



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUAS MORNAS

Praça José Adão Lehmkuhl, 62 – Centro – CEP 88150-000
Fone: (48) 3245 7252 – www.aguasmornas.sc.gov.br

Águas Mornas, 08 de novembro de 2020.

Projeto PMAM2016-INF

MEMORIA DE CÁLCULO¹

DRENAGEM PLUVIAL

Localização: Trecho da Estrada Geral da Fazenda de Lourdes
ÁGUAS MORNAS/SC

Obra: Pavimentação com lajotas, drenagem pluvial e sinalização

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em sua função primordial, a drenagem de uma rodovia deve eliminar a água que, sob qualquer forma, atinge o corpo da estrada, captando-a e conduzindo-a para locais em que menos afete a segurança e durabilidade da via.

Em qualquer caso, essas águas originam-se de uma bacia e que, por imperativos hidrológicos e da topografia do terreno, têm que ser atravessadas sem comprometer a estrutura da estrada. Esse objetivo é alcançado com a introdução de uma ou mais linhas de bueiros sob os aterros ou eventualmente com a construção de pontilhões ou pontes transpondo os cursos d'água, obstáculos a serem vencidos pela rodovia.

Os projetos em causa têm por objetivo a drenagem superficial e pluvial de trecho da Estrada Geral da localidade de Fazenda de Lourdes, Município de Águas Mornas/SC.

2. DOS PROJETOS

Por se tratar de área rural, onde predominam espaços de produção agrícola e de mata nativa, no dimensionamento consideramos os deflúvios gerados pelas

¹ Os direitos autorais sobre este documento estão garantidos pela legislação vigente (leis 5194/66 e 9610/98) e não estão autorizadas cópias integrais e parciais do mesmo para fins distintos daquele para o qual foi elaborado, qual seja a aprovação pelo SEINFRA/SC do projeto de Drenagem Superficial, Pavimentação e Sinalização Vertical das Estrada Geral da Fazenda de Lourdes, no Município de Águas Mornas/SC



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUAS MORNAS

Praça José Adão Lehmkuhl, 62 – Centro – CEP 88150-000
Fone: (48) 3245 7252 – www.aguasmornas.sc.gov.br

precipitações em áreas de contribuição calculadas pela meia largura da via multiplicada pela distância entre as caixas de captação (bocas de lobo). Essas distâncias entre caixas de captação terão sempre comprimentos menores que aqueles recomendados pelas normas, ou seja, menores que 40 metros. O cálculo das vazões de projeto foi feito com base no método racional modificado, uma vez que a bacia envolvida é de pequenas dimensões. Os dados disponíveis são:

- a. As intensidades de precipitação foram determinadas a partir dos dados pluviométricos colhidos nas estações de medição da Grande Florianópolis, que acusam a média mensal máxima de 204mm/h, valor relativamente alto devido à localização das bacias junto ao sopé da serra do mar, como é o caso do município Angelina, e que em áreas próximas das encostas de montanha, do lado barlavento, as precipitações são mais abundantes (MONTEIRO, 2001)².
- b. O período de retorno ou tempo de recorrência foi considerado em 10 anos, que é o indicado para o caso (microdrenagem – dispositivos de drenagem superficial e galerias de águas pluviais).
- c. Tempo de concentração igual ou inferior a 10 minutos (consideramos 10 min.), recomendado para via pavimentada e declividades de escoamento inferiores a 3%. Esse tempo de concentração não é o mesmo para a verificação das travessias existentes. O tempo de duração da chuva foi considerado igual ao tempo de concentração.
- d. Adotamos um coeficiente de deflúvio superficial de 80%, recomendado para superfície pavimentada em lajotas de concreto (coeficiente de escoamento superficial de 0,8).
 - e. A velocidade do escoamento nas galerias de tubos de concreto foi limitada entre 0,75 e 5,0 m/s a fim de garantir a autolimpeza e evitar a erosão/abrasão da galeria, e o escoamento foi considerado uniforme (AZEVEDO NETTO e ARAÚJO, 1998)³.

Portanto, pelo Método Racional modificado com a inclusão do critério de Fantolli, calculamos as vazões pela seguinte fórmula:

² MONTEIRO, M. A. Caracterização climática de Santa Catarina: Uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, Florianópolis, v.16, n31, p.69-78, 2001.

³ AZEVEDO NETTO, J. M; VILLELA, S. M. Manual de hidráulica. 5. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1969.

__ ARAÚJO, R. (coord.). Manual de hidráulica. 8.ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUAS MORNAS

Praça José Adão Lehmkuhl, 62 – Centro – CEP 88150-000
Fone: (48) 3245 7252 – www.aguasmornas.sc.gov.br

$$Q = 0,00278 * n * i * f * A$$

onde: Q = Vazão gerada em m^3/s
 A = Área de contribuição em hectares (0,45ha) ⁴
 n = Coeficiente de distribuição ($n=1$ para $A<1ha$)
 i = Intensidade pluviométrica em mm/h ($i=204mm/h$)
 f = Coeficiente de deflúvio (Fantolli)

$$f = m(i * t)^{1/3}$$

onde: $m = 0,0725 * C$ (sendo C = Coeficiente de escoamento superficial = 0,80)
 t = Tempo de concentração, em minutos (10min)

$$f = 0,0725 * 0,8(204 * 10)^{1/3} = 0,7356$$

$$Q = 0,00278 * n * i * f * A$$

$$Q = 0,00278 * 1 * 204 * 0,7356 * 0,45 = 0,1877 m^3/s$$

Vazão crítica gerada: $Q = 0,1877 m^3/s$

Para o dimensionamento do diâmetro da galeria, considerando uma declividade de 1,5%, as velocidades limites de projeto, e a vazão calculada, utilizaremos a fórmula de Manning, adotada para o escoamento em regime uniforme e permanente. Consideramos uma lâmina d'água máxima dentro da galeria em 80% do diâmetro, para evitar que ocorra fluxo em seção plena e as consequentes sobrepressões na canalização.

O estudo é feito por iterações, analisando cada diâmetro disponível no mercado e seu comportamento. Por experiência, iniciaremos pelo diâmetro de 40cm (BSTC 40) que supomos ser suficiente. Para evitar sobrepressões de água no interior da galeria,

⁴ O critério para estabelecimento da área de contribuição levou em conta todo o trecho da via e adjacências à montante de cada local de descarga em curso d'água ou vala existente (interrupção do sistema). No projeto, não ocorrem áreas de contribuição maiores que 0,45ha (4.500,00m²), e o dimensionamento foi feito para o segmento final da galeria pluvial, ou seja, aquele que está mais sobrecarregado e é o ponto crítico do sistema.



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUAS MORNAS

Praça José Adão Lehmkuhl, 62 – Centro – CEP 88150-000
Fone: (48) 3245 7252 – www.aguasmornas.sc.gov.br

consideramos a altura máxima da água no seu interior como 80% do diâmetro, e a conduta trabalhará como canal livre.

Temos: D – Diâmetro = 0,40m

h – Altura da lâmina d'água

$$h/D = 0,8 \quad h = 0,8 * 0,40 = 0,32m$$

θ – ângulo central delimitado pelo perímetro molhado

θ para $h/D = 0,8$ é sempre $4,4282r$ ou $253,74^\circ$ (utiliza-se em radianos)

$$\text{sen}(\theta) = -0,27999 \sim -0,28$$

$$\text{Área molhada} - A_m = D^2 * (\theta - \text{sen}\theta) / 8 = 0,4 * 0,4 (4,4282 + 0,28) / 8$$

$$A_m = 0,094m^2$$

Verificação da velocidade:

$$V = Q / A_m = 0,1877 / 0,094 \text{ (m/s)}$$

$$V = 1,99 \text{ m/s (dentro da faixa aceitável)}$$

Temos ainda que:

$$\text{Perímetro molhado} - P_m = D * \theta / 2 = 0,4 * 4,4282 / 2$$

$$P_m = 0,885m$$

$$\text{Raio hidráulico} - R_h = A_m / P_m = 0,094 / 0,885$$

$$R_h = 0,1062m$$

Pela equação de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} I^{1/2}$$

onde: n = coeficiente de Manning referente à rugosidade
para tubos de concreto BSTC, $n = 0,013 \text{ (m}^{-1/3} * \text{s)}$

R_h – raio hidráulico (m)

I – declividade em m/m (considerada 1,5%)

$$V = \frac{1}{0,013} 0,1062^{2/3} * 0,015^{1/2} \rightarrow V = 2,113m/s$$



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUAS MORNAS

Praça José Adão Lehmkuhl, 62 – Centro – CEP 88150-000
Fone: (48) 3245 7252 – www.aguasmornas.sc.gov.br

Podemos observar que os dois valores se aproximam e mostram que o diâmetro de 0,40 metros atende aos critérios estabelecidos para o funcionamento do sistema. Com isso, abtemo-nos de testar outros diâmetros maiores.

O objetivo do dimensionamento foi demonstrar que o ramal final de descarga das diversas bacias de contribuição em causa, com tubo BSTC Ø40cm, é bastante e suficiente para a vazão gerada, proporcionando velocidades de fluxo compatíveis com os limites estabelecidos. Para os ramais de ligação entre caixas de captação nas travessias da via, por conveniência construtiva e racionalidade na compra de materiais, optamos por utilizar tubos BSTC Ø30cm.

Miguel Rodrigues Orofino

Eng^o Civil – CREA/SC 005797-9