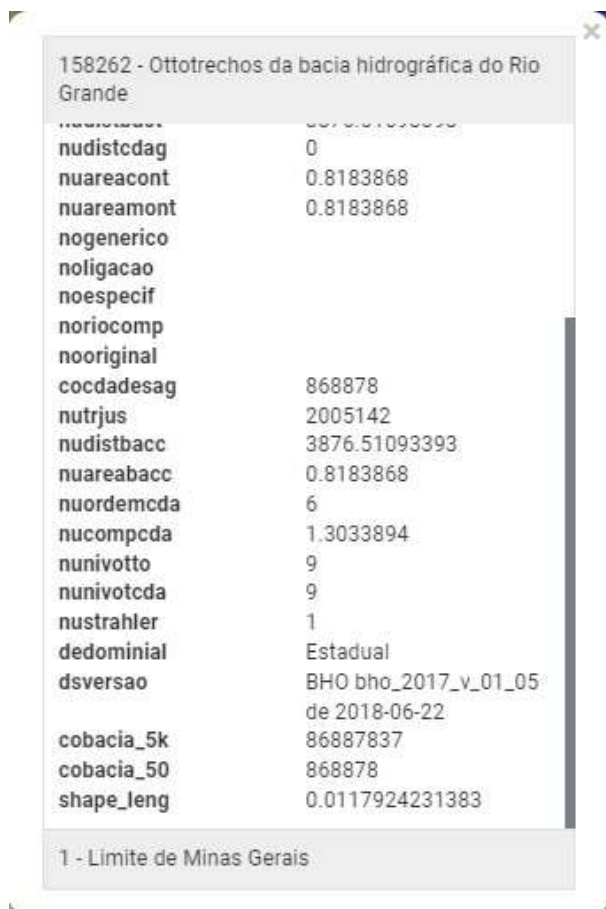


3.6 MEMORIAL DE CÁLCULOS HÍDRICOS DA BACIA

3.6.1 CARACTERIZAÇÃO DO RECURSO HÍDRICO



158262 - Ottotrechos da bacia hidrográfica do Rio Grande

nudistcdag	0
nuareacont	0.8183868
nuareamont	0.8183868
nogenerico	
noligacao	
noespecif	
noriocomp	
nooriginal	
cocdadesag	868878
nutrjus	2005142
nudistbacc	3876.51093393
nuareabacc	0.8183868
nuordemcda	6
nucompca	1.3033894
nunivotto	9
nunivotcda	9
nustrahler	1
dedominial	Estadual
dsversao	BHO bho_2017_v_01_05 de 2018-06-22
cobacia_5k	86887837
cobacia_50	868878
shape_leng	0.0117924231383

1 - Limite de Minas Gerais

FIGURA – 29: DADOS DO SISTEMA FEDERAL

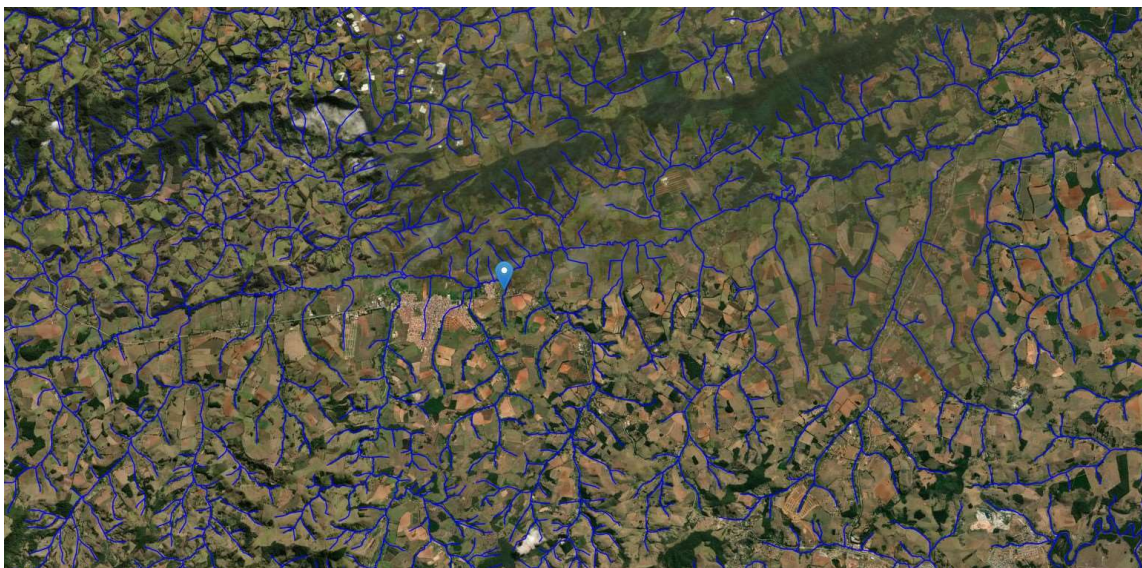


FIGURA – 30: LOCALIZAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA "SEM DENOMINAÇÃO"

3.6.2 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO DA BACIA

Também chamada de área de drenagem ou bacia de um rio, é toda a área ou região onde as águas de chuva descarregam ou são drenadas para uma seção do curso d'água.

Foi possível encontrar uma área de drenagem da ordem de 0,511 [km²] (51,1 [ha]), como mostra a Figura:

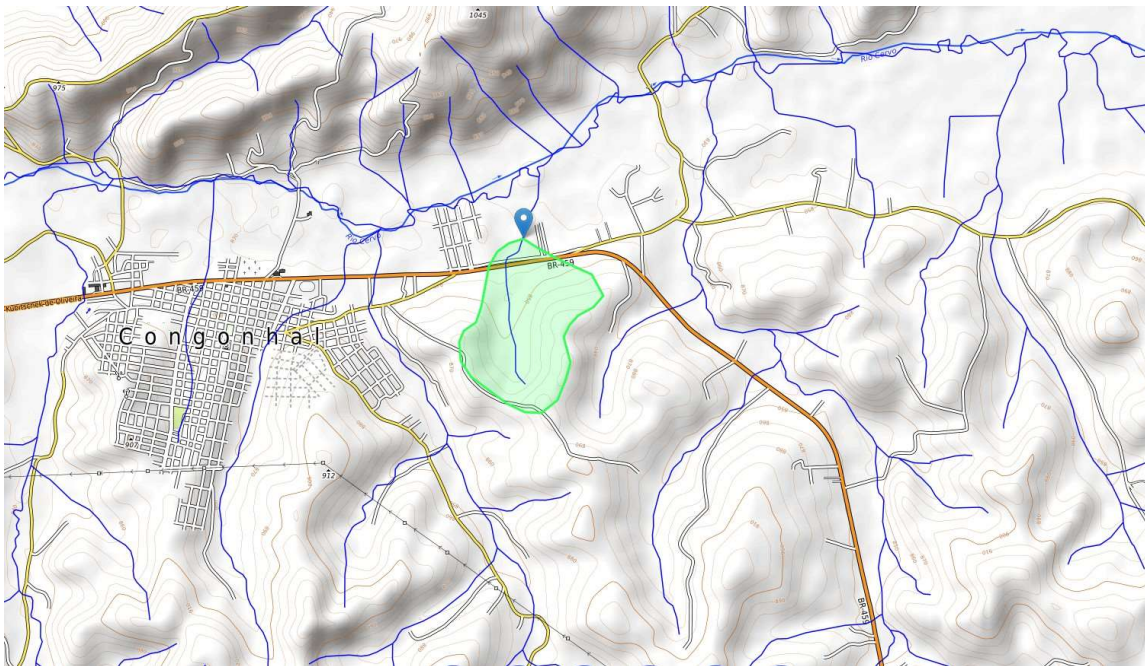


FIGURA – 31: ÁREA DE DRENAGEM DA BACIA (51,1 [ha])

