0	Agosto/2024	Emissão inicial
Emissão	Data	Descrição

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ARTES ESPECIAIS (E120, E179 e E203) E OBRAS COMPLEMENTARES DE CONTROLE DE INUNDAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL, RIO BENGALAS - E0 A E272 – NOVA FRIBURGO

MEMORIAL DE CÁLCULO – MICRODRENAGEM

DATA	AUTOR/IDENT.	NÚMERO DO DOCUMENTO	
Ago./2024		DRM-BRID-PNF-FBE-0-HYD-D001-RT	01/01

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 3

2. DADOS E MÉTODOS 9

2.1. Definição da Chuva de Projeto 9

2.2. Definição da vazão de projeto 10

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS 12

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

1. INTRODUÇÃO

Este memorial de cálculo tem como objetivo documentar detalhadamente o processo de cálculo utilizado no projeto de microdrenagem, demonstrando a metodologia, os dados, as fórmulas e os resultados, garantindo transparência e verificabilidade das conclusões. O presente memorial refere-se a um contrato cujo objeto é a revisão dos projetos executivos e a execução de obras de substituição de três travessias viárias, localizadas nas estacas E120, E179 e E203 (Figura 1), além da complementação do controle de inundação e da recuperação ambiental no rio Bengalas, com a execução dos trechos faltantes da cortina atirantada para garantir a eficiência hidráulica e o rebaixamento do trecho entre as estacas E0 e E99, na foz do córrego D'Antas, no município de Nova Friburgo - RJ.

A primeira intervenção será a execução das travessias nas estacas E120, E17+10 e E203. As coordenadas são: E120 (22º14'15.44"S e 42º31'15.93"O), E179+10 (22º14'52.31"S e 42º31'26.61"O) e E203 (22º15'6.10"S e 42º31'32.69"O).



Figura 1: Localização das travessias no rio Bengalas

As Figuras de 2 a 9 mostram as vistas de montante e de jusante das travessias e os croquis de cada travessia viária a ser substituída.

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.



Figura 2: Travessia viária situada próxima à estaca E120 (vista de montante)



Figura 3: Travessia viária situada próxima à estaca E120 (vista de jusante)

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

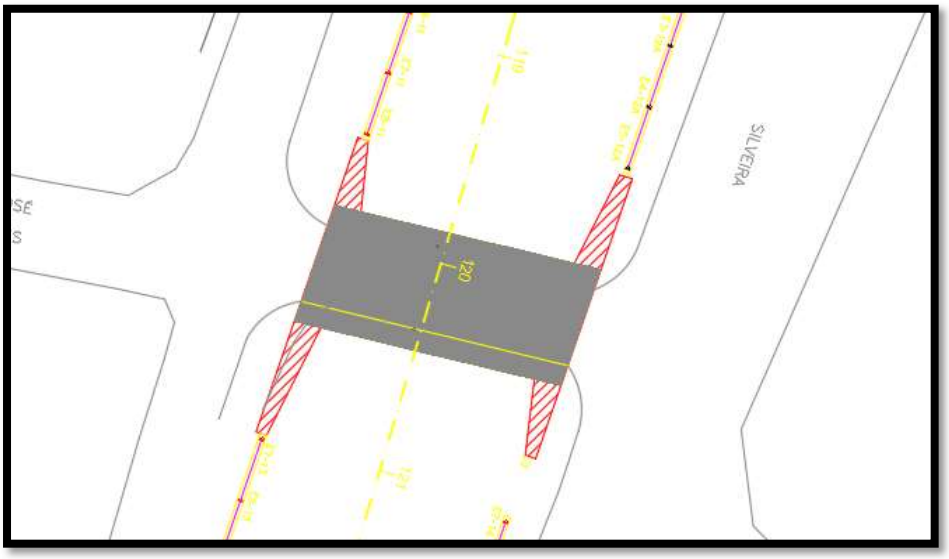


Figura 4: Travessia viária a ser construída próxima à E120



Figura 5: Travessia viária situada próxima à estaca E179 (vista de montante)

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.



