



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Unidade Regional de Gestão das Águas - Sul de Minas - Unidade outorga

Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA nº. 401/2024

Varginha, 05 de agosto de 2024.

Assunto: Solicitação de informação complementar - PREFEITURA MUNICIPAL DE POUSO ALEGRE

Referência: processo Siam nº 4328/2024 / protocolo Siam nº 0385176/2024

Modo de uso: 15 - Canalização e/ou retificação de curso de água

Prezados,

Com o objetivo de dar continuidade à análise do processo de outorga, deverão ser protocoladas as informações complementares no prazo máximo de **60 (sessenta) dias**, contados a partir do recebimento deste ofício, conforme Decreto nº 47.705, de 4 de setembro de 2019.

O não cumprimento do prazo acima estipulado acarretará no arquivamento do pedido de outorga, tendo em vista a inexistência de elementos essenciais a sua análise.

Destaca-se que a resposta a este ofício deverá ser realizada neste mesmo processo por meio de peticionamento intercorrente.

Para o prosseguimento da análise do pedido de outorga em questão, será necessário:

- Informar o número do processo SEI referente ao cadastro de uso isento da travessia aérea (bueiro), citado como trecho 2 no relatório técnico.
- No item 6 do formulário técnico foi informado que a obra não estava implantada, entretanto, através de imagens de satélite foi possível identificar que a intervenção foi realizada entre abril de 2023 e abril de 2024. Diante do exposto, solicitamos:
 - Informar a data de início e fim das obras;
 - Informar coordenada geográfica de **início** e **fim** de cada um dos 04 trechos informados no processo;
 - Informar para cada trecho:
 - Profundidade normal;
 - Declividade;

- Coeficiente de rugosidade;
- Folga;
- Comprimento do canal;
- Largura da base (canais retangulares ou trapezoidais);
- Inclinação do talude (canais triangulares ou trapezoidais).
- Apresentar relatório fotográfico de cada trecho, comprovando seu dimensionamento hidráulico através de equipamentos de medição (ex.: trena).
- Apresentar novo formulário técnico com retificação dos seguintes itens:
 - Item 6: informar que a obra já se encontra instalada e sua data de implantação;
 - Item 8: preencher todos os dados.
- Apresentar memorial de cálculo do tempo de concentração (min) da bacia a montante da área de intervenção.
- Apresentar memorial do cálculo da vazão máxima de cheia utilizando Tempo de Retorno mínimo de 50 anos e coeficiente de escoamento de 0,75.
- Comprovar que os 04 trechos da intervenção suportam uma vazão máxima de cheia de 91,02 m³/s, calculada pela Urga-SM através do método racional modificado, conforme resultados abaixo:
 - Área de drenagem a montante da intervenção: 22,3907 km²;
 - Comprimento do talvegue: 12 km;
 - Cota superior: 1300 m;
 - Cota inferior: 820 m;
 - Declividade: 4%;
 - Tempo de concentração: 103,23 min;
 - Tempo de retorno: 50 anos;
 - Intensidade máxima de precipitação: 64,16 mm/h;
 - Coeficiente de escoamento: 0,75;
 - Vazão máxima de cheia: 91,02 m³/s.
- Apresentar estudo do impacto hidrológico a montante e a jusante da intervenção, considerando a vazão máxima de cheia de 91,02 m³/s.
- No item 3 do relatório técnico foi citado que "*Na parede lateral esquerda do canal em gabião, será realizado furo para conectar um tubo de concreto de diâmetro 500 mm, que conduz a água pluvial captada pela canaleta alocada paralelamente a parede esquerda do canal em gabião. Na parede lateral direita do canal em gabião, serão realizados furos para conectar 3 tubos de PVC com diâmetro 150mm, responsáveis por captar o escoamento superficial paralelo ao muro alambrado*". Diante do exposto, solicitamos:
 - Informar a área de drenagem (km²) cujo escoamento da água pluvial é direcionado para a canaleta alocada paralelamente a parede esquerda do canal em gabião;
 - Apresentar imagem de satélite contendo a delimitação da área de drenagem cujo escoamento da água pluvial é direcionado para a canaleta alocada paralelamente a parede esquerda do canal em gabião;

- Comprovar que a canaleta está dimensionada para atender a vazão máxima de cheia dessa área de drenagem;
- Informar a coordenada geográfica do ponto de deságue da canaleta no curso de água;
- Informar a área de drenagem (km²) cujo escoamento da água pluvial é direcionado para os 3 tubos de PVC com diâmetro 150mm, responsáveis por captar o escoamento superficial paralelo ao muro alambrado;
- Apresentar imagem de satélite contendo a delimitação da área de drenagem cujo escoamento da água pluvial é direcionado para os 3 tubos de PVC com diâmetro 150mm, responsáveis por captar o escoamento superficial paralelo ao muro alambrado;
- Comprovar que os 3 tubos de PVC estão dimensionados para atender a vazão máxima de cheia dessa área de drenagem;
- Informar a coordenada geográfica do ponto de deságue dos 3 tubos de PVC no curso de água.

Informamos que o analista subscrito coloca-se à disposição para esclarecer eventuais dúvidas que tenha o empreendedor ou consultoria por ele contratada.

Atenciosamente,

Marianne da Cunha Barros

MASP 1.224.641-9

Gestora Ambiental da Unidade Regional de Gestão das Águas do Sul de Minas

Paulo César Lopes

MASP 1.576.733-8

Coordenador da Unidade Regional de Gestão das Águas do Sul de Minas



Documento assinado eletronicamente por **Marianne da Cunha Barros, Servidor(a) Público (a)**, em 05/08/2024, às 17:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cesar Lopes, Gerente**, em 05/08/2024, às 17:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **94348331** e o código CRC **069893D2**.



**REQUALIFICAÇÃO DA TRAVESSIA
DO RIBEIRÃO DAS MORTES NA
AV. ANTÔNIO SCODELER**
RESPOSTA AO OFÍCIO IGAM/URGA
SM/OUTORGA N° 401/2024

NOVEMBRO DE 2024

Referências Cadastrais

Cliente	Prefeitura Municipal de Pouso Alegre
Localização	Pouso Alegre, Minas Gerais
Título	Requalificação da Travessia do Ribeirão das Mortes na Av. Antônio Scodeler – Informações Complementares
Contato	[REDACTED]
E-mail	obras@pousoalegre.mg.gov.br
Líder do Projeto	[REDACTED]
Coordenador	[REDACTED]
Projeto/centro de custo	Contrato n° 167/2021
Data do documento	29/11/2024

Responsável Técnico – Elaboração e Coordenação



Isenção de Responsabilidade:

Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. CONTEXTO	2
3. DESCRIÇÃO GERAL DOS TRECHO DE PROJETO	3
3.1. TRECHO 1 – MONTANTE DA TRAVESSIA.....	4
3.2. TRECHO 2 – TRAVESSIA DO TIPO BUEIRO.....	18
3.3. TRECHO 3 – JUSANTE DA TRAVESSIA.....	21
4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS	31
4.1. MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS DE CHEIAS.....	31
4.2. APRESENTAR MEMORIAL DE CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DA BACIA A MONTANTE DA ÁREA DE INTERVENÇÃO	33
4.3. APRESENTAR MEMORIAL DE CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA UTILIZANDO TEMPO DE RETORNO MÍNIMO DE 50 ANOS E COEFICIENTE DE ESCOAMENTO DE 0,75.	34
4.4. CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA ATRAVÉS DO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO.....	35
5. ESTUDOS HIDRÁULICOS.....	42
5.1. COMPROVAR QUE OS TRECHOS DA INTERVENÇÃO SUPORTAM A VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA, CALCULADA ATRAVÉS DO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO 42	
6. ESTUDOS DE IMPACTO A MONTANTE E JUSANTE DA INTERVENÇÃO	49
6.1. APRESENTAR ESTUDO DE IMPACTO HIDROLÓGICO A MONTANTE E A JUSANTE DA INTERVENÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA CALCULADA ATRAVÉS DO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO	49
7. ESCLARECIMENTOS A RESPEITO DE CANALETAS E TUBOS DE PVC PREVISTOS EM PROJETO	57
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
Anexo I – PLANTA DO PROJETO DE DRENAGEM.....	61
Anexo II – HIDROGRAMAS DE PROJETO.....	62

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Fórmula de Kirpich	33
Equação 2 – Coeficiente de Distribuição do Método Racional Corrigido.....	34
Equação 3 – Método racional modificado.....	34
Equação 4 – Curve Number equivalente.....	39
Equação 5 – Equação de Chuvas Intensas para Pouso Alegre	39
Equação 6 – Equação de Manning para velocidade	42
Equação 7 – Raio Hidráulico	43
Equação 8 – Declividade	43
Equação 9 – Continuidade	43
Equação 10 – Equação de Manning para vazão	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Margem esquerda do trecho 1.....	4
Figura 2 – Margem direita do trecho 1.....	5
Figura 3 – Seção transversal 1.1	7
Figura 4 – Seção transversal 1.2.....	7
Figura 5 – Medição com trena da altura da margem direita	8
Figura 6 – Medição com trena da altura da margem esquerda	9
Figura 7 – Descarte 1 na margem esquerda do trecho 1	11
Figura 8 – Vista frontal do descarte 2.....	12
Figura 9 – Vista traseira do descarte 2.....	13
Figura 10 – Descarte 3 PVC DN 100.....	14
Figura 11 – Descarte 4 PVC DN 300 mm.....	15
Figura 12 – Descartes pluviais observados na margem esquerda.....	16
Figura 13 – Início do trecho 2 (entrada do bueiro).....	18
Figura 14 – Fim do trecho 2 (saída do bueiro).....	19
Figura 15 – Margem esquerda do trecho 3.....	21
Figura 16 – Margem direita do trecho 3.....	22
Figura 17 – Seção transversal 3.1	24

Figura 18 – Seção transversal 3.2.....	24
Figura 19 – Medição com trena da altura da margem direita	25
Figura 20 – Medição com trena da altura da margem esquerda	26
Figura 21 – Descarte 8 no trecho 3	28
Figura 22 – Descarte 9 e 10 no trecho 3	29
Figura 23 – Mapa dos solos presentes na bacia do Ribeirão das Mortes	36
Figura 24 – Mapa de uso e ocupação do solo para a bacia do Ribeirão das Mortes	37
Figura 25 – Discretização da bacia do Ribeirão das Mortes em sub-bacias	38
Figura 26 – Hidrograma de projeto para a bacia do Ribeirão das Mortes	41
Figura 27 – Lâmina d’água para vazão de projeto na seção 1.1	44
Figura 28 – Lâmina d’água para vazão de projeto na seção 1.2	44
Figura 29 – Lâmina d’água para vazão de projeto na seção 3.1	47
Figura 30 – Lâmina d’água para vazão de projeto na seção 3.2	47
Figura 31 – Seção 1.1 do trecho 1	50
Figura 32 – Seção natural do trecho 1	50
Figura 33 – Seção 1.2 do trecho 1	51
Figura 34 – Seção natural do trecho 2	51
Figura 35 – Seção 3.1 do trecho 3	52
Figura 36 – Seção natural do trecho 3	53
Figura 37 – Seção 3.2 do trecho 3	53
Figura 38 – Seção natural do trecho 3	54
Figura 39 – Bacias de amortecimento de cheias no Ribeirão das Mortes	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – informações sobre os descartes observados no trecho 1	10
Tabela 2 – Resumo do trecho 1	17
Tabela 3 – Resumo do trecho 2	20
Tabela 4 – informações sobre os descartes observados no trecho 3.....	27
Tabela 5 – Resumo do trecho 3	30
Tabela 6 – Comparativo entre métodos para estimativa de vazões máximas.....	31
Tabela 7 – Tabela resumo das características do ribeirão das mortes	33
Tabela 8 – Valores do coeficiente CN para as classes de uso e ocupação do solo	37

Tabela 9 – Resumo das informações para cada sub-bacia.....	40
Tabela 10 – Aplicação do método dos blocos alternados.....	40
Tabela 11 – Parâmetros hidráulicos das seções analisadas no trecho 1	45
Tabela 12 – Capacidade de descarga da travessia – trecho 2.....	46
Tabela 13 – Parâmetros hidráulicos das seções analisadas no trecho 3	48

1. APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta as informações complementares solicitadas através do Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA nº. 401/2024 de 05 de agosto de 2024, referente ao processo Siam nº 4328/2024 / protocolo Siam nº 0385176/2024, o qual trata execução de canalização em trecho de curso d'água denominado de Ribeirão dos Morros, popularmente chamado de Ribeirão das Mortes, localizado no município de Pouso Alegre – Minas Gerais.

Deste modo, o documento apresenta as informações complementares requeridas, assim como as metodologias consideradas para os estudos hidrológicos e hidráulicos.

2. CONTEXTO

Para a compreensão do presente documento, é de suma importância ressaltar que algumas solicitações presentes no Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA nº 401/2024 não serão atendidas, pois, na execução da canalização em gabião do curso d'água em questão, foram realizadas diversas modificações em relação ao projeto original, e entre elas encontram-se algumas das solicitações do referido ofício.

No relatório técnico para outorga de águas pluviais, foi informado que o projeto da canalização em gabião seria composto por quatro trechos, sendo dois trechos canalizados em gabião, a montante e a jusante da travessia existente, respectivamente; o trecho da própria travessia; e, por fim, um trecho referente a um talude de terra com 9,70 m de comprimento, com o intuito de realizar a transição entre a canalização e o canal natural, contudo, tal talude de transição não foi executado. Dessa forma, apenas três trechos foram executados. Assim, o presente documento técnico apresentará apenas as informações complementares dos três trechos executados.

Em relação aos trechos citados, durante a execução, foram realizadas modificações no projeto original, removendo partes do projeto e adicionando componentes não previstos inicialmente. Por isso, optou-se por descrever detalhadamente, nos tópicos abaixo, os trechos da canalização.

Também foi solicitado o cálculo da vazão máxima de cheia de projeto, utilizando o método racional modificado, considerando um tempo de retorno de 50 anos e um coeficiente de escoamento superficial de 0,75. Contudo, esse método resultou em uma vazão de grande magnitude, incompatível com as dimensões do Ribeirão das Mortes. Dessa forma, a vazão máxima de projeto foi recalculada pelo método do hidrograma unitário.

3. DESCRIÇÃO GERAL DOS TRECHO DE PROJETO

No Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA nº. 401/2024 foi solicitada a seguinte informação complementar:

“No item 6 do formulário técnico foi informado que a obra não estava implantada, entretanto, através de imagens de satélite foi possível identificar que a intervenção foi realizada entre abril de 2023 e abril de 2024. Diante do exposto, solicitamos:

- *Informar coordenada geográfica de início e fim de cada um dos 04 trechos informados no processo;*
- *Informar para cada trecho:*
 - *Profundidade normal;*
 - *Declividade;*
 - *Coeficiente de rugosidade;*
 - *Folga;*
 - *Comprimento do canal;*
 - *Largura da base (canais retangulares ou trapezoidais);*
 - *Inclinação do talude (canais triangulares ou trapezoidais)*
 - *Apresentar relatório fotográfico de cada trecho, comprovando seu dimensionamento hidráulico através de equipamentos de medição (ex.: trena).”*

As obras de intervenção no Ribeirão das Mortes se iniciaram no dia 19/01/20/24 para execução da travessia do tipo bueiro, finalizando no dia 02/04/2024. A obra de canalização do Ribeirão das Mortes ocorreu no período compreendido entre os dias 02/04/2024 e 26/04/2024, porém a obra não foi finalizada totalmente, pois faltou a finalização e limpeza da obra. A finalização da obra ocorreu no dia 04/09/2024, através da limpeza final da obra e da execução dos muros alambrados sobre as paredes de gabião em ambas as margens.

A fim de cumprir as exigências requeridas, na data de 08 /08/2024, foi realizado em Pouso Alegre o levantamento de campo para obter as informações dos trechos da canalização executados. Para tanto, foram utilizados equipamentos de levantamento de informações geográficas, como Estação Total e DGPS (*Differential global positioning system*).

Nos tópicos a seguir, serão apresentadas as informações levantadas referentes a cada trecho do projeto de canalização.

3.1. TRECHO 1 – MONTANTE DA TRAVESSIA

O trecho 1 compreende o trecho a montante da travessia sobre a Avenida Antônio Scodeler. As Figura 1 e Figura 2 a seguir apresentam o trecho 1, sendo as margens esquerda e direita respectivamente.