3.6.3 ANÁLISE DE DISTÂNCIAS TOTAIS

O comprimento do talvegue (Lt), assim como o comprimento do rio (Lr) estão ilustrados na seguinte Figura:

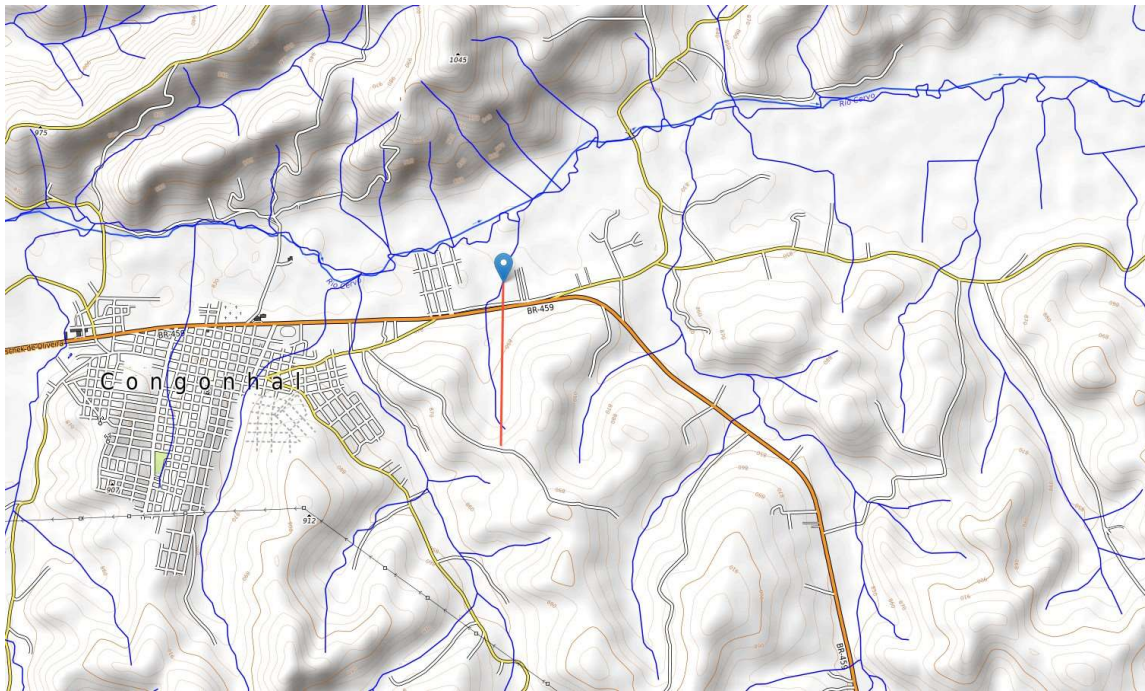


FIGURA – 32: COMPRIMENTO DO TALVEGUE (0,935 [km])

3.6.4 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELA FÓRMULA DE KIRPICH

$$tc = 57 \times \left(\frac{L_t^3}{H} \right)^{0,385} \quad [min]$$

Onde:

tc = Tempo de concentração [min.];

L_t = Comprimento do talvegue [km] (0,935 [km]);

H = Cota máxima menos cota mínima [m] (880 – 835 = 45 [m]);

$$tc = 57 \times \left(\frac{0,935^3}{45} \right)^{0,385} \quad [min]$$

$$tc \cong 12,18 \quad [min]$$

3.6.5 INTENSIDADE MÉDIA DE CHUVAS

$$im = \frac{-K \times T^a}{(t+b)^c} \text{ [mm/h]}$$

Onde:

t = tempo de concentração [min.];

im = intensidade média de chuva [mm/h];

T = tempo de retorno [anos];

Os coeficientes K, a, b e c estão dispostos conforme mostra a Figura:

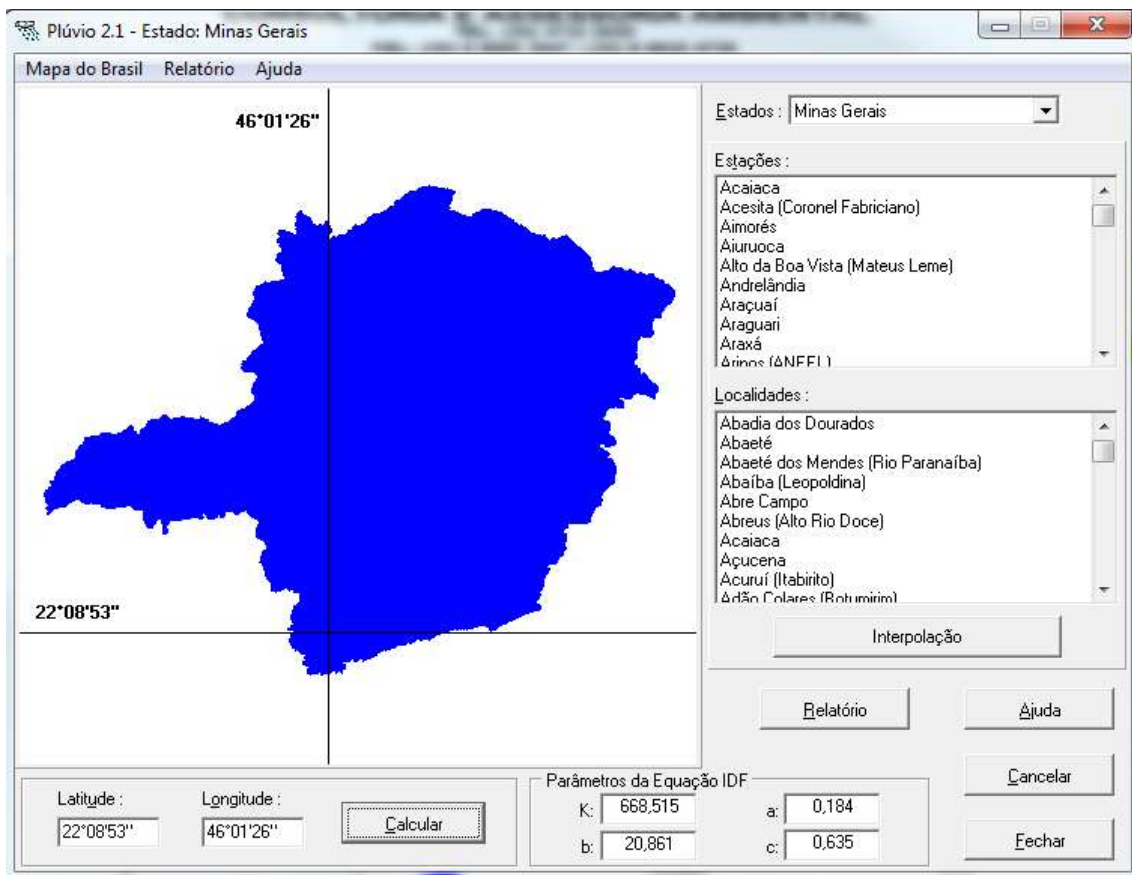


FIGURA – 33: SOFTWARE PLÚVIO COM AS COORDENADAS DO PONTO DE CAPTAÇÃO

$$im = \frac{-668,515 \times 25^{0,184}}{(12,18 + 20,861)^{0,635}}$$

$$im \cong 131,14 \text{ [mm/h]}$$

3.6.6 FATOR DE FORMA

$$Kf = \frac{L}{2 \times \left(\frac{A}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