Figura 6: Travessia viária situada próxima à estaca E179+10 (vista de jusante)

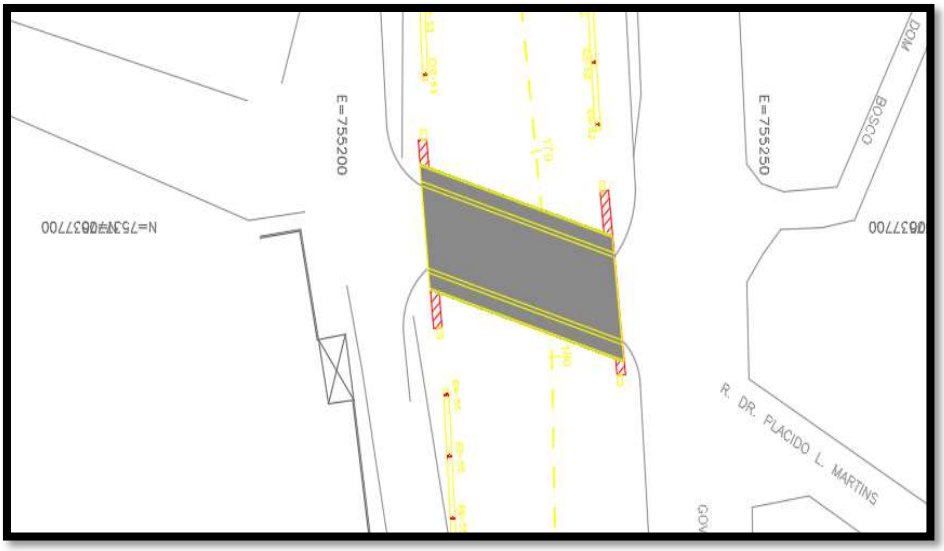


Figura 7: Travessia viária a ser construída próxima à E179+10

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.



Figura 8: Travessia viária situada próxima à estaca E203 (vista de montante



Figura 9: Travessia viária situada próxima à estaca E203 (vista de jusante)

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

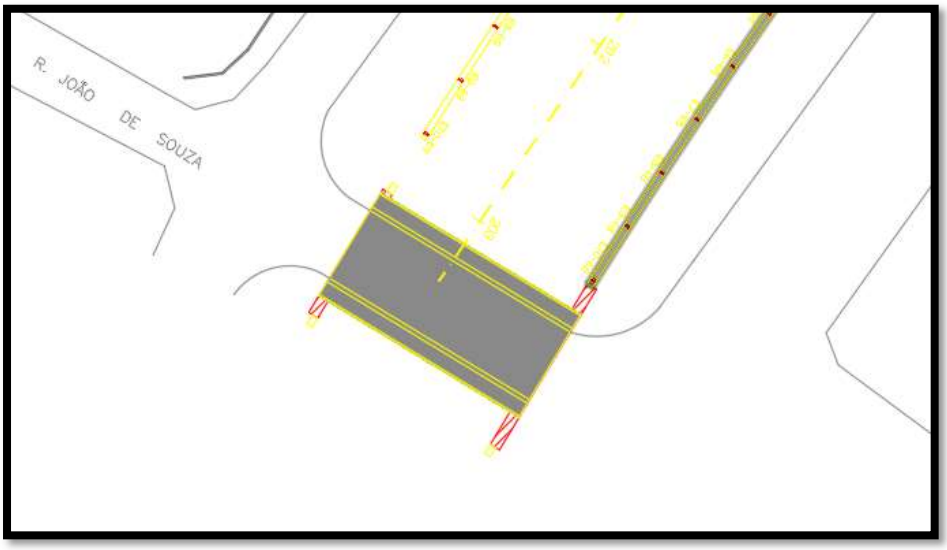


Figura 10:Travessia viária a ser construída próxima

A segunda intervenção será o rebaixamento da calha do rio Bengalas, da estaca E0 até a estaca E99, na confluência com o córrego D'Antas, no município de Nova Friburgo. A terceira intervenção consistirá no desassoreamento da calha do rio Bengalas (Figura 13), da estaca E99 até a estaca E272, iniciando na confluência com o córrego D'Antas e terminando no bairro Duas Pedras, no trevo da RJ 130. No entanto, este memorial de cálculo se limitará à drenagem das pontes localizadas nas estacas E120, E179+10 e E203.