Figura 1 – Margem esquerda do trecho 1



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 2 – Margem direita do trecho 1



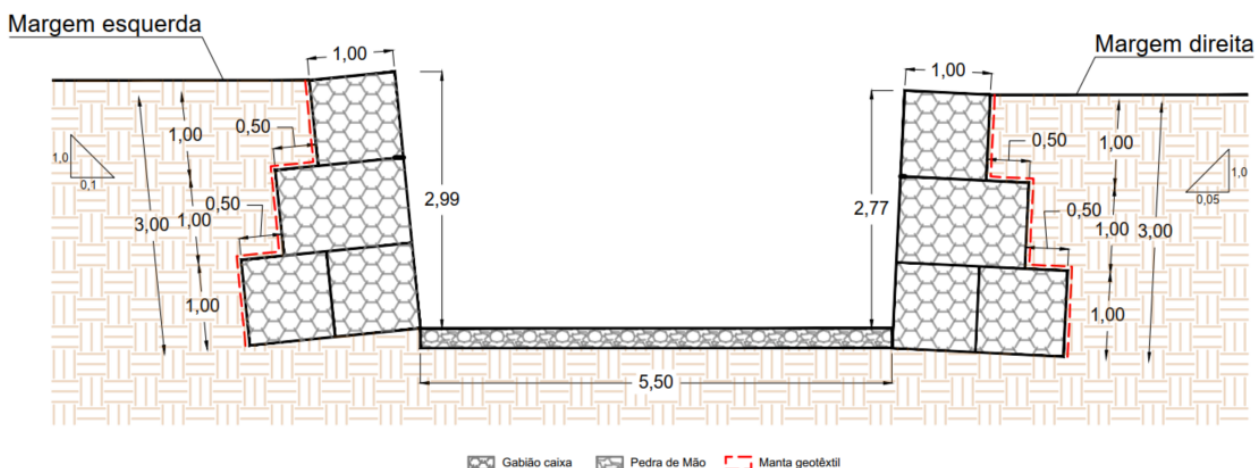
Fonte: DAC Engenharia, 2024.

O trecho 1 inicia-se no ponto de coordenadas Latitude 22°13'1,89" S e Longitude 45°54'47,21" O, com uma extensão de 35,38 metros, finalizando no ponto de coordenadas Latitude 22°13'2,32" S e Longitude 45°54'46,13" O. A canalização executada é do tipo aberta, de seção geométrica trapezoidal, com revestimento das margens em gabião. Inicialmente era previsto o revestimento do leito com gabião tipo colhão reno, porém o mesmo não foi executado, sendo executado apenas uma camada compactada de pedra de mão para revestir o leito do curso d'água.

O trecho 1, ao longo de seu comprimento, apresenta largura de fundo variável, sendo menor no início e maior no final. A variação da largura de fundo da canalização é explicada pela presença de um bueiro simples tubular de PEAD, com diâmetro de 1500 mm, ao final do trecho, o qual não foi previsto em projeto. Assim, para compatibilizar o projeto da canalização com a inserção de um novo bueiro, foi necessário alargar gradualmente o fundo do canal. Através do levantamento de campo, observou-se que a largura de fundo do trecho 1 varia de 5,50 a 7,60 metros.

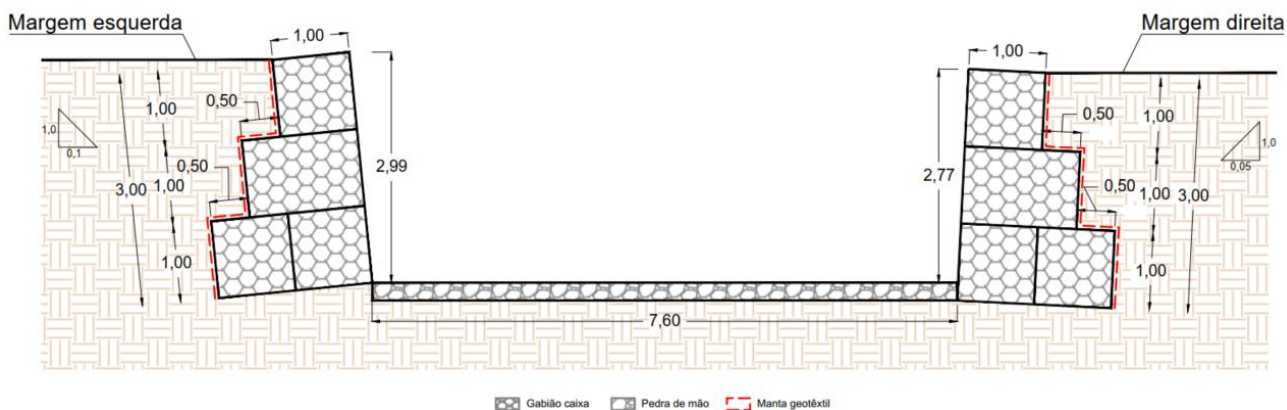
As Figura 3 e Figura 4 a seguir representam as seções críticas do trecho 1, respectivamente as seções de menor e maior largura de fundo.

Figura 3 – Seção transversal 1.1



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 4 – Seção transversal 1.2



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Nas Figura 3 e Figura 4, observa-se que a canalização foi realizada em formato trapezoidal; porém, as margens do canal não apresentam a mesma inclinação dos taludes. A margem esquerda do gabião apresenta inclinação de $6,00^\circ$ ($Z = 0,1$), enquanto a margem direita apresenta inclinação de $3,00^\circ$ ($Z = 0,05$). Em relação à altura das paredes das margens, pela Figura 1, observa-se claramente que a margem direita do gabião foi executada mais baixa em relação à margem esquerda. No entanto, ambas as margens foram executadas com 3 fiadas de gabião do tipo caixa, as quais possuem altura de 1,00 m, totalizando uma altura inclinada de 3,00 m em cada margem. Logo, conclui-se que a margem direita se encontra enterrada em relação à margem esquerda.

As Figura 4 e Figura 5 a seguir apresentam a medição da altura das paredes da canalização, realizada com trena.

Figura 5 – Medição com trena da altura da margem direita



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Como pode ser observado pela Figura 5, a medição da margem direita do gabião com trena teve como resultado o valor de 2,60 m, contudo a medição foi tomada em relação ao nível d'água no dia do levantamento, lembrando que a margem direita foi executada mais baixa, dessa forma os 0,40 m faltantes para totalizar os 3,00 m é referente à altura do nível d'água e da base do gabião enterrada.

Figura 6 – Medição com trena da altura da margem esquerda



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Como pode ser observado pela Figura 6, a medição da margem esquerda do gabião com trena teve como resultado o valor de 3,30 m, contudo a medição foi tomada em relação ao nível d'água no dia do levantamento. Sobre a margem esquerda do gabião foi executado um muro alambrado, com altura de 0,45m, logo tem-se 2,85 m de altura do gabião, porém parte do gabião encontra-se submersa, dessa forma os 0,15m faltantes é referente à altura do nível d'água no canal.

Ao longo do trecho 1 são realizados diferentes descartes de redes pluviais, sendo 4 descartes na margem esquerda e 3 descartes na margem direita.

A Tabela 1 a seguir apresenta a localização dos descartes, bem como os seus diâmetros e materiais.

Tabela 1 – informações sobre os descartes observados no trecho 1

Margem - Descarte	Latitude(S)	Longitude(O)	Diâmetro(mm)	Material
Esquerda – 1	22°13'1,86"	45°54'46,89"	400	Concreto
Esquerda – 2	22°13'1,93"	45°54'46,58"	600	PEAD
Esquerda – 3	22°13'1,96"	45°54'46,37"	100	PVC
Esquerda – 4	22°13'2,22"	45°54'46,06"	300	PVC
Direita – 5	22°13'2,09"	45°54'46,58"	600	PEAD
Direita – 6	22°13'2,22"	45°54'46,41"	150	PVC
Direita – 7	22°13'2,35"	45°54'46,23"	400	PVC

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

A seguir, serão apresentadas as informações dos descartes identificados. Contudo, é importante salientar que, para alguns descartes, não foi possível identificar o início da tubulação, o que impossibilitou a obtenção dos dados de comprimento, declividade e área de drenagem.

O descarte 1 é apresentado na Figura 7, composto por uma tubulação de concreto DN 400, com comprimento de 22,77 m e declividade de 0,0193 m/m. O descarte 1 faz a ligação com uma caixa existente, a qual recebe a contribuição do sistema de drenagem pluvial de uma área privada, visível ao fundo da Figura 8, composta por um conjunto de quadras gramadas.

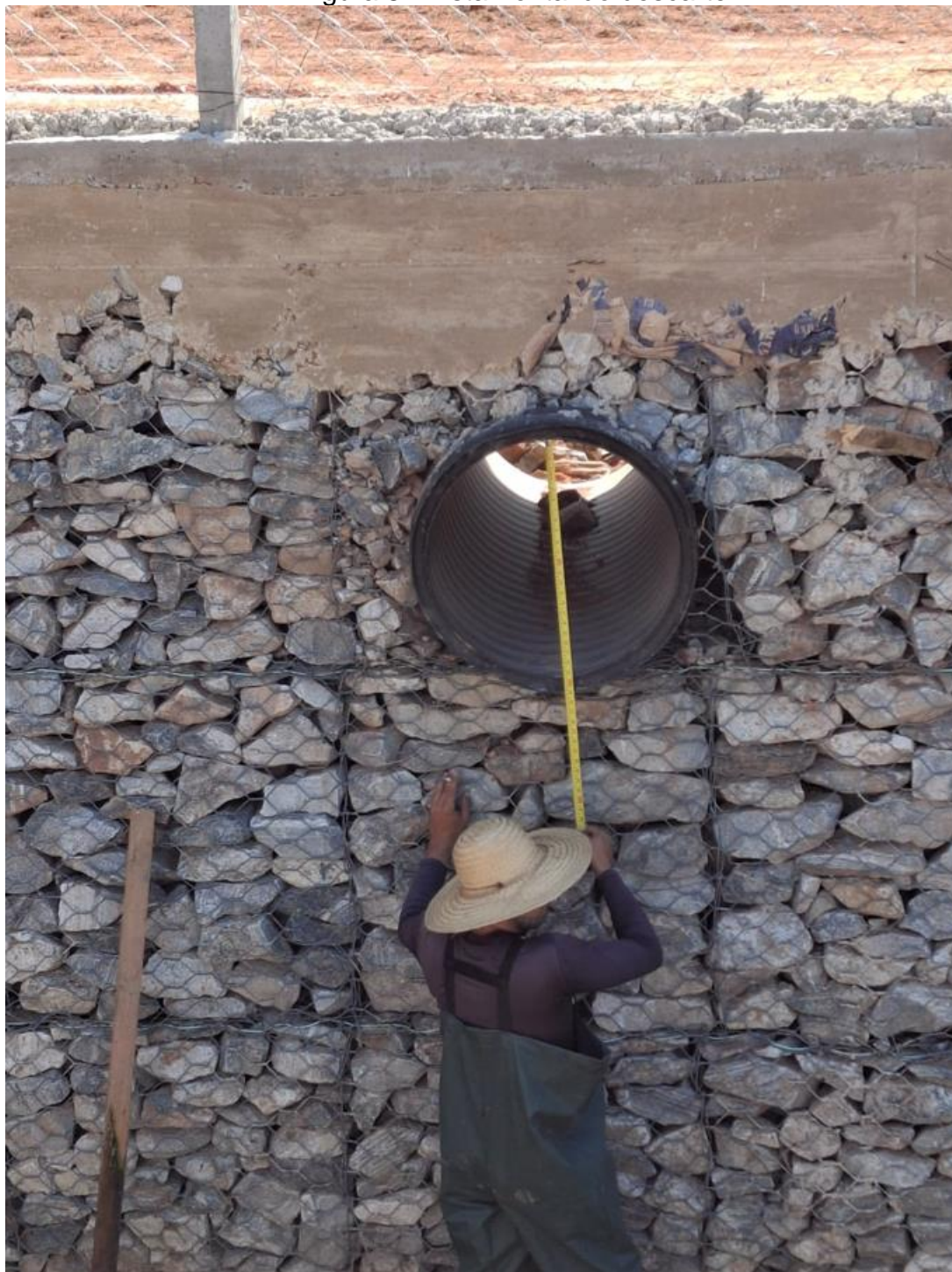
Figura 7 – Descarte 1 na margem esquerda do trecho 1



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

O descarte 2 é composto por uma tubulação de PEAD DN 600, com comprimento de 2,00 m e declividade de 0,0072 m/m. Em termos de drenagem, o descarte 2 não possui usabilidade, visto que se refere apenas a uma tubulação aberta alocada perpendicularmente ao muro de gabião. No entanto, a tubulação encontra-se acima do nível do terreno natural, de modo que apenas uma pequena área escoar em direção ao descarte 2. As Figura 8 e Figura 9 abaixo apresentam o descarte em PEAD na margem esquerda.

Figura 8 –Vista frontal do descarte 2



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 9 – Vista traseira do descarte 2



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

O descarte 3 é composto por uma tubulação de PVC DN 100, localizada próxima ao pé do muro de gabião, sendo que não foi possível encontrar o início da tubulação. No entanto, provavelmente esse descarte refere-se a parte do sistema de drenagem de um empreendimento próximo ao local da canalização, denominado CD Império Distribuidora de Descartáveis, Higiene e Limpeza (Ao fundo da Figura 11). A Figura 10 apresenta o descarte 3.

O descarte 4 é composto por uma tubulação de PVC DN 300, a qual encontra-se enterrada sobre o gabião. Dessa forma, não foi possível determinar o comprimento e a declividade da tubulação. No entanto, assim como o descarte 3, o descarte 4 provavelmente contempla parte do sistema de drenagem do empreendimento CD Império Distribuidora de Descartáveis, Higiene e Limpeza. A Figura 11 apresenta o descarte 4.

Figura 10 – Descarte 3 PVC DN 100



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 11 – Descarte 4 PVC DN 300 mm



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

A

Figura 12 a seguir apresenta os descartes observados na margem direita do trecho 1. O descarte 5 refere-se a uma tubulação de PEAD de diâmetro 600 mm, localizada próxima ao pé do gabião. O descarte 6 refere-se a uma tubulação de PVC de diâmetro 150 mm, localizada no meio da parede de gabião. Para os descartes 5 e 6, não foi possível obter os dados de comprimento e declividade, porém os descartes provavelmente fazem parte do sistema de drenagem da Avenida Antônio Scodeler.

O descarte 7 refere-se a uma tubulação de PVC de diâmetro 600 mm, com comprimento de 5,95 m e declividade de 0,1348 m/m, a qual realiza o descarte de uma boca de lobo simples presente sobre a avenida Antônio Scodeler.

Figura 12 – Descartes pluviais observados na margem esquerda



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Por fim, a Tabela 2 a seguir apresenta um resumo das informações do trecho 1. Como o trecho possui largura de fundo variável, alguns dados não são constantes, então optou-se por apresentar os dados do trecho para as seções críticas. Os dados de cota, comprimento, declividade e inclinação do talude são referentes ao trecho 1 em si, enquanto os demais dados são referentes ao trecho na referida seção em análise.

Tabela 2 – Resumo do trecho 1

Resumo das informações do trecho 1		
Parâmetros	Seção 1.1	Seção 1.2
Cota de montante(m)	813,611	
Cota de jusante(m)	813,461	
Comprimento do canal(m)	35,38	
Declividade do canal(m/m)	0,00424	
Profundidade normal(m)	1,68	1,29
Rugosidade	0,0286	0,0283
Folga(m)	1,09	1,48
Largura da base(m)	5,50	7,50
Inclinação do talude	Margem esquerda z = 0,1 Margem Direita z = 0,05	

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

3.2. TRECHO 2 – TRAVESSIA DO TIPO BUEIRO

O trecho 2 compreende a área sob a Avenida Antônio Scodeler, onde foi realizada a requalificação da travessia. O trecho inicia-se no ponto de coordenadas Latitude 22°13'2,32" S e Longitude 45°54'46,13" O, com uma extensão de 14,50 metros, finalizando no ponto de coordenadas Latitude 22°13'2,65" S e Longitude 45°54'45,75" O. O referido trecho é composto por um Bueiro Duplo Celular de Concreto (BDCC) 2,00 x 2,00 m e por um Bueiro Simples Tubular de PEAD DN 1500 mm (BSTP).

As Figura 13 e Figura 14 a seguir apresentam o trecho 2, sendo o início e fim da travessia respectivamente.

Figura 13 – Início do trecho 2 (entrada do bueiro)



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 14 – Fim do trecho 2 (saída do bueiro)



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Conforme a Portaria IGAM nº 48/2019, os bueiros que sirvam como travessias ou que integrem o sistema de drenagem de rodovias ou ferrovias, com a finalidade de permitir a passagem livre das águas, estão dispensados da obtenção de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, mas devem ser cadastrados junto ao IGAM. A requalificação da travessia se enquadra nos critérios de usos isentos de outorga, sendo necessário realizar apenas o cadastramento junto ao IGAM.

É importante salientar que, inicialmente, no projeto, o trecho 2 era composto apenas por um Bueiro Duplo Celular de Concreto (BDCC) 2,00 x 2,00 m, no entanto, na execução da requalificação da travessia, foi adicionada uma tubulação de PEAD (BSTP) DN 1500 mm, devido à solicitação da população local. O cadastramento dos bueiros foi realizado através dos processos 1370.01.0033131/2023-67 e 2024.11.02.043.0000027. O primeiro processo refere-se à dispensa do Bueiro Duplo Celular de Concreto, enquanto o segundo refere-se à dispensa do Bueiro Simples Tubular de PEAD. Vale ressaltar que ambos os bueiros já possuem a certidão de uso isento de outorga emitida.

