

**ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ**

**ESTUDOS E PROJETOS PARA
ESTABILIZAÇÃO DE TALUDE NA RUA
MÉXICO – BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC**

VOLUME 1 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

PROJETO EXECUTIVO

**ESTADO DE SANTA CATARINA
MUNICÍPIO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ**

ESTUDOS E PROJETOS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDE NA RUA MÉXICO – BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC

Elaboração: Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S

Contrato: CT-103-2024

VOLUME 1 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

JUNHO/2024

SUMÁRIO

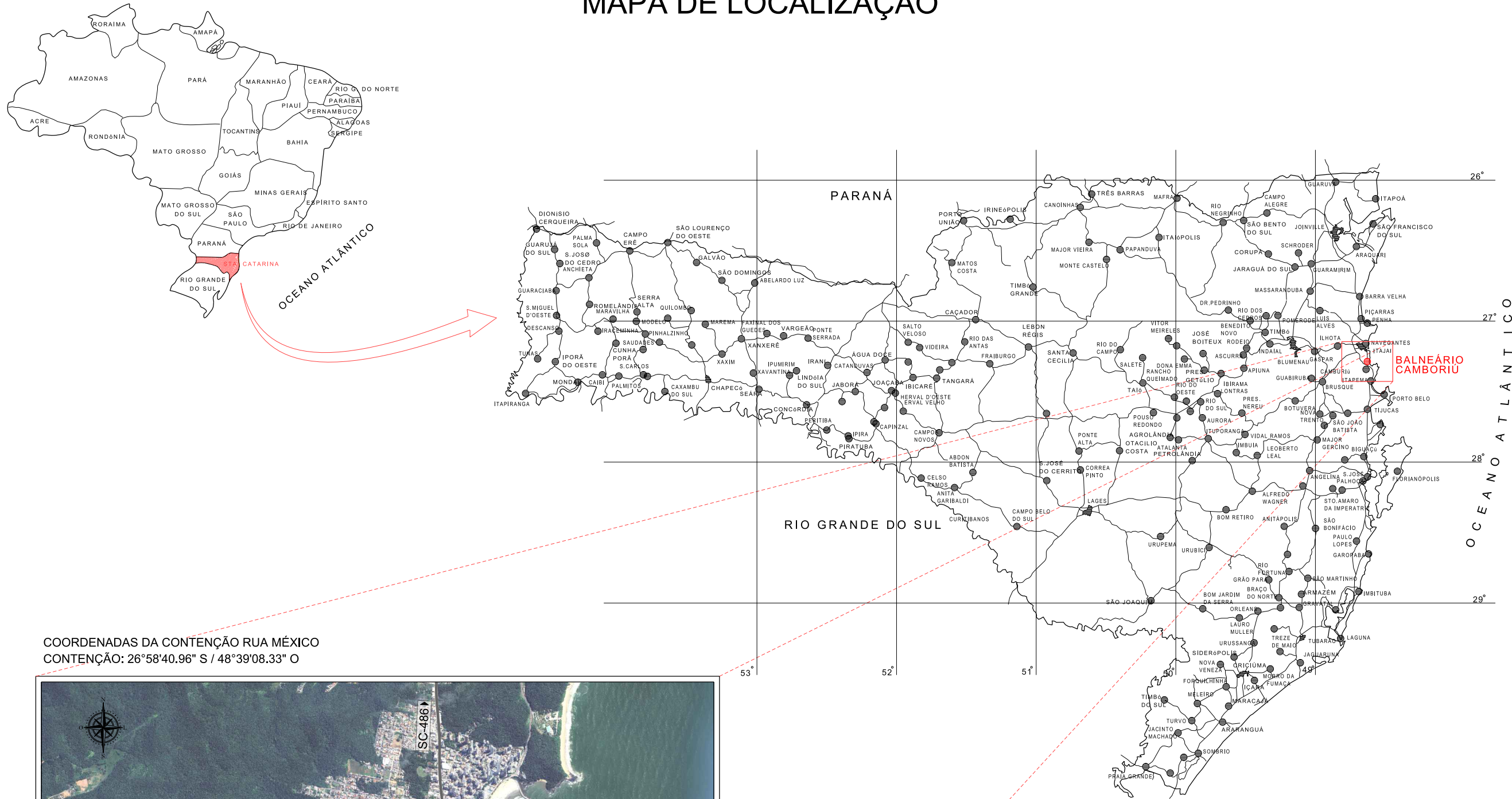
1 APRESENTAÇÃO	4
2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	6
3 ESTUDO TOPOGRÁFICO	8
4 ESTUDO HIDROLÓGICO	12
5 ESTUDO GEOTÉCNICO	32
6 PROJETO DE CONTENÇÃO	78
6.1 Introdução	79
6.2 Retroanálise da Seção de Ruptura	79
6.3 Solução Projetada: Muro Gabião e Retaludamento.....	85
7 PROJETO DE TERRAPLENAGEM	95
7.1 Introdução	96
7.2 Serviços Preliminares	96
7.3 Escavação (Corte) para Retaludamento e Execução do Muro de CONTENÇÃO.....	96
7.4 Reaterro e Compactação	96
7.5 Bota-Fora	97
8 PROJETO DE DRENAGEM	98
8.1 Introdução	99
8.2 Sarjeta de Corte	99
8.3 Meio-fio Conjugado com Sarjeta.....	103
8.4 Descida d'Água.....	106
8.5 Valeta de Condução.....	106
9 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	110
9.1 Introdução	111
9.2 Implantação de Calçada.....	111
10 PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS.....	112
10.1 Introdução	113
10.2 Diretrizes da Sinalização de Obras	113
10.3 Implantação da Sinalização de Obras	114
10.4 Manutenção da Sinalização de Obras.....	114
10.5 Desativação da Sinalização de Obras.....	114
11 QUADRO DE QUANTIDADES	115
12 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART).....	117
13 TERMO DE ENCERRAMENTO.....	119

1 APRESENTAÇÃO

A **Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S** apresenta para a Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú o **Volume 1- Memória Justificativa**, referente a elaboração de **Estudos e Projetos para Estabilização de Talude na Rua México – Balneário Camboriú/SC**.

2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



COORDENADAS DA CONTENÇÃO RUA MÉXICO
CONTENÇÃO: 26°58'40.96" S / 48°39'08.33" O



 PROJETO 	PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ	
	Projeto de Estabilização de Talude	
	Localização: Rua México Município: Balneário Camboriú/SC	
MAPA DE LOCALIZAÇÃO		Escala SEM ESCALA

3 ESTUDO TOPOGRÁFICO

3.1 Introdução

O estudo topográfico foi desenvolvido de acordo com o que preceituam os seguintes documentos:

- Instrução de Serviço – IS – 03/98: Estudo Topográfico. DER/SC, atual Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (SIE/SC); e
- ABNT – NBR 13.133/1994 – Execução de Levantamento Topográfico. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

3.2 Diretrizes para o Estudo Topográfico

O levantamento topográfico e cadastral foi realizado em área condizente para o conhecimento real do problema, com equipamento Estação Total, no qual foram executados os seguintes serviços:

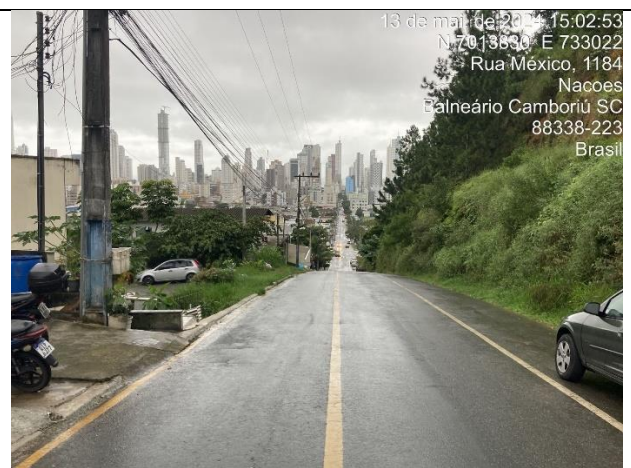
- Cadastros dos bordos e eixo da pista existente;
- Levantamento de seções transversais e pontos notáveis do terreno;
- Cadastro de cursos d'água e valas;
- Cadastros de cercas, muros, postes e/ou demais limites;
- Cadastro de edificações;
- Cadastro de OAC's;
- Cadastro de trincas, rejeitos e superfícies de rupturas; e
- Cadastro de demais elementos notáveis presentes na área de interesse.

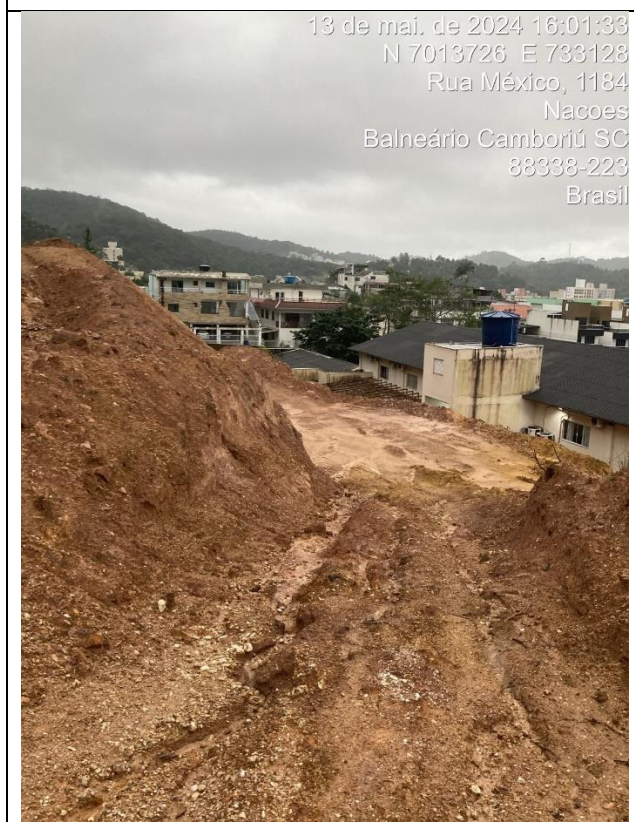
Os serviços que compreenderam o levantamento planialtimétrico e cadastral foram realizados tomando como referencial marcos de amarração, seguindo o sistema de projeção UTM, Sirgas 2000 (Sistema Universal Transverso de Mercator).

Após levantamento realizado em campo, é confeccionado o croqui referente ao levantamento, que serve de orientação no escritório para a interpretação dos pontos levantados no momento do lançamento destes.

Os dados coletados em campo são processados no escritório com o auxílio do *software* Power Civil, obtendo assim o produto final do levantamento topográfico, sendo este a planta restituída planialtimétrica e cadastral, servindo de base para o desenvolvimento do projeto.

O levantamento topográfico e cadastral de campo foi realizado, os dados coletados em campo foram processados em escritório e foi confeccionada a planta topográfica. A seguir estão sendo apresentadas fotos do levantamento de campo. A planta topográfica cadastral do levantamento realizado está sendo apresentada no Volume 2: Projeto de Execução.





4 ESTUDO HIDROLÓGICO

4.1 Introdução

O Estudo Hidrológico tem por finalidade a determinação do regime pluviométrico de uma dada região. A partir disso, diversas informações de regimento pluviométrico podem ser adquiridas com o intuito de caracterizar, de maneira integral, os acontecimentos de ordem pluvio e fluviométrica que interferem significativamente na dinâmica social desta região e são refletidos por erosões, alagamentos, entre outros acontecimentos.

A análise dos parâmetros hidrológicos (a partir de séries históricas, dados primários), possibilita a identificação, por meio de análises probabilísticas, de regimes pluviométricos, prevendo-se, com base nesses dados, quais as máximas precipitações que podem vir a ocorrer em uma certa localidade, com determinada frequência e que interferem no município.

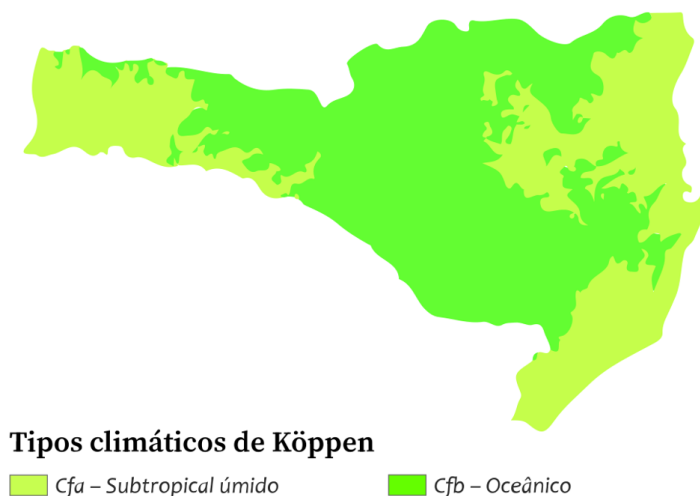
O estudo fluviométrico transformará as informações primárias de coleta de vazão e cota num dado relevante ao dimensionamento, apresentando a máxima cheia real registrada. A partir da determinação dessa cota é possível prever o tempo de recorrência mínimo que a intervenção de drenagem deve prever e dimensionar a ordem de grandeza dessa intervenção.

A área de abrangência do Estudo Hidrológico está localizada no município de Balneário Camboriú / SC.

4.2 Tipo Climático

O clima catarinense é considerado como subtropical mesotérmico, da classificação climática de Köppen, visto que temperaturas médias do mês mais frio estão abaixo de 18°C e acima de 3°C. Por outro lado, observa-se que nas estações localizadas no litoral, nas microrregiões Colonial de Blumenau, Carbonífera e partes baixas da microrregião Colonial do Oeste Catarinense, a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C, enquanto no Planalto de Canoinhas, em Campos de Lages e Campos de Curitibanos, na microrregião Colonial do Rio do Peixe e partes altas da microrregião Colonial do Oeste Catarinense a temperatura média do mês mais quente é, em geral, inferior a 22°C, caracterizando no primeiro caso o clima Cfa, com verões quentes, e no segundo o Cfb, com verões frescos, ambos sem estação seca definida.

Figura 1 – Mapa de Classificação Climática de Köppen de Santa Catarina



Parâmetro	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura Média (°C)	24,5	23,5	23,5	21,5	18,5	17	16	17	18	19,5	21,5	23,5
Temperatura Máxima (°C)	27	26	26	24	21	20	19	20	21	22	24	26
Temperatura Mínima (°C)	22	21	21	19	16	14	13	14	15	17	19	21

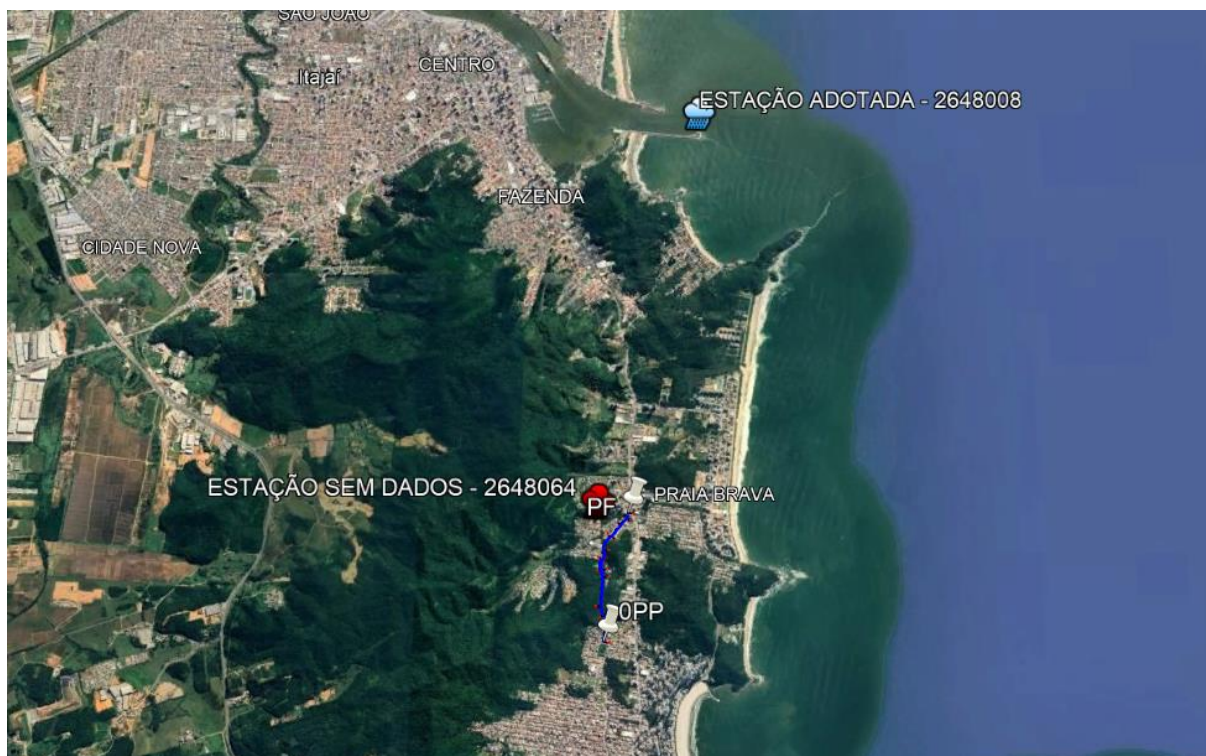
4.3 Pluviometria

O clima catarinense é considerado como subtropical mesotérmico, da classificação climática de Köppen, visto que temperaturas médias do mês mais frio estão abaixo de 18°C e acima de 3°C. Por outro lado, observa-se que nas estações localizadas no litoral, nas microrregiões Colonial de Blumenau, Carbonífera e partes baixas da microrregião Colonial do Oeste Catarinense, a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C, enquanto no Planalto de Canoinhas, em Campos de Lages e Campos de Curitibanos, na microrregião Colonial do Rio do Peixe e partes altas da microrregião Colonial do Oeste Catarinense a temperatura média do mês mais quente é, em geral, inferior a 22°C, caracterizando no primeiro caso o clima Cfa, com verões quentes, e no segundo o Cfb, com verões frescos, ambos sem estação seca definida.

Escolha da Estação Pluviométrica

Com a finalidade de caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência sobre a área em estudo, foram pesquisadas estações pluviométricas localizadas na região da ponte a ser projetada. Foram identificadas 2 estações pluviométricas mais próximas ao trecho, apresentadas na figura a seguir.

Figura 2 – Mapa de Localização da Estação pluviométrica adotada



As estações pluviométricas mais próximas ao local são as estações n. 2648064 e a estação 2648008. A estação pluviométrica n. 2648008 apresenta dados históricos de 1969 até 1988, totalizando 20 anos de observação. A estação pluviométrica n. 2648064 não possui dados.