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

2. DADOS E MÉTODOS

Um projeto de microdrenagem de pontes precisa abordar diversos aspectos técnicos para garantir a captação, condução e descarte adequado das águas pluviais, a fim de prevenir problemas de erosão, infiltração e dados estruturais, tanto das pontes quanto dos taludes. A seguir, há apresentação da metodologia e dos dados utilizados:

a) Definição da chuva de projeto;
b) Cálculo das vazões máximas de contribuição;
c) Dimensionamento dos dispositivos de captação.

2.1. Definição da chuva de projeto

Chuvas intensas são aquelas que geram volumes significativos de água em pequenos intervalos de tempo. Quando esses volumes se convertem em escoamento superficial, tornam-se dados essenciais para o dimensionamento de dispositivos de macrodrenagem, microdrenagem e verificação da capacidade de calhas de corpos hídricos.

Quando a bacia analisada possui pluviógrafos com longas séries de dados, é possível determinar uma equação que relaciona os parâmetros de intensidade, duração e frequência (IDF). Esta bacia conta com duas estações que possuem séries longas e recentes de precipitação: a Estação Cascatinha do Cônego (Código ANA: 02242025) e a Estação Teodoro de Oliveira (Código ANA: 02242024). Como essa série de dados é diária, recomenda-se que o acumulado diário seja desagregado para que se assemelhe aos dados obtidos por um pluviógrafo, permitindo a determinação da Equação IDF.

Para determinar a equação IDF, foi utilizado o aplicativo GAM-IDF (Genetic Algorithm Methodology for IDF), desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas da Universidade de Pelotas. Este método emprega o teste de aderência de Anderson-Darling para verificar o ajuste das séries máximas anuais à distribuição de Gumbel, utiliza o método de desagregação proposto pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), e avalia a qualidade dos dados gerados pela IDF utilizando o coeficiente de Nash-Sutcliffe e o Erro Quadrático Médio (RMSE). Ambos são amplamente utilizados na hidrologia para

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

medir a qualidade das projeções de dados pluviométricos e fluviométricos. A partir deste aplicativo, foi possível estimar a Equação 1, que descreve a relação IDF para esta localidade.

$$i = \frac{697{,}623 \cdot (T_R)^{0{,}198}}{(9{,}127 + t_d)^{0{,}707}}$$ Equação 1

2.2. Definição da vazão de projeto

Para determinação do total de contribuição de escoamento superficial no tabuleiro da ponte utilizou-se a Equação Racional (Equação 2) e para determinação da capacidade de escoamento na sarjeta utilizou-se a Equação de Izzard (Equação 3)

$$Q_{\text{runoff}} = C \cdot i \cdot A/1000$$ Equação 2

Onde:

Q_{runoff} = é a vazão superficial de um trecho delimitado por uma área A, dada em m³/s.

C = Coeficiente de escoamento superficial (*runoff*). Para asfalto são sugeridos valores entre 0,70 e 0,95, para memorial de cálculo considerou-se que este coeficiente equivale à 0,90.

i = intensidade da chuva calculada pela equação IDF com duração de 5 minutos[1] e Tempo de Recorrência de 5 anos[2], dado em mm/h.

A = área do tabuleiro da ponte responsável por gerar o escoamento superficial, dado em m².

[1] O tempo de duração da chuva equivale ao tempo de concentração, como este é muito pequeno, a Fundação Instituto do Município do Rio de Janeiro (Rio-Águas) institui como 5 minutos o tempo de duração mínimo.
[2] Recomendação da Rio-Águas (http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/8940582/4244719/InstrucaoTecnicaREVISAO1.pdf – Acesso: 16 de agosto de 2024)

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

$$Q_{sarjeta} = Q_{\text{runoff}} \cdot (1 + R) = \left(\left(\frac{Z}{n}\right) \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{8}{3}}\right)/1000$$ Equação 3

Onde,

$Q_{sarjeta}$ = capacidade de escoamento da sarjeta (m³/s);

R = é o coeficiente de redução de escoamento da sarjeta, determinados Tabela 1;

z = é o inverso da declividade transversal (m/m);

n = é a coeficiente de rugosidade de Manning, para este estudo foi considerado o coeficiente do asfalto 0,016;

S = declividade longitudinal, definida como 2%;

y = é a altura da coluna d'água máxima sobre a sarjeta.