A Tabela 3 a seguir apresenta um resumo das informações do trecho 2. O trecho 2 é composto por duas estruturas distintas, então optou-se por caracterizar as estruturas separadamente.

Tabela 3 – Resumo do trecho 2

Resumo das informações do trecho 2		
Parâmetros	BDCC	BSTP
Cota de montante(m)	813,461	813, 708
Cota de jusante(m)	813,41	813, 578
Comprimento(m)	14,50	14,50
Declividade(m/m)	0,0035	0,009
Regime de escoamento	Canal subcrítico	Canal supercrítico
Profundidade normal(m)	1,313	1,195
Rugosidade	0,015	0,01
Folga(m)	0,687	0,305
Largura da base / Diâmetro(m)	4,00	1,50
Material	Concreto	PEAD

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

3.3. TRECHO 3 – JUSANTE DA TRAVESSIA

O trecho 3 compreende o trecho a jusante da travessia sobre a Avenida Antônio Scodeler. As Figura 15 e Figura 16 a seguir apresentam o trecho 3, sendo as margens esquerda e direita respectivamente.

Figura 15 – Margem esquerda do trecho 3



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 16 – Margem direita do trecho 3



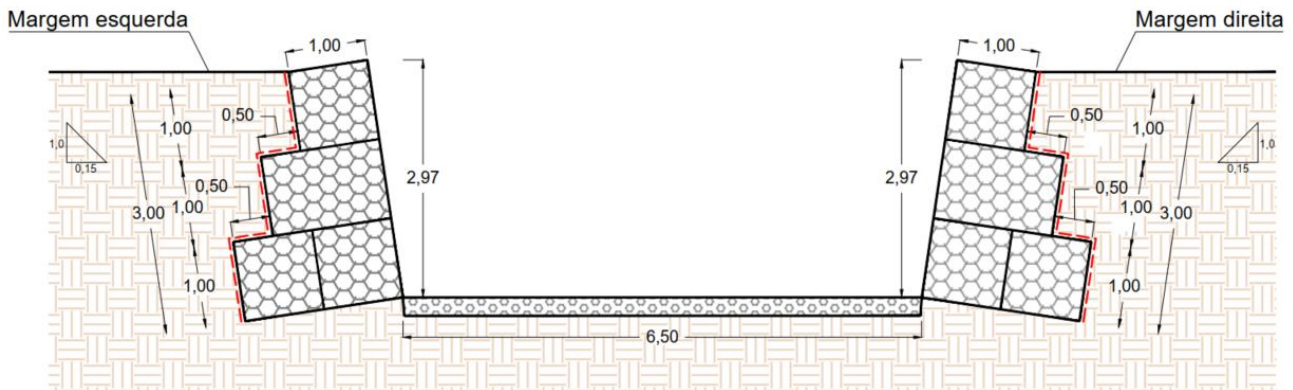
Fonte: DAC Engenharia, 2024.

O trecho 3 inicia-se no ponto de coordenadas Latitude 22°13'2,65" S e Longitude 45°54'45,75" O, com uma extensão de 25,00 metros, finalizando no ponto de coordenadas Latitude 22°13'3,27" S e Longitude 45°54'45,19" O. A canalização executada é do tipo aberta, de seção geométrica trapezoidal, com revestimento das margens e fundo em gabião. Nas margens, foi utilizado o gabião caixa para o revestimento, enquanto que para o fundo, foi utilizado o gabião colchão Reno.

O trecho 3, assim como o trecho 1, apresenta largura variável ao longo de seu comprimento, sendo maior no início e menor no final. Tal variação da largura de fundo do canal é justificada pela inserção de um Bueiro Simples Tubular de PEAD (BSTP) com diâmetro de 1500 mm no trecho 2, o qual não era previsto no projeto original. Dessa forma, na execução, foi necessário reduzir gradualmente o trecho 3 ao longo de seu comprimento. Através dos dados levantados em campo, a largura de fundo do trecho 3 varia entre 4,90 m e 6,50 m.

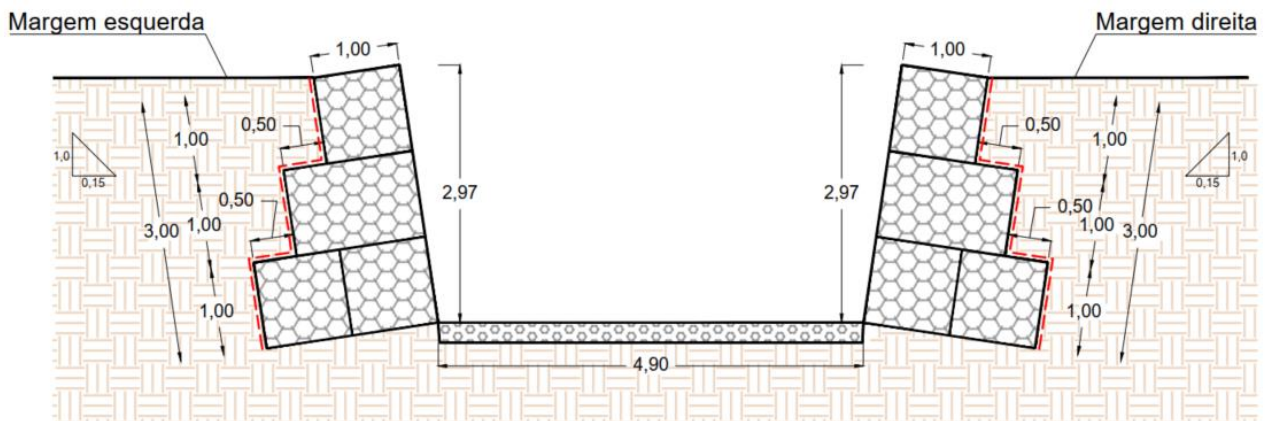
As Figura 17 e Figura 18 a seguir representam as seções críticas do trecho 3, sendo as seções de maior e menor largura de fundo respectivamente.

Figura 17 – Seção transversal 3.1



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 18 – Seção transversal 3.2



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Como pode ser observado pelas figuras supracitadas, a canalização do trecho 3 foi executada com 3 fiadas de gaiolas de gabião do tipo caixa, os quais possuem altura de 1,00 m, assim a altura total inclinada dos gabiões é de 3,00m. Em relação a inclinação dos taludes do canal, as margens esquerda e direita apresentam inclinação de $9,00^\circ$ ($Z = 0,15$).

Observando a Figura 16, nota-se que um muro alambrado foi executado sobre o muro de gabião na margem direita da canalização. Já na margem esquerda, observa-se o processo de execução de um muro alambrado. No dia do levantamento em questão o muro alambrado encontrava-se em execução, porém o mesmo foi finalizado no dia 04/09/2024.

As Figura 19 e Figura 20 a seguir apresentam a medição com trena da altura das paredes da canalização.

Figura 19 – Medição com trena da altura da margem direita



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Como pode ser observado pela Figura 19, a medição da margem direita do gabião com trena teve como resultado o valor de 3,36 m, tendo como referência para a medição o

nível d'água no dia do levantamento de campo e considerando a presença do muro alambrado sobre a margem direita.

Figura 20 – Medição com trena da altura da margem esquerda



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Como pode ser observado pela Figura 20, a medição da margem direita do gabião com trena teve como resultado o valor de 3,55 m, tendo como referência para a medição o nível d'água no dia do levantamento de campo e considerando a presença das pranchas de madeira utilizadas como forma para execução da fundação do muro alambrado.

Para o trecho 3, são realizados os descartes de 3 tubulações. Na margem esquerda do trecho 3, é realizado o descarte de 1 tubulação, enquanto na margem direita, é realizado o descarte de 2 tubulações.

A Tabela 4 abaixo apresenta um resumo dos pontos de descarte realizados no trecho 3.

Tabela 4 – informações sobre os descartes observados no trecho 3

Margem - Descarte	Latitude(S)	Longitude(O)	Diâmetro(mm)	Material
Esquerda - 8	22°13'2.62"S	45°54'45.61"O	600	PEAD
Direita - 9	22°13'2.75"S	45°54'45.78"O	300	PVC
Direita - 10	22°13'2.78"S	45°54'45.75"O	300	PVC

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

O descarte 8 é composto por uma tubulação de PEAD DN 600 mm, com comprimento de 2,22 m e declividade de 0,0889 m/m, e realiza o descarte da boca de lobo simples localizada na Avenida Antônio Scodeler. A Figura 21 apresenta o descarte 8.

O descarte 9 é composto por uma tubulação de PVC DN 300 mm; contudo, não foi possível obter o comprimento e a declividade da tubulação. Possivelmente, o descarte 9 refere-se a alguma rede de drenagem pluvial da Avenida Antônio Scodeler.

O descarte 10 é composto por uma tubulação de PVC DN 300 mm, com comprimento de 2,22 m e declividade de 0,0889 m/m, e realiza o descarte da boca de lobo dupla sobre a Avenida Antônio Scodeler. A Figura 22 apresenta os descartes 9 e 10.

Figura 21 – Descarte 8 no trecho 3



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 22 – Descarte 9 e 10 no trecho 3



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

A Tabela 5 a seguir apresenta um resumo das informações do trecho 3. Assim como o trecho 1, o trecho em questão possui largura de fundo variável, assim alguns dados não são constantes, então optou-se por apresentar os dados do trecho para as seções críticas. Os dados de cota, comprimento, declividade e inclinação do talude são referentes ao trecho 3 em si, enquanto os demais dados são referentes ao trecho na referida seção em análise.

Tabela 5 – Resumo do trecho 3

Resumo das informações do trecho 3		
Parâmetros	Seção 3.1	Seção 3.2
Cota de montante(m)	813,41	
Cota de jusante(m)	813,30	
Comprimento do canal(m)	25,00	
Declividade do canal(m/m)	0,00441	
Profundidade normal(m)	1,42	1,79
Rugosidade	0,0284	0,0287
Folga(m)	1,55	1,18
Largura da base(m)	6,50	4,90
Inclinação do talude	Z = 0,15	

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

No Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA nº 401/2024, foi solicitada as seguintes informações complementares:

“Apresentar memorial de cálculo do tempo de concentração da bacia a montante da área de intervenção e apresentar memorial de cálculo da vazão máxima de cheia utilizando o Tempo de Retorno mínimo de 50 anos e coeficiente de escoamento de 0,75”.

Nos tópicos abaixo, são apresentados os estudos hidrológicos de vazões máximas de cheia utilizando os Métodos Racional modificado e do Hidrograma Unitário.

4.1. MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS DE CHEIAS

Afim de verificar os métodos aplicáveis para a determinação de vazões máximas, foi realizado um levantamento das normas referentes a esse processo. A Tabela 6 abaixo apresenta os métodos recomendados para a determinação da vazão máxima, tendo como base a área de drenagem.

Para a elaboração da Tabela 6, foram utilizados o Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito do Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais, disponibilizado pelo IGAM, o Manual de Procedimentos para Elaboração de Projetos de Engenharia Rodoviária, disponibilizado pelo DER-MG, e o Caderno de Encargos do município de Pouso Alegre.

Tabela 6 – Comparativo entre métodos para estimativa de vazões máximas

Referência Normativa	Limites de Aplicação dos Métodos de Estimativa de Vazões Máximas			
	Racional	Racional Modificado	Hidrograma Unitário Triangular Sintético (SCS-CN)	Estatístico
IGAM (2010)	$A < 5 \text{ km}^2$	$A < 10 \text{ km}^2$	$5 < A < 100 \text{ km}^2$	$A < 5 \text{ Km}^2$
DER MG (2013)	$A < 4 \text{ km}^2$	$4 < A < 10 \text{ km}^2$	$A > 10 \text{ km}^2$	n/c*
POUSO ALEGRE (2017)	$A < 1 \text{ km}^2$	n/c*	n/e*	n/e*

n/c*: o método não é citado na referência. n/e*: o método é citado na norma, porém não estão definidos os limites de aplicação.

Conforme indicado pela Tabela 6, a aplicação do método racional modificado é recomendada para áreas inferiores a 10,00 km². Dessa forma, a aplicação desse método na bacia de contribuição (22,40 km²) do projeto pode superestimar as vazões reais.

Dada a área de contribuição do projeto, de 22,40 km², tanto o IGAM (2010) quanto o DER-MG (2013) recomendam a aplicação do Método do Hidrograma Unitário Triangular Sintético. O Método Racional Modificado, por sua vez, apresenta resultados mais precisos para áreas inferiores a 10 km². Assim, o método mais adequado para a área de estudo é o Hidrograma Unitário Triangular Sintético.

Além das recomendações das normas mencionadas, também foi consultado o Plano de Macrodrenagem do município de Pouso Alegre, que apresenta os estudos hidrológicos para as vazões máximas dos diversos cursos d'água presentes no município, incluindo o Ribeirão das Mortes. Nos estudos realizados pelo plano, foi utilizado o Método do Hidrograma Unitário Triangular Sintético, considerando diferentes tempos de retorno e coeficientes de uso e ocupação do solo (cenário atual e cenário futuro).

Considerando as recomendações da literatura e o Plano de Macrodrenagem de Pouso Alegre, optou-se por utilizar o Método do Hidrograma Unitário Triangular Sintético para determinar a vazão máxima de cheia. No entanto, também serão apresentadas as vazões calculadas por meio do Método Racional Modificado.

Vale ressaltar que, na data de 15/10/2024, em reunião com a senhorita Marianne da Cunha Barros – Gestora Ambiental da Unidade Regional de Gestão das Águas do Sul de Minas, realizada via Google Meet, foi acordado que para os estudos hidrológicos requeridos, será utilizado o Método do Hidrograma Unitário.

4.2. APRESENTAR MEMORIAL DE CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DA BACIA A MONTANTE DA ÁREA DE INTERVENÇÃO

Para prosseguir com a aplicação do método racional modificado, é necessário levantar as informações pertinentes. A Tabela 7 apresenta as informações relativas à bacia do Ribeirão das Mortes.

Tabela 7 – Tabela resumo das características do ribeirão das mortes

Dados da Bacia do Ribeirão das Mortes		
Área de drenagem	22,40	km ²
Comprimento do curso d'água	12,40	km
Cota montante curso d'água	1236,00	m
Cota jusante curso d'água	816,00	m
Desnível do trecho	420,00	m
Declividade do trecho	0,03	m/m
Tempo de concentração	102,02	min
Tempo de retorno	50,00	anos
Intensidade	64,58	mm/h

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

O tempo de concentração, considerando a bacia de contribuição a montante da área de intervenção, foi calculado por meio da aplicação da equação de Kirpich. Esta foi desenvolvida utilizando dados de pequenas bacias dos Estados Unidos; contudo, sua aplicação é válida para bacias rurais de médio a grande porte, com áreas de até 12.000 km², apresentando erros relativamente pequenos. A Equação 1 a seguir apresenta o cálculo do tempo de concentração.

$$T_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0.385} = 57 * \left(\frac{12,40^3}{420} \right)^{0.385} = 102,02 \text{ min}$$

Equação 1 – Fórmula de Kirpich

A aplicação da equação de Kirpich resultou, para a bacia de contribuição, em um tempo de concentração de 102,02 min. A equipe da URGA – SM calculou o valor do tempo de concentração como 103,23 min, ou seja, uma variação de 1,21 min entre os valores calculados.

4.3. APRESENTAR MEMORIAL DE CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA UTILIZANDO TEMPO DE RETORNO MÍNIMO DE 50 ANOS E COEFICIENTE DE ESCOAMENTO DE 0,75.

O método racional modificado é uma variação do método racional tradicional utilizado para o cálculo da vazão máxima de cheia em pequenas bacias hidrográficas. O método racional modificado consiste na aplicação do método racional para áreas de até 10,00 km², por meio da aplicação de um coeficiente de distribuição. O coeficiente de distribuição é determinado pela relação entre a área da bacia hidrográfica e a declividade do curso d'água principal, conforme a Equação 2.

$$\phi = \frac{1}{\sqrt[n]{100 \cdot A}}$$

Equação 2 – Coeficiente de Distribuição do Método Racional Corrigido

Onde:

n: Assume o valor de 4 para bacias com pequenas declividades, inferiores a 0,5 %, 5 para médias declividades, entre 0,5 % e 1,0 % e 6 para fortes declividades, superiores a 1,0 %;

A: Área de drenagem (km²).