Onde:

L = Comprimento do talvegue principal [km];

A = Área de drenagem da bacia [km²].

$$Kf = \frac{0,935}{2 \times \left(\frac{0,811}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$Kf = 1,16$$

3.6.7 COEFICIENTE DE FORMA

$$c_1 = \frac{4}{2 + Kf}$$

Onde:

Kf = Fator de forma.

$$c_1 = \frac{4}{2 + 1,16}$$

$$c_1 = 1,27$$

3.6.8 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

$$C = \left(\frac{c_2}{c_1} \right) \times \left(\frac{2}{1+Kf} \right)$$

Onde:

c_2 = coeficiente de escoamento superficial ($c_2 = 0,30$);

c_1 = Coeficiente de forma.

$$C = \left(\frac{0,3}{1,27} \right) \times \left(\frac{2}{1+1,16} \right)$$

$$C = 0,2187$$

3.6.9 ESTIMATIVA DE VAZÃO DE PROJETO

Foi utilizado para estimativa da vazão máxima de projeto, o “Método Racional” (CARVALHO, J.A Dimensionamento de Pequenas Barragens Para Irrigação. Lavras: UFLA, 2008 44p.) que tem a seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \times im \times A}{360} \times \varphi [m^3/s]$$

$$\varphi = 0,278 - 0,0000034 \times A$$

Onde:

Q = Vazão de cheia [m^3/s];

C = Coeficiente de escoamento;

im = Intensidade de chuva [mm/h];

A = Área de drenagem da bacia [ha];

φ = Coeficiente de retardamento.

$$\varphi = 0,278 - 0,0000034 \times 51,1 \cong 0,2778$$

$$Q = \frac{0,2187 \times 131,14 \times 51,1}{360} \times 0,2778$$

$$Q \cong 1,13 [m^3/s]$$

3.6.10 VAZÃO SUPORTADA PELA TUBULAÇÃO EXISTENTE

Os dados topográficos de distância e cotas estão descritos no Estudo Hidráulico para não haver duplicidade de dados, assim como o memorial de cálculos da vazão aqui apresentada.

$$Q_{\text{tubulação atual}} = 0,97 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

3.6.11 CONCLUSÃO

A tubulação instalada não suporta a vazão de cheia, é necessário que seja dimensionado um sistema de complementação de vazão da ordem de, **NO MÍNIMO, 0,16 [m³/s]**, como apresentado nos cálculos:

$$Q_{\text{cheia}} = 1,13 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_{\text{tubulação atual}} = 0,97 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_{\text{déficit}} = 0,16 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

O dimensionamento, projeto e conceito do mesmo será abordado no Estudo Hidráulico.

4 ESTUDO HIDRÁULICO

Metodologia: Considerando os dados apresentados e a distância da canalização, foi utilizado dois cortes transversais para o projeto, um no início e outro no final, visto que, todo trajeto é uma reta, tanto do curso natural quanto da canalização, não havendo curvas, pontes, bueiros ou algum obstáculo.

4.1 SIMULAÇÃO DA SITUAÇÃO SEM CANALIZAÇÃO OU CHEIAS

Uma vez que a obra encontra-se implantada, foi elaborado um estudo de simulação do local antes da implantação.



FIGURA – 34: PLANTA BAIXA SOBREPOSTA A ORTOFOTO ILUSTRANDO A SIMULAÇÃO DO TRECHO SEM A CANALIZAÇÃO

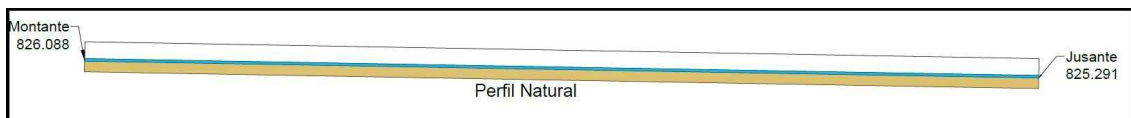


FIGURA – 35: PERFIL LONGITUDINAL

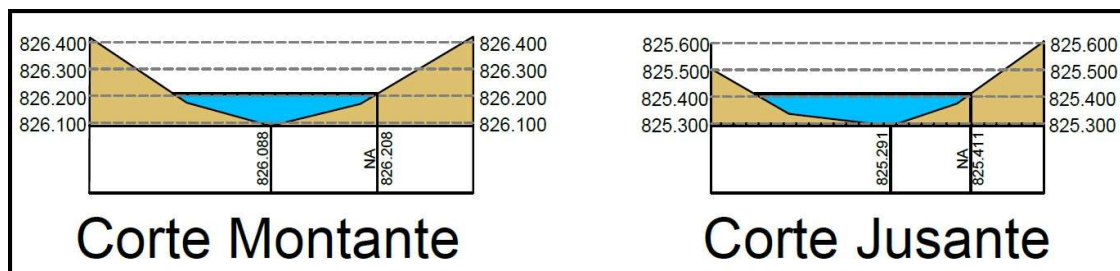


FIGURA – 36: CORTES TRANSVERSAIS LEVANTADOS EM CAMPO

4.2 SITUAÇÃO DE CHEIA SEM A INTERVENÇÃO

Para maior fidedignidade do estudo / modelo, foi tomado como base uma cota de referência de inundação e executado os estudos sobre ela.