Tabela 1 : Fator de redução em função da declividade longitudinal da sarjeta

Declividade Longitudinal da Sarjeta	Fator de redução
0,4%	0,50
Entre 1% e 3%	0,50
5%	0,50
6%	0,40
8%	0,27
10%	0,20

Para verificar a capacidade engolimento do tubo de queda utilizou-se a Equação 4. A partir destes valores, estimou-se a área destinada ao escoamento superficial e os tubos de queda.

$$Q_{queda} = 0{,}60 \cdot A_{\phi} \cdot \sqrt{g \cdot y}$$ Equação 4

Onde,

A_{ϕ} = é a área interna do tubo de queda dada em m.

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos no dimensionamento dos elementos de microdrenagem. Serão apresentados os desenhos esquemáticos das travessias e o posicionamento de cada elemento de drenagem.

Seguindo recomendações da ISF-216: Projeto de Obras de Arte Especiais, para os projetos drenagem deve-se apresentar um esquema de drenagem pluvial que localize adequadamente os elementos de captação de águas pluviais sobre o tabuleiro, que pode ser feito com buzinotes (tubos de queda) espaçados de 5,0m, sendo essa uma solução conservadora (Figura 11).

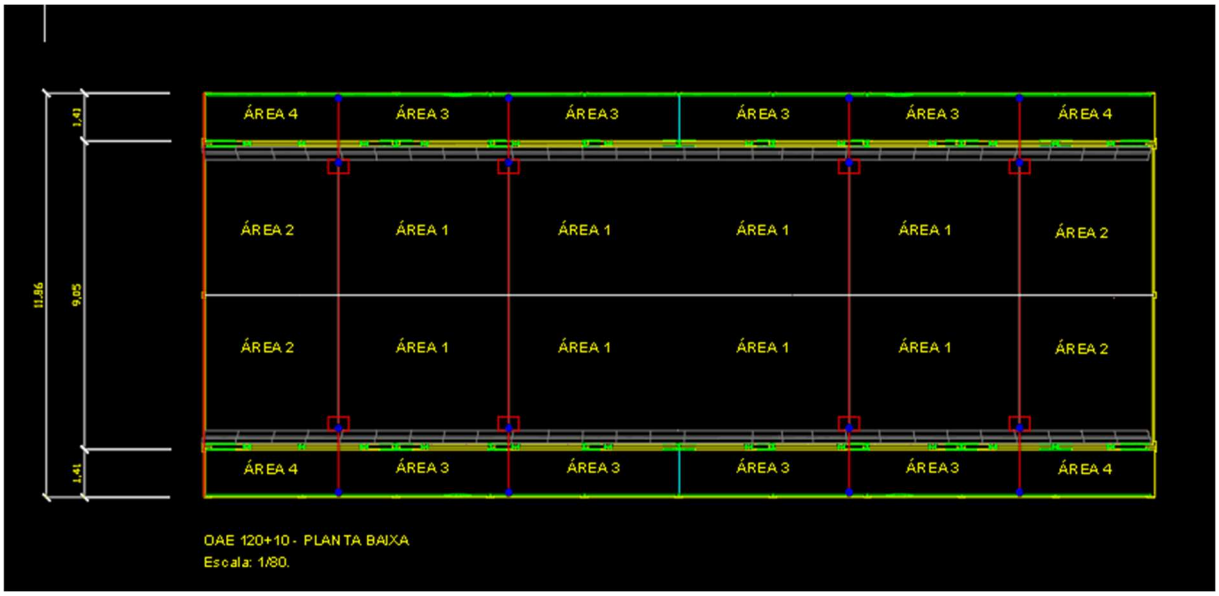


Figura 11: Esquemático de alocação de buzinotes através da travessia na estaca E120+10.

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.

