



# ESTUDO HIDROLÓGICO – PONTE E GALERIA SOBRE O RIO DONA EUGÊNIA MUNICÍPIO DE MESQUITA – RJ

## 1. INTRODUÇÃO

Este memorial tem como objetivo apresentar de forma detalhada o estudo hidrológico e de dimensionamento das travessias previstas no município de Mesquita – RJ, abrangendo dois pontos críticos de passagem sobre o Rio Dona Eugênia e seus afluentes.

A primeira solução corresponde à implantação de uma travessia em galeria celular de seção 4,60 m × 2,35 m, localizada na Rua Mister Watkins, destinada a substituir a estrutura existente, atualmente comprometida, garantindo maior capacidade hidráulica e segurança estrutural.

A segunda intervenção refere-se à execução de uma ponte na Rua Heitor da Costa Val, concebida para assegurar a continuidade da via e a adequada passagem das vazões de cheia, atendendo aos critérios técnicos e normativos vigentes.

O projeto contempla a análise hidrológica detalhada da bacia de contribuição do Rio Dona Eugênia, considerando parâmetros geomorfológicos, características de uso e ocupação do solo e dados pluviométricos regionais. As soluções foram planejadas de forma a garantir a eficiência na captação e condução das águas pluviais, minimizando riscos de alagamentos, erosões e colapsos estruturais, ao mesmo tempo em que proporcionam maior segurança à população local e maior durabilidade às obras.

O desenvolvimento deste estudo reflete o compromisso com a melhoria da infraestrutura urbana do município, promovendo a sustentabilidade, a resiliência frente a eventos extremos de precipitação e a qualidade de vida da comunidade. As travessias projetadas não apenas solucionam problemas hidráulicos imediatos, mas também se adaptam às futuras demandas de vazão, assegurando a eficiência e segurança do sistema de drenagem urbana de Mesquita.

## 2. OBJETIVO

O presente estudo tem por objetivo determinar as vazões de projeto associadas às cheias de diferentes tempos de retorno na bacia hidrográfica do Rio Dona Eugênia, visando subsidiar o dimensionamento hidráulico das obras de travessia previstas no município de Mesquita – RJ, a saber:

- Travessia em galeria celular com seção de 4,60 m × 2,35 m, situada na Rua Mister Watkins;
- Ponte em concreto armado, localizada na Rua Heitor da Costa Val.

A análise hidrológica e hidráulica contempla:

- A caracterização física e hidrológica da bacia contribuinte;
- A aplicação de metodologias consagradas para estimativa das vazões de pico, em especial os métodos Racional e SCS-CN;

- A utilização de dados pluviométricos regionais, expressos em equações e tabelas IDF (Intensidade–Duração–Frequência);
- A comparação dos resultados obtidos, com a definição da vazão de projeto adotada para cada tempo de retorno;
- A verificação da adequação das soluções de travessia propostas frente às condições hidrológicas da bacia.

Com isso, busca-se garantir que as obras projetadas apresentem capacidade hidráulica compatível com os eventos de precipitação extremos, de modo a assegurar a segurança da população, a durabilidade das estruturas e a resiliência da infraestrutura urbana do município de Mesquita.

## 2.1 SITUAÇÃO GEOGRÁFICA E IMPLICAÇÕES HIDROLÓGICAS

Á área de interesse do projeto e a travessia do canal pela Rua Heitor da Costa, pertencente ao município de Mesquita-RJ, conforme apresentado na figura abaixo.



Figura 01 – Localização do projeto

O canal que corta o trecho do município de mesquita, tem atualmente boa parte de seu leito retificado por obras de drenagem urbana. Principalmente na região central do município, o canal apresenta assoreamento no trecho de travessia da Rua Heitor da Costa ocasionado por lixos e entulhos, que, mesmo com as frequentes chuvas não apresenta inundações no trecho da travessia que passa pela Rua Heitor da Costa, o projeto tem como único objetivo a substituição a ponte, que já se encontra comprometidas.

