



## ESTUDO HIDROLÓGICO

**Objeto:** Programa de substituição de pontes de madeira com recursos do FINISA Caixa (Mais MT).

**Objetivo:** Estudo Hidrológico elaborado como proposta para alteração do plano de trabalho do Convênio nº 0917/2021 e Processo 379772/2021.

**MUNICIPIO:** Vila Bela da Santíssima Trindade /MT

julho / 2022



## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O estudo realizado por este trabalho tem por objetivo a ampliação das metas já aprovadas no convênio nº 0917/2021 e processo nº 379772/2021. Será de escopo deste estudo 03 (três) novas metas a serem inseridas no plano de trabalho do convênio.

Foram utilizadas como referência o Caderno de Orientações Técnicas do Programa de Pontes – Mais MT (Sinfra,201), Manual de Hidrologia Básica para Estrutura de Drenagem (DNIT,2005) e Curso de Drenagem de Rodovias (Jabor, 2015).



## **INTRODUÇÃO**

O Município de Vila Bela da Santíssima Trindade está localizado na região oeste do Estado de Mato Grosso, possui cerca de 1.100 Km de estradas municipais, todas não pavimentadas. Nestas estradas, há 230 pontes de madeira que necessitarão serem substituídas por obras de artes especiais.

Neste presente estudo, serão apresentados 05 pontos para análise e dimensionamento de obras de arte, localizadas na zona rural do Município de Vila Bela Ss. da Trindade.

O Estudo Hidrológico, regulamentado pela instrução de serviço - IS-239, possui como objetivo estabelecer o regime pluviométrico para a região atravessada pela rodovia, de modo a fornecer subsídios para determinação das vazões de dimensionamento dos dispositivos de drenagem.

O Estudo desenvolveu-se, basicamente, nas seguintes fases:

- Coleta e análise dos dados, visando uma perfeita caracterização do meio-físico em que se desenvolve a rodovia.
  - Os dados brutos de pluviometria foram obtidos pela Agencia Nacional de Águas (ANA).
  - Dados cartográficos, aerofotogramétricos e topográficos:
    - Sistema de informações geográficas (SIG).
    - Imagens de satélite.
    - Monitoramento de relevo via satélite - Modelo Digital de Elevação(EMBRAPA).
    - Cartas topográficas – (Exército Brasileiro)
- 
- Determinação das descargas de projeto, descritos a seguir em síntese.

## **PLUVIOMETRIA**

### **A) DEFINIÇÃO DO POSTO PLUVIOMÉTRICO**

O posto mais próximo da região é a Estação 1559006, nesta Estação possui 54 anos de dados de observação para o estudo, foram utilizados os dados consentidos



e desprezadas os dados anuais com falhas. A quantidade observada nesta estação supera a quantidade mínima para utilização pelo método de Gumbel. A seguir, são apresentados os dados da estação selecionada.

Dados da Estação	
Código	1559006
Nome	VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE
Município	VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE
Bacia	Rio Amazonas
Sub-bacia	Rio Amazonas, Rio Guaporé
Estado	MATO GROSSO
Responsável	ANA

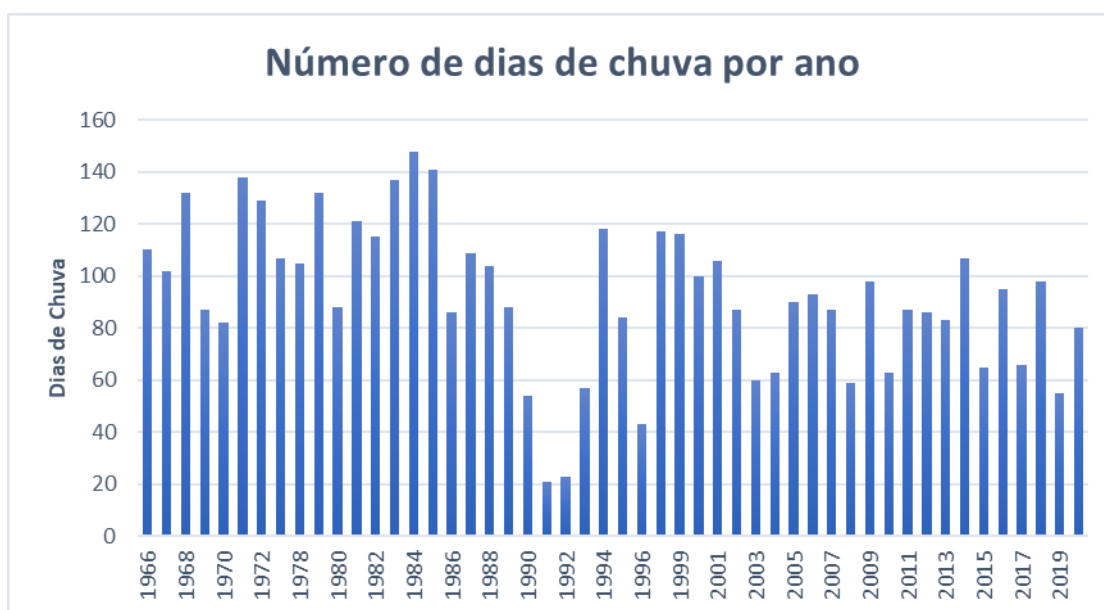
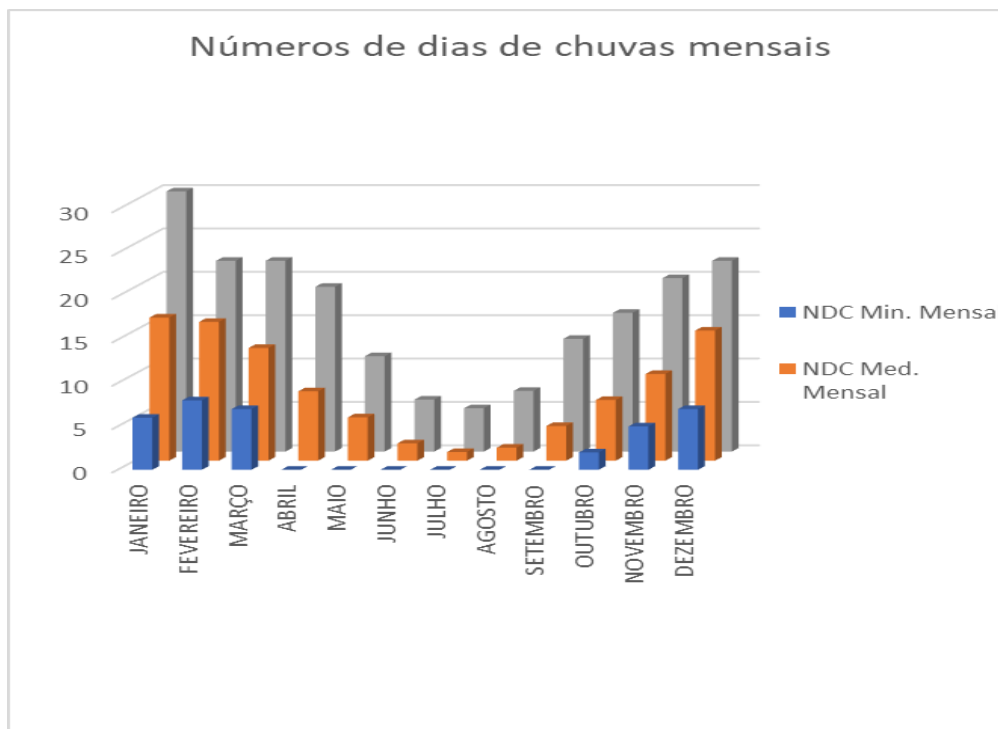
(Fonte: ANA)



## PROCESSAMENTO DE DADOS COLETADOS

Os dados coletados foram processados de modo a se obter os elementos de definição do regime climático da região do projeto.