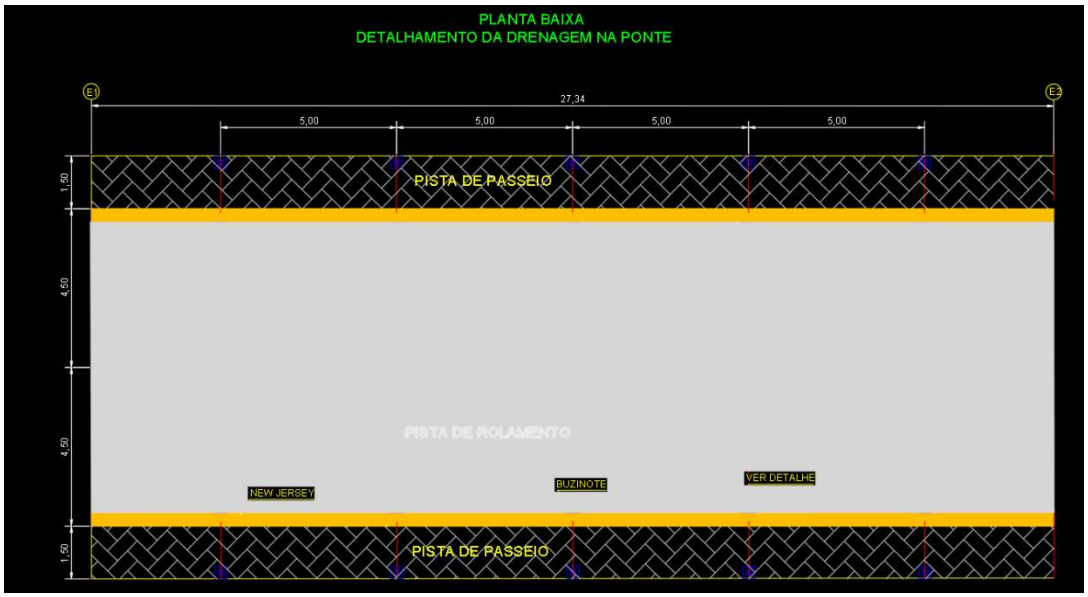


Figura 12: Esquemático de alocação de buzinotes através da travessia na estaca E179+10.

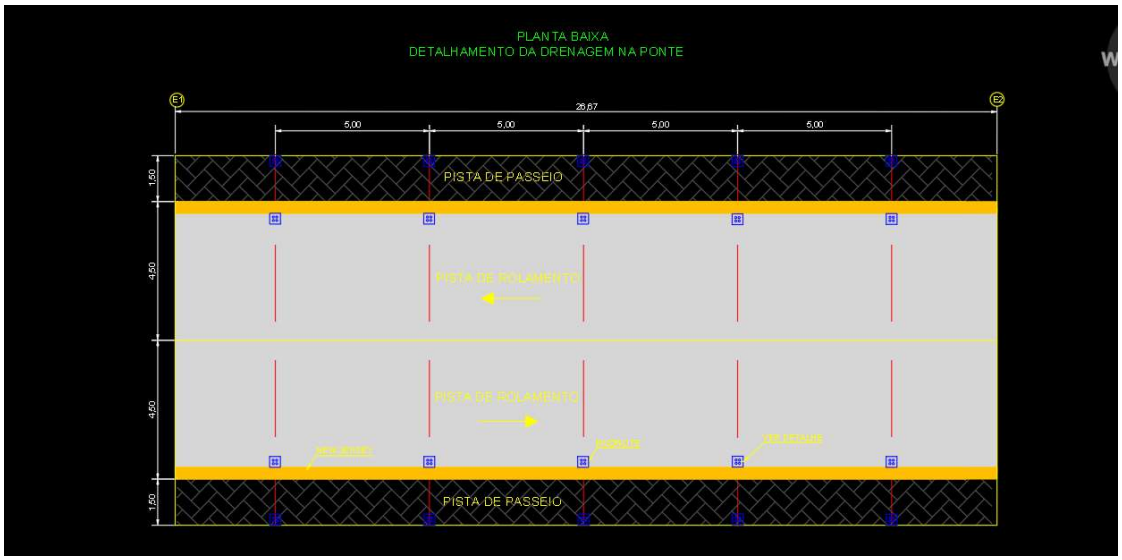


Figura 13: Esquemático de alocação de buzinotes através da travessia na estaca E203+10.

Para todas as travessias, foram determinadas a vazão de contribuição e a capacidade do tubo de queda em esgotar essa vazão. Observou-se que a contribuição máxima foi de 0,83 l/s, enquanto a capacidade mínima de esgotamento foi de 1,41 l/s. Esses dados indicam que, respeitando o espaçamento sugerido pela ISF-216, é possível esgotar a contribuição superficial das travessias, tanto na área de pedestres quanto na pista de rolamento.

Engº Rafael Agenor dos Santos
Gerente
INEA/DIRRAM/GEROSMA
ID: 4373732-2

Adib José Francisco Junior
Resp. Técnico CREA RJ 152.925/D
HYDRA ENG. E SANEAMENTO LTDA.