Segundo a Tabela 7, a declividade calculada do curso d'água é de 3,00%, logo a variável n assume o valor de 6. O cálculo do coeficiente de distribuição é apresentado a seguir.

$$\phi = \frac{1}{\sqrt[6]{100 \cdot 22,40}} = 0,2764$$

Aplicando o método racional modificado (Equação 3), obtém-se que a vazão máxima do projeto, considerando o tempo de retorno de 50 anos e o coeficiente de escoamento superficial de 0,75, é de 83,83 m³/s.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,60} \cdot \phi = \frac{0,75 \cdot 64,58 \cdot 22,40 \cdot 0,2764}{3,60} = 83,83 \text{ m}^3/\text{s}$$

Equação 3 – Método racional modificado

Conforme mencionado anteriormente, o método racional modificado produziu uma vazão de grande magnitude, que superestima as vazões quando se consideram as

dimensões do Ribeirão das Mortes. Assim, partiu-se para a determinação da vazão máxima de cheia, por meio do método do hidrograma unitário.

4.4. CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA ATRAVÉS DO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO

O método do hidrograma unitário sintético triangular é uma técnica utilizada na hidrologia para estimar a resposta de uma bacia hidrográfica a uma chuva. Ele é particularmente útil para modelar e prever o comportamento do escoamento superficial em regiões onde não há dados históricos suficientes para uma análise mais detalhada.

O hidrograma unitário representa a resposta da bacia a uma precipitação uniforme e instantânea de 1 mm. Em outras palavras, é a curva que mostra como a bacia responde a um evento de chuva de 1 mm em termos de escoamento. A aplicação do método pressupõe simplificações na distribuição espacial e temporal; ou seja, considera-se que a precipitação efetiva unitária tem intensidade constante e se distribui de forma uniforme ao longo do tempo.

Considerando a bacia hidrográfica como um sistema linear de transformação de chuva em vazão, aplicam-se os princípios de proporcionalidade e superposição.

Pelo princípio da proporcionalidade, o hidrograma correspondente a uma precipitação de determinada duração é linearmente proporcional ao hidrograma unitário de uma precipitação unitária de mesma duração que a primeira.

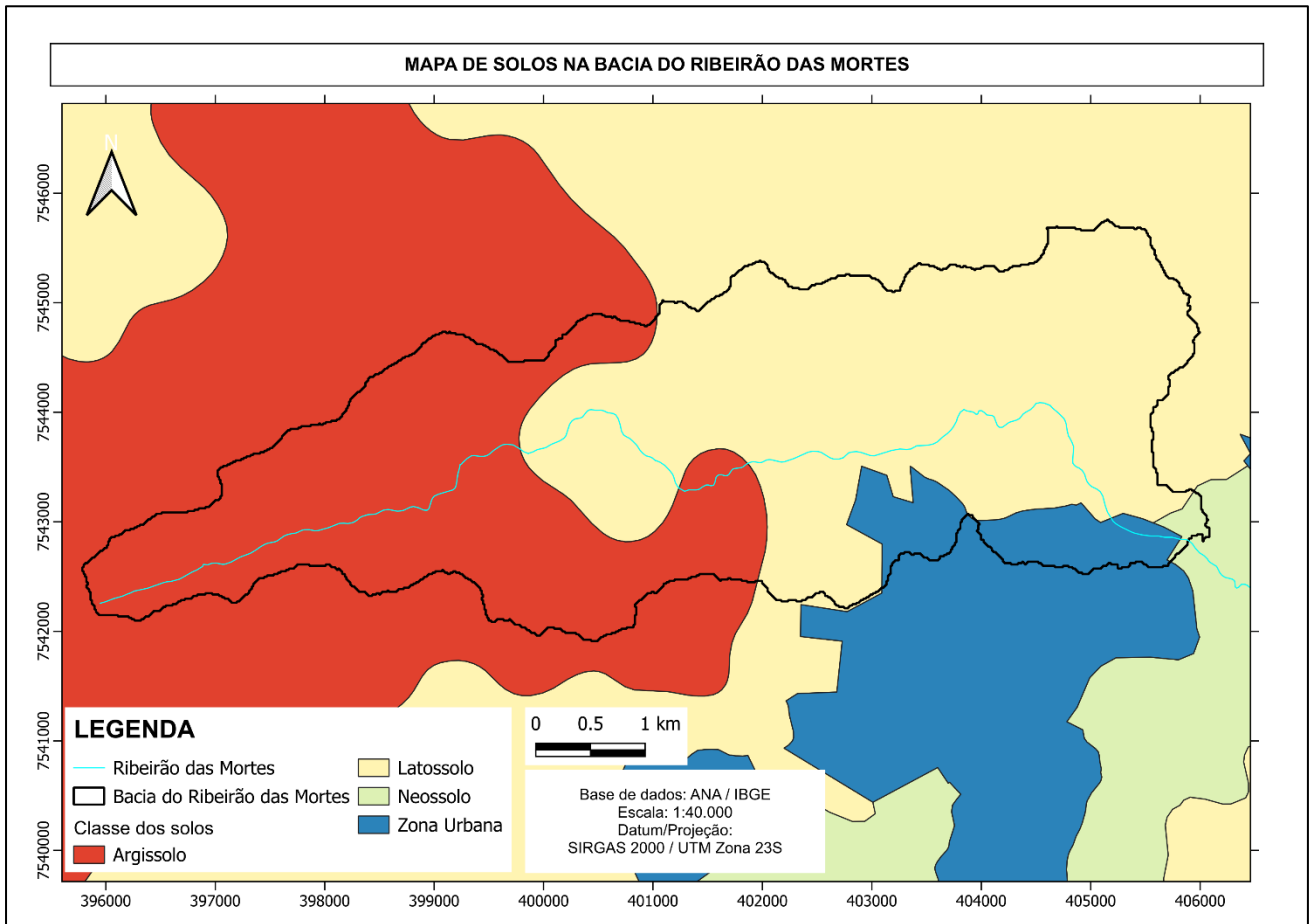
Pelo princípio da superposição, considera-se que os hidrogramas resultantes de diferentes precipitações de mesma duração que a precipitação unitária, obtidos por proporção do hidrograma unitário, podem ser somados para determinar o hidrograma total, resultante de todas as precipitações.

Segundo esse método, desenvolvido pelo Soil Conservation Service (EUA), o hidrograma unitário tem a forma triangular, sendo suas dimensões determinadas pelas relações especificadas para o tempo de pico, o tempo de base e a vazão de pico.

Para o presente documento, utilizou-se o software HEC-HMS para realizar as simulações hidrológicas através do método do hidrograma unitário. Para isso, é necessário caracterizar a bacia do Ribeirão das Mortes, conforme apresentado a seguir.

A Figura 23 apresenta a classificação dos solos presentes na bacia do Ribeirão das Mortes, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Figura 23 – Mapa dos solos presentes na bacia do Ribeirão das Mortes

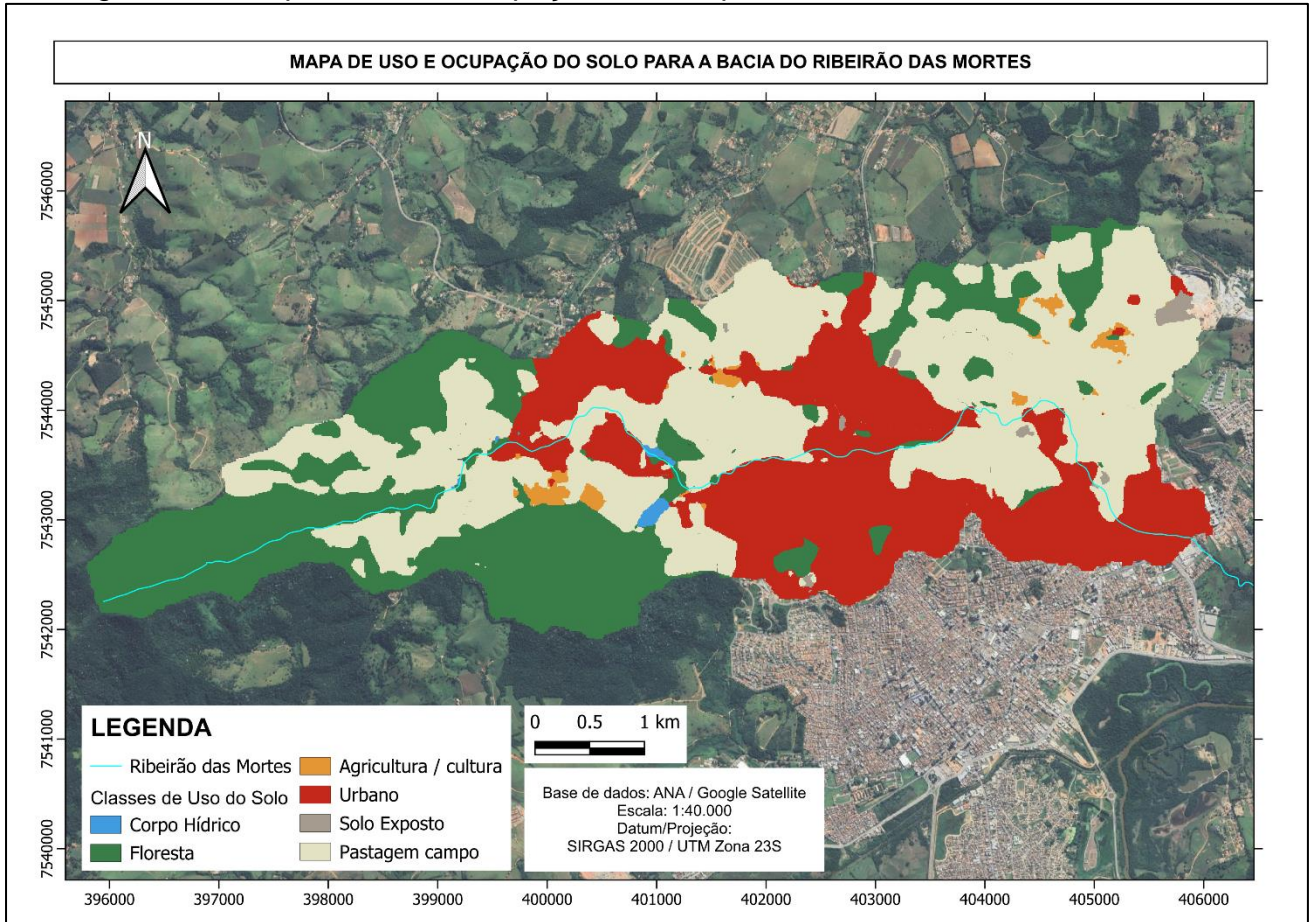


Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Conforme a Figura 24, na bacia do Ribeirão das Mortes encontram-se os Latossolos, Argissolos, Neossolos e a Zona Urbana. Os solos podem ser classificados em grupos hidrológicos de acordo com suas características. Os Latossolos são classificados como solos do grupo A. Os Argissolos são classificados como solos do grupo B. Admitiu-se que a zona urbana se enquadra na classificação de solos do tipo B.

A Figura 24 a seguir apresenta a classificação do uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão das Mortes.

Figura 24 – Mapa de uso e ocupação do solo para a bacia do Ribeirão das Mortes



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

A classificação de uso e ocupação do solo foi realizada considerando as seguintes classes de uso: Corpo Hídrico, Floresta, Agricultura/Cultura, Zona Urbana, Solo Exposto e Pastagem/Campo. Para cada classes de uso e ocupação do solo, foi atribuído um Curve Number (CN) – valor numérico que reflete a capacidade de infiltração do solo. Além de variar com a classe de uso e ocupação, o CN também varia de acordo com o tipo de solo. A Tabela 8 a seguir apresenta o valor do CN de acordo com o uso e ocupação do solo e a classe hidrológica do solo.

Tabela 8 – Valores do coeficiente CN para as classes de uso e ocupação do solo

Classe	CN - Latossolos	CN - Argissolos
Corpo Hídrico	100,00	100,00
Floresta	26,00	52,00
Agricultura / Cultura	62,00	75,00
Urbano	77,00	85,00

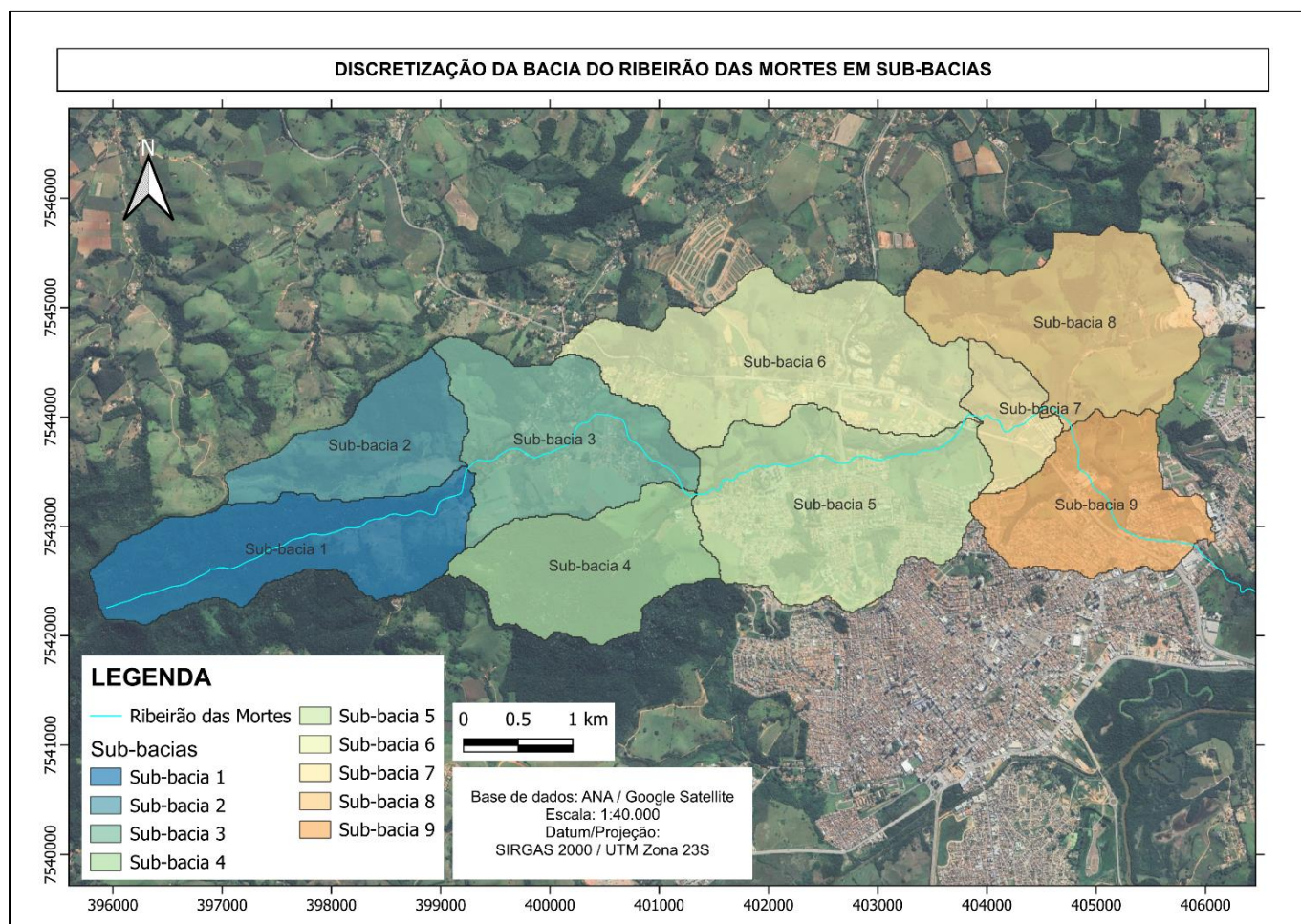
Solo Exposto	72,00	82,00
Pastagem / Campo	47,00	67,00

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Com o intuito de aprimorar a representação da dinâmica da conversão da precipitação pluviométrica em vazão na região da bacia hidrográfica do Ribeirão das Mortes, optou-se pela aplicação da metodologia de discretização da bacia em sub-bacias. Esta abordagem visa proporcionar uma análise mais detalhada e precisa dos processos hidrológicos, ao subdividir a bacia em unidades menores, que possibilitam uma compreensão mais acurada das variações espaciais e temporais da resposta hidrológica ao fenômeno da chuva.

A Figura 25 a seguir apresenta a discretização da bacia do Ribeirão das Mortes em sub-bacias.

Figura 25 – Discretização da bacia do Ribeirão das Mortes em sub-bacias



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Para cada sub-bacia faz-se necessário determinar o tempo de concentração, tempo de pico, o Curve Number e as precipitações de projeto.

O tempo de concentração foi calculado através da fórmula de Kirpich (Equação 1), considerado o trajeto mais desfavorável (o mais longo em cada sub-bacia). O tempo de pico é calculado como 60% do tempo de concentração.

