



RELATÓRIO TÉCNICO

Outorga de Canalização

1. INTRODUÇÃO

Esse relatório é parte integrante do processo de outorga que tem por objetivo regularizar a canalização já existente sobre o Corrego Alto da Coruja, obra realizada pela Prefeitura Municipal de Consolação, visando o bem estar da população local.

A canalização já se encontra completamente implantada. Conforme como determinado no Auto de Infração 504088/2022, após a aprovação deste processo deverão ser feita todas as adequações necessárias, incluindo ademolição da obra, de forma que a mesma suporte a vazão máxima do projeto calculada.

Este relatório apresentará as informações obrigatórias que são requeridas pelo Termo de Referência correspondente disponibilizado no site do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Em consonância com o que está estabelecido em tal termo e na legislação vigente serão apresentados os seguintes dados: Caracterização e descrição geral do empreendimento, justificativa para realização da intervenção, informações referentes ao curso de água no trecho da canalização, anexo único da Deliberação COPAM nº 95/2006, mapeamento de ocupação marginal e diversos dados referentes à canalização em si.

2. CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

Requerente: Município de Consolação/MG
CNPJ: 18.025.916/0001-61
Coordenadas geográficas do município: 22°33'11.39''S e 45°55'29,08''O
Endereço de referencia da canalização: R. Cândido M. de Oliveira, SN, bairro Centro, Consolação - MG
Coordenadas do início da canalização: 22°33'08.6"S e 45°55'28.7"O
Coordenadas do final da canalização: 22°33'15.5"S 45°55'30.3"O

2.1 MUNICÍPIO DE CONSOLAÇÃO

Segundo informações obtidas no site do IBGE (2022), o município de Consolação possui um total de 1.563 habitantes espalhados em uma área de 89,122 km². A área urbanizada limita-se a 0,35 km² e estima-se que cerca de 55% dos domicílios possuem esgotamento sanitário adequado.

O município é pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Grande e componente da sub-bacia do Rio Sapucaí (GD5). A bacia do Rio Sapucaí abriga cerca de 620.000 pessoas e possui 8.882 km² de área de drenagem. Em termos de extensão e população, a representatividade de Consolação na bacia é de respectivamente $3,94 \cdot 10^{-5} \%$ e 0,25%.

A inteira extensão do município está inserida no bioma Mata Atlântica e segundo classificação de Koppen apresenta o clima Cwb (subtropical de altitude).

2.1 CANALIZAÇÃO

Parte da canalização foi implantada há mais de 20 anos, passando embaixo da Rua Cândido Marques de Oliveira e no terreno da Sra. Tereza, porém em maio de 2021 ocorreu a troca das manilhas por uma de diâmetro maior (1m), uma vez que em épocas de cheias as manilhas não estavam sendo suficientes para conter a vazão da água que devido ao seu represamento estava entrando em residências próximas. Durante a troca das manilhas, a prefeitura optou por canalizar um trecho maior do Córrego Alto da Coruja que passa no terreno da Sra. Rosely, da prefeitura e do Sr. Valdair. Para a passagem da canalização os proprietários dos terrenos assinaram uma carta de anuência.

O comprimento total da canalização é de 217,42 m; atravessando a Rua Cândido Marques de Oliveira e atingindo até a travessa perpendicular à Rua Capitão Antônio Pereira, cujo acesso pode ser feito pela Vila Santa Terezinha nº 35.



Figura 1: Imagem do início e do fim da canalização. Imagem do Google Earth 2021. Acesso em 07/12/2023.

3. EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE DO PROJETO	
1. Responsável Técnica Nome: Lucília [REDACTED] Engenheira Ambiental CREA: [REDACTED] Endereço: [REDACTED] CEP: 37.548-000 [REDACTED]	
2. Simone [REDACTED] Tecnóloga Ambiental – CRQ: 02202938 Endereço: [REDACTED] CEP: 37660-000 [REDACTED]	
3. André [REDACTED] Técnico em Meio Ambiente – CRQ: 024021291 Endereço: [REDACTED] CEP: 35900-000 [REDACTED]	

4. JUSTIFICATIVA DE REALIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO

A Prefeitura Municipal de Consolação tem como objetivo regularizar a canalização que já está pronta e que foi objeto de fiscalização pela polícia militar de meio ambiente. Na notificação nº 501607/2021 foi apresentada a seguinte determinação: *Dar início ao processo de regularização ambiental junto ao IGAM, para a canalização de uma sessão de curso de água localizada na área urbana.*

Parte da canalização em questão foi implantada há mais de 20 anos que constitui o pedaço de canalização por baixo da rua e da canalização que está no terreno da Sr. Tereza; porém em maio de 2021 ocorreu a troca das manilhas por uma de diâmetro maior, uma vez que em época de cheia as manilhas não estavam sendo suficientes para conter a vazão da

água, fazendo com que a água excedesse entrasse nas residências próximas. Para a troca das manilhas, a prefeitura optou em canalizar uma parte a mais do Córrego Alto da Coruja que passa no terreno da Sra. Rosely, o terreno da prefeitura e o terreno do Sr. Valdair.

O principal objetivo da canalização é a drenagem natural e das águas pluviais. Desta forma, entende-se que tal projeto é essencial para a população do município de Consolação; tendo em vista que o curso de água representa uma ameaça significativa de inundações e que a área de drenagem localizada após a canalização é capaz de absorver o fluxo residual sem grandes perdas.

5. CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO GERAL DA INTERVENÇÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO CURSO D'ÁGUA

Curso d'água: Córrego do Alto da Coruja (curso de água natural).

Tipo de seção: A canalização possui extensão total de 217,42 m, sendo 51 m no terreno de propriedade Sra. Tereza Marques Ferreira, 11,8 m canalização realizada sob a Rua Cândido M. de Oliveira e 61 m de canalização realizada em terreno de propriedade da Rosely Marques de Souza, 116,68 m pelo terreno de propriedade da prefeitura, 10,65 m sob rua perpendicular à rua Capitão Antônio Pereira e depois pelo terreno do Sr. Valdair José da Penha. Toda a canalização deverá ser com manilha de concreto de 1 metro de diâmetro.

Tipo de revestimento: Cimento/concreto

Tipo de escoamento: laminar

5.2 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DO TRECHO DA INTERVENÇÃO

A canalização se inicia no ponto de coordenadas 22°33'08.6"S e 45°55'28.7"O e finaliza no ponto de coordenadas 22°33'15.5"S 45°55'30.3"O.

5.3 ANÁLISE DE IMPACTO – SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Considerando-se que a canalização está localizada em zona urbana, torna-se necessário o preenchimento do Anexo Único da Deliberação COPAM nº 95/2006 para avaliação do impacto sobre o sistema de drenagem urbana.

O preenchimento da planilha foi realizado com base em dados obtidos durante visita ao local e através do aplicativo Google Earth; tendo em vista que o município não possui Plano Diretor e outras documentações. Como o índice de impacto obtido foi de 445, a intervenção enquadra-se na Classe C, de acordo com as classificações do Artigo 3º da DN COPAM nº 95/2006.