FIGURA – 37: PLANTA BAIXA SOBREPOSTA A ORTOFOTO ILUSTRANDO A SIMULAÇÃO DE CHEIAS NO LOCAL SEM A INTERVENÇÃO

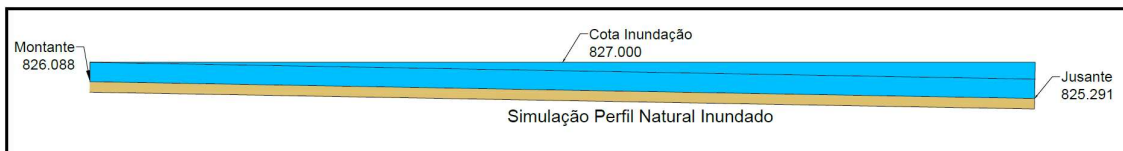


FIGURA – 38: PERFIL LONGITUDINAL / SIMULAÇÃO DE CHEIAS SEM A INTERVENÇÃO

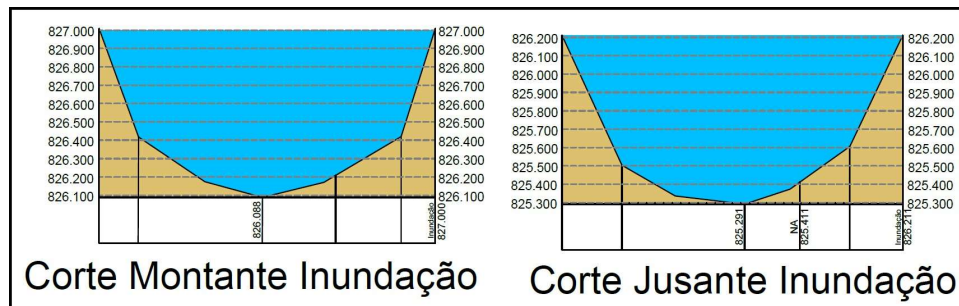


FIGURA – 39: CORTES DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS

4.3 SITUAÇÃO ATUAL



FIGURA – 40: PLANTA BAIXA SOBREPOSTA A ORTOFOTO ILUSTRANDO A SITUAÇÃO ATUAL DO TRECHO

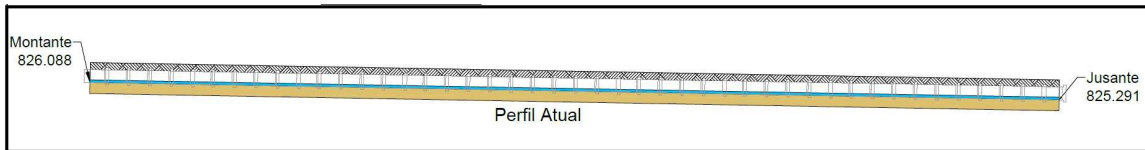


FIGURA – 41: PERFIL LONGITUDINAL / SITUAÇÃO ATUAL

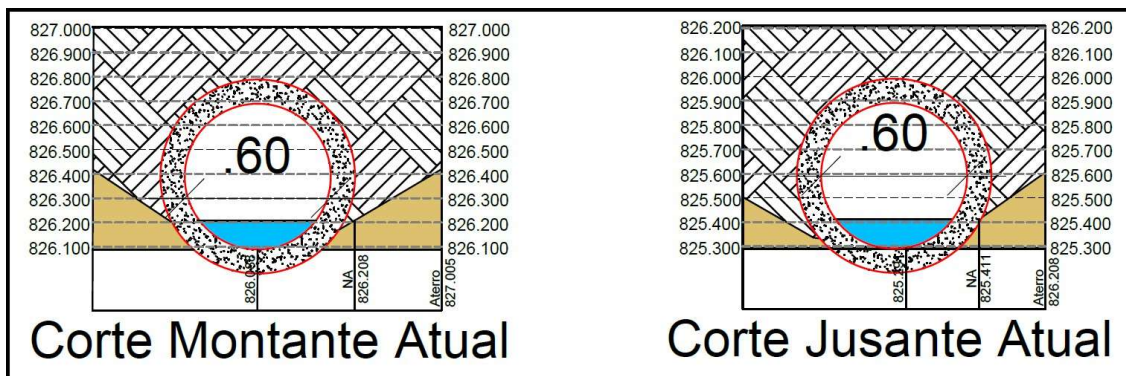


FIGURA – 42: CORTES DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS

4.4 CRITÉRIO / CONCEITO PARA DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO

Como citado, a canalização atual não suporta a vazão máxima de cheia, após a análise “in loco”, e os levantamentos executados, constatou-se que:

- a) Não há viabilidade de descomissionamento da obra implantada, ela será parte integrante do do novo projeto;
- b) A solução que melhor atende o local é a implementação de uma tubulação paralela a existente;
- c) A vazão mínima da nova tubulação é da ordem de 0,16 [m³/s];
- d) Implementação de uma caixa de passagem no início do sistema para correta distribuição da energia d’água e minimização de qualquer impacto que porventura ocorra;
- e) Foi definido que o diâmetro do tubo de concreto armado (manilha) utilizado será de 1,00 [m].

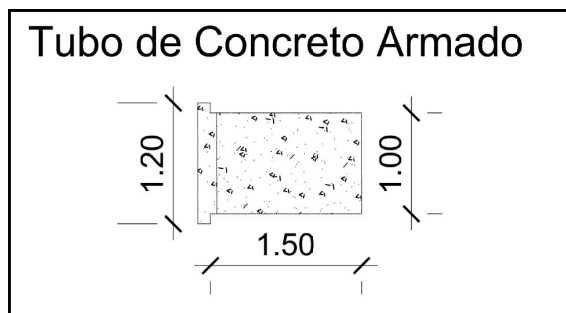


FIGURA – 43: DIMENSÕES DOS TUBOS DE CONCRETO ARMADO UTILIZADOS NA PROPOSTA DE CANALIZAÇÃO

4.5 CAIXAS DE PASSAGEM

No início da canalização será instalada uma caixa de passagem de dimensões 2,60 X 1,40 X 1,60 [m].

