
DIMENSIONAMENTO

GALERIAS PLUVIAIS

LOCAL: ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ESPERIDIÃO

1. APRESENTAÇÃO

Este projeto refere-se à construção de Galerias Pluviais para transposição e talvegues e córregos na área rural do município de Porto Esperidião-MT, para controle dos processos de erosão, combate às inundações e controle do impacto ambiental.

RESUMO BUEIROS

BUEIRO	TRECHO	ESTACA			COORDENADAS		SITUAÇÃO	SERVIÇO	TIPO BUEIRO	DIMENSÃO	EXT (m)	CORTE	ATERRO + REATERRO
1	PE-10	144	+	0,00	15°53'12.21"S	58°28'15.73"O	Implantar	Bueiro de Greide	BSTC	Ø800	12,00	42,3	199,5
2	PE-15	97	+	0,00	15°52'40.95"S	58°31'42.87"O	Implantar	Bueiro de Grot	BDTC	Ø1200	12,00	73,72	234,92
3	PE-15	423	+	0,00	15°54'52.71"S	58°29'00.02"O	Implantar	Bueiro de Grot	BDTC	Ø1200	12,00	73,72	234,92
4	PE-150 (TR1)	679	+	4,67	15°41'36.36"S	58°53'48.78"O	Implantar	Bueiro Celular	BSCC	2500X2500	12,00	123,38	271,29
5	PE-150 (TR1)	862	+	0,00	15°43'04.46"S	58°54'49.74"O	Implantar	Bueiro de Greide	BSTC	Ø800	12,00	42,3	199,5
6	PE-150 (TR2)	1226	+	0,00	15°47'47.81"S	59°06'43.49"O	Implantar	Bueiro Celular	BSCC	2500X2500	12,00	123,38	271,29
13	PE-200	589	+	0,00	15°56'07.43"S	58°52'30.62"O	Implantar	Bueiro de Grot	BDTC	Ø1200	12,00	73,72	234,92
14	PE-200	915	+	14,58	15°53'14.38"S	58°54'05.58"O	Implantar	Bueiro de Greide	BSTC	Ø800	12,00	42,3	199,5
15	PE-200	1263	+	0,00	15°50'53.48"S	58°55'48.11"O	Implantar	Bueiro Celular	BSCC	2000X2000	12,00	86,96	234,67
16	PE-200	1411	+	7,94	15°49'35.29"S	58°55'07.07"O	Implantar	Bueiro de Greide	BSTC	Ø800	12,00	42,3	199,5
17	PE-200	1457	+	4,32	15°49'09.11"S	58°54'56.98"O	Implantar	Bueiro de Greide	BSTC	Ø800	12,00	42,3	199,5
18	PE-340	303	+	6,23	15°43'17.53"S	58°51'51.54"O	Implantar	Bueiro Celular	BSCC	2500X2500	12,00	123,38	271,29
19	PE-552	67	+	9,01	15°51'56.87"S	58°29'03.42"O	Implantar	Bueiro de Greide	BSTC	Ø800	12,00	42,3	199,5
TOTAL											156,00	932,06	2950,3

2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ELABORAÇÃO DO PROJETO

2.1. Estudos topográficos

Com base nas imagens de satélite do Google Earth da área a ser drenada, foi realizado a delimitação das áreas de contribuição identificando o sentido do fluxo das águas superficiais e determina-se o melhor traçado das galerias.

Todas as bacias levantadas foram delimitadas com a definição dos picos nas extremidades dos polígonos, além de determinar as altitudes dos talvegues.

O bueiros de Greide, não foram determinadas as bacias de contribuição, pois serão acionados apenas durante o período da chuva, para não acumulo de água nas laterais da pista.

2.2. Disponibilidade dos Dados

- Dados Cartográficos: Cartas do IBGE
- Imagens de Satélites: Aplicativo Google Earth
- Dados Pedológicos: Mapeamentos Projeto Radan Brasil

2.3 Para o dimensionamento dos Dispositivos foram utilizados os seguintes parâmetros:

- *Intensidade chuvas*
- *Tempo de concentração*
- *Calculo de Vazão*
- *Período de Retorno*
- *Coeficiente de Rugosidade*
- *Coeficiente de Escoamento Superficial*

3. FORMULAÇÕES

Intensidade de Chuvas

Para obtenção da fórmula da intensidade de chuvas do trecho, foram utilizados os coeficientes da tabela, Código 1558003, da Agencia Nacional das Águas - ANA, Estação de Porto Esperidião - MT.

$$I = \frac{a * Tr^b}{(Tc + c)^d}$$

Onde:

Tr = Período de Retorno - anos

Tc = Tempo de Concentração - min

I = Intensidade de Chuva - mm/h

a, b, c e d, valores dos coeficientes obtidos nas Tabelas de Chuvas de Mato Grosso, estação 1558003 (Porto Esperidião) da ANA - Agencia Nacional das Águas.

a= 840,6291

b= 0,1283

c= 9,753

d= 0,7234

Tempo de Concentração

Para o cálculo do tempo de concentração (T_c), foi utilizada a equação básica:

$$T_c = 57 * (L^3 / I)^{0,385}$$

Onde:

T_c = Tempo de concentração, em minutos;

L = Comprimento do talvegue, em km;

I = Declividade do talvegue, em m/km.