O Artigo 4º da referida Deliberação permite intervenções na Classe C para melhoria da drenagem natural e de águas pluviais, admitindo-se intervenção no curso d'água, com adoção de canais em seção aberta, com revestimento das paredes laterais e manutenção do leito natural.

Localização	Ocupação Marginal					Eventos de Inundação			Ocorrência de Focos Erosivos		
	Fator de Ponderação	Tipo	Taxa de Ocupação (%)	Fator de Impacto	Indicador de Impacto	Fator de Ponderação	Fator de Impacto*	Indicador de Impactos	Fator de Ponderação	Fator de Impacto #	Indicador de Impactos
Montante	0,10	Urbana	90	1	9	0,10	200	20	0,10	100	10
		Industrial		2							
		Veg. Nativa	10	4	4						
		Não ocup		3							
			Índice de Impacto Montante		13						
Local	0,50	Urbana	100	1	50	0,30	200	60	0,30	200	60
		Industrial		2							
		Veg. Nativa		4							
		Não ocup		3							
			Índice de Impacto Local		50						
Jusante	0,40	Urbana	90	1	36	0,60	200	120	0,6	100	60
		Industrial		2							
		Veg. Nativa	10	4	16						
		Não ocup		3							
			Índice de Impacto Jusante		52						
			Índice de Impacto		115			200			130
Índice de Impacto Geral								445			

* Anual = 100 / Eventual = 200 / Não ocorre = 300.

Sim = 100 / Não = 200

5.4 INFORMAÇÕES REFERENTES AO CURSO D'ÁGUA / CANAL

5.4.1 Determinação da Vazão do Ribeirão / Seção Transversal Média

Para caracterizar a vazão neste curso d'água, em função das dificuldades locais, tornando-se impraticável a medição direta, optando pela utilização do método do flutuador. Os flutuadores são dispositivos com características tais que lhes permitem adquirir a mesma velocidade da água em que flutuam.

Dentre os três tipos de flutuadores mais usados, o mais simples é o superficial, que mede a velocidade da superfície da corrente líquida. Ele pode ser uma pequena bola ou um outro objeto de densidade menor que a da água. A inconveniência apresentada por esse tipo de flutuador é devido ao fato de seu deslocamento ser muito influenciado pelo vento e pelas correntes secundárias.

A vazão utilizando o flutuador será determinada pela equação: $Q = A \times V$

Onde,

$Q =$ Vazão (m^3/s)

$A =$ Área da seção transversal (m^2)

$V =$ Velocidade superficial (m/s)

Determinação da velocidade média

- Foi escolhido um trecho mais reto e uniforme do curso de água com intervalo de 4 metros.
- Foi realizada a limpeza das margens e no fundo do trecho escolhido no início, ponto A, e no fim deste, ponto B.
- O flutuador foi solto a montante do ponto A.
- Foi determinado o tempo gasto pelo flutuador ao percorrer de A para B, foram realizadas 3 amostras e identificado o tempo médio. De posse do espaço (comprimento do trecho) e do tempo médio, foi calculada a velocidade de deslocamento do flutuador:

$V = E/t_m$ $V =$ Velocidade (m/s) $E =$ Espaço(m)

$T_m =$ tempo médio(s) Assim:

$E = 4\ m$

$T_m = 10,39s$

$V = 4/10,39 = 0,3849\ m/s$

A velocidade determinada não é a média, por que a velocidade superficial, onde o flutuador se desloca, é diferente da velocidade média. Para obtermos a velocidade média, aplicamos fatores de correção na velocidade superficial determinada em função da natureza das paredes.

Portanto a determinação da Velocidade Média se dará pela seguinte equação: V_m (Velocidade Média) = FC (Fator de Correção) x V (Velocidade Superficial).

FATORES DE CORREÇÃO

- $V_m = (0,85\ a\ 0,95)$ V para canais com paredes lisas, ex: Cimento

- $V_m = (0,75\ a\ 0,85)$ V para canais com paredes pouco lisas, ex: canais de terra, para irrigação.

- $V_m = (0,65\ a\ 0,75)$ V para canais com paredes irregulares e/ou com vegetação nas

paredes. (Situação do trecho canalizado)

Adotando-se 0,7 como fator médio de correção, temos que:

$$V_m = 0,7 \times 0,3849$$

$$V_m = 0,269 \text{ m/s}$$

A determinação da área transversal do curso de água foi calculada baseando-se na forma geométrica mais próxima.

Área do curso d'água (retângulo)

$AST = \text{largura} \times \text{profundidade}$

$$AST = 80 \times 6$$

$$AST = 480 \text{ cm}^2$$

$$AST = 0,048 \text{ m}^2$$

Portanto a vazão do córrego é determinada pela seguinte equação: $Q = AST \times V_m$

$$Q = 0,048 \times 0,269$$

$$Q = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 13 \text{ l/s}$$

5.4.2 – Dados do Canal

Trecho: O canal informado está todo canalizado, partes com manilhas de 1m e partes com 0,8m que com a aprovação desta outorga será trocada para manilhas de 1m.

Comprimento: 217,42 m

Coefficiente de rugosidade: Tubo de concreto = 0,013 metros

Curso de água: Córrego do Alto da Coruja

Altura da Lâmina d'água – Altura do líquido acima do fundo do canal é de 6 cm.

Área molhada: 0,06 m²

Perímetro molhado: $P = 2 \times (b+h) = 2 \times (1 + 0,06) = 2,12 \text{ m}$

Raio Hidráulico: 0,028 m (razão entre a área molhada e o perímetro molhado)

Tipo de revestimento: Manilha de concreto armado

Vazão do Ribeirão: 13 l/s

Velocidade do escoamento: 0,269 m/s

5.5 VAZÃO CARACTERÍSTICA MÍNIMA RESIDUAL, MÉDIA DE LONGO TERMO E MÁXIMA DO RIBEIRÃO OUROS VELHO

(Fonte: Deflúvios Superficiais no estado de Minas Gerais, Copasa/Hidrossistemas, 1993)

Estando o início do ponto da canalização situado nas coordenadas: 22°33'15.56"S e 45°55'30.3"O foi utilizado o mapa de Minas Gerais de rendimento específico médio mensal – contribuição unitária mínima com 10 anos de recorrência de 7 litros/s.km² (Re_{10,M}). Para a delimitação e cálculo da área de drenagem controlada pelo ponto de captação, utilizou-se os dados do site Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA). A plataforma apresenta um programa com todos os cursos d'água do estado de Minas Gerais, onde foi possível desenhar a área de drenagem do ponto de captação. Obteve-se como resultado uma área de drenagem (A_d) 850.177 m². Ou seja, A_d = 0,85 km².

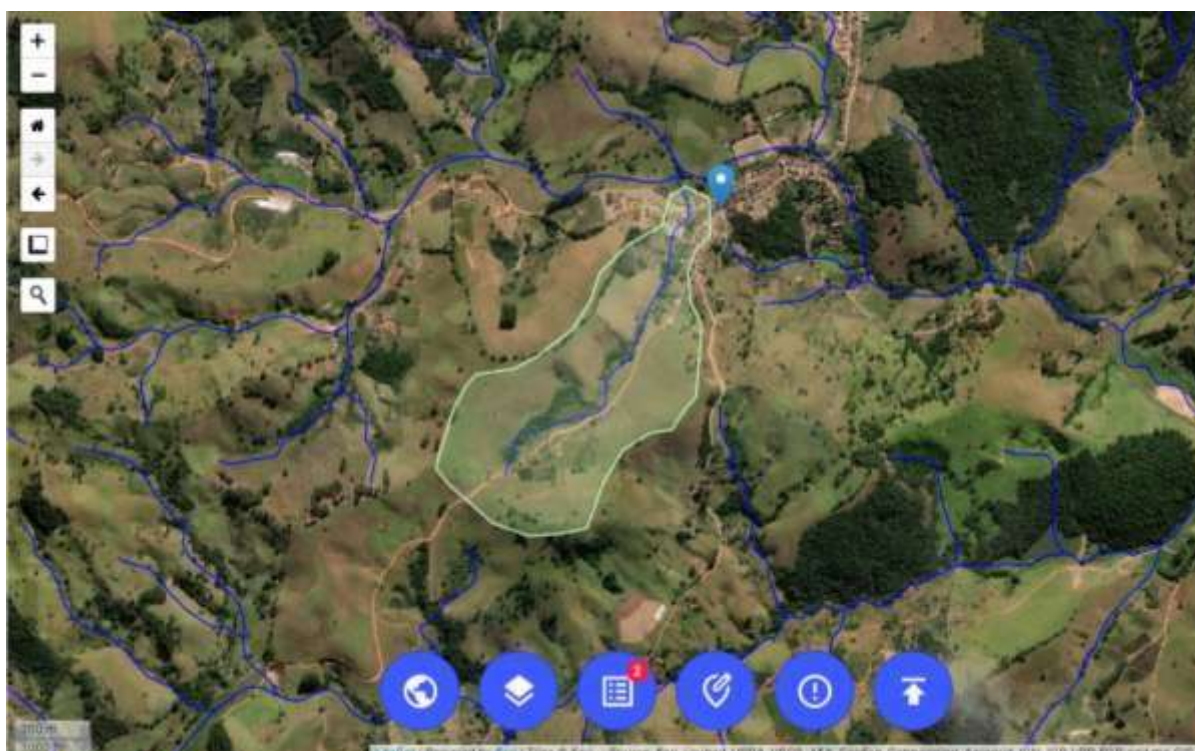


Figura 2: Imagem do IDE SISEMA da área de drenagem.

A Vazão Mínima de Duração Mensal e Recorrência Decendial (Q_{10,M}), foi determinada pela seguinte equação:

$$Q_{10,M} = Re_{10,M} \times A_d$$

$$Q_{10,M} = 7 \times 0,85$$

$$Q_{10,M} = 5,95 \text{ L/s}$$

$F_{7,10}$ é o fator de proporção fornecido pela função de inferência regionalizada. Este fator foi obtido através de valores tabelados contidos no Anexo 3 do livro de referência. O $F_{7,10}$ foi determinado pela seguinte equação:

$$\text{Onde } F_{7,10} = \alpha + \beta \times \gamma^7$$

$$\alpha = 0,465547$$

$$\beta = 0,402812$$

$$\gamma = 1,007099$$

Assim sendo:

$$F_{7,10} = 0,465547 + (0,402812 \times 1,007099^7)$$

$$F_{7,10} = 0,888$$

Logo a vazão mínima natural de dez anos de recorrência e sete dias de duração $Q_{7,10}$ foi determinada pela expressão:

$$Q_{7,10} = F_{7,10} \times Q_{10,M}$$

$$Q_{7,10} = 0,888 \times 5,95$$

$$Q_{7,10} = 5,2836 \text{ L/s}$$

$$Q_{7,10} = 0,0052836 \text{ m}^3/\text{s}$$

Outros cálculos de vazão máxima do projeto para a canalização.

Em sequência, apresenta-se outro cálculo de vazão máxima do projeto através do método racional para área de drenagem de até 10 km². No método racional, a vazão do projeto é determinada pela seguinte equação:

$$Q_{\text{máx}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima do escoamento superficial (m³/s)

C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional.

i_m = intensidade máxima de precipitação para uma duração igual ao tempo de concentração (mm/h)

A = área da bacia de drenagem (km²)

Para o escoamento superficial (c), foi considerado um dado intermediário aos valores relativos a uma área onde predomina área de pastagem, com valor recomendado de 0,35.

Tempo de concentração

A equação de Ven Te Chow foi utilizada para o cálculo do tempo de concentração pelo fato de poder ser usado para áreas de drenagem com até 24,3 km².

$$T_c = 52,64 \times (L/i^{0,5})^{0,64} \text{ (min)}$$

Em que,

L= Comprimento horizontal do talvegue (Km) (comprimento do curso de água dentro da área de drenagem); L= 1,4 Km

i= Declividade média do talvegue (m.Km⁻¹)

A declividade é calculada pela diferença de altitude entre o início e o fim da drenagem dividida pelo comprimento do talvegue.

Altitude do fim da área de drenagem: 1.015,697 m

Altitude do início da área de drenagem: 1.021,778 m

$$i = (1015,697 - 1021,778) / 1,4$$

$$i = 4,34 \text{ m.km}^{-1}$$

Para a bacia em questão os valores de L e i são respectivamente 1,4 Km e 55,71 m.Km⁻¹

Então,

$$T_c = 52,64 \times (1,4 / 4,34^{0,5})^{0,64}$$

$$T_c = 52,64 \times (1,4 / 2,08)^{0,64}$$

$$T_c = 41,23 \text{ min}$$

Intensidade máxima da precipitação

Assim adota-se $T_c = t$ e um tempo de retorno TR de 10 anos determinou-se a intensidade máxima da precipitação (i_m) pela seguinte equação:

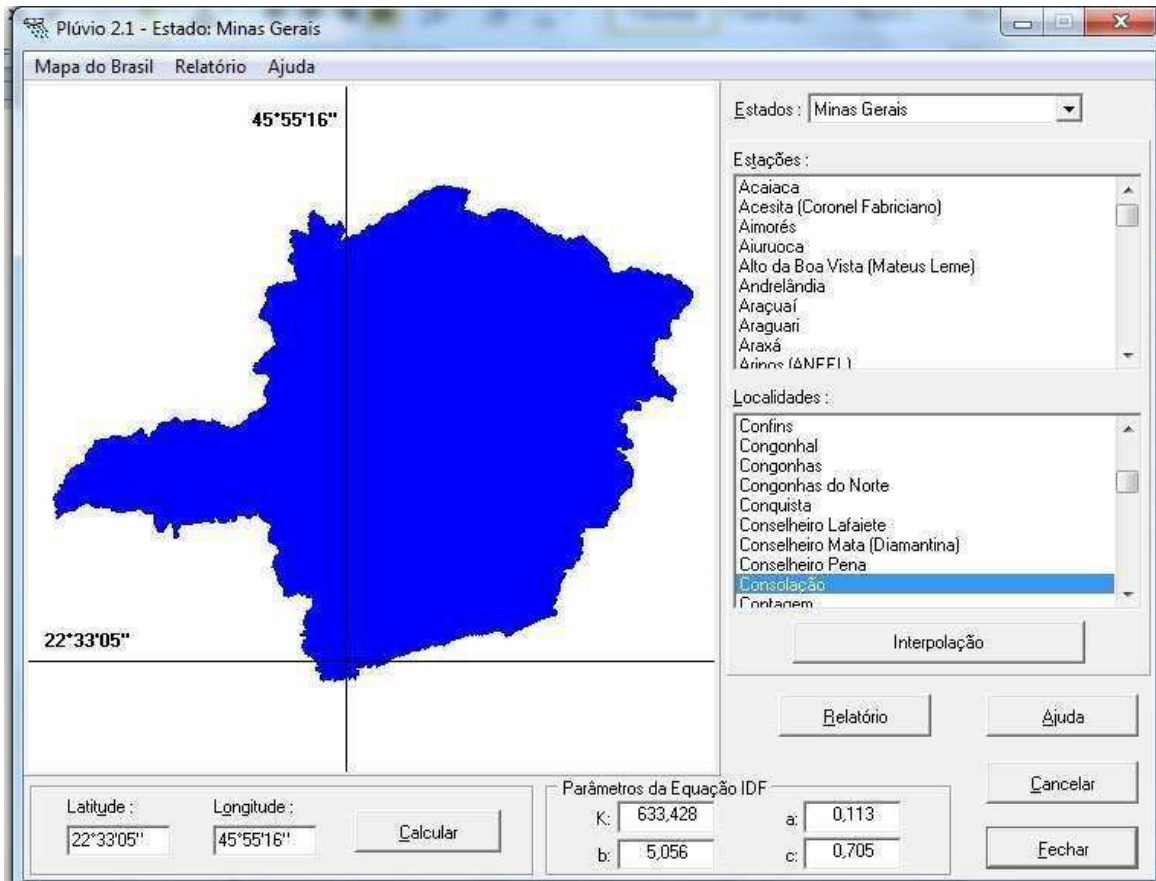
$$i_m = \frac{KT^a}{(t+b)^c}$$

i_m = intensidade máxima de precipitação, mm/h;

T = período de retorno, anos;

t = duração da precipitação, min;

K, a, b, c = parâmetros relativos a localidade determinado com o uso do programa Plúvio 2.1, para as coordenadas específicas.



$$I_m = \frac{633,428 \times 10^{0,113}}{(41,23+5,056)^{0,705}}$$

$$I_m = 821,67/14,93$$

$$I_m = 55,03 \text{ mm/h}$$

De posse desses valores: $Q_{\text{máx}} = 0,278 \times C \times I \times A$

$$Q_{\text{máx.}} = 0,278 \times 0,35 \times 55,03 \times 0,85$$

$$Q_{\text{máx.}} = 4,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

Calculo da vazão suportada pela canalização

A canalização foi realizada com manilhas de 1 metro de diâmetro interno, cuja a capacidade de vazão é dada por:

$$Q = C_d \times A \times (2 \times g \times H)^{1/2}$$

$$Q = \text{Vazão}$$

$$C_d = \text{Coeficiente de descarga (} C_d = 0,6 \text{)}$$

A = área da seção transversal

G = aceleração da gravidade: $9,81 \text{ m/s}^2$

H = altura da lâmina de água para encher a manilha = 1 m

-área da seção transversal é igual a πr^2

-área da seção transversal é igual a 0,785

$$Q = 0,6 \times 0,785 \times (2 \times 9,81 \times 1)^{1/2}$$

$$Q = 2,086 \text{ m}^3/\text{s}$$

O valor da vazão de 2,086 m³/s foi calculado levando em consideração a área de uma manilha que tem diâmetro de 1 metro. Durante visitas técnicas evidenciou-se que o nível de água na canalização não chegava a 5 cm de altura. Para o cálculo da vazão máxima do projeto levou-se em consideração a precipitação máxima de chuva. É pouco provável que ocorra, levando-se em consideração os períodos de estiagem apresentados nos últimos anos.

Segue no anexo estudo de avaliação do efeito do aumento da velocidade de escoamento no canal em possíveis aumentos das manchas de inundação à jusante da canalização bem como a necessidade de implantação de estruturas para dissipação de energia, sendo apresentado o dimensionamento hidráulico e avaliação do efeito dessa estrutura no amortecimento da velocidade de escoamento à jusante.

6. CONCLUSÃO

A canalização já encontra-se implantada com diâmetro de 1m e de 0,8m, após a aprovação da outorga, a parte de 0,8 m será substituída por manilhas com diâmetro de 1m. A intervenção é adequada à sua finalidade ao melhorar a drenagem de águas naturais e pluviais; evitando prejuízos financeiros e à saúde da população.

Não há expectativa de quaisquer novos impactos ambientais negativos ou de prejuízo ao curso d'água. Para a troca de manilhas, o pedido para intervenção também deve passar pelo Codema.

Portanto, diante de todos os dados expostos neste estudo e certos de que os benefícios obtidos pela população de Consolação/MG, devido a implantação da canalização, o requerente solicita em caráter de urgência a regularização da mesma junto ao IGAM.

Consolação, 28 de dezembro de 2023



Lucília Helena de Castro
Engenheira Ambiental

RELATÓRIO FOTOGRAFICO



Figura 3: Imagem da localização da canalização e da área ao entorno. Imagem do Google Earth 2021. Acesso em 27/12/2023



Figura 4: Imagem do início da canalização. Foto 20-10-2022



Figura 5: Imagem da Rua Cândido M. de Oliveira e do terreno da Sra. Rosely por onde passa a canalização. Foto 22/10/2022.

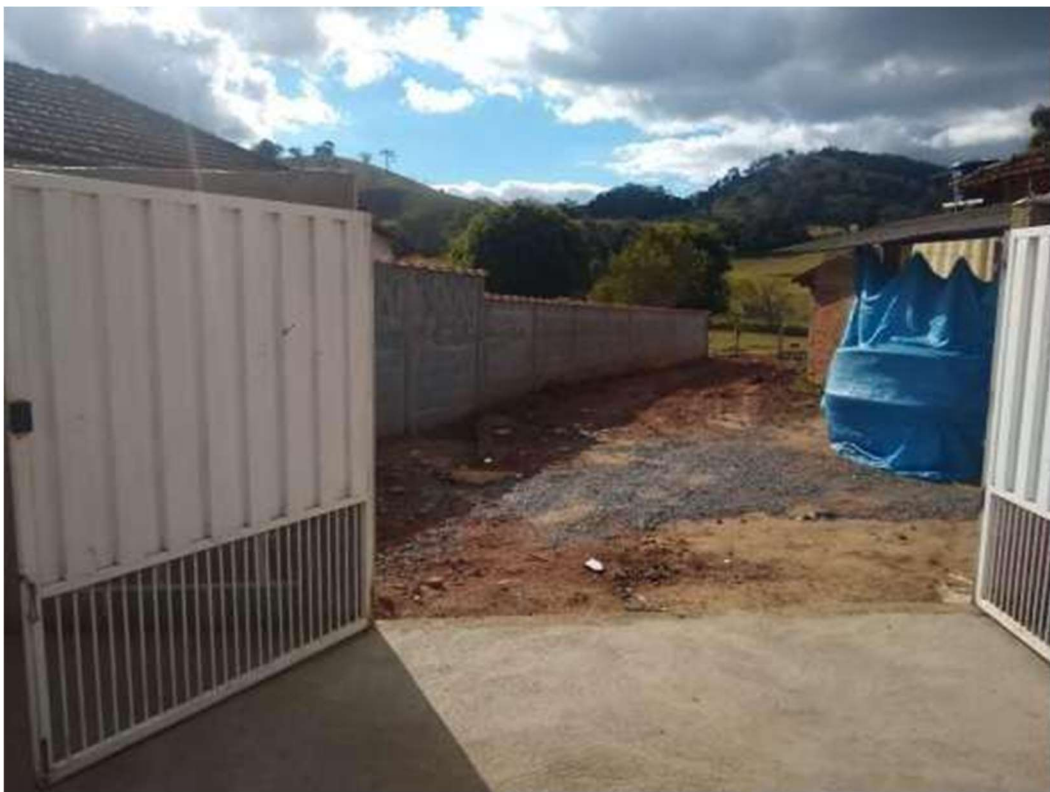


Figura 6: A canalização passa por baixo da rua, do passeio e entre no terreno de propriedade da Sra. Tereza Marques Ferreira. Foto 23/06/2021.



Figura 7: Imagem dos fundos do terreno da Sra. Tereza Marques Ferreira, por onde passa a canalização. A canalização termina no local representado pela seta. Foto 23/06/2021.



Figura 8: Imagem do fim da canalização. Coordenadas de referencia: 22°33'8.88''S e 45°55'28.71''O. A manilha mais clara é responsável pela captação da água da chuva. Foto 23/06/2021.



Figura 9: Imagem do fim da canalização, onde o curso de água volta a correr aberto. Foto 23/06/2021.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. **Consulta ao Município de Consolação.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/consolacao/panorama>

MARTINS, et al. **Classificação Climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário Atual E Projeções Futuras.** Revista Brasileira de Climatologia, Ano 14, ISSN: 2237-8642 (Eletrônica), p.129-156, novembro, 2018.

MINAS GERAIS. **DN COPAM nº 95/2006. Dispõe sobre critérios para o licenciamento ambiental de intervenções em cursos d'água de sistemas de drenagem urbana no Estado de Minas Gerais.** Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5533>

MINAS GERAIS. **Manual Técnico E Administrativo De Outorga De Direito De Uso De Recursos Hídricos No Estado De Minas Gerais.** Disponível em: http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/864/3/Manual%20tecnico%20administrativo_MINAS%20GERAIS_2010.pdf

SOUZA, S. M. T. (Coord.) **Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: COPASA:HIDROSISTEMAS, 1993

INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR CANALIZAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONSOLAÇÃO

fevereiro/2022

1. ÁREA A JUSANTE DA CANALIZAÇÃO

A jusante da canalização trata-se de uma área de várzea que durante o período chuvoso do ano, quando o Córrego Olaria (córrego a jusante) atinge sua calha máxima, ele naturalmente alaga suas margens, e a água proveniente da canalização faz parte da bacia hidrográfica do ponto onde será lançada, o qual possui uma bacia hidrográfica muito maior do que a do córrego Coruja (córrego canalizado).

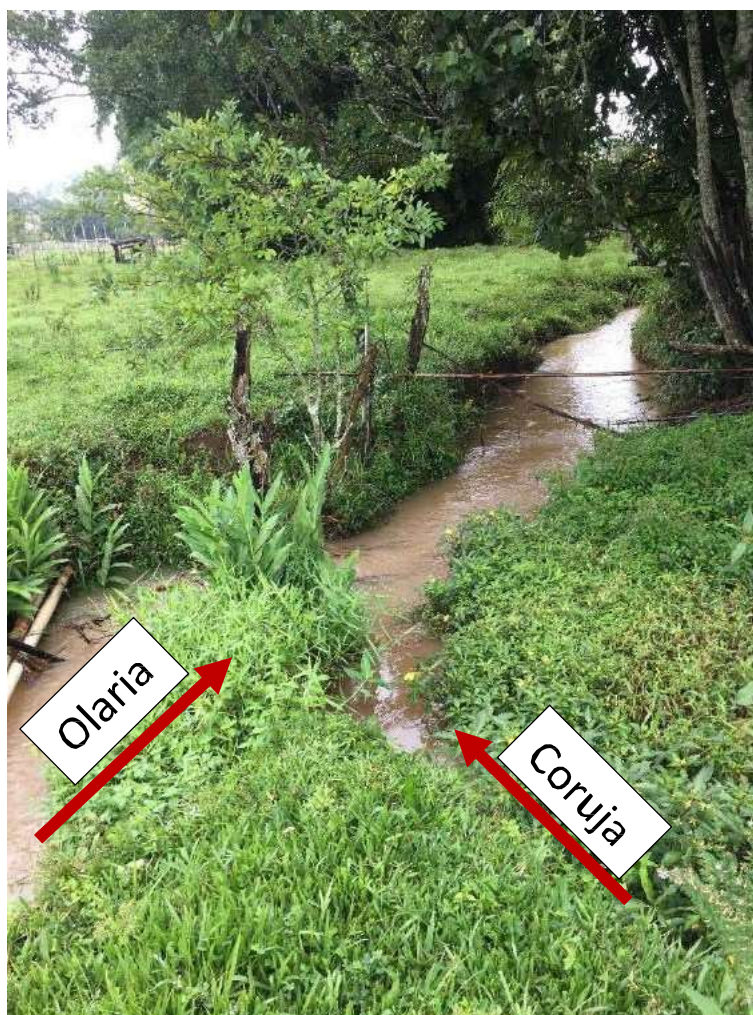


Figura 1 – confluência dos córregos olaria e coruja (AUTOR – 2022)

Como pode ser visto na imagem a seguir, que o polígono em azul é a bacia de contribuição do córrego Coruja no ponto de montante da canalização. Já o polígono amarelo somado ao polígono azul forma a bacia hidrográfica do córrego Olaria no ponto de jusante da canalização.



Figura 2 – Bacia hidrográfica do córrego a jusante da canalização (AUTOR – 2022)

Na área a jusante da canalização as manchas de inundação são frequentes, uma condição natural desse relevo onde se tem uma área plana, com escoamento lento, e que é cercada por montanhas com um deflúvio acelerado, sendo que essas manchas ficam presentes por vários dias após as chuvas.



Figura 3 – Várzea a jusante da canalização – 31/01/2022. (AUTOR – 2022)

Nesse início de ano, em que as precipitações pluviométricas estão sendo de grande intensidade, não foi constatado nenhum sinal evidente de transtorno a jusante da canalização, causado pelo aumento da velocidade da água, e também não foram constatadas novas manchas de inundação no local.

2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Para entender como a canalização influenciará no tempo de concentração faremos adoções para alguns dados da bacia do córrego coruja, de forma a verificar a variação do tempo de concentração entre uma idealização em que não há canalização, e outra situação com a canalização. Isso mostra o tempo que a canalização irá reduzir na concentração.

Os dados usados estão mostrados nas tabelas a baixo, e os detalhes de cálculo da canalização se encontra no anexo II.

Tabela 1 - Dados para a bacia sem a canalização

SEM CANALIZAÇÃO	
Talvegue:	1,4 km
Desnível:	78 m

Tabela 2- Dados para a bacia com a canalização

COM CANALIZAÇÃO	
Trecho sem canalização	
Talvegue:	1,31 km
Desnível:	69 m
Trecho com canalização	
Talvegue:	87,8 m
Desnível:	9 m
Velocidade máxima:	3,94 m/s
Vazão máxima:	3,784 m ³ /s

Seguindo com os dados apresentados a cima, temos para a bacia sem a canalização o seguinte tempo de concentração utilizando a fórmula da kirpich:

$$t_c = 57 \left\{ \frac{L^3}{H} \right\}^{0,385}$$

Onde:

- t_c** tempo em minutos,
- L** extensão do talvegue em quilômetros,
- H** desnível do talvegue em metros,

$$t_c = 57 \left\{ \frac{1,4^3}{69,0} \right\}^{0,385}$$

$$\mathbf{t_c = 16,47 \text{ minutos}}$$

Com a canalização instalada teremos 2 situações, um trecho onde a água continua correndo em seu curso natural e um trecho onde corre pela canalização e o tempo de concentração passa a ser a soma dos dois.

Trecho de curso natural:

$$t_c = 57 \left\{ \frac{1,31^3}{69,0} \right\}^{0,385}$$

$$\mathbf{t_c = 15,25 \text{ minutos}}$$

Trecho canalizado:

$$t = \frac{\text{Distância}}{\text{Velocidade}}$$

$$t = \frac{87,8m}{3,94m/s} = 22,28 \text{ s} = 0,37 \text{ min}$$

Trecho Total:

$$\mathbf{t_c = 15,25 + 0,37 = 15,62 \text{ min}}$$

A redução no tempo de escoamento é de 0,82min.

3. VELOCIDADE DO CÓRREGO A JUSANTE DA CANALIZAÇÃO

Para a determinação da velocidade do córrego foi utilizado o método do flutuador, esse método consiste em cronometrar o deslocamento de um flutuador que percorre uma distância conhecida, obtendo-se assim a velocidade do escoamento, nas camadas superficiais. Repete-se o processo foi repetido 4 (quatro) vezes para termos uma média da velocidade na seção. Conforme ilustrado na figura

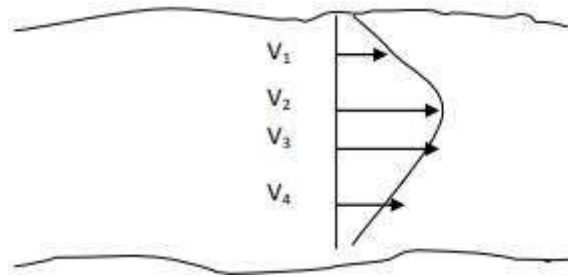


Figura 4 – Método do flutuador

Como foi desconsiderada a velocidade das margens e temos um número razoável de medições podemos aplicar uma média simples.

$$v_{esc} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n}$$

Para chegarmos à velocidade medimos o tempo que uma boia levou para percorrer um trecho retilíneo de 15 metros a jusante da confluência dos córregos. Chegando nos resultados da tabela abaixo:

Tabela 3 – Velocidade do córrego Olaria.

LEITURA	TEMPO	VELOCIDADE
1	16,8 s	0,89 m/s
2	16,2 s	0,92 m/s
3	15,8 s	0,95 m/s
4	16,9 s	0,89 m/s

$$v_{esc} = \frac{0,89 + 0,92 + 0,95 + 0,89}{4} = 0,91 \text{ m/s}$$



Figura 5 – trecho onde foi feito o cálculo de velocidade a jusante do encontro dos córregos – 31/01/2022. (AUTOR – 2022)

No dia do levantamento aconteceu algumas chuvas leves que proporcionaram um volume maior do córrego.

4. TAPETE DE ENROCAMENTO

Para evitar a necessidade de utilização de concreto na construção de um dispositivo de dissipação de energia, o que provavelmente constituiria uma solução mais dispendiosa economicamente, optou-se por um Dissipador em Enrocamento.

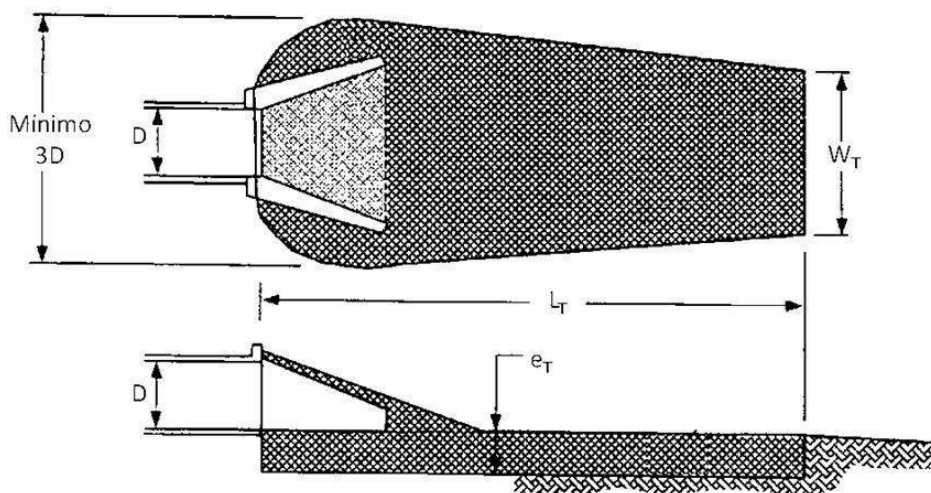


Figura 6 – tapete de enrocamento (HENRIQUES – 2014)

Os tapetes de enrocamento dissipam energia por efeito do aumento da rugosidade, eles servem para espalhar o escoamento ajudando a transição para o canal natural a jusante.

Para o dimensionamento será levado em conta as duas passagens hidráulicas presentes no local, sendo uma de 0,6 m e uma de 1,0 m.



Figura 7 – Saída da canalização (AUTOR – 2014)

No projeto de tapetes de enrocamento é determinado o diâmetro médio do enrocamento (D_{50}), o comprimento (L_T), a largura (W_T) e a espessura do tapete de proteção (e_T). O dimensionamento dos tapetes de enrocamento utiliza expressões de cálculo obtidas por diferentes autores.

4.1. DIÂMETRO DO MATERIAL DO ENROCAMENTO

O diâmetro médio do enrocamento define a dimensão média dos blocos de enrocamento a serem utilizados. A determinação será feita através da tabela em que as variáveis de entrada são Vazão (m^3/s) e Diâmetro da Passagem Hidráulica (m).

Tabela 4 - Diâmetro médio de enrocamento em função da vazão de projeto e do diâmetro da passagem hidráulica para baixa altura de água a jusante (adaptado de Bureau of Land and Water Quality, 2003)

Diâmetro da PH (m)	0,30	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,75	0,90	1,10	1,20	1,40	1,50
Vazão (m^3/s)												
0,09	0,10											
0,15	0,10											
0,24	0,13	0,10										
0,30	0,15	0,13	0,10									
0,45	0,20	0,15	0,20	0,13								
0,50		0,20	0,20	0,13								
0,60		0,25	0,25	0,15								
0,75		0,30	0,30	0,15	0,15							
0,90				0,20	0,20	0,15						
1,20				0,30	0,25	0,20	0,15					
1,50				0,41	0,41	0,25	0,20	0,15				
2,10					0,46	0,38	0,30	0,20				
2,70						0,46	0,41	0,30	0,25			
3,00						0,51	0,46	0,30	0,25			
3,75						0,61	0,51	0,41	0,30	0,25		
4,50							0,61	0,51	0,41	0,30	0,25	
6,00								0,61	0,51	0,46	0,38	0,30

Como a tabela não possui o valor de 1,00m para o diâmetro da passagem hidráulica será tirada uma média dos valores de 0,90m e 1,10m.

$$D_{50} = \frac{0,41 + 0,30}{2} = 0,35m$$

4.2. COMPRIMENTO E ESPESSURA DO TAPETE DE ENROCAMENTO

Para determinar o comprimento do tapete de enrocamento foi utilizado a tabela, proposto por Bureau of Land and Water Quality (2003), onde o comprimento é dado em função da Vazão (m^3/s) de projeto e do Diâmetro da Passagem Hidráulica (m).

Tabela 5- Classes de enrocamento e dimensões do tapete de enrocamento (adaptado de Thompson, et al., 2006)

Classe de enrocamento	D_{50} (m)	Comprimento do tapete (m)	Espessura do tapete (m)
1	0,125	4D	$3,5D_{50}$
2	0,150	4D	$3,3D_{50}$
3	0,250	5D	$2,4D_{50}$
4	0,350	6D	$2,2D_{50}$
5	0,500	7D	$2,0D_{50}$
6	0,550	8D	$2,0D_{50}$

$$L_T = 6 \times 1,0 = 6,0m$$

$$e_T = 2,2 \times 0,35 = 0,77m$$

4.3. LARGURA DO ENROCAMENTO

Para dimensionar a largura do tapete de enrocamento, foi adotado a recomendação de MATA-LIMA (2010) de que a largura seja determinada com base na secção da passagem hidráulica, devendo ter um valor igual a 4 vezes o diâmetro da passagem hidráulica.

$$W_T = 4 \times 1,0 = 4,0m$$

4.4. VELOCIDADE DE SAÍDA DA ÁGUA À JUSANTE DO ENROCAMENTO

Para a verificação da velocidade de saída da água após passar pelo enrocamento será adotado que a mesma percorre o trecho de canal trapezoidal com margens na proporção de 2:1 e a declividade de 0,01 m/m, tendo a rugosidade (manning) condizente com Fundo de cascalho, seixo rolado e poucos

matacões estabelecido na Tabela 32 do Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT/IPR – 724, onde $n = 0,05$.

Da tabela 31 do Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT/IPR – 724, obtém-se que a velocidades máximas admissível para a água em um trecho com cobertura superficial de grama firmemente implantada é de 1,5 m/s.

Através de um processo iterativo apresentado no ANEXO I chegou-se no resultado mostrado na figura abaixo:

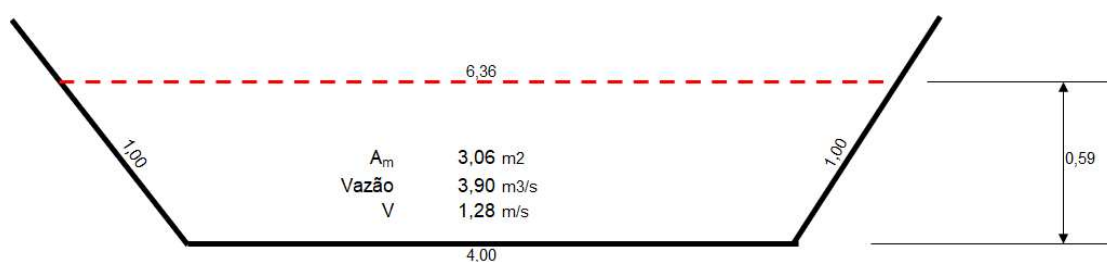


Figura 8 – Resultado obtido para o escoamento no canal formado pelo enrocamento (AUTOR, 2022)

A interação mostrou que dentro das condições de contornos impostas para os cálculos, a água ao terminar sua passagem pelo tapete de enrocamento tende a sofrer um ressalto hidráulico capaz de reduzir sua velocidade e deixar dentro do parâmetro limite de velocidade para o terreno.

5. CONCLUSÃO

O estudo mostrou que levando em consideração a situação crítica para a canalização, e a mesma se mostrou sem a ocorrência efeitos graves, sendo que a diferença encontrada entre os tempos de concentração para a situação hipotética sem a canalização e a situação com canalização é de menos de 1 min, não havendo uma diminuição muito grande entre esses tempos.

O volume total escoado continuará sendo o mesmo, e como naturalmente acontece um alagamento nessa várzea nos meses chuvosos do ano, o aumento da vazão desse trecho de canalização não implicará em novas manchas de inundação e nem as potencializará, já que a diferença para o deflúvio natural é pequena.

Com a utilização do tapete de enrocamento será possível amortecer a velocidade da água de forma que fique dentro de um limite aceitável. Esta solução apresenta

ainda a vantagem de ser uma solução flexível e não monolítica capaz de se adaptar a eventuais deformações perante quaisquer modificações ou deteriorações, e também ser facilmente reparada com a colocação de novos blocos.

6. REFERÊNCIA

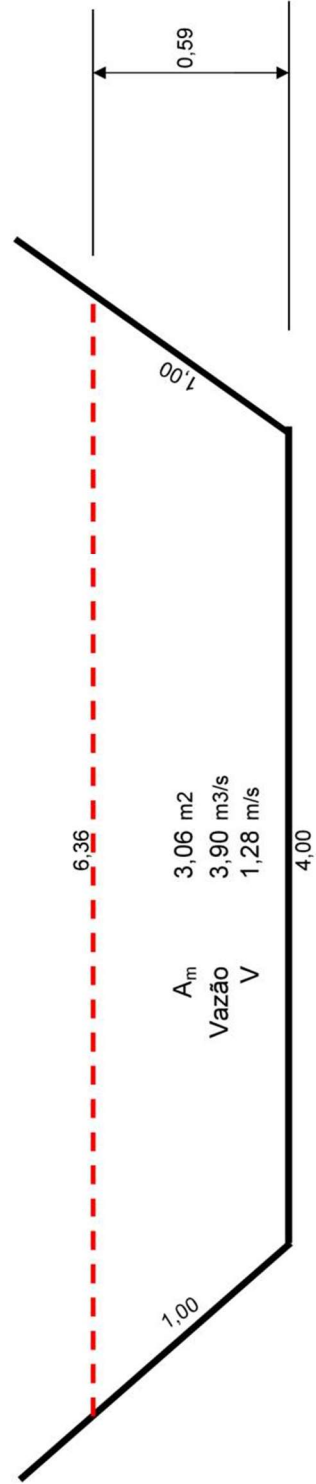
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES.

DNIT – IPR 724 Manual de Drenagem de Rodovias. 2ª Edição. Rio de Janeiro. 2006.

HENRIQUES, T. M. S. **Dimensionamento de Obras de Dissipação de Energia em Drenagem de Vias de Comunicação**. Lisboa. 2014. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

MATA-LIMA, H. **Dimensionamento de Estruturas de Dissipação da Energia do escoamento**. Funchal. 2010. 22 f. Universidade da Madeira.

CANALIZAÇÃO										CONSOLAÇÃO - MG					Data: 19/01/2022	
Projeto: PLANILHA DE CÁLCULO DE SEÇÃO TRAPEZOIDAL										Local:					Data:	
Vazão de Projeto m³/s	Base		Dimensões Internas (m)			Lâmina D' Água(m)	Declividade (m/m)	Rugosidade	Área Molhada (m²)	Perímetro Molhado (m)	Raio Hidráulico	Número de Froude	Q Vazão (m³/s)	V Velocidade (m/s)		
	menor	maior	Lado 1	Lado 2	Lado 2											
3,78	4,00	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,050	6,00	6,00	1,000	0,306	12,00	2,00			
3,78	4,00	6,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,050	2,50	6,00	0,417	0,071	2,79	1,12			
3,78	4,00	7,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,050	4,13	6,00	0,688	0,164	6,43	1,56			
3,78	4,00	6,80	1,00	1,00	1,00	0,70	0,050	3,78	6,00	0,630	0,142	5,56	1,47			
3,78	4,00	6,40	1,00	1,00	1,00	0,60	0,050	3,12	6,00	0,520	0,103	4,04	1,29			
3,78	4,00	6,36	1,00	1,00	1,00	0,59	0,050	3,06	6,00	0,509	0,099	3,90	1,28			



BUEIRO CONFECCIONADO: 1 TUBO DE 1,00 M E UM TUBO DE 0,60 M

TUBOS DE CONCRETO:		$\delta =$	0,12	Inclinação i =	1,00 %		
$P/D =$	1,00 m						
$h = 0,81 D \rightarrow Rh = 0,304 \times D =$	0,304	1,00	0,304				
$K = (87 \sqrt{Rh}) / [(8) + \sqrt{Rh}]$	87,00	0,55	47,97	0,12	0,55	0,67	71,45
$Vm\acute{a}x. = 0,780 \times K \times \sqrt{(D/2)^5 \times i}$	0,78	71,45	0,50	0,71	39,41	1,00	3,94 m/s
$h = 0,95 D \rightarrow Rh = 0,2865 \times D =$							
$Qm\acute{a}x = 2,355 \times K \sqrt{(D/2)^5 \times i}$		0,2865	1,00	0,2865			
$K = (87 \sqrt{Rh}) / [(8) + \sqrt{Rh}]$		87,00	0,54	46,57	0,12	0,54	71,07
$Qm\acute{a}x = 2,355 \times K \times \sqrt{(D/2)^5 \times i}$		Qm\acute{a}x. =	2,355	71,07	167,36	0,50	0,03125 0,17678 29,59
TUBOS DE CONCRETO:							
$P/D =$	0,60 m						
$h = 0,81 D \rightarrow Rh = 0,304 \times D =$	0,304	0,60	0,182				
$K = (87 \sqrt{Rh}) / [(8) + \sqrt{Rh}]$	87,00	0,43	37,16	0,12	0,43	0,55	67,92
$Vm\acute{a}x. = 0,780 \times K \times \sqrt{(D/2)^5 \times i}$	0,78	67,92	0,30	0,55	29,02	1,00	2,90 m/s
$h = 0,95 D \rightarrow Rh = 0,2865 \times D =$							
$Qm\acute{a}x = 2,355 \times K \sqrt{(D/2)^5 \times i}$		0,2865	0,60	0,1719			
$K = (87 \sqrt{Rh}) / [(8) + \sqrt{Rh}]$		87,00	0,54	46,57	0,12	0,54	71,07
$Qm\acute{a}x = 2,355 \times K \times \sqrt{(D/2)^5 \times i}$		Qm\acute{a}x. =	2,355	71,07	167,36	0,30	0,00243 0,04930 8,25

SITUAÇÃO 02:
VELOCIDADE MÁXIMA: 3,94 m/s (TUBO DE 1,00 M)
VAZÃO MÁXIMA: (a) + (b) = 3,784 m3/s

1,00 0,1 **0,825 m3/s (a)**



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20220886630

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

IVO

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 1418433799

Registro:

2. Dados do Contrato

Contratante: Prefeitura Municipal de Consolação-MG

RUA Ananias Cândido Almeida

Complemento:

Cidade: CONSOLAÇÃO

Bairro: centro

UF: MG

CPF/CNPJ: 18.025.916/0001-61

Nº: 15

CEP: 37670000

Contrato: Não especificado

Valor: R\$ 500,00

Ação Institucional: Outros

Celebrado em:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados da Obra/Serviço

RUA Candido Marques de Oliveira

Complemento:

Cidade: CONSOLAÇÃO

Data de Início: 01/02/2022

Finalidade: OUTROS

Proprietário: Prefeitura Municipal de Consolação-MG

Bairro: centro

UF: MG

Nº: S/N

CEP: 37670000

Previsão de término: 20/12/2022

Coordenadas Geográficas: 0, 0

Código: Não Especificado

CPF/CNPJ: 18.025.916/0001-61

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
31 - Dimensionamento > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS > DE SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS > #5.3.1.2 - BUEIRO	1,00	m
16 - Execução		
42 - Estudo de viabilidade ambiental > MEIO AMBIENTE > GESTÃO AMBIENTAL > #7.6.7 - DE IMPACTO AMBIENTAL	24,00	h/d

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Estudo de impacto de canalização sobre rio Olaria, com dimensionamento de dissipador para amortecer a velocidade.

6. Declarações

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea).

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Consolação, 03 de Janeiro de 2022

Local

data

Prefeitura Municipal de Consolação-MG - CNPJ: 18.025.916/0001-61

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

* O comprovante de pagamento deverá ser apensado para comprovação de quitação

10. Valor

Valor da ART: R\$ 88,78

Registrada em: 02/02/2022

Valor pago: R\$ 88,78

Nosso Número: 8597513959