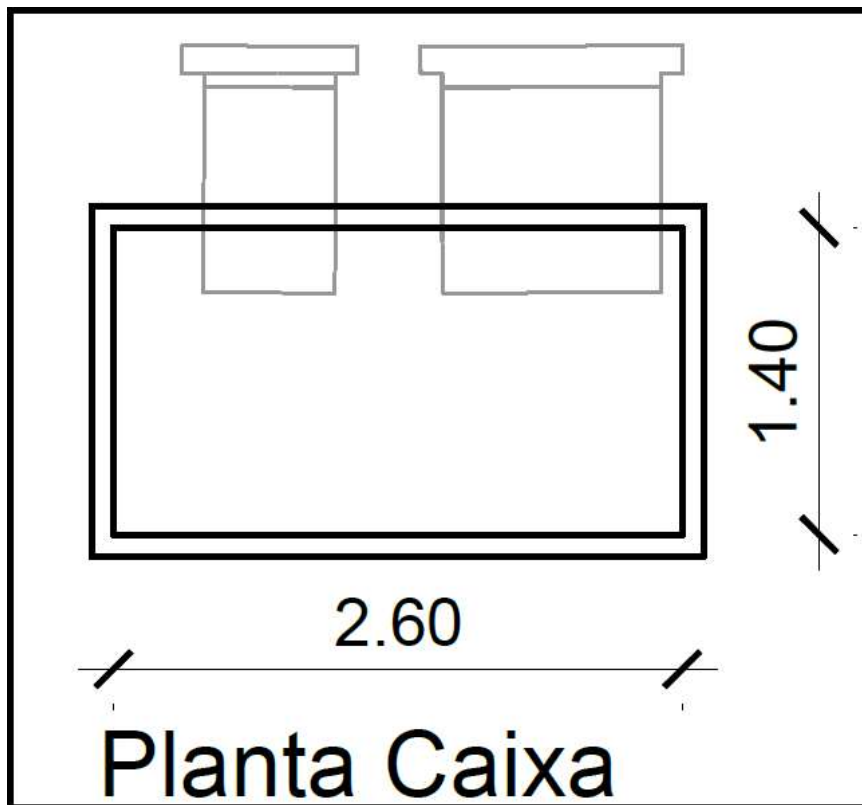


FIGURA – 44: PLANTA BAIXA DA CAIXA

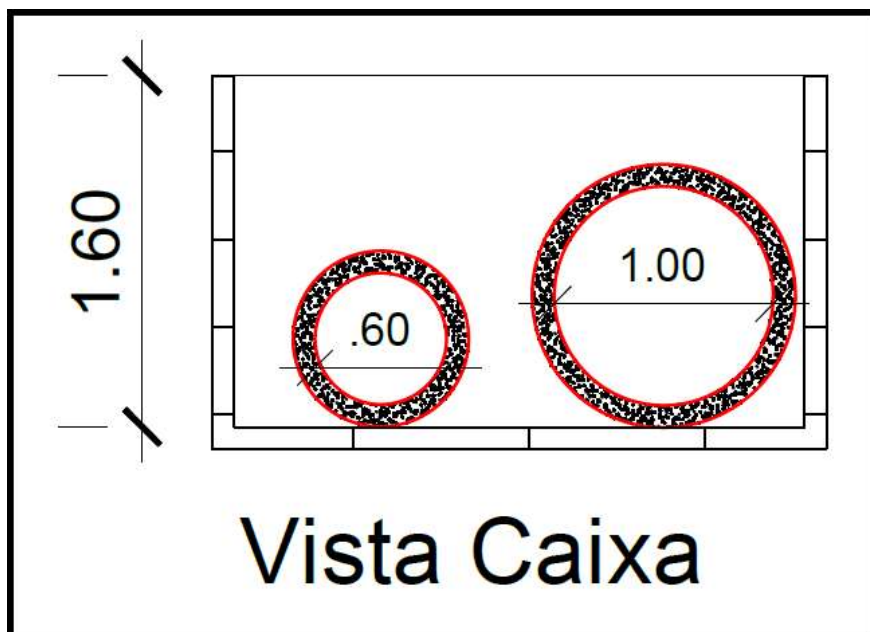


FIGURA – 45: VISTA FRONTAL DA CAIXA

4.6 ESCOPO GERAL DO PROJETO FINAL



FIGURA – 46: PLANTA BAIXA DO ESCOPO GERAL DO PROJETO

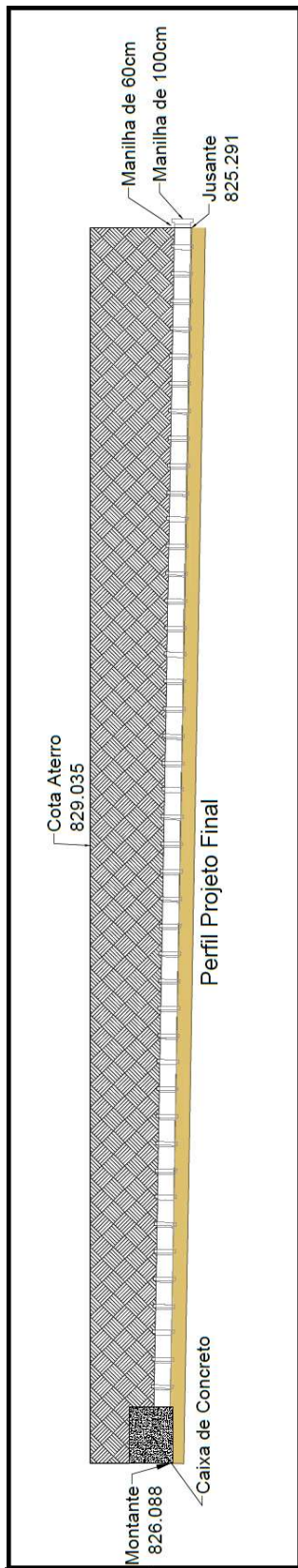


FIGURA – 47: PERFIL LONGITUDINAL / PROJETO FINAL

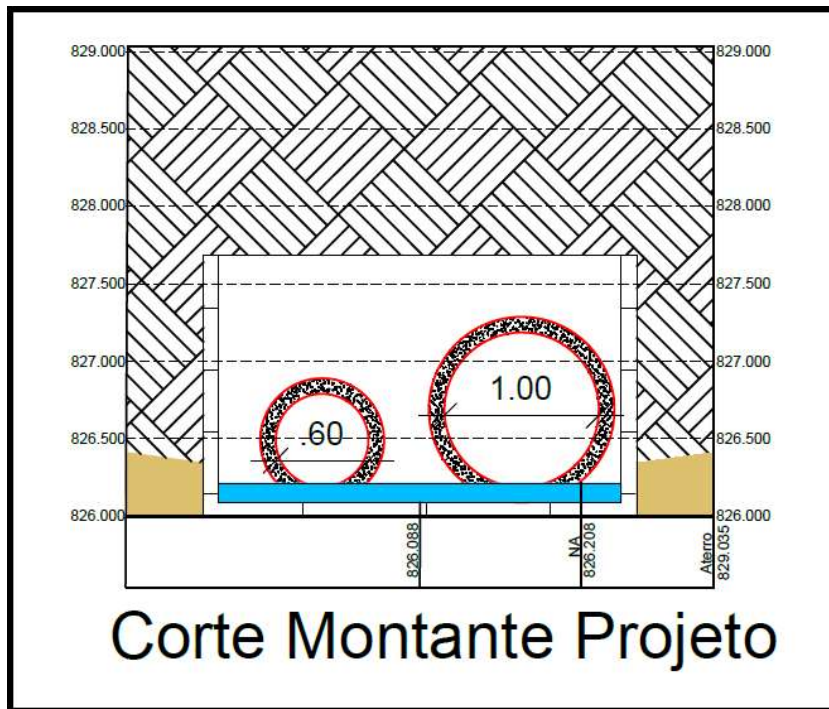


FIGURA – 48: CORTE TRANSVERSAL FINAL #01

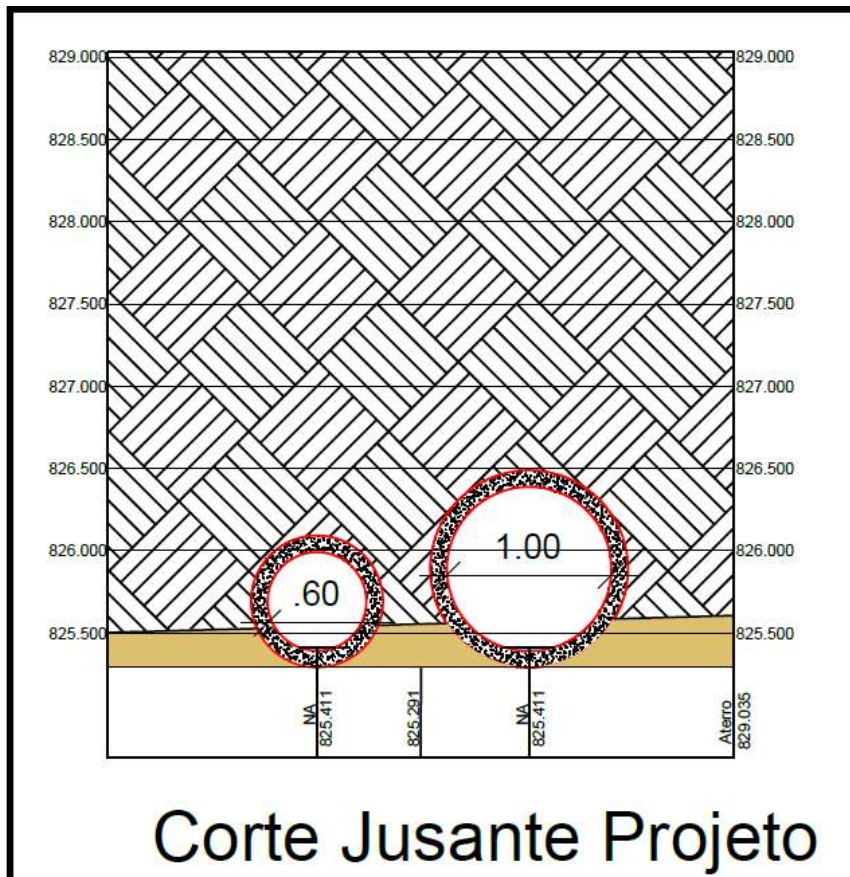


FIGURA – 49: CORTE TRANSVERSAL FINAL #02

4.7 SIMULAÇÃO DE VAZÃO DO PROJETO FINAL

Os dados gerais para a determinação das vazões são os mesmos tanto para a tubulação já instalada quanto para a nova tubulação, seguem os cálculos:

MEMORIAL DE CÁLCULOS

Medidas em campo:

$$Ct = 45,00 [m]$$

$$h1 = 826,088 [m]$$

$$h2 = 825,291 [m]$$

Normalização:

$$h = h1 - h2 [m]$$

$$h = 826,088 - 825,291$$

$$h = 0,797 [m];$$

Declividade:

$$d = \frac{h}{Ct} [m/m]$$

Onde:

d = Declividade;

h = Diferença entre cotas;

C = Comprimento total do canal.

$$d = \frac{0,797}{45}$$

$$d \cong 0,0117 [m/m]$$

Coeficiente de Rugosidade

Tabelado: 0,0110

Tabela de Rugosidade para Condutos Circulares

Tabela de Materiais e seus respectivos coeficientes :

Descrição	Mínimo	Normal	Máximo
Metal corrugado (ARMCO) para dreno para água pluvial (bueiro)	0,021	0,024	0,030
Acrílico - tipo perglass (vidro plástico)	0,008	0,009	0,010
Latão ou bronze polido (muito liso)	0,009	0,010	0,013
Nata de cimento puro	0,010	0,011	0,013
Cimento argamassa	0,011	0,013	0,015
Concreto - galerias retilíneas livres de escombros ou entulhos	0,010	0,011	0,013

Inserir Eliminar OK Cancelar

FIGURA – 50: COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

4.7.1 VAZÃO DA TUBULAÇÃO DE 0,60 [m]

Tipos de canais regulares : Circulares

Entrada de dados

Incógnita do problema : Vazão

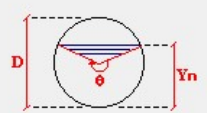
Vazão (Q) : 0,97 m³/s

Profundidade Normal (Yn) : 0,600 m

Declividade (I) : 0,0177 m/m

Coefficiente de Rugosidade (n) : 0,0110

Diâmetro (D) : 0,60 m



Resultados

Área (A) : 0,2827 m²

Perímetro Molhado (P) : 1,885 m

Largura da Superfície (B) : 0,000 m

Profundidade Crítica (Yc) : 0,577 m

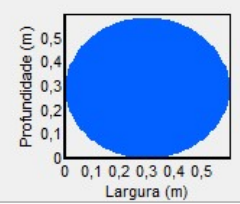
Número de Froude (Fr) : 0,000

Regime de Escoamento : Subcrítico

Velocidade (V) : 3,414 m/s

Energia Específica (E) : 1,194 m

Gráfico



Ajuda Calcular Relatório Fechar

FIGURA – 51: SIMULAÇÃO

VAZÃO	0,97 [m ³ /s]
PROFUNDIDADE	0,600 [m]
DECLIVIDADE	0,0177 [m/m]
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	0,0110
COMPRIMENTO DO CANAL	45,00 [m]
DIÂMETRO	0,60 [m]

TABELA DE PARÂMETROS



RELATÓRIO

Dimensionamento de Canais Circulares

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Nome: SIMULAÇÃO TUBO DE 0,60 [m]

Técnico: CAMILIA MARA FRANCO

Estado: MG

Empresa: CONSTRUTORA SILVEIRA FERREIRA LTDA

Local: CONGONHAL

Data: 03/05/2024

DADOS DE ENTRADA

INCÓGNITA DO PROBLEMA: Vazão

Vazão: 0,97 m³/s

Declividade: 0,0177 m/m

Diâmetro: 0,60

Profundidade Normal: 0,600 m

Coefficiente de Rugosidade: 0,0110

RESULTADOS

Área: 0,2827 m²

Largura da Superfície: 0,000 m

Número de Froude: 0,000

Velocidade: 3,414 m/s

Perímetro Molhado: 1,885 m

Profundidade Crítica: 0,577 m

Regime de Escoamento: Subcrítico

Energia Específica: 1,194 m

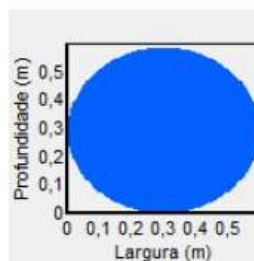


FIGURA – 52: RELATÓRIO

4.7.2 VAZÃO DA TUBULAÇÃO DE 1,00 [m]

Tipos de canais regulares :

Entrada de dados

Incógnita do problema :

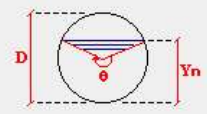
Vazão (Q) : m³/s

Profundidade Normal (Yn) : m

Declividade (I) : m/m

Coefficiente de Rugosidade (n) : ...

Diâmetro (D) : m



Resultados

Área (A) : 0,7854 m²

Perímetro Molhado (P) : 3,142 m

Largura da Superfície (B) : 0,000 m

Profundidade Crítica (Yc) : 0,973 m

Número de Froude (Fr) : 0,000

Regime de Escoamento : Subcrítico

Velocidade (V) : 4,800 m/s

Energia Específica (E) : 2,174 m

Gráfico

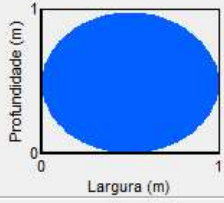


FIGURA – 53: SIMULAÇÃO

VAZÃO	3,77 [m³/s]
PROFUNDIDADE	1,000 [m]
DECLIVIDADE	0,0177 [m/m]
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	0,0110
COMPRIMENTO DO CANAL	45,00 [m]
DIÂMETRO	1,00 [m]

TABELA DE PARÂMETROS



RELATÓRIO
Dimensionamento de Canais Circulares

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Nome: SIMULAÇÃO TUBO DE 1,00 [m]

Técnico: CAMILIA MARA FRANCO

Estado: MG

Empresa: CONSTRUTORA SILVEIRA FERREIRA LTDA

Local: CONGONHAL

Data: 03/05/2024

DADOS DE ENTRADA

INCÓGNITA DO PROBLEMA: Vazão

Vazão: 3,77 m³/s

Declividade: 0,0177 m/m

Diâmetro: 1,00

Profundidade Normal: 1,000 m

Coefficiente de Rugosidade: 0,0110

RESULTADOS

Área: 0,7854 m²

Largura da Superfície: 0,000 m

Número de Froude: 0,000

Velocidade: 4,800 m/s

Perímetro Molhado: 3,142 m

Profundidade Crítica: 0,973 m

Regime de Escoamento: Subcrítico

Energia Específica: 2,174 m

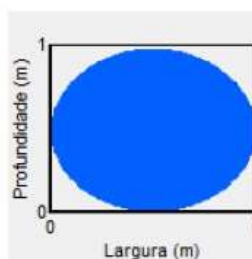


FIGURA – 54: RELATÓRIO

4.7.3 CAPACIDADE DE VAZÃO FINAL

$$Q_{\text{tubulação de } 0,60 \text{ [m]}} = 0,97 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Q_{\text{tubulação de } 1,00 \text{ [m]}} = 3,77 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Q_{\text{total}} = 4,74 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Q_{\text{cheia}} = 1,13 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

A vazão do novo projeto é mais que quatro vezes a vazão necessária para escoar a vazão de cheia, portanto a tubulação consegue suprir com grande folga a vazão de cheia do local.