O Curve Number – CN é obtido por meio do cálculo da média ponderada (Equação 4) das classes que compõem o uso do solo da bacia e seus respectivos valores de Curve Number para cada classe hidrológica do solo.

$$CN_{sb} = \frac{\sum_{i=1}^n (CN_i \cdot A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Equação 4 – Curve Number equivalente

Onde:

CN_{sb}: Curve Number equivalente para cada sub-bacia;

CN_i: Curve Number associado a cada classe de uso e ocupação do solo;

A_i: Área de cada classe de uso e ocupação do solo (km²).

Por fim, as precipitações de projeto foram obtidas através da Equação de chuvas intensas de Pouso Alegre (Equação 5), aplicando a distribuição temporal por meio do método dos blocos alternados.

$$I = \frac{K \cdot TR^a}{(Tc + b)^c} = \frac{667,337 \cdot 50^{0.184}}{(Tc + 20,869)^{0.635}}$$

Equação 5 – Equação de Chuvas Intensas para Pouso Alegre

Onde:

I: Intensidade máxima média de precipitação (mm/h);

TR: Tempo de Retorno (anos);

Tc: Tempo de concentração (min);

K, a, b e c: Parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos de Pouso Alegre.

A Tabela 9 apresenta os dados calculados de tempo de concentração, tempo de pico e Curve Number para cada sub-bacia.

Tabela 9 – Resumo das informações para cada sub-bacia

Sub-bacia	Área (km ²)	Comprimento do trecho (km)	Desnível do trecho (m)	Tempo de concentração (min)	Tempo de pico (min)	Curve Number -
1	2,72	3,08	221,00	26,16	15,69	55,04
2	1,65	1,96	242,07	15,01	9,01	59,92
3	2,60	2,69	116,70	28,63	17,18	62,79
4	2,18	2,19	141,17	20,97	12,58	53,59
5	3,77	3,46	56,22	50,63	30,38	57,02
6	3,66	2,78	44,77	43,04	25,82	56,56
7	2,95	1,91	58,60	25,11	15,07	49,66
8	0,75	1,06	38,00	15,04	9,03	43,73
9	2,12	2,47	33,72	41,88	25,13	69,94

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

A Tabela 10 apresenta as precipitações de projeto determinadas para cada sub-bacia.

Tabela 10 – Aplicação do método dos blocos alternados

Tempo (min)	Distribuição Temporal da Precipitação(mm)								
	Sub-1	Sub-2	Sub-3	Sub-4	Sub-5	Sub-6	Sub-7	Sub-8	Sub-9
5	7,00	9,41	7,00	9,41	4,71	4,71	7,00	9,41	4,71
10	9,41	14,48	9,41	14,48	5,61	5,61	9,41	14,48	5,61
15	14,48	11,40	14,48	11,40	7,00	7,00	14,48	11,40	7,00
20	11,40		11,40	8,02	9,41	9,41	11,40		9,41
25	8,02		8,02		14,48	14,48	8,02		14,48
30	6,22		6,22		11,40	11,40			11,40
35					8,02	8,02			8,02
40					6,22	6,22			6,22
45					5,12	5,12			5,12
50					4,37				

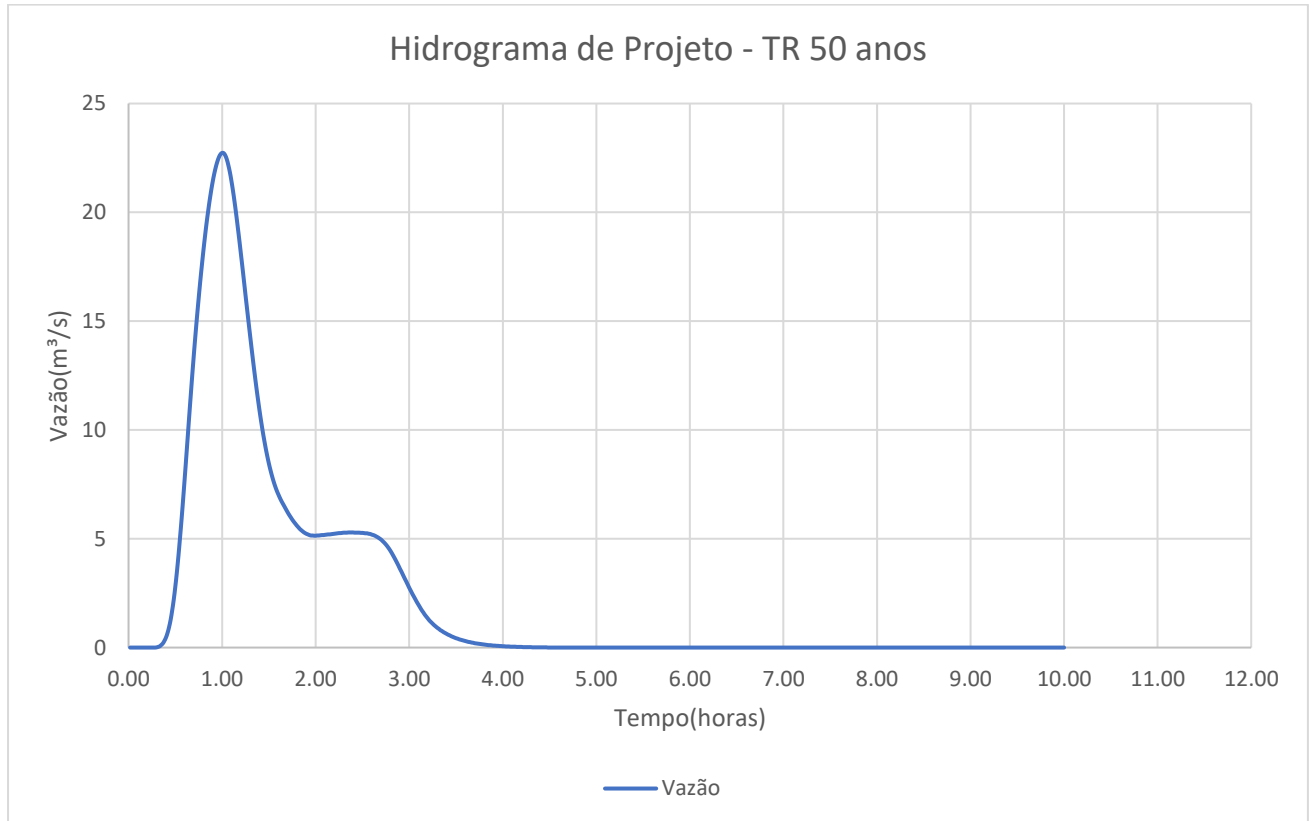
Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Após a discretização das sub-bacias e caracterização das variáveis que compõem o método do hidrograma unitário, utilizou-se o software *Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS) para realizar o cálculo de vazão máxima.

Com as informações presentes nas Tabela 9 e Tabela 10 o software HEC-HMS aplica o processo de convolução e produz o hidrograma de projeto de cada sub-bacia e, através da somatória dos hidrogramas, tem-se o hidrograma final de projeto.

A Figura 26 a seguir apresenta o hidrograma de projeto. Os hidrograma simulados para cada sub-bacia podem ser consultadas no Anexo 2.

Figura 26 – Hidrograma de projeto para a bacia do Ribeirão das Mortes



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Conforme a Figura 26, a vazão máxima de cheia considerando um tempo de retorno de 50 anos é de 22,72 m³/s. A vazão de pico ocorre após 59 minutos do início da precipitação.

5. ESTUDOS HIDRÁULICOS

No Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA n°. 401/2024 foi solicitada a seguinte informação complementar:

“Comprovar que os 04 trechos da intervenção suportam uma vazão máxima de cheia de 91,02 m³/s, calculada pela Urga-SM através do método racional modificado”.

A referida vazão de 91,02 m³/s foi calculada através do Método Racional Modificado, contudo os estudos hidrológicos foram realizados através do método do Hidrograma Unitário. Dessa forma, o tópico abaixo apresenta os estudos hidráulicos considerando a nova vazão máxima de cheia calculada.

5.1. COMPROVAR QUE OS TRECHOS DA INTERVENÇÃO SUPORTAM A VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA, CALCULADA ATRAVÉS DO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO

Os estudos hidráulicos visam assegurar que os trechos executados possuem a capacidade necessária para suportar a vazão máxima de cheia calculada. Para atingir essa finalidade, foram utilizados os dados coletados em campo, conforme detalhado no item 3. Esses dados foram então inseridos e analisados utilizando o software MACRA Studio, que permitiu a simulação e verificação das condições hidráulicas dos trechos em questão, considerando a vazão máxima de cheia com tempo de retorno de 50 anos.

Como mencionado anteriormente, a canalização de gabião no trecho do Ribeirão das Mortes não apresenta uma largura de fundo uniforme. Portanto, serão apresentados os estudos hidráulicos referentes às seções críticas dos trechos, as quais foram especificadas no tópico correspondente.

O software MACRA Studio realiza a verificação da capacidade hidráulica dos trechos com base na fórmula de Manning, apresentada pela Equação 6.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i}$$

Equação 6 – Equação de Manning para velocidade

Onde:

- V é a velocidade média (m/s);
- n é o coeficiente de rugosidade de *Manning*;
- i é a declividade média longitudinal (m/m);

- R_H é o raio hidráulico (m).

O raio hidráulico (Equação 7) é definido pelo quociente da área molhada pelo perímetro molhado da seção do escoamento.

$$R_H = \frac{A_m}{P_m}$$

Equação 7 – Raio Hidráulico

Com:

- R_H é o raio hidráulico (m);
- A_m é a área molhada (m²);
- P_m é o perímetro molhado (m).

A declividade média do trecho do canal (Equação 8) em análise é o quociente entre o desnível do fundo do canal (diferença de cotas entre montante e jusante Δh , em metro) e o seu comprimento (L) em metro.

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

Equação 8 – Declividade

Por fim, o cálculo da vazão na seção é realizado através da associação da Equação 6 com a equação da continuidade, descrita pela Equação 9.

$$Q = V \cdot A_m$$

Equação 9 – Continuidade

Onde:

- V é a velocidade média (m/s);
- A_m é a área molhada (m²);
- Q é a vazão (m³/s).

Substituindo a Equação 6 na Equação 9, obtém-se:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i} \cdot A_m$$

Equação 10 – Equação de Manning para vazão

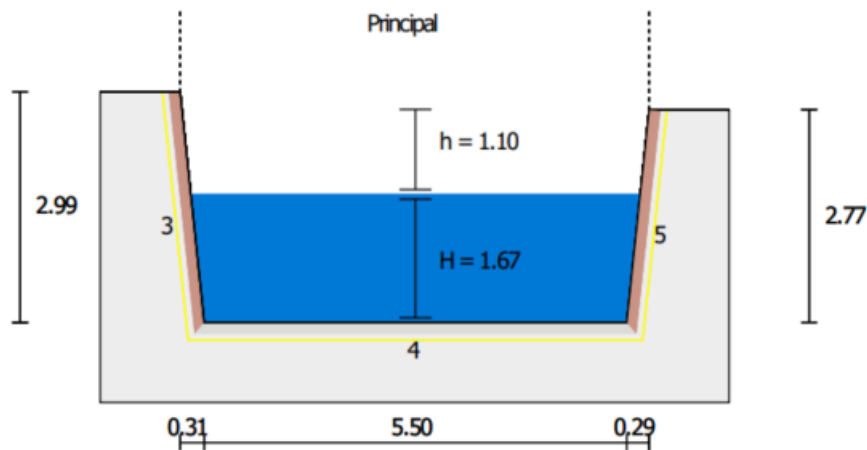
A partir da

Equação 10, é possível obter a vazão do canal em função do coeficiente de rugosidade de Manning, do raio hidráulico, da declividade média e da área molhada.

Como a vazão de projeto é conhecida, resta apenas ao software MACRA Studio determinar a altura da lâmina d'água nos trechos.

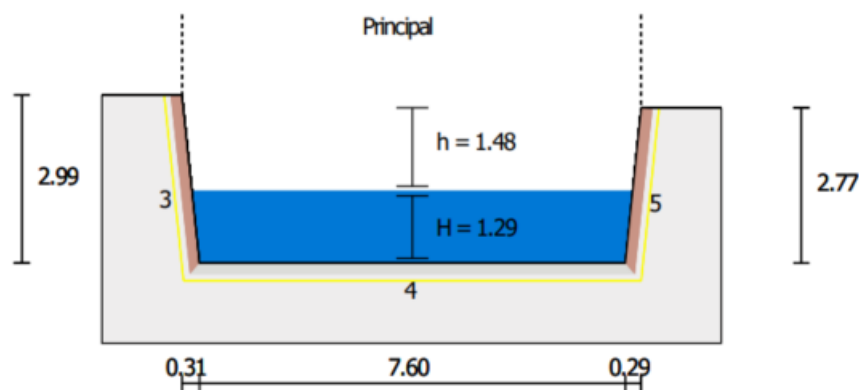
As Figura 27 e Figura 28 apresentam os resultados obtidos pelas simulações utilizando o MACRA Studio para o trecho 1 do projeto.

Figura 27 – Lâmina d'água para vazão de projeto na seção 1.1



Fonte: MACRA Studio, 2024

Figura 28 – Lâmina d'água para vazão de projeto na seção 1.2



Fonte: MACRA Studio, 2024.

Conforme ilustrado na Figura 27, para a vazão de projeto de 22,72 m³/s, a lâmina d'água na seção 1.1 é de 1,67 m, resultando em uma folga de 1,10 m. Na seção 1.2, com a mesma vazão de projeto, a lâmina d'água é de 1,29 m, logo tem-se uma folga de 1,48 m.

Observando as lâminas d'água entre as seções, ocorre uma redução da lâmina d'água ao passar da seção 1.1 para a seção 1.2. Essa redução é atribuída ao aumento da largura do fundo do canal, que resulta em uma maior área molhada na seção. Em consequência, a seção 1.2 apresenta uma capacidade de vazão superior em comparação à seção 1.1.

Dado que, em ambas as seções, a lâmina d'água se mantém dentro dos limites da calha, pode-se concluir que o trecho executado é capaz de suportar a vazão de projeto.

A Tabela 11 a seguir apresenta os dados das seções analisadas, demonstrando os cenários de vazão normal (referente a vazão máxima de cheia) e máxima do canal (referente a vazão máxima que a seção suporta).

Tabela 11 – Parâmetros hidráulicos das seções analisadas no trecho 1

Parâmetro Hidráulico	Capacidade da Seção 1.1		Capacidade da Seção 1.2	
	Normal	Máxima	Normal	Máxima
Vazão na seção(m ³ /s)	22,72	37,21	22,72	55,59
Velocidade(m/s)	2,39	2,73	2,27	2,99
Lâmina d'água(m)	1,67	2,37	1,29	2,37
Borda livre(m)	1,10	0,40	1,48	0,40
Área molhada(m ²)	9,50	13,62	10,01	18,60
Perímetro molhado(m)	8,87	10,27	10,20	12,37
Raio hidráulico(m)	1,07	1,33	0,98	1,50
Rugosidade(m)	0,0286	0,0288	0,0283	0,0286
Declividade(m/m)	0,00424		0,00424	

Fonte: *MACRA Studio*, 2024.

Conforme mencionado anteriormente, o trecho 2 refere-se a travessia aérea do tipo bueiro sobre a Avenida Antônio Scodeler. A verificação da capacidade do trecho consistiu em determinar a capacidade de descarga da travessia, ou seja, o somatório entre as capacidades do bueiro duplo celular de concreto (BDCC) e do bueiro simples tubular de PEAD (BSTP).

O bueiro duplo celular de concreto foi assentado em uma declividade inferior a declividade crítica, enquanto o bueiro simples tubular de PEAD foi assentado em uma declividade superior a crítica, assim, o bueiro celular funciona como canal em escoamento

subcrítico, enquanto o bueiro tubular funciona como canal em escoamento supercrítico e como orifício.

A determinação da capacidade dos bueiros foi realizada através da Equação de Manning (Equação 10).

A Tabela 12 abaixo apresenta a capacidade de descarga da travessia baseado na profundidade da lâmina d'água. Para a profundidade da lâmina d'água considerou-se o bueiro celular como referência, visto que o bueiro tubular se encontra um pouco elevado (0,12m) em relação ao bueiro celular. Para profundidades superiores a 1,70 m, o bueiro tubular irá funcionar como orifício.

Tabela 12 – Capacidade de descarga da travessia – trecho 2

PROFUNDIDADE (m)	CAPACIDADE DO BDCC (m ³ /s)	CAPACIDADE DO BSTP (m ³ /s)	CAPACIDADE DA TRAVESSIA (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,32	0,00	0,32
0,20	0,96	0,05	1,01
0,30	1,79	0,27	2,06
0,40	2,74	0,67	3,42
0,50	3,80	1,24	5,04
0,60	4,93	1,95	6,88
0,70	6,13	2,78	8,91
0,80	7,37	3,70	11,07
0,90	8,65	4,68	13,33
1,00	9,96	5,68	15,64
1,10	11,30	6,66	17,97
1,20	12,67	7,58	20,25
1,30	14,05	8,39	22,45
1,40	15,46	9,02	24,48
1,50	16,88	9,36	26,24
1,60	18,31	9,12	27,42
1,70	19,75	4,07	23,82
1,80	21,20	4,33	25,53
1,90	22,67	4,58	27,24

Fonte: DAC Engenharia, 2024.