Período de Retorno – Tempo de Recorrência

O tempo de recorrência para o projeto de cada dispositivo de drenagem foi fixado levando-se em conta:

- importância e a segurança da obra;
- classe da rodovia;
- prejuízos econômicos, no caso de interrupção do tráfego;
- danos às propriedades vizinhas;
- custos estimados de restauração, na hipótese de destruição;
- valores adotados em estudos semelhantes a este;
- as normas técnicas e as instruções de serviço da fiscalização.

Os tempos de recorrência adotados são os preconizados pelas instruções do Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005).

Assim sendo, os tempos de recorrência adotados foram:

- Para obras de artes correntes: $TR = 25$ anos

Cálculo de Vazão das Bacias - Método Racional

O método racional é um método indireto e foi apresentado pela primeira vez em 1851 por Mulvaney e usado nos Estados Unidos por Emil Kuichling em 1889 e estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial (deflúvio). Este método baseia-se na seguinte fórmula:

$$Q = (C * I * A) / 3,6$$

Onde:

Q = Descarga de pico, em m^3/s ;

C = Coeficiente de Escoamento Superficial

I = Intensidade de chuva em mm/h ;

A = Área da bacia hidrográfica contribuinte em km^2 .

Coeficiente de Escoamento Superficial

Este estudo consiste em verificar se todas as maneiras possíveis o comportamento do solo sob a chuva, a retenção da água pela cobertura vegetal e pelo solo e as características físicas da bacia contribuinte (forma, declividade, comprimento do talvegue principal, rede de drenagem e etc.)

COEFICIENTE DE RUNOFF (C)

Pavimentos asfálticos	C = 0,70 a 0,95
Pavimentos de blocos intertravados de concreto	C = 0,70 a 0,85
Revestimento de macadame betuminoso	C = 0,65 a 0,80
Passeios de concreto	C = 0,70 a 0,85
Paver	C = 0,70 a 0,85
Áreas com gramíneas	C = 0,13 a 0,17
Solos arenosos – plano – máx. de 2% de declividade	C = 0,05 a 0,10
Solos arenosos – médio – de 2% a 7% de declividade	C = 0,10 a 0,15
Solos arenosos – íngreme – mais que 7% de declividade	C = 0,15 a 0,20
Solos argilosos – plano – máx. de 2% de declividade	C = 0,13 a 0,17
Solos argilosos – médio – de 2% a 7% de declividade	C = 0,17 a 0,22
Solos argilosos – íngreme – mais que 7% de declividade	C = 0,22 a 0,35
Áreas com árvores de folhagem permanente em terreno com declividade variada	C = 0,25 a 0,50
Telhados perfeitos sem fuga	C = 0,70 a 0,95

FONTE: ASCE(1977), Villela e Mattos(1980), Apud Kibler(1982) e DNER(1990)

Para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem foi utilizado coeficiente de 0,20.

Coeficiente de Rugosidade

Foi utilizado coeficiente de rugosidade de 0,015 para concreto em condições regulares, conforme tabela de Manning.

Coeficientes de rugosidade de Manning

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boa	Boa	Regular	Má
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Canais de terra (retilíneos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	-
Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Córregos e rios Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Igual anterior porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Margens espaiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Margens espaiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

Fonte: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001)

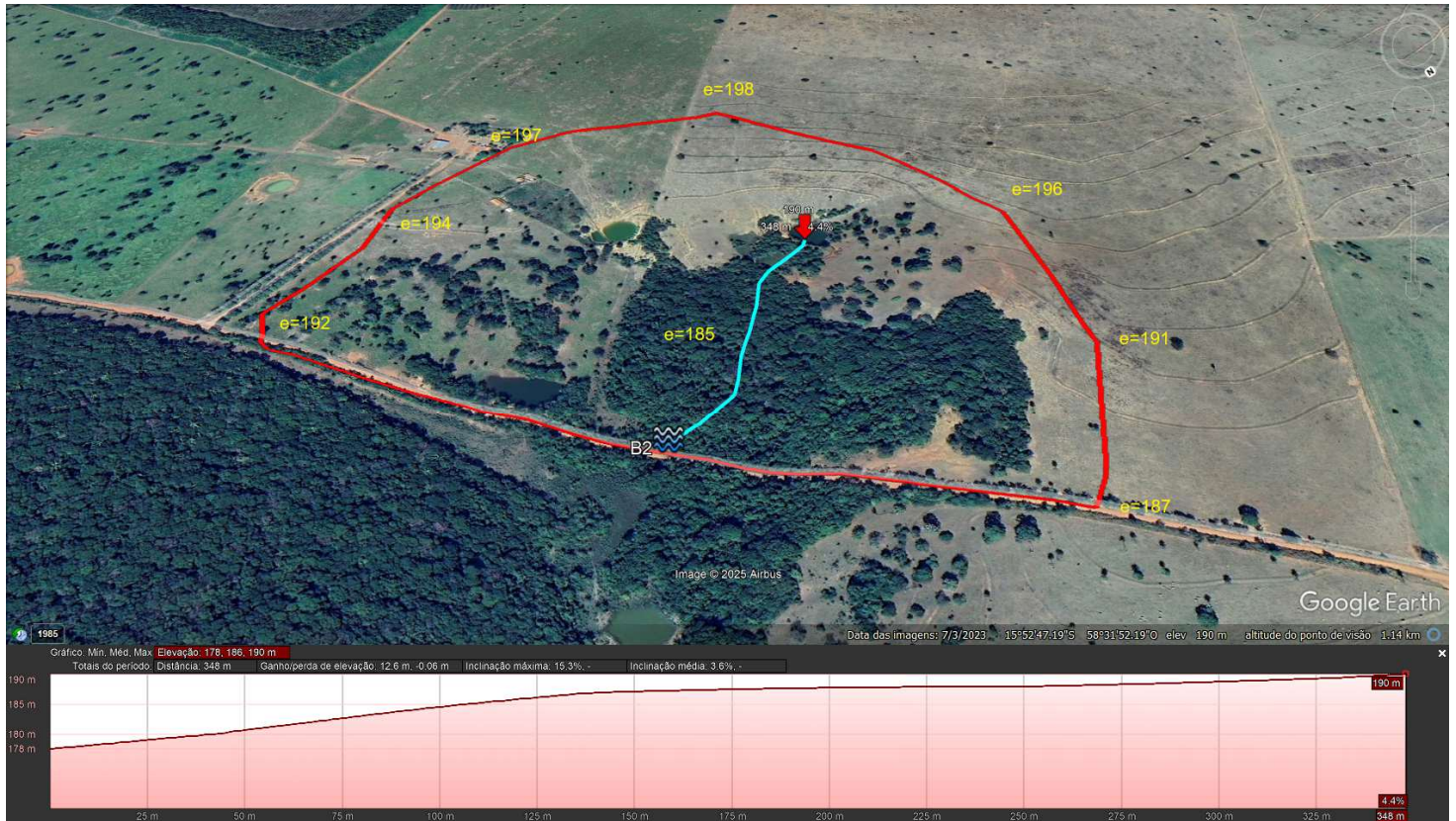
Tamanhos comerciais de bueiros celulares de concreto - DNIT

