



SECRETARIA DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS

Projeto de Pavimentação

Estrada Municipal

Estrada Geral Cova da Onça

Trecho 1: Estaca 40 a 76+2,70

ELABORAÇÃO:



NOVEMBRO DE 2023

APRESENTAÇÃO

A ENGERA – Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais, em convenio com a Prefeitura Municipal de Santo Amaro da Imperatriz apresenta o Projeto de Pavimentação da Rodovia Municipal – Estrada Geral Cova da Onça (Trecho 1: Estaca 40 a 76+2,70=PF).

ÍNDICE

1. EMPREENDEDOR E CONSULTOR	7
1.1. EMPREENDEDOR	7
1.2. CONSULTOR	7
2. EQUIPE TÉCNICA	8
2.1. COORDENAÇÃO GERAL.....	8
2.2. MEMBROS DA EQUIPE.....	8
3. LOCALIZAÇÃO	9
3.1. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO.....	9
4. ESTUDO HIDROLÓGICO	10
4.1. PLUVIOMETRIA	10
4.2. PRECIPITAÇÕES	10
4.3. ESTUDO DE CHUVAS INTENSAS	11
4.4. DELIMITAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	18
4.5. VAZÕES DE PROJETO	20
5. ESTUDO GEOTÉCNICO	21
5.1. GEOLOGIA REGIONAL.....	21
5.2. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS.....	21
5.3. DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS.....	45
6. PROJETO GEOMÉTRICO.....	46
7. PROJETO TERRAPLENAGEM.....	47
8. PROJETO DE DRENAGEM.....	50
8.1. PREMISSAS INICIAIS	50
8.2. DRENAGEM SUPERFICIAL.....	51
8.2.1. Comprimento crítico	51
8.3. DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE ARTE CORRENTE	52
9. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	54

9.1. AVALIAÇÃO DO TRÁFEGO ATUANTE NA VIA.....	54
9.2. DEFINIÇÃO DO MATERIAL EMPREGADO NA CAMADA FINAL DE TERRAPLENAGEM E CÁLCULO DO CBR DE PROJETO	55
9.3. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	56
10. PROJETO DE SINALIZAÇÃO, ACESSIBILIDADE UNIVERSAL E SEGURANÇA VIÁRIA	57
10.1. VELOCIDADES MÁXIMAS CONSIDERADAS.....	58
10.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL	58
10.3. MATERIAIS DAS PLACAS	59
10.4. DEFENSAS	59
11. PROJETO DE INTERFERÊNCIAS	60
12. ORÇAMENTO E CRONOGRAMA FÍSICO E FINANCEIRO	60
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
14. ANEXOS.....	65
14.1. ORÇAMENTO DETALHADO	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do trecho do projeto.....	9
Figura 2 - Precipitações mínimas, médias e máximas mensais	10
Figura 3 - Valores de K, obtidos segundo a Lei de Gumbel.....	14
Figura 4 - Mapa de Isozonas.....	15
Figura 5 - Curvas de Altura Máxima de Precipitação – Duração – Tempo de Recorrência	17
Figura 6 - Curvas de Intensidade - Duração - Frequência para a Estação de Florianópolis.	17
Figura 7 - Vista em perspectiva das feições topográficas da região onde se desenvolve o projeto tendo como base do Modelo Digital do Terreno (MDT) da SDE.	19
Figura 8 - Bacias hidrográficas que contribuem para a área do projeto.....	19
Figura 9 - Representação da litologia e da pedologia de Santo Amaro da Imperatriz, destacando a inserção da região onde desenvolve-se o trecho do projeto (Fonte: Adaptado de Tasca, et al, 2020, p. 144).....	21
Figura 10 - Localização dos furos para inspeção do subleito, amostragem de materiais e ensaios geotécnicos	22
Figura 11 - Execução do poço de visita PV-01.....	23
Figura 12 - Execução do poço de visita PV-02.....	23
Figura 13 - Execução do poço de visita PV-03	24
Figura 14 - : Execução do poço de visita PV-04	24
Figura 15 - Execução do poço de visita PV-05.....	25
Figura 16 - Execução do poço de visita PV-06.....	25
Figura 17 - Execução do poço de visita PV-07.....	26
Figura 18 - Execução do poço de visita PV-08.....	26
Figura 19 - Localização das jazidas de materiais pétreos e artefatos de concreto pré-moldados.....	45
Figura 20 - Linha de Bruckner.....	47
Figura 21 - Imagem em perspectiva da região onde desenvolve-se o projeto. Observa-se que grande parte do trecho está sobre o divisor de águas.	50
Figura 22 - Âbaco de comprimento Crítico do Meia Calha de concreto adotada como dispositivo de drenagem superficial no projeto.....	52
Figura 23 - Âbaco para determinação da espessura da Camada de Sub-base (IP-06/2004. PM de São Paulo, p.15).....	57
Figura 24 - Angulação das placas de trânsito. Fonte: Sinalização de advertência (CONTRAN, 2007).....	58
Figura 25 - • Índice geral de Preços de Mercado (IGP-M). FGV, 2023 disponível em: https://portal-da-inflacao-ibre.fgv.br/#!/igp	62

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Precipitações máximas diárias no período analisado.....	11
Tabela 2: Correlação pelo fator de frequência das alturas de precipitação	16
Tabela 3: Correlação pelo Fator de Frequência das Alturas de Precipitação.....	16
Tabela 4: Intensidade – duração – frequência para a estação Florianópolis para TR5, TR10, TR25, TR50 e TR100	18
Tabela 5 - Características físicas das bacias hidrográficas.....	20
Tabela 6 - Cálculo de vazões de projeto.....	20
Tabela 7 - Quadro resumo dos ensaios geotécnicos	27
Tabela 8 - Boletim de sondagens.....	27
Tabela 9 - Principais características do trecho do projeto.....	46
Tabela 10 - Tabela de cortes e aterros e definição da linha de Bruckner do trecho.....	48
Tabela 11 - Dimensionamento das obras de arte corrente do projeto.....	53
Tabela 12 - Classificação das vias e parâmetros de tráfego recomendados para projetos de pavimentação (Fonte: IP-02/2007 da P.M. de São Paulo)	54
Tabela 13 - Definição do CBR de projeto.....	55
Tabela 14 - Estrutura do pavimento projetado para a Estrada municipal, trecho Estrada Geral Cova da Onça.	56
Tabela 15 - Localização dos postes a relocar.	60
Tabela 16: Detalhamento da taxa de leis sociais.....	60
Tabela 17 - Orçamento resumido para a pavimentação da Estrada Municipal, trecho: Estrada Geral Cova da Onça, estaca 40 a 76+2,70=PF.	62

1. EMPREENDEDOR E CONSULTOR

1.1. EMPREENDEDOR

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTO AMARO DA IMPERATRIZ

CNPJ/MF: 82.892.324/0001-46

Endereço: Praça Governador Ivo Silveira, 360,
Bairro Centro.

CEP: 88140-000

Contato: Alexandre Prim (Secretário)

Fone: (048) 3245 4366

e-mail: obras@santoamaro.sc.gov.br



1.2. CONSULTOR

Razão Social: ENGERA – ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS LTDA.

CNPJ/MF: 07.124.818/0001-65

Endereço: Av. Desembargador Vitor Lima, 260, sala
703, Edifício Madison Center, Florianópolis/SC

CEP: 88.040-400

Contato: Edney Rodrigues de Farias


Fone: (48) 3389-2007

e-mail: edney@engera.com.br




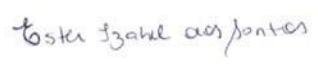



2. EQUIPE TÉCNICA

2.1. COORDENAÇÃO GERAL

Nome	Formação	Registro no conselho de classe	RCT/IBAMA	Assinatura
Edney Rodrigues de Farias	Eng. Civil	CREA/SC 48334-4	79.936	

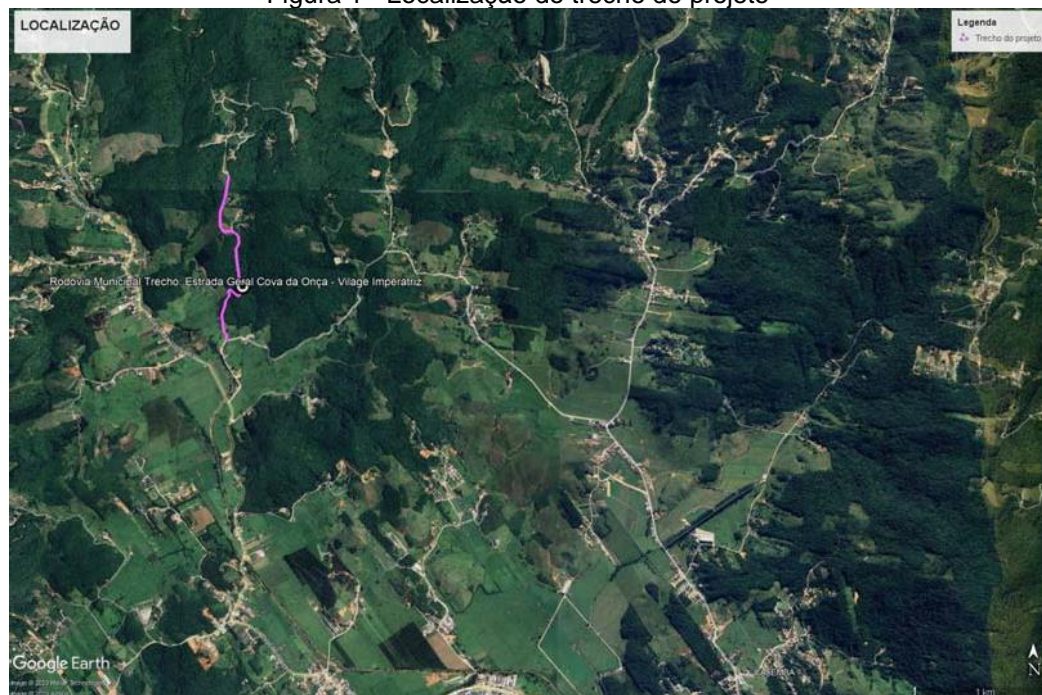
2.2. MEMBROS DA EQUIPE

Nome	Formação	Registro no conselho de classe	RCT/IBAMA	Assinatura
Felipe Amorim	Eng. Civil	CREA/SC 179075-9	-	
Marianna Tiemi Harakawa	Geógrafa	CREA/SC 96661-6	7.561.738	
Gabriel de Almeida Moura Loureiro	Geólogo	CREA/SC 178521-4		
Ester Izabel dos Santos	Assistente Administrativa	-	-	
Filipe Pasinato	Estagiário de Engenharia Civil	-	-	

3. LOCALIZAÇÃO

O projeto de pavimentação da Estrada Municipal: Estrada Geral Cova da Onça localiza-se na região norte do município de Santo Amaro da Imperatriz, conforme figura a seguir.

Figura 1 - Localização do trecho do projeto



3.1. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O objetivo desse Estudo Topográfico é a elaboração de um modelo representativo do terreno, que permita a definição da geometria do Projeto Executivo de Pavimentação da Estrada Municipal: Estrada Geral Cova da Onça.

Para o estudo topográfico foi realizado o levantamento planialtimétrico e cadastral de toda a área necessária para a elaboração do projeto. O estudo foi realizado seguindo as orientações constantes nas Instruções de Serviço para Estudo Topográfico de Engenharia Rodoviária - IS03/DEINFRA. A seguir são apresentados os serviços topográficos que compõem este relatório:

- Implantação de rede de apoio básico com marcos de concreto;
- Implantação e nivelamento de rede de referências de nível (RRNN);
- Levantamento planialtimétrico cadastral do terreno e interferências;
- Levantamento planialtimétrico cadastral das interseções.

4. ESTUDO HIDROLÓGICO

4.1. PLUVIOMETRIA

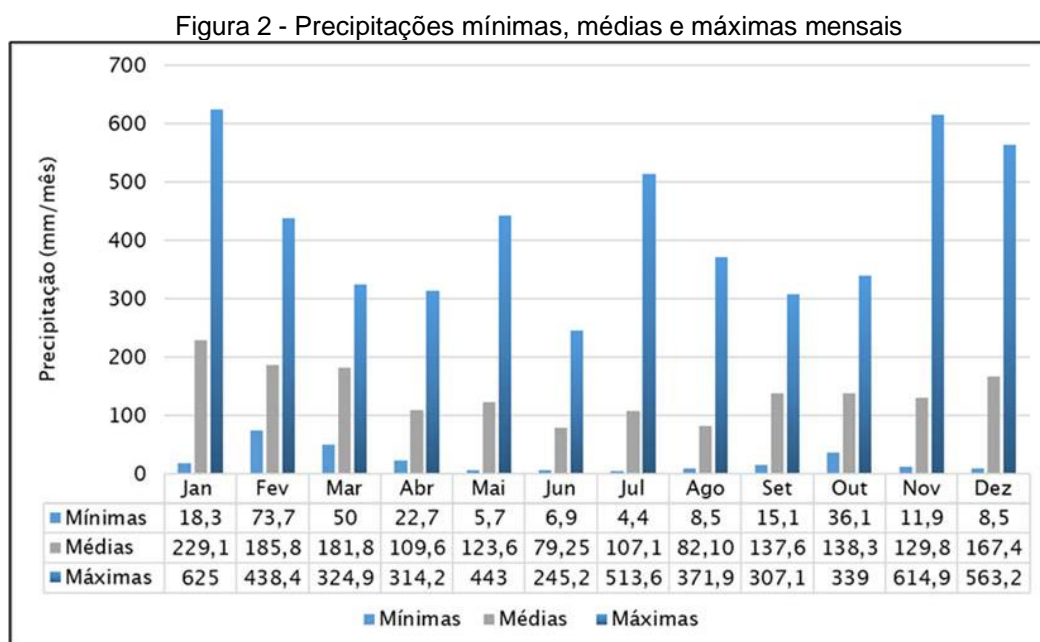
A análise dos dados pluviométricos objetiva a avaliação do comportamento regional quanto a eventos de precipitação. A partir destas análises são geradas as curvas de intensidade, duração e frequência, que posteriormente serão utilizadas no dimensionamento dos dispositivos de drenagem.

Foram utilizados dados pluviométricos advindos da estação meteorológica de Florianópolis (código 83897). A definição da estação é devido a sua proximidade com a área em estudo e pela disponibilidade de dados atuais, cujo período é superior a 30 anos, o que é suficiente para subsidiar o estudo aqui apresentado. Os dados foram obtidos pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A série histórica compreende o período de 1979 a 2017. Os anos de 1984 a 1987, 1990, 1991, 2000 e 2001 foram descartados pois havia 100% de falhas, totalizando 30 anos de dados. A partir dos dados históricos de precipitação máxima de cada ano foram definidas as curvas I-D-F (intensidade, duração e frequência).

4.2. PRECIPITAÇÕES

A Figura 2 apresenta a precipitação mínima, média e máxima mensal da região.



A precipitação média mensal apresenta maiores valores durante o período final da primavera e verão, especialmente nos meses de dezembro a fevereiro. Em contrapartida, os menores valores foram registrados durante o inverno, no período de junho a agosto. A precipitação máxima mensal atingiu o valor de 563,2 mm/mês no mês de dezembro. Cabe destacar a elevada máxima de 513,6 mm/mês ocorrida no mês de julho, onde, historicamente, são registradas menores precipitações.

4.3. ESTUDO DE CHUVAS INTENSAS

A partir da série de dados descrita no tópico anterior foram definidas as curvas IDF com base no método de Ven Te Chow e Eng. Torga Torrico, onde:

$$H = X + K \cdot S$$

Onde:

H: Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;

X: Média aritmética das chuvas máximas anuais;

K: Fator de frequência;

S: Desvio padrão de amostra.

A média aritmética das chuvas máximas anuais é calculada por meio da seguinte equação:

$$X = \frac{\sum X_n}{n}$$

Aplicando a “teoria dos extremos das amostras ocasionais” na série histórica das estações pluviométricas escolhidas, selecionam-se as chuvas máximas de um dia e obtêm-se as alturas de chuva máxima para a estação em estudo, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Precipitações máximas diárias no período analisado

Evento	Ano	Precipitação máxima diária (mm/dia)
1	1980	89,4
2	1981	133,8
3	1982	63,8
4	1983	144

Evento	Ano	Precipitação máxima diária (mm/dia)
5	1988	95,6
6	1989	94,4
7	1992	84,2
8	1993	75,7
9	1994	227,4
10	1995	206,6
11	1996	135,2
12	1997	116
13	1998	88
14	1999	76,3
15	2002	65,4
16	2003	68
17	2004	142
18	2005	103,3
19	2006	61,7
20	2007	74,2
21	2008	216,4
22	2009	120,8
23	2010	253
24	2011	144,4
25	2012	82
26	2013	82,8
27	2014	66
28	2015	146,2
29	2016	110,6
30	2017	91,2

Com estes resultados é possível montar a equação que permite calcular as alturas de chuva em função do Tempo de Recorrência e Duração do evento. Os valores de K (fator de frequência) são

obtidos segundo a lei de Gumbel apresentados na Figura 3 - Valores de K, obtidos segundo a Lei de Gumbel

N - nº de eventos considerados	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
10	1.058	1.848	2.289	2.606	2.847	3.588	4.323
11	1.034	1.809	2.242	2.553	2.789	3.516	4.238
12	1.013	1.777	2.202	2.509	2.741	3.476	4.166
13	0.996	1.748	2.168	2.470	2.699	3.405	4.105
14	0.981	1.724	2.138	2.437	2.663	3.360	4.052
15	0.967	1.703	2.112	2.410	2.632	3.321	4.005
16	0.955	1.682	2.087	2.379	2.601	3.283	3.959
17	0.943	1.664	2.066	2.355	2.575	3.250	3.921
18	0.934	1.649	2.047	2.335	2.552	3.223	3.888
19	0.926	1.636	2.032	2.317	2.533	3.199	3.860
20	0.919	1.625	2.018	2.302	2.517	3.179	3.836
21	0.911	1.613	2.004	2.286	2.500	3.157	3.810
22	0.905	1.603	1.992	2.272	2.484	3.138	3.787
23	0.899	1.595	1.980	2.259	2.470	3.121	3.766
24	0.893	1.584	1.969	2.247	2.457	3.104	3.747
25	0.888	1.575	1.958	2.235	2.444	3.088	3.729
26	0.883	1.568	1.949	2.224	2.432	3.074	3.711
27	0.879	1.560	1.941	2.215	2.422	3.061	3.696
28	0.874	1.553	1.932	2.205	2.412	3.048	3.681
29	0.870	1.547	1.924	2.196	2.402	3.037	3.667
30	0.866	1.541	1.912	2.188	2.393	3.026	3.653
31	0.863	1.535	1.910	2.180	2.385	3.015	3.641
32	0.860	1.530	1.904	2.173	2.377	3.005	3.629
33	0.856	1.525	1.897	2.166	2.369	2.966	3.618
34	0.855	1.520	1.892	2.160	2.362	2.987	3.608

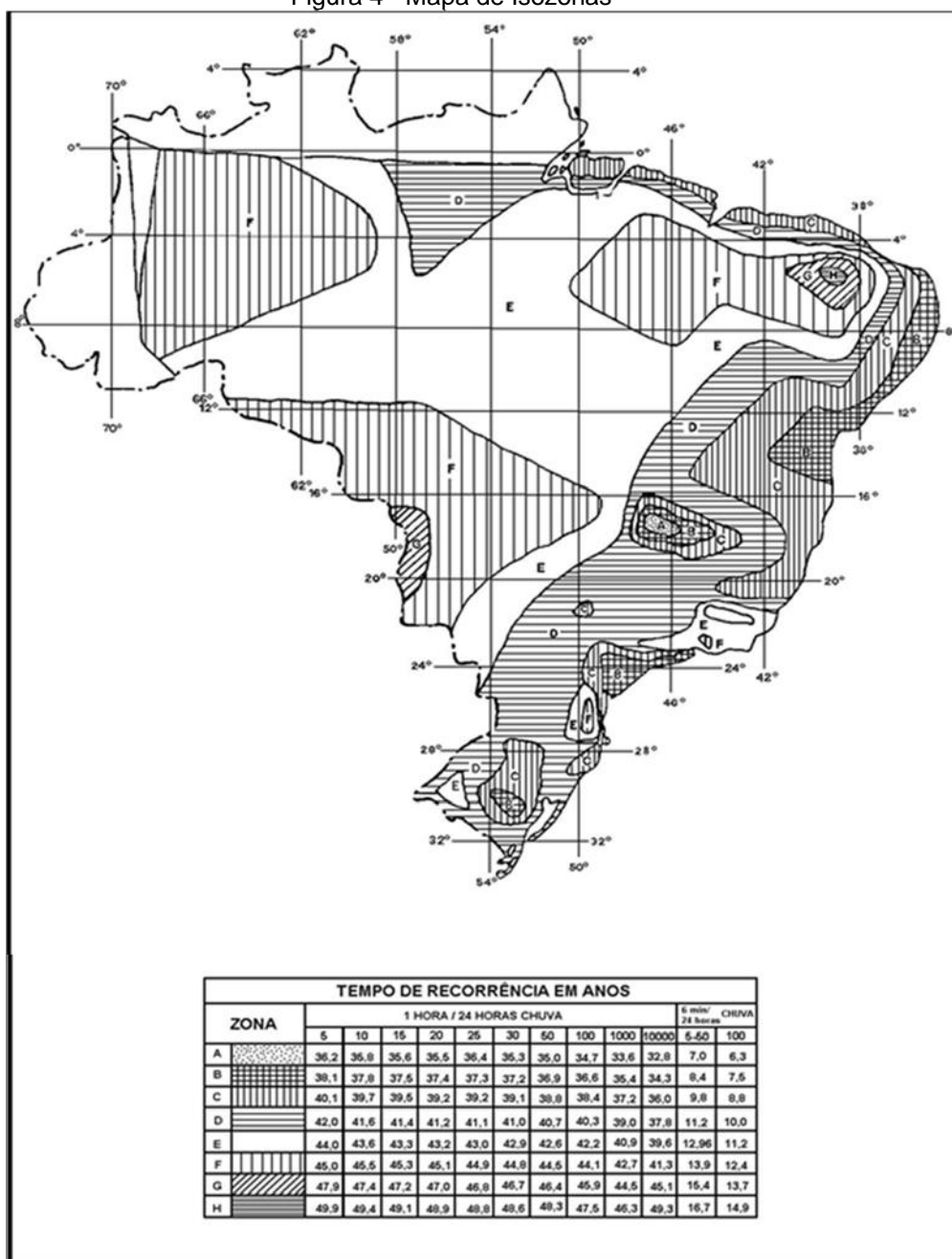
com estes valores corrige-se a altura de precipitação e obtém-se os valores da precipitação máxima diária H (mm).

Figura 3 - Valores de K, obtidos segundo a Lei de Gumbel

N - nº de eventos considerados	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
10	1.058	1.848	2.289	2.606	2.847	3.588	4.323
11	1.034	1.809	2.242	2.553	2.789	3.516	4.238
12	1.013	1.777	2.202	2.509	2.741	3.476	4.166
13	0.996	1.748	2.168	2.470	2.699	3.405	4.105
14	0.981	1.724	2.138	2.437	2.663	3.360	4.052
15	0.967	1.703	2.112	2.410	2.632	3.321	4.005
16	0.955	1.682	2.087	2.379	2.601	3.283	3.959
17	0.943	1.664	2.066	2.355	2.575	3.250	3.921
18	0.934	1.649	2.047	2.335	2.552	3.223	3.888
19	0.926	1.636	2.032	2.317	2.533	3.199	3.860
20	0.919	1.625	2.018	2.302	2.517	3.179	3.836
21	0.911	1.613	2.004	2.286	2.500	3.157	3.810
22	0.905	1.603	1.992	2.272	2.484	3.138	3.787
23	0.899	1.595	1.980	2.259	2.470	3.121	3.766
24	0.893	1.584	1.969	2.247	2.457	3.104	3.747
25	0.888	1.575	1.958	2.235	2.444	3.088	3.729
26	0.883	1.568	1.949	2.224	2.432	3.074	3.711
27	0.879	1.560	1.941	2.215	2.422	3.061	3.696
28	0.874	1.553	1.932	2.205	2.412	3.048	3.681
29	0.870	1.547	1.924	2.196	2.402	3.037	3.667
30	0.866	1.541	1.912	2.188	2.393	3.026	3.653
31	0.863	1.535	1.910	2.180	2.385	3.015	3.641
32	0.860	1.530	1.904	2.173	2.377	3.005	3.629
33	0.856	1.525	1.897	2.166	2.369	2.966	3.618
34	0.855	1.520	1.892	2.160	2.362	2.987	3.608

Na sequência, utiliza-se o método desenvolvido pelo Engenheiro Taborga Torrico, que consiste em transformar os valores conhecidos das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 horas e destas para chuvas de uma hora e chuvas de 6 min de duração, estes valores de transformação foram obtidos no Mapa de Isozonas, apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Mapa de Isozonas



Com estes dados podem-se construir as Curvas de Altura de Chuva – Duração – Tempo de Recorrência, dadas por:

$$H=(t, T)$$

E destas obter as curvas Intensidade – Duração – Frequência:

$$I=(t,T)$$

Onde **H** é a altura de precipitação, dada em mm, **t** é o tempo de duração da chuva em hora, **T** o tempo de recorrência em anos e **I** é a intensidade de precipitação em mm/h.

Utilizando-se destes resultados pode-se montar a equação que permite calcular as alturas de chuva em função do Tempo de Recorrência e Duração do Evento.

Para a estação Florianópolis obteve-se:

$$H=115,28+51,79K$$

Os valores de precipitação máxima diária já corrigidos pelo fator de frequência “K” são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Correlação pelo fator de frequência das alturas de precipitação

Tempo de Recorrência TR (anos)	Fator de Frequência K	Precipitação Máxima Diária (mm)
5	0,866	160,13
10	1,541	195,08
15	1,912	214,30
20	2,188	228,59
25	2,393	239,21
50	3,026	271,99
100	3,653	304,46

Segundo o Mapa de Isozonas, a região em estudo pertence a Zona “C” com os seguintes valores de transformação para as chuvas de 24 horas, 1 hora e 0,1 hora (6 min):

Tabela 3: Correlação pelo Fator de Frequência das Alturas de Precipitação

Tempo de Recorrência TR (anos)	24h/1d (%)	1h/24h (%)	0,1h/24h (%)
5	109,5	40,1	9,8
10	109,5	39,7	9,8
15	109,5	39,5	9,8
20	109,5	39,2	9,8
25	109,5	39,2	9,8
50	109,5	38,8	9,8
100	109,5	38,4	8,8

Com estes dados pode-se construir as Curvas de Altura Máxima de Chuva - Duração - Frequência e Intensidade – Duração – Frequência, como mostram, respectivamente, a Figura 5, Figura 6 e a Tabela 4.

Figura 5 - Curvas de Altura Máxima de Precipitação – Duração – Tempo de Recorrência

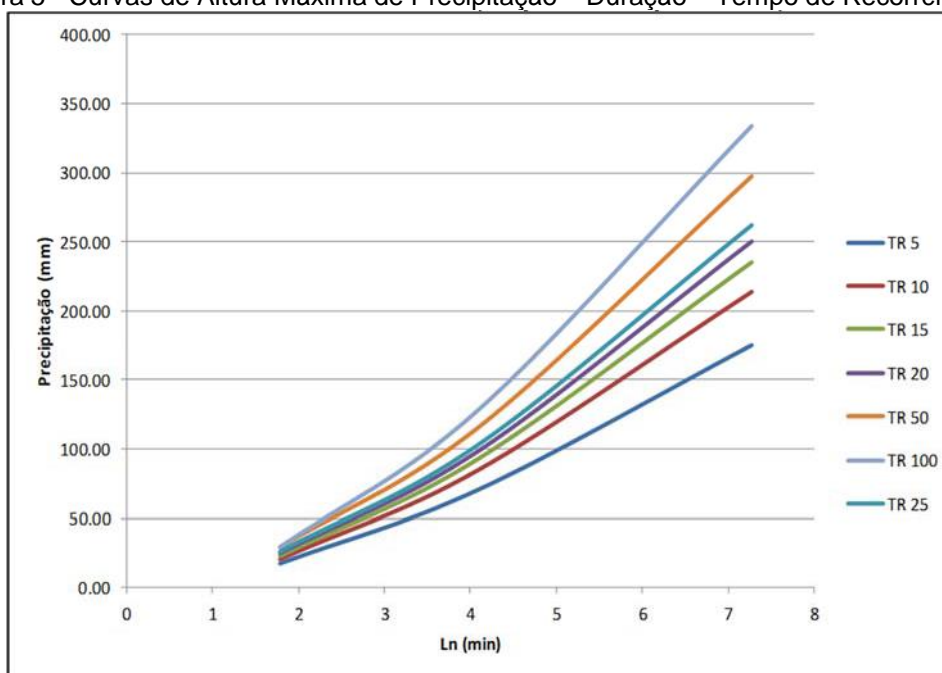


Figura 6 - Curvas de Intensidade - Duração - Frequência para a Estação de Florianópolis.

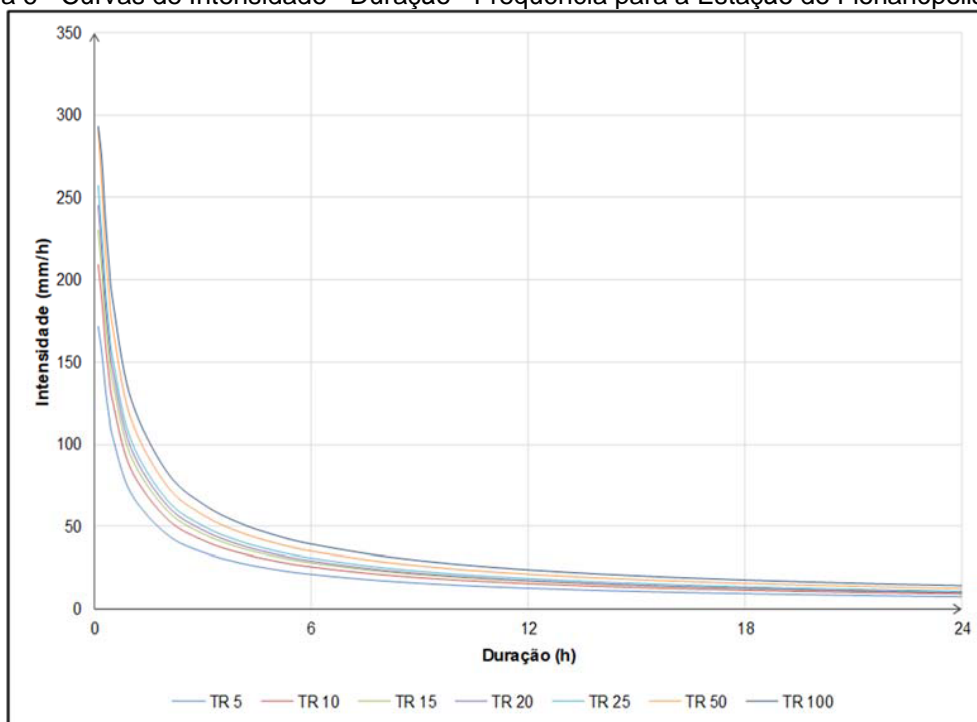


Tabela 4: Intensidade – duração – frequência para a estação Florianópolis para TR5, TR10, TR25, TR50 e TR100

Tempo	LN	5		10		25		50		100	
(h)	(min)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)
0,1	1,8	17,2	171,8	20,18	209,3	25,7	256,7	29,2	291,9	29,3	293,4
0,2	2,5	31,1	155,7	37,6	187,8	45,5	227,3	51,1	255,7	54,6	273,1
0,3	2,9	40,1	133,7	48,3	161,1	58,4	194,6	65,6	218,7	71,2	237,2
0,4	3,2	46,9	117,1	56,4	141,1	68,2	170,4	76,6	191,5	83,7	209,3
0,5	3,4	52,3	104,6	63,0	126,0	76,1	152,2	85,5	171,0	93,9	187,8
1	4,1	70,3	70,3	84,8	84,8	102,7	102,7	115,6	115,6	128,0	128,0
2	4,8	90,1	45,0	108,9	54,4	132,2	66,1	149,1	74,5	166,0	83,0
3	5,2	102,5	34,2	124,0	41,3	150,8	50,3	170,3	56,8	189,9	63,3
4	5,5	111,6	27,9	135,2	33,8	164,6	41,1	186,1	46,5	207,7	51,9
5	5,7	118,9	23,8	144,1	28,3	175,6	35,1	198,7	39,7	222,0	44,4
6	5,9	125,0	20,8	151,6	25,3	184,9	30,8	209,3	34,9	233,9	39,0
8	6,2	134,9	16,9	163,8	20,5	199,9	25,0	226,5	28,3	253,3	31,7
10	6,4	142,7	14,3	173,4	17,3	211,9	21,2	240,3	24,0	268,8	26,9
12	6,6	149,3	12,4	181,5	15,1	222,0	18,5	251,8	21,0	281,8	23,5
14	6,7	154,9	11,1	188,4	13,5	230,6	16,5	261,8	18,7	292,9	20,9
16	6,9	159,9	10,0	194,6	12,2	238,2	14,9	270,5	16,9	302,7	18,9
18	7,0	164,3	9,1	200,0	11,1	245,0	13,6	278,3	15,5	311,5	17,3
20	7,1	168,3	8,4	205,0	10,2	251,1	12,6	285,4	14,3	319,4	16,0
22	7,2	172,0	7,8	209,5	9,5	256,8	11,7	291,9	13,3	326,7	14,8
24	7,3	175,3	7,3	213,6	8,9	261,9	10,9	297,8	12,4	333,4	13,9

4.4. DELIMITAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

As bacias hidrográficas que contribuem para a área do projeto foram delimitadas em um procedimento de análise da topografia, para isso, foi utilizada a base cartográfica do Estado de Santa Catarina, disponibilizada pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável (SDE) em <https://sigsc.sc.gov.br/>.

Figura 7 - Vista em perspectiva das feições topográficas da região onde se desenvolve o projeto tendo como base do Modelo Digital do Terreno (MDT) da SDE.

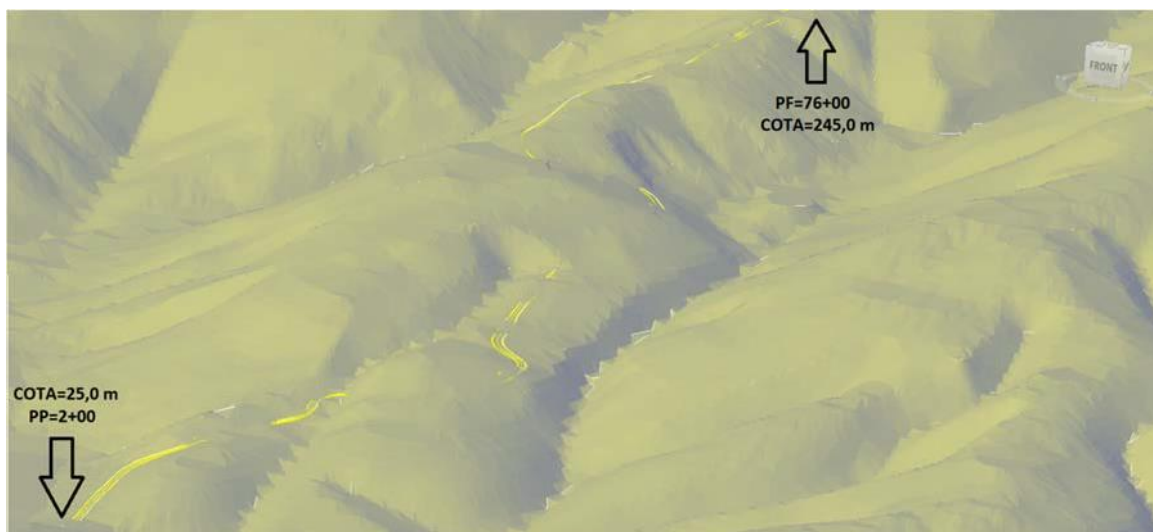


Figura 8 - Bacias hidrográficas que contribuem para a área do projeto.

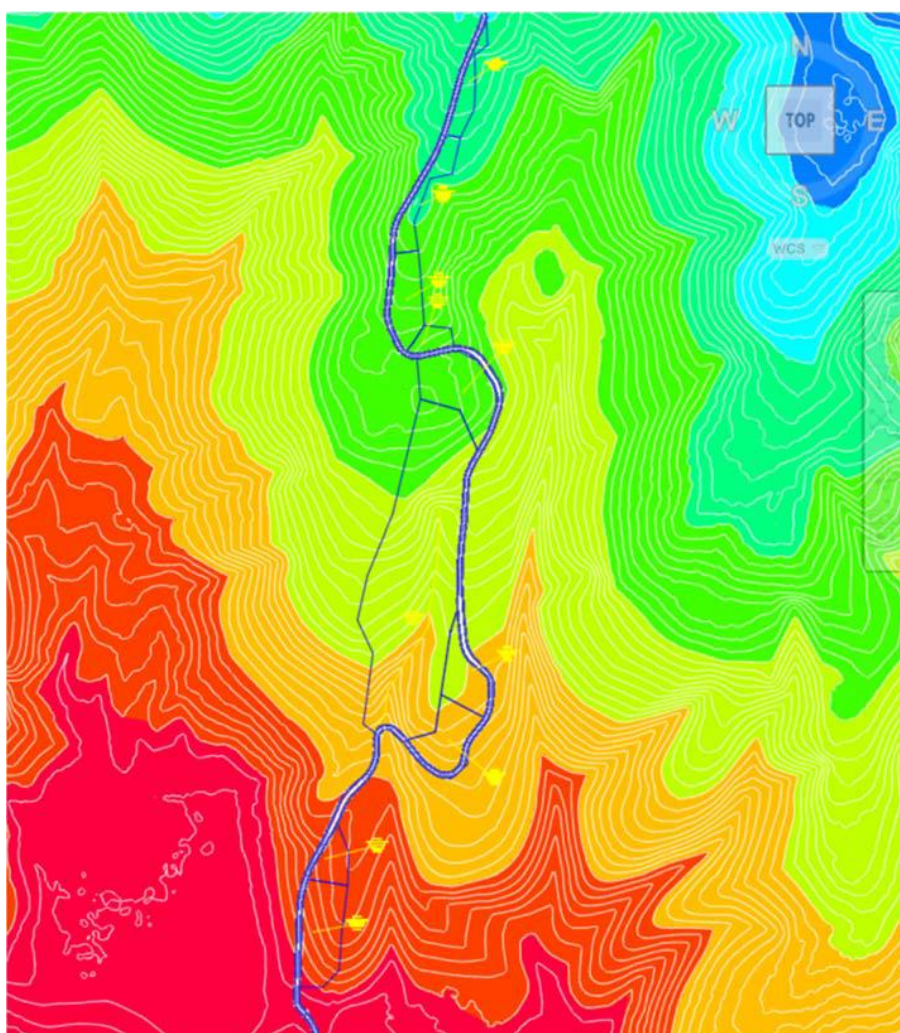


Tabela 5 - Características físicas das bacias hidrográficas.

BAC	Área (ha)	Comp. Talvegue (m)	Desnível (m)	Declividade (%)	c	Tempo de concentr. (min)
1	0,21	140	23	16	0,75	1,76
2	0,25	160	20	13	0,75	2,17
3	0,35	120	14	12	0,75	1,78
4	0,12	30	6	20	0,75	0,50
5	0,55	180	24	13	0,75	2,31
6	2,90	247	59	24	0,35	2,36
7	0,33	120	17	14	0,35	1,65
8	0,39	140	18	13	0,35	1,93
9	0,19	70	13	19	0,35	0,98
10	0,54	120	19	16	0,35	1,58

4.5. VAZÕES DE PROJETO

As vazões de projeto para as obras de arte corrente (bueiros) foram calculadas pelo Método Racional, conforme metodologia da IS-11 da Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade, disponível em: <https://www.sie.sc.gov.br/>. Os resultados são apresentados na tabela a seguir. O critério de projeto estabeleceu que as OACs devem ser suficientes para atender a uma vazão com um tempo de retorno (TR) de 25 anos.

Tabela 6 - Cálculo de vazões de projeto.

BAC	Cálculo de vazões para Obras de Arte Corrente							
	Características físicas e geométricas das bacias						TR (anos)= 25	
	Área (km²)	Comp. Talvegue (m)	Desnível (m)	Declividade (%)	c	Tempo de concentr. (min)	Intens. (mm/h)	Vazão pelo Método Racional (m³/s)
1	0,00214	140	23	16,4	0,75	1,76	194,60	0,09
2	0,00246	160	20	12,5	0,75	2,17	194,60	0,10
3	0,00354	120	14	11,7	0,75	1,78	194,60	0,14
4	0,00120	30	6	20,0	0,75	0,50	194,60	0,05
5	0,00550	180	24	13,3	0,75	2,31	194,60	0,22
6	0,02900	247	59	23,9	0,35	2,36	194,60	0,55
7	0,00333	120	17	14,2	0,35	1,65	194,60	0,06
8	0,00394	140	18	12,9	0,35	1,93	194,60	0,07
9	0,00186	70	13	18,6	0,35	0,98	194,60	0,04
10	0,00538	120	19	15,8	0,35	1,58	194,60	0,10

5. ESTUDO GEOTÉCNICO

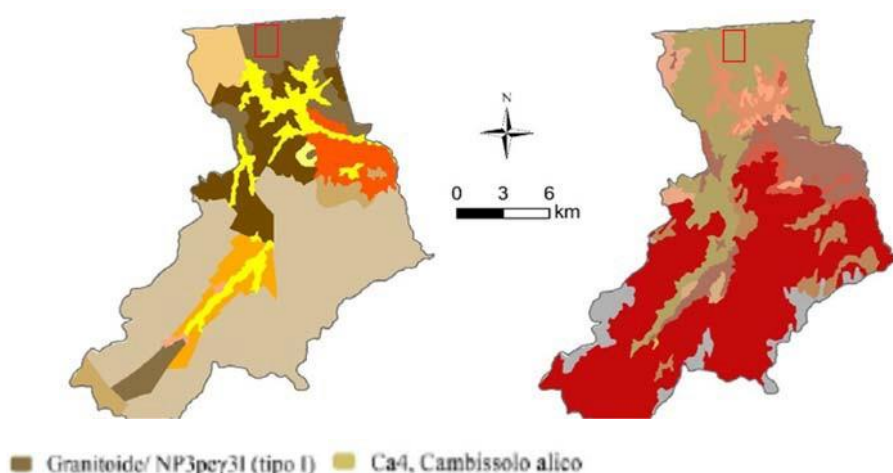
O Estudo Geotécnico visa avaliar os condicionantes locais e subsidiar os projetos de drenagem, terraplanagem e pavimentação quanto a disponibilidade e características geotécnicas dos materiais a serem empregados nas obras de pavimentação do trecho da Estrada Geral Cova da Onça, município de Santo Amaro da Imperatriz, estado de Santa Catarina. Com extensão aproximada de 1.500 metros, o trecho atualmente é de revestimento primário.

5.1. GEOLOGIA REGIONAL

Segundo o estudo de Mapeamento geotécnico preliminar do município de Santo Amaro da Imperatriz (Tasca, et al, 2020), a região onde desenvolve-se o projeto, está inserida na litologia Granitóide/ NP3pey31 (tipo I) onde ocorrem solos do tipo Ca4, Cambissolo alíco.

O Cambissolo substrato granitóide é de relevo montanhoso, sendo que, no trecho em questão, a declividade média do greide de projeto de 16%. Os solos ocorrentes nesta unidade de mapeamento são caracterizados por *“uma sequência composta pelos horizontes A, B incipiente e C, sendo o horizonte B constituído por rochas pouco intemperizadas. Os Cgd representam a transição entre os solos Litólicos e Podzólicos, sendo encontrados próximo a topos de morros e relevo acidentado, o que impede a formação de camadas espessas”*. (op. Cit. 2020 p. 17)

Figura 9 - Representação da litologia e da pedologia de Santo Amaro da Imperatriz, destacando a inserção da região onde desenvolve-se o trecho do projeto (Fonte: Adaptado de Tasca, et al, 2020, p. 144).



5.2. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

Como se trata da pavimentação de um trecho existente, sem muita margem para alterações geométricas, nas vistorias de campo, foram observadas as condições locais quanto

ao estado atual de deformação do corpo estradal e a ocorrência de evidências de instabilidades de taludes. Na vistoria de campo, não foram observadas grandes deformações bem como evidências de escorregamentos recentes de taludes ou trincas no corpo estradal.

Foram observadas somente locais de afloramento de rochas, que representaram condicionantes quanto ao desenvolvimento do projeto geométrico. Apesar de não serem observadas evidências quanto a instabilidade de taludes, no projeto geométrico, sempre que possível, procurou-se evitar alterar as condições existentes e, quanto inevitável, projetar uma geometria mais favorável a estabilidade do que nas condições atuais.

Para investigar as condições do subleito foram realizados poços de investigação com 1,5 metros de profundidade, conforme procedimentos preconizados na IN-05/94 – Instrução Normativa para execução de poços de inspeção em solos. Foram coletadas amostras deformadas, onde foram executados ensaios de caracterização (granulometria e limites de Atterberg), compactação e Índice de Suporte Califórnia (CBR) com medida de expansão, a localização das investigações é apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e os resultados são apresentados nas tabelas Tabela 7 e Tabela 8.

Figura 10 - Localização dos furos para inspeção do subleito, amostragem de materiais e ensaios geotécnicos

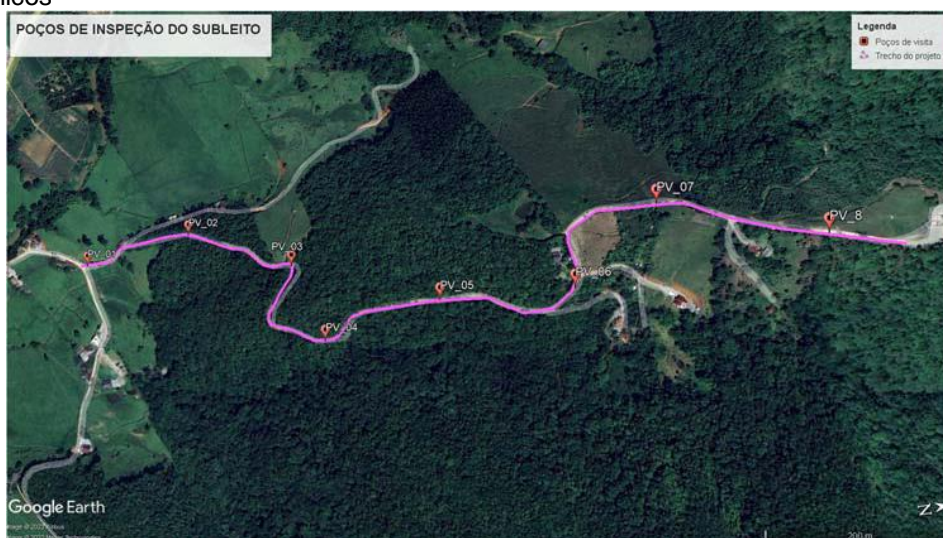


Figura 11 - Execução do poço de visita PV-01



Figura 12 - Execução do poço de visita PV-02



Figura 13 - Execução do poço de visita PV-03



Figura 14 - : Execução do poço de visita PV-04



Figura 15 - Execução do poço de visita PV-05



Figura 16 - Execução do poço de visita PV-06



Figura 17 - Execução do poço de visita PV-07



Figura 18 - Execução do poço de visita PV-08



Tabela 7 - Quadro resumo dos ensaios geotécnicos




Tabela 7 - Quadro Resumo dos Resultados dos Ensaios

QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS

CLIENTE : PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTO AMARO DA IMPERATRIZ

RODOVIA : MUN TRECHO : Estrada Geral Cova da Onça - Condomínio Village Imperatriz

DATA INÍCIO: 23/09/23

DATA TÉRMINO: 28/09/23

FURO		1	2	3	4	5	6	7	8			
KM / FURO		SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO			
CAMADA (m)		0,10-1,50	0,10-1,50	0,10-0,60	0,10-0,60	0,10-1,50	0,10-1,50	0,10-1,50	0,10-1,50			
POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO EIXO		LD	LE	LD	LE	LD	LE	LD	LE			
AFASTAMENTO DO EIXO (m)		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00			
GRANULOMETRIA	% PASSAÇÃO NAS PENEIRAS	2"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		
		1"	100,0	100,0	100,0	93,4	98,9	100,0	100,0	100,0		
		3/8"	99,2	98,9	97,5	88,4	98,2	97,7	99,9	99,5		
		Nº 4	99,1	98,7	96,3	85,1	97,6	96,6	99,8	99,1		
		Nº 10	98,9	98,4	92,9	79,4	95,0	95,0	99,4	98,6		
		Nº 40	81,6	85,0	78,0	52,9	76,0	75,9	85,7	72,7		
		Nº 200	43,3	61,0	69,4	27,5	57,0	51,2	70,7	40,8		
		LL %	NP	NP	NP	NP	NP	48,4	48,8	NP		
		IP %	NP	NP	NP	NP	NP	19,2	19,7	NP		
		IG	2	5	7	0	5	7	13	1		
CLASSIFICAÇÃO H.R.B.		A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-4	A-7-6	A-7-6	A-4			
EQUIVALENTE DE AREIA %		-	-	-	-	-	-	-	-			
CAMPO	MEAS (t/m³)	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Umidade Natural (%)	41,9	38,9	26,3	21,1	30,6	26,6	30,2	19,4			
	Energia (nº de golpes)	12	12	12	12	12	12	12	12			
	Umidade de Compac (%)	26,2	32,0	22,5	19,4	26,8	29,8	30,4	19,4			
	Densidade	1,468	1,343	1,566	1,530	1,465	1,400	1,399	1,570			
	Expansão (%)	2,7	0,8	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2			
	CBR %	3,1	7,2	10,2	10,7	11,4	8,3	8,3	7,3			

LABORATÓRIO

Tabela 8 - Boletim de sondagens

Tabela 6 - Boletim de sondagens

BOLETIM DE SONDAJEM

RODOVIA: MUNICIPAL		OBJETIVO DA SONDAJEM:		SONDADOR: Almir		DATA: 23/09/23	
TRECHO: Estrada Geral Cova da Onça - Village Imperatriz						CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	
KM		COORDENADA		PROFUND. (m)		N.A. (m)	
Nº DO FURO	INT. FRAC.	POS.	AFAST. (m)	X	Y	TIPO DE SOND.	DE A Nº INICIAL APOS 24 HS
Condições Atmosféricas: Tempo nublado Dia Seco (X); Dia Chuvoso (); Chuva Dia Anterior ()							

LEGENDA: PP = pá e picareta, ST = sondagem a trado, DBL = sondagem penetrométrica, SPR = sondagem penetrométrica com compedor, CAV = sondagem com cavadeira

1	sub leito	LD	2,0	717702.00 m E	6939770.00 m S	CAV	0,00	0,10	1	-	-	R P	
							0,10	1,50				Silte Micaceo Marrom Claro	
2	sub leito	LD	2,0	717685.00 m E	6939964.00 m S	CAV	0,00	0,10	1	-	-	R P	
							0,10	1,50				Silte Rosado c/ mica	
3	sub leito	LD	2,0	717770.00 m E	6940140.00 m S	CAV	0,00	0,10	1	-	-	R P	
							0,10	0,60	1	-	-	Silte arenoso amarelo c/ pedregulho	
							0,60	-				imp: Alteração de Rocha	
4	sub leito	LD	2,0	717894.00 m E	6940180.00 m S	CAV	0,00	0,10	1	-	-	R P	
							0,10	0,60	1	-	-	Silte arenoso amarelo c/ pedregulho	
							0,60	-				imp: Alteração de Rocha	
5	sub leito	LD	2,0	717861.00 m E	6940365.00 m S	CAV	0,00	0,10	1	-	-	R P	
							0,10	1,50	1	-	-	Silte Arenoso Vermelho	
6	sub leito	LD	2,0	717875.00 m E	6940552.00 m S	CAV	0,00	0,10	1	-	-	R P	
							0,10	1,50	1	-	-	Silte Arenoso Rosado c/ mica	
7	sub leito	LD	2,0	717784.00 m E	6940669.00 m S	CAV	0,00	0,10	1	-	-	R P	
							0,10	1,50	1	-	-	Silte Argilo Arenoso Vermelho c/ mica	
8	sub leito	LD	2,0	717860.00 m E	6940854.00 m S	CAV	0,00	0,10	1	-	-	R P	
							0,10	1,50	1	-	-	Silte arenoso Amarelo c/ mica	

Os solos observados ao longo do trecho e classificados como do grupo A4 (PVs 01, 02, 03, 05 e 08) e A-7-6 (PVs-06 e 07) apresentam comportamento geotécnico considerado regular a ruim para pavimentação. Outro grupo de solos observado é o A2-4, apresenta comportamento geotécnico bom.

Quando considerada a classificação geotécnica, os solos apresentarem, em sua grande maioria, comportamento geotécnico regular a ruim para pavimentação. No entanto, os

ensaios de laboratório demonstram que os valores de Índice de Suporte Califórnia (CBR) variaram de 3,1 a 10,7 e, com exceção da amostra obtida no PV-01, que apresentou expansão de 2,4%, as demais amostras analisadas apresentaram expansão abaixo de 2,0%, variando de 0 a 0,8%.

Como o trecho estará sujeito a um baixo volume de tráfego e que a solução de pavimentação será baseada na inserção de uma camada de base de material granular, construída sobre o subleito nativo, não foi indicada a substituição do solo que irá compor o subleito do pavimento em nenhum segmento do projeto.

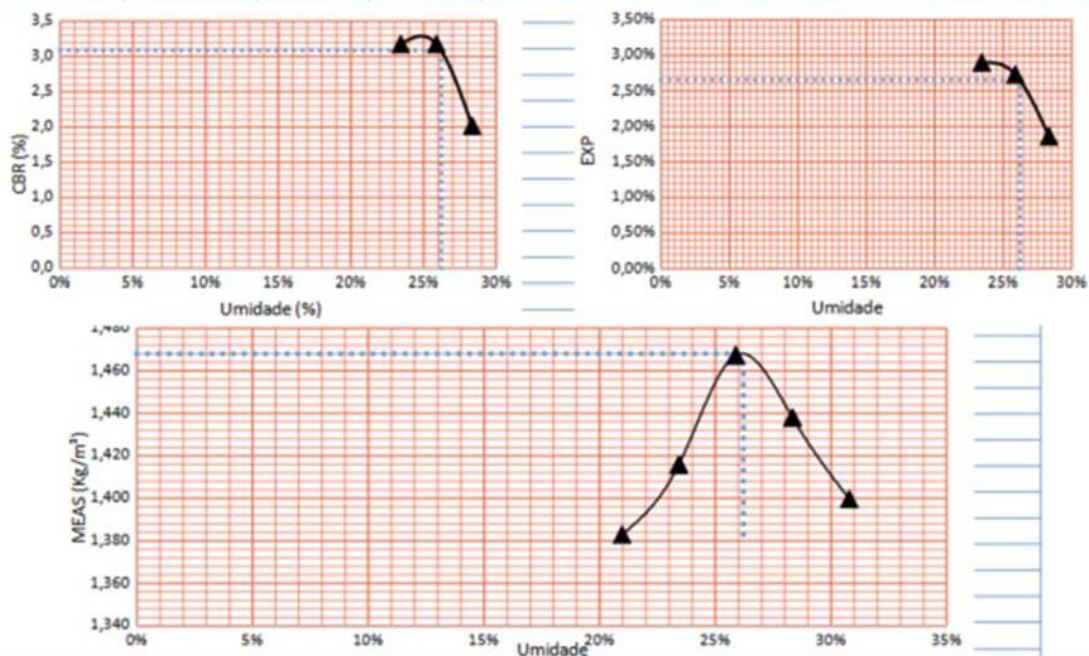
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ESTUDO : SUB-LEITO
 RODOVIA : MUNICIPAL TRECHO : Estrada Geral Cova da Onça – Vila Impetratriz
 SUB-TRECHO :
 FURO: **PV-01** LADO: LD AFAST.EIXO: 2,00 CAMADA: 0,10-1,50
 KM AMOSTRA
 OPERADOR : Almir DATA : 24/09/23

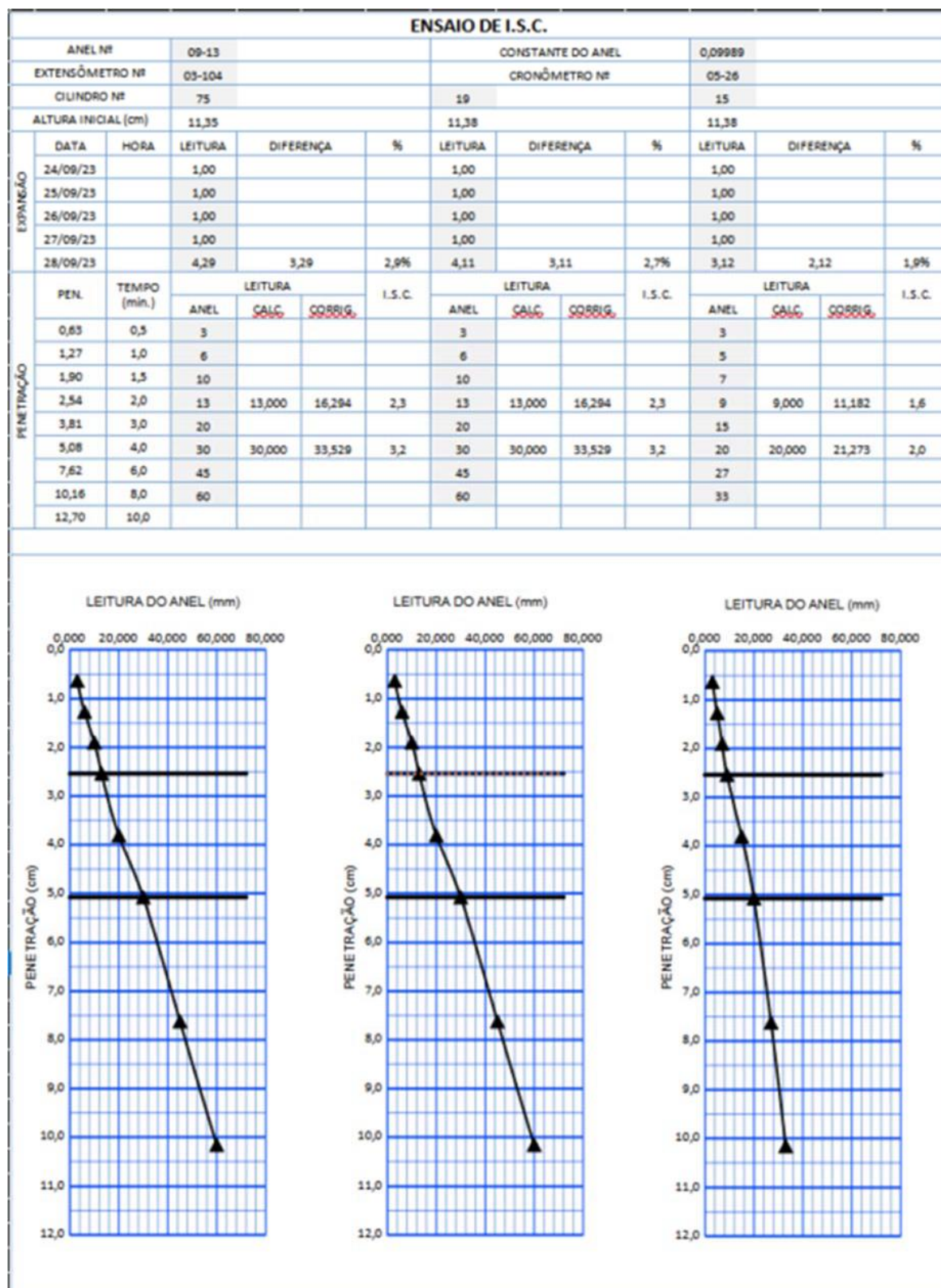
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

	13	75	19	15	25	C.P. do I.S.C.	
CILINDRO Nº						AMOSTRA	5000
ÁGUA ACRESCENTADA (g)	100	200	300	400	500	CAPSULA	112
PESO CILINDRO (g)	4832	4855	4707	4729	4674	CAP+SOLOU	109,8
VOLUME CILINDRO (cm³)	2049	2068	2079	2090	2079	CAP+SOLOS	96,53
PESO CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8260	8469	8547	8586	8480	TARA CAP	24,87
PESO SOLO ÚMIDO (g)	3428	3614	3840	3857	3806	PESO AGUA	13,27
MASSA ESP. SOLO ÚMIDO (g/cm³)	1,673	1,748	1,847	1,845	1,831	PESO SECO	71,66
UMIDADE (%)	21,0%	23,4%	25,9%	28,3%	30,8%	%	18,5%
MASSA ESP. SOLO SECO (g/cm³)	1,383	1,416	1,467	1,438	1,400		4074

CURVAS DE COMPACTAÇÃO E PENETRAÇÃO



ENERGIA DE COMPACTAÇÃO	MODIFICADO		$D_{max} =$	1,468	(g/cm³)	Expansão =	2,66%
	INTERMEDIÁRIO		$H_{gt} =$	26,22%		$ISC_{final} =$	3,1
	NORMAL	X					

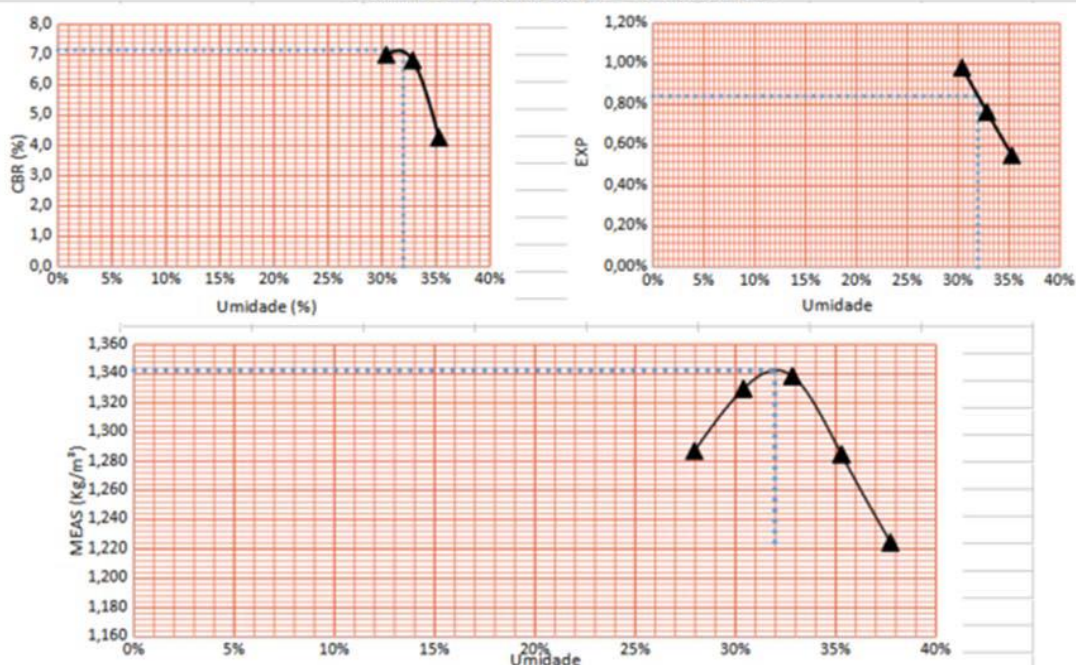


ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ESTUDO : SUB-LEITO
 RODOVIA : MUNICIPAL TRECHO : Estrada Geral Cova da Onça – Village Impetratriz
 SUB-TRECHO :
 FURTO : PV-02 LADO : LE AFAST.EIXO : 2,00 CAMADA : 0,10-1,50
 KM :
 OPERADOR : Lucas DATA : 24-09-23

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO						C.P. do I.S.C.	
CILINDRO Nº	18	80	28	35	32	AMOSTRA	5000
ÁGUA ACRESCENTADA (g)	400	500	600	700	800	CAPSULA	137
PESO CILINDRO (g)	4686	4694	5468	5500	4632	CAP+SOLOU	87,5
VOLUME CILINDRO (cm³)	2079	2082	2055	2055	2074	CAP+SOLOS	77,95
PESO CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8110	8304	9122	9072	8130	TARA CAP	25,41
PESO SOLO ÚMIDO (g)	3424	3610	3654	3572	3498	PESO AGUA	9,55
MASSA ESP. SOLO ÚMIDO (g/cm³)	1,647	1,734	1,778	1,738	1,687	PESO SECO	52,54
UMIDADE (%)	28,0%	30,4%	32,8%	35,3%	37,7%	%	18,2%
MASSA ESP. SOLO SECO (g/cm³)	1,287	1,330	1,339	1,285	1,225		4091

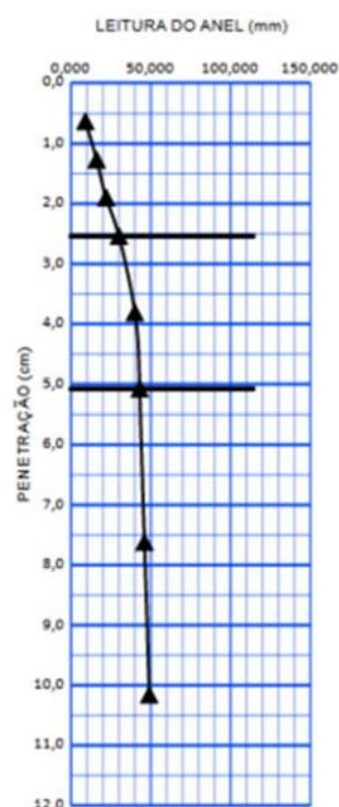
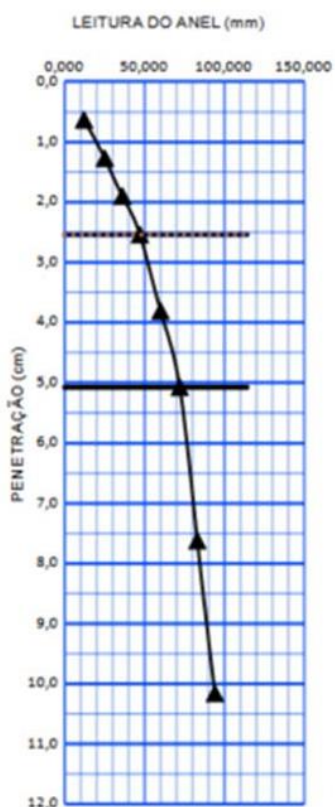
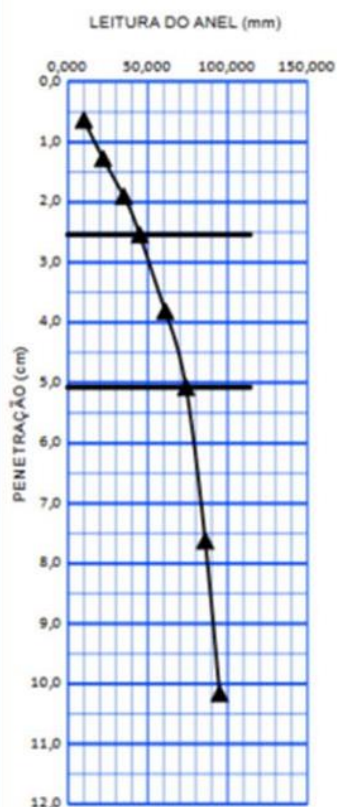
CURVAS DE COMPACTAÇÃO E PENETRAÇÃO



ENERGIA DE COMPACTAÇÃO	MODIFICADO		$D_{max} =$	1,343	(g/cm³)	Expansão =	0,84%
	INTERMEDIÁRIO		$H_{gt} =$	31,96%		ISC final =	7,2
	NORMAL	X					

ENSAIO DE I.S.C.

ENSAIO DE I.S.C.														
ANEL Nº		09-13		CONSTANTE DO ANEL				0,09989						
EXTENSÔMETRO Nº		03-104		CRONÔMETRO Nº				05-26						
CILINDRO Nº		80		28				35						
ALTURA INICIAL (cm)		11,40		11,25				11,25						
EXPANSÃO	DATA	HORA	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%			
	24-09-23		1,00			1,00			1,00					
	#VALOR!		1,00			1,00			1,00					
	#VALOR!		1,00			1,00			1,00					
	#VALOR!		1,00			1,00			1,00					
	#VALOR!		2,12	1,12	1,0%	1,86	0,86	0,8%	1,62	0,62	0,6%			
PENETRAÇÃO	PEN.	TEMPO (min.)	LEITURA			I.S.C.	LEITURA			I.S.C.	LEITURA			I.S.C.
			ANEL	CALC.	CORRIG.		ANEL	CALC.	CORRIG.		ANEL	CALC.	CORRIG.	
	0,63	0,5	10				12				9			
	1,27	1,0	22				25				16			
	1,90	1,5	35				36				22			
	2,54	2,0	45	45,000		6,4	47	47,000		6,7	30	30,000		4,3
	3,81	3,0	61				60				40			
	5,08	4,0	74	74,000		7,0	72	72,000		6,8	43	43,000		4,1
	7,62	6,0	86				83				46			
	10,16	8,0	95				94				49			
	12,70	10,0												



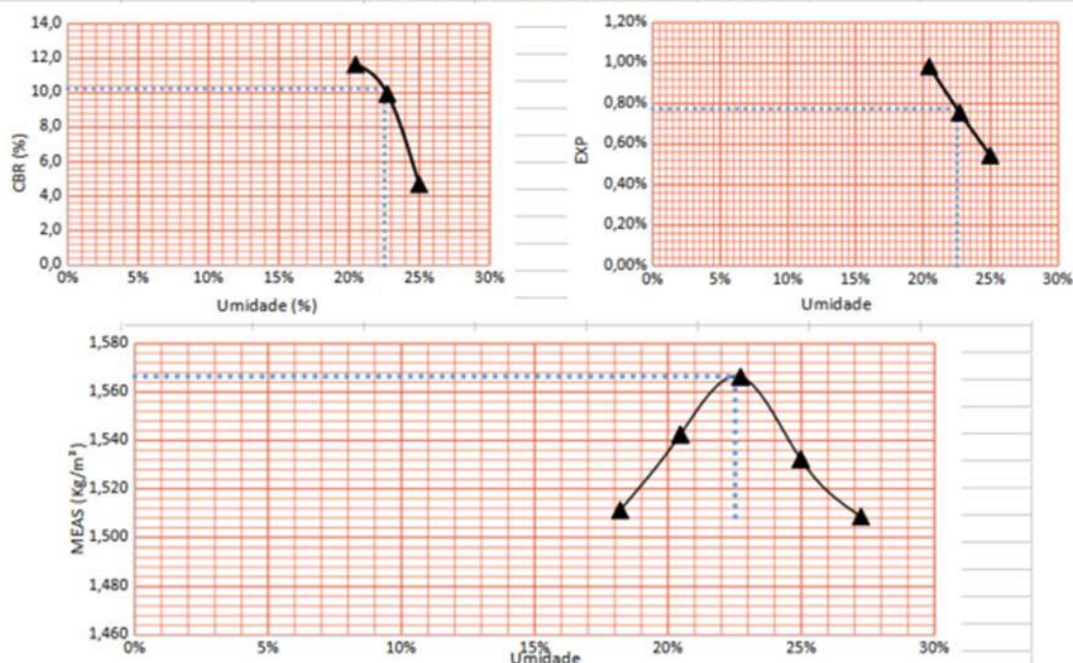
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ESTUDO: SUB-LEITO
 RODOVIA: MUNICIPAL TRECHO: Estrada Geral Cova da Onça – Vilage Impetratriz
 SUB-TRECHO:
 FURO: PV-03 LADO: LD AFAST.EIXO: 2,00 CAMADA: 0,10-0,60
 KM AMOSTRA 1
 OPERADOR: Almir DATA: 24/09/23

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

						C.P. do I.S.C.	
CILINDRO Nº	18	12	100	29	54	AMOSTRA	5000
ÁGUA ACRESCENTADA (g)	300	400	500	600	700	CAPSULA	140
PESO CILINDRO (g)	4686	4694	4678	4931	4914	CAP+SOLOU	105,5
VOLUME CILINDRO (cm³)	2079	2079	2079	2070	2113	CAP+SOLOS	97,26
PESO CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8400	8557	8674	8895	8970	TARA CAP	25,18
PESO SOLO ÚMIDO (g)	3714	3863	3996	3964	4056	PESO AGUA	8,24
MASSA ESP. SOLO ÚMIDO (g/cm³)	1,786	1,858	1,922	1,915	1,920	PESO SECO	72,08
UMIDADE (%)	18,2%	20,5%	22,7%	25,0%	27,2%	%	11,4%
MASSA ESP. SOLO SECO (g/cm³)	1,511	1,542	1,566	1,532	1,509		4428

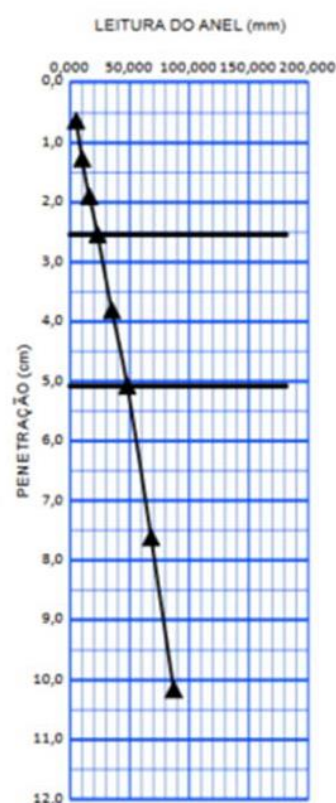
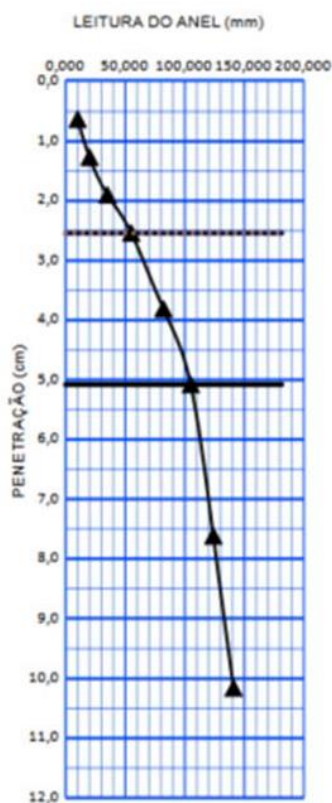
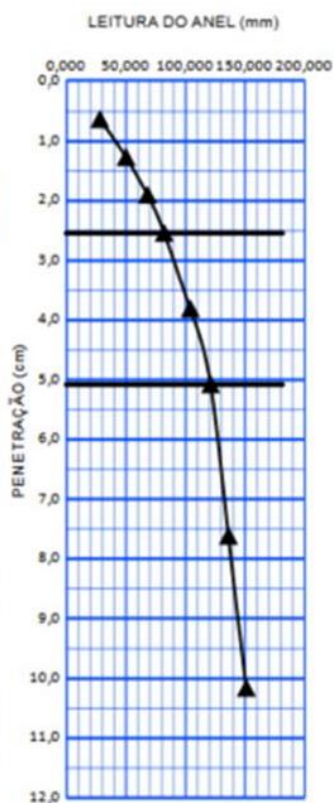
CURVAS DE COMPACTAÇÃO E PENETRAÇÃO



ENERGIA DE COMPACTAÇÃO	MODIFICADO		$D_{max} =$	1,566	(g/cm³)	Expansão =	0,78%
	INTERMEDIÁRIO		$H_{gt} =$	22,52%		$ISC_{final} =$	10,2
	NORMAL	X					

ENSAIO DE I.S.C.

ENSAIO DE I.S.C.														
ANEL Nº			09-13			CONSTANTE DO ANEL			0,09989					
EXTENSÔMETRO Nº			03-104			CRONÔMETRO Nº			05-26					
CILINDRO Nº			12			100			29					
ALTURA INICIAL (cm)			11,38			11,38			11,38					
EXPANSÃO	DATA	HORA	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%			
	24/09/23		1,00			1,00			1,00					
	25/09/23		1,00			1,00			1,00					
	26/09/23		1,00			1,00			1,00					
	27/09/23		1,00			1,00			1,00					
	28/09/23		2,12	1,12	1,0%	1,86	0,86	0,8%	1,62	0,62	0,5%			
	PENETRAÇÃO	PEN.	TEMPO (min.)	LEITURA			I.S.C.	LEITURA			I.S.C.	LEITURA		
ANEL				CALC.	CORRIG.	ANEL		CALC.	CORRIG.	ANEL		CALC.	CORRIG.	
0,63		0,5	28			10			5					
1,27		1,0	50			20			10					
1,90		1,5	68			35			16					
2,54		2,0	82	82,000	11,6	55	55,000	7,8	23	23,000	24,920	3,5		
3,81		3,0	104			82			35					
5,08		4,0	121	121,000	11,5	105	105,000	9,9	48	48,000	49,600	4,7		
7,62		6,0	136			124			68					
10,16		8,0	151			141			87					
12,70		10,0												



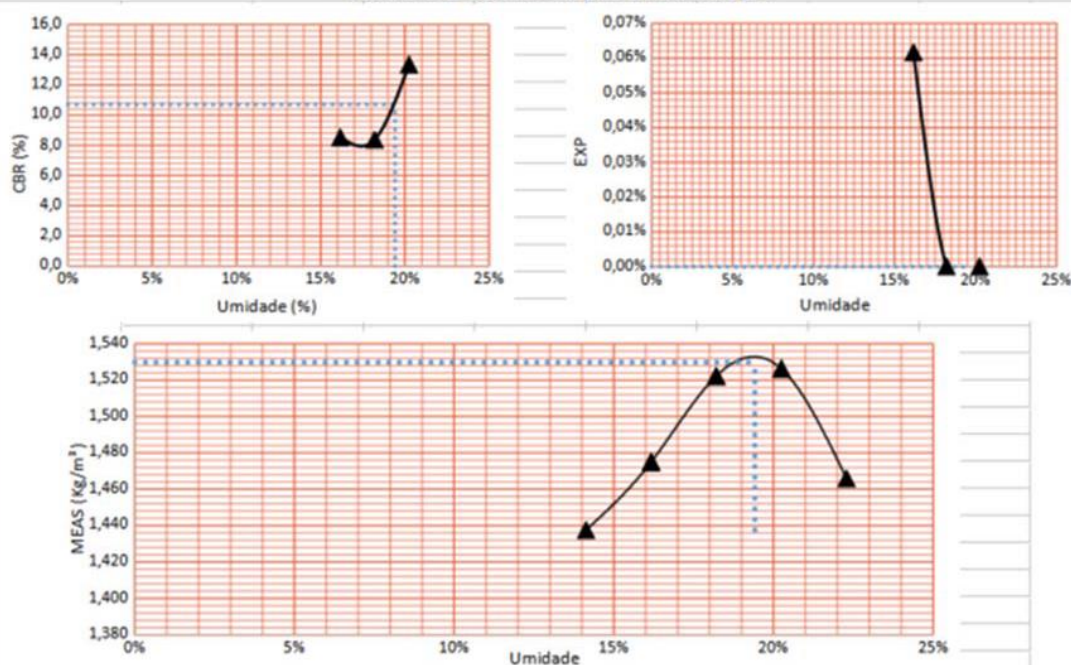
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ESTUDO: SUB-LEITO
 RODOVIA: MUNICIPAL TRECHO: Estrada Geral Cova da Onça – Vilage Impetratriz
 SUB-TRECHO:
 FURTO: **PV-04** LADO: LE AFAST.EIXO: 2,00 CAMADA: 0,10-0,60
 KM: **1**
 OPERADOR: Lucas DATA: 24-09-23

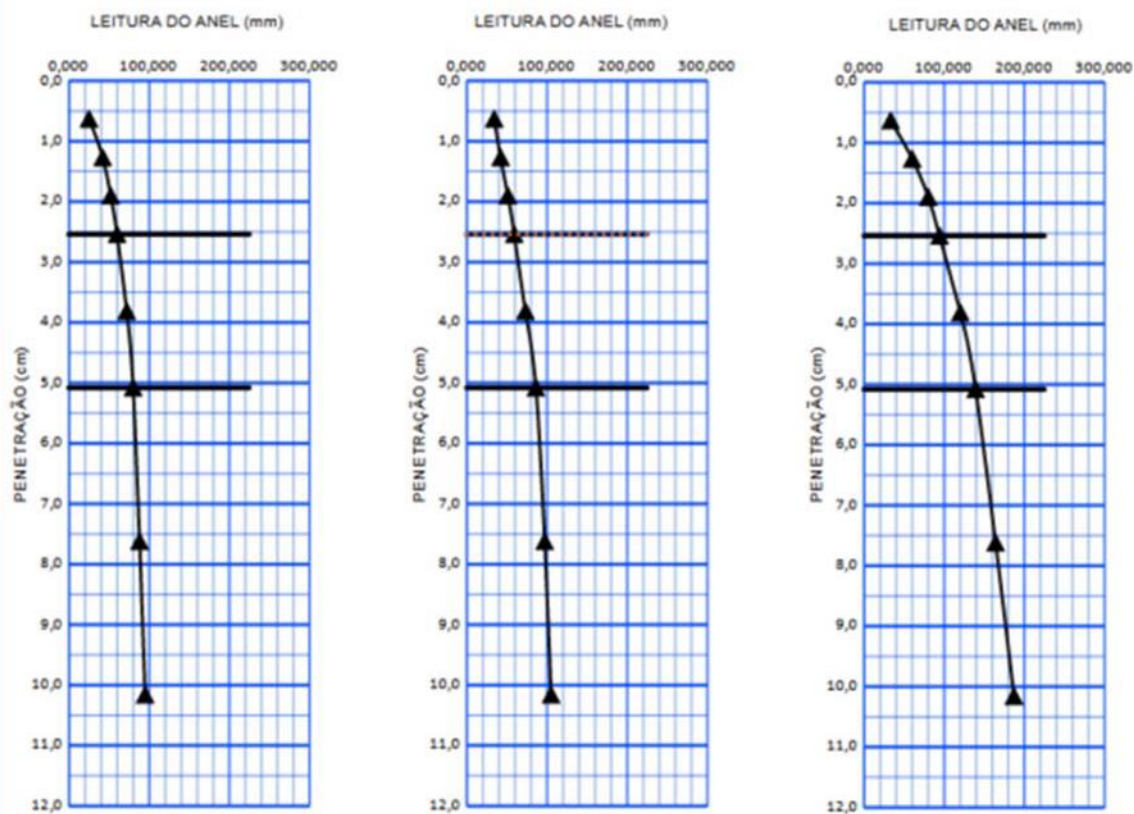
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

	88	60	52	62	10	C.P. do I.S.C.	
CILINDRO Nº	88	60	52	62	10	AMOSTRA	5000
ÁGUA ACRESCENTADA (g)	600	700	800	900	1000	CAPSULA	107
PESO CILINDRO (g)	4684	4924	5470	4702	4703	CAP+SOLOU	97,2
VOLUME CILINDRO (cm³)	2082	2073	2069	2082	2079	CAP+SOLOS	95,89
PESO CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8100	8476	9193	8523	8430	TARA CAP	26,90
PESO SOLO ÚMIDO (g)	3416	3552	3723	3821	3727	PESO AGUA	1,31
MASSA ESP. SOLO ÚMIDO (g/cm³)	1,641	1,713	1,799	1,835	1,793	PESO SECO	68,99
UMIDADE (%)	14,1%	16,2%	18,2%	20,2%	22,3%	%	1,9%
MASSA ESP. SOLO SECO (g/cm³)	1,438	1,475	1,522	1,526	1,466		4905

CURVAS DE COMPACTAÇÃO E PENETRAÇÃO



ENERGIA DE COMPACTAÇÃO	MODIFICADO		D _{max} =	1,530	(g/cm³)	Expansão =	0,00%
	INTERMEDIÁRIO		H _{gt} =	19,42%		IS _C final =	10,7
	NORMAL	X					

[illegible]

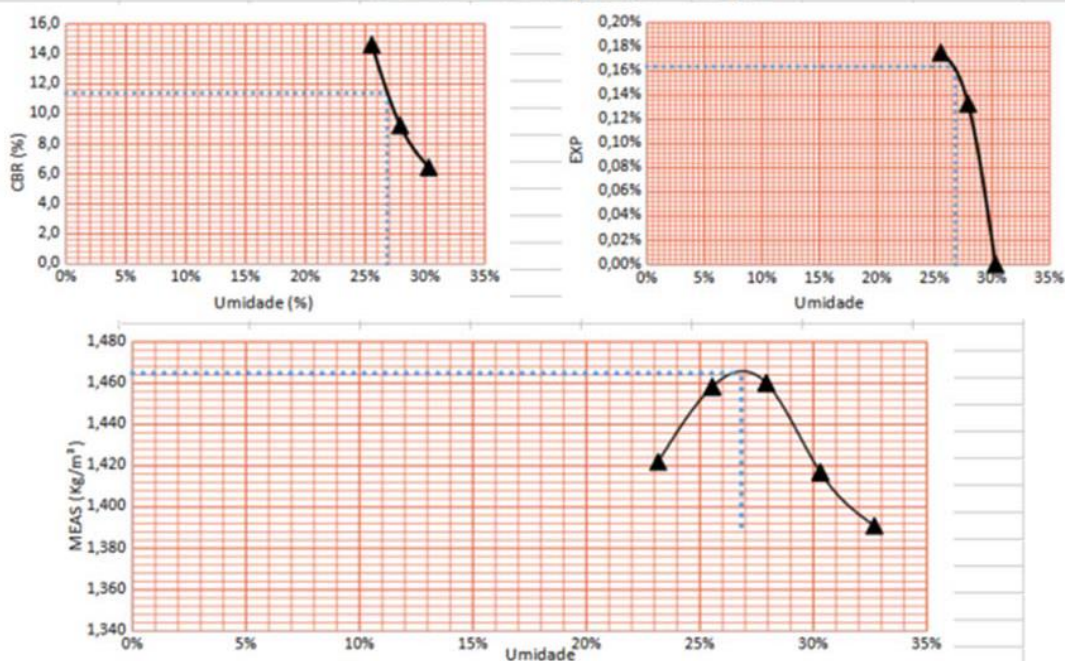
8

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

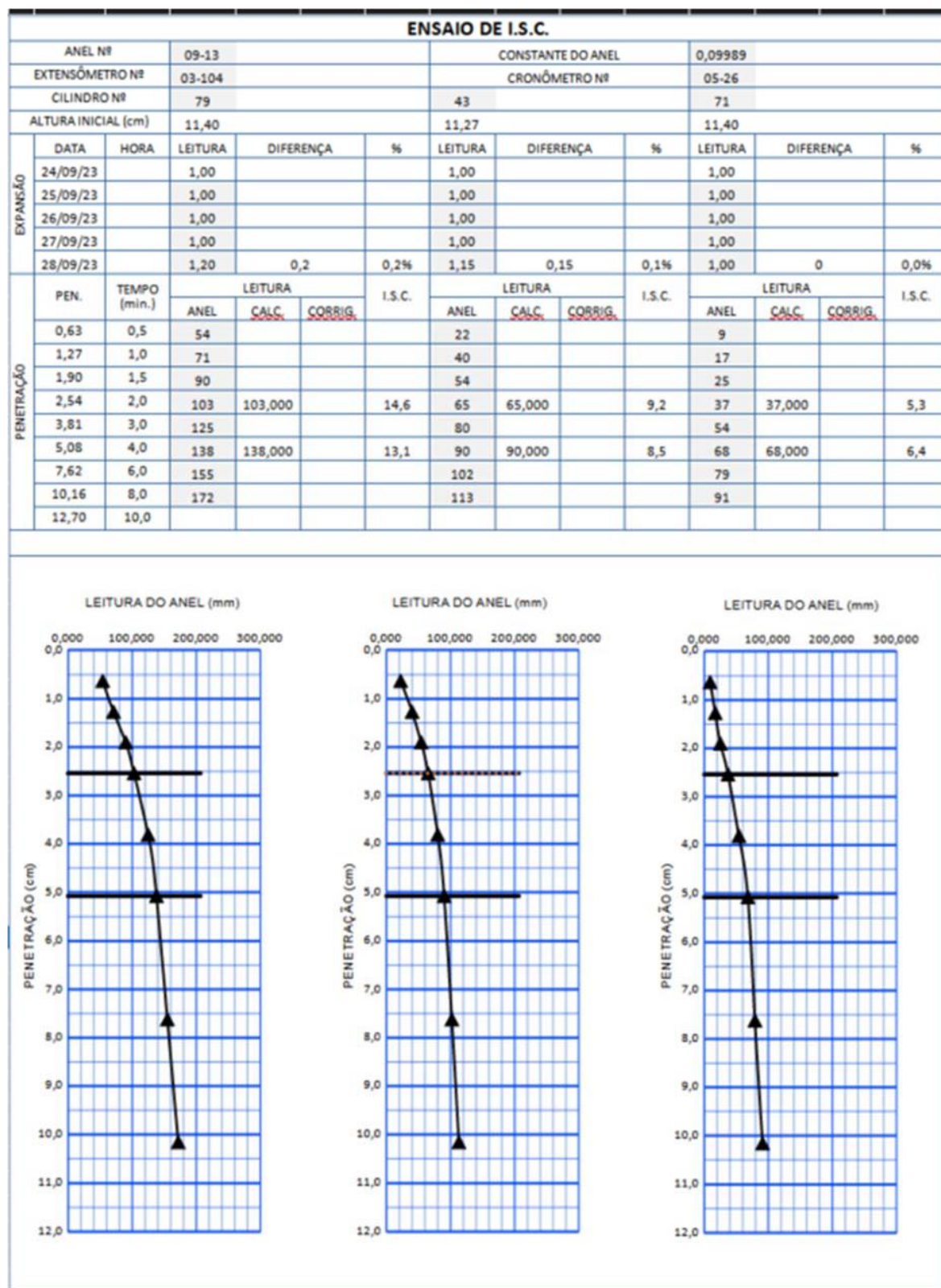
ESTUDO : SUB-LEITO
 RODOVIA : MUNICIPAL TRECHO : Estrada Geral Cova da Onça – Vilage Impetratriz
 SUB-TRECHO :
 FURO: **PV-05** LADO: LD AFAST.EIXO: 2,00 CAMADA: 0,10-1,50
 KM AMOSTRA
 OPERADOR : Almir DATA : 24/09/23

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO							C.P. do I.S.C.	
CILINDRO Nº		44	79	43	71	32	AMOSTRA	5000
ÁGUA ACRESCENTADA (g)		300	400	500	600	700	CAPSULA	88
PESO CILINDRO (g)		5486	4674	5600	4670	4632	CAP+SOLOU	111,7
VOLUME CILINDRO (cm³)		2075	2074	2050	2082	2074	CAP+SOLOS	99,24
PESO CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)		9120	8471	9429	8514	8460	TARA CAP	21,46
PESO SOLO ÚMIDO (g)		3634	3797	3829	3844	3828	PESO AGUA	12,46
MASSA ESP. SOLO ÚMIDO (g/cm³)		1,751	1,831	1,868	1,846	1,846	PESO SECO	77,78
UMIDADE (%)		23,2%	25,5%	27,9%	30,3%	32,7%	%	16,0%
MASSA ESP. SOLO SECO (g/cm³)		1,422	1,458	1,460	1,417	1,391		4199

CURVAS DE COMPACTAÇÃO E PENETRAÇÃO



ENERGIA DE COMPACTAÇÃO	MODIFICADO		D _{máx} =	1,465	(g/cm³)	Expansão =	0,16%
	INTERMEDIÁRIO		H _{ót} =	26,83%		ISC final =	11,4
	NORMAL	X					

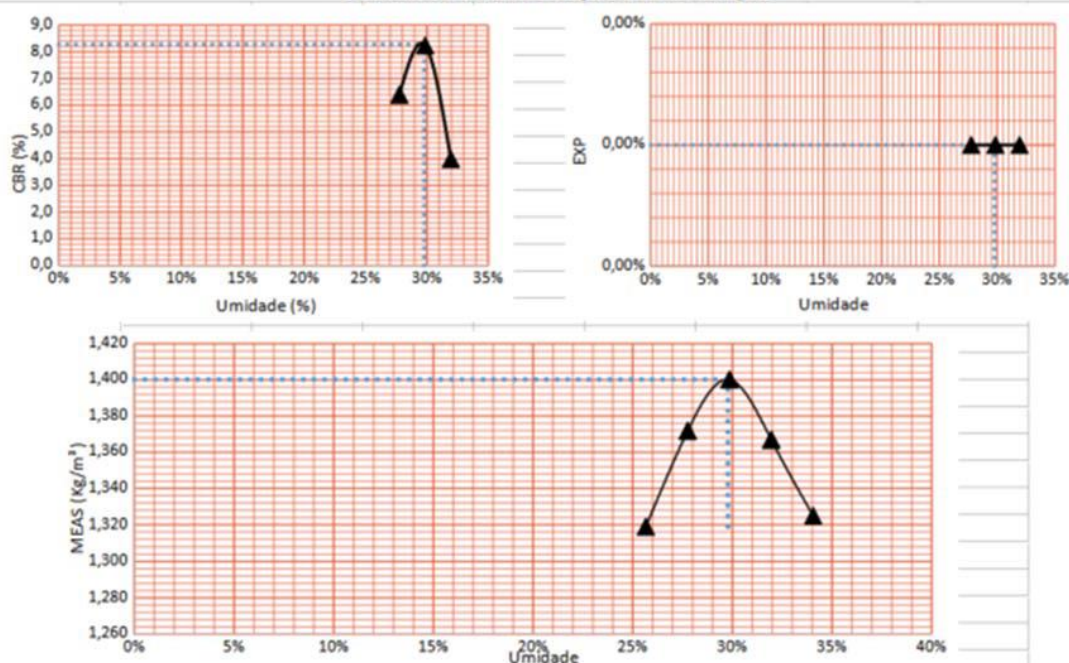


ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ESTUDO: SUB-LEITO
 RODOVIA: MUNICIPAL TRECHO: Estrada Geral Cova da Onça – Vilage Impetratriz
 SUB-TRECHO:
 FURO: PV-06 LADO: LE AFAST.EIXO: 2,00 CAMADA: 0,10-1,50
 KM AMOSTRA 1
 OPERADOR: Lucas DATA: 24-09-23

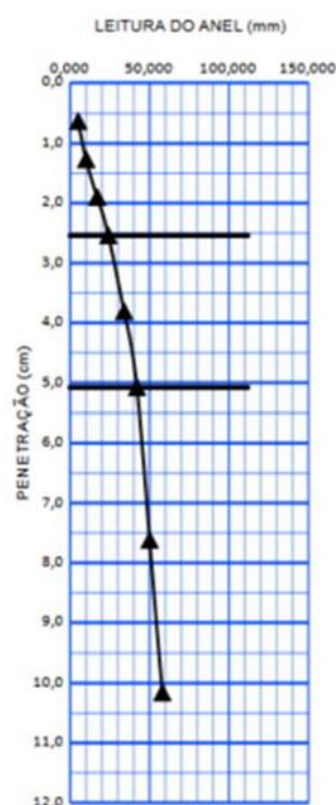
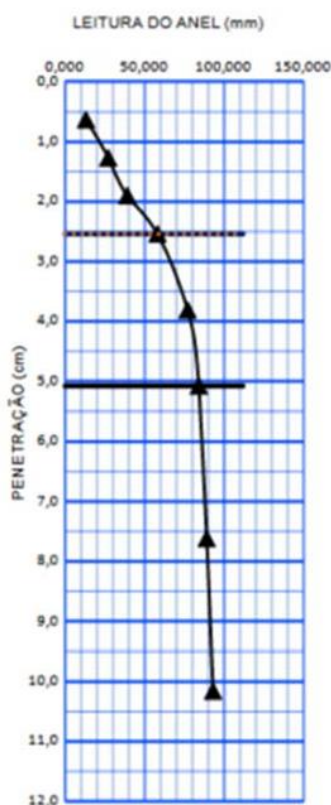
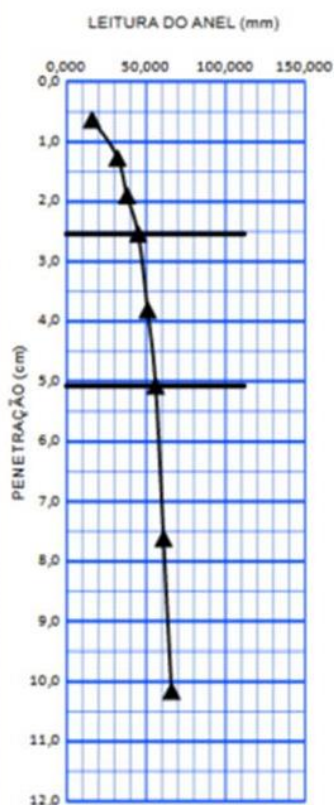
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO							C.P. do I.S.C.	
CILINDRO Nº		15	70	1	17	66	AMOSTRA	5000
ÁGUA ACRESCENTADA (g)		1000	1100	1200	1300	1400	CAPSULA	130
PESO CILINDRO (g)		4729	4676	4659	4835	4674	CAP+SOLOU	122,4
VOLUME CILINDRO (cm³)		2090	2082	2079	2079	2082	CAP+SOLOS	118,08
PESO CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)		8193	8325	8439	8585	8372	TARA CAP	25,78
PESO SOLO ÚMIDO (g)		3464	3649	3780	3750	3698	PESO AGUA	4,32
MASSA ESP. SOLO ÚMIDO (g/cm³)		1,657	1,753	1,818	1,804	1,776	PESO SECO	92,3
UMIDADE (%)		25,7%	27,8%	29,9%	32,0%	34,1%	%	4,7%
MASSA ESP. SOLO SECO (g/cm³)		1,319	1,372	1,400	1,367	1,325		4766

CURVAS DE COMPACTAÇÃO E PENETRAÇÃO



ENERGIA DE COMPACTAÇÃO	MODIFICADO		$D_{max} =$	1,400	(g/cm³)	Expansão =	0,00%
	INTERMEDIÁRIO		$H_{ot} =$	29,78%		$ISC_{final} =$	8,3
	NORMAL	X					

ENSAIO DE I.S.C.														
ANEL Nº			09-13			CONSTANTE DO ANEL			0,09989					
EXTENSÔMETRO Nº			03-104			CRONÔMETRO Nº			05-26					
CILINDRO Nº			70			1			17					
ALTURA INICIAL (cm)			11,40			11,38			11,38					
EXPANSÃO	DATA	HORA	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%			
	24-09-23		1,00			1,00			1,00					
	31/12/99		1,00			1,00			1,00					
	01/01/00		1,00			1,00			1,00					
	02/01/00		1,00			1,00			1,00					
	03/01/00		1,00	0	0,0%	1,00	0	0,0%	1,00	0	0,0%			
PENETRAÇÃO	PEN.	TEMPO (min.)	LEITURA			I.S.C.	LEITURA			I.S.C.	LEITURA			I.S.C.
			ANEL	CALC.	CORRIG.		ANEL	CALC.	CORRIG.		ANEL	CALC.	CORRIG.	
	0,63	0,5	16				13				5			
	1,27	1,0	32				27				10			
	1,90	1,5	38				39				17			
	2,54	2,0	45	45,000		6,4	58	58,000		8,2	24	24,000		3,4
	3,81	3,0	51				77				34			
	5,08	4,0	56	56,000		5,3	84	84,000		8,0	42	42,000		4,0
	7,62	6,0	61				89				50			
	10,16	8,0	66				93				58			
	12,70	10,0												

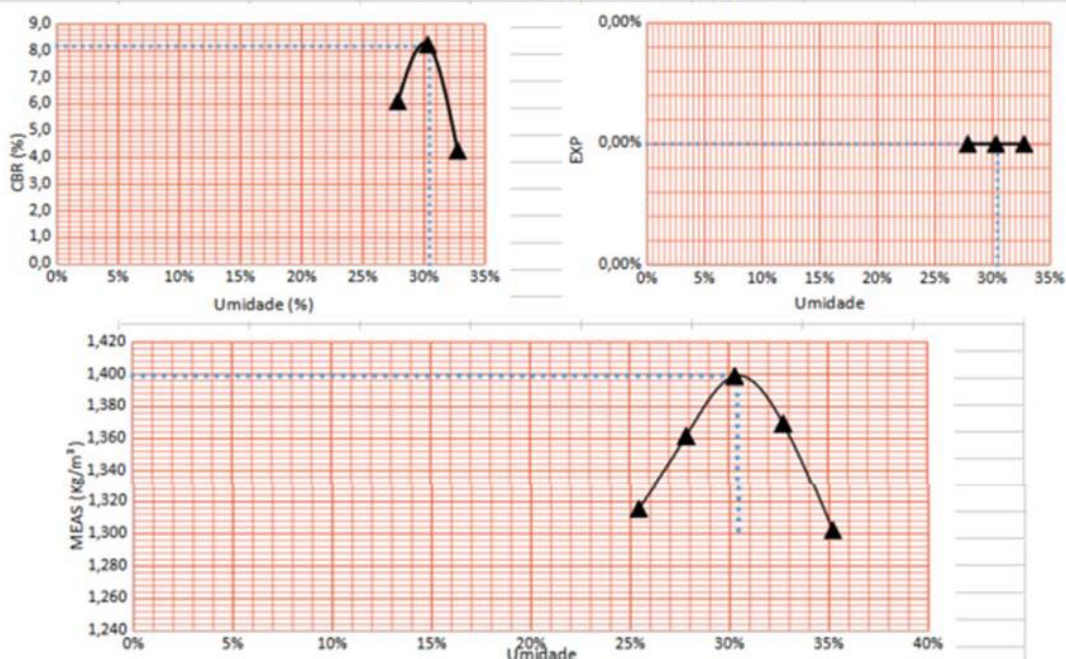


ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ESTUDO: SUB-LEITO
RODOVIA: MUNICIPAL TRECHO: Estrada Geral Cova da Onça – Vilage Imperatriz
SUB-TRECHO:
FURO: PV-07 LADO: LD AFAST.EIXO: 2,00 CAMADA: 0,10-1,50
KM AMOSTRA 1
OPERADOR: Almir DATA: 24/09/23

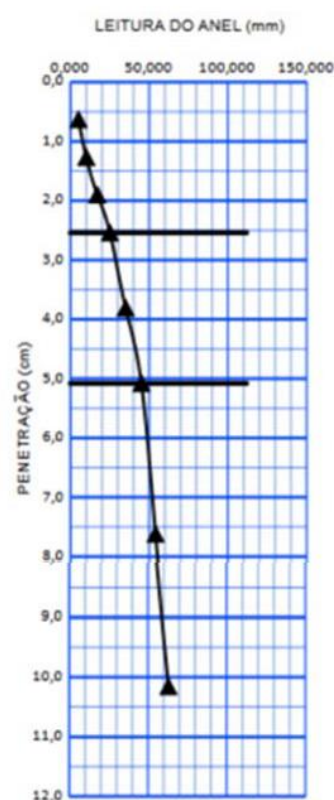
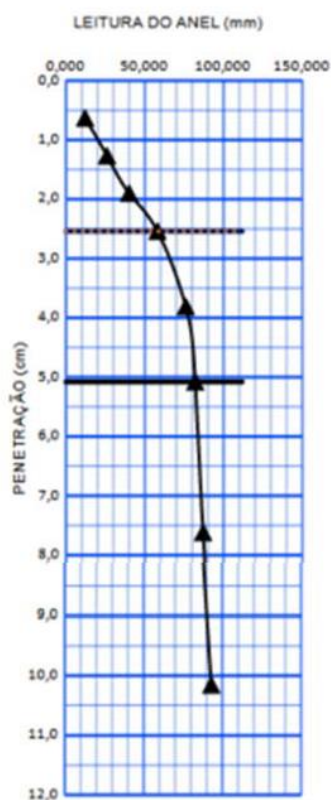
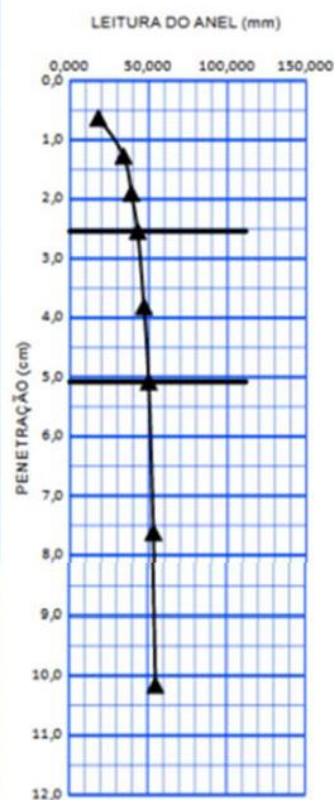
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO							C.P. do I.S.C.	
CILINDRO Nº		44	68	20	83	26	AMOSTRA	5000
ÁGUA ACRESCENTADA (g)		300	400	500	600	700	CAPSULA	125
PESO CILINDRO (g)		5486	4856	4716	4864	5322	CAP+SOLOU	89,7
VOLUME CILINDRO (cm³)		2075	2077	2079	2074	2072	CAP+SOLOS	79,52
PESO CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)		8910	8472	8506	8634	8970	TARA CAP	23,27
PESO SOLO ÚMIDO (g)		3424	3616	3790	3770	3648	PESO AGUA	10,18
MASSA ESP. SOLO ÚMIDO (g/cm³)		1,650	1,741	1,823	1,818	1,761	PESO SECO	56,25
UMIDADE (%)		25,4%	27,9%	30,3%	32,7%	35,2%	%	18,1%
MASSA ESP. SOLO SECO (g/cm³)		1,316	1,362	1,399	1,369	1,302		4095

CURVAS DE COMPACTAÇÃO E PENETRAÇÃO



ENERGIA DE COMPACTAÇÃO	MODIFICADO		D _{méd} =	1,399	(g/cm³)	Expansão =	0,00%
	INTERMEDIÁRIO		H _{gt} =	30,45%		ISC final =	8,2
	NORMAL	X					

ENSAIO DE I.S.C.														
ANEL Nº			09-13			CONSTANTE DO ANEL			0,09989					
EXTENSÔMETRO Nº			03-104			CRONÔMETRO Nº			05-26					
CILINDRO Nº			68			20			83					
ALTURA INICIAL (cm)			11,40			11,38			11,40					
EXPANSÃO	DATA	HORA	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%			
	24/09/23		1,00			1,00			1,00					
	25/09/23		1,00			1,00			1,00					
	26/09/23		1,00			1,00			1,00					
	27/09/23		1,00			1,00			1,00					
	28/09/23		1,00	0	0,0%	1,00	0	0,0%	1,00	0	0,0%			
	PENETRAÇÃO	PEN.	TEMPO (min.)	LEITURA			I.S.C.	LEITURA			I.S.C.	LEITURA		
ANEL				CALC.	CORRIG.	ANEL		CALC.	CORRIG.	ANEL		CALC.	CORRIG.	
0,63		0,5	18				12				5			
1,27		1,0	34				26				10			
1,90		1,5	39				40				17			
2,54		2,0	43	43,000		6,1	58	58,000		8,2	25	25,000		3,6
3,81		3,0	47				76				35			
5,08		4,0	50	50,000		4,7	82	82,000		7,8	45	45,000		4,3
7,62		6,0	53				87				54			
10,16		8,0	55				93				63			
12,70		10,0												

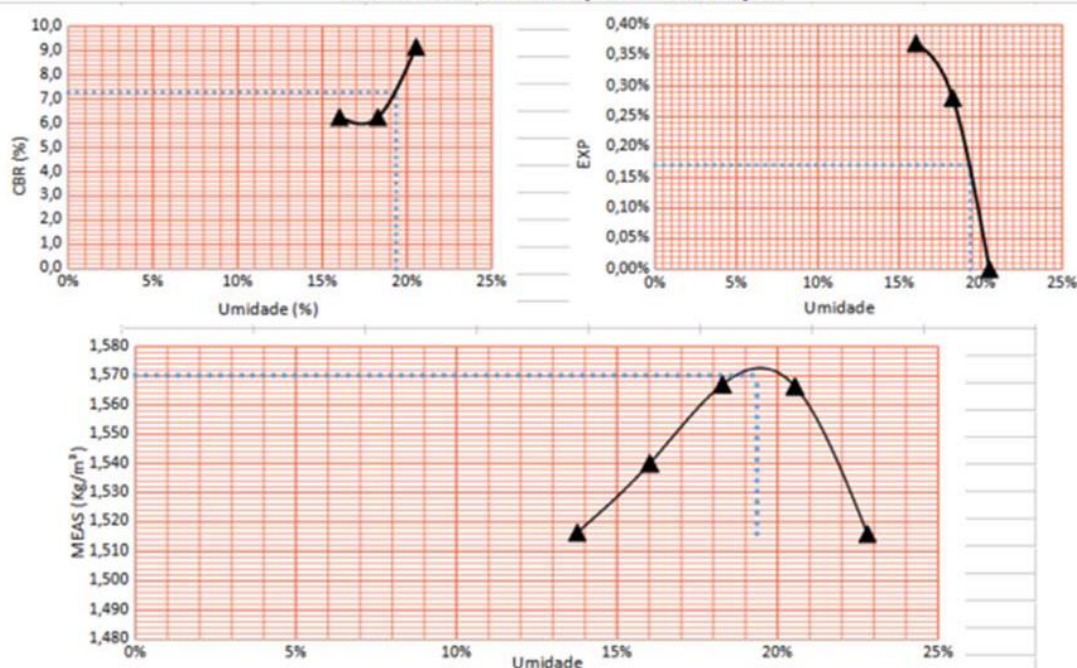


ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ESTUDO: SUB-LEITO
 RODOVIA: MUNICIPAL TRECHO: Estrada Geral Cova da Onça – Vilage Impetratriz
 SUB-TRECHO:
 FURO: PV-08 LADO: LE AFAST.EIXO: 2,00 CAMADA: 0,10-1,50
 KM AMOSTRA: 1
 OPERADOR: Lucas DATA: 24-09-23

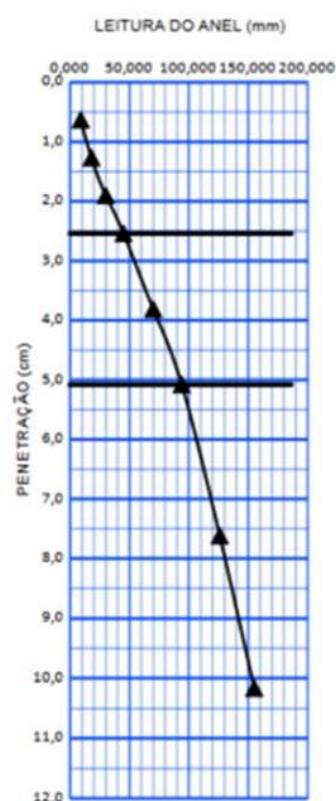
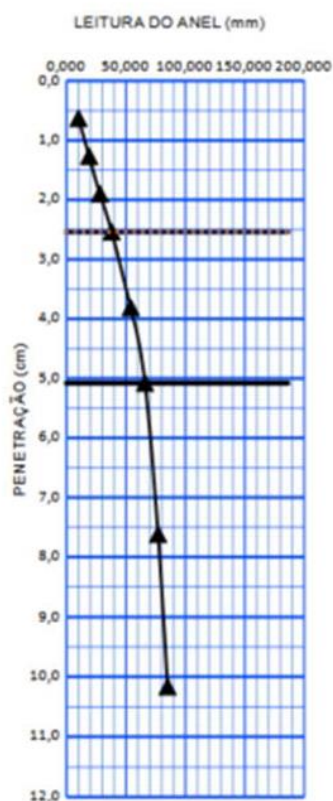
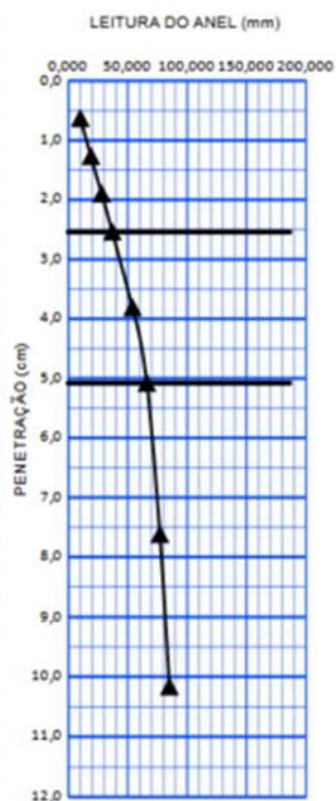
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO							C.P. do I.S.C.	
CILINDRO Nº		60	7	63	108	82	AMOSTRA	5000
ÁGUA ACRESCENTADA (g)		100	200	300	400	500	CAPSULA	90
PESO CILINDRO (g)		4924	4699	4674	4946	4846	CAP+SOLOU	109,1
VOLUME CILINDRO (cm³)		2073	2073	2082	2074	2073	CAP+SOLOS	100,36
PESO CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)		8500	8403	8533	8862	8705	TARA CAP	24,37
PESO SOLO ÚMIDO (g)		3576	3704	3859	3916	3859	PESO AGUA	8,74
MASSA ESP. SOLO ÚMIDO (g/cm³)		1,725	1,787	1,854	1,888	1,862	PESO SECO	75,99
UMIDADE (%)		13,8%	16,0%	18,3%	20,5%	22,8%	%	11,5%
MASSA ESP. SOLO SECO (g/cm³)		1,516	1,540	1,567	1,566	1,516		4425

CURVAS DE COMPACTAÇÃO E PENETRAÇÃO



ENERGIA DE COMPACTAÇÃO	MODIFICADO			D _{máx} =	1,570	(g/cm³)	Expansão =	0,17%
	INTERMEDIÁRIO			H _{gt} =	19,36%		ISC final =	7,3
	NORMAL		X					

ENSAIO DE I.S.C.														
ANEL Nº			09-13			CONSTANTE DO ANEL			0,09989					
EXTENSÔMETRO Nº			03-104			CRONÔMETRO Nº			05-26					
CILINDRO Nº			7			63			108					
ALTURA INICIAL (cm)			11,35			11,40			11,40					
EXPANSÃO	DATA	HORA	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%	LEITURA	DIFERENÇA	%			
	24-09-23		1,00			1,00			1,00					
	25/09/23		1,00			1,00			1,00					
	26/09/23		1,00			1,00			1,00					
	27/09/23		1,00			1,00			1,00					
	28/09/23		1,42	0,42	0,4%	1,32	0,32	0,3%	1,00	0	0,0%			
PENETRAÇÃO	PEN.	TEMPO (min.)	LEITURA			I.S.C.	LEITURA			I.S.C.	LEITURA			I.S.C.
			ANEL	CALC.	CORRIG.		ANEL	CALC.	CORRIG.		ANEL	CALC.	CORRIG.	
	0,63	0,5	10				10				9			
	1,27	1,0	19				19				18			
	1,90	1,5	28				28				30			
	2,54	2,0	37	37,000	5,3	38	38,000	5,4	45	45,000	49,082	7,0		
	3,81	3,0	54				54				70			
	5,08	4,0	66	66,000	6,3	66	66,000	6,3	94	94,000	96,612	9,2		
	7,62	6,0	77				77				126			
	10,16	8,0	85				85				155			
	12,70	10,0												



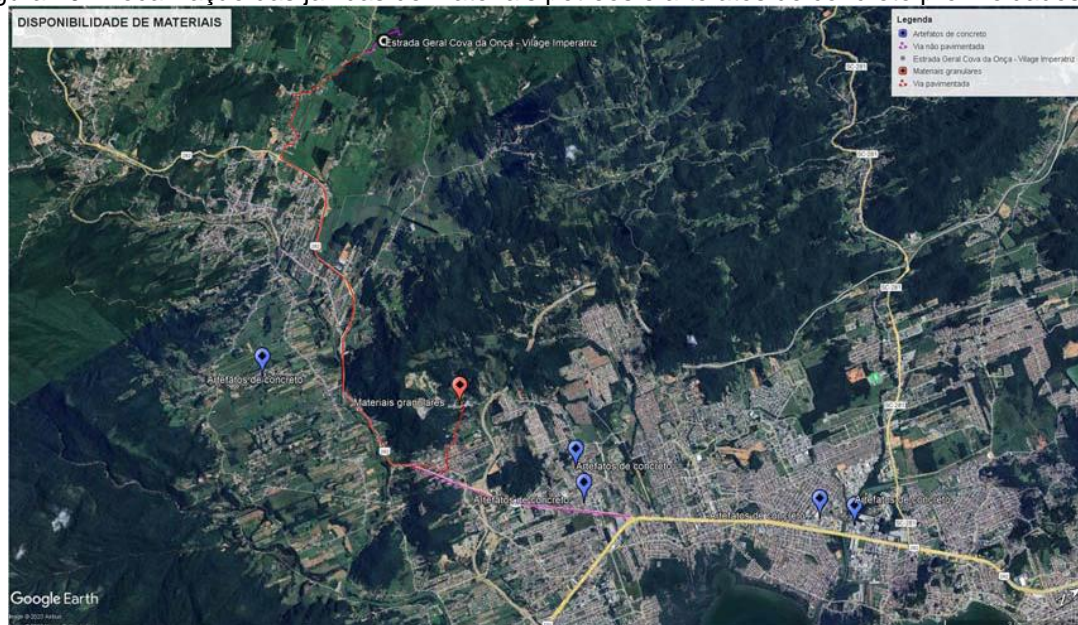
5.3. DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS

Dadas às características do projeto de pavimentação do trecho, durante a execução das obras, serão necessários fornecedores de materiais pétreos, para composição das camadas de base do pavimento e fornecedor de artefatos de concreto pré-moldados. A partir de uma pesquisa no mercado local, foram identificados os fornecedores mais próximos visando determinar o DMT a ser considerado no orçamento das obras.

O DMT dos materiais de pavimentação foi determinado com base em medidas obtidas no aplicativo Google Earth Pró. A localização dos locais de origem dos materiais é apresentada na Figura 19.

- Distância de transporte dos materiais pétreos:
 - Via pavimentada: 13,7 km
 - Via não pavimentada: 2,5 km
- Distância de transporte dos artefatos de concreto:
 - Via pavimentada: 2,3 km
 - Via não pavimentada: 2,3 km

Figura 19 - Localização das jazidas de materiais pétreos e artefatos de concreto pré-moldados.



6. PROJETO GEOMÉTRICO

O trecho da Rodovia Municipal de Santo Amaro da Imperatriz - Trecho: Estrada Geral Cova da Onça, é uma rodovia existente de característica rural. O traçado atual desenvolve-se em um relevo montanhoso. A rodovia possibilita superar um desnível de 220 metros em uma extensão de aproximadamente 1500 metros, o que resulta em uma declividade média de 14,6%.

A topografia ao longo do traçado, que se desenvolve em torno do divisor de águas, buscando a melhor condição de declividade e, considerando ainda, a categoria da via e o tráfego atuante, caracterizado com leve, não são propostas alterações significativas na geometria horizontal, mantendo-se a diretriz de traçado, com correções visando encaixar as seções transversais de projeto.

Na geometria vertical as correções de greide também foram mínimas. Observou-se sempre que possível manter o greide em condições de aterro, corrigindo imperfeições e procurando manter as camadas do pavimento projetado sobre o leito existente. Foram observados afloramentos de rocha e alterações de rocha no subleito existente e, nesses lugares, o projeto geométrico procurou evitar cortes em materiais de 2ª e 3ª categorias.

A tabela a seguir apresenta as principais características do trecho projetado.

Tabela 9 - Principais características do trecho do projeto.

Item	Descrição
Rodovia	Municipal
Trecho	Estrada Geral Cova da Onça
Classificação	Rural
Tráfego / N	Leve / 10 ⁵
Tipo de revestimento projetado	Blocos intertravados de concreto
Greide médio (%)	14,6%
Greide máximo (%)	26,59%
Greide mínimo (%)	0,22%
Número de curvas horizontais	28
Número de faixas	2
Largura da faixa (m)	2,30 m
Acostamento	Não
Largura do acostamento (m)	-
Inclinação talude de corte (h:v)	1:1
Inclinação talude de aterro (h:v)	1:1

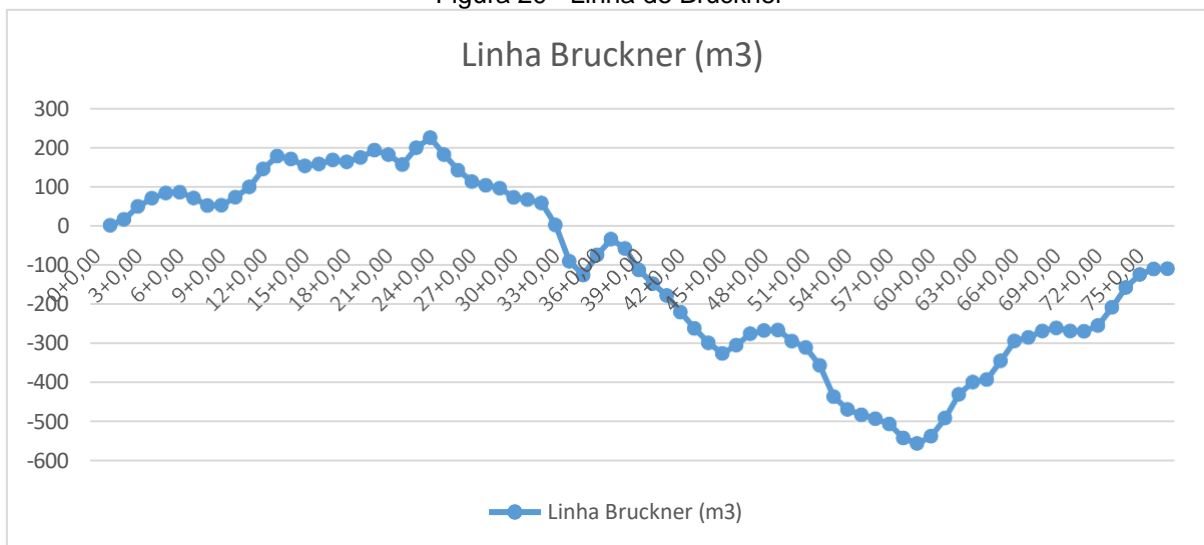
7. PROJETO TERRAPLENAGEM

Com o levantamento planialtimétrico e as definições geométricas em conformidade com as exigências da fiscalização do projeto, foi possível partir para a modelagem da obra a fim de obter suas seções de terraplenagem.

Considerando as características do trecho, onde não há pouca margem de manobra para ajustes de geometria, o greide foi ajustado de maneira a respeitar as condições existentes, ao mesmo tempo que se buscou o equilíbrio entre cortes e aterros, sempre que possível, evitando a geração de empréstimo em jazidas ou grandes bota-fora.

Conseguiu-se o equilíbrio entre cortes e aterros, no entanto, a origem dos materiais de aterro estão localizadas no trecho entre as estaca 0=PP e 40, conforme observa-se na Figura 20, abaixo.

Figura 20 - Linha de Bruckner



A concepção do projeto de terraplenagem levou em consideração os volumes de materiais necessários para compor o corpo estradal projetado. Considerando as características geotécnicas, buscou-se o equilíbrio entre cortes e aterros ao longo do trecho projetado. O resultado da distribuição de materiais ao longo de todo trecho resultou nas seguintes distâncias médias de transporte:

- Compensações Laterais: 785 m³
- DMT entre 50 e 200 metros: 758 m³
- DMT entre 200 e 400 metros: 438 m³

- DMT entre 400 e 600 metros: 209 m³
- Compactação de aterros a 100% do Proctor Normal 1825 m³

Os quantitativos para o trecho 1, que vai da estaca 38 até a estaca 76+2,70=PF são de:

- Compensações Laterais: 110 m³
- DMT entre 50 e 200 metros: 320 m³
- DMT entre 200 e 400 metros: 316 m³
- DMT entre 400 e 600 metros: 209 m³
- Compactação de aterros a 100% do Proctor Normal 920 m³

Tabela 10 - Tabela de cortes e aterros e definição da linha de Bruckner do trecho.

Estaca	Volume de Corte (m3)	Volume de aterro corrigido (m3)	Compensação transversal (m3)	Compensação longitudinal (m3)	Linha Bruckner (m3)
0+0,00	0,00	0			
1+0,00	0,00	0		0	0
2+0,00	16,25	0,87	0,87	15,38	15,38
3+0,00	33,87	0,88	0,88	32,99	48,37
4+0,00	23,35	2,53	2,53	20,82	69,19
5+0,00	16,71	3,38	3,38	13,33	82,52
6+0,00	10,71	8,73	8,73	1,98	84,50
7+0,00	0,81	15,42	0,81	-14,61	69,89
8+0,00	1,37	20,61	1,37	-19,24	50,65
9+0,00	29,75	28,97	28,97	0,78	51,43
10+0,00	43,42	22,85	22,85	20,57	72,00
11+0,00	36,18	10,17	10,17	26,01	98,01
12+0,00	53,73	8,02	8,02	45,71	143,72
13+0,00	38,80	5,85	5,85	32,95	176,67
14+0,00	6,61	14,13	6,61	-7,52	169,15
15+0,00	12,91	30,41	12,91	-17,50	151,65
16+0,00	34,67	29,53	29,53	5,14	156,79
17+0,00	35,04	25,08	25,08	9,96	166,75
18+0,00	16,36	21,09	16,36	-4,73	162,02
19+0,00	26,21	15,25	15,25	10,96	172,98
20+0,00	27,20	8,45	8,45	18,75	191,73
21+0,00	4,79	16,01	4,79	-11,22	180,51
22+0,00	0,29	25,74	0,29	-25,45	155,06
23+0,00	53,24	10,54	10,54	42,70	197,76
24+0,00	47,15	21,17	21,17	25,98	223,74
25+0,00	0,10	43,32	0,10	-43,22	180,52
26+0,00	0,24	40,09	0,24	-39,85	140,67
27+0,00	0,22	29,17	0,22	-28,95	111,72
28+0,00	3,39	12,91	3,39	-9,52	102,20
29+0,00	3,38	10,65	3,38	-7,27	94,93
30+0,00	4,87	28,27	4,87	-23,40	71,53
31+0,00	14,55	20,48	14,55	-5,93	65,60
32+0,00	10,15	18,49	10,15	-8,34	57,26
33+0,00	0,30	56,45	0,30	-56,15	1,11
34+0,00	0,00	92,52	0,00	-92,52	-91,41
35+0,00	27,71	62,96	27,71	-35,25	-126,66

Estaca	Volume de Corte (m3)	Volume de aterro corrigido (m3)	Compensação transversal (m3)	Compensação longitudinal (m3)	Linha Bruckner (m3)
36+0,00	61,97	10,53	10,53	51,44	-75,22
37+0,00	47,94	7,75	7,75	40,19	-35,03
38+0,00	13,80	37,74	13,80	-23,94	-58,97
39+0,00	2,64	57,44	2,64	-54,80	-113,77
40+0,00	13,76	48,27	13,76	-34,51	-148,28
41+0,00	13,43	43,93	13,43	-30,50	-178,78
42+0,00	4,02	46,56	4,02	-42,54	-221,32
43+0,00	12,95	54,37	12,95	-41,42	-262,74
44+0,00	10,71	47,31	10,71	-36,60	-299,34
45+0,00	6,52	33,93	6,52	-27,41	-326,75
46+0,00	45,60	24,12	24,12	21,48	-305,27
47+0,00	43,37	14,32	14,32	29,05	-276,22
48+0,00	19,22	11,06	11,06	8,16	-268,06
49+0,00	13,78	12,38	12,38	1,40	-266,66
50+0,00	12,83	41,11	12,83	-28,28	-294,94
51+0,00	26,58	43,16	26,58	-16,58	-311,52
52+0,00	14,09	59,45	14,09	-45,36	-356,88
53+0,00	0,28	80,13	0,28	-79,85	-436,73
54+0,00	5,48	37,86	5,48	-32,38	-469,11
55+0,00	7,37	21,09	7,37	-13,72	-482,83
56+0,00	14,07	23,99	14,07	-9,92	-492,75
57+0,00	13,10	26,61	13,10	-13,51	-506,26
58+0,00	0,18	35,95	0,18	-35,77	-542,03
59+0,00	5,22	18,85	5,22	-13,63	-555,66
60+0,00	19,19	1,08	1,08	18,11	-537,55
61+0,00	46,33	0,11	0,11	46,22	-491,33
62+0,00	68,04	7,13	7,13	60,91	-430,42
63+0,00	58,74	27,75	27,75	30,99	-399,43
64+0,00	47,70	41,27	41,27	6,43	-393,00
65+0,00	85,97	38,38	38,38	47,59	-345,41
66+0,00	77,50	26,61	26,61	50,89	-294,52
67+0,00	18,55	9,44	9,44	9,11	-285,41
68+0,00	17,98	1,69	1,69	16,29	-269,12
69+0,00	22,22	14,41	14,41	7,81	-261,31
70+0,00	15,88	23,77	15,88	-7,89	-269,20
71+0,00	15,06	16,04	15,06	-0,98	-270,18
72+0,00	20,92	6,00	6,00	14,92	-255,26
73+0,00	46,73	0,32	0,32	46,41	-208,85
74+0,00	51,47	0,74	0,74	50,73	-158,12
75+0,00	38,48	5,28	5,28	33,20	-124,92
76+0,00	19,84	6,22	6,22	13,62	-111,30
76+2,70	1,29	0,23	0,23	1,06	-110,24

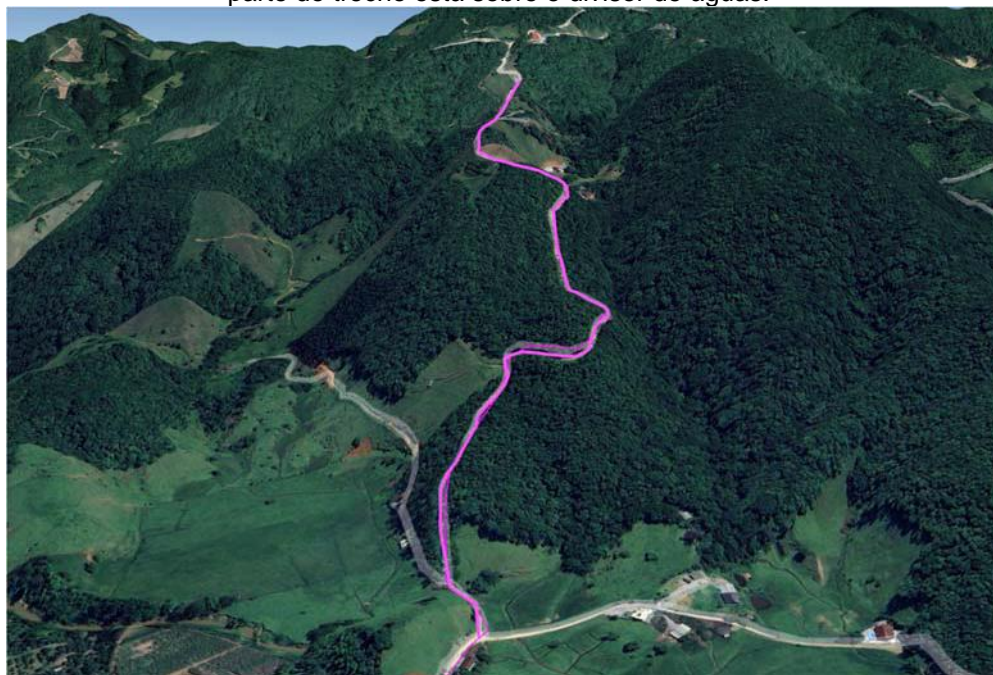
8. PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de drenagem compreende o dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial e das obras de arte corrente (bueiros) necessários para fazer a proteção da estrutura do pavimento na ocorrência de chuvas intensas.

8.1. PREMISSAS INICIAIS

O trecho do projeto - Interseção Estrada Geral Cova da Onça é uma via local, com baixo volume de tráfego. O trecho desenvolve-se, em grande parte sobre divisores de água, o que resultou em bacias de contribuição relativamente pequenas ao longo do trecho.

Figura 21 - Imagem em perspectiva da região onde desenvolve-se o projeto. Observa-se que grande parte do trecho está sobre o divisor de águas.



As limitações da seção transversal, estreita, e a alta declividade do trecho são fatores que influenciaram nas decisões do projeto, tais como a implantação de dispositivos de drenagem superficial e implantação de bueiros de greide ao longo do trecho projetado, aspectos que são mencionados neste relatório.

8.2. DRENAGEM SUPERFICIAL

Para a condução das águas superficiais foram adotados, sempre que possível, dadas as limitações de geometria do trecho a inclusão de meia-calhas em concreto com diâmetro de 40 cm. Essa adoção se deu, principalmente, pela facilidade de execução no trecho, em detrimento de sarjetas de concreto moldadas *in loco*, cujo custo e dificuldade executiva são superiores.

Com a geometria do trecho apresentava limitações de largura limitada para a seção transversal, em trechos críticos (muito estreitos) não foram inseridos os dispositivos de drenagem superficial e, nessas situações a drenagem se dará superficialmente.

Todo o trecho também apresenta declividade bastante elevada do greide, que em média é de 16%. Essa condição resulta em comprimentos críticos extensos, mas, em contrapartida, a declividade também resulta em altas velocidades de escoamento, principalmente em condições de chuvas intensas. Para minimizar os riscos de danos a estrutura de pavimento projetada, foram projetados bueiros de greide em distâncias não superiores a 160 metros, com o objetivo de possibilitar a retirada da contribuição do corpo estradal, reduzindo a acumulação de água na pista.

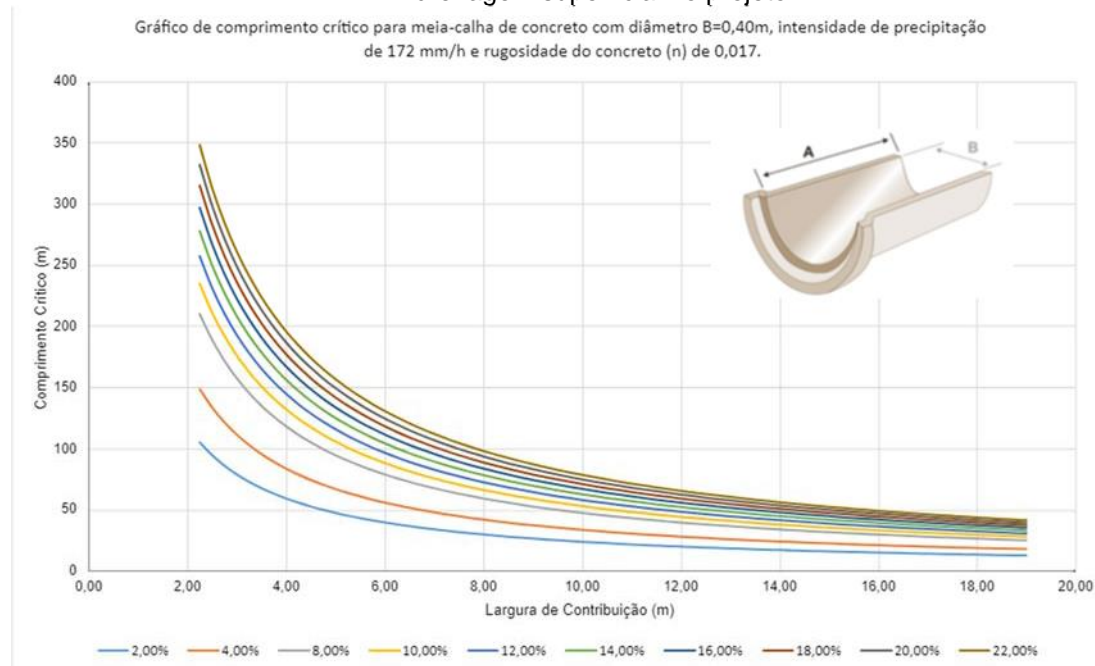
Os meio-fios foram nivelados com o pavimento de blocos sextavados, cumprindo a função de contensão da estrutura do pavimento, mas não servindo como dispositivo de condução superficial, possibilitando, principalmente nos trechos em aterro, que a drenagem se dê superficialmente e que a contribuição não se acumule sobre a pista, o que aumentaria a demanda de galerias pluviais (caixas coletoras e tubulações).

8.2.1. Comprimento crítico

O comprimento crítico tem como objetivo determinar a vazão limite que um dispositivo de condução superficial é capaz de escoar, estabelecendo assim a melhor distribuição para as caixas coletoras ao longo do sistema viário projetado. Para tanto leva-se em conta fatores como declividade, área de influência, coeficiente de Manning e características geométricas do dispositivo.

O estudo de comprimento crítico abrangeu todas as declividades presentes ao longo do projeto e resultou no gráfico que pode ser visualizado na figura a seguir e que foi utilizado como ábaco no projeto para a determinação da distância entre as caixas coletoras.

Figura 22 - Ábaco de comprimento Crítico do Meia Calha de concreto adotada como dispositivo de drenagem superficial no projeto.



8.3. DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE ARTE CORRENTE

Uma vez conhecidas as vazões de projeto de cada bacia, procedeu-se para o dimensionamento das OACs.

Os bueiros neste projeto foram dimensionados como canais com escoamento em regime de fluxo crítico, ou seja, obedecendo à sua característica própria de consumir o mínimo de energia e tendo também a sua declividade própria para uma dada descarga.

Assim, para bueiros tubulares arbitrou-se que a altura representativa da energia específica do fluxo crítico fosse igual à altura dos bueiros, de modo a permitir que não haja carga hidráulica do lado de montante, isto é, que não funcione como orifício.

Usando as fórmulas empíricas idealizadas por Manning, a expressão das grandezas hidráulicas associadas com a equação da continuidade, chegou-se às seguintes expressões para vazão e velocidade:

$$\text{Velocidade: } v = 0,397 * D^{2/3} * I^{1/2} / n$$

$$\text{Vazão: } Q = 0,312 * D^{8/3} * I^{1/2} / n$$

Onde:

Q: vazão em m³/s

D: diâmetro em metros (m)

I: declividade em m/m.

n: rugosidade do concreto = 0,017

Através desses cálculos, foi possível obter-se as vazões críticas de cada bueiro e assim determinar o mais adequado para cada vazão de contribuição em cada respectiva bacia do projeto, chegando assim nos resultados da tabela a seguir.

Tabela 11 - Dimensionamento das obras de arte corrente do projeto.

BAC	TIPO DE OBRA	ESTACA	i (%)	Dnom de cálculo (m)	Dcom (mm)	Solução indicada	Diâmetro	Velocidade	0,5 < V < 5,0 m/s
1	BUEIRO DE GREIDE	69+4,39	1,44	0,36	400,00	BSTC DN 0,40	400,00	1,05	ok
2	BUEIRO DE GREIDE	62+1,31	0,86	0,41	400,00	BSTC DN 0,40	400,00	0,89	ok
3	BUEIRO DE GREIDE	56+6,81	0,49	0,53	600,00	BSTC DN 0,60	400,00	0,79	ok
4	BUEIRO NO ACESSO	-	1,00	0,31	400,00	BSTC DN 0,40	400,00	0,79	ok
5	BUEIRO DE GREIDE	46+7,69	3,21	0,44	400,00	BSTC DN 0,40	400,00	1,79	ok
6	BUEIRO DE TRAVESSIA	22+7,79	0,76	0,80	800,00	BSTC DN 0,80	800,00	1,31	ok
7	BUEIRO DE GREIDE	31+0,05	0,74	0,36	400,00	BSTC DN 0,40	400,00	0,75	ok
8	BUEIRO DE GREIDE	24+0,13	0,95	0,36	400,00	BSTC DN 0,40	400,00	0,86	ok
9	BUEIRO DE GREIDE	13+0,27	0,85	0,28	400,00	BSTC DN 0,40	400,00	0,69	ok
10	BUEIRO DE GREIDE	6+19,85	1,17	0,39	400,00	BSTC DN 0,40	400,00	1,01	ok

9. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O presente relatório tem por objetivo a definição do tipo de estrutura de pavimento viável do ponto de vista técnico e econômico, definição e dimensionamento da estrutura do pavimento da Estrada Municipal que liga o trecho: Estrada Geral Cova da Onça, com extensão de 1.500 m.

O projeto de pavimentação foi elaborado em atendimento a Instrução de Projeto IP-06 de Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto da Prefeitura Municipal de São Paulo.

9.1. AVALIAÇÃO DO TRÁFEGO ATUANTE NA VIA

Para definição do N (número de solicitações do eixo padrão de 8,2 t) foram adotadas as definições recomendadas pela Prefeitura de São Paulo na IP-02/2004 – Classificação das Vias, que determina o N de acordo com a funcionalidade da via a ser projetada conforme a tabela a seguir.

Tabela 12 - Classificação das vias e parâmetros de tráfego recomendados para projetos de pavimentação (Fonte: IP-02/2007 da P.M. de São Paulo)

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3×10^6 ⁽¹⁾	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Considerando a característica do trecho do projeto, que se caracteriza por uma rodovia rural, coletora, mas que recebe tráfego de caminhões, o tráfego foi enquadrado como Leve. Vias com essas características de tráfego preveem a passagem de 21 a 100 caminhões e ônibus por dia, por faixa de tráfego, o que resulta em um número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão para o período de 10 anos.

9.2. DEFINIÇÃO DO MATERIAL EMPREGADO NA CAMADA FINAL DE TERRAPLENAGEM E CÁLCULO DO CBR DE PROJETO

Para caracterização do solo do subleito foram analisados os boletins de sondagem e quadros resumos dos resultados de ensaios realizados ao longo do leito da via existente.

Para a definição do CBR de projeto procedeu-se a análise estatística dos valores de capacidade de suporte, do material a ser empregado como camada final de terraplenagem, obtido nos ensaios realizados com as amostras coletadas em campo. O CBR de projeto é definido de acordo com a seguinte expressão, considerando nível de confiança de 90%:

$$CBR_{proj} = CBR_{médio} - \frac{1,29 * Desvio}{N^{0,5}}$$

onde:

- $CBR_{médio}$ = média aritmética;
- Desvio = desvio padrão;
- N = número de determinações.

A energia de compactação considerada é a do Proctor Normal – 12 golpes.

A tabela a seguir apresenta os resultados de CBR de projeto para o projeto de pavimentação da via, cujo valor adotado foi de 6,0%.

Tabela 13 - Definição do CBR de projeto

VIA	ESTACA	AMOSTRA	CBR (%)	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	CBRp	CBRp_adoptado
ESTRADA MUNICIPAL Trecho: Estrada Geral Cova da Onça – Village Imperatriz	2+000	1	3,1	8,3	2,6	7,0	6
	13+000	2	7,2				
	22+010	3	10,2				
	33+000	4	10,7				
	42+000	5	11,4				
	52+000	6	8,3				
	62+000	7	8,3				
	72+000	8	7,3				

9.3. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Ao longo da via, as condições do subleito mostram-se bastante homogêneas e, uma vez que toda a via estará submetida às mesmas solicitações de tráfego, a via foi considerada um único segmento homogêneo.

O pavimento foi dimensionado pelo método da IP-06/2004 – Instrução para dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto da Prefeitura Municipal de São Paulo.

Pelas características do tráfego, que foi adotado como Leve, com N característico de 10^5 , foi seguida o Procedimento A (ABCP-ET27).

Como o tráfego considerado é leve a camada de base cimentada não é necessária.

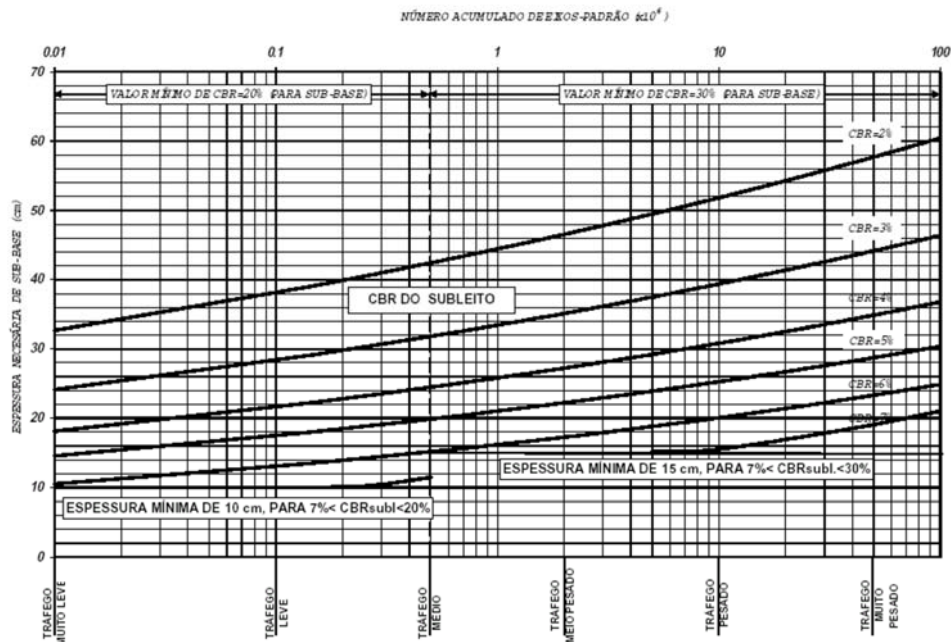
A partir do CBR de projeto, dimensionou-se a espessura total da camada de sub-base. A espessura total da sub-base (HSB) é obtida no cruzamento da curva apresentada na Figura 91, considerando o ISC (CBR) de projeto. Dessa forma, considerando o ISC de 6,0% para N de 1×10^5 a HSB é de 13 cm, porém, considerando que as análises geotécnicas do trecho, que caracterizaram os solos que irão compor as camadas do subleito classificados como A-4 e A-7-6, a foi adotado uma HSB de 15 cm.

A estrutura do pavimento projetado, tipo e especificações de serviço são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 14 - Estrutura do pavimento projetado para a Estrada municipal, trecho Estrada Geral Cova da Onça.

CAMADA	MATERIAL / TIPO	ESPESSURA (CM)	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO
BLOCOS INTERTRAVADO	SEXTAVADO	8	NBR-9780 Peças de concreto para pavimentação - Determinação da Resistência à Compressão e NBR-9781 Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio
CAMADA DE ASSENTAMENTO	AREIA OU PÓ DE BRITA	5	A camada de assentamento dos blocos pré-moldados deve ser sempre composta por areia, eventualmente pé-de-pedra, contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira de 4,8 mm. Não serão admitidos torrões de argila, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas.
SUB-BASE	SOLO ESTABILIZADO COM BRITA	15	ET-DE-P00/006 - Especificação Técnica Sub-base o Base de Solo Brita. Prefeitura Municipal de São Paulo, 2006.

Figura 23 - Âbaco para determinação da espessura da Camada de Sub-base (IP-06/2004. PM de São Paulo, p.15).



10. PROJETO DE SINALIZAÇÃO, ACESSIBILIDADE UNIVERSAL E SEGURANÇA VIÁRIA

O projeto de sinalização e segurança viária foi concebido de acordo com o que preceituam as normas do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), em seus volumes:

- Volume I – Sinalização vertical de regulamentação
- Volume II – Sinalização vertical de advertência
- Volume III – Sinalização vertical de indicação
- Volume IV – Sinalização horizontal
- Volume VII – Sinalização temporária.

Este projeto apresenta o detalhamento dos dispositivos, principais ou auxiliares, a serem adotados no trecho, seja no que diz respeito à sinalização vertical, seja quanto ao programa de segurança de tráfego ao longo da via por meio de defensas metálicas.

10.1. VELOCIDADES MÁXIMAS CONSIDERADAS

O trecho de acesso pavimentando possui classe funcional de via local, com baixo fluxo de tráfego e o entorno predominantemente rural. No projeto geométrico ficou definido a velocidade diretriz de 30Km/h com trechos de 20km/h devido à acentuada inclinação, e à qual será utilizada para a sinalização.

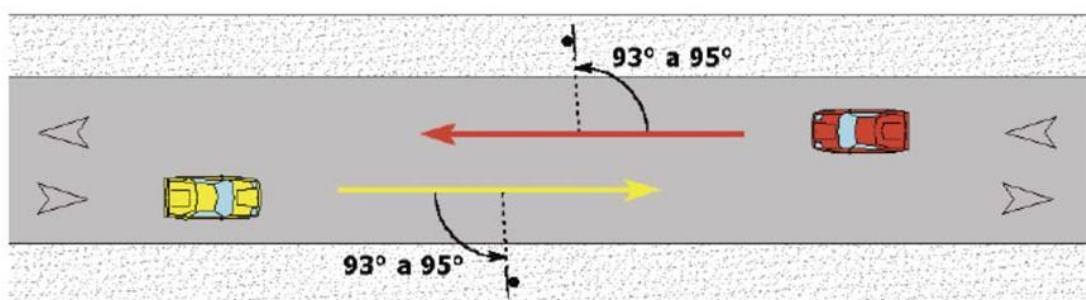
10.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL

É a sinalização viária composta por placas, painéis e dispositivos auxiliares, situados na posição vertical e localizados à margem da via ou suspensos sobre ela, com as seguintes características:

- Posicionamento dentro do campo visual do usuário;
- Legibilidade das mensagens e símbolos;
- Mensagens simples e claras
- Padronização.

As placas de sinalização de indicação devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via (Figura 14.2). Esta inclinação tem por objetivo assegurar boa visibilidade e legibilidade das mensagens, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de luz dos faróis ou de raios solares sobre a placa.

Figura 24 - Angulação das placas de trânsito. Fonte: Sinalização de advertência (CONTRAN, 2007)



10.3. MATERIAIS DAS PLACAS

As placas de sinalização vertical de regulamentação, advertência e indicativa, deverão ser confeccionadas em chapas de aço galvanizado, laminado à frio, de alta resistência mecânica à corrosão atmosférica. Deverão ser implantadas utilizando suportes metálicos também em aço galvanizado.

Serão utilizadas Placas de Sinalização Totalmente Refletivas com película do tipo Grau Alta Intensidade para fundo, símbolos, orlas, letras, números, setas e pictogramas (I e SI, e também I + III).

10.4. DEFENSAS

Defensas são dispositivos colocados ao longo da via objetivando fornecer proteção aos ocupantes dos veículos em função das características de risco das margens da estrada pela contenção dos veículos que perdem a trajetória e que criam possibilidades de risco de acidentes, seja por choque com veículos que trafegam em sentidos contrário ou pela queda nos taludes dos acostamentos e colisões com obstáculos permanentes.

O desempenho de uma defesa deve ter como objetivo:

- a. Evitar danos a pessoas dentro e fora do veículo;
- b. Impedir que os veículos deixem o leito da via,
- c. Fazer com que os esforços, a que sejam submetidos os ocupantes do veículo, se mantenham dentro de limites suportáveis e,
- d. Minimizar o custo dos danos.

A implantação de barreira ou defesa metálica deve atender aos aspectos de segurança, custo e estética. Neste projeto estão foram previstas defensas do tipo semi-maleável: modelo de defesa metálica, simples ou dupla, composto por lâminas, postes semi-maleáveis, espaçadores simples, calços, plaquetas, parafusos, porcas e arruelas. Esse modelo tem o poste mais rígido que o da maleável, ficando a maior tendência de deformação nas lâminas e nos espaçadores simples. Neste dispositivo o espaçamento entre postes é de 4 m.

11. PROJETO DE INTERFERÊNCIAS

Em relação ao projeto de interferências, foram contabilizados no projeto a necessidade de relocação de 03 postes, localizadas nas seguintes estacas:

Tabela 15 - Localização dos postes a relocar.

Estaca	Lado	Distância do eixo
51+13,09	Direito	1,07
53+2,84	Direito	1,35
55+13,82	Esquerdo	1,58

12. ORÇAMENTO E CRONOGRAMA FÍSICO E FINANCEIRO

O orçamento foi elaborado tendo como Data Base Dezembro de 2023.

Foram considerados os seguintes referenciais de preço:

- Tabela do Sistema de Custos Rodoviários SICRO - DNIT (Data base de Outubro de 2023; e
- Tabela do Sistema Nacional de Pesquisas e Custos e Índices na Construção Civil 1 – SINAPI (Data base de Dezembro de 2023).

Os salários foram baseados nas regulamentações de cada profissão e em dados de mercado. A composição do percentual relativo a leis sociais sobre a mão de obra é apresentada a seguir.

Tabela 16: Detalhamento da taxa de leis sociais.

DETALHAMENTO DA TAXA DE LEIS SOCIAIS		
ENCARGOS SOBRE A MÃO DE OBRA		
Grupo A - Encargos sociais básicos	%ITEM	FUNDAMENTO LEGAL
A01-Previdencia social	20%	Art. 22, inciso I da Lei nº 8212, de 24/07/91
A02-FGTS	8%	Art. 15 da Lei nº 8036 de 11/05/90 e Art. 7º, inciso III da Constituição Federal de 1988.
A03-Salário educação	2,50%	Art. 3º, inciso I do Decreto nº 87043/82
A04 - SEGURO CONTRA ACIDENTES DE TRABALHO	3%	Art. 22, inciso II, alínea "c", da Lei nº 8212 de 24/07/91
A05 - SESI/SEBRAE	1,80%	Decreto-Lei nº 2318 de 30/12//86 e art. 8º da Lei nº 8029 de 12/04/90, alterado pela Lei nº 8154 de 28/12/90.

A06-IN CRA	0,20%	Art. 1º, inciso I, do Decreto-Lei nº 1146 de 31/12/70
A07-SENAI/SESC	1,30%	% Decreto-Lei nº 2318 de 30/12//86 e art. 8º da Lei nº 8029 de 12/04/90, alterado pela Lei nº 8154 de 28/12/90.
TOTAL GRUPO A	36,80%	
Grupo B - Encargos sociais que recebem a indidência de A	%ITEM	
B01-REPOUSO SEMANAL E FERIADOS	21,37%	Art. 142 do Decreto-Lei nº 5452/43 (CLT) , que aprova a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e Inciso XVII do Art. 7º da Constituição Federal de 1988
B02-FÉRIAS	14,79%	Art. 18 da Lei 8212, de 24/07/91 e Art. 476 da CLT
B03-13º SALÁRIO	11,09%	Lei nº 4090/62, Lei nº 7787/89 e Inciso VIII do Art. 7º da CF/88 e complementares
B04 - LICENÇA PATERNIDADE	0,05%	Art. 7º, inciso XIX da Constituição Federal de 1988.
B05 - ACIDENTE DE TRABALHO	0,83%	Lei 6367/76 e Art. 473 da CLT
B06 - FALTAS LEGAIS	0,74%	Arts. 473 e 822 da CLT
B07-AUXÍLIO ENFERMIDADE	1,11%	Art. 18 da Lei 8212, de 24/07/91 e Art. 476 da CLT
TOTAL GRUPO B	49,98%	
Grupo C - Encargos sociais que não recebem a indidência de A	%ITEM	
C01 - REINCIDÊNCIA DO GRUPO A SOBRE GRUPO B	18,39%	
Grupo D -Taxas de reincidências	%ITEM	
D01 - ADICIONAL DE 40% NA DEMISSÃO SEM JUSTA CAUSA	4,56%	Art 48 da CLT
D02 - INDENIZAÇÃO ADICIONAL	0,38%	Art 18, parágrafo 1o da Lei 8036/90
D03 - AVISO PRÉVIO INDENIZADO	7,54%	Art 487 da CLT e inciso XXI do art 7o da Constituição Federal de 1988

TOTAL GRUPO D	12,48%	
TAXA TOTAL (A+B+C+D)	117,65%	

No orçamento foram levados para a data base os valores da tabela de preço do SICRO de Outubro de 2023. Destacam-se os índices de reajuste apresentados a seguir, calculados pelo do IGP-M da Fundação Getúlio Vargas:

- SICRO: de Outubro de 2023 a Dezembro de 2023: 1,33%

Figura 25 - • Índice geral de Preços de Mercado (IGP-M). FGV, 2023 disponível em: <https://portal-da-inflacao-ibre.fgv.br/#!/igp>.



Para Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) foram consideradas as orientações do Acórdão TCU2622/2013, sendo o BDI considerado de 24,23%.

O orçamento para a pavimentação do Trecho 01 é apresentado na Tabela 17 onde são apresentados os valores por item. O cronograma físico e financeiro é apresentado a seguir.

Tabela 17 - Orçamento resumido para a pavimentação da Estrada Municipal, trecho: Estrada Geral Cova da Onça, estaca 40 a 76+2,70=PF.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PARCIAL R\$
1	SERVIÇOS INICIAIS	R\$ 16.229,33
2	REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS	R\$9.075,24
3	TERRAPLANAGEM	R\$ 14.711,33
4	DRENAGEM	R\$ 27.111,48
5	PAVIMENTAÇÃO E ACESSIBILIDADE	R\$453.782,44
6	SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA	R\$28.621,56
	TOTAL GERAL	R\$549.531,39

No orçamento do trecho 1 (estaca 40 a 76+2,70=PF) está previsto a execução da totalidade dos serviços iniciais, remanejamento de interferências, terraplanagem, drenagem, pavimentação, sinalização e segurança.

Visando a melhor preservação dos serviços de pavimentação, recomenda-se a execução dos serviços de pavimentação em trechos (panos) de 20 metros, sempre contidos a montante e a jusante por confinamentos ortogonais ao eixo. Esse confinamento será feito, também, com meio-fio, conforme projeto.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONTRAN. Manual de Sinalização Vertical de Advertência/Regulamentação.

DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA – DEINFRA. Instrução de Serviço IS-06. Estudo Hidrológico. 1998.

DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA – DEINFRA. Instrução de Serviço IS-11. Projeto de Drenagem. 1998.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Instrução de Projeto - IP 02/2004 – Classificação das Vias.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Instrução de Projeto - IP-06/2004 – Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto.