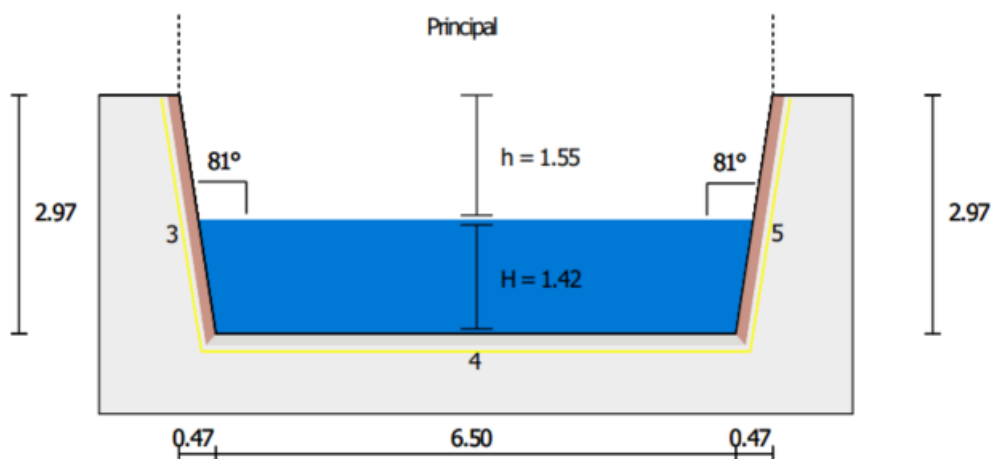
Como pode ser observado na tabela, para a vazão de projeto de 22,72 m³/s, a lâmina d'água na travessia encontra-se entre 1,30 e 1,40 m. Através de cálculos com intervalos inferiores a 0,1m, encontrou-se a lâmina d'água de 1,313 m (1,195 m no bueiro tubular), com

a capacidade do bueiro celular igual a 14,24 m³/s e velocidade de 2,71 m/s. Para o bueiro tubular a vazão é de 8,39 m³/s e a velocidade igual a 5,62 m/s. Considerando ambos os bueiros, para a lâmina de 1,313 m tem-se a vazão de 22,72 m³/s.

Considerando a capacidade máxima da travessia, igual a 27,24 m³/s, conclui-se que o trecho 2 suporta a vazão máxima de cheia calculada. Por fim, para verificar a capacidade de escoamento do trecho 3, utilizou-se o *software MACRA Studio* para simular a vazão de projeto com tempo de retorno de 50 anos.

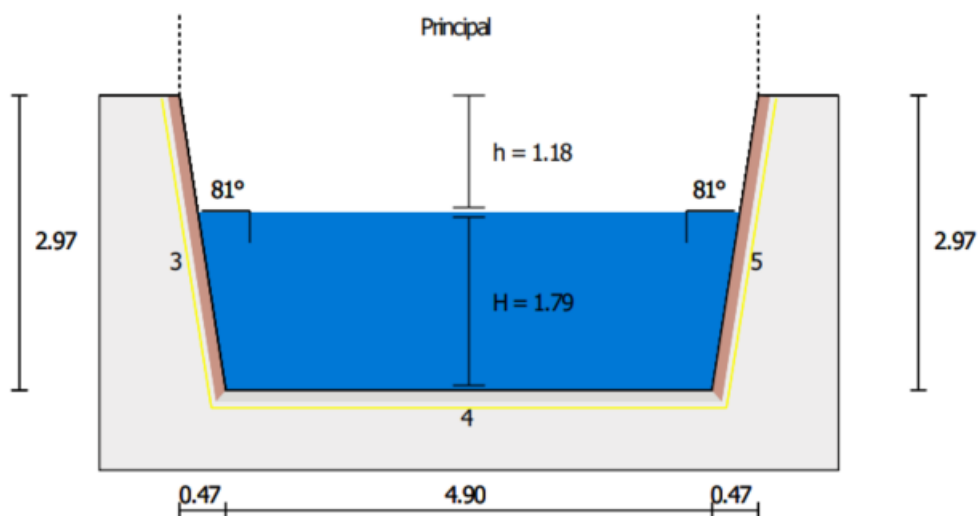
As Figura 29 e Figura 30 abaixo apresentam os resultados obtidos via *software MACRA Studio*.

Figura 29 – Lâmina d'água para vazão de projeto na seção 3.1



Fonte: *MACRA Studio*, 2024.

Figura 30 – Lâmina d'água para vazão de projeto na seção 3.2



Fonte: *MACRA Studio*, 2024.

Como pode ser observado pela Figura 29, para a vazão de projeto de 22,72 m³/s, a lâmina d'água na seção 3.1 é igual a 1,42 m, resultando assim em uma folga de 1,55 m. Para a seção 3.2, considerando a vazão de projeto, tem-se uma lâmina d'água de 1,79 m no canal, resultando assim em uma folga de 1,18 m.

Comparando as lâminas d'água entre as seções, nota-se que ocorre a elevação da lâmina d'água da seção 3.1 para a seção 3.2, fato explicado pela redução da largura de fundo do canal, assim tem-se uma menor área molhada na seção, logo, a seção possui menor capacidade de vazão em relação a seção 3.1.

Considerando que para ambas as seções, a lâmina d'água no canal mantém-se dentro dos limites da calha, pode se afirmar que o trecho executado é capaz de suportar a vazão de projeto.

A Tabela 13 abaixo apresenta os dados hidráulicos obtidos via software MACRA Studio para as simulações realizadas.

Tabela 13 – Parâmetros hidráulicos das seções analisadas no trecho 3

Parâmetro Hidráulico	Capacidade da Seção 3.1		Capacidade da Seção 3.12	
	Normal	Máxima	Normal	Máxima
Vazão na seção(m ³ /s)	22,72	54,14	22,72	38,27
Velocidade(m/s)	2,37	3,05	2,45	2,81
Lâmina d'água(m)	1,42	2,57	1,79	2,57
Borda livre(m)	1,55	0,40	1,18	0,40
Área molhada(m ²)	9,58	17,75	9,28	13,64
Perímetro molhado(m)	9,39	11,70	8,53	10,10
Raio hidráulico(m)	1,02	1,52	1,09	1,35
Rugosidade(m)	0,0284	0,0287	0,0287	0,0289
Declividade(m/m)	0,00441		0,00441	

Fonte: MACRA Studio, 2024.

6. ESTUDOS DE IMPACTO A MONTANTE E JUSANTE DA INTERVENÇÃO

No Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA nº. 401/2024 foi solicitada a seguinte informação complementar:

“Apresentar estudo do impacto hidrológico a montante e a jusante da intervenção, considerando a vazão máxima de cheia de 91,02 m³/s”.

Como citado anteriormente, para os estudos a serem realizado, será utilizado a vazão máxima obtida através do método do hidrograma unitário.

6.1. APRESENTAR ESTUDO DE IMPACTO HIDROLÓGICO A MONTANTE E A JUSANTE DA INTERVENÇÃO, CONSIDERANDO A VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA CALCULADA ATRAVÉS DO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO

O processo de canalização de curso d'água promove modificações na dinâmica do escoamento no canal, através da variação dos parâmetros hidráulicos como forma da seção, rugosidade, declividade e velocidade, dessa forma surge a necessidade de avaliar os efeitos que a canalização do curso d'água causará. Considerando a finalidade do projeto de controle de cheias no Ribeirão das Mortes, é importante conhecer a lâmina d'água no canal para a vazão de projeto antes e após a canalização.

Para realizar a análise de impacto hidrológico considerou-se as seções críticas dos trechos apresentadas anteriormente.

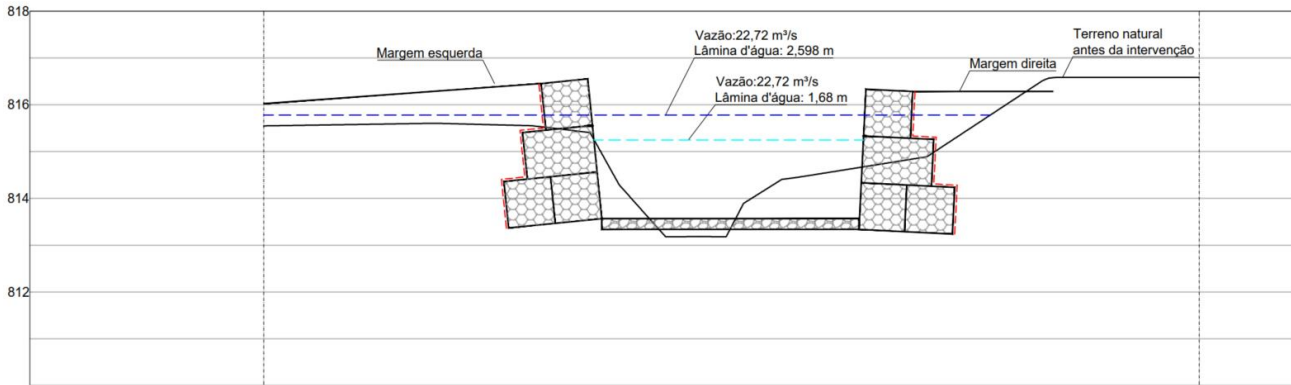
A ,

Figura 31 apresenta a seção 1.1 em relação a seção natural do curso d'água. A

Figura 32 apresenta o cálculo da capacidade da seção natural relacionada a seção

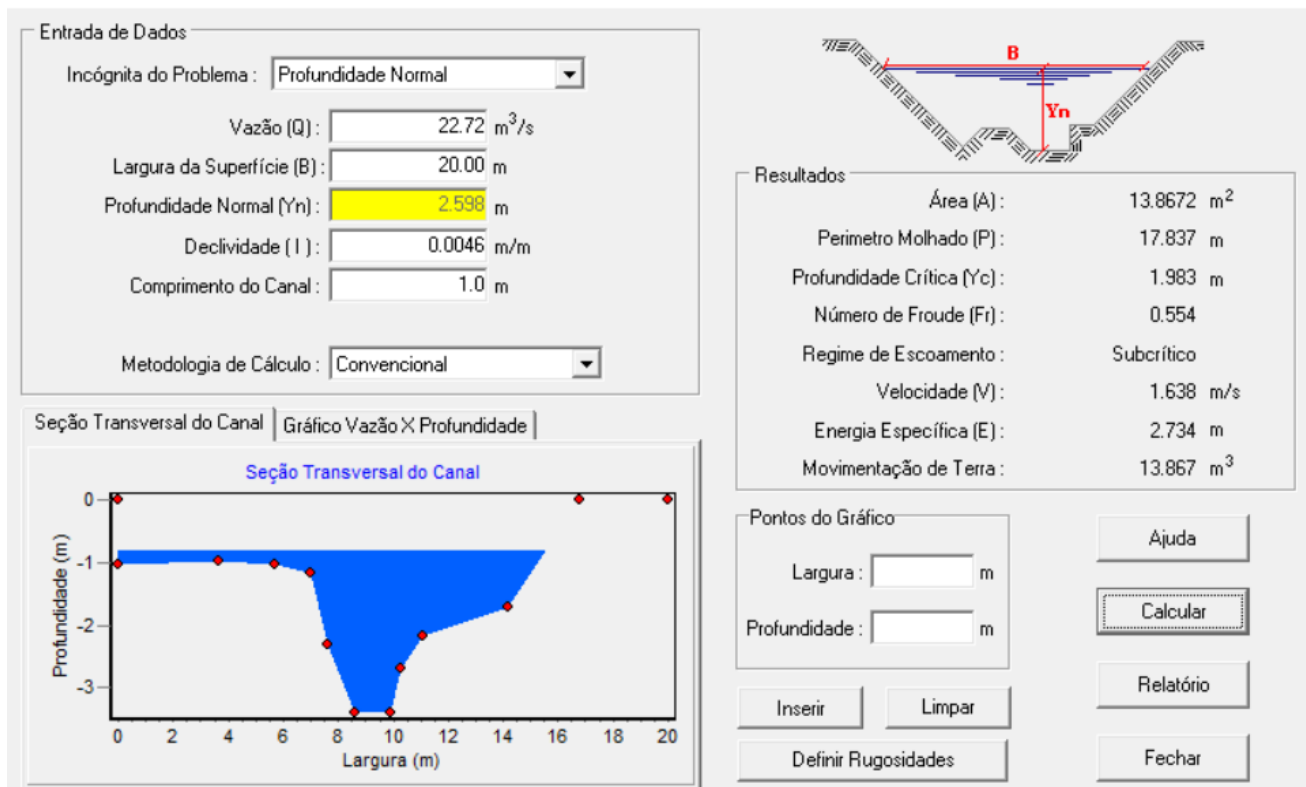
1.1,

Figura 31 – Seção 1.1 do trecho 1



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 32 – Seção natural do trecho 1



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

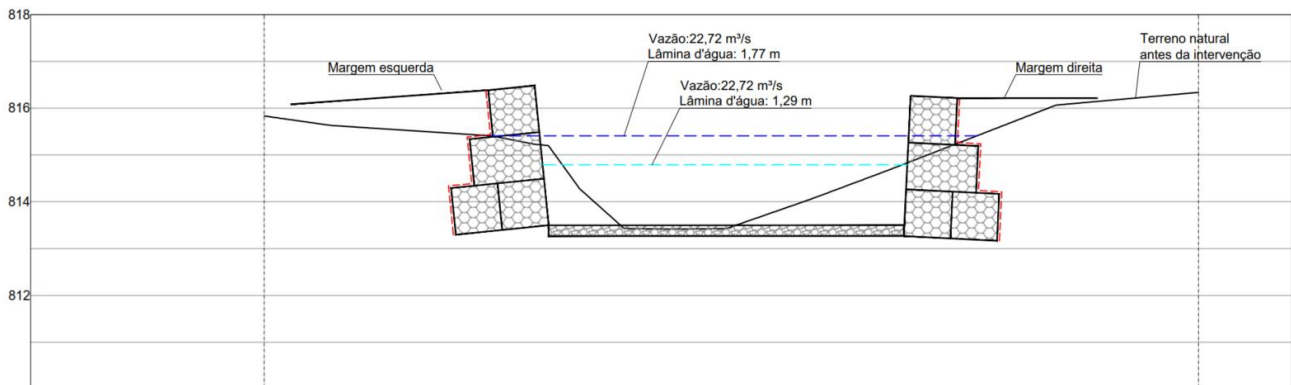
Como pode ser observado pelas figuras, a seção natural suporta a vazão de 22,72 m³/s com uma lâmina d'água de 2,598 m, enquanto a seção canalizada suporta a vazão de

22,72 m³/s com lâmina d'água de 1,68 m. A canalização do trecho promoveu uma redução de 0,92 m, aumentando a capacidade hidráulica da seção.

A .

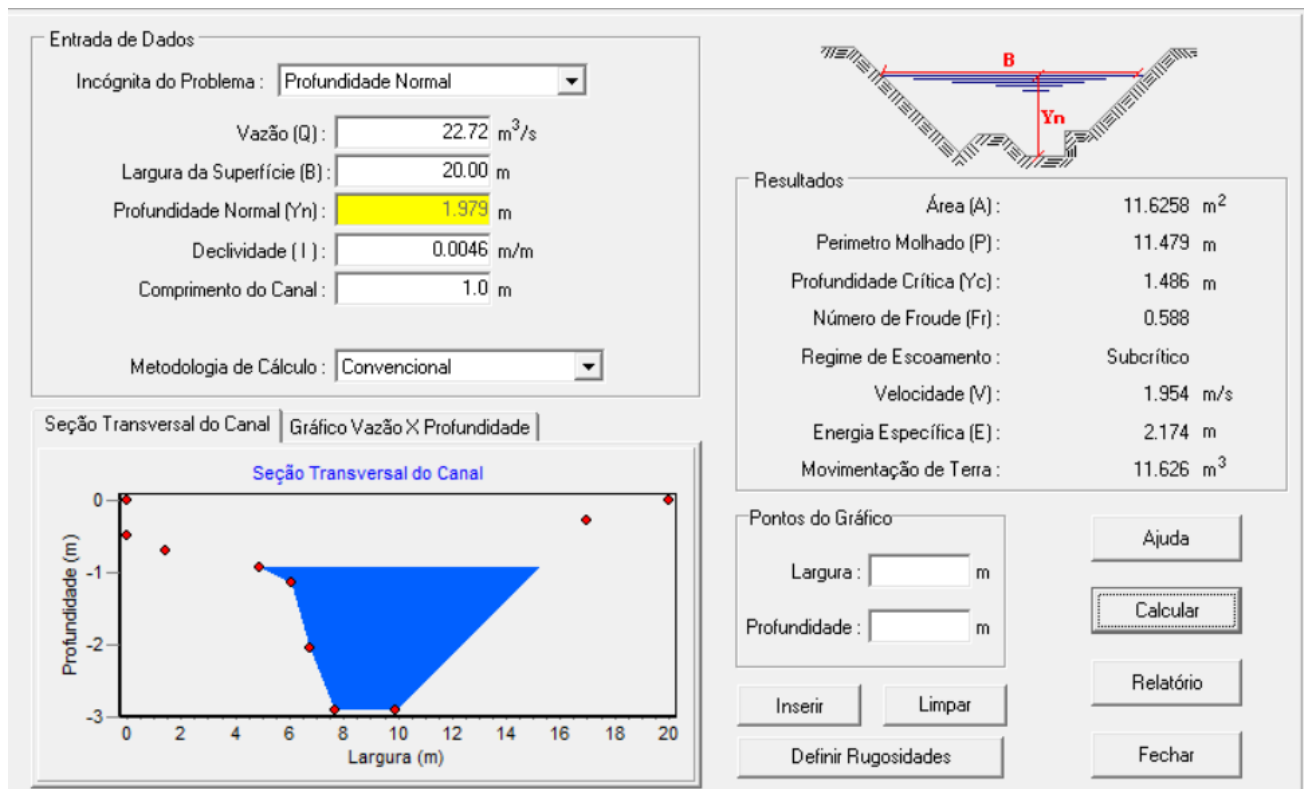
Figura 33 apresenta a seção 1.2 em relação a seção natural do curso d'água. A Figura 34 apresenta o cálculo da capacidade da seção natural relacionada a seção 1.2.