Tabela 2 - Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros celulares de concreto trabalhando como canal ($ec = d$)

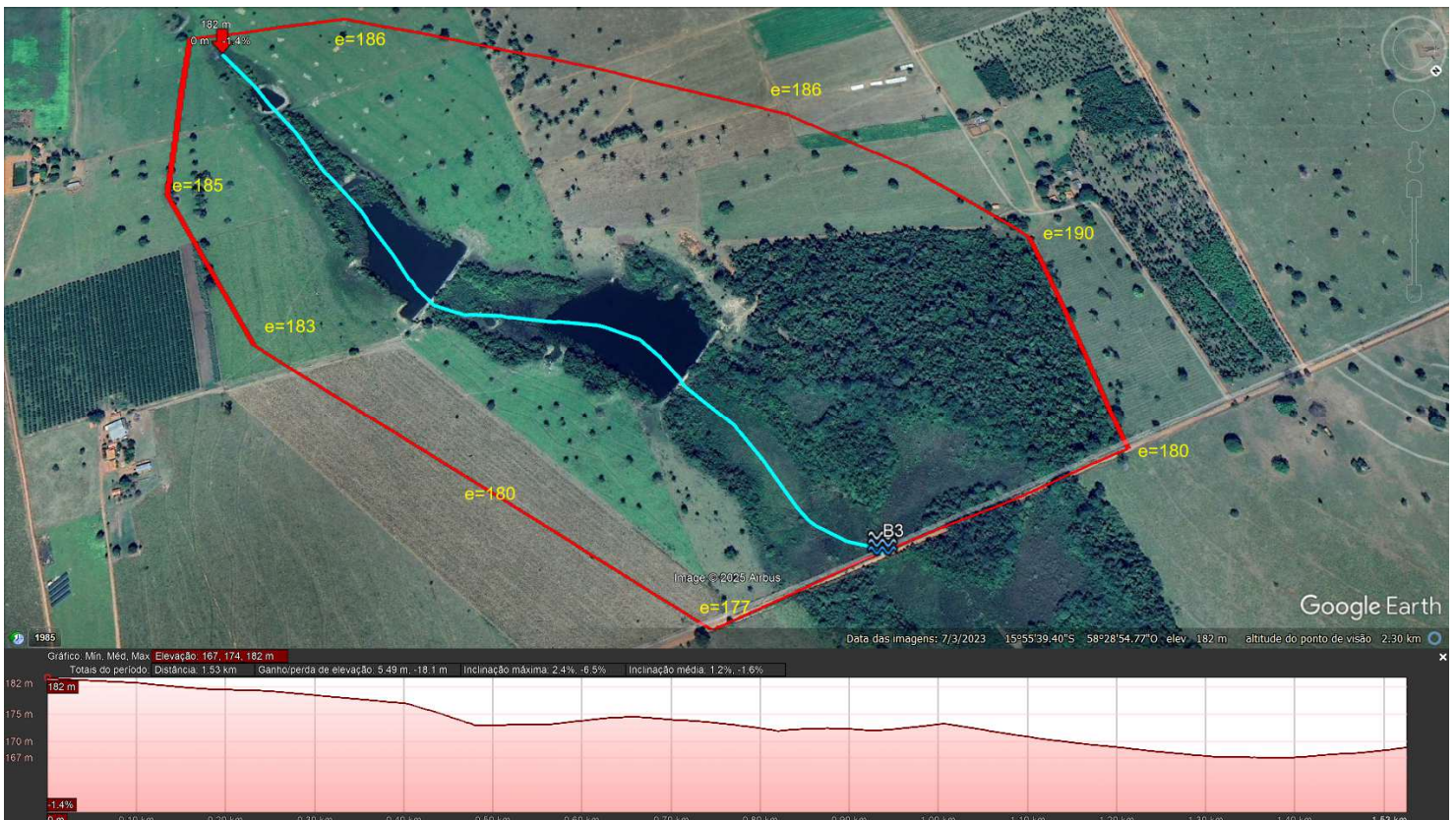
TIPO	BASE X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSCC	1,0 x 1,0	0,67	1,71	2,56	0,78
BSCC	1,5 x 1,5	1,50	4,70	3,14	0,68
BSCC	2,0 x 1,5	2,00	6,26	3,14	0,56
BSCC	2,0 x 2,0	2,67	9,64	3,62	0,62
BSCC	2,0 x 2,5	3,33	13,48	4,05	0,69
BSCC	2,0 x 3,0	4,00	17,72	4,43	0,76
BSCC	2,5 x 2,5	4,17	16,85	4,05	0,58
BSCC	3,0 x 1,5	3,00	9,40	3,14	0,44
BSCC	3,0 x 2,0	4,00	14,47	3,62	0,47
BSCC	3,0 x 2,5	5,00	20,22	4,05	0,51
BSCC	3,0 x 3,0	6,00	26,58	4,43	0,54
BDCC	2,0 x 1,5	4,00	12,53	3,14	0,56
BDCC	2,0 x 2,0	5,33	19,29	3,62	0,62
BDCC	2,0 x 2,5	6,67	26,96	4,05	0,69
BDCC	2,0 x 3,0	8,00	35,44	4,43	0,76
BDCC	2,5 x 2,5	8,33	33,70	4,05	0,58
BDCC	3,0 x 1,5	6,00	17,79	3,14	0,44
BDCC	3,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,47
BDCC	3,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,51
BDCC	3,0 x 3,0	12,00	53,16	4,43	0,54
BTCC	2,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,62
BTCC	2,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,69
BTCC	2,5 x 2,5	12,50	50,55	4,05	0,58
BTCC	3,0 x 2,0	12,00	43,40	3,63	0,47
BTCC	3,0 x 2,5	15,00	60,66	4,05	0,51
BTCC	3,0 x 3,0	18,00	79,73	4,43	0,54