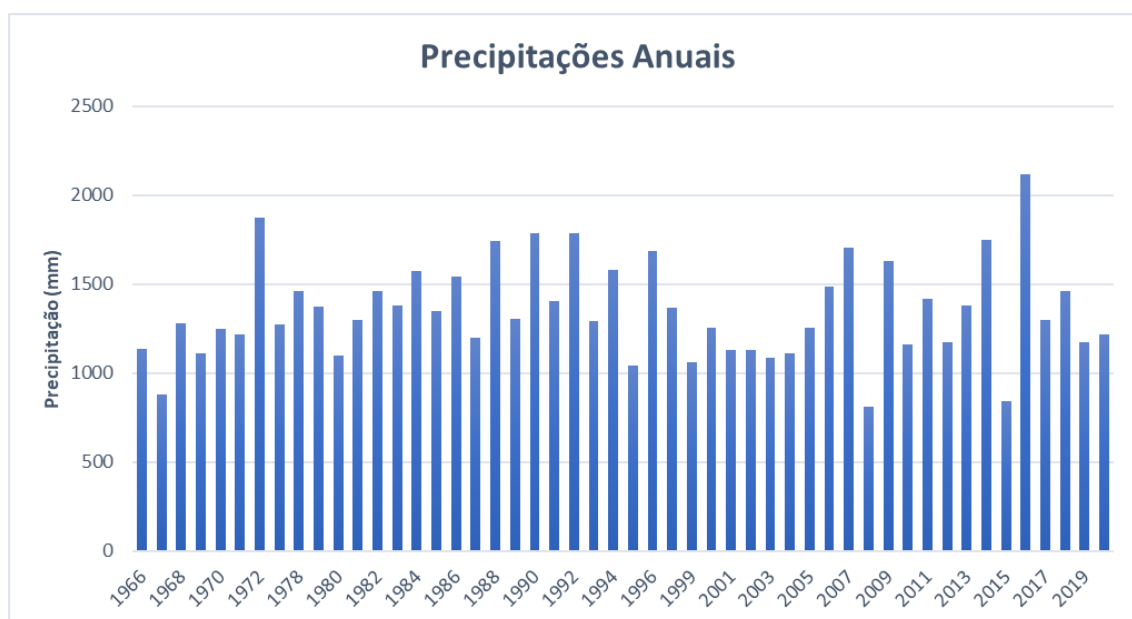
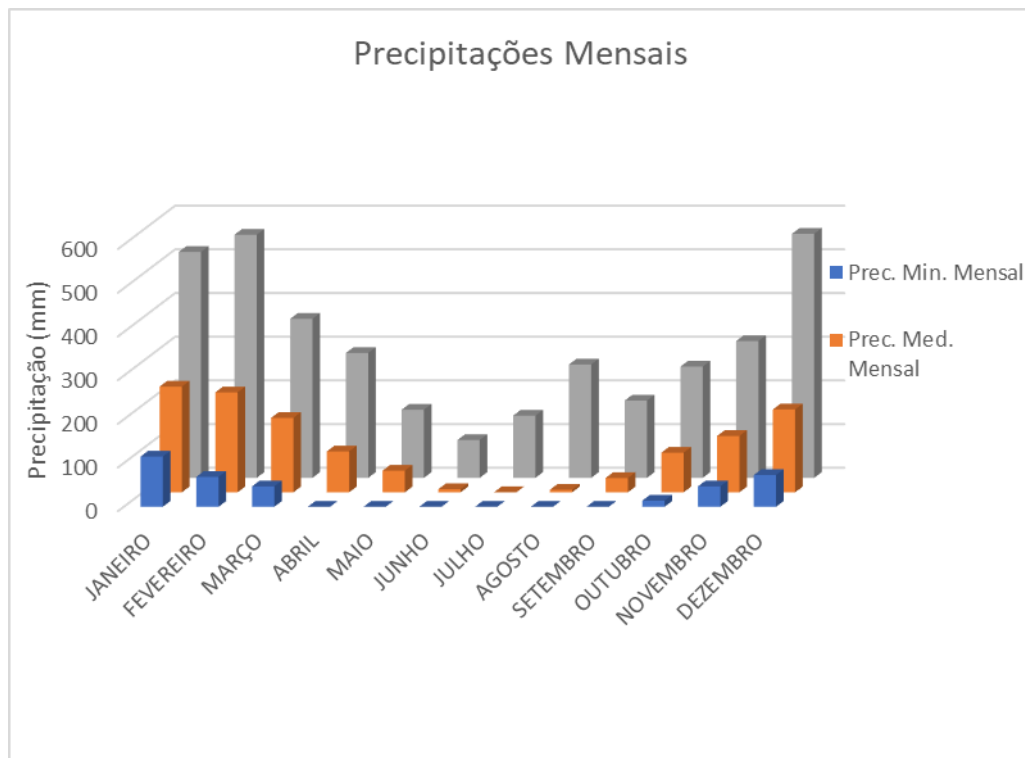
### a) Histograma de dias de chuva





MÉDIA DE NÚMERO DE DIAS DE CHUVA POR ANO = **92 dias/ano.**

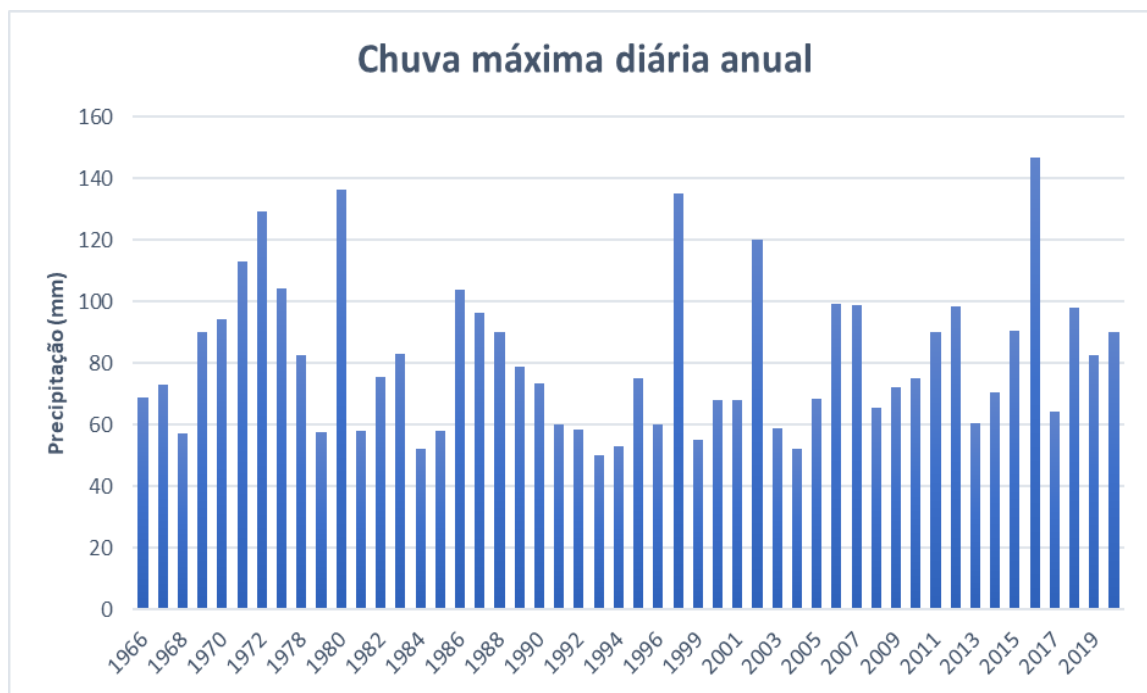
b) Histograma de totais mensais de chuva





ÍNDICE MÉDIO PLUVIOMÉTRICO ANUAL = **1347,306 mm/ano**

c) Histograma de Máxima Chuva Diária Anual



MÁXIMA REGISTRADA = **146,8 mm/dia**

**METODOLOGIA UTILIZADA NA DETERMINAÇÃO DOS  
VALORES DE PRECIPITAÇÃO, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA  
DE CHUVAS**

**CONSIDERAÇÕES**

Com os dados coletados de chuva elaborou-se o presente estudo, visando à determinação das alturas para períodos de recorrência e diferentes durações.

A metodologia empregada foi o método de “Probabilidade Extrema de Gumbel”. Para este estudo escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano durante todo o período, para o posto. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas



correções pelo Método das Isozonas.

## PROCEDIMENTOS

A seguir apresentamos os cálculos que fornecem as relações entre a precipitação máxima, período de retorno e a probabilidade de ocorrência, para o posto estudado:

Descrição dos índices usados nos cálculos, para análise pluviométrica:

- P - valor máximo de precipitação diária, no período de 1 ano;
- $\bar{P}$  - precipitação média;
- m - números de anos observados;
- F - frequência de vazões de enchentes observadas;
- Tr - tempo de recorrência;
- n - número de ordem, variável de 1 a 1;
- S - desvio padrão;
- K - coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do período de recorrência - valor tabelado por Weise e Reid.;
- Pr - fórmula devida a Ven Te Chow, onde Pr é a precipitação para um certo período de recorrência;

$$Pr = \bar{P} + S * K$$

## ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

Estação: Vila Bela da Santíssima Trindade

Código: 1559006

Período: 1966 – 2020

Entidade : Agência Nacional das Águas ANA

DATA	SEQ.	P (mm)	Nº ORDEM	P - ORDEM	P-Pm	(P-Pm)²	F=n/(m+1)%	Tr=1/F
01/06/1966	29	68,6	1	146,8	67,94615	4616,67982	1,89%	53,00
01/11/1967	26	72,8	2	136,2	57,34615	3288,58136	3,77%	26,50
01/12/1968	46	57	3	135	56,14615	3152,39059	5,66%	17,67
01/11/1969	17	90	4	129,2	50,34615	2534,73521	7,55%	13,25
01/01/1970	21	82,6	5	120	41,14615	1693,00598	9,43%	10,60
01/12/1971	6	112,9	6	112,9	34,04615	1159,14059	11,32%	8,83
01/08/1972	4	129,2	7	104,2	25,34615	642,427515	13,21%	7,57
01/12/1976	18	85,4	8	103,6	24,74615	612,37213	15,09%	6,63





01/10/1977	7	104,2	9	98,7	19,84615	393,869822	16,98%	5,89
01/01/1978	22	82,6	10	98,3	19,44615	378,152899	18,87%	5,30
01/03/1979	45	57,5	11	97,9	19,04615	362,755976	20,75%	4,82
01/09/1980	2	136,2	12	96,4	17,54615	307,867515	22,64%	4,42
01/01/1981	44	58	13	90,5	11,64615	135,632899	24,53%	4,08
01/01/1982	23	75,4	14	90,2	11,34615	128,735207	26,42%	3,79
01/12/1983	19	83,1	15	90,2	11,34615	128,735207	28,30%	3,53
01/10/1984	52	41,2	16	90,1	11,24615	126,475976	30,19%	3,31
01/01/1985	43	58	17	90	11,14615	124,236746	32,08%	3,12
01/01/1986	8	103,6	18	85,4	6,546154	42,8521302	33,96%	2,94
01/03/1987	12	96,4	19	83,1	4,246154	18,0298225	35,85%	2,79
01/01/1988	14	90,2	20	82,7	3,846154	14,7928994	37,74%	2,65
01/01/1989	40	59,2	21	82,6	3,746154	14,0336686	39,62%	2,52
01/10/1990	36	60,8	22	82,6	3,746154	14,0336686	41,51%	2,41
01/12/1991	39	60	23	75,4	-3,45385	11,9290533	43,40%	2,30
01/07/1992	42	58,6	24	75,2	-3,65385	13,3505917	45,28%	2,21
01/11/1993	50	50,2	25	75	-3,85385	14,8521302	47,17%	2,12
01/09/1994	48	53	26	72,8	-6,05385	36,6490533	49,06%	2,04
01/01/1995	25	75	27	72,1	-6,75385	45,6144379	50,94%	1,96
01/02/1996	38	60,1	28	70,6	-8,25385	68,1259763	52,83%	1,89
01/05/1997	51	45	29	68,6	-10,2538	105,141361	54,72%	1,83
01/01/1998	3	135	30	68,4	-10,4538	109,282899	56,60%	1,77
01/04/1999	47	55,1	31	68,1	-10,7538	115,645207	58,49%	1,71
01/10/2000	31	68,1	32	68	-10,8538	117,805976	60,38%	1,66
01/01/2001	32	68	33	65,3	-13,5538	183,706746	62,26%	1,61
01/05/2002	5	120	34	65,3	-13,5538	183,706746	64,15%	1,56
01/05/2003	41	58,7	35	64,2	-14,6538	214,735207	66,04%	1,51
01/02/2004	49	52,1	36	60,8	-18,0538	325,941361	67,92%	1,47
01/04/2005	30	68,4	37	60,3	-18,5538	344,245207	69,81%	1,43
01/09/2006	33	65,3	38	60,1	-18,7538	351,706746	71,70%	1,39
01/02/2007	9	98,7	39	60	-18,8538	355,467515	73,58%	1,36
01/03/2008	34	65,3	40	59,2	-19,6538	386,273669	75,47%	1,33
01/10/2009	27	72,1	41	58,7	-20,1538	406,177515	77,36%	1,29
01/02/2010	24	75,2	42	58,6	-20,2538	410,218284	79,25%	1,26
01/02/2011	16	90,1	43	58	-20,8538	434,882899	81,13%	1,23
01/01/2012	10	98,3	44	58	-20,8538	434,882899	83,02%	1,20
01/03/2013	37	60,3	45	57,5	-21,3538	455,986746	84,91%	1,18
01/01/2014	28	70,6	46	57	-21,8538	477,590592	86,79%	1,15
01/02/2015	13	90,5	47	55,1	-23,7538	564,245207	88,68%	1,13
01/12/2016	1	146,8	48	53	-25,8538	668,421361	90,57%	1,10
01/04/2017	35	64,2	49	52,1	-26,7538	715,768284	92,45%	1,08
01/01/2018	11	97,9	50	50,2	-28,6538	821,042899	94,34%	1,06
01/12/2019	20	82,7	51	45	-33,8538	1146,0829	96,23%	1,04



01/02/2020	15	90,2	52	41,2	-37,6538	1417,81213	98,11%	1,02
------------	----	------	----	------	----------	------------	--------	------

### CALCULO DE CHUVA DE UM DIA, NO TEMPO DE RECORRÊNCIA PREVISTO.

$$\text{MÉDIA } \bar{P} = \frac{\sum P}{30} = 78,85$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m-1}} = 24,58$$

Cálculo das alturas de precipitação de um dia de chuva para os tempos de recorrência (Tr) de 05, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos, fórmula de VEM TE CHOW:

$$Pr = \bar{P} + \sigma * K$$

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (*)	P (mm)
10	1,729	121,359
15	2,171	132,236
20	2,478	139,765
25	2,712	145,533
50	3,429	163,167
100	4,228	182,812

$$\bar{P} = 78,85$$

$$\sum P = 4100,400$$

$$\sum (\bar{P} - P)^2 = 30826,829$$

$$m - 1 = 51$$

$$\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1} = 604,444$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1}} = 24,585$$

$$Pr = 78,85 + K * 24,585$$



## MÉTODO DAS ISOZONAS

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores a 24 horas, e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obriga a extrapolação deste posto distante até o local de projeto. O método utilizado para esta extrapolação é o das Isozonas. Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração necessários inferiores a 24 horas.

O trabalho do Engº. Torrico partiu da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação / duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto. Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independe de alturas de precipitação.

A estas áreas homólogas, o autor denominou de Isozonas e elaborou um mapa, relacionando as alturas de precipitações máximas com duração de 1 a 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 10.000 anos e com duração de 6 minutos e 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 100 anos.

## PROCEDIMENTOS

Descrição da metodologia adotada:

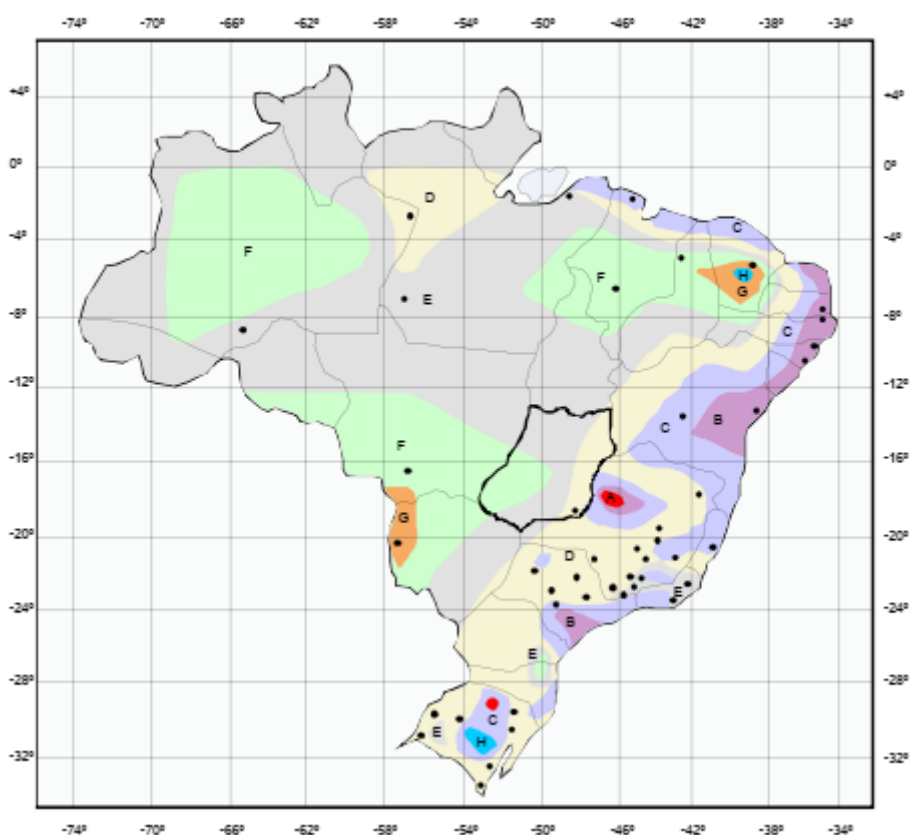
- a partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calculou-se para o posto em estudo, a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto;
- converteu-se esta chuva de um dia, em chuva de 24 horas, multiplicando-se esta, pelo coeficiente 1,10, que é a relação 24 horas/1 dia;
- determinou-se no mapa apresentado a seguir, a isozona correspondente à região do projeto;
- em nosso estudo a isozona utilizada foi a isozona E, típica das zonas continental e do Noroeste, com coeficientes de índices altos;
- após ter-se determinado a isozona, fixam-se para a mesma as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora;



• após a determinação das alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcou-se estes valores no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, ligando-se os pontos marcados, obtiveram-se as alturas de precipitação para qualquer duração entre 6 minutos e 24 horas.

Segue a apresentação do mapa das isozonas e o quadro com os valores característicos, para o posto mais representativo.

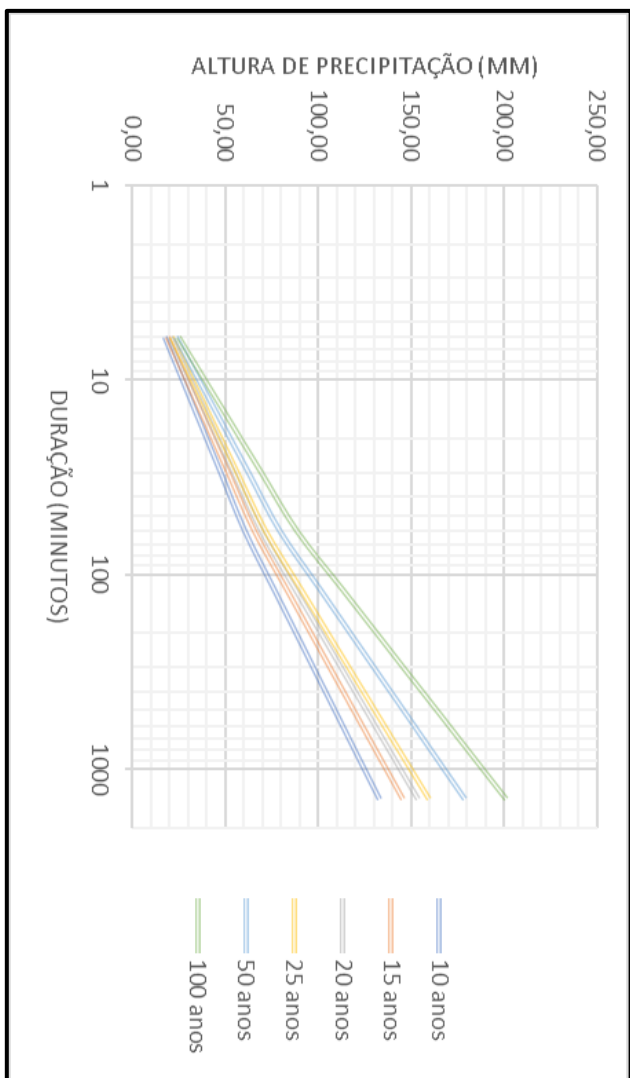
### Mapa de Isozonas



ZONA	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
	1 HORA / 24 HORAS DE CHUVA											6 MIN. 24h CHUVA
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,5
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	46,8	48,3	47,8	46,5	44,6	16,7	14,9



IZOSONAS F										ESTAÇÃO: VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE									
Tempo de recorrência em anos	1 hora / 24 horas chuva (A)										Duração	Tempo de recorrência							
	10	15	20	25	50	100	44,1	44,5	45,1	45,3		10	15	20	25	50	100	201,09	88,68
Porcentagem	45,6	45,3	45,1	44,9	44,5	44,1	13,2	12,4	100	5 a 50	24 horas (C)	133,50	145,46	153,74	160,09	179,48	201,09	88,68	24,94
As zonas E e F tipificam as zonas Continental e do Nordeste, com coeficientes de intensidade altos.																			
Fonte: Práticas Hidrológicas, José Jaime Taborca Torrico, Rio, 1974, Métodos da Isonozas										Nota: macha de cálculo									
										1 - (C) - P <sub>tr</sub> (mm) X 1,10, onde P <sub>tr</sub> (mm) é dado pela fórmula de VEN TE CHOW									
										2 - (D) = (C) X (A)									
										3 - (E) = (C) X (B)									
										6 minutos (E)									



Através dos dados de precipitação ao decorrer do tempo é possível calcular a intensidade de  
chuva (mm/h) através da equação abaixo:



$$I = (60/tch) \times Precipitação$$

Onde:

- I – Intensidade de Chuva (mm/h);
- tch – Tempo de Chuva (minutos);
- Precipitação (Valor de acordo com a Duração/Tempo de Recorrência) – Tabela a seguir.

# **ESTAÇÃO : VILA BELA - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA**

Tempo de Recorrência		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
chuvvas		P(mm)	I (mm/h)	P(mm)	I (mm/h)	P(mm)	I (mm/h)	P(mm)	I (mm/h)	P(mm)	I (mm/h)	P(mm)	I (mm/h)
6	0,1 h	17,62	176,20	19,20	192,00	20,29	202,94	21,13	211,31	23,69	236,92	24,94	249,36
15	0,25 h	34,83	139,32	37,78	151,12	39,81	159,24	41,33	165,30	46,05	184,19	50,30	201,21
30	0,5 h	47,85	95,70	51,83	103,67	54,57	109,15	56,60	113,20	62,96	125,92	69,49	138,98
60	1,0 h	60,87	60,87	65,89	65,89	69,34	69,34	71,88	71,88	79,87	79,87	88,68	88,68
120	2,0 h	76,71	38,35	83,24	41,62	87,75	43,87	91,12	45,56	101,60	50,80	113,20	56,60
240	4,0 h	92,55	23,14	100,60	25,15	106,16	26,54	110,36	27,59	123,32	30,83	137,72	34,43
480	8,0 h	108,39	13,55	117,95	14,74	124,56	15,57	129,59	16,20	145,05	18,13	162,23	20,28
720	12,0 h	117,65	9,80	128,11	10,68	135,33	11,28	140,85	11,74	157,76	13,15	176,58	14,71
1440	24,0 h	133,49	5,56	145,46	6,06	153,74	6,41	160,09	6,67	179,48	7,48	201,09	8,38

Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hersfield e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica

Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfield e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica

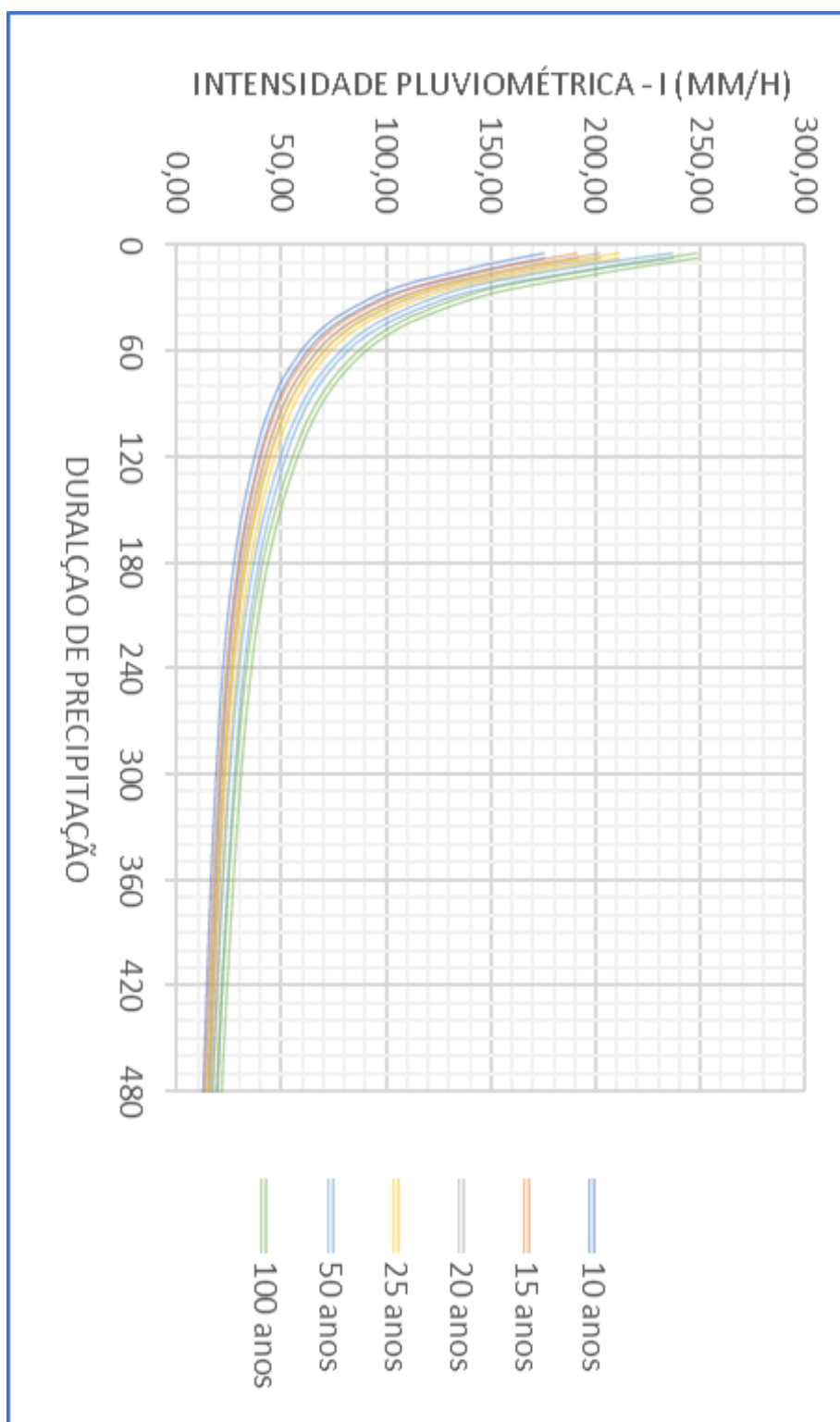


Imagem: Curva de Intensidade Pluviométrica





## DETERMINAÇÃO DAS DESCARGAS DE PROJETO

De acordo com a IS-203, os métodos de cálculo das vazões de projeto são função da área da bacia de contribuição, devendo ser adotados os limites constantes descrito abaixo:

Área da Bacia	Método de Cálculo
Até 4 Km <sup>2</sup>	Racional
4 Km <sup>2</sup> a 10 Km <sup>2</sup>	Racional com Coeficiente de Retardo
Acima de 10 Km <sup>2</sup>	Hidrograma Unitário Triangular

## TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração foi determinado pela Fórmula de KIRPICH MODIFICADA, conforme indicação das “Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Instruções para acompanhamento e Análise - DNIT” (2010).

A fórmula de KIRPICH MODIFICADA:

$$T_c = \left( \frac{0,294}{\sqrt{i}} \right)^{0,77}$$

Onde:

T<sub>c</sub> = tempo de concentração, em horas; L = comprimento do

talvegue, em km;

i = declividade do talvegue em %

## DEFINIÇÃO DOS TEMPOS DE RECORRÊNCIA

Os tempos de recorrência foram adotados seguindo as orientações do programa Mais MT: Para bueiros trabalhando como canal TR = 15 anos

Para bueiros trabalhando como orifício com HW/H – 1,2

TR = 25 anos Pontilhões TR = 50 anos



## **CÁLCULO DA VAZÃO DAS PEQUENAS BACIAS**

Para estas bacias com áreas de até a 4,00 km<sup>2</sup>, utilizar-se-á o método racional, cuja fórmula é:

$$Q = 0,0028 * C * I * A$$

Onde:

Q = descarga de projeto; em

m<sup>3</sup>/s; A = área da bacia

drenada, em ha;

I = intensidade de precipitação, em mm/h, obtida na curva de frequência-intensidade-duração. O tempo de duração foi tomado igual ao tempo de concentração da bacia;

C = coeficiente de deflúvio do R. Peltier – J.L Bonnenfant - coeficiente adimensional variável com a natureza da bacia (solo, vegetação, forma, declividade, etc.). Para isto analisaram-se fotografias aéreas, cartas de região, relatórios de análise geológica, observações locais sobre o uso da terra e uma ideia aproximada da permeabilidade do solo.



TIPO DE SOLO, PERMEABILIDADE E COBERTURA VEGETAL	COEF. DEFLÚVIO
1• Solo rochoso, de baixa permeabilidade, com vegetação rala	0,70 a 0,85
2• Solo rochoso, de baixa permeabilidade, com vegetação densa	0,65 a 0,80
3• Solo rochoso, de média permeabilidade, com vegetação rala	0,60 a 0,75
4• Solo rochoso, de média permeabilidade, com vegetação densa	0,55 a 0,70
5• Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com vegetação rala	0,50 a 0,65
6• Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com vegetação densa	0,45 a 0,60
7• Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com floresta	0,40 a 0,55
8• Solo argiloso-arenoso, de média permeabilidade, com vegetação rala	0,35 a 0,50
9• Solo argiloso-arenoso, de média permeabilidade, com vegetação densa	0,30 a 0,45
10• Solo argiloso-arenoso, de média permeabilidade, com floresta	0,25 a 0,40
11• Solo argiloso-arenoso, de alta permeabilidade, com vegetação rala	0,20 a 0,35
12• Solo argiloso-arenoso, de alta permeabilidade, com vegetação densa	0,15 a 0,30
13• Solo argiloso-arenoso, de alta permeabilidade, com floresta	0,10 a 0,25

Fonte: Jabôr,2015



## CÁLCULO DA VAZÃO DAS GRANDES BACIAS

Para bacias com áreas entre 4 a 10 Km<sup>2</sup>, utiliza-se o Método Racional com coeficiente de retardo.

$$Q = 0,28 \times C \times I \times A \times \phi$$

Q = Vazão  
(m<sup>3</sup>/s);

C = coeficiente de deflúvio de Burkli -

Ziegler; I = Intensidade de

precipitação (mm/h);

A = Área da bacia (ha);

Ø = Coeficiente de retardo;

A expressão para o coeficiente de retardo é

$$\phi = \frac{1}{(100 A)^{1/n}}$$

. \*Para A em km<sup>2</sup>

n = 4, pequenas declividades, inferiores a 0.5 %

(Burkli Ziegler) n = 5, médias declividades, entre 0.5 e 1

% (MC MATH)

n = 6, fortes declividades, superiores a 1 % (BRIX)

BURKLI- ZIEGLER	C
• Áreas densamente construídas	0.70 a 0.75
• Zonas residenciais comuns	0.55 a 0.65
• Zonas urbanas (região montanhosa)	0.30 a 0.45
• Campos de cultura (região plana)	0.20 a 0.30
• Parques, jardins (plana com alagadiço)	0.15 a 0.25

Fonte: Jabôr, 2015

Para bacias com áreas acima de 10 Km<sup>2</sup>, utiliza-se o Método do Hidrograma Triangular Sintético.



$$Q = \frac{0,20836 \times A \times qm}{0,6Tc + \sqrt{Tc}}$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);

A = área da bacia em km²;

Tc = tempo de concentração de Kirpich; qm = precipitação efetiva (acumulada).

$$qm = \frac{(P - 5,08xS)^2}{P + 20,32XS}$$

Onde:

P = Altura acumulada de precipitação, a contar do início da chuva, em mm, em função do tempo de concentração da bacia;

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

CN = Curva correspondente ao complexo solo/vegetação.



**Tabela de CN - Jabôr**

$$CN = CN_1 \times CN_2 \times CN_3$$

<b>A ≤ 30 Km<sup>2</sup></b>		<b>30 km<sup>2</sup> &lt; A &lt; 60 km<sup>2</sup></b>		<b>A ≥ 60 km<sup>2</sup></b>	
<b>i (%)</b>	<b>CN<sub>1</sub></b>	<b>i (%)</b>	<b>CN<sub>1</sub></b>	<b>i (%)</b>	<b>CN<sub>1</sub></b>
≤ 0,5	68	0,25	62	≤ 0,125	56
1,0	70	0,50	64	0,25	58
1,5	72	0,75	66	0,5	60
2,0	74	1,0	68	1,0	65
3,0	76	1,5	71	1,5	70
4,0	78	2,0	77	2,0	80
5,0	80	3,0	81	3,0	85
6,0	82	4,0	84	≥ 4,0	90
7,0	84	5,0	88		
8,0	86	≥ 6,0	90		
9,0	88				
≥ 10,0	90				

Onde:

i = declividade efetiva do talvegue em %

A = área da bacia em Km<sup>2</sup>

<b>CN<sub>2</sub></b>	<b>Precipitação(mm)</b>	<b>CN<sub>3</sub></b>
Região Montanhosa c/ Rocha = 1,1	≥ 177,8	0,6
Região Montanhosa = 1,0	177,8	0,7
Região Ondulada = 0,9	152,4	0,8
Região Plana = 0,8	127,0	0,9
	101,6	1,0
	76,2	1,1
	50,8	1,2
	25,4	1,3
	≤ 25,4	1,4

Obs:

CN<sub>1</sub> = Obtém-se a partir da Área da bacia e da sua declividade efetiva

CN<sub>2</sub> = É função da Geomorfologia da Área em estudo

CN<sub>3</sub> = Está relacionada com a Pluviometria obtida pelo cálculo do Tempo de Concentração.

Fonte: Jabôr, 2015

## DELIMITAÇÃO E ANÁLISE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou por um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão afluente é descarregada no exutório ou saída, e constitui um sistema que coleta a chuva e a transforma em vazão.

É possível definir características fisiográficas para as bacias, com finalidade de obter os resultados do comportamento hidrológico.





## PONTO 01 (Comunidade Ponta do Aterro 01)

### Caracterização Inicial

O Ponto 01 em estudo, trata-se de um bueiro circular de concreto, o qual possui 4 linhas de bueiros de 1,00 de diâmetro, não se constatou lâmina d'água no curso no córrego no período da visita. Tendo conhecimento da altura máxima do nível d'água que o curso do rio atingiu historicamente, informação fornecida pelos populares da localidade, e que na máxima cheia de vestígio chega a ocupar 100% da área da seção das quatro linhas de bueiros com transbordo por cima da rodovia.

Este ponto se localiza nas coordenadas: 16°13'14,09"S; -59°33'36,97"O. A Rodovia Estadual possui largura de 10,00 metros.

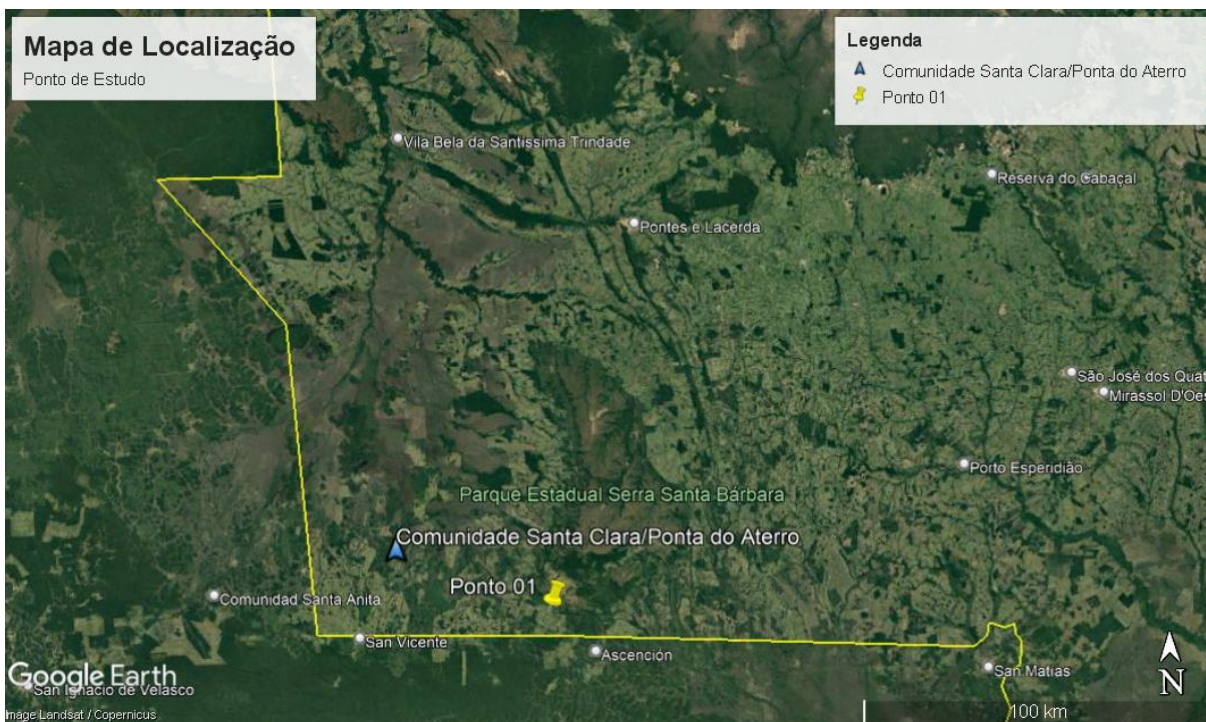


Imagem: Mapa de localização, autor.



Fonte: Fotografia retirada no local do ponto 01.



Fonte: Fotografia retirada no local do ponto 01.





A bacia do córrego do ponto 01 foi delimitada utilizando-se do modelo digital de elevação MDE, afim de conhecer a área de abrangência da bacia.

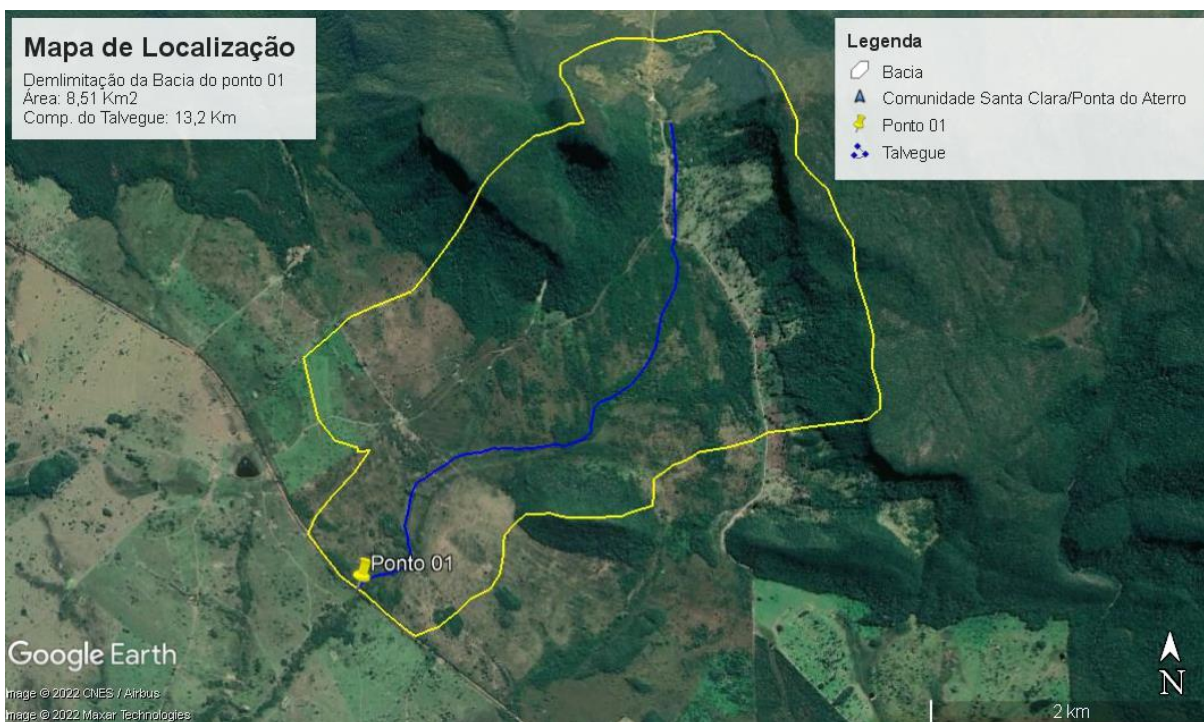


Imagem: Delimitação da bacia de contribuição, autor.

Houve a verificação da bacia com a imagem de satélite do Bing, onde foram feitos alguns ajustes na área da bacia, para se adequar ao máximo a realidade do local.

#### Dados da Bacia:

- Córrego sem denominação
- Área – 8,51 Km<sup>2</sup>
- Comprimento do talvegue principal – 13,20 Km
- Declividade – 0,21%
- **Vazão TR 15 anos – 18,16 m<sup>3</sup>/s**
- **Vazão TR 25 anos – 19,91 m<sup>3</sup>/s**
- Bacia montanhosa com vegetação rala.
- Curso d'água normal a estrada.

Os demais dados de cálculo seguem em anexo.



## **Dimensionamento**

Para o dimensionamento, foram utilizados os nomogramas elaborados pelo “U.S. Bureau of Public Roads”, para bueiro trabalhando como canal, TR 15 anos -  $H_w/H = 1,0$  e para TR= 25 anos –  $H_w/H=1,2$ , obtém-se **Bueiro Duplo Celular de Concreto 3,00x3,00 metros.**



## PONTO 02 (Comunidade Ponta do Aterro 02)

### Caracterização Inicial

O Ponto 02, trata-se de um bueiro circular de concreto, tem aproximadamente são 3 linhas de bueiros de 1,00 de diâmetro. No dia da vista em campo não se constatou lâmina d'água no curso no córrego, tendo um conhecimento local de que a máxima cheia de vestígio chega a ocupar toda área da seção das três linhas de bueiros. Este ponto se localiza nas coordenadas: 16°13'42,79"S; 59°33'0,31"O. A Rodovia Estadual possui largura de 10,00 metros.

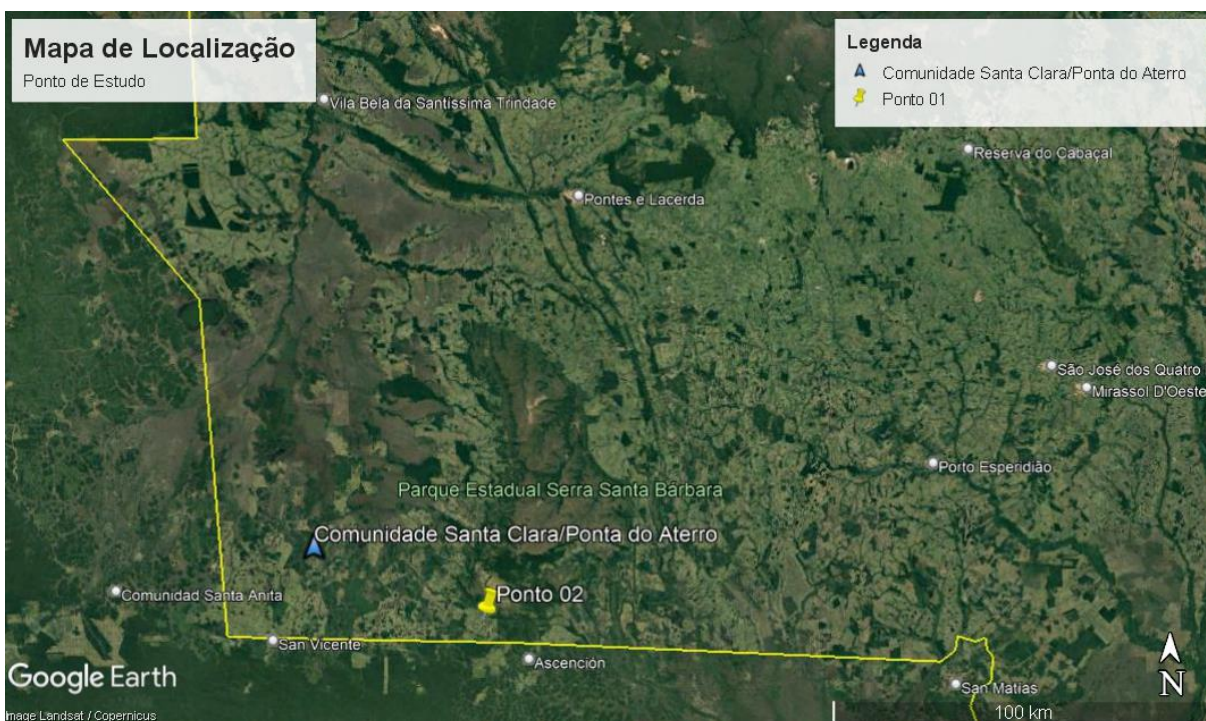


Imagem: Mapa de localização, autor.





MT-265 - Aguapeí, Vila Bela da Santíssima Trindade - MT,  
78245-000, Brasil

Latitude	Longitude
-16.228550705127418°	-59.550080336630344°
Local 03:12:06 PM	Altitude 269 meters
GMT 07:12:06 PM	quarta-feira, 02-02-2022

Fonte: Fotografia retirada no local do ponto 02.



MT-265 - Aguapeí, Vila Bela da Santíssima Trindade -  
MT, 78245-000, Brasil

Latitude	Longitude
-16.228552255779505°	-59.55016767606139°
Local 03:11:09 PM	Altitude 271 meters
GMT 07:11:09 PM	quarta-feira, 02-02-2022

Fonte: Fotografia retirada no local do ponto 02.



A bacia do córrego do ponto 02 foi delimitada utilizando-se do modelo digital de elevação MDE, afim de conhecer a área de abrangência da bacia.

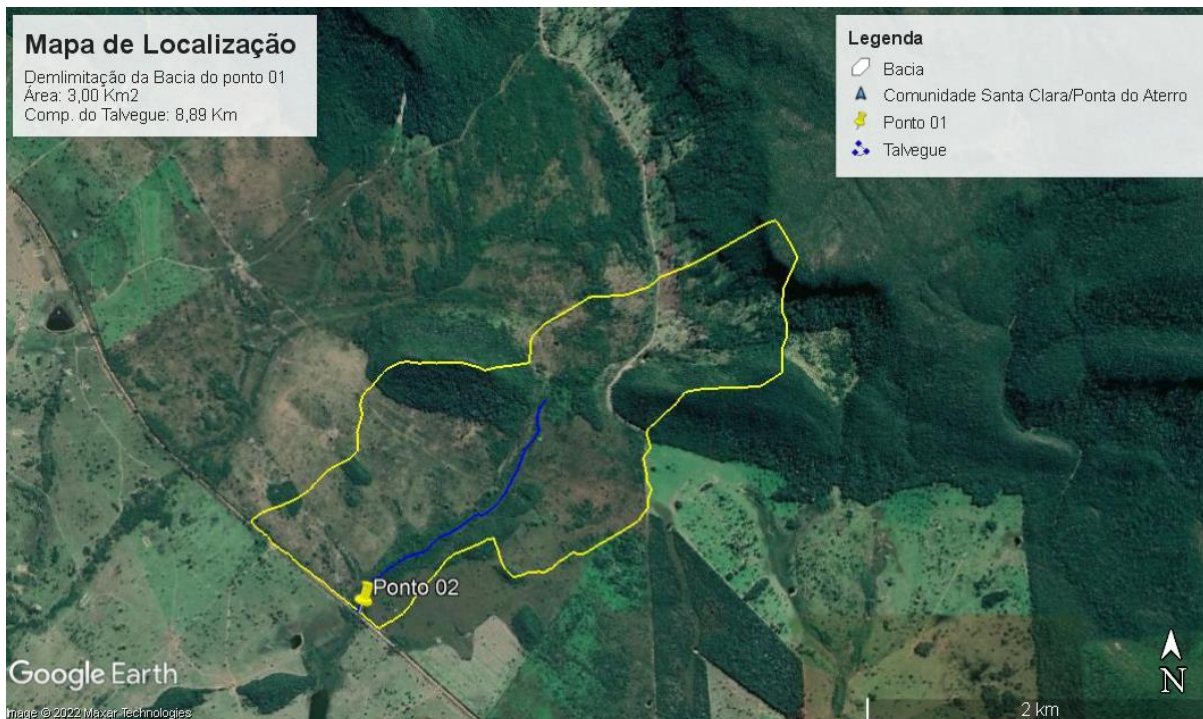


Imagem: Delimitação da bacia de contribuição, autor.

Houve a verificação da bacia com a imagem de satélite do Bing, onde foram feitos alguns ajustes na área da bacia, para se adequar ao máximo a realidade do local.

#### Dados da Bacia:

- Córrego sem denominação
- Área – 3,00 Km<sup>2</sup>
- Comprimento do talvegue principal – 8,89 Km
- Declividade – 0,35%
- **Vazão TR 15 anos – 21,98m<sup>3</sup>/s**
- **Vazão TR 25 anos – 24,40 m<sup>3</sup>/s**
- Bacia ondulada com vegetação rala.
- Curso d'água normal a estrada.

Os demais dados de cálculo seguem em anexo.



## Dimensionamento

Para o dimensionamento, foram utilizados os nomogramas elaborados pelo “U.S. Bureau of Public Roads”, para bueiro trabalhando como canal, TR 15 anos -  $H_w/H = 1,0$  e para TR= 25 anos –  $H_w/H=1,2$ , obtém-se **Bueiro Triplo Celular de Concreto 3,00x3,00 metros.**





## PONTO 03 (Comunidade Ponta do Aterro 03)

### Caracterização Inicial

O Ponto 03, trata-se de um bueiro circular de concreto, tem aproximadamente são 3 linhas de bueiros de 1,00 de diâmetro. No dia da vista em campo não se constatou lâmina d'água no curso no córrego, tendo um conhecimento local de que a máxima cheia de vestígio chega a ocupar toda área da seção das três linhas de bueiros. Este ponto se localiza nas coordenadas: 16°13'48,72"S; 59°32'52,91"O. A Rodovia Estadual possui largura de 10,00 metros.

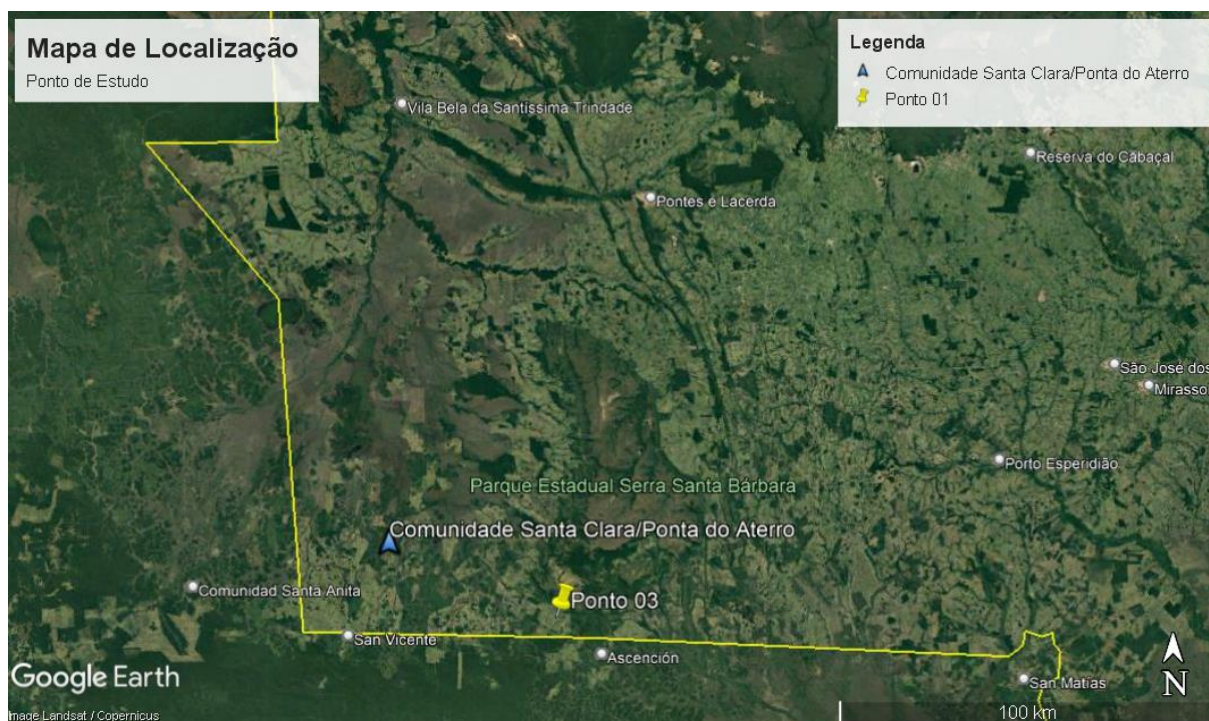


Imagem: Mapa de localização, autor.



Fonte: Fotografia retirada no local do Ponto 03



Fonte: Fotografia retirada no local do Ponto 03





A bacia do córrego do ponto 03 foi delimitada utilizando-se do modelo digital de elevação MDE, afim de conhecer a área de abrangência da bacia.



Imagem: Delimitação da bacia de contribuição, autor.

Houve a verificação da bacia com a imagem de satélite do Bing, onde foram feitos alguns ajustes na área da bacia, para se adequar ao máximo a realidade do local.

#### Dados da Bacia:

- Córrego sem denominação
- Área – 0,67 Km<sup>2</sup>
- Comprimento do talvegue principal – 3,97 Km
- Declividade – 0,68%
- **Vazão TR 15 anos – 8,97 m<sup>3</sup>/s**
- **Vazão TR 15 anos – 9,80 m<sup>3</sup>/s**
- Bacia ondulada com vegetação rala.
- Curso d'água normal a estrada.

Os demais dados de cálculo seguem em anexo.



## **Dimensionamento**

Para o dimensionamento, foram utilizados os nomogramas elaborados pelo “U.S. Bureau of Public Roads”, para bueiro trabalhando como canal, TR 15 anos -  $H_w/H = 1,0$  e para TR= 25 anos –  $H_w/H=1,2$ , obtém-se **Bueiro Duplo Celular de Concreto 3,00x3,00 metros.**



## QUANTITATIVO

Ponto	Locais	Coordenadas		Seção (m)	Extensão (m)
01	Comunidade Ponta do Aterro 01	16°13'14.09"S	59°33'36.97"O	2x(3,00x3,00)m	20,00
02	Comunidade Ponta do Aterro 02	16°13'42.79"S	59°33'0.31"O	3x(3,00x3,00)m	30,00
03	Comunidade Ponta do Aterro 03	16°13'48.72"S	59°32'52.91"O	2x(3,00x3,00)m	20,00
<b>Total</b>					70,00

Vila Bela da Ss. Trindade/MT,  
03 de julho de 2022.

---

**FABRÍCIO PROFETA**  
Engenheira Civil  
CREA MT 031456



ANEXO

MEMÓRIA DE CÁLCULO  
MÉTODO RACIONAL (BACIA < 4KM<sup>2</sup>)

Geometria da Bacia										
PONTO	TR (anos)	Zona	Área da Bacia (ha)	Área da Bacia (Km2)	Comprimento do Talvegue (Km)	Cota da Montante (m)	Cota da Jusante (m)	ΔH (m)	Declividade efetiva (%)	leq (m/Km)
Ponto 01	15	Rural	851	8,51	13,2	393	267	126	0,954545455	9,5455
Ponto 01	25	Rural	851	8,51	13,2	393	267	126	0,954545455	9,5455

Hidrologia					Cálculo da Vazão - Método Racional				
Chuva			Tempo de Concentração		Coeficiente de deflúvio - C	Burkli - Ziegler - n	Coeficiente de retardo - Φ	Vazão Calculada (m <sup>3</sup> )	Vazão Adotada (m <sup>3</sup> )
PONTO	Precipitação (mm)	Intensidade de Chuva - I (mm/h)	Tc (h) Kirpich	Tc (min) Kirpich					
Ponto 01	92,4	31,95	2,892329	173,5397	0,8	5	0,259426352	15,79850393	18,16827952
Ponto 01	101,27	35,01	2,892329	173,5397	0,8	5	0,259426352	17,31509192	19,9123557



**MEMÓRIA DE CÁLCULO**  
**MÉTODO RACIONAL (BACIA < 4KM<sup>2</sup>)**

Geometria da Bacia										
PONTO	TR (anos)	Zona	Área da Bacia (ha)	Área da Bacia (Km2)	Comprimento do Talvegue (Km)	Cota da Montante (m)	Cota da Jusante (m)	ΔH (m)	Declivida de efetiva (%)	leq (m/Km)
Ponto 02	15	Rural	300	3,00	8,89	288	256	32	0,359955	3,5996
Ponto 02	25	Rural	300	3,00	8,89	288	256	32	0,359955	3,5996
Ponto 03	15	Rural	67	0,67	3,97	284	257	27	0,6801008	6,8010
Ponto 03	25	Rural	67	0,67	3,97	284	257	27	0,6801008	6,8010

Hidrologia					Cálculo da Vazão - Método Racional		
Chuva		Tempo de Concentração		Coeficiente de deflúvio - C	Vazão Calculada (m3)	Vazão Adotada (m3)	
PONTO	Precipitação (mm)	Intensidad e de Chuva - I (mm/h)	Tc (h) Kirpich				Tc (min) Kirpich
Ponto 02	94,22	30,34	3,105	186,328	0,75	19,11	21,98
Ponto 02	103,28	33,26	3,105	186,328	0,75	20,95	24,10
Ponto 03	72,46	55,46	1,307	78,398	0,75	7,80	8,97
Ponto 03	79,16	60,58	1,307	78,398	0,75	8,52	9,80



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

CREA-MT

ART DE OBRA/SERVIÇO  
1220220149712

## Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do CREA-MT

### 1. Responsável Técnico

FABRICIO PROFETA DA CRUZ

RNP: 1213642779

Título Profissional: ENGENHEIRO CIVIL

Registro: 31456

Empresa Contratada:

Registro:

### 2. Dados do Contrato

Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE

CPF/CNPJ: 03.214.160/0001-21

Rua: RUA DR. MÁRIO CORREIA

Número: 452

Complemento: PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA BELA DA

Bairro: CENTRO

País: Brasil

Cidade: VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE

UF: MT

CEP: 78.245-000

Contrato:

Celebrado em: 15/08/2022

Valor: R\$ 500,00

Tipo de Contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PÚBLICO

Ação Institucional:

### 3. Dados Obra/Serviço

Logradouro	Bairro	Número	Complemento	Cidade	UF	País	Cep	Coordenada
RUA DR. MÁRIO CORREIA	CENTRO	425	PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA BELA DA	VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE	MT	BRA	78.245-000	014°58'01.98" S 059°54'57.95" O
Data de Início: 15/08/2022								
Previsão Término: 31/08/2022								
Código:								
Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PÚBLICO			Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE			CPF/CNPJ: 03.214.160/0001-21		
Finalidade: INFRA-ESTRUTURA								

### 4. Atividades Técnicas

Grupo/Subgrupo	Atividade Profissional	Obra/Serviço	Complemento	Quantidade	Unidade
Meio Ambiente - Gestão Ambiental					
	Estudo	de estudos ambientais		3,0000	unidade
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART					

### 5. Observações

Elaboração de 03 Estudos Hidrológicos para o programa de substituição de pontes da SINFRA-MT.

### 6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

### 7. Entidade de Classe

### 8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Vila Bela da Ss. Trindade-MT

16 / 08 / 2022

Local

data

030.420.591-54 - FABRICIO PROFETA DA CRUZ

03.214.160/0001-21 - PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE

### 9. Informações

A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.  
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-mt.org.br](http://www.crea-mt.org.br) ou [www.confea.org.br](http://www.confea.org.br).  
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

[www.crea-mt.org.br](http://www.crea-mt.org.br) cate@crea-mt.org.br  
tel: (65)3315-3000



**CREA-MT**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de  
Mato Grosso

Valor ART: R\$ 88,78

Registrada em 15/08/2022

Valor Pago: R\$ 88,78

Nosso Número: 1400000000798987