5 DEFINIÇÃO DO REVESTIMENTO

Como apresentado no decorrer do relatório, a área e seu entorno se encontram antropizadas e totalmente modificadas, também há trechos a montante e a jusante que dispõem de tubos de concreto armado.

Tendo em vista essas informações o canal proposto será implantado utilizando tubos de concreto armado.

6 POTENCIAL DE IMPACTO A MONTANTE E A JUSANTE

Para escoamento livre, há um número adimensional utilizado para classificá-los, o número de Froude.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times H_m}}$$

Onde:

v = velocidade média;

g = gravidade;

Hm = altura hidráulica

O número de Froude relaciona as forças inerciais com forças gravitacionais, podendo ser tratado de forma análoga ao número de Reynolds.

- a) Escoamento subcrítico: $Fr < 1$;
- b) Escoamento crítico: $Fr = 1$;
- c) Escoamento supercrítico: $Fr > 1$.

As perturbações do fluxo propagam-se de forma diferente conforme o regime de escoamento. No escoamento subcrítico as perturbações propagam-se para jusante e montante; já no escoamento supercrítico as perturbações propagam-se apenas para jusante. Assim, no escoamento subcrítico uma perturbação de jusante afeta o escoamento a montante. Já no escoamento supercrítico o escoamento seria afetado apenas a jusante da perturbação”

(BAPTISTA, 2010)

Como simulado e relatado, a canalização com dois tubos paralelos apresentam regime subcrítico, porém como a diferença entre a vazão suportada pela tubulação e a vazão de cheia é de mais de quatro vezes suficiente para escoar a vazão de cheia a tubulação tem operação com grande folga, sem causar impacto a jusante. Também haverá uma caixa para receber o escoamento no início da tubulação, que contribui para o sistema não gerar qualquer impacto.

Por apresentar um regime subcrítico e os mesmos motivos em relação às vazões citadas acima, a implantação da obra não causa impacto a jusante.

Conclui-se então que a canalização proposta não ocasionará impactos no fluxo e no regime de escoamento a montante e a jusante.

7 MEMORIAL DE CÁLCULO DE VAZÕES

7.1 VAZÃO CARACTERÍSTICA MÍNIMA RESIDUAL MÉDIA DE LONGO TERMO

7.1.1 TIPOLOGIA REGIONAL

O seguinte resultado foi obtido utilizando o livro DEFLUVIOS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS – COPASA / HIDROSSISTEMAS, 1993, conforme ilustra a seguinte figura:

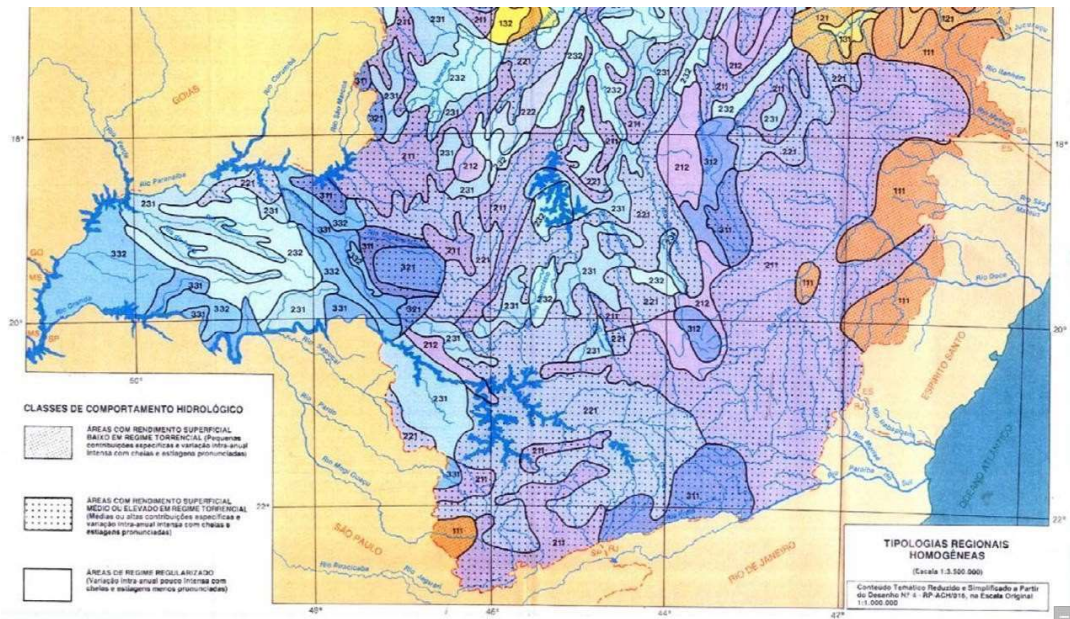


FIGURA – 55: TIPOLOGIA REGIONAL

7.1.2 RENDIMENTO ESPECÍFICO

Estando o ponto de captação nas coordenadas WGS84 22°8'53.60"S e 46°1'26.3"W , foi caracterizada a tipologia regional homogênea 221.O rendimento específico (Re) é de 5,2 [L/s*km²], conforme a seguinte figura:

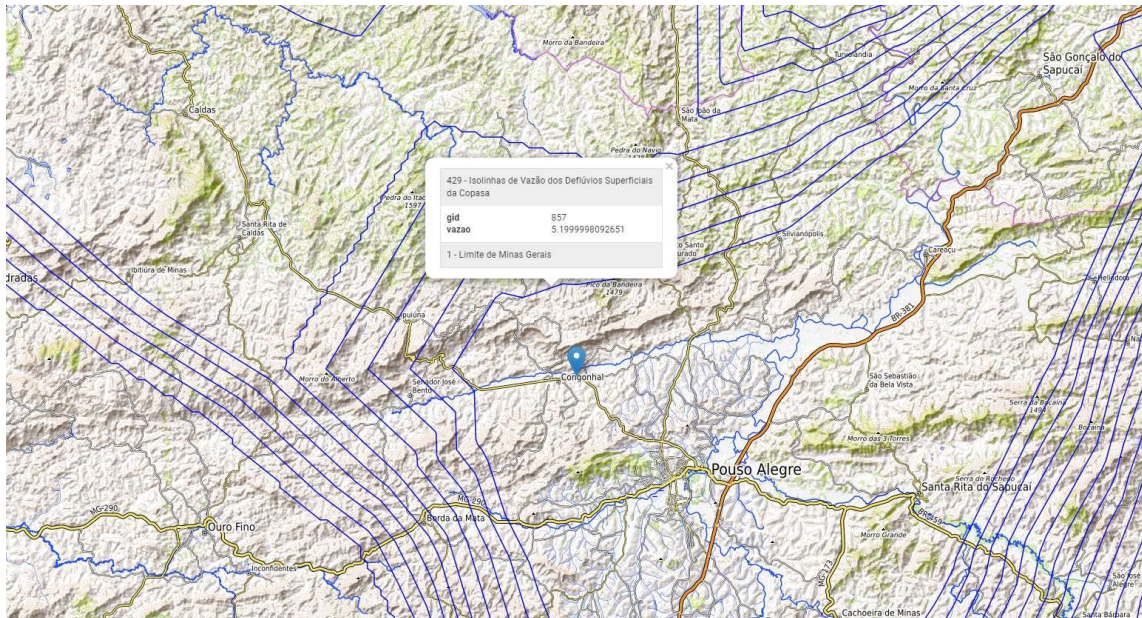


FIGURA – 56: RENDIMENTO ESPECÍFICO (5,2 [L/s*km²])

7.1.3 ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA

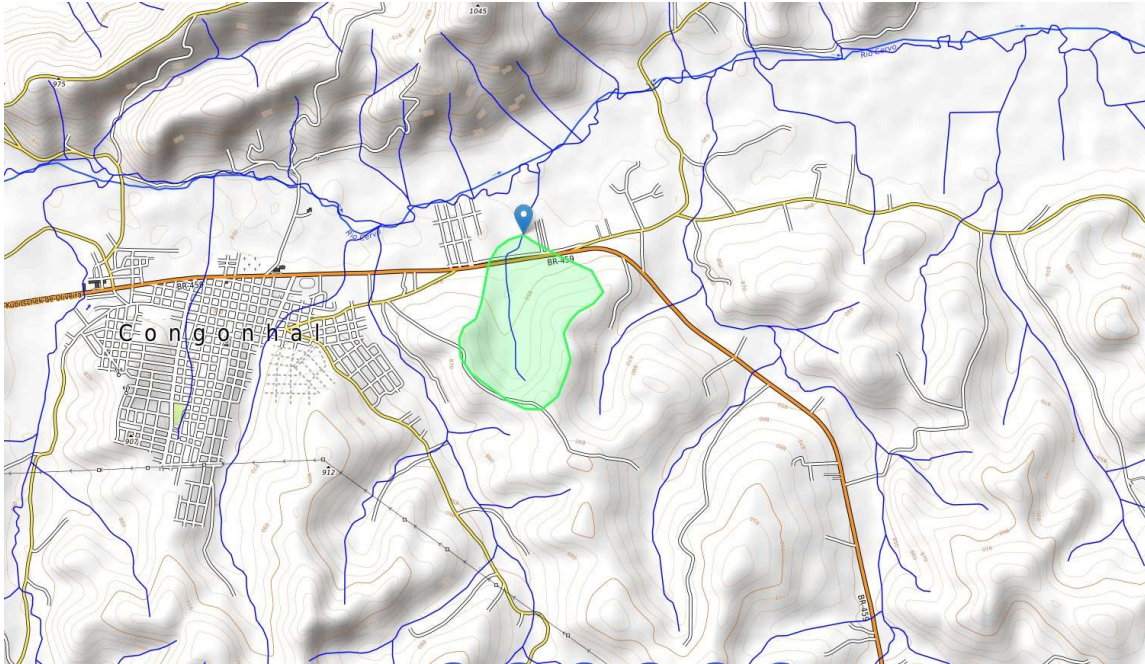


FIGURA – 57: ÁREA DE DRENAGEM DA BACIA (51,1 [ha])

7.2 VAZÃO MÍNIMA DE DURAÇÃO MENSAL E RECORRÊNCIA DE 10 ANOS

$$Q_{m,10} = Re * AD \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$Q_{m,10} = 5,2 * 0,511$$

$$Q_{m,10} = 2,6572 \left[\frac{l}{s} \right]$$

7.3 FATOR DE PROPORÇÃO

Fornecido pela função de interferência regionalizada. As variáveis são determinadas através de consulta ao livro DEFLÚVIOS SUPERFICIAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS – COPASA / HIDROSISTEMAS, 1993.

$$F_{7,10} = \alpha + (\beta \times \gamma^d)$$

$$F_{7,10} = 0,500785 + (0,392361 \times 1,006300^7)$$

$$F_{7,10} = 0,910780$$

7.4 VAZÃO MÍNIMA DE 7 DIAS DE DURAÇÃO E 10 ANOS DE RECORRÊNCIA

$$Q_{7,10} = \frac{(F_{7,10} \times Q_{M,10})}{1000} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$Q_{7,10} = 0,00242 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$50 [\%] Q_{7,10} = 0,00121 [m^3 / s]$$

7.5 VAZÃO MÉDIA DE LONGO TERMO

$$Q_{MLT} = 0,0299 \times AD^{0,9515} [m^3 / s]$$

$$Q_{MLT} \cong 0,01572 [m^3 / s]$$

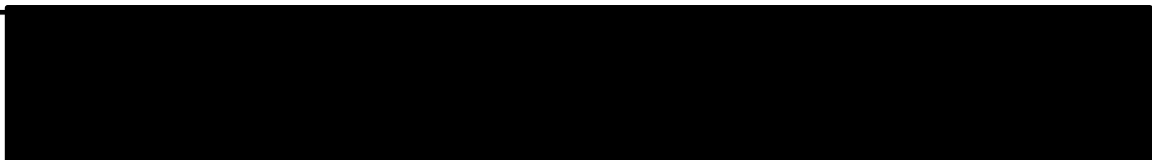


8 NOTAS FINAIS

A canalização é considerada essencial para o empreendimento, uma vez que permitirá um perfeito escoamento hídrico e melhoria das condições do local. A canalização terá uma extensão de 45 metros, será complementada utilizando-se tubo de concreto armado.

O empreendedor buscando apresentar concepções da citada canalização tem por objetivo, regularizar o empreendimento de acordo com as normas e leis estabelecidas pelos competentes órgãos Federais, Estaduais, Municipais e/ou outras Autarquias, Fundações e Repartições que sejam coligadas à atividade.

9 RESPONSÁVEL TÉCNICO



REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Márcio Benedito; COELHO, Marcia Lara Pinto. Fundamentos de Engenharia Hidráulica. 3. ed. rev. e ampl. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10719**: Apresentação de relatórios técnico-científicos. Rio de Janeiro, 1989. 9 p.

Aber, J. D. Forest Ecology and Forest Ecosystem. Young, R A & Giese. R. ed Introduction to Forest Science. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 1990. P. 119-143.

Costa, L. G. S.; Pina Rodriguez, F.C.M. & Jesus, R. M. Grupos ecológicos e a dispersão de sementes de espécies arbóreas em trecho de floresta tropical na reserva florestal de Linhares (ES). In: Anais do Segundo Congresso Nacional sobre Essências Nativas. 29/03 a 03/04/1992. P 303-305.

Assembleia Legislativa do estado de MG. 2013 – Cartilha sobre a nova lei federal de MG. Lei nº20.922 / 13. 29p.

ZEE, site da internet. geossisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee