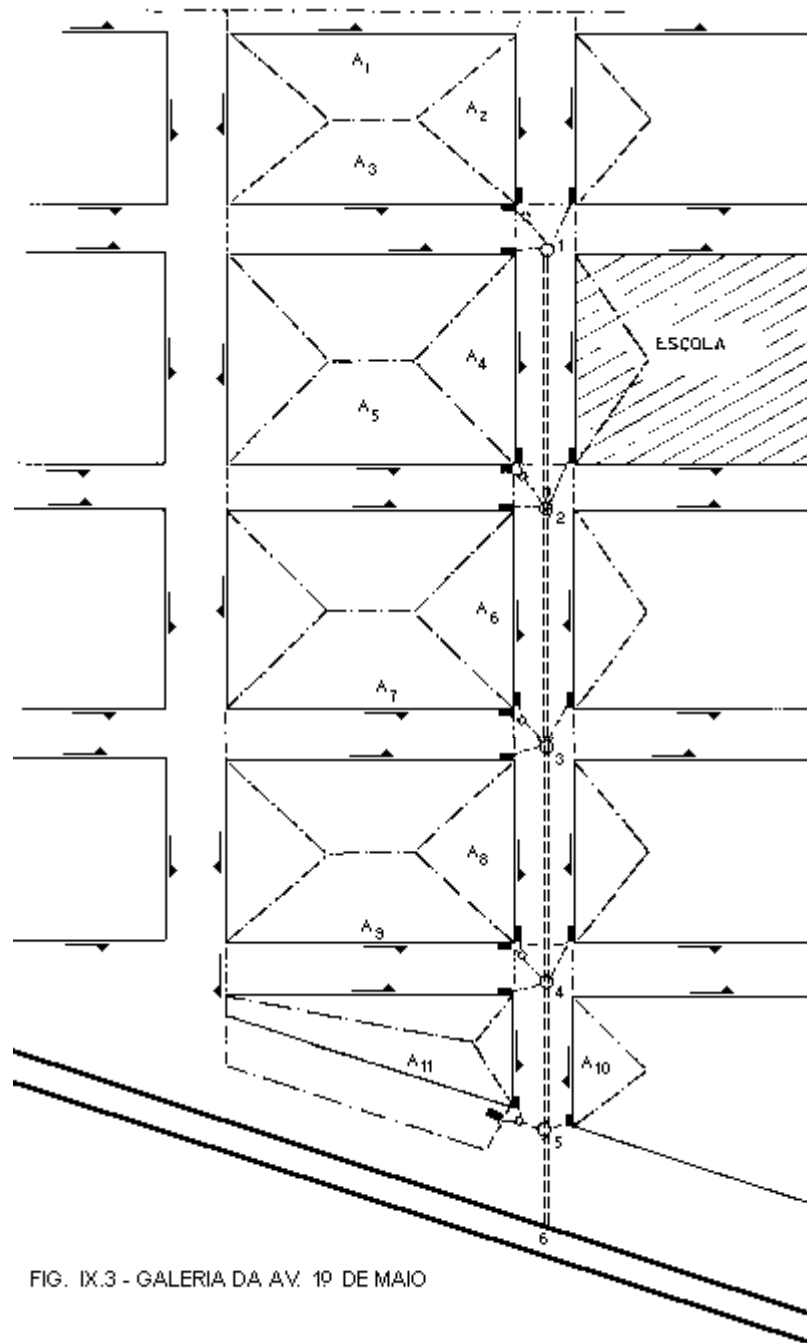


FIG. IX.3 - GALERIA DA AV. 19 DE MAIO