4. DIMENSIONAMENTO

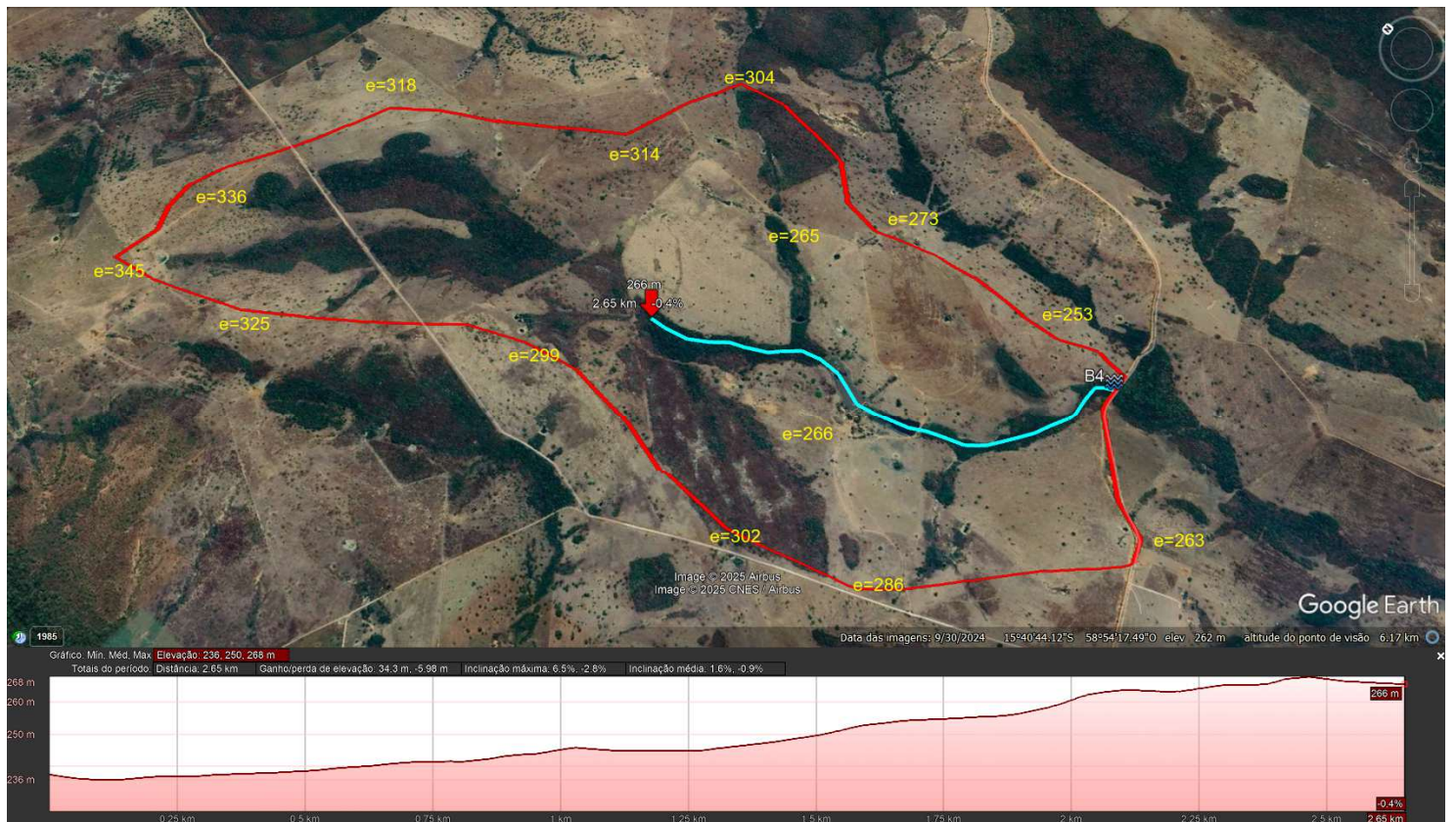
- BUEIRO 02 – 15°52'40.95"S / 58°31'42.87"O (BDTC Ø1200)



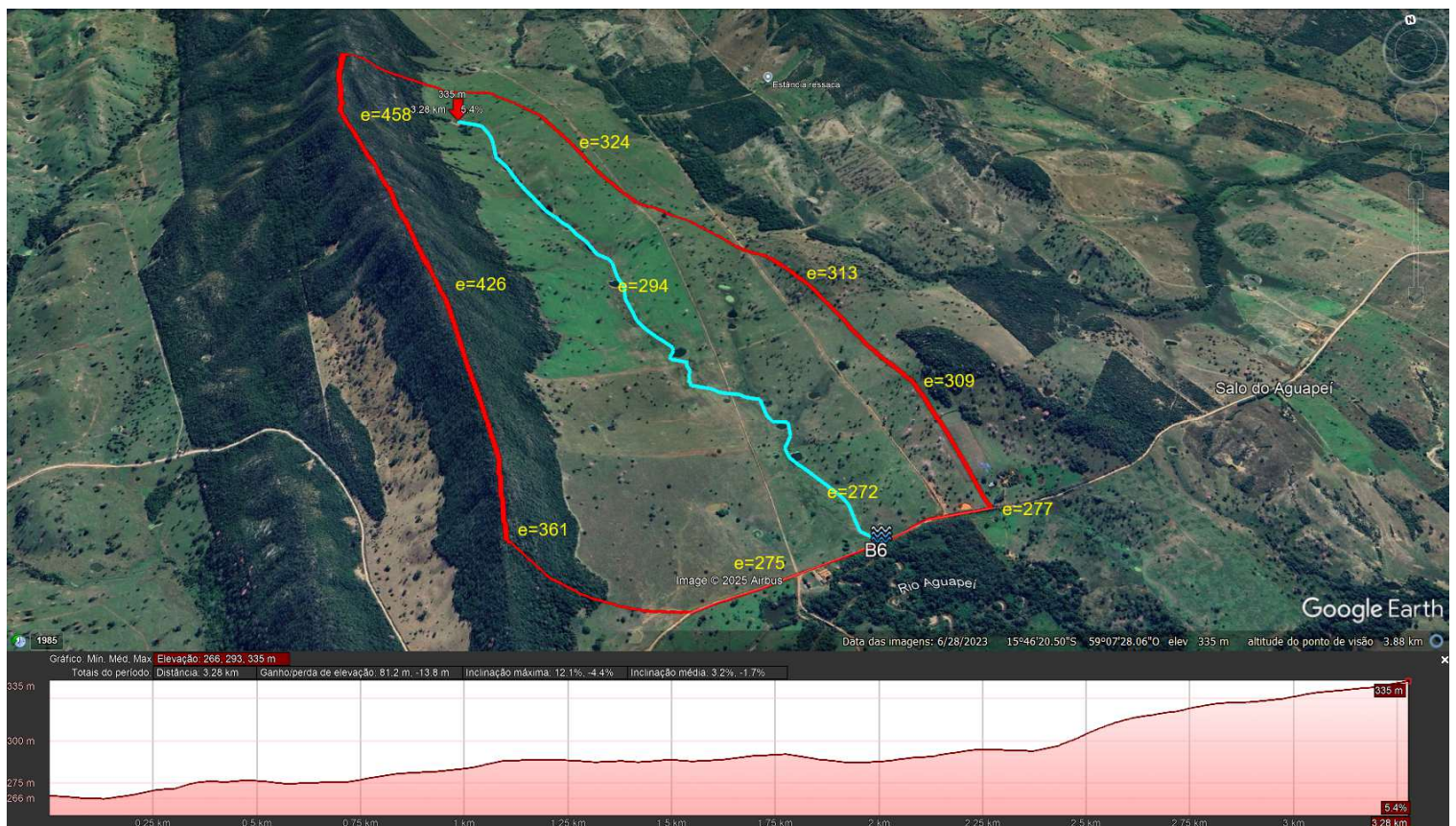
- BUEIRO 03 - 15°54'52.71"S / 58°29'00.02"O (BDTC Ø1200)



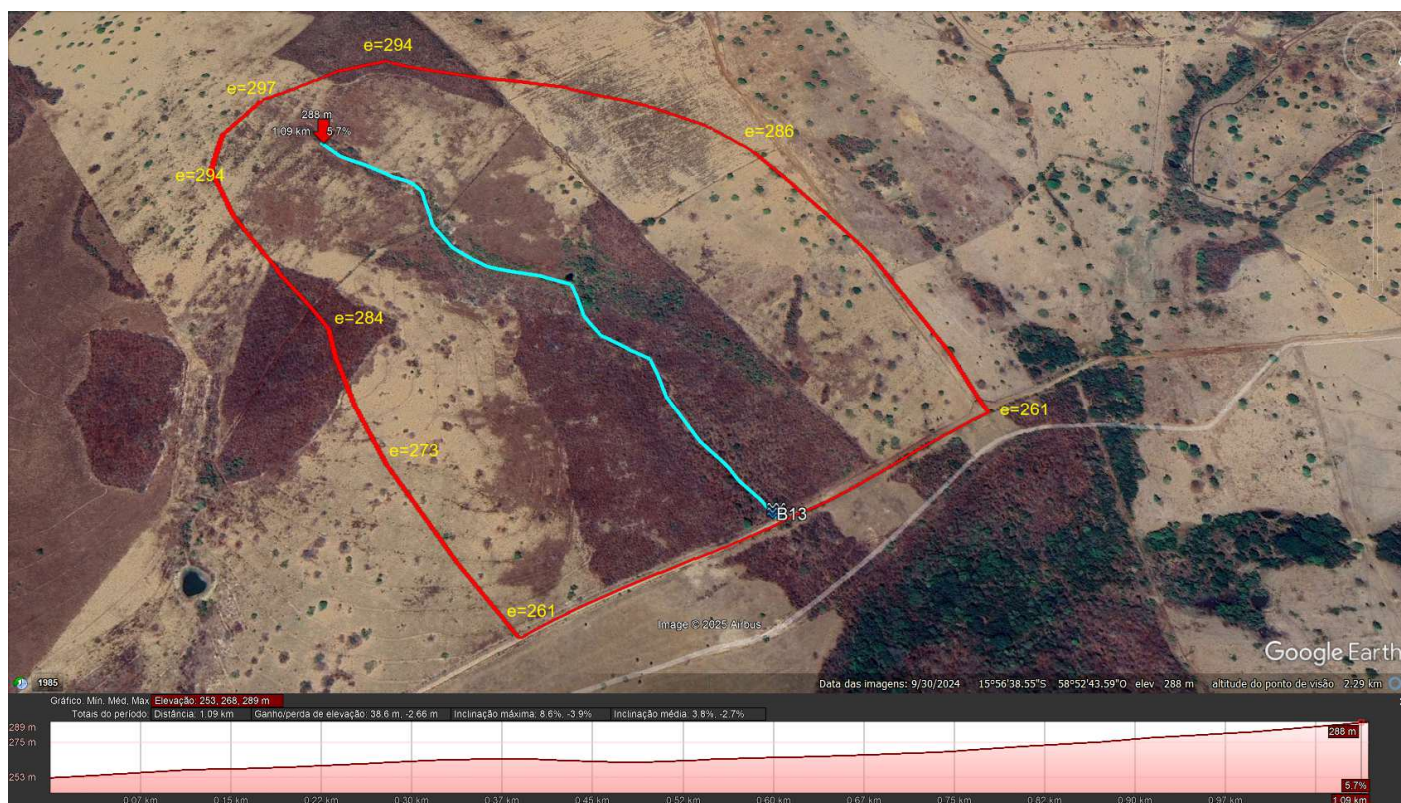
○ **BUEIRO 04 - 15°41'36.36"S / 58°53'48.78"O (BSCC 2,5X2,5)**



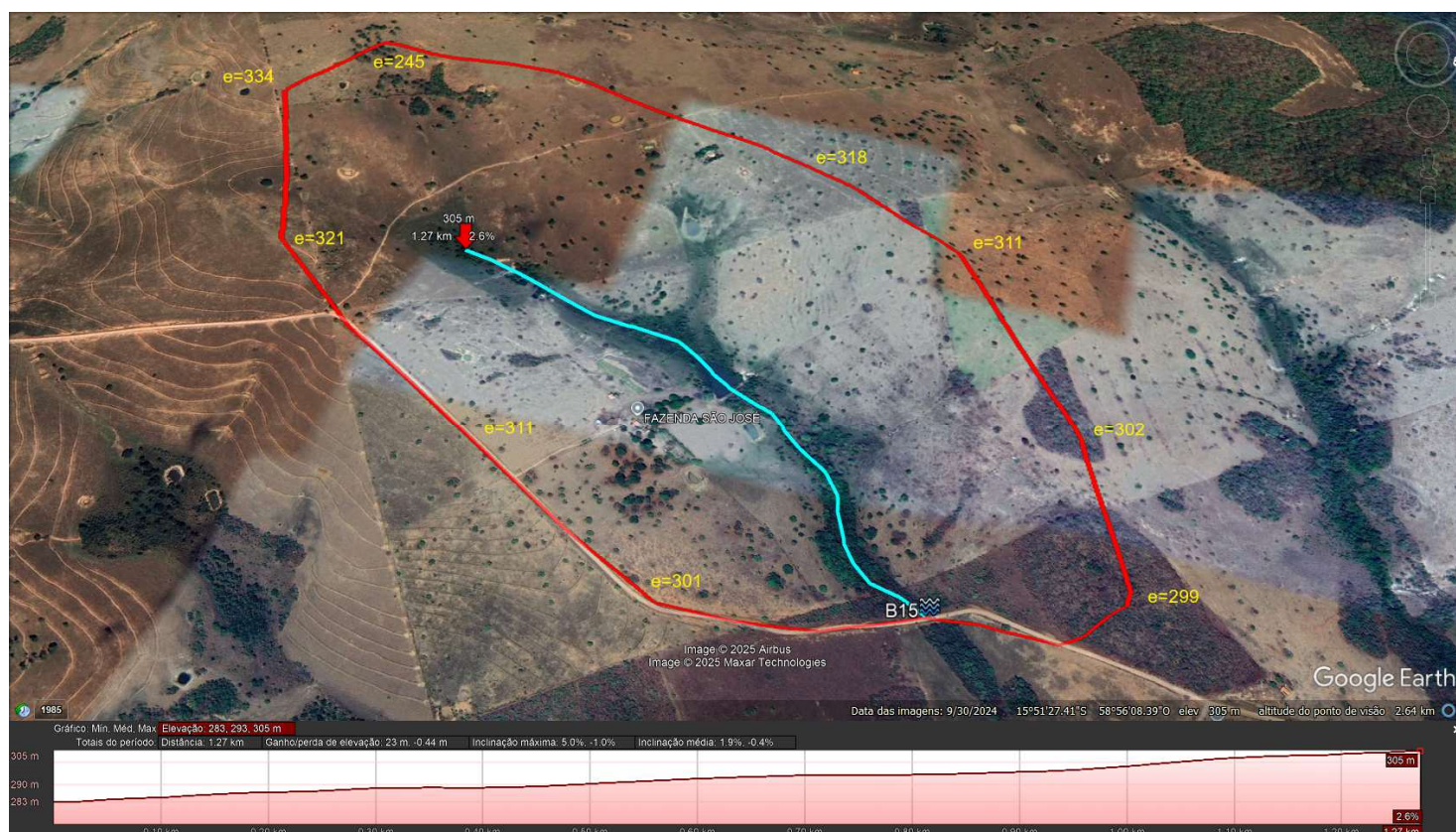
○ **BUEIRO 06 - 15°47'47.81"S / 59°06'43.49"O (BSCC 2,5X2,5)**



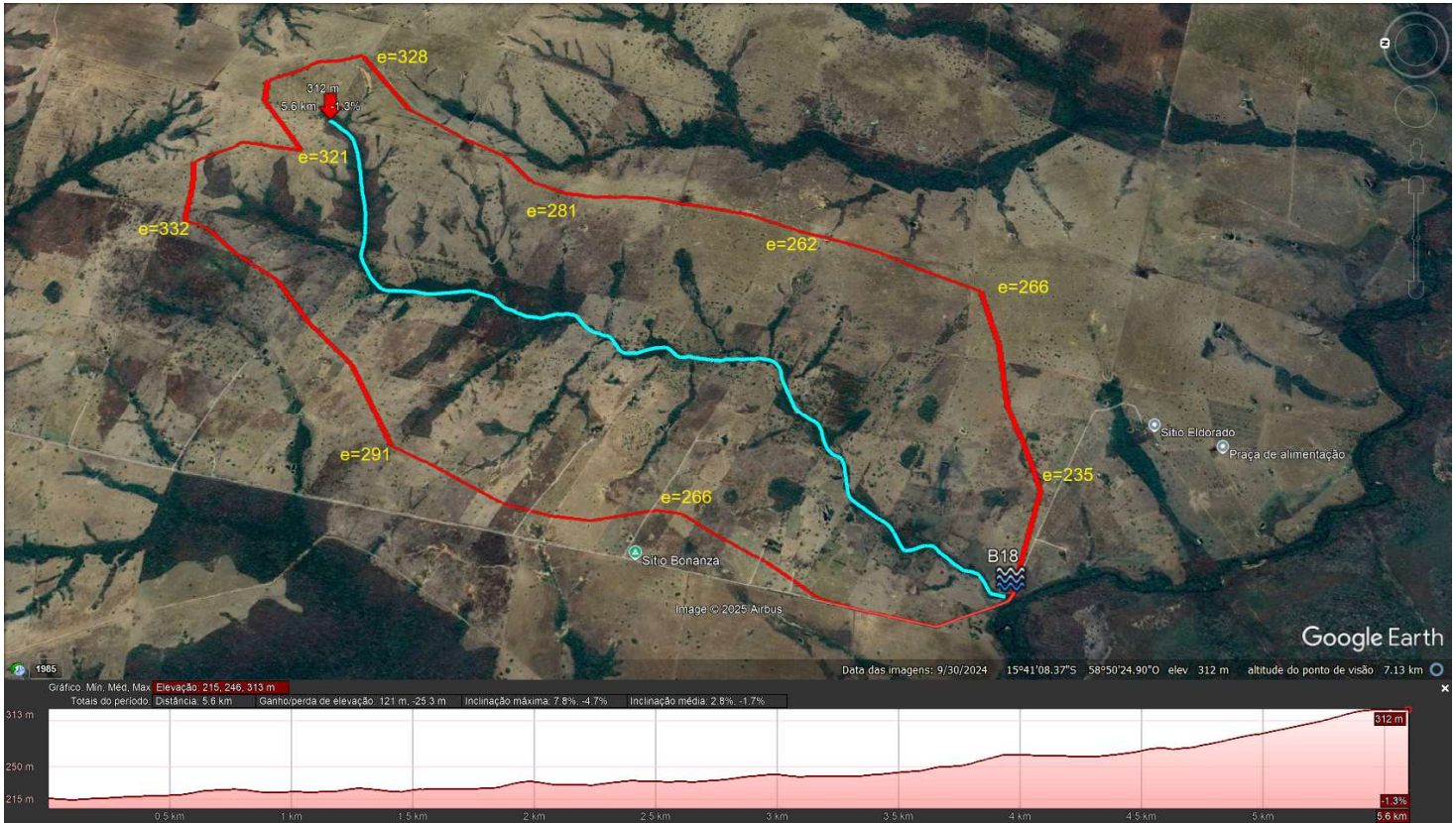
○ **BUEIRO 13 - 15°56'07.43"S / 58°52'30.62"O (BDTC Ø1200)**



○ **BUEIRO 15 - 15°50'53.48"S / 58°55'48.11"O (BSCC 2X2)**



○ BUEIRO 18 - 15°43'17.53"S / 58°51'51.54"O (BSCC 2,5X2,5)



Coeficientes de intensidade de chuva	
Estação: 1558003 Porto Esperidião	
a	840,6291
b	0,1283
c	9,753
d	0,7234

PERIODO DE RETORNO =	15
COEF. DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL =	0,20

VAZÃO DAS BACIAS									
ESTRADA	BUEIRO	Área da Bacia	Comp. Do Talvegue	Tempo de Concentraçã	Intensidade de Chuvas	Cotas do Talvegue (m)		Declive (m/Km)	VAZÃO NECESSÁRIO A (m³/s)
		(km²)	(km)	o (min)	(mm/h)	Montante	Jusante		
PE-15	2	0,39	0,32	3,81	180,49	190,00	178,00	37,38	3,911
PE-15	3	1,00	1,38	35,96	74,93	181,00	169,00	8,70	4,163
PE-150 (TR1)	4	8,29	5,16	123,58	34,54	332,00	237,00	18,41	15,908
PE-150 (TR2)	6	4,20	3,16	66,81	51,59	334,00	268,00	20,89	12,038
PE-150 (TR2)	8	2,75	2,73	49,53	62,08	435,00	355,00	29,30	9,485
PE-150 (TR2)	10	0,77	0,60	8,93	143,15	282,00	266,00	26,67	6,124
PE-150 (TR2)	11	1,48	2,69	27,43	87,00	605,00	255,00	130,11	7,153
PE-150 (TR2)	12	0,82	0,79	10,57	134,68	277,00	246,00	39,24	6,136
PE-200	13	0,70	1,14	17,19	109,83	291,00	253,00	33,33	4,271
PE-200	15	1,66	1,26	24,75	91,83	305,00	283,00	17,46	8,469
PE-340	18	8,29	5,36	136,76	32,26	302,00	217,00	15,86	14,859

COEF. DE RUGOSIDADE DO MATERIAL DO BUEIRO =	0,0150
---	--------

VAZÃO DOS BUEIROS - REGIME SUBCRÍTICO															SITUAÇÃO	
BUEIRO	BUEIRO	Cotas do Bueiro(m)		Comprim. (m)	Declive (m/m)	Nº Linhas (und)	Dimensão Unitária (mm)	d/D	Ø	A/D²	R/D	Kv	Kq	VAZÃO BUEIRO (m³/s)		
		Montante	Jusante													
PE-15	2	178,00	177,88	12	0,01000	2,00	1200	0,650	3,751	0,540	0,288	0,436	0,236	5,112		BUEIRO ATENDE
PE-15	3	169,00	168,88	12	0,01000	2,00	1200	0,650	3,751	0,540	0,288	0,436	0,236	5,112		BUEIRO ATENDE
PE-200	13	253,00	252,88	12	0,01000	2,00	1200	0,650	3,751	0,540	0,288	0,436	0,236	5,112		BUEIRO ATENDE

VAZÃO DOS BUEIROS - REGIME CRITICO													SITUAÇÃO
ESTRADA	BUEIRO	Cotas do Bueiro(m)		Comprim.	Declive	Nº Linhas	Dimensão (m)		dc	Ac	Vc	VAZÃO BUEIRO (m³/s)	
		Montante	Jusante	(m)	(m/m)	(und)	B	H					
PE-150 (TR1)	4	237,00	236,70	12	0,02500	1,00	2,5	2,5	1,67	4,17	4,05	16,85	BUEIRO ATENDE
PE-150 (TR2)	6	268,00	267,70	12	0,02500	1,00	2,5	2,5	1,67	4,17	4,05	16,85	BUEIRO ATENDE
PE-150 (TR2)	8	355,00	354,70	12	0,02500	1,00	2	2	1,33	2,67	3,62	9,64	BUEIRO ATENDE
PE-150 (TR2)	10	266,00	265,70	12	0,02500	1,00	2	2	1,33	2,67	3,62	9,64	BUEIRO ATENDE
PE-150 (TR2)	11	255,00	254,70	12	0,02500	1,00	2	2	1,33	2,67	3,62	9,64	BUEIRO ATENDE
PE-150 (TR2)	12	246,00	245,70	12	0,02500	1,00	2	2	1,33	2,67	3,62	9,64	BUEIRO ATENDE
PE-200	15	283,00	282,70	12	0,02500	1,00	2	2	1,33	2,67	3,62	9,64	BUEIRO ATENDE
PE-340	18	217,00	216,70	12	0,02500	1,00	2,5	2,5	1,67	4,17	4,05	16,85	BUEIRO ATENDE

- Fórmulas de Dimensionamento

- **Equação da Continuidade**

$$Q = V A_m$$

onde:

V = velocidade média (em m/s)

A_m = área molhada (em m²)

Q = vazão (em m³/s)

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

onde:

V = velocidade média (em m/s)

n = coeficiente de rugosidade de Manning

i = declividade média (em m/m)

R_H = raio hidráulico (em m)

LUIS FELIPE C. B. LIMA

Eng. Civil

CREA 121.523.583-6