### **3. REFERENCIAL NORMATIVO**

- **DNIT 181/2021-ME** – Dimensionamento de pavimentos flexíveis.
- **ABNT NBR 7181/2016** – Análise granulométrica.
- **ABNT NBR 7182/2016** – Ensaio de compactação.
- **ABNT NBR 15527/2007** – Aproveitamento de águas pluviais.
- **Diretrizes do INEA-RJ e recomendações do SNIRH/ANA.**

### **4. DADOS E CARACTERÍSTICAS**

O município de Mesquita, situado na Baixada Fluminense, integra a Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Apresenta clima tropical úmido, caracterizado por verões chuvosos e invernos relativamente secos.

As áreas onde estão previstas as obras de travessia galeria celular na Rua Mister Watkins e ponte na Rua Heitor da Costa Val inserem-se em setores predominantemente residenciais, com ocupação densa e consolidada, adjacentes a trechos de vegetação remanescente. Essas condições reforçam a necessidade de obras hidráulicas adequadas, considerando tanto a proteção da população local quanto a preservação ambiental.

### **5. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS REALIZADOS**

Para a definição da bacia de contribuição das travessias, foram utilizados o levantamento topográfico detalhado e as plantas aerofotogramétricas da região, na escala 1:10.000, que permitiram identificar os divisores d'água e delimitar as sub-bacias associadas a cada ponto de travessia.

Com base na área de drenagem delimitada e nas condições de uso e ocupação do solo, foram estimadas as vazões de projeto por meio de metodologias consagradas (Método Racional e SCS-CN). Os cálculos possibilitaram o dimensionamento hidráulico tanto da galeria celular (4,60 m × 2,35 m) na Rua Mister Watkins, quanto da ponte em concreto armado na Rua Heitor da Costa Val.

O sistema projetado foi concebido de forma a integrar-se à rede de drenagem existente e aos cursos d'água naturais, assegurando a eficiência no escoamento das cheias, a mitigação de riscos de inundação e a durabilidade estrutural das obras de arte corrente.

## 6. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

O Rio Dona Eugênia nasce na Serra do Mendanha, em Nova Iguaçu, percorrendo cerca de 10 km, até desaguar no Rio Sarapuí, sendo aproximadamente 4 km em Nova Iguaçu e 6 km em Mesquita.

A bacia de drenagem possui área total estimada de 18 km<sup>2</sup>. Para a seção da ponte em estudo, considerou-se 70% da área total, resultando em 12,6 km<sup>2</sup>. Para a ponte: Localização coordenada Latitude: 22°47'1.33"S e Longitude: 43°25'52.35"O, para a travessia: Latitude: 22°47'6.28"S e Longitude: 43°25'50.48"O.

A bacia apresenta elevada impermeabilização devido à urbanização intensa, com áreas pavimentadas e ocupações irregulares, fatores que contribuem para a rápida resposta hidrológica e para a ocorrência de alagamentos frequentes.

## 7. DADOS PLUVIOMÉTRICOS – CURVA IDF

A metodologia adotada para a determinação das intensidades pluviométricas baseia-se na equação de chuvas intensas (curva IDF – Intensidade, Duração e Frequência).

Para a região em estudo, utilizou-se a equação estabelecida para o posto pluviométrico de Mesquita, conforme a publicação “Estudo de Chuvas do Estado do Rio de Janeiro”, elaborada pelo DER/RJ- Departamento de Estradas de Rodagem.

A equação que correlaciona a intensidade da chuva ( $i$ ), a frequência ou tempo de recorrência ( $Tr$ ) e a duração ( $t$ ) é apresentada a seguir:

Onde:

$$i = \frac{1316 \cdot Tr^{0,226}}{(t + 12)^{0,732}}$$

- $Tr$  – tempo de recorrência (anos);
- $t$  – duração da chuva (minutos);
- $i$  – intensidade da chuva (mm/h).

Foram utilizadas curvas IDF regionais para duração crítica de 90 minutos ( $T_c = 1,5$  h), resultando nas intensidades a seguir:

TR (anos)	i (mm/h)	P (mm)
5	53	79,5
10	61	91,5
25	73	109,5
50	83	124,5
100	95	142,5
200	108	162,0

## 8. METODOLOGIA

### 8.1 MÉTODO RACIONAL

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Com:

- C=0,75
- A=12,6km<sup>2</sup>
- i= intensidade de chuva da IDF

### 8.2 MÉTODO SCS-CN

- CN adotado = 85
- $S = (25400/CN) - 254$
- $I_a = 0,2 \cdot S$
- Tempo ao pico:  $T_p = D/2 + 0,6 \cdot T_c$

## 9. RESULTADOS OBTIDOS

TR (anos)	i (mm/h)	P (mm)	Qp Racional (m <sup>3</sup> /s)	Qp SCS (m <sup>3</sup> /s)	Q adotada (m <sup>3</sup> /s)
5	53	79,5	139,3	68,7	<b>139,3</b>
10	61	91,5	160,3	85,1	<b>160,3</b>
25	73	109,5	191,7	109,9	<b>191,7</b>
50	83	124,5	218,2	132,3	<b>218,2</b>

TR (anos)	i (mm/h)	P (mm)	Qp Racional (m³/s)	Qp SCS (m³/s)	Q adotada (m³/s)
100	95	142,5	249,8	158,3	<b>249,8</b>
200	108	162,0	283,8	188,2	<b>283,8</b>

## 10. DISCUSSÃO TÉCNICA

- O Método Racional apresentou maiores vazões em todos os tempos de retorno, coerente com o caráter altamente urbanizado da bacia, que reduz infiltração e aumenta o escoamento superficial.
- O SCS-CN forneceu valores compatíveis, mas inferiores, servindo como parâmetro de comparação e validação.
- Para obras de arte corrente em área urbana, recomenda-se adotar o valor mais conservador.
- O tempo de retorno mínimo exigido deve ser definido pelo órgão licenciador; usualmente, para pontes urbanas,  $TR \geq 100$  anos.

## 11. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração adotado foi estabelecido de acordo com os seguintes critérios:

- Quando a área à montante não for urbanizada:

$$t = t_1 + t_2$$

Onde:

$t_1$  = tempo de escoamento superficial, adotou-se a fórmula de George Ribeiro.  $t_2$  = tempo de entrada, adotou-se igual a 10 min.

- Nos trechos iniciais, quando a área montante for urbanizada ou urbanizável com divisor de águas a uma distância máxima de 60 m, o tempo de concentração foi retirado da tabela abaixo:

**Tabela 3.1 - Tempo de Concentração Inicial**

NATUREZA DA ÁREA A MONTANTE	DECLIVIDADE DA SARJETA	
	I < 3%	I = 3%
ÁREA URBANA DENSA	10 min	7 min
ÁREA RESIDENCIAL	12 min	10 min
PARQUES, JARDINS, CAMPO	15 min	12 min

Os trechos de drenagens consecutivos a o primeiro terão seu tempo de concentração calculado segundo a seguinte fórmula:

$$t = t_0 + t_i$$

$t_0$  = tempo de concentração do trecho anterior.

$t_i$  = tempo consumido pelo escoamento entre o trecho anterior e o trecho atual.

OBS: Caso os tempos de concentração de dois coletores do mesmo poço de visita guardem entre si uma diferença, usa-se o maior tempo de concentração.

## 12. TEMPO DE RECORRÊNCIA

O tempo de recorrência foi fixado em função do risco no caso de colapso da obra, e dos prejuízos ou da repercussão econômica que poderá causar. Adotou-se 25 anos considerando-se que trata de substituição da ponte completada, por uma galeria com seção 4,60mx2,35m.

## 13. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

O coeficiente de escoamento (C), foi fixado levando em conta o tipo de uso do solo área definida em projeto. Utilizou-se uma média ponderada de valores da tabela 3.2 e da tabela 3.3.

**Tabela 3.2 - Coeficiente de Escoamento por tipo de Ocupação**

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	Coeficiente de Deflúvio "C"
<b>Comércio</b>	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
<b>Residencial</b>	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
<b>Industrial</b>	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

**Tabela 3.3 - Coeficiente de escoamento por Superfície**

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	Coeficiente de Deflúvio "C"
<b>Ruas</b>	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
<b>Gramados; solos arenosos</b>	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
<b>Gramados; solo compacto:</b>	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

Sendo o tipo de ocupação da área dos projetos com ocupação espaçada, e uma área, sendo adjacente a uma área de vegetação natural, adotou-se 0,80

#### 14. PROJETO DE TRAVESSIA EM GALERIA

O projeto para substituição da ponte comprometida, por uma galeria que fornecera uma seção maior do que a existente tem por objetivo a implantação de um sistema adequado para passagem de veículos e transeuntes.

O projeto da travessia foi concebido em obediência às normas pertinentes e às recomendações dos órgãos competentes, utilizando equações de largo emprego em projetos de drenagem urbana.

Na concepção do projeto foram consideradas as premissas:

- Volume mínimo de movimento de terra;
  - Adotou-se um regime de escoamento permanente uniforme;
  - Velocidade média de escoamento para rede tubular:  $0,6 \text{ m/s} \leq V \leq 5,0 \text{ m/s}$ ;
  - Tirante líquido (m):  $Y \leq 0,60D$  para galerias circulares;
- $Y \leq 0,90H$  para galerias celulares fechadas;
- e  $Y \leq 0,80H$  para galerias celulares abertas.

O projeto de drenagem é apresentado na seção de peças gráficas e é composto de:

- Planta de Bacia;
- Planta Baixa;

- Perfis Longitudinais;

## 15. CONCEPÇÃO E CRITÉRIOS DE PROJETO

### 15.1 MACRODRENAGEM

A vazão de projeto para os cálculos hidráulicos do canal foi obtida na seção do canal, conforme figura abaixo. Para a obtenção da vazão foi simulada a geração de escoamento superficial na bacia de contribuição da seção através do método do hidrograma sintético do SCS. A partir da seção de controle, foi utilizada a equação de Manning para verificação da capacidade de transporte do canal e do tirante d'água.

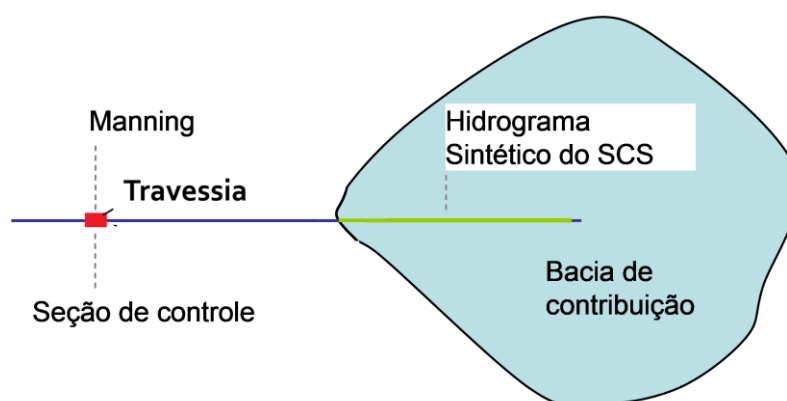


Figura 02 – Histograma

No traçado da bacia contribuinte a seção de controle foi utilizada o modelo digital do terreno SRTM com resolução de 3 metros, obtido do serviço geológico norte-americano.

As vazões geradas na bacia foram calculadas pelo método do *Soil Conservation Service* (SCS), conforme descrito a seguir:

- Tempo de retardo:  $Tr = 0,6.t_c$
- Tempo de pico:  $Tp = D/2 + Tr$
- Duração da precipitação:  $D = 0,133.t_c$
- Tempo de base:  $Tb = 2,67.Tp$
- Vazão de pico:  $Qp = 2,08.A/Tp$

O  $t_c$  foi calculado pela fórmula de Kirpich:

$$t_c = 3,989 \cdot \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

onde  $L$  é a extensão em Km e  $S$  é a declividade efetiva em m/m. O comprimento e o desnível do talvegue foram estimados com base no modelo numérico do terreno em 3,0 Km e 0,025333 m/m, respectivamente. O tempo de concentração resultante foi de 39 min.

A área da bacia foi obtida com base na delimitação realizada pelo processamento do modelo numérico do terreno, resultando em 2 Km<sup>2</sup>.

A obtenção da chuva de projeto foi realizada através de uma equação de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) de acordo com a equação geral:

$$i = \frac{k \cdot TR^a}{(t_c + b)^c}$$

onde  $TR$  é o tempo de retorno em anos;  $t_c$  é o tempo de concentração em minutos;  $k$ ,  $a$ ,  $b$  e  $c$  são os coeficientes regionais da equação. Para o local do projeto, foram adotados os seguintes coeficientes da IDF:  $k = 5144,006$ ;  $a = 0,191$ ;  $b = 76,728$ ;  $c = 0,953$ . Dados obtidos através do relatório do Plúvio 2.1



FIGURA 03 – DADOS PLUVIO 2.1

A obtenção da chuva efetiva ( $Pe$ ) em mm se dá através da metodologia do SCS:

$$Pe = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S}, \text{ se } P > 0,2 \cdot S$$

onde  $P$  é a precipitação (mm) e  $S$  é a retenção potencial de água pelo solo (mm), obtida pela relação

$$CN = \frac{1000}{10 + \frac{S}{25,4}}$$

O valor do coeficiente curva-número (CN), considerando a bacia com 50% de área urbana e 50% de mata, foi de 72,5.

O valor do nível d'água máximo para a seção definida para o canal foi calculado através das equações de continuidade e de Manning:

$$Q = V \times A \qquad V = \left( \frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \frac{S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

onde V é a velocidade de escoamento, A é área molhada da seção, P é perímetro molhado da seção, S é a declividade do trecho e n é o coeficiente de manning. O coeficiente utilizado para este caso foi o valor referente ao revestimento em concreto (0,015).

O revestimento em concreto foi utilizado para evitar o efeito de assoreamento do canal. Ainda assim, no cálculo da seção hidráulica para o tempo de retorno de 100 anos foi considerada uma folga de segurança visando evitar o transbordamento causado por eventuais efeitos que possam aumentar a vazão do canal.

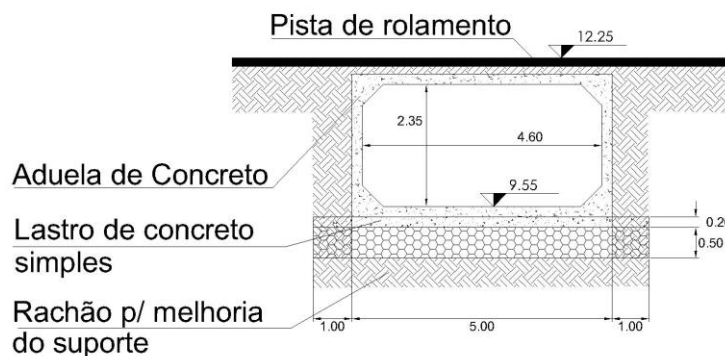


Figura 04 – Seção Tipo da Galeria para travessia

## 16. PLANILHAS DE CÁLCULO

A memória de cálculo do projeto de drenagem é apresentada nas planilhas de cálculo, que constam nos anexos.