Figura 33 – Seção 1.2 do trecho 1



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 34 – Seção natural do trecho 2



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Como pode ser observado pelas figuras, a seção natural suporta a vazão de 22,72 m³/s com uma lâmina d'água de 1,979 m, enquanto a seção canalizada suporta a vazão de

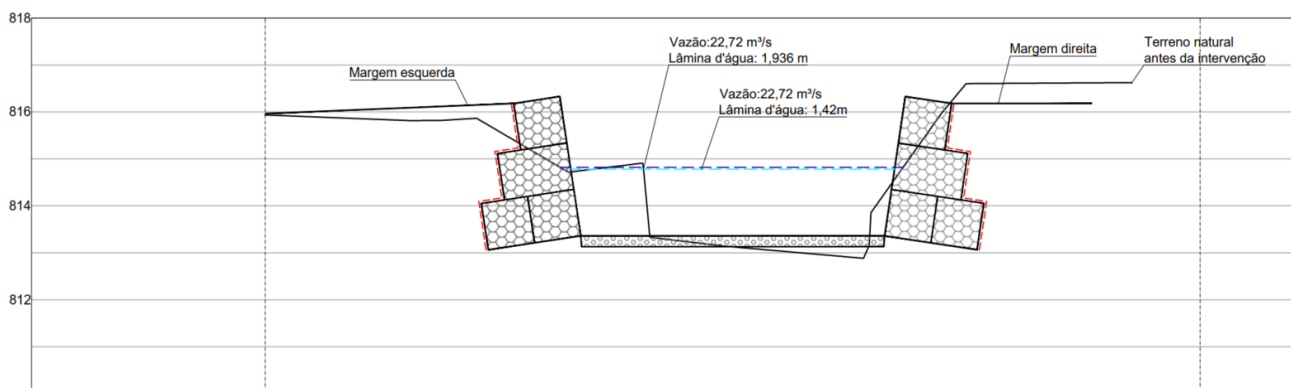
22,72 m³/s com lâmina d'água de 1,29 m. A canalização do trecho promoveu uma redução de 0,689 m, aumentando a capacidade hidráulica da seção.

É importante salientar que as seções naturais das seções 1.1 e 1.2 comportavam a vazão máxima calculada, porém, a travessia existente não era capaz de suportar as vazões máximas de projeto, limitando a vazão no trecho a montante da travessia. Isso gerava o efeito de elevação da lâmina d'água, o que, por sua vez, resultava em frequentes eventos de inundação na região próxima à Avenida Antônio Scodeler.

Dessa forma, a requalificação da travessia, associada à canalização do curso d'água, foi a solução indicada para resolver os problemas de inundação. A requalificação da travessia permite maior passagem de vazão nos bueiros; no entanto, como consequência, surgem altas velocidades no escoamento. Assim, foi necessário revestir as margens do curso d'água a jusante da travessia. Em canais naturais revestidos com terra, a velocidade máxima indicada para o escoamento é de 1,50 m/s, mas, ao considerar a vazão que passa pelos bueiros, obtém-se um valor superior a 1,50 m/s.

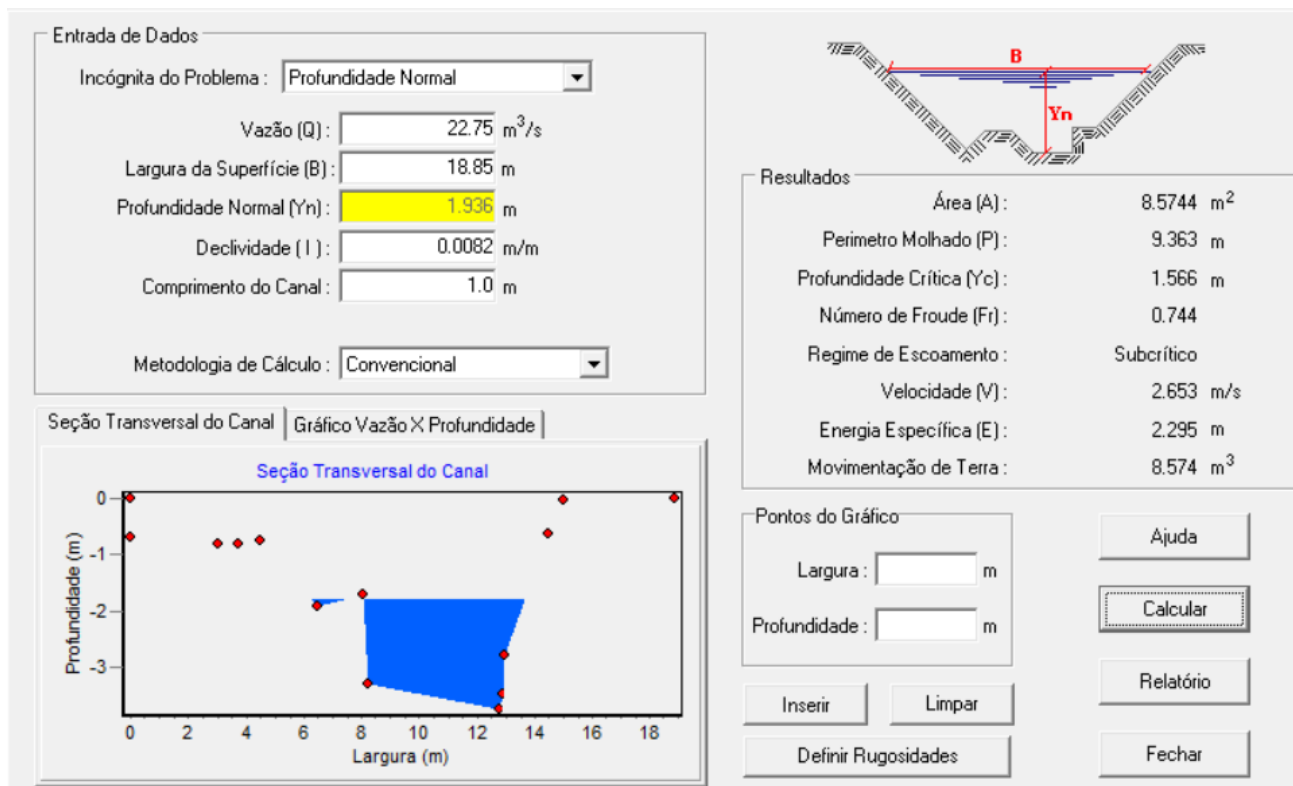
A Figura 35 apresenta a seção 3.1 em relação a seção natural do curso d'água. A Figura 36 apresenta o cálculo da capacidade da seção natural relacionada a seção 3.1.

Figura 35 – Seção 3.1 do trecho 3



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 36 – Seção natural do trecho 3

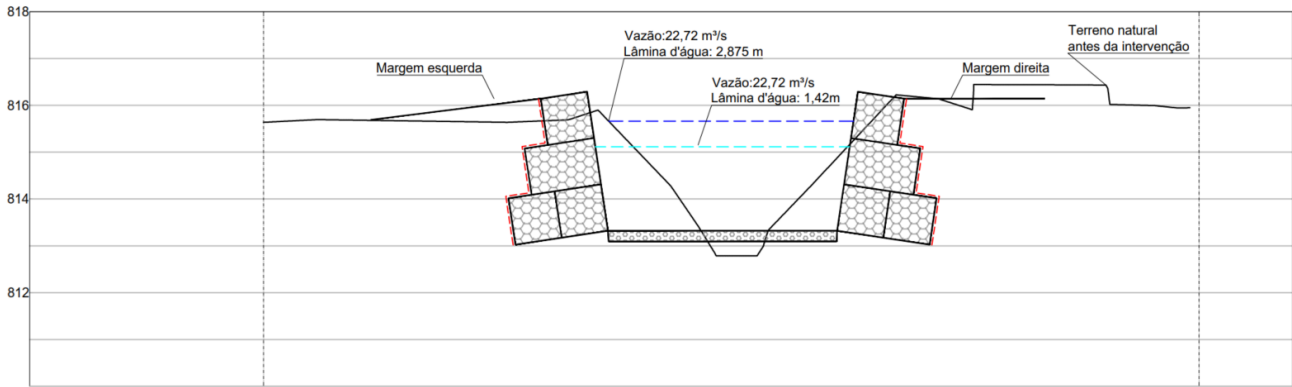


Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Como pode ser observado pelas figuras, a seção natural suporta a vazão de 22,72 m³/s com uma lâmina d'água de 1,936 m, enquanto a seção canalizada suporta a vazão de 22,72 m³/s com lâmina d'água de 1,42 m. A canalização do trecho promoveu uma redução de 0,516 m, aumentando a capacidade hidráulica da seção.

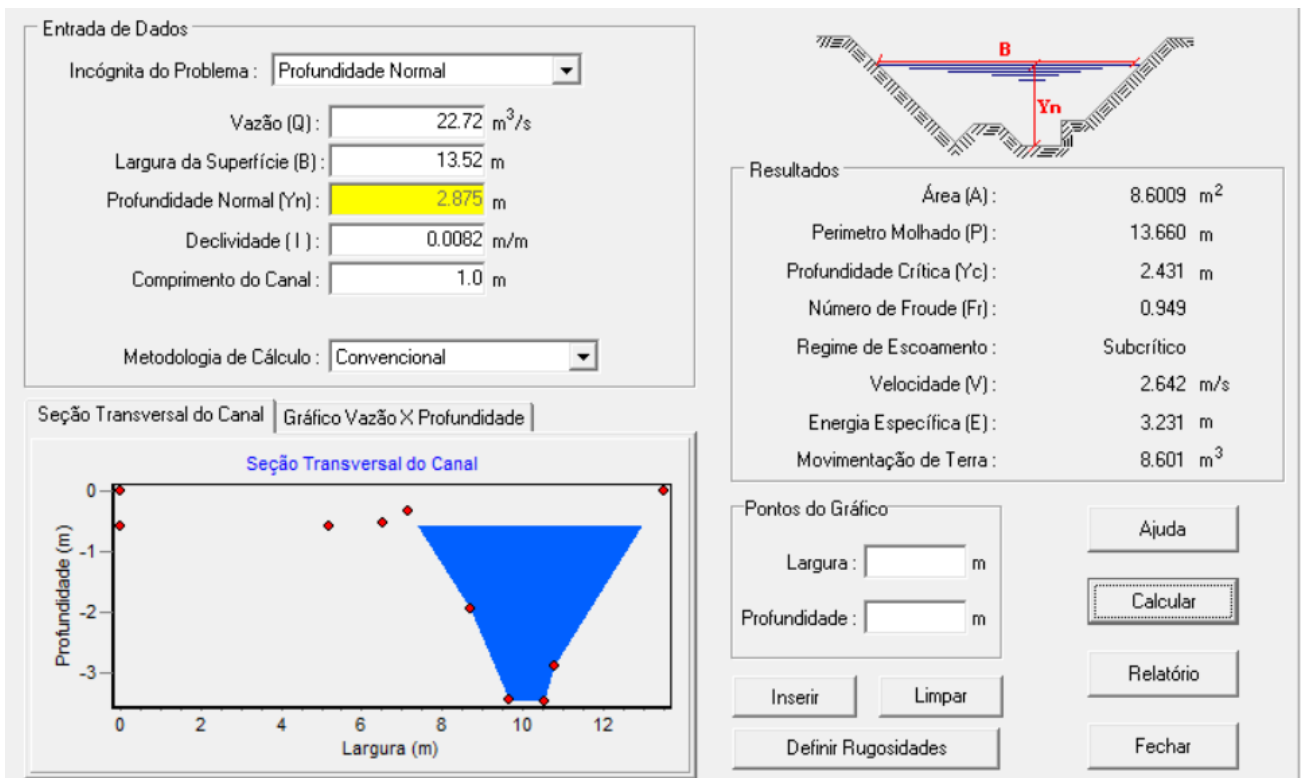
A Figura 37 apresenta a seção 3.2 em relação a seção natural do curso d'água. A Figura 38 apresenta o cálculo da capacidade da seção natural relacionada a seção 3.2.

Figura 37 – Seção 3.2 do trecho 3



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Figura 38 – Seção natural do trecho 3



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

Como pode ser observado pelas figuras, a seção natural suporta a vazão de 22,72 m³/s com uma lâmina d'água de 2,875 m, enquanto a seção canalizada suporta a vazão de 22,72 m³/s com lâmina d'água de 1,79 m. A canalização do trecho promoveu uma redução de 1,085 m, aumentando a capacidade hidráulica da seção.

Por fim, conclui-se que a canalização do curso d'água foi capaz de reduzir as lâminas d'água no canal ao passo que promovem o aumento da capacidade hidráulica do trecho, assim, os trechos em questão serão capazes de suportar vazões de grande magnitude,

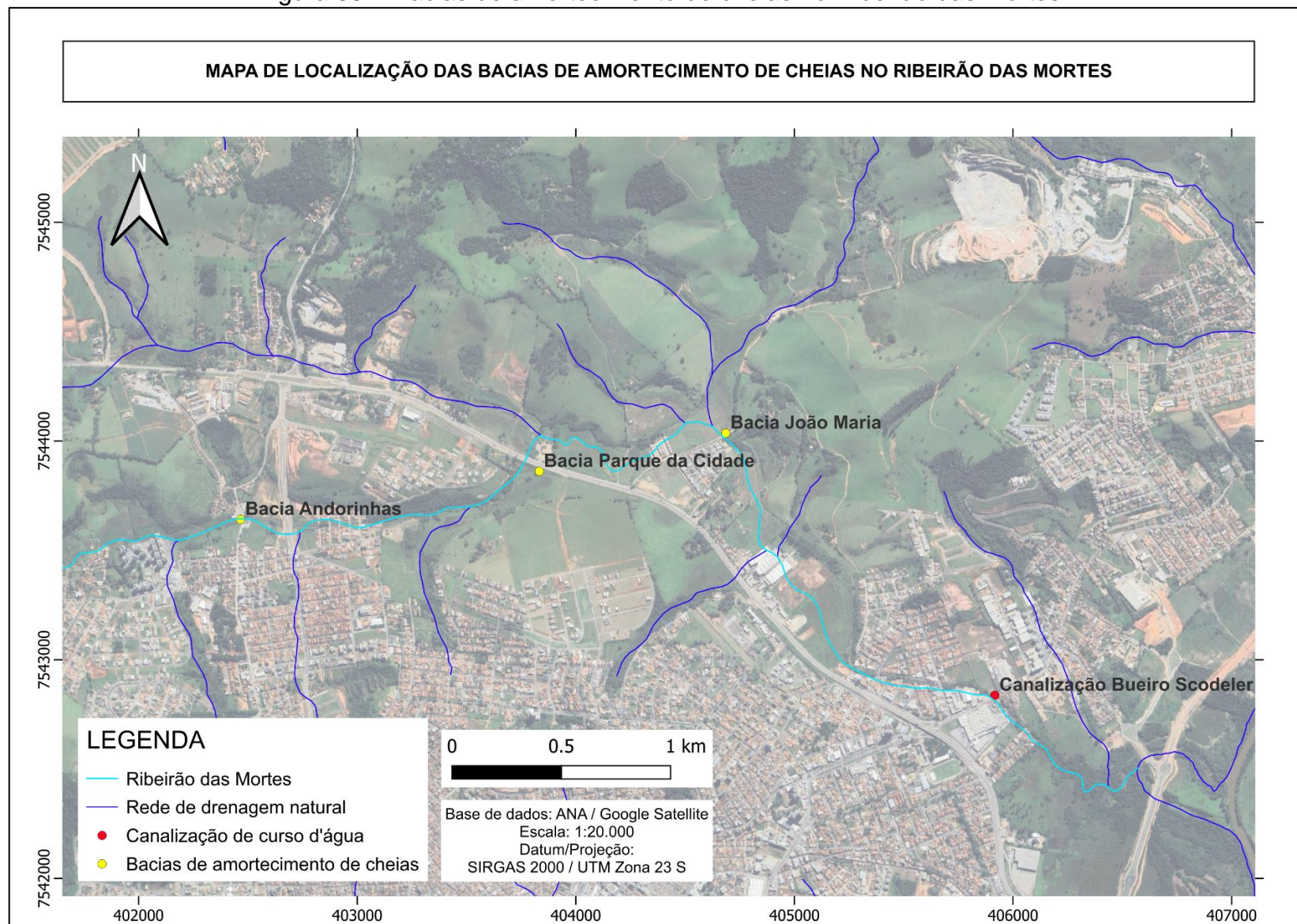
associadas a tempos de retorno superiores a 50 anos, garantindo segurança contra os eventos de inundação na Avenida Antônio Scodeler.

Apesar dos trechos da canalização suportarem a vazão de projeto, é importante salientar que Pouso Alegre apresenta intensa urbanização que associada às mudanças climáticas, pode produzir vazões que superem a capacidade da canalização, seja para TR 50 anos ou TR superiores, assim é previsto pelo Plano de Macrodrenagem de Pouso Alegre, a implantação de três bacias de amortecimento de cheias (do tipo retenção), que visam regularizar as vazões do Ribeirão das Mortes durante eventos extremos de precipitação. Dessa forma, a presença das bacias aumenta a resiliência da canalização frente às vazões de maiores magnitudes.

O Plano de Macrodrenagem mencionado contempla três distintas bacias de amortecimento. O primeiro reservatório foi denominado Bacia Andorinhas e apresentará capacidade útil de 34 mil metros cúbicos, localizado no bairro Santa Edwirges. A segunda bacia de retenção, Bacia Parque da Cidade, será localizada no bairro São Joaquim, lateralmente à Rodovia Juscelino Kubitschek, com capacidade útil próxima de 38 mil metros cúbicos.

Por fim, a última bacia será localizada no bairro Cantagalo, denominada Bacia João Maria, e apresentará capacidade útil de 51 mil metros cúbicos. É importante destacar que as bacias de amortecimento de cheias serão localizadas a montante da canalização do Ribeirão das Mortes. A Figura 39 apresenta a localização das bacias de amortecimento de cheias previstas pelo Plano de Macrodrenagem.

Figura 39 – Bacias de amortecimento de cheias no Ribeirão das Mortes



Fonte: DAC Engenharia, 2024.

7. ESCLARECIMENTOS A RESPEITO DE CANALETAS E TUBOS DE PVC PREVISTOS EM PROJETO

No Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA nº. 401/2024 foi solicitada a seguinte informação complementar:

“No item 3 do relatório técnico foi citado que “Na parede lateral esquerda do canal em gabião, será realizado furo para conectar um tubo de concreto de diâmetro 500 mm, que conduz a água pluvial captada pela canaleta alocada paralelamente a parede esquerda do canal em gabião. Na parede lateral direita do canal em gabião, serão realizados furos para conectar 3 tubos de PVC com diâmetro 150mm, responsáveis por captar o escoamento superficial paralelo ao muro alambrado”. Diante do exposto, solicitamos:

- *Informar a área de drenagem (km²) cujo escoamento da água pluvial é direcionado para a canaleta alocada paralelamente a parede esquerda do canal em gabião;*
- *Apresentar imagem de satélite contendo a delimitação da área de drenagem cujo escoamento da água pluvial é direcionado para a canaleta alocada paralelamente a parede esquerda do canal em gabião;*
- *Comprovar que a canaleta está dimensionada para atender a vazão máxima de cheia dessa área de drenagem;*
- *Informar a coordenada geográfica do ponto de deságue da canaleta no curso de água; informar a área de drenagem (km²) cujo escoamento da água pluvial é direcionado para os 3 tubos de PVC com diâmetro 150mm, responsáveis por captar o escoamento superficial paralelo ao muro alambrado;*
- *Apresentar imagem de satélite contendo a delimitação da área de drenagem cujo escoamento da água pluvial é direcionado para os 3 tubos de PVC com diâmetro 150mm, responsáveis por captar o escoamento superficial paralelo ao muro alambrado;*
- *Comprovar que os 3 tubos de PVC estão dimensionados para atender a vazão máxima de cheia dessa área de drenagem;*
- *Informar a coordenada geográfica do ponto de deságue dos 3 tubos de PVC no curso de água “*

Em decorrência do levantamento de campo realizado em 08/08/2024, foram obtidas as informações requisitadas pelo Ofício IGAM/URGA SM/OUTORGA nº 401/2024., contudo durante a inspeção, constatou-se que a execução da canalização em gabião não correspondeu ao previsto em projeto original. Observou-se que as canaletas e os tubos de PVC previstos, não foram implementados conforme estipulado.

Em virtude da não execução das estruturas citadas, não é possível fornecer as informações complementares solicitadas. A comprovação da não execução das estruturas citadas pode ser observada no relatório fotográfico em anexo as informações complementares.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações apresentadas pelo presente documento técnico, cumpre-se o atendimento de forma tempestiva das informações completares solicitadas pela analista técnico do referido processo administrativo a fim de deliberar a certidão de Uso de Recursos Hídricos para o dispositivo hidráulico já instalado pela municipalidade que se encontra em fase de análise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Manual de Procedimento para Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Rodoviária – Projeto de Drenagem. Volume 7, Belo Horizonte, dezembro de 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT (2006). Manual de Drenagem de Rodovias – 2ª edição. Rio de Janeiro, IPR publ. 724.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: IGAM, 2010. 113 p.

PORTO, R.M. Hidráulica básica. 2. ed. São Carlos: EESC-USP, 1999.

RAMOS., C.L; BARROS, M.T.L.; PALOS, J.C.F., COORD. (1999) – Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município De São Paulo. Prefeitura do Município de São Paulo e Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – CTH, São Paulo.

TUCCI, Carlos E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, ABRH, 2009. 943 p.

ANEXO I – PLANTA DO PROJETO DE DRENAGEM

ANEXO II – HIDROGRAMAS DE PROJETO

Tempo	Vazão(m³/s)									Somatório
	Sb 1	Sb 2	Sb 3	Sb 4	Sb 5	Sb 6	Sb 7	Sb 8	Sb 9	
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0:19	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
0:20	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
0:21	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
0:22	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
0:23	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
0:24	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7
0:25	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9
0:26	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,3
0:27	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7
0:28	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,2

0:29	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8
0:30	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	3,5
0:31	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,0	4,2
0:32	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,3	5,0
0:33	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,6	5,9
0:34	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	2,0	6,8
0:35	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	2,4	7,8
0:36	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	2,9	8,7
0:37	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	3,4	9,7
0:38	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	4,0	10,7
0:39	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	4,6	11,7
0:40	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	5,2	12,7
0:41	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	5,9	13,6
0:42	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	6,5	14,4
0:43	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	7,2	15,3
0:44	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	7,9	16,1
0:45	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	8,6	16,8
0:46	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	9,3	17,6
0:47	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	10,0	18,2
0:48	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	10,6	18,9
0:49	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	11,2	19,5
0:50	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	11,8	20,0
0:51	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	12,3	20,6
0:52	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	12,7	21,0
0:53	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	13,1	21,4
0:54	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	13,5	21,8
0:55	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	13,8	22,1
0:56	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	14,0	22,4
0:57	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	14,2	22,5
0:58	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0	14,3	22,7
0:59	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	14,3	22,7
1:00	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	14,3	22,7

1:01	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	14,1	22,6
1:02	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	13,9	22,4
1:03	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	13,7	22,2
1:04	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	13,4	21,8
1:05	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	13,0	21,4
1:06	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	12,6	21,0
1:07	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	12,2	20,5
1:08	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	11,7	19,9
1:09	0,1	0,0	0,8	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	11,3	19,4
1:10	0,1	0,0	0,8	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	10,8	18,8
1:11	0,1	0,0	0,7	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	10,3	18,1
1:12	0,1	0,0	0,6	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	9,8	17,5
1:13	0,2	0,0	0,6	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	9,3	16,9
1:14	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	8,8	16,2
1:15	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	8,4	15,6
1:16	0,3	0,0	0,4	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	7,9	14,9
1:17	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0	7,5	14,3
1:18	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	7,0	13,7
1:19	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	6,6	13,1
1:20	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	6,2	12,5
1:21	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	5,8	11,9
1:22	0,7	0,0	0,3	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	5,4	11,4
1:23	0,8	0,0	0,2	0,0	0,1	4,8	0,0	0,0	5,1	10,9
1:24	0,8	0,0	0,2	0,0	0,1	4,6	0,0	0,0	4,7	10,4
1:25	0,9	0,0	0,2	0,0	0,1	4,3	0,0	0,0	4,4	10,0
1:26	1,0	0,0	0,2	0,0	0,1	4,1	0,0	0,0	4,2	9,5
1:27	1,0	0,0	0,2	0,0	0,1	3,9	0,0	0,0	3,9	9,1
1:28	1,1	0,0	0,1	0,0	0,2	3,7	0,0	0,0	3,7	8,8
1:29	1,2	0,0	0,1	0,0	0,2	3,5	0,0	0,0	3,4	8,5
1:30	1,2	0,0	0,1	0,0	0,3	3,3	0,0	0,0	3,2	8,2
1:31	1,3	0,0	0,1	0,0	0,3	3,1	0,0	0,0	3,0	7,9
1:32	1,4	0,0	0,1	0,0	0,4	3,0	0,0	0,0	2,8	7,6

1:33	1,4	0,0	0,1	0,0	0,5	2,8	0,0	0,0	2,7	7,4
1:34	1,5	0,0	0,1	0,0	0,6	2,6	0,0	0,0	2,5	7,2
1:35	1,5	0,0	0,1	0,0	0,6	2,5	0,0	0,0	2,4	7,1
1:36	1,5	0,0	0,1	0,0	0,7	2,4	0,0	0,0	2,2	6,9
1:37	1,5	0,0	0,1	0,0	0,8	2,3	0,0	0,0	2,1	6,7
1:38	1,5	0,0	0,1	0,0	1,0	2,1	0,0	0,0	1,9	6,6
1:39	1,5	0,0	0,1	0,0	1,1	2,0	0,0	0,0	1,8	6,5
1:40	1,5	0,0	0,1	0,0	1,2	1,9	0,0	0,0	1,7	6,4
1:41	1,5	0,0	0,0	0,0	1,3	1,8	0,0	0,0	1,6	6,2
1:42	1,4	0,0	0,0	0,0	1,4	1,7	0,0	0,0	1,5	6,1
1:43	1,3	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0	0,0	1,4	6,0
1:44	1,3	0,0	0,0	0,0	1,7	1,6	0,0	0,0	1,3	5,9
1:45	1,2	0,0	0,0	0,0	1,8	1,5	0,0	0,0	1,2	5,8
1:46	1,1	0,0	0,0	0,0	2,0	1,4	0,0	0,0	1,2	5,7
1:47	1,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,3	0,0	0,0	1,1	5,6
1:48	1,0	0,0	0,0	0,0	2,2	1,3	0,0	0,0	1,0	5,5
1:49	0,9	0,0	0,0	0,0	2,4	1,2	0,0	0,0	1,0	5,4
1:50	0,8	0,0	0,0	0,0	2,5	1,1	0,0	0,0	0,9	5,4
1:51	0,7	0,0	0,0	0,0	2,7	1,1	0,0	0,0	0,9	5,3
1:52	0,7	0,0	0,0	0,0	2,8	1,0	0,0	0,0	0,8	5,3
1:53	0,6	0,0	0,0	0,0	2,9	1,0	0,0	0,0	0,8	5,2
1:54	0,5	0,0	0,0	0,0	3,0	0,9	0,0	0,0	0,7	5,2
1:55	0,5	0,0	0,0	0,0	3,2	0,9	0,0	0,0	0,7	5,2
1:56	0,4	0,0	0,0	0,0	3,3	0,8	0,0	0,0	0,6	5,2
1:57	0,4	0,0	0,0	0,0	3,4	0,8	0,0	0,0	0,6	5,1
1:58	0,4	0,0	0,0	0,0	3,5	0,7	0,0	0,0	0,5	5,1
1:59	0,3	0,0	0,0	0,0	3,6	0,7	0,0	0,0	0,5	5,2
2:00	0,3	0,0	0,0	0,0	3,7	0,7	0,0	0,0	0,5	5,2
2:01	0,3	0,0	0,0	0,0	3,8	0,6	0,0	0,0	0,5	5,2
2:02	0,2	0,0	0,0	0,0	3,9	0,6	0,0	0,0	0,4	5,2
2:03	0,2	0,0	0,0	0,0	4,0	0,6	0,0	0,0	0,4	5,2
2:04	0,2	0,0	0,0	0,0	4,1	0,5	0,0	0,0	0,4	5,2

2:05	0,2	0,0	0,0	0,0	4,1	0,5	0,0	0,0	0,4	5,2
2:06	0,2	0,0	0,0	0,0	4,2	0,5	0,0	0,0	0,3	5,2
2:07	0,1	0,0	0,0	0,0	4,3	0,5	0,0	0,0	0,3	5,2
2:08	0,1	0,0	0,0	0,0	4,4	0,4	0,0	0,0	0,3	5,2
2:09	0,1	0,0	0,0	0,0	4,4	0,4	0,0	0,0	0,3	5,2
2:10	0,1	0,0	0,0	0,0	4,5	0,4	0,0	0,0	0,3	5,2
2:11	0,1	0,0	0,0	0,0	4,5	0,4	0,0	0,0	0,2	5,2
2:12	0,1	0,0	0,0	0,0	4,6	0,4	0,0	0,0	0,2	5,2
2:13	0,1	0,0	0,0	0,0	4,6	0,3	0,0	0,0	0,2	5,3
2:14	0,1	0,0	0,0	0,0	4,7	0,3	0,0	0,0	0,2	5,3
2:15	0,1	0,0	0,0	0,0	4,7	0,3	0,0	0,0	0,2	5,3
2:16	0,1	0,0	0,0	0,0	4,8	0,3	0,0	0,0	0,2	5,3
2:17	0,1	0,0	0,0	0,0	4,8	0,3	0,0	0,0	0,2	5,3
2:18	0,1	0,0	0,0	0,0	4,8	0,3	0,0	0,0	0,2	5,3
2:19	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,3	0,0	0,0	0,2	5,3
2:20	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:21	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:22	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:23	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:24	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:25	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:26	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:27	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:28	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:29	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,2	0,0	0,0	0,1	5,3
2:30	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,1	0,0	0,0	0,1	5,3
2:31	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,1	0,0	0,0	0,1	5,3
2:32	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,1	0,0	0,0	0,1	5,2
2:33	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,1	0,0	0,0	0,1	5,2
2:34	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,1	0,0	0,0	0,0	5,2
2:35	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,2
2:36	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,2

2:37	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,2
2:38	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,1
2:39	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,1
2:40	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,1	0,0	0,0	0,0	5,0
2:41	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,1	0,0	0,0	0,0	5,0
2:42	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,1	0,0	0,0	0,0	4,9
2:43	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,1	0,0	0,0	0,0	4,8
2:44	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,1	0,0	0,0	0,0	4,7
2:45	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,1	0,0	0,0	0,0	4,7
2:46	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,1	0,0	0,0	0,0	4,5
2:47	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,1	0,0	0,0	0,0	4,4
2:48	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,1	0,0	0,0	0,0	4,3
2:49	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,1	0,0	0,0	0,0	4,2
2:50	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,1	0,0	0,0	0,0	4,1
2:51	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,1	0,0	0,0	0,0	3,9
2:52	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8
2:53	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6
2:54	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
2:55	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3
2:56	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
2:57	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
2:58	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
2:59	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
3:01	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
3:02	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
3:03	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
3:04	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
3:05	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
3:06	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
3:07	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
3:08	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6

3:09	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
3:10	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
3:11	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
3:12	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
3:13	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
3:14	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
3:15	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
3:16	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
3:17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
3:18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
3:19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
3:20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
3:21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
3:22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
3:23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
3:24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
3:25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
3:26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
3:27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
3:28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
3:29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
3:30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
3:31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
3:32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
3:33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
3:34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
3:35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
3:36	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
3:37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
3:38	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
3:39	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
3:40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2

3:41	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
3:42	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
3:43	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
3:44	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
3:45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
3:46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
3:47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:48	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:49	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:51	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:52	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:56	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:57	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:58	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
3:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
4:01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
4:02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
4:03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
4:04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

4:13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0