A estação pluviométrica selecionada foi a denominada Itajaí, que possui código de cadastro nº 2648008 na plataforma HidroWeb da Agência Nacional das Águas – ANA. A referida estação foi adotada por apresentar uma série histórica significativa e por estar localizada mais próxima do trecho.

Caracterização Geomorfológica da Região

Do ponto de vista geomorfológico, o local estudado está situado no Sistema de Dissecção que compreende todas as áreas onde as formas de relevo são predominantemente modeladas pelo entalhe fluvial e pluvial.

Em termos pedológicos o tipo de solo que estão expostos ao longo e no entorno da área objeto do estudo, se resume à manifestação de solo do tipo Cambisol háplico.

Estação Pluviométrica adotada

A estação pluviométrica Itajaí está localizada no município de Itajaí na latitude -26,9147, longitude -48,6333 e altitude 2 metros. A empresa DNOS é responsável pela sua operação e a Agência Nacional de Águas - ANA pelo fornecimento dos dados.

Na Tabela a seguir é apresentada a série histórica dos valores máximos diários anuais.

Tabela 1 – Série histórica dos valores máximos diários anuais

Ano	Mês	Precipitação máxima em 24 horas (mm)
1969	Dez	99,6
1970	Fev	86,2
1971	Jan	103,4
1972	Dez	149,4
1973	Jul	129,1
1974	Jan	125,4
1975	Out	116,4
1976	Mai	91,0
1977	Mar	72,4
1978	Dez	80,0
1979	Fev	188,1
1980	Fev	83,6
1981	Mar	89,0
1982	Mar	98,0
1983	Jan	134,8
1984	Jan	154,6
1985	Jan	73,0
1986	Fev	112,0
1987	Fev	97,0
1988	Mar	79,0

Fonte: ANA, 2023

A Tabela a seguir apresenta as alturas pluviométricas mensais da série histórica, bem como o número de dias chuvosos anuais (NDCA).

Tabela 2 – Precipitação mensal

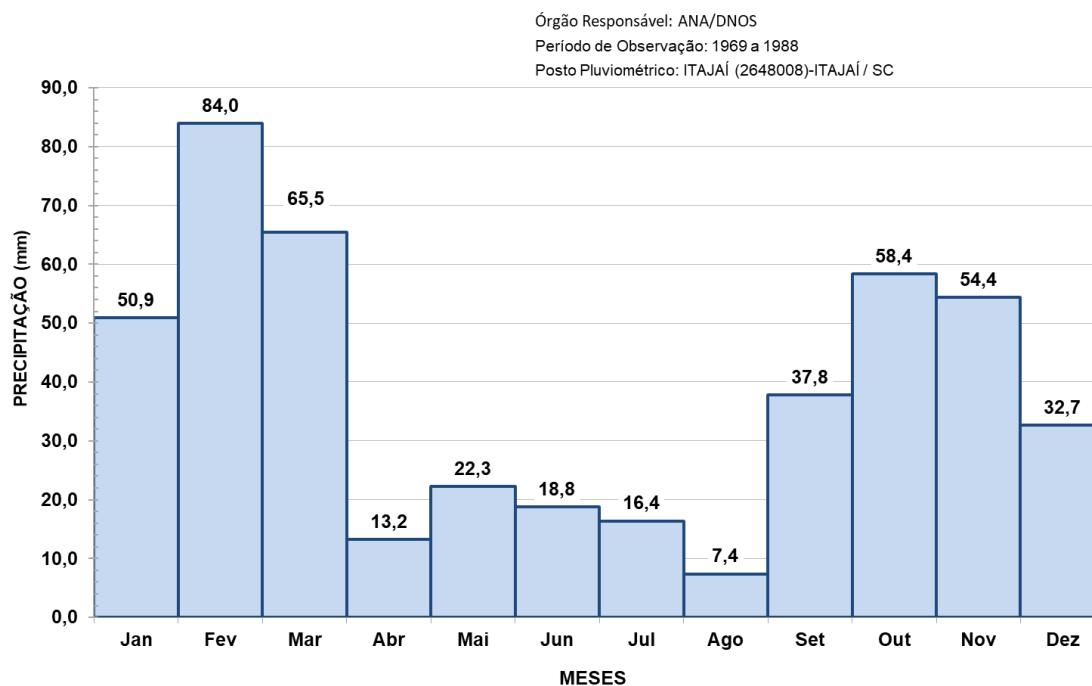
Ano	Precipitação mensal (mm)													P anual (mm)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	NDCA	
1969	119,4	122,7	164,9	203,4	125,2	203,4	124,1	114,6	59,5	77,5	214,1	169,3	167,0	1698,1
1970	158,2	249,1	179,3	120,8	67,2	251,3	78,8	111,2	66,1	84,4	74,4	217,7	191,0	1658,5
1971	212,7	216,0	272,4	115,8	110,0	113,3	96,8	72,7	148,2	141,2	65,3	32,7	148,0	1597,1
1972	151,4	210,9	134,1	69,4	63,1	76,6	103,7	255,9	171,3	122,2	103,7	274,6	157,0	1736,9
1973	228,0	128,2	154,1	138,4	73,0	135,3	167,5	251,8	174,6	124,4	75,2	260,5	145,0	1911,0
1974	183,1	147,6	394,7	67,8	29,5	106,4	177,0	26,2	90,7	92,5	86,0	64,1	92,0	1465,6
1975	122,8	169,5	133,3	97,0	118,4	119,5	68,0	147,8	235,1	234,9	157,0	140,3	112,0	1743,6
1976	246,4	203,2	65,5	13,2	335,0	159,1	145,4	51,6	54,3	102,8	148,9	95,7	109,0	1621,1
1977	214,3	96,8	309,1	114,5	22,3	31,6	53,8	206,0	116,3	220,2	186,1	152,7	135,0	1723,7
1978	121,4	170,1	141,6	15,0	56,1	92,2	65,4	96,5	130,0	129,4	170,5	231,5	93,0	1419,7
1979	50,9	289,1	114,1	193,5	181,2	51,0	53,6	68,0	116,2	201,6	150,9	121,3	140,0	1591,4
1980	184,0	218,3	157,2	48,8	49,4	65,0	184,4	146,4	160,6	153,7	120,5	274,8	146,0	1763,1
1981	171,2	225,7	258,8	88,9	45,2	35,8	100,2	37,6	62,4	258,5	140,5	164,1	150,0	1588,9
1982	70,8	214,4	396,6	126,3	121,6	112,5	61,4	84,6	37,8	170,3	212,1	86,5	152,0	1694,9
1983	273,1	258,3	244,5	187,0	301,1	179,3	460,9	53,1	208,4	58,4	223,8	276,1	150,0	2724,0
1984	302,4	140,2	312,6	158,8	83,8	147,0	101,2	344,0	121,6	104,5	204,8	111,5	168,0	2132,4
1985	117,1	209,3	204,2	146,6	37,2	39,5	44,2	24,9	120,8	160,9	194,0	61,8	123,0	1360,5
1986	187,6	302,5	105,9	171,9	68,6	18,8	72,7	68,8	185,2	131,8	99,6	142,8	124,0	1556,2
1987	156,0	371,1	101,1	182,4	160,8	119,0	94,8	125,4	82,2	181,7	72,6	82,8	153,0	1729,9
1988	208,4	84,0	149,2	77,6	204,2	73,1	16,4	7,4	137,2		54,4	102,9	118,0	1114,8
Média	174,0	201,4	199,7	116,9	112,6	106,5	113,5	114,7	123,9	144,8	137,7	153,2	138,7	1691,6
Mínimo	50,9	84,0	65,5	13,2	22,3	18,8	16,4	7,4	37,8	58,4	54,4	32,7	92,0	1114,8
Máximo	302,4	371,1	396,6	203,4	335,0	251,3	460,9	344,0	235,1	258,5	223,8	276,1	191,0	2724,0

Fonte: ANA, 2023

4.4 Processamento dos dados Pluviométricos

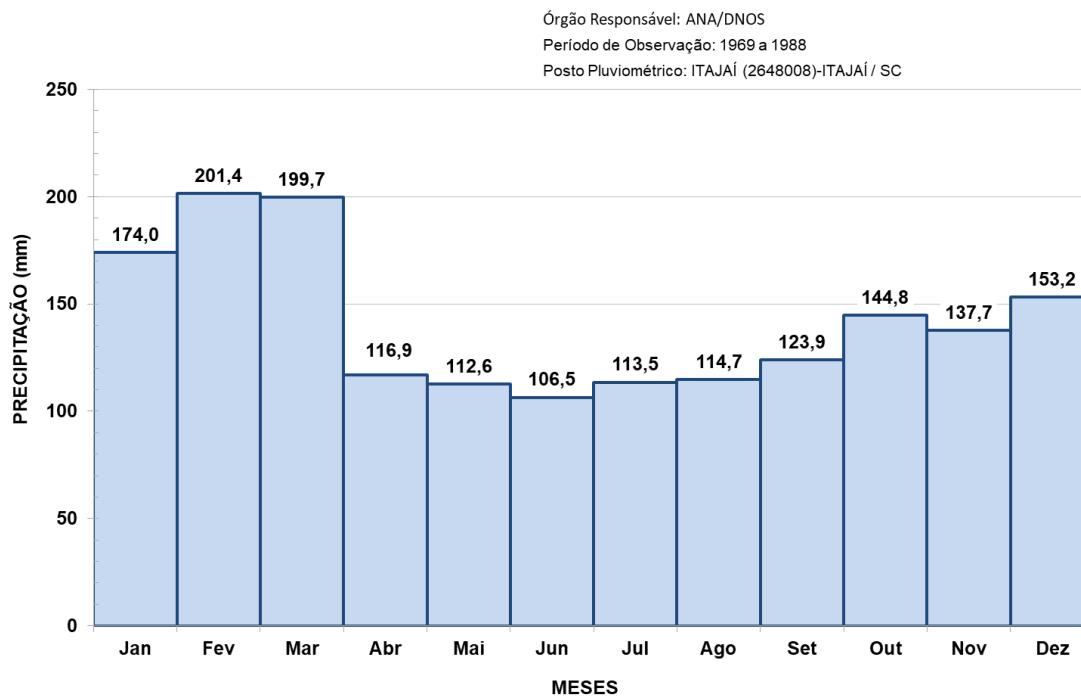
A partir dos dados coletados da estação pluviométrica na área de estudo, foram elaborados os gráficos do regime pluviométrico, nos quais constam os histogramas das precipitações mínimas, médias e máximas mensais e o número de dias chuvosos anuais e mensais para o período de observação. As Figuras a seguir apresentam esses dados.

Figura 3 – Histograma das mínimas mensais registradas



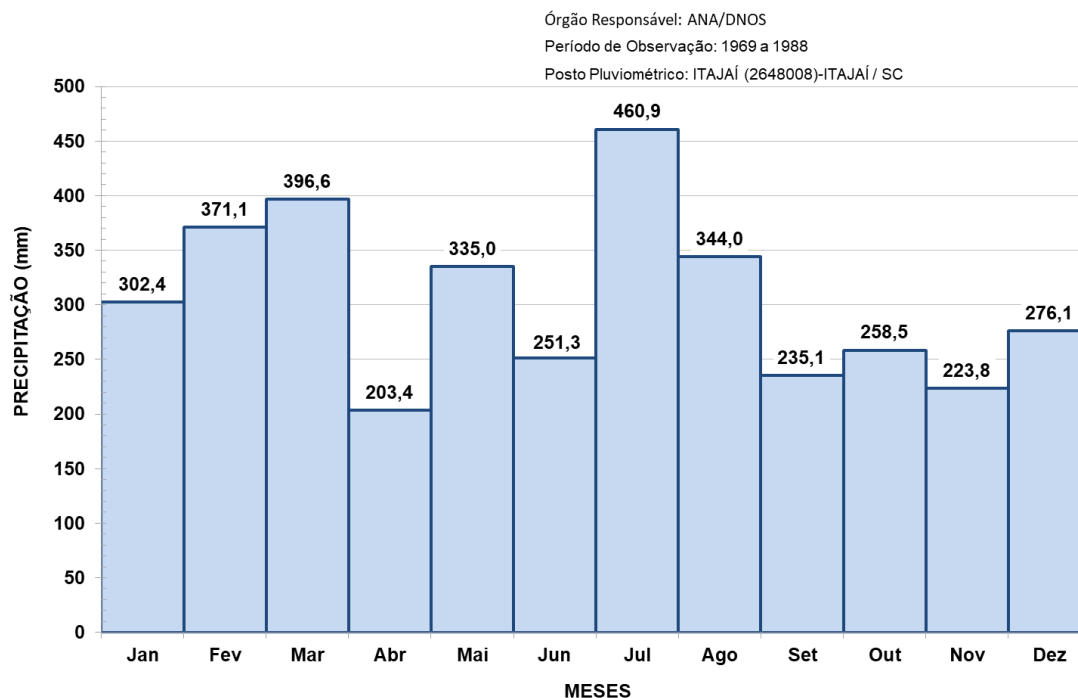
Fonte: AUTOBAHN, 2023

Figura 4 – Histograma das médias mensais registradas



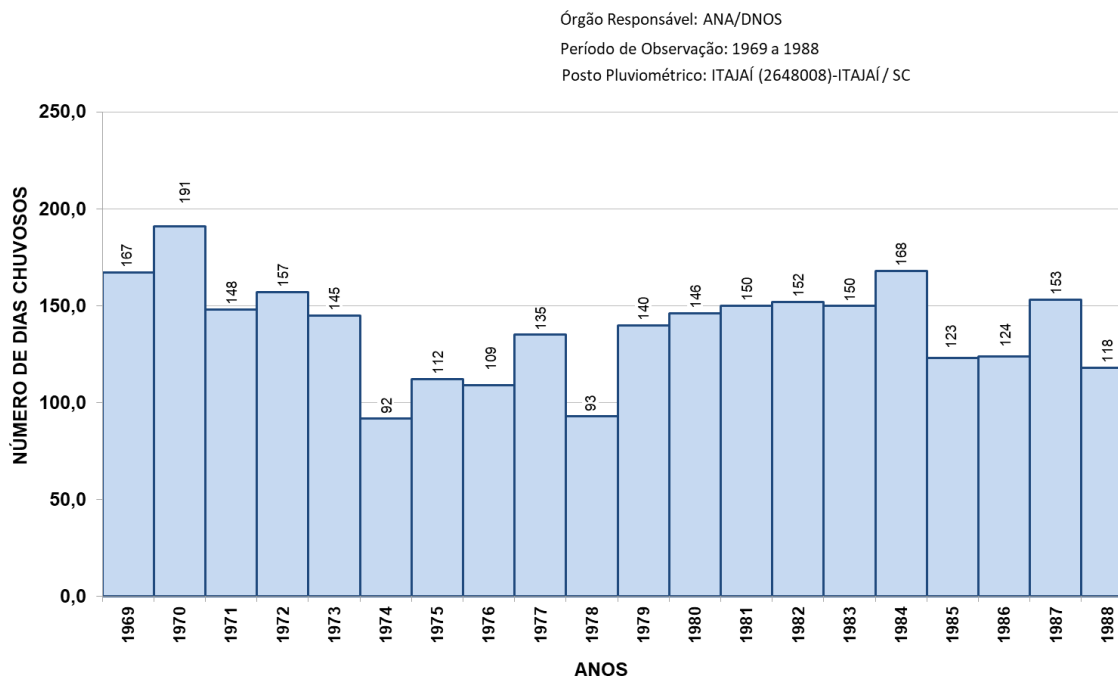
Fonte: AUTOBAHN, 2023

Figura 5 – Histograma das máximas mensais registradas



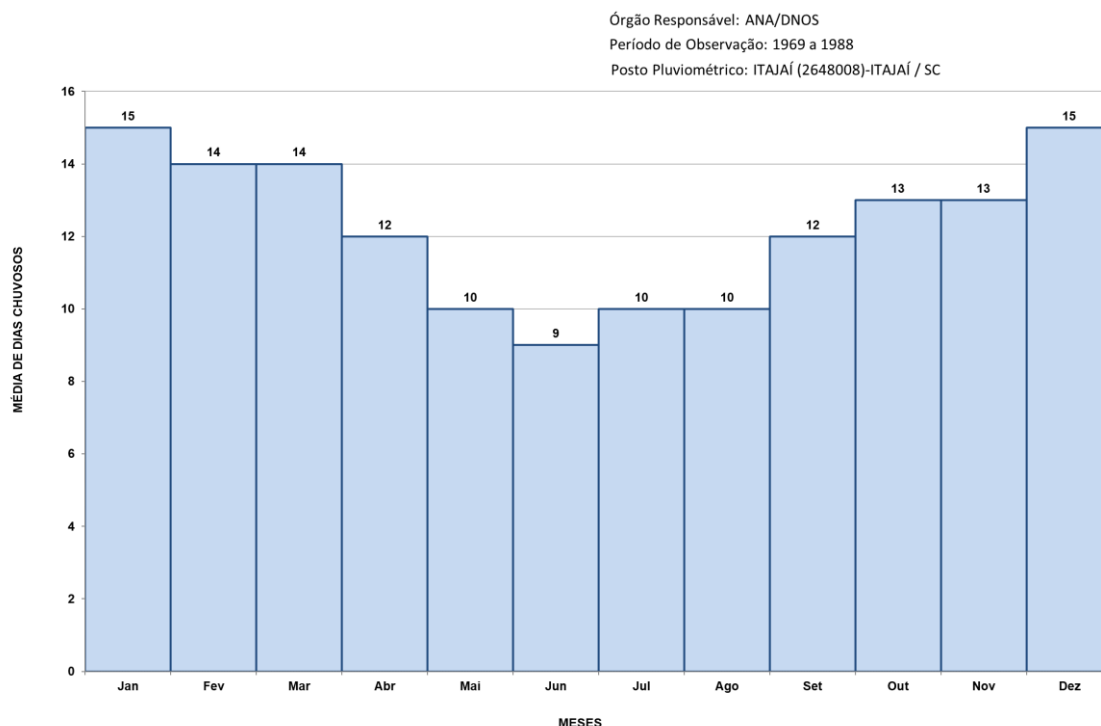
Fonte: AUTOBAHN, 2023

Figura 6 – Histograma do número de dias chuvosos anuais



Fonte: AUTOBAHN, 2023

Figura 71 – Histograma do número de dias chuvosos mensais

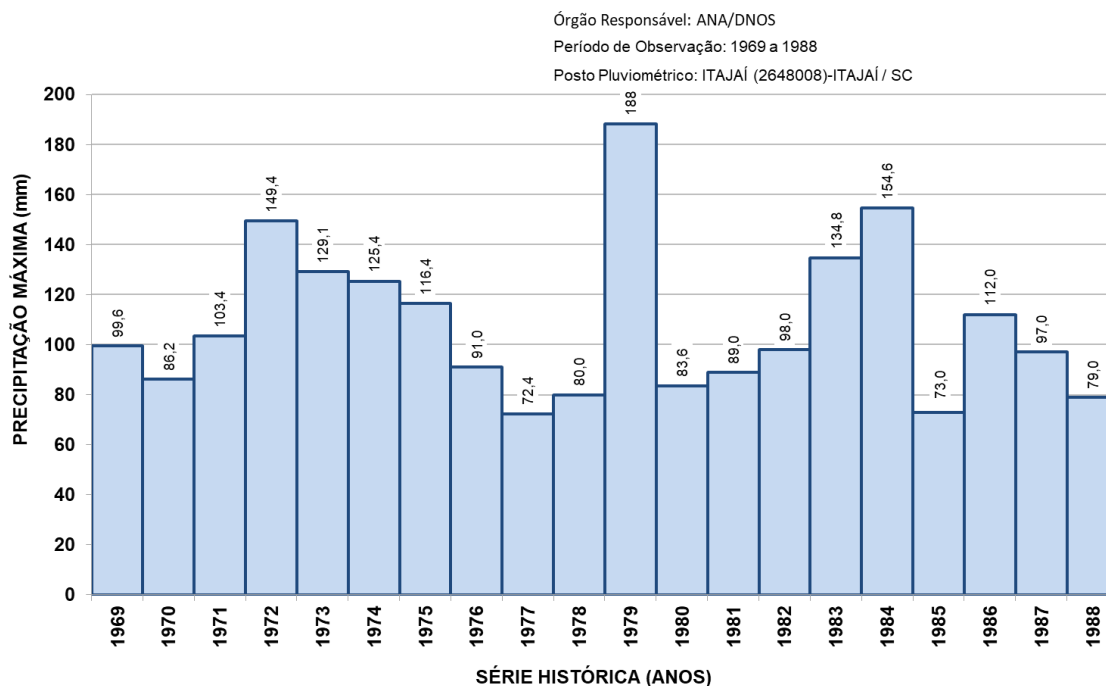


Fonte: AUTOBAHN, 2023

Curva de Intensidade – Duração - Frequência

Com base na série histórica de dados pluviométricos, foram determinadas as máximas intensidades pluviométricas em 24 horas de precipitação e, por meios estatísticos, ajustou-se a curva representativa das precipitações máximas, utilizando o método dos mínimos quadrados e de “Gumbel”. Na Figura 82 seguir é apresentada a distribuição das máximas precipitações anuais, em 24 horas.

Figura 82 – Máximas precipitações anuais em 24 horas



Fonte: AUTOBAHN, 2023

A relação obtida por “Gumbel” supõe que existem infinitos elementos. No cálculo, levou-se em consideração o número real de anos de observações utilizando-se a Equação 1, proposta por Ven Te Chow:

$$H = X + K.S \quad (1)$$

Onde:

H = altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;

X = altura pluviométrica média;

S = desvio padrão da série anual; e

K = fator de frequência que depende do número de amostras e do período de recorrência.

Tabela 3 – Valores de “K” segundo a Lei de Gumbel

Nº de Eventos	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS							Nº de Eventos	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100		5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323	36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238	37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,476	4,166	38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105	39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052	40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005	41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959	42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921	43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888	44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526
19	0,926	1,636	2,032	2,317	2,533	3,199	3,860	45	0,828	1,478	1,824	2,104	2,303	2,913	3,519
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836	46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,908	3,513
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810	47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,294	2,903	3,507
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787	48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,290	2,898	3,501
23	0,899	1,595	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766	49	0,821	1,469	1,830	2,090	2,287	2,894	3,496
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747	50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729	51	0,818	1,464	1,924	2,083	2,280	2,885	3,486
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711	52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696	53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681	54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,270	2,873	3,471
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667	55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
30	0,866	1,541	1,912	2,188	2,393	3,026	3,653	56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641	57	0,810	1,451	1,809	2,066	2,261	2,862	3,458
32	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629	58	0,809	1,449	1,806	2,064	2,258	2,858	3,454
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,966	3,618	59	0,808	1,448	1,804	2,061	2,256	2,855	3,450
34	0,855	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608	60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,977	3,598								

Para a estação pluviométrica adotada tem-se:

$$X = 108,1mm;$$

$$S = 30,78mm;$$

$$n \text{ (número de observações)} = 55.$$

$$H = 108,1 + 30,78 \times K$$

Da tabela 3, para $n = 55$ e os diversos tempos de recorrência, obtêm-se valores de K para aplicação na Equação 1. Os resultados são apresentados na tabela a seguir.

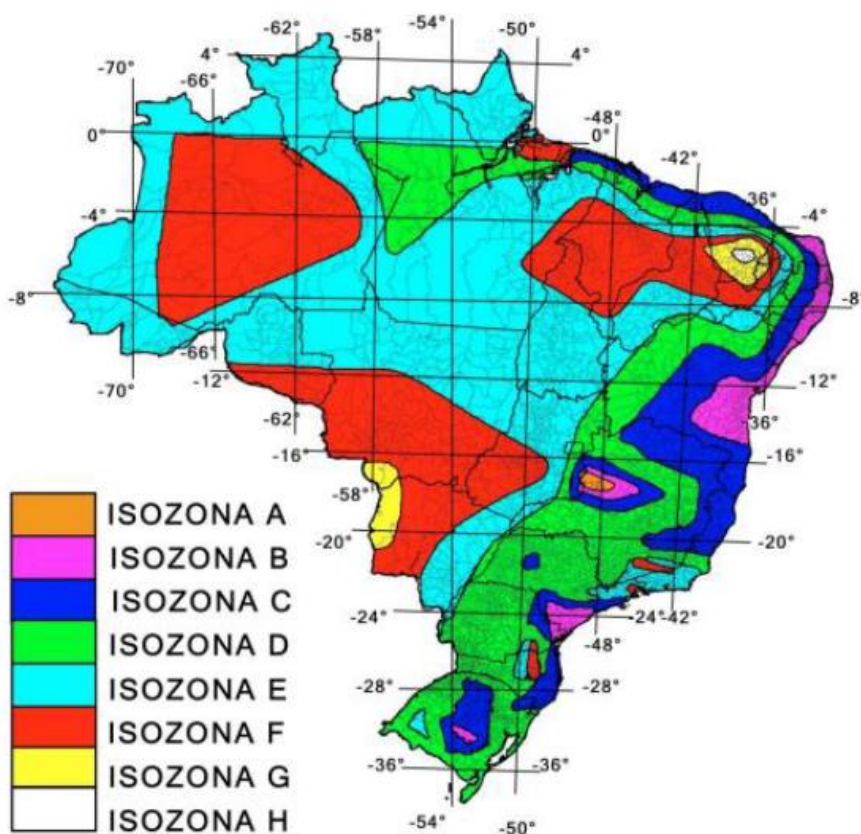
Tabela 4 – Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado

TR	K	H (mm)
5	0,919	136,39
10	1,625	158,12
15	2,018	170,22
25	2,517	185,58
50	3,179	205,96
100	3,836	226,19

Fonte: AUTOBAHN, 2023

Os valores calculados na Tabela 4 correspondem às “precipitações máximas de 1 dia”. Segundo Taborga, as alturas pluviométricas de 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária, e, para as alturas de 1 hora e 0,1 hora, pode-se identificar as isozonas de características iguais definidas por Taborga (Figura e Figura 103).

Figura 9 – Mapa de Isozonas proposta por Taborga Torrico



Fonte: adaptado de TORRICO,1974

Figura 103 – Relação entre as precipitações de 24h e as de 1h e 6 min

Relação:		1h/24h										6min/24h	
Tr		5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5 ~ 50	100
ISOZONAS	A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
	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	48,6	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Fonte: TORRICO, 1974

A estação pluviométrica adotada situa-se na Isozona C, conforme pode-se constatar na Figura . Os fatores de conversão utilizados, de acordo com método proposto por Taborga, são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 5 – Fatores de Conversão para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h

Isozona C	1 dia / 24 h.	1 h. / 24 h. (%)	0,1 h. / 24 h. (%)
TR=5	1,095	40,1	9,8
TR=10	1,095	39,7	9,8
TR=15	1,095	39,5	9,8
TR=25	1,095	39,2	9,8
TR=50	1,095	38,8	9,8
TR=100	1,095	38,4	8,8

Fonte: AUTOBAHN, 2023

A tabela a seguir apresenta as precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24h, 1h e 0,1h. A precipitação máxima em 24h é obtida pelo produto da precipitação máxima diária (Tabela 4) e o fator de conversão (Tabela 5), para cada tempo de duração e período de recorrência correspondente. As demais, por sua vez, são obtidas pelo produto da precipitação máxima em 24h (Tabela 6) e os fatores de conversão apresentados na Tabela 5, para cada tempo de duração e período de recorrência correspondente.

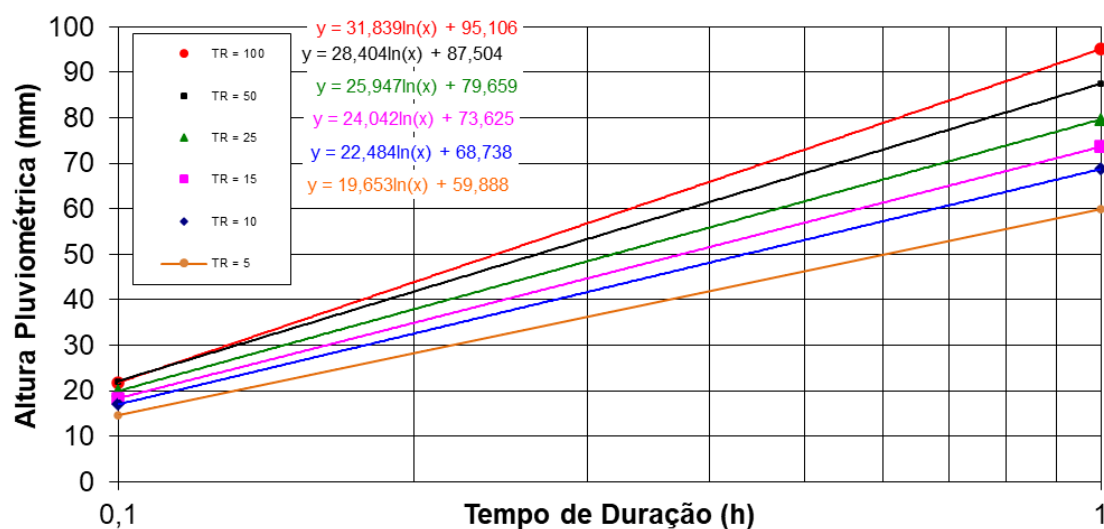
Tabela 6 – Precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h em função do período de recorrência desejado

TR	H 24 h. (mm)	H 1 h. (mm)	H 0,1 h. (mm)
5	149,35	59,89	14,64
10	173,14	68,74	16,97
15	186,39	73,62	18,27
25	203,21	79,66	19,91
50	225,53	87,50	22,10
100	247,67	95,11	21,80

Fonte: AUTOBAHN, 2023

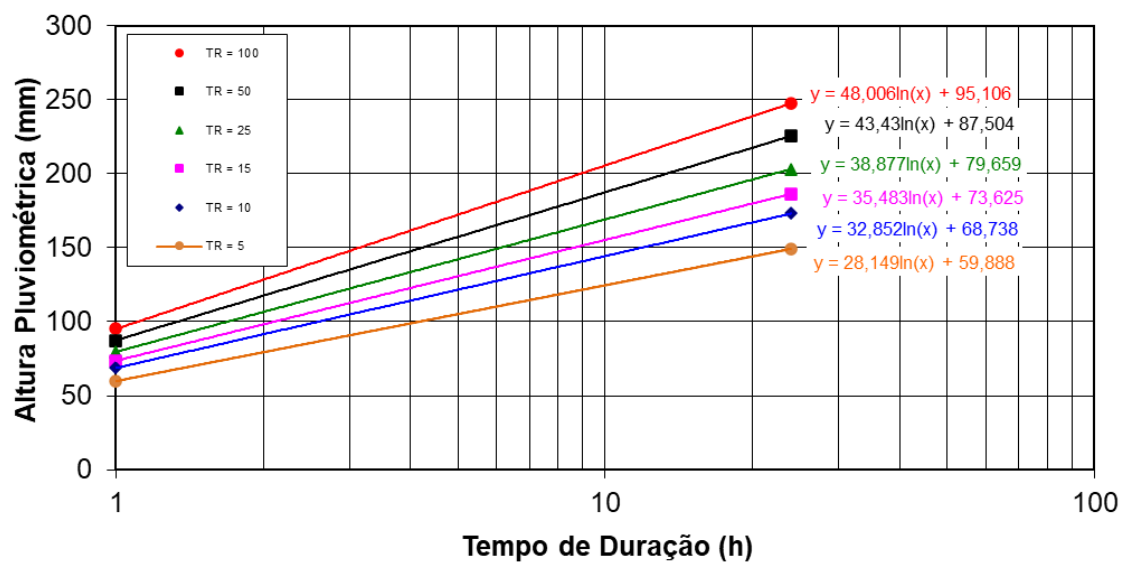
A partir dos dados da Tabela 6, definiram-se as equações que regem a altura pluviométrica em função do tempo de duração para os intervalos de 0,1h a 1,0h e 1,0h a 24h, conforme ilustram as figuras a seguir.

Figura 11 – Gráfico com equações de duração de chuva para cada tempo de recorrência (0,1 a 1h)



Fonte: AUTOBAHN, 2023

Figura 12 – Gráfico com equações de duração de chuva para cada tempo de recorrência (1 a 24h)



Fonte: AUTOBAHN, 2023

Com as equações apresentadas, determinaram-se as alturas pluviométricas e intensidades de chuva para os diversos tempos de duração e períodos de recorrência, conforme apresentados na Tabela 7.

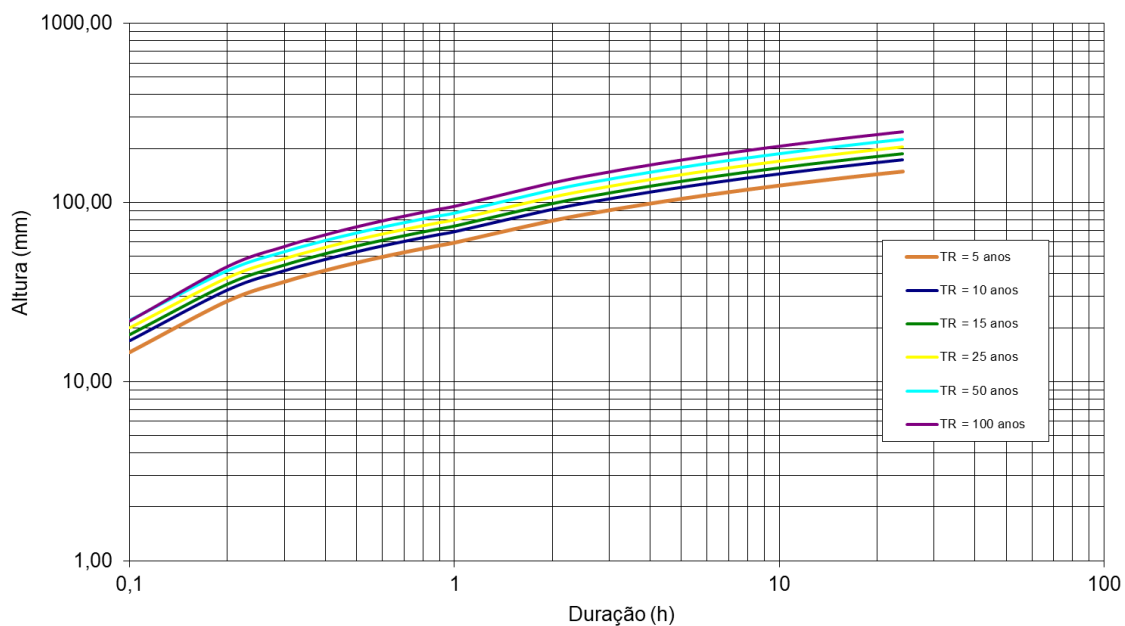
Tabela 7 – Alturas (h) e intensidades (I) pluviométricas para diferentes tempos de duração

Tempo de Duração (h)	TR = 5 anos		TR = 10 anos		TR = 15 anos		TR = 25 anos		TR = 50 anos		TR = 100 anos	
	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)	h (mm)	I (mm/h)
0,1	14,64	146,35	16,97	169,67	18,27	182,66	19,91	199,14	22,10	221,01	21,79	217,94
0,2	28,26	141,29	32,55	162,76	34,93	174,65	37,90	189,49	41,79	208,95	43,86	219,32
0,3	36,23	120,75	41,67	138,89	44,68	148,93	48,42	161,40	53,31	177,69	56,77	189,24
0,4	41,88	104,70	48,14	120,34	51,60	128,99	55,88	139,71	61,48	153,69	65,93	164,83
0,5	46,27	92,53	53,15	106,31	56,96	113,92	61,67	123,35	67,82	135,63	73,04	146,07
0,6	49,85	83,08	57,25	95,42	61,34	102,24	66,40	110,67	72,99	121,66	78,84	131,40
0,7	52,88	75,54	60,72	86,74	65,05	92,93	70,40	100,58	77,37	110,53	83,75	119,64
0,8	55,50	69,38	63,72	79,65	68,26	85,33	73,87	92,34	81,17	101,46	88,00	110,00
0,9	57,82	64,24	66,37	73,74	71,09	78,99	76,93	85,47	84,51	93,90	91,75	101,95
1	59,89	59,89	68,74	68,74	73,63	73,63	79,66	79,66	87,50	87,50	95,11	95,11
2	79,40	39,70	91,51	45,75	98,22	49,11	106,61	53,30	117,61	58,80	128,38	64,19
3	90,81	30,27	104,83	34,94	112,61	37,54	122,37	40,79	135,22	45,07	147,85	49,28
4	98,91	24,73	114,28	28,57	122,81	30,70	133,55	33,39	147,71	36,93	161,66	40,41
5	105,19	21,04	121,61	24,32	130,73	26,15	142,23	28,45	157,40	31,48	172,37	34,47
6	110,32	18,39	127,60	21,27	137,20	22,87	149,32	24,89	165,32	27,55	181,12	30,19
7	114,66	16,38	132,67	18,95	142,67	20,38	155,31	22,19	172,01	24,57	188,52	26,93
8	118,42	14,80	137,05	17,13	147,41	18,43	160,50	20,06	177,81	22,23	194,93	24,37
9	121,74	13,53	140,92	15,66	151,59	16,84	165,08	18,34	182,93	20,33	200,59	22,29
10	124,70	12,47	144,38	14,44	155,33	15,53	169,18	16,92	187,51	18,75	205,64	20,56
11	127,39	11,58	147,51	13,41	158,71	14,43	172,88	15,72	191,64	17,42	210,22	19,11
12	129,84	10,82	150,37	12,53	161,80	13,48	176,26	14,69	195,42	16,29	214,40	17,87
13	132,09	10,16	153,00	11,77	164,64	12,66	179,38	13,80	198,90	15,30	218,24	16,79
14	134,17	9,58	155,44	11,10	167,27	11,95	182,26	13,02	202,12	14,44	221,80	15,84
15	136,12	9,07	157,70	10,51	169,71	11,31	184,94	12,33	205,11	13,67	225,11	15,01
16	137,93	8,62	159,82	9,99	172,00	10,75	187,45	11,72	207,92	12,99	228,21	14,26
17	139,64	8,21	161,81	9,52	174,16	10,24	189,81	11,17	210,55	12,39	231,12	13,60
18	141,25	7,85	163,69	9,09	176,18	9,79	192,03	10,67	213,03	11,84	233,86	12,99
19	142,77	7,51	165,47	8,71	178,10	9,37	194,13	10,22	215,38	11,34	236,46	12,45
20	144,21	7,21	167,15	8,36	179,92	9,00	196,12	9,81	217,61	10,88	238,92	11,95
21	145,59	6,93	168,76	8,04	181,65	8,65	198,02	9,43	219,73	10,46	241,26	11,49
22	146,90	6,68	170,28	7,74	183,30	8,33	199,83	9,08	221,75	10,08	243,49	11,07
23	148,15	6,44	171,75	7,47	184,88	8,04	201,56	8,76	223,68	9,73	245,63	10,68
24	149,35	6,22	173,14	7,21	186,39	7,77	203,21	8,47	225,53	9,40	247,67	10,32

Fonte: AUTOBAHN, 2023

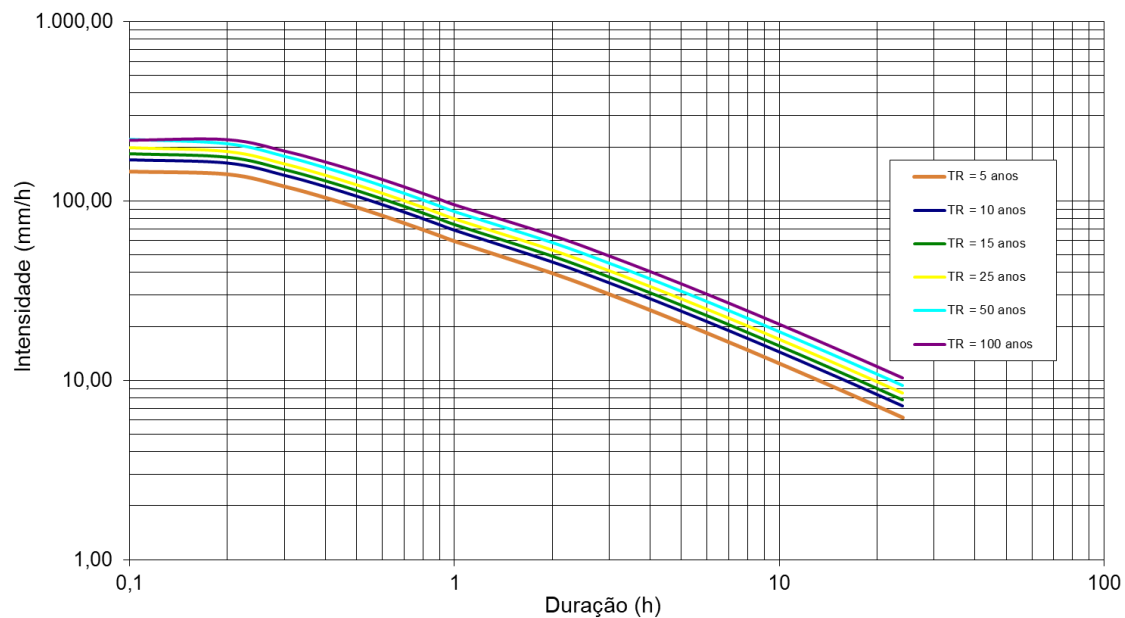
As curvas de intensidade-duração-frequência e de altura-duração-frequência são resultantes dos dados que compõem a Tabela 7. A Figura e a Figura apresentam as referidas curvas.

Figura 13 – Curvas ADF



Fonte: AUTOBAHN, 2023

Figura 14 – Curvas IDF



Fonte: AUTOBAHN, 2023

4.5 Período de Recorrência

A IS-203: Estudos Hidrológicos indica os seguintes períodos de recorrência para os tipos de obras abaixo classificadas:

Espécie	Período de recorrência (anos)
Drenagem superficial	5 a 10
Drenagem subsuperficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

4.6 Estimativa de Vazões

Com a consideração de que a descarga em uma determinada seção é função das características fisiográficas da bacia contribuinte, utilizou-se os métodos de transformação da chuva em deflúvio superficial conforme segue.

Método Racional

Este método é utilizado para bacias com áreas inferiores a 4 km², sendo bastante seguro e de resultados não superdimensionados, para bacias de pequenas áreas. É utilizada também para a estimativa de vazões em áreas urbanas.

Para bacias com área entre 4 Km² e 10 Km² será utilizado o método racional corrigido, sendo adotado o coeficiente $n = A-0,10$, sendo “A” a área da bacia em Km².

O Método Racional foi utilizado mediante o emprego da expressão:

$$Q = \frac{CIA}{3,6}$$

onde:

Q = vazão, em m³/s;

C = coeficiente de escoamento ou deflúvio;

I = intensidade de precipitação, em mm/h e,

A = área da bacia, em Km².

A intensidade de precipitação é extraída da curva intensidade-duração-frequência, em função do tempo de duração considerado igual ao tempo de concentração da bacia e o tempo de recorrência considerado.

O coeficiente de escoamento “C” é obtido levando em conta o complexo solo-cobertura vegetal. A Tabela 8 e Tabela 9 apresentam os valores do coeficiente de escoamento para as áreas rurais e urbanas respectivamente.

Tabela 8 - Coeficiente de Deflúvio em Áreas Rurais

CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS	C
TERRENO ESTÉRIL MONTANHOSO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades.	0,80 a 0,90
TERRENO ESTÉRIL ONDULADO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação, ondulado e com declividade moderada.	0,60 a 0,80
TERRENO ESTÉRIL PLANO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades.	0,50 a 0,70
PRADOS, CAMPINAS, TERRENO ONDULADO - Área de declividade moderada, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto de material poroso que cobre o material não poroso.	0,40 a 0,65
MATAS DECÍDUAS, FOLHAGEM CADUCA - Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas.	0,35 a 0,60
MATAS CONÍFERAS, FOLHAGEM PERMANENTE - Floresta e matas de árvores de folhagem permanente em terreno de declividades variadas.	0,25 a 0,50
POMARES - Plantação de árvores frutíferas com áreas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramas.	0,15 a 0,40
TERRENOS CULTIVADOS, ZONAS ALTAS - Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas.	0,15 a 0,40
FAZENDAS, VALES - Terreno cultivado em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas.	0,10 a 0,40

Tabela 9 - Coeficiente de Deflúvio em Áreas Urbanas

CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS	C
Pavimentos de concreto de cimento ou concreto asfáltico	0,75 a 0,95
Pavimentos de macadame betuminoso	0,65 a 0,80
Acostamento ou revestimento primário	0,40 a 0,60
Solo não revestido	0,20 a 0,90
Taludes gramados (2:1)	0,50 a 0,70
Prados gramados	0,10 a 0,40
Áreas florestais	0,10 a 0,30
Campos cultivados	0,20 a 0,40
Áreas comerciais, zonas de centro de cidade	0,70 a 0,95
Zonas com inclinações moderadas com aprox. 50% de áreas impermeáveis	0,60 a 0,70
Zonas planas com aproximadamente 60% de áreas impermeáveis	0,50 a 0,60
Zonas planas com aproximadamente 30% de áreas impermeáveis	0,35 a 0,45

A partir dos elementos levantados, definiram-se os parâmetros:

A = área de drenagem em ha;

L = comprimento do talvegue mais extenso, em metros e,

I = declividade média do talvegue principal, em %.

Para o método Racional, o tempo de concentração foi determinado a partir dos referidos parâmetros, através do emprego da fórmula de KIRPICH, apresentada a seguir:

$$tc = 0,95 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

tc = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do curso d'água, em Km; e

H = desnível máximo, em m.

5 ESTUDO GEOTÉCNICO

4.1

4.1 Introdução

Este estudo apresenta as informações geotécnicas do local do projeto, visando estabelecer o conhecimento técnico para elaboração da solução geotécnica do ponto em questão. O estudo geotécnico foi desenvolvido de acordo com o que preceituam os seguintes documentos:

- Instrução de Serviço – IS – 07/98: Estudo Geotécnico. DER/SC, atual Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (SIE/SC);
- ABNT – NBR 6484/2020 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento de Solo. Associação Brasileira de Normas Técnicas; e
- ABNT – NBR 6502/1995 – Rochas e Solos – Terminologia. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

4.2 Diretrizes do Estudo Geotécnico

O ponto objeto de estudo localiza-se na Rua México, no município de Balneário Camboriú/SC. O evento associado ao segmento é caracterizado como um rompimento de talude, comprometendo a integridade da rodovia e segurança dos usuários que nela trafegam. O avanço do problema no corpo estradal a partir de novas movimentações e rupturas ao longo do tempo irá comprometer ainda mais a integridade e segurança do trecho.

O desenvolvimento do trabalho ocorre inicialmente com o levantamento cadastral, permitindo o perfeito entendimento da topografia local e interferências em toda a extensão do maciço. O talude para realização de estudo de estabilidade e projeto de contenção contempla aproximadamente 210m de extensão, com altura variável.

Para entendimento e caracterização dos materiais componentes do maciço são realizados ensaios do tipo sondagem a percussão, sendo o posicionamento dos furos distribuídos de modo a permitir a compreensão em termos geológicos-geotécnicos do maciço, fornecendo subsídios para realização das análises de estabilidade do talude.

A seguir são apresentados registros fotográficos do trecho que compreende este estudo, demonstrando a área de estudo do maciço e taludes com instabilidade, que já sofreram processo de ruptura.

Imagem 01: Área de estudo



Imagem 02: Extensão do Maciço estudado na Rua México



Imagem 03: Talude com ruptura na Rua México



Imagem 04: Talude com ruptura na Rua México



4.3 Programação de Sondagens

Para a caracterização e análise dos materiais presentes na seção geotécnica do segmento de estudo, foram previstos 4 (quatro) furos de sondagem no local, sendo 2 (duas) sondagens executadas na parte do topo do talude e 2 (duas) sondagens executadas na base do talude. Ao todo, a campanha de sondagens realizou 8 (oito) furos, devido à paralização de furos de sondagem de forma precipitada por atingir alguma camada rochosa/matacão.

O posicionamento destas sondagens ocorre de modo a ser exequível a execução das mesmas, levando em conta o posicionamento e base necessária para utilização do equipamento utilizado no ensaio, assim como permitir a caracterização e entendimento da estratigrafia geotécnica local, com o desenvolvimento de perfis geológico-geotécnicos transversais e longitudinal, caracterizando o local de estudo e fornecendo subsídios para o desenvolvimento do projeto geotécnico.

A seguir está sendo apresentado o **RELATÓRIO TÉCNICO DE SONDAgens**, que demonstra a planta de localização da campanha de sondagens realizada, os boletins de sondagem e as fotografias relacionadas a cada furo executado.

RELATÓRIO TÉCNICO DE SONDAGENS

RUA MÉXICO - BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Florianópolis, 29 de maio de 2024.

SUMÁRIO

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	SONDAGEM A PERCUSSÃO	3
3.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	5
ANEXOS		6
ANEXO A		6
ANEXO B		8

1.0 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo descrever a campanha de Investigação, com execução de sondagem a percussão a serviço da Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú, na Rua México, no município de Balneário Camboriú/SC.

Os serviços de campo, referente aos resultados apresentados neste relatório de acompanhamento, foram realizados entre os dias 07 e 10/05/2024.

A presente campanha compreendeu:

- Execução 08 sondagens a percussão.

A planta com as locações dos furos encontra-se no ANEXO A.

2.0 SONDAGEM A PERCUSSÃO

2.1 NORMAS E DOCUMENTOS APLICÁVEIS

- NBR 6484/20 – “Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos”;
- NBR 6502/95 – “Rochas e solos; Terminologia”;
- NBR 7250/82 – “Identificação e Descrição de Amostras de Solos obtidas em Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos”;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL (ABGE). Boletim nº 3 – Manual de Sondagens. São Paulo: ABGE, 2013.

2.2 DEFINIÇÕES

Sondagem a percussão é o método de sondagem cujo avanço da perfuração se dá com a utilização de trado, quando acima do nível da água (N.A.), ou de lavagem, abaixo do N.A., com a utilização de amostrador padrão para a medida de índices de resistência à penetração.

2.3 PROCEDIMENTO DE ENSAIO

Nas sondagens a percussão foi utilizado tripé com um amostrador-padrão do tipo Terzaghi-Peck, com diâmetro interno de 34,9 mm e diâmetro externo de 50,8 mm. Após o posicionamento do amostrador em cada uma das cotas de amostragem, foram marcados sobre as hastes de perfuração três segmentos de 15 cm, contados a partir do topo do tubo de revestimento. Para efetuar a cravação do amostrador, um martelo de 65 kg foi erguido a uma altura de 75 cm acima do topo da cabeça de bater e, em seguida, foi deixado cair livremente. Foi, então, anotado o número de golpes necessários à cravação de cada 15 cm do amostrador.

Os resultados do ensaio SPT são expressos pela soma do número de golpes necessários à cravação dos primeiros e dos últimos 30 cm. O índice de resistência à penetração (N) consiste no somatório correspondente aos últimos 30 cm do amostrador. Nos casos em que não ocorre a

penetração dos 45 cm, os resultados são apresentados sob a forma de frações ordinárias.

Os boletins das sondagens a percussão encontram-se no ANEXO B e os registros fotográficos dos testemunhos amostrados encontram-se no ANEXO C.

2.4 LOCAÇÃO, QUANTIDADE E PROFUNDIDADE DAS COLETAS

A presente campanha envolveu a execução de 08 sondagens a percussão. A profundidade máxima alcançada na perfuração, assim como as coordenadas, cotas de execução e nível d'água (N.A.) estão apresentadas na Tabela 2-1.

Tabela 2-1 - Quadro resumo ensaio a percussão.

Furo	Profundidade Total (m)	Locação (m) ⁽¹⁾			N.A. 24h (m)
		Este ⁽²⁾	Norte ⁽²⁾	Cota (m) ⁽²⁾	
SP-01	10,45	733.003,00	7.013.832,00	60,00	SECO
SP-02	0,70	733.077,00	7.013.819,00	50,00	SECO
SP-02A	0,75	733.066,00	7.013.820,00	50,00	SECO
SP-02B	0,80	733.056,00	7.013.824,00	51,00	SECO
SP-02C	0,90	733.044,00	7.013.823,00	52,00	SECO
SP-03	20,45	732.999,00	7.013.813,00	68,00	SECO
SP-04	1,45	733.071,00	7.013.793,00	64,00	SECO
SP-04A	14,45	733.069,00	7.013.786,00	64,00	SECO

⁽¹⁾ Datum: SIRGAS 2000.

⁽²⁾ Coordenadas obtidas com aplicativo "UTM GEO MAP"

3.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste relatório indicam as condições dos solos ensaiados representativas dos perfis de profundidade e locação dos pontos avaliados, no momento em que os ensaios foram realizados.

A interpretação e utilização dos dados apresentados neste relatório é feita por profissional geotécnico, levando em consideração a metodologia dos ensaios e as condições em que os ensaios foram realizados.


ANEXOS

ANEXO A



SP-01	N 7.013.832,00 m; E 733.003,00 m; F 22S; SIRGAS2000; Cota 60,00 m
SP-02	N 7.013.819,00 m; E 733.077,00 m; F 22S; SIRGAS2000; Cota 50,00 m
SP-02A	N 7.013.820,00 m; E 733.066,00 m; F 22S; SIRGAS2000; Cota 50,00 m
SP-02B	N 7.013.824,00 m; E 733.056,00 m; F 22S; SIRGAS2000; Cota 51,00 m
SP-02C	N 7.013.823,00 m; E 733.044,00 m; F 22S; SIRGAS2000; Cota 52,00 m
SP-03	N 7.013.813,00 m; E 732.999,00 m; F 22S; SIRGAS2000; Cota 68,00 m
SP-04	N 7.013.793,00 m; E 733.071,00 m; F 22S; SIRGAS2000; Cota 64,00 m
SP-04A	N 7.013.786,00 m; E 733.069,00 m; F 22S; SIRGAS2000; Cota 64,00 m
Rua Gilmar Darli Vieira Campeche Florianópolis/SC	
Resp. Técnico Felipe Franco Bueno Engenheiro Geólogo - CREA/SC 127528-8	

ANEXO B

		Autobahn Engenharia					0052/24		
		Sondagem de Reconhecimento a Percussão					SP-01		
		Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.					Página 1/1		
		Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223					Data 10/05/2024		
Ext.: 50,8 mm Int.: 34,9 mm Ø Amostrador		Altura de queda: 75 cm Peso: 65 kgf Escala vertical: 1:100 Ø Revestimento: 63,5 mm Sistema: Manual		Cota da boca do furo: 60,00 m Revestimento: 2,00 m Nível d'água inicial: Seco Nível d'água final: Seco		Coordenadas Norte: 7.013.832,00 m Este: 733.003,00 m Fuso: 22S Datum: SIRGAS2000			
Perfuração: CA-Circulação d'Água TH-Trado Helicoidal Revestimento									
N.A.	Rev. / Perf. (m)	SPT Golpes 15 cm			Nº de Golpes Penetração 30 cm		Prof. (m)	Classificação do Material	Origem
		1ª	2ª	3ª	1ª + 2ª	2ª + 3ª			
Inicial: Seco Final: Seco	TH CA 1,00 								

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/5

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

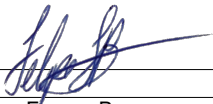
Data
10/05/2024



Foto 1 – SP-01

Rua Gilmar Darli Vieira
Campeche
Florianópolis/SC

Resp. Técnico


Felipe Franco Bueno
Engenheiro Geólogo - CREA/SC 127528-8

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 2/5

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
10/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 2 – SP-01 1,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 3/5

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
10/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 3 – SP-01 4,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 4/5

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
10/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 4 – SP-01 7,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 5/5


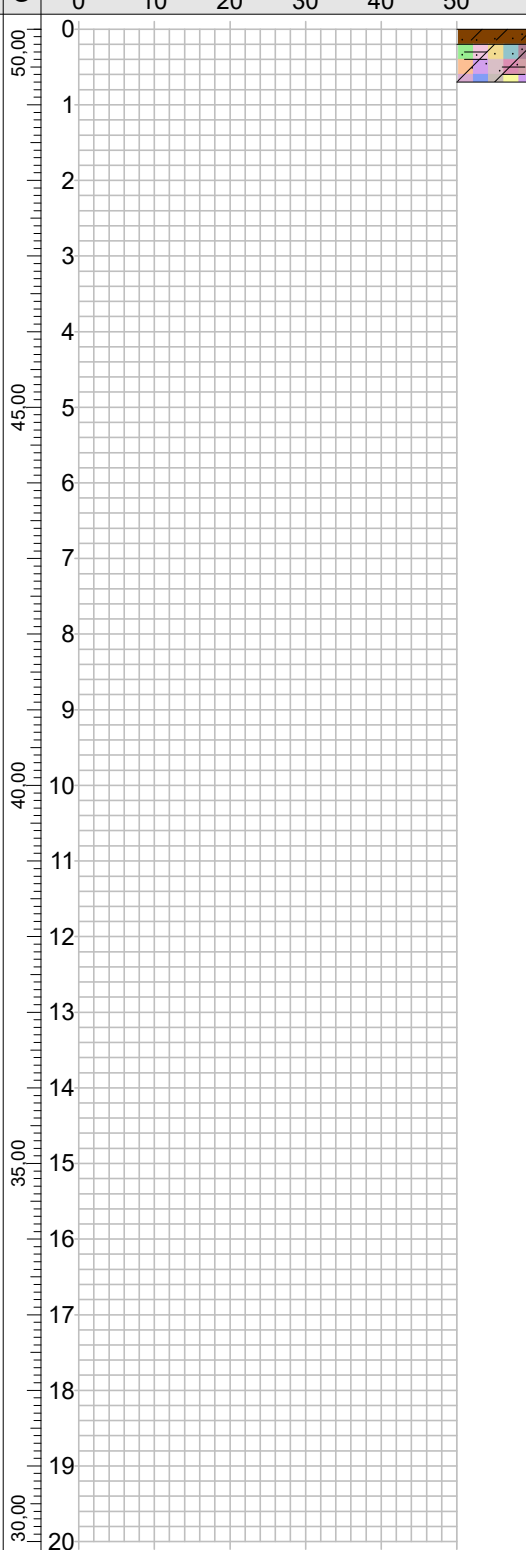
Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 10/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 5 – SP-01 10,45m

	Autobahn Engenharia										0052/24	
	Sondagem de Reconhecimento a Percussão										SP-02	
	Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.										Página 1/1	
Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223										Data 10/05/2024		
Ø Amostrador		Ext.: 50,8 mm Int.: 34,9 mm		Altura de queda: 75 cm Peso: 65 kgf Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 50,00 m Revestimento: 2,00 m		Coordenadas				
Ø Revestimento: 63,5 mm				Sistema: Manual		Nível d'água inicial: Seco final: Seco		Norte: 7.013.819,00 m Este: 733.077,00 m Fuso: 22S Datum: SIRGAS2000				
Perfuração: TH-Trado Helicoidal Revestimento												
N.A.	Rev. / Perf. (m)	SPT Golpes 15 cm 1ª 2ª 3ª			Nº de Golpes Penetração 30 cm 1ª + 2ª 2ª + 3ª			Resistência à Penetração × Profundidade			Prof. (m)	Classificação do Material
								1ª + 2ª 2ª + 3ª				
Inicial: Seco Final: Seco	TH 0,70							0 10 20 30 40 50			0,00 0,20 0,70	Argila plástica arenosa, marrom. Silte argiloso pouco arenoso, variegado. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável. Topo rochoso.
												
Rua Gilmar Darli Vieira Campeche Florianópolis/SC						Resp. Técnico Felipe Franco Bueno Engenheiro Geólogo - CREA/SC 127528-8						

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/2

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
10/05/2024



Foto 1 – SP-02

Autobahn Engenharia
Memorial Fotográfico

0052/24

SP-02

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.


Página 2/2

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
10/05/2024



Foto 2 – SP-02 furo

		Autobahn Engenharia										0052/24			
		Sondagem de Reconhecimento a Percussão										SP-02A			
		Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.										Página 1/1			
		Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223										Data 10/05/2024			
Ø Amostrador		Ext.: 50,8 mm		Altura de queda: 75 cm		Cota da boca do furo: 50,00 m		Coordenadas							
		Int.: 34,9 mm		Peso: 65 kgf		Revestimento: 0,00 m		Norte: 7.013.820,00 m							
Ø Revestimento: 63,5 mm				Escala vertical: 1:100		Nível d'água inicial: Seco		Este: 733.066,00 m							
				Sistema: Manual		Nível d'água final: Seco		Fuso: 22S Datum: SIRGAS2000							
Perfuração: TH-Trado Helicoidal															
N.A.	Rev. / Perf. (m)	SPT Golpes 15 cm			Nº de Golpes Penetração 30 cm		Cota (m)	Resistência à Penetração × Profundidade						Prof. (m)	Classificação do Material
		1ª	2ª	3ª	1ª + 2ª	2ª + 3ª		<div><div>1ª + 2ª</div><div>2ª + 3ª</div></div>							
Inicial: Seco	TH						50,00	0	10	20	30	40	50	0,00	Argila plástica arenosa, marrom. Silte argiloso pouco arenoso, variegado. LIMITE DE SONDAGEM Obs.: Impenetrável. Topo rochoso.
Final: Seco	0,75						0,15							0,75	
							0,75								
							1								
							2								
							3								
							4								
							5								
							6								
							7								
							8								
							9								
							10								
							11								
							12								
							13								
							14								
							15								
							16								
							17								
							18								
							19								
							20								

Rua Gilmar Darli Vieira
Campeche
Florianópolis/SC

Resp. Técnico
Felipe Franco Bueno
Engenheiro Geólogo - CREA/SC 127528-8

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/1

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 10/05/2024



Foto 1 – SP-02A furo

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/1

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
10/05/2024



Foto 1 – SP-02B furo

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/1

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 10/05/2024



Foto 1 – SP-02C furo



Autobahn Engenharia

0052/24

Sondagem de Reconhecimento a Percussão

SP-03

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/2

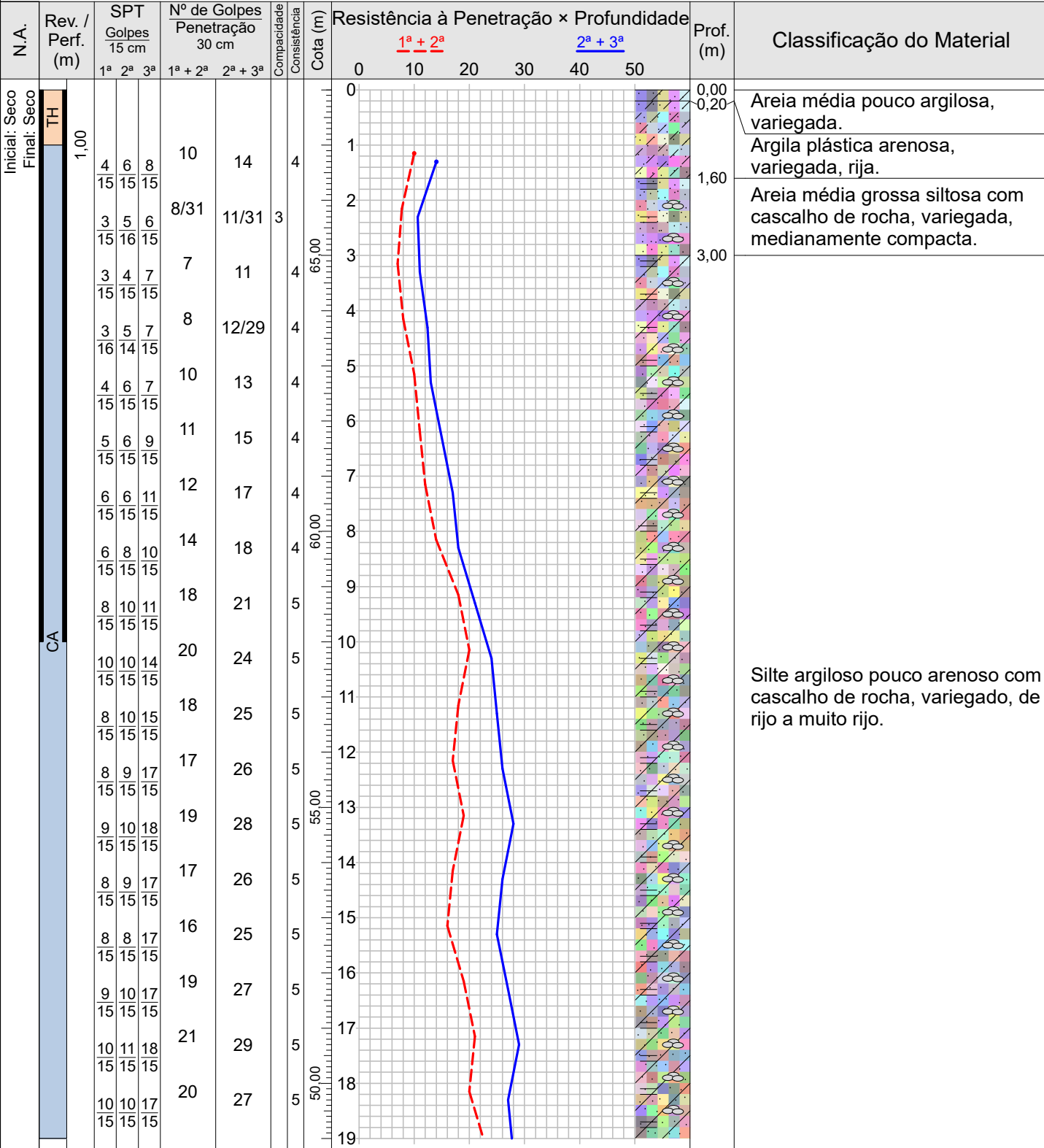
Data 07/05/2024

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223



08/05/2024

Ext.: 50,8 mm	Altura de queda: 75 cm	Cota da boca do furo: 68,00 m	Coordenadas	
Int.: 34,9 mm	Peso: 65 kgf	Revestimento: 10,00 m	Norte:	7.013.813,00 m
Ø Amostrador	Escala vertical: 1:100	Nível d'água inicial: Seco	Este:	732.999,00 m
Ø Revestimento: 63,5 mm	Sistema: Manual	Nível d'água final: Seco	Fuso: 22S	Datum: SIRGAS2000

Perfuração: CA-Circulação d'Água TH-Trado Helicoidal || Revestimento



Compacidade/Consistência	1	2	3	4	5	6
Areias ou siltes arenosos	Fofa	Pouco compacta	Medianamente compacta	Compacta	Muito compacta	—
Argilas ou siltes argilosos	Muito mole	Mole	Média	Rija	Muito rija	Dura
Rua Gilmar Darli Vieira Campeche Florianópolis/SC			Resp. Técnico Felipe Franco Bueno Engenheiro Geólogo - CREA/SC 127528-8			

	Autobahn Engenharia										0052/24			
	Sondagem de Reconhecimento a Percussão										SP-03			
	Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.										Página 2/2			
Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223										Data 07/05/2024				
										08/05/2024				
Ø Amostrador		Ext.: 50,8 mm		Altura de queda: 75 cm		Cota da boca do furo: 68,00 m		Coordenadas						
		Int.: 34,9 mm		Peso: 65 kgf		Revestimento: 10,00 m		Norte: 7.013.813,00 m						
Ø Revestimento: 63,5 mm				Escala vertical: 1:100		Nível d'água inicial: Seco		Este: 732.999,00 m						
				Sistema: Manual		Nível d'água final: Seco		Fuso: 22S		Datum: SIRGAS2000				
Perfuração: CA-Circulação d'Água TH-Trado Helicoidal														
N.A.	Rev. / Perf. (m)	SPT Golpes 15 cm			Nº de Golpes Penetração 30 cm		Compacidade Consistência	Cota (m)	Resistência à Penetração × Profundidade				Prof. (m)	Classificação do Material
		1ª	2ª	3ª	1ª + 2ª	2ª + 3ª								
Inicial: Seco	CA				23	28	5	19					20,45	Silte argiloso pouco arenoso com cascalho de rocha, variegado, de rijo a muito rijo.
Final: Seco					21	27	5	20						
	20,45	11	12	16										LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Paralisada por definição do contratante ou seu preposto (5.2.4.1/6.2.4.1 NBR 6484:2020).
		15	15	15										
		10	11	16										
		15	15	15										
Compacidade/Consistência		1		2		3		4		5		6		
Areias ou siltes arenosos		Fofa		Pouco compacta		Medianamente compacta		Compacta		Muito compacta		—		
Argilas ou siltes argilosos		Muito mole		Mole		Média		Rija		Muito rija		Dura		
Rua Gilmar Darli Vieira Campeche Florianópolis/SC						Resp. Técnico Felipe Franco Bueno Engenheiro Geólogo - CREA/SC 127528-8								

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/6

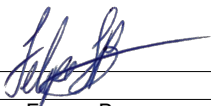
Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 07/05/2024

08/05/2024



Foto 1 – SP-03



Autobahn Engenharia
Memorial Fotográfico

0052/24
SP-03

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 2/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 07/05/2024

08/05/2024



Foto 2 – SP-03 1,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 3/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 07/05/2024

08/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 3 – SP-03 4,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 4/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 07/05/2024

08/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 4 – SP-03 6,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 5/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 07/05/2024

08/05/2024



Foto 5 – SP-03 10,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 6/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 07/05/2024

08/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 6 – SP-03 15,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/2

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
09/05/2024



Foto 1 – SP-04

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 2/2

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 09/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 2 – SP-04 1,45m

Sondagem de Reconhecimento a Percussão

SP-04A

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

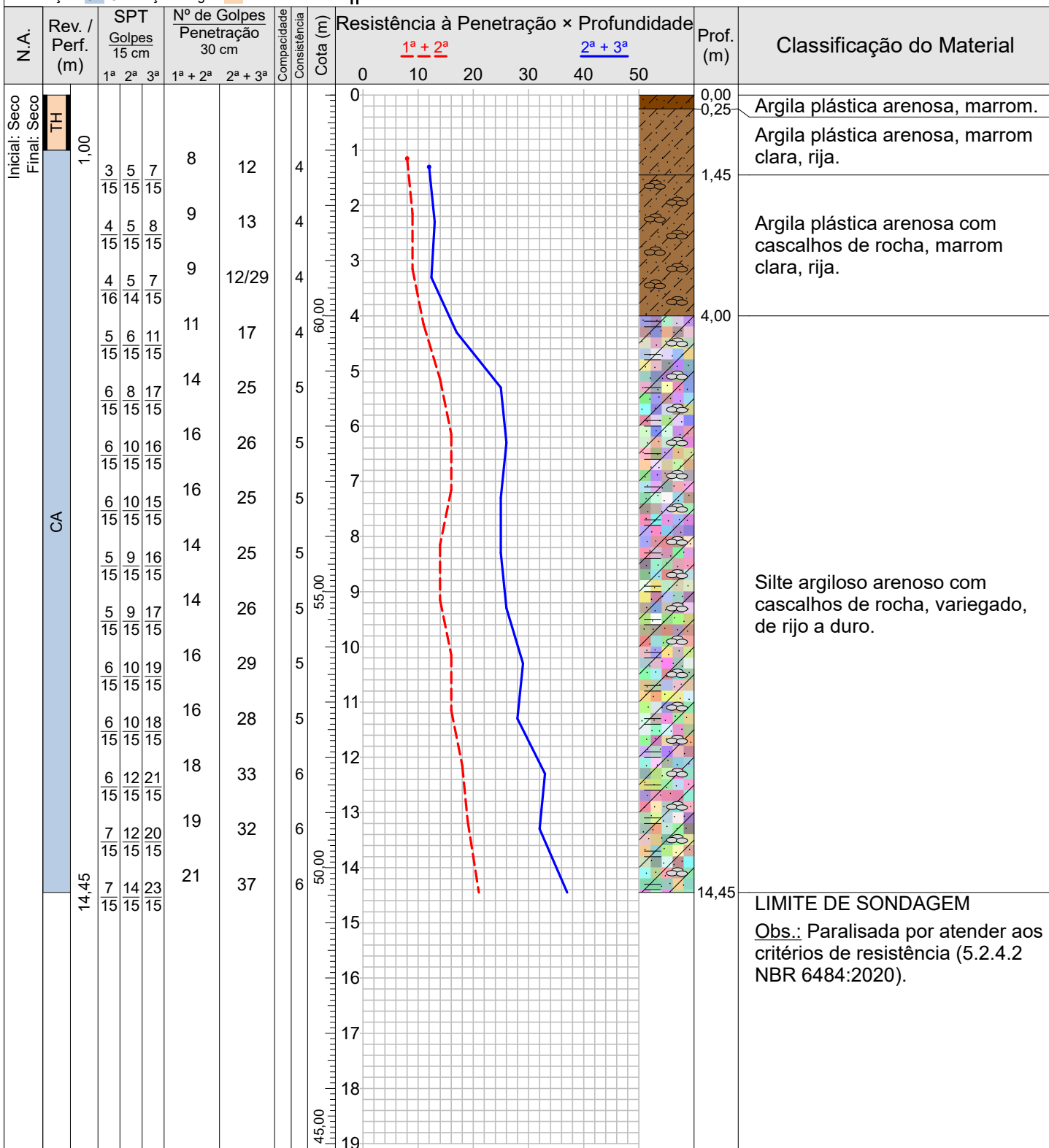
Página	1/1
--------	-----


Data	09/05/2024
------	------------

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Ø Amostrador	Ext.: 50,8 mm	Altura de queda: 75 cm	Cota da boca do furo: 64,00 m	Coordenadas	
	Int.: 34,9 mm	Peso: 65 kgf	Revestimento: 1,00 m	Norte:	7.013.786,00 m
Ø Revestimento:	63,5 mm	Escala vertical: 1:100	Nível d'água inicial: Seco	Este:	733.069,00 m
		Sistema: Manual	Nível d'água final: Seco	Fuso: 22S	Datum: SIRGAS2000

Perfuração: CA-Circulação d'Água TH-Trado Helicoidal | -Revestimento



Compacidade/Consistência	1	2	3	4	5	6
Areias ou siltes arenosos	Fofa	Pouco compacta	Medianamente compacta	Compacta	Muito compacta	—
Argilas ou siltes argilosos	Muito mole	Mole	Média	Rija	Muito rija	Dura
Rua Gilmar Darli Vieira Campeche Florianópolis/SC			Resp. Técnico  Felipe Franco Bueno Engenheiro Geólogo - CREA/SC 127528-8			

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 1/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
09/05/2024



Foto 1 – SP-04A

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 2/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data 09/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 2 – SP-04A 1,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 3/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
09/05/2024



Foto 3 – SP-04A 4,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 4/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
09/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 4 – SP-04A 6,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 5/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
09/05/2024



© 2024 Autobahn Engenharia

Foto 5 – SP-04A 10,45m

Cliente: Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Página 6/6

Local: Rua México, Nações, Balneário Camboriú/SC, 88338-223

Data
09/05/2024



Foto 6 – SP-04A 15,45m

6 PROJETO DE CONTENÇÃO

6.1 Introdução

O ponto objeto de estudo localiza-se na Rua México, no município de Balneário Camboriú/SC. O evento associado ao trecho é caracterizado como um rompimento de talude, no qual projeta-se uma solução geotécnica de estabilização de taludes do tipo **MURO GABIÃO E RETALUDAMENTO**.

Este projeto apresenta as informações para elaboração da solução geotécnica para o ponto em estudo. A partir do conhecimento do problema e embasamento nos estudos realizados, é proposto o projeto de contenção, de modo a atender os critérios técnicos e satisfazer a segurança exigida.

O projeto geotécnico foi desenvolvido de acordo com o que preceitua o seguinte documento:

- ABNT – NBR 11682/2009 – Estabilidade de Encostas. Associação Brasileira de Normas Técnicas; e

6.2 Retroanálise da Seção de Ruptura

Para a caracterização física e mecânica dos materiais que compõem a estratigrafia do talude e terreno envolvido no problema é realizado o procedimento da retroanálise, observando a existência de ruptura no local de estudo, permitindo deste modo estimar com segurança estes parâmetros geomecânicos, conforme preconiza a norma NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas (item 6.3.5).

O procedimento de retroanálise consiste na análise de estabilidade de um talude que sofreu ruptura, elaborada com o conhecimento das condições de carregamento e características geométricas que provocaram a movimentação da massa. Desta forma, utilizando parâmetros geomecânicos coerentes para cada tipo de material, por processo iterativo, é verificado as características dos mesmos até que o coeficiente de segurança (FS) se aproxime de 1,0, indicando a iminência de ruptura.

A retroanálise é realizada sobre a seção crítica da situação, considerando assim o local da ruptura que apresenta piores características geométricas e geotécnicas, como maior altura do talude e ângulo de inclinação mais íngreme. Com isso, as características topográficas e geotécnicas do problema (estratigrafia e nível de água conforme surgimento nas sondagens) são repassadas ao *software* SLIDE, da Rocscience, onde rodam-se as análises e avalia-se os parâmetros geotécnicos de cada camada de material presente na seção.

6.2.1 *Análise de Estabilidade – Método de Equilíbrio Limite*

As análises de estabilidade global são realizadas utilizando os métodos de equilíbrio limite, muito conhecidos e disseminados na literatura de engenharia geotécnica. Estes métodos fundamentam-se na hipótese de que as massas terrosas encontram-se em equilíbrio e comportam-se como um corpo rígido-plástico na iminência de deslizamento, sendo analisado para a situação de estado limite último (ELU), considerando que a ruptura esteja a ponto de acontecer ao longo de uma superfície crítica de ruptura.

Para verificar a estabilidade no estado limite último (ELU) as forças gravitacionais que determinam o deslizamento são consideradas ações, enquanto as forças desenvolvidas como resultado do cisalhamento ao longo dos planos de ruptura são tratadas como resistências, junto a quaisquer outras forças que resistam ao cisalhamento. Os cálculos ocorrem de modo a analisar posições distintas da superfície de deslizamento, atribuindo como superfície crítica aquela que estiver mais próxima ao estado limite último (ELU), indicando, assim, maior probabilidade de ocorrência de falha estrutural.

Entre os métodos de análise de estabilidade global por equilíbrio limite destacam-se os seguintes:

- Bishop simplificado (1995): método simplificado das fatias com ruptura circular;
- Jambu (1973): método simplificado com superfície de ruptura não circular; e
- Morgenstern e Price (1965): método rigoroso com quaisquer superfícies de ruptura.

A metodologia adotada para a busca da superfície de ruptura foi a de Morgenstern e Price (1965), por se tratar de um método mais completo, com a possibilidade de avaliar superfícies de ruptura circulares e não circulares. Para definição da superfície de ruptura foi atribuído inicialmente a possibilidade da cunha de ruptura crítica partir e alcançar qualquer ponto do problema, sendo assim possível avaliar por meio de diversas iterações a maior probabilidade da região de ocorrência da ruptura. A partir disso a zona de partida e alcance da superfície de ruptura foi filtrada, inserindo limites coerentes próximos à região previamente analisada por método iterativo, de modo a obter a superfície crítica de ruptura final com maior precisão.

Os parâmetros geomecânicos dos materiais são definidos pelo processo de retroanálise, conforme já citado. Como dados de entrada no software responsável por rodar as análises, são inicialmente adotados parâmetros geomecânicos para cada camada de material diferente, de acordo com correlações empíricas consagradas na bibliografia, considerando o estado de compactidade e de consistência do material apresentado, definido a partir do índice de resistência à penetração (N_{SPT}),

segundo consta na ABNT NBR 6484:2020 – Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

Tabela 1 – Estado de Compacidade e Consistência dos Solos

Fonte: ABNT NBR 6484:2020 – Solo – Sondagem de Simples reconhecimento com SPT

Solo	Índice de resistência à penetração (N)	Designação
Areias e Siltes arenosos	≤ 4	Fofa (o)
	5 a 8	Pouco compacta (o)
	9 a 18	Medianamente compacta (o)
	19 a 40	Compacta (o)
	> 40	Muito compacta (o)
Argilas e Siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média (o)
	11 a 19	Rija (o)
	20 a 30	Muito rija (o)
	> 30	Dura (o)

Estes parâmetros adotados inicialmente são trabalhados, adaptados de modo coerente por processo iterativo, até que a análise atinja a iminência de ruptura (Fator de Segurança $< 1,00$). Com isso, têm-se os parâmetros geomecânicos finais de cada material distinto, gerados através da retroanálise.

A configuração dos parâmetros geomecânicos dos materiais encontrados na retroanálise foi a seguinte:

Tabela 2 – Parâmetros Geomecânicos dos Materiais

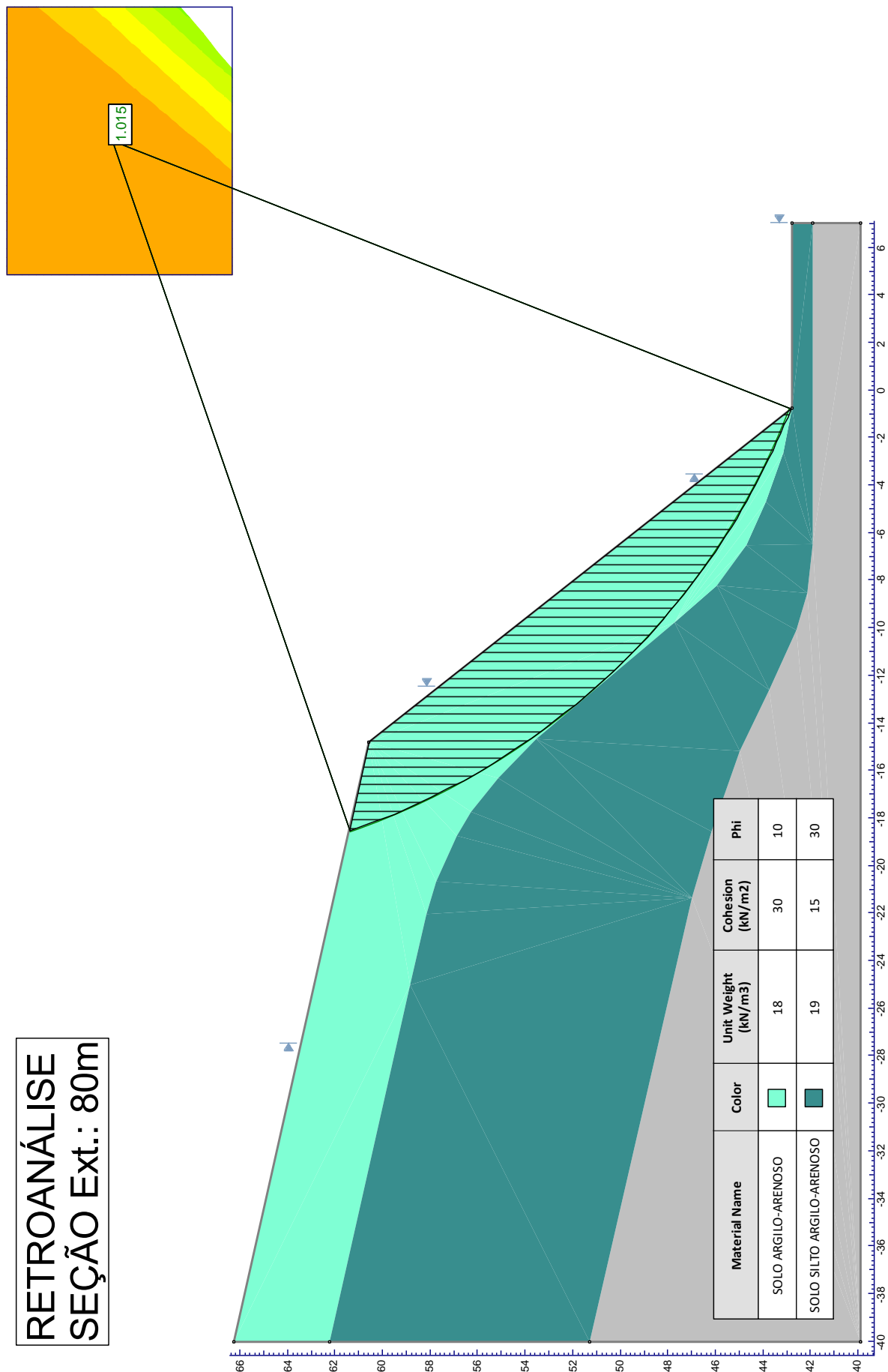
Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.

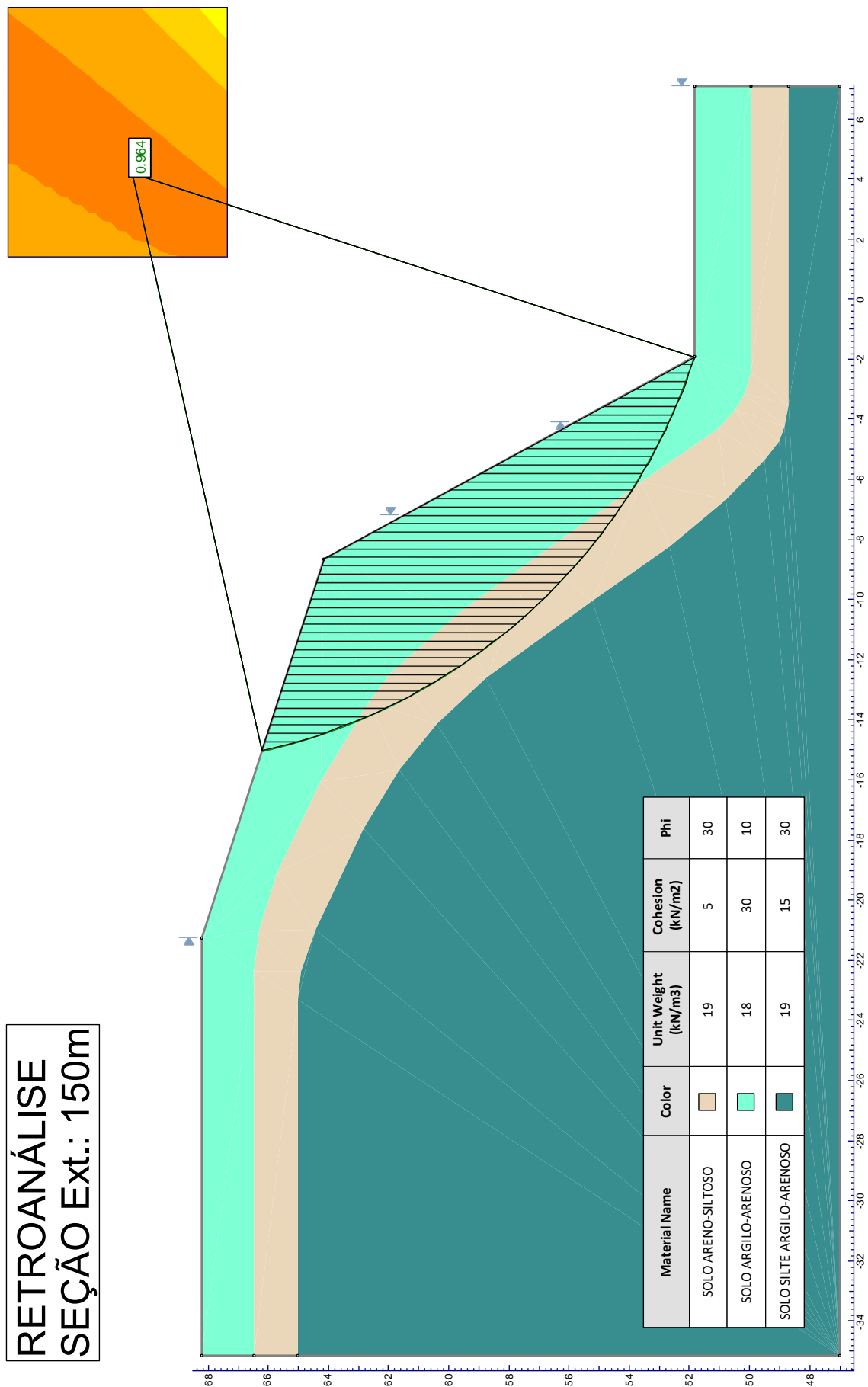
Material	Peso Específico (γ_{ESP})	Coesão (c)	Ângulo de Atrito Interno (ϕ)
Solo argilo-arenoso	18 kN/m ³	30 kPa	10°
Solo silto argilo-arenoso	19 kN/m ³	15 kPa	30°
Solo areno-siltoso	19 kN/m ³	5 kPa	30°

As retroanálises foram realizadas em duas seções críticas e representativas distintas, atribuídas ao talude estudado da Rua México. Para as seções consideradas, foram encontrados os seguintes fatores de segurança:

- Seção da Extensão 80m = FS 1,015; e
- Seção da Extensão 150m = FS 0,964.

A seguir são apresentadas as retroanálises realizadas nas seções acima descritas, demonstrando os respectivos fatores de segurança encontrados.





6.3 Solução Projetada: Muro Gabião e Retaludamento

Após avaliação das características do problema e análises realizadas, é proposta como solução geotécnica de estabilização de taludes a contenção do tipo **MURO GABIÃO E RETALUDAMENTO**.

6.3.1 Descrição da Solução

O muro gabião é um muro de gravidade que utiliza seu peso próprio e, muitas vezes, o peso de parte do maciço de solo incorporado ao conjunto para sua estabilidade. É constituído por elementos metálicos confeccionados com telas de malha hexagonal de dupla torção, preenchidos com pedra de granulometria adequada, superiores às dimensões da malha hexagonal, formando estruturas destinadas à solução de problemas geotécnicos, muito utilizado em canais e nas proximidades dos cursos d'água, permitindo elevada eficiência no controle da erosão.

Os elementos que compõem a estrutura do muro gabião (caixas) são unidos entre si através de amarrações executadas em todas as arestas de contato entre as unidades, formando um bloco homogêneo que adquire elevada resistência por igual em qualquer ponto da estrutura, qualificando esta estrutura, portanto, como monolítica. A utilização da malha do tipo hexagonal de dupla torção proporciona uma distribuição mais uniforme dos esforços, impedindo também o desfiamento da tela, sendo revestida com uma liga especial de zinco, alumínio e terras raras que fornece proteção contra a corrosão. Além destas características, os muros de gabião são bastante flexíveis, permitindo a adaptação e acomodação da estrutura de acordo com os movimentos do terreno, sem perder sua estabilidade e eficiência.

Uma das mais importantes propriedades do muro tipo gabião é ser autodrenante, totalmente permeável, o que permite o alívio por completo das pressões hidrostáticas sobre a estrutura. É importante destacar a utilização de camada de filtro geotêxtil entre o solo do maciço e o gabião, para evitar o carreamento de finos.

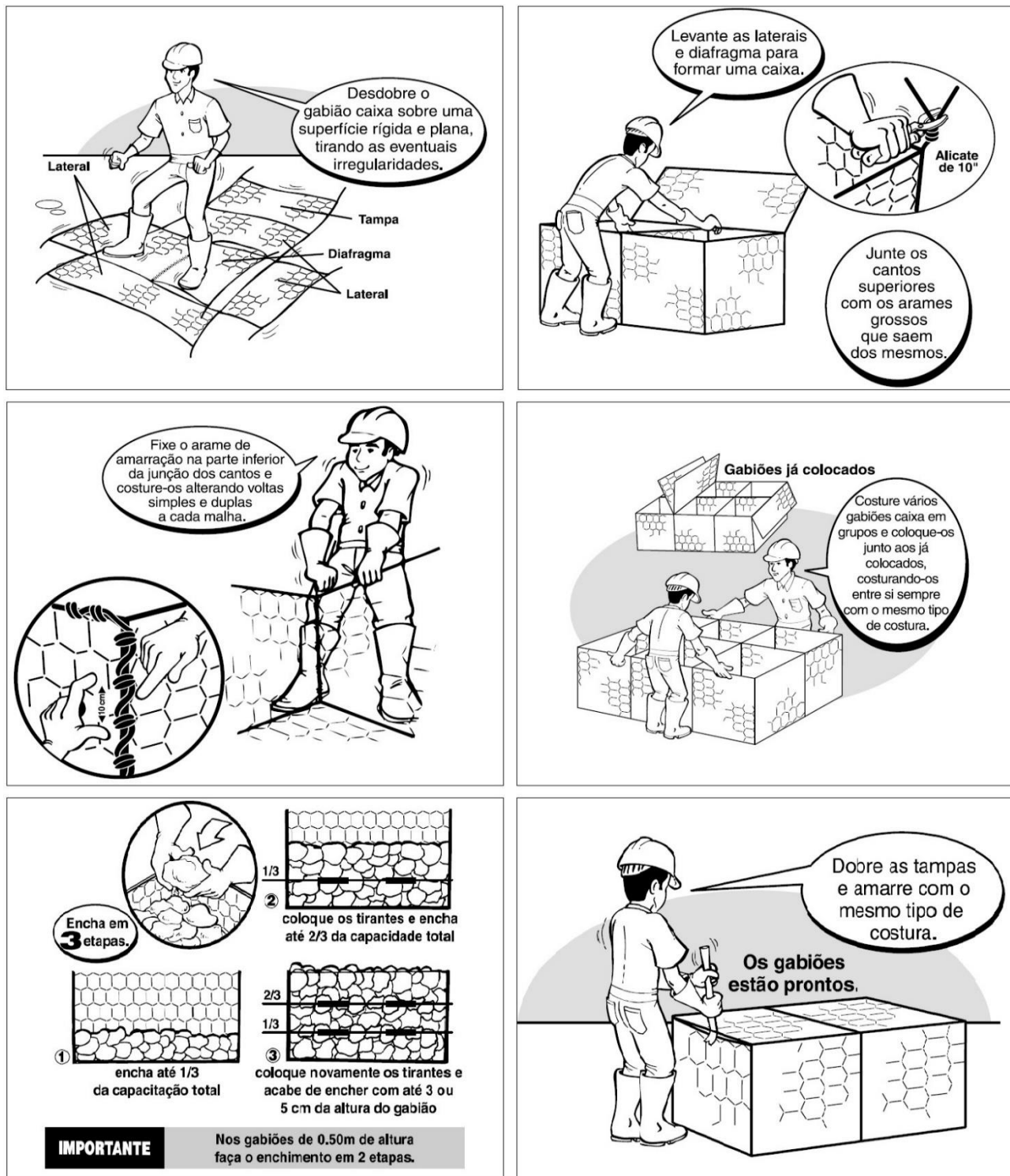
Os muros de contenção de gravidade em gabião são classificados como estruturas que dependem de sua forma e volume, considerados como “estruturas de peso”, devendo, portanto, ser executados sobre fundação que tenha capacidade de suporte a sua sustentação.

Visando aliviar o nível de carregamento sobre a contenção e, por conseguinte, contribuir com a estabilidade da estrutura, adotam-se contrafortes em pontos estratégicos, distribuídos geralmente a uma distância que pode variar de 5m a 25m, dependendo da extensão da obra. Os contrafortes também proporcionam melhores condições de drenagem do maciço contido e minimizam a possibilidade de deformação dos gabiões. Cabe destacar que não existe uma metodologia de dimensionamento dos

contrafortes, sendo sua utilização feita de forma empírica, baseada em obras já executadas e experiência da projetista.

Figura 1 – Esquema de Montagem dos Gabiões tipo Caixa

Fonte: Maccaferri, 2021.



Durante o processo de enchimento com pedra dos gabiões tipo caixa não deve-se preencher completamente uma caixa sem que a caixa ao lado esteja também parcialmente preenchida.

Associada a solução de contenção de muro gabião, está sendo também previsto o retaludamento do talude instável, com inclinação e banquetas intermediárias coerentes para a estabilidade da encosta, conforme análises de estabilidade realizadas.

6.3.2 Dimensionamento da Solução

A contenção projetada tem seu início na Extensão de 2m e final na Extensão de 210m (conforme estaqueamento apresentado em planta), contemplando 208m de extensão. A geometria do muro conta em sua seção crítica com altura total de 6,50m, os quais possui 6,0m de altura livre e 0,50m de base enterrada.

Para o presente projeto é indicado a execução de lastro de rachão na base do muro gabião na espessura de 1,00m (a partir da base enterrada do muro), responsável por aumentar a capacidade de suporte da base, distribuindo e dissipando as pressões exercidas pela contenção e terrapleno, conforme necessidade apresentada pelo dimensionamento.

É fundamental utilizar filtro geotêxtil, sendo indicado entre o maciço de solo e o muro gabião, contemplando também o lastro de rachão na base do muro, de modo com que as faces externas da estrutura projetada estejam protegidas para não haver carreamento de materiais finos.

Aliado à contenção do tipo gabião, é projetado o retaludamento do maciço, de forma a obter uma configuração estável e coerente com a estrutura projetada e área trabalhável prevista. O terrapleno que parte do topo do muro deve possuir inclinação de 1V:1,5H, com a implantação de uma banquetta intermediária (quando necessário) com largura de 3m e inclinação de 3% voltada ao talude superior. A escavação superior após a execução da banquetta poderá ser executada com inclinação de 1V:1H.

Toda a extensão do talude deverá ser revestida com uma geomanta antierosiva especial para controle de erosão superficial em taludes, sendo o revestimento do talude complementado com a hidrossemeadura.

Para a realização das análises de estabilidade, considera-se uma sobrecarga acidental de 20 kPa uniformemente distribuída sobre a superfície do terreno arrimado, conforme preconiza a norma NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas (item 7.3.3).

Os fatores de segurança mínimos (FS) considerados são estipulados pela norma NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas (item 7.3.7.2), com a finalidade de cobrir as incertezas naturais das etapas de projeto e construção. Os riscos envolvidos devem ser enquadrados nas

classificações de nível de segurança, definidas a partir da possibilidade de perda de vidas humanas e danos materiais e ambientais. Para o presente projeto, os níveis de segurança são classificados como “Alto” para ambas as situações, indicando o fator de segurança mínimo para estabilidade interna e externa do maciço de 1,5 (NBR 11682:2009 – Tabela 3).

Para estabilidade de muros de gravidade e muros de flexão, devem ser atendidos os fatores estipulados pela NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas (tabela 4):

Tabela 3 – Fatores de Segurança para Muros de Gravidade e Muros de Flexão

Fonte: ABNT NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas

Verificação da Segurança	Fator de Segurança Mínimo
Tombamento	2,0
Deslizamento na base	1,5
Capacidade de carga da fundação	3,0

O dimensionamento da estrutura de contenção nas seções representativas anteriormente descritas é realizado através do software Gawac 3.0, da Maccaferri, destinado para análise de estabilidade de muros tipo gabião. O programa utiliza para análise os métodos de Equilíbrio Limite, aliados às teorias de Rankine, Coulomb, Meyerhof, Hansen e Bishop.

Observa-se na memória de cálculo, apresentada na sequência, que a configuração da contenção projetada atende a solução do problema, encontrando fatores de segurança (FS) satisfatórios, condizentes com aqueles estabelecidos pela NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas.

As pranchas de desenho e demais detalhamentos necessários para o Projeto Geotécnico estão sendo apresentados no Volume 2: Projeto de Execução.

● Informações do Projeto

Título	Rua México: Contenção Muro Gabião	Cliente	Prefeitura Municipal - BC	Descrição	Projeto de Contenção em Muro Gabião +
Número	Seção 01: Ext. 80m	Projetista	Autobahn Engenharia		Retaludamento na Rua México, em
					Balneário Camboriú

Comentários

● Dados de Entrada

Dados sobre o muro

Inclinação do muro [°]	0.00
Peso específico da pedra [kN/m³]	24.20
Porosidade dos gabiões [%]	30.00
Geotêxtil no terrapleno	Sim
Redução do atrito [%]	5.00
Geotêxtil sob a base	Não
Redução do atrito [%]	0.00

Dados sobre o terrapleno

Inclinação do 1º trecho [°]	33.69
Comprimento do 1º trecho [m]	20.50
Inclinação do 2º trecho [°]	0.00
Peso específico do solo [kN/m³]	19.00
Ângulo de atrito do solo [°]	30.00
Coesão do solo [kN/m²]	15.00

Layer	Altura inicial [m]	Inclinação deg	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	0.00	60.00	19.00	15.00	30.00

Dados sobre a fundação

Altura da superfície superior [m]	0.50
Comprimento inicial [m]	7.00
Inclinação [°]	0.00
Peso específico do solo [kN/m³]	21.00
Ângulo de atrito do solo [°]	50.00
Coesão do solo [kN/m²]	0.00
Pressão admissível na fundação [kN/m²]	
Altura do nível d'água [m]	

Camada	Prof. [m]	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	1.00	19.00	20.00	35.00

Dados sobre as cargas

Cargas distribuídas sobre o terrapleno

Primeiro trecho [kN/m²]	q1	0.00
Segundo trecho [kN/m²]	q2	20.00

Cargas distribuídas sobre o muro

Carga [kN/m²]	
---------------	--

Linhas de carga sobre o terrapleno

Carga 1 [kN/m]	
----------------	--

Dist. ao topo do muro [m]

Carga 2 [kN/m]	
----------------	--

Dist. ao topo do muro [m]

Carga 3 [kN/m]	
----------------	--

Dist. ao topo do muro [m]

Linha de carga sobre o muro

Carga [kN/m]	
--------------	--

Dist. ao topo do muro [m]

Dados sobre a superfície freática

Altura inicial[m]	0.00
-------------------	------

Inclinação do 1º trecho [°]	0.00
-----------------------------	------

Comprimento do 1º trecho [m]	0.00
------------------------------	------

Inclinação do 2º trecho [°]	0.00
-----------------------------	------

Comprimento do 2º trecho [m]	0.00
------------------------------	------

Dados sobre as ações sísmicas

Coefficiente de aceleração horizontal	
---------------------------------------	--

Coefficiente de aceleração vertical	
-------------------------------------	--

Produto

Ambiente	Low Aggressive
----------	----------------

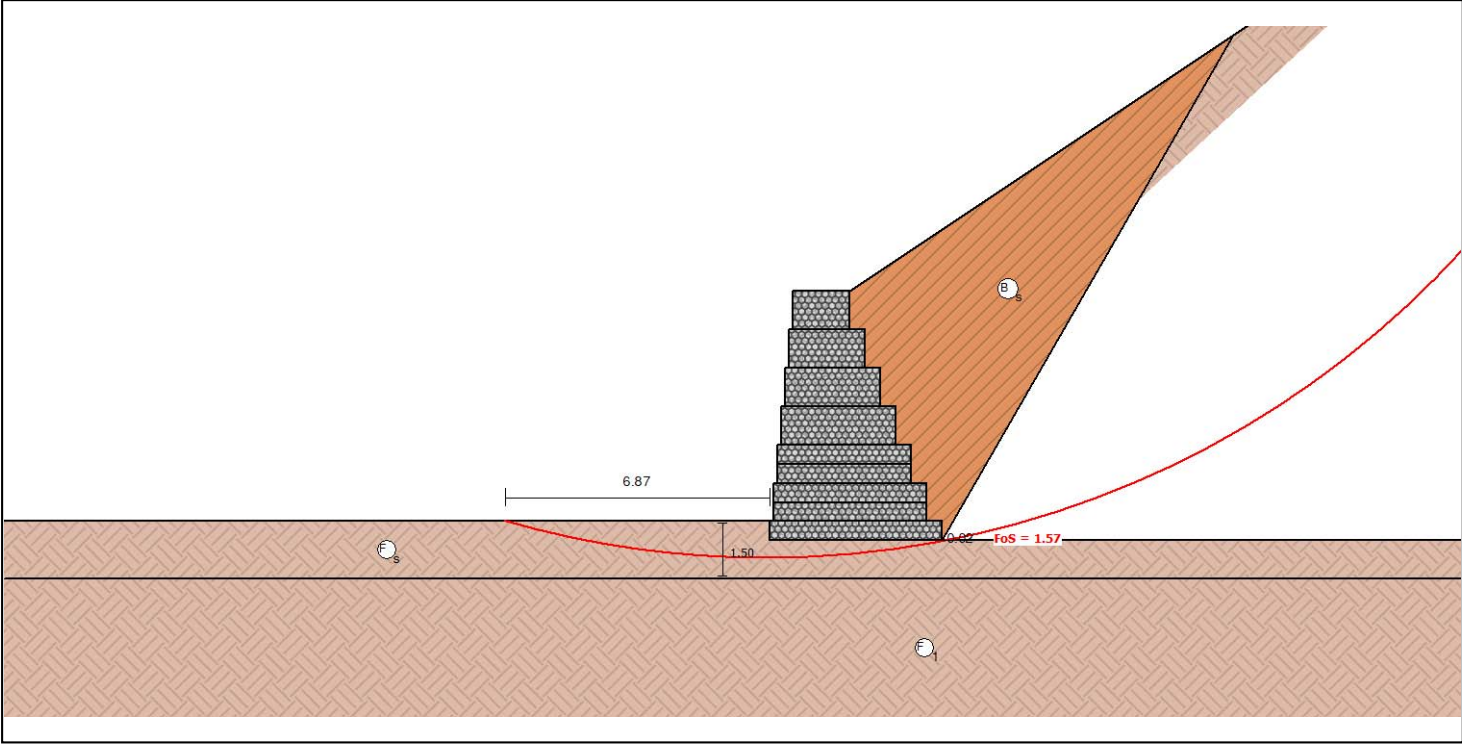
Mesh

GSC 0.5 GSC 1.0

Gabion POLIMAC™ 80/489	978	489
------------------------	-----	-----

● Resultados

ELU Estado Limite Último
Geometria do Muro



Resultados das Análises

Empuxos Ativo e Passivo

Empuxo Ativo [kN/m]	286.86
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	3.70
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	2.17
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	48.77
Empuxo Passivo [kN/m]	19.82
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	0.00
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	0.17
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	0.00

Deslizamento

Força normal sob a base [kN/m]	543.51
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	1.86
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	0.00
Força atuante tangencial [kN/m]	189.08
Força resistente tangencial [kN/m]	667.55
Deslizamento	3.53

Tombamento

Momento Atuante [kN/m x m]	409.67
Momento Resistente [kN/m x m]	1419.74
Tombamento	3.47

Tensões Atuantes na Fundação

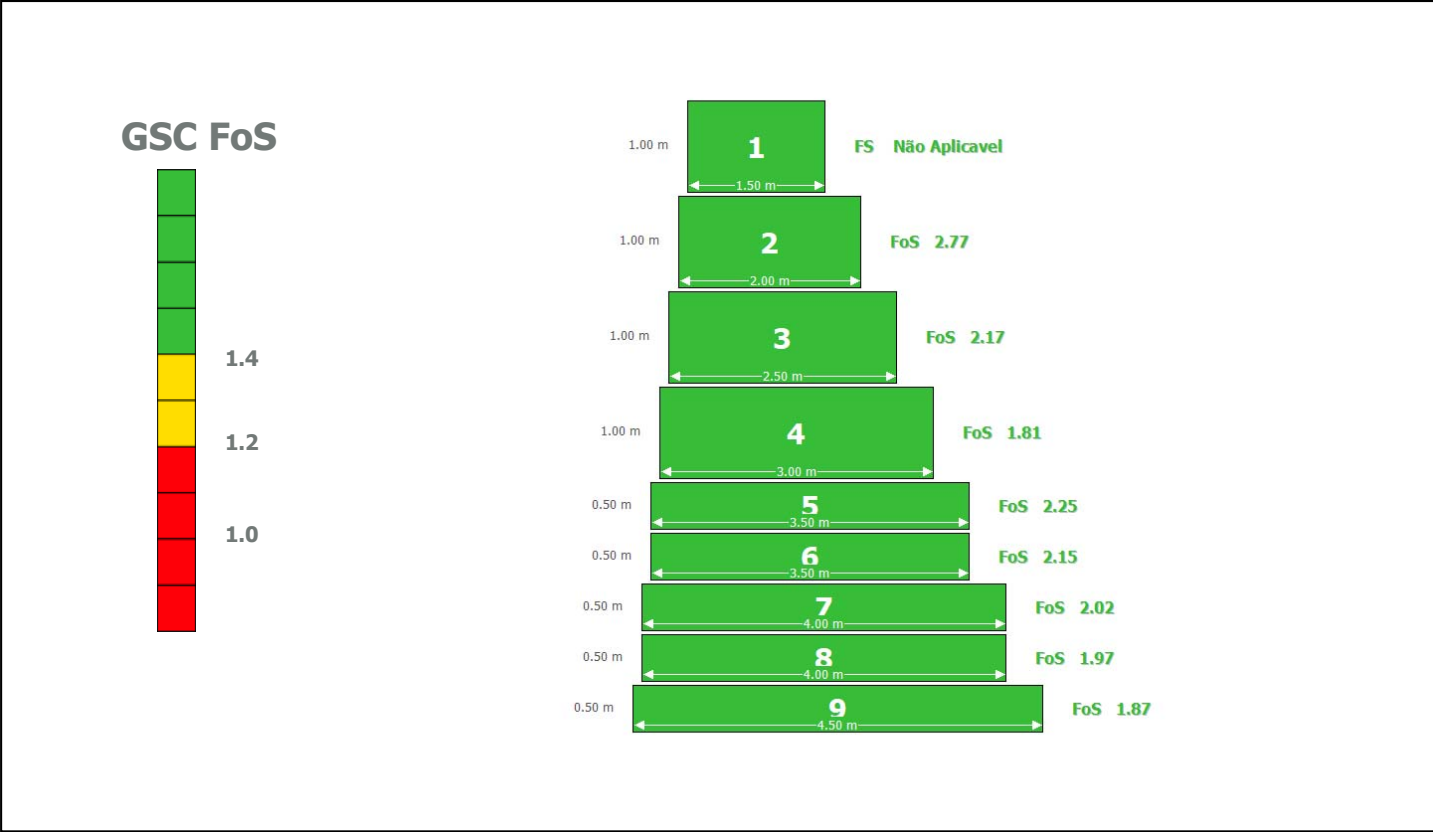
Excentricidade	0.39
Tensão normal na borda externa [kN/m²]	183.84
Tensão normal na borda interna [kN/m²]	57.72
Tensão última da fundação [kN/m²]	24873.24
Tensão na Base esq.	135.30
Tensão na Base dir.	430.93

Estabilidade Global / Bishop

Centro do arco ref. ao eixo X [m]	-0.09
Centro do arco ref. ao eixo Y [m]	24.13
Global	1.57

Resultados

ELS Estado Limite de Serviço
Gabion Serviceability Coefficient



ELU Estado Limite Último

Externa

Tombamento		Deslizamento		Tensão na Base esq.		Tensão na Base dir.		Global	
FoS	3.47	FoS	3.53	FoS	135.30	FoS	430.93	FoS	1.57

Interna

Camada	H [m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kN/m x m]	τ _{Max} [kN/m]	τ _{All} [kN/m²]	τ FoS	σ _{Max} [kN/m²]	σ _{All} [kN/m²]	σ FoS
1	1.00	25.41	0.00	19.06	0.00	36.46	N.A.	16.94	552.79	32.63
2	2.00	66.78	8.98	63.02	4.49	52.91	11.78	35.38	552.79	15.62
3	3.00	135.88	36.16	153.29	14.47	73.87	5.11	60.22	552.79	9.18
4	4.00	219.29	66.37	283.30	22.12	92.61	4.19	84.87	552.79	6.51
5	4.50	299.57	99.41	462.71	28.40	115.99	4.08	96.97	552.79	5.70
6	5.00	336.94	119.87	486.85	34.25	126.67	3.70	116.60	552.79	4.74
7	5.50	427.69	153.67	727.03	38.42	137.32	3.57	125.80	552.79	4.39
8	6.00	469.30	177.39	747.53	44.35	147.73	3.33	147.32	552.79	3.75

Informações do Projeto

Título	Rua México: Contenção Muro Gabião	Cliente	Prefeitura Municipal - BC	Descrição	Projeto de Contenção em Muro Gabião +
Número	Seção 02: Ext. 150m	Projetista	Autobahn Engenharia		Retaludamento na Rua México, em
					Balneário Camboriú

Comentários

Dados de Entrada

Dados sobre o muro

Inclinação do muro [°]	0.00
Peso específico da pedra [kN/m³]	24.20
Porosidade dos gabiões [%]	30.00
Geotêxtil no terrapleno	Sim
Redução do atrito [%]	5.00
Geotêxtil sob a base	Não
Redução do atrito [%]	0.00

Dados sobre o terrapleno

Inclinação do 1º trecho [°]	33.69
Comprimento do 1º trecho [m]	16.00
Inclinação do 2º trecho [°]	0.00
Peso específico do solo [kN/m³]	19.00
Ângulo de atrito do solo [°]	30.00
Coesão do solo [kN/m²]	15.00

Layer	Altura inicial [m]	Inclinação deg	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	0.00	60.00	19.00	15.00	30.00

Dados sobre a fundação

Altura da superfície superior [m]	0.50
Comprimento inicial [m]	7.00
Inclinação [°]	0.00
Peso específico do solo [kN/m³]	21.00
Ângulo de atrito do solo [°]	50.00
Coesão do solo [kN/m²]	0.00
Pressão admissível na fundação [kN/m²]	
Altura do nível d'água [m]	

Camada	Prof. [m]	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	1.00	19.00	20.00	35.00

Dados sobre as cargas

Cargas distribuídas sobre o terrapleno

Primeiro trecho [kN/m²]	q1	0.00
Segundo trecho [kN/m²]	q2	20.00

Cargas distribuídas sobre o muro

Carga [kN/m²]	
---------------	--

Linhas de carga sobre o terrapleno

Carga 1 [kN/m]	
----------------	--

Dist. ao topo do muro [m]

Carga 2 [kN/m]	
----------------	--

Dist. ao topo do muro [m]

Carga 3 [kN/m]	
----------------	--

Dist. ao topo do muro [m]

Linha de carga sobre o muro

Carga [kN/m]	
--------------	--

Dist. ao topo do muro [m]

Dados sobre a superfície freática

Altura inicial[m]	0.00
-------------------	------

Inclinação do 1º trecho [°]	0.00
-----------------------------	------

Comprimento do 1º trecho [m]	0.00
------------------------------	------

Inclinação do 2º trecho [°]	0.00
-----------------------------	------

Comprimento do 2º trecho [m]	0.00
------------------------------	------

Dados sobre as ações sísmicas

Coefficiente de aceleração horizontal	
---------------------------------------	--

Coefficiente de aceleração vertical	
-------------------------------------	--

Produto

Ambiente	Low Aggressive
----------	----------------

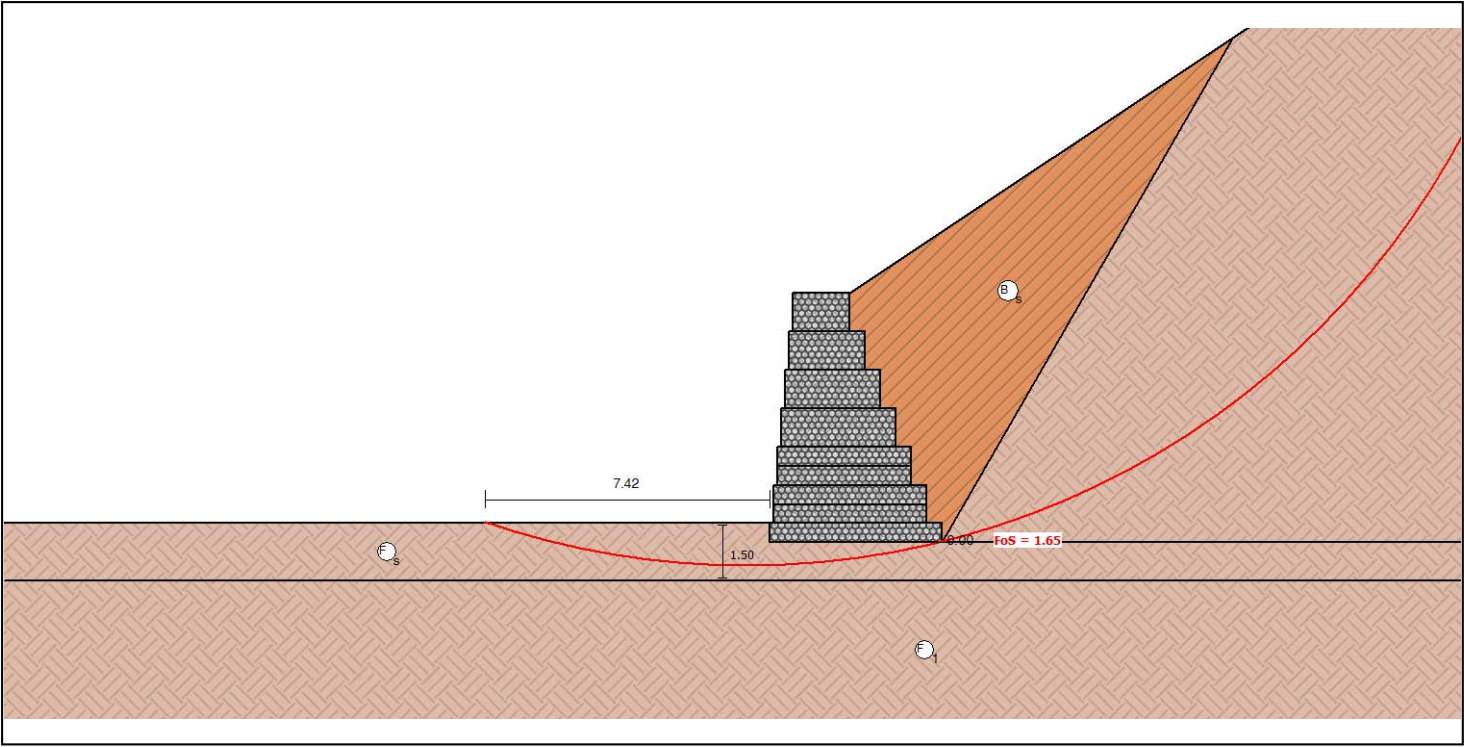
Mesh

GSC 0.5 GSC 1.0

Gabion POLIMAC™ 80/489	978	489
------------------------	-----	-----

● Resultados

ELU Estado Limite Último
Geometria do Muro



Resultados das Análises

Empuxos Ativo e Passivo

Empuxo Ativo [kN/m]	286.86
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	3.70
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	2.17
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	48.77
Empuxo Passivo [kN/m]	19.82
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	0.00
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	0.17
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	0.00

Deslizamento

Força normal sob a base [kN/m]	543.51
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	1.86
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	0.00
Força atuante tangencial [kN/m]	189.08
Força resistente tangencial [kN/m]	667.55
Deslizamento	3.53

Tombamento

Momento Atuante [kN/m x m]	409.67
Momento Resistente [kN/m x m]	1419.74
Tombamento	3.47

Tensões Atuantes na Fundação

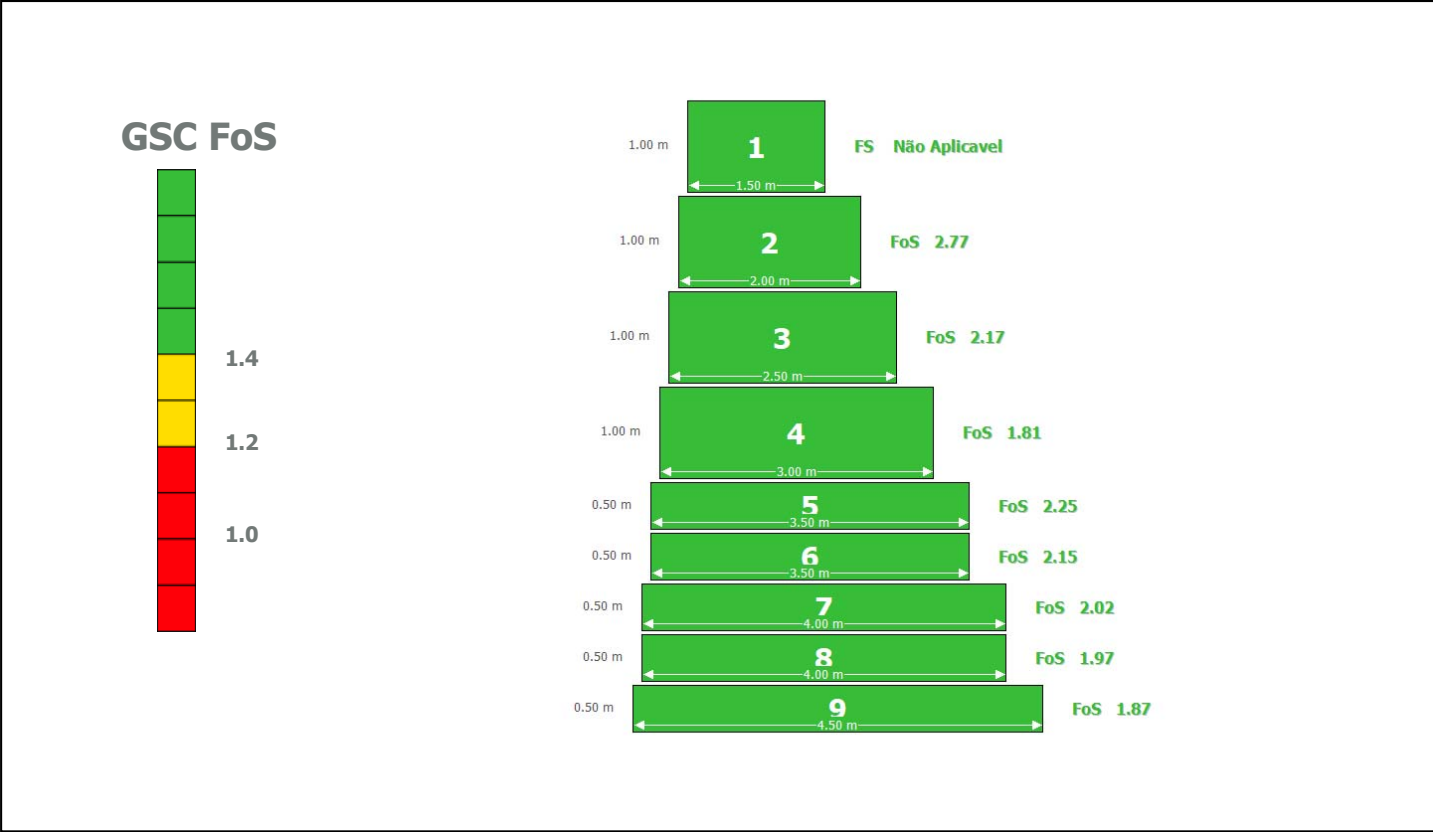
Excentricidade	0.39
Tensão normal na borda externa [kN/m²]	183.84
Tensão normal na borda interna [kN/m²]	57.72
Tensão última da fundação [kN/m²]	24873.24
Tensão na Base esq.	135.30
Tensão na Base dir.	430.93

Estabilidade Global / Bishop

Centro do arco ref. ao eixo X [m]	-0.60
Centro do arco ref. ao eixo Y [m]	20.53
Global	1.65

Resultados

ELS Estado Limite de Serviço
Gabion Serviceability Coefficient



ELU Estado Limite Último

Externa

Tombamento		Deslizamento		Tensão na Base esq.		Tensão na Base dir.		Global	
FoS	3.47	FoS	3.53	FoS	135.30	FoS	430.93	FoS	1.65

Interna

Camada	H [m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kN/m x m]	τ_{Max} [kN/m]	τ_{All} [kN/m²]	τ FoS	σ_{Max} [kN/m²]	σ_{All} [kN/m²]	σ FoS
1	1.00	25.41	0.00	19.06	0.00	36.46	N.A.	16.94	552.79	32.63
2	2.00	66.78	8.98	63.02	4.49	52.91	11.78	35.38	552.79	15.62
3	3.00	135.88	36.16	153.29	14.47	73.87	5.11	60.22	552.79	9.18
4	4.00	219.29	66.37	283.30	22.12	92.61	4.19	84.87	552.79	6.51
5	4.50	299.57	99.41	462.71	28.40	115.99	4.08	96.97	552.79	5.70
6	5.00	336.94	119.87	486.85	34.25	126.67	3.70	116.60	552.79	4.74
7	5.50	427.69	153.67	727.03	38.42	137.32	3.57	125.80	552.79	4.39
8	6.00	469.18	177.27	747.34	44.32	147.70	3.33	147.27	552.79	3.75

7 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

7.1 Introdução

O Projeto de Terraplenagem tem por objetivo a definição dos serviços necessários de movimentação de materiais para execução da solução projetada. No presente projeto, os serviços se resumem em determinação da área de limpeza e remoção da camada vegetal, escavação (corte) para retaludamento na área para implantação da solução geotécnica, escavação para execução do muro de contenção, reaterro e compactação simultâneo à execução do muro de contenção e destinação e transporte dos volumes de material excedentes com destino para bota-fora, incluindo o espalhamento e compactação deste material.

7.2 Serviços Preliminares

Os serviços preliminares compreendem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza (espessura de 20cm) nas áreas destinadas à implantação da obra, das obstruções naturais e/ou superficiais porventura existentes, tais como camada vegetal, arbustos, tocos, raízes, entulhos e matações soltos de pequeno porte. Este volume de limpeza gerado é destinado para bota-fora.

7.3 Escavação (Corte) para Retaludamento e Execução do Muro de Contenção

A solução geotécnica prevê o retaludamento no segmento, realizado a partir da escavação (corte) do talude, de acordo com a inclinação prevista em projeto. São projetadas banquetas intermediárias à altura da escavação, com 3 m de largura e inclinação de 3% em direção ao talude superior. Além disso, é também necessário realizar a escavação para execução do muro de contenção. O volume gerado de escavação foi cubado, devendo o material excedente ser destinado para bota-fora.

7.4 Reaterro e Compactação

Simultâneo à execução do muro de contenção em gabião deve ser realizado o reaterro atrás do muro, com material de boa qualidade, não podendo apresentar matéria orgânica e outras impurezas, sendo compactado em camadas com espessura máxima acabada de 20cm, até atingir o grau de compactação de 100% em relação à energia normal de compactação, e desvio de umidade máximo de 2%. Junto à face, com largura mínima de 1,0m, a compactação deve ser processada através de uso de placas vibratórias ou sapos mecânicos, para evitar dano pela proximidade do rolo compactador.

Cabe ressaltar que a execução da face, colocação dos gabiões e a execução do aterro devem ocorrer de forma simultâneas, ou seja, o levantamento do muro deve ser efetuado concomitantemente com a execução do aterro.

7.5 Bota-Fora

O volume de limpeza proveniente da remoção da camada vegetal, assim como o volume excedente gerado pelas escavações provenientes da solução geotécnica, deverá ser destinado para bota-fora. Este material depositado em bota-fora deverá ser espalhado e compactado. A distância de transporte para bota-fora foi estimada com base no posicionamento do local da obra, sendo a DMT= 3 km.

8 PROJETO DE DRENAGEM

8.1 Introdução

O Projeto de Drenagem consiste na definição e dimensionamento das estruturas de captação, controle e condução das águas pluviais, a fim de evitar danos que possam vir a causar ao corpo das ruas.

Como denota o “Manual de Pavimentação” do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), quase todos os materiais empregados na pavimentação têm seu comportamento fortemente afetado por variações no seu teor de umidade. Não obstante, outros elementos rodoviários, que fazem parte da infraestrutura viária, tais como taludes de cortes e de aterros, também são suscetíveis à ação das águas.

Falhas no sistema de drenagem da rodovia podem provocar danos severos aos usuários (e conseqüentemente ao patrimônio), dos quais assumem papel relevante:

- Redução da capacidade de suporte do solo de fundação (subleito), em virtude de sua saturação, acrescida ou não de alteração de volume (expansão);
- Bombeamento de finos de solo do subleito e materiais granulares das demais camadas do pavimento, com perda da capacidade de suporte;
- Arrastamento de partículas dos solos e materiais granulares superficiais, em virtude da velocidade do fluxo d'água.

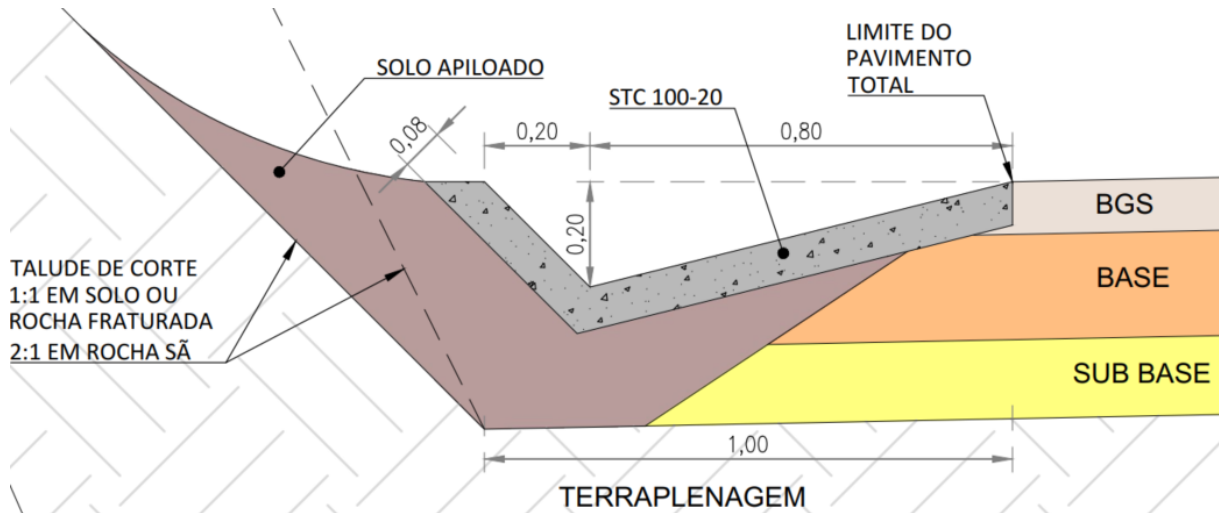
Os dispositivos que compõem o sistema de drenagem e são objetos do projeto podem ser englobados em três classes, segundo a utilização dos mesmos: Drenagem Superficial e Drenagem Profunda.

8.2 Sarjeta de Corte

A sarjeta de corte tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre as áreas terraplenadas ou pavimentadas e conduzi-las longitudinalmente, até o ponto de transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para os bueiros. As sarjetas estão localizadas nos cortes de altura maior que 0,40 metros, sendo construídas nas bordas dos trechos de corte, terminando em pontos de passagem de corte para aterro.

Foi especificada uma seção padrão de forma triangular, conforme mostrado na figura a seguir, que apresenta boa capacidade de vazão e reduzidos riscos de acidentes.

Figura 2 – Seção-tipo da Sarjeta de Corte



Para o cálculo da descarga de projeto, determinou-se a contribuição por metro linear da estrada pela aplicação da fórmula racional, uma vez em que as áreas de contribuição, sendo pequenas, estão dentro do limite de aplicabilidade desse método. A fórmula básica é dada por:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{36 \times 10^4}$$

Onde:

Q = descarga por metro linear da rodovia, em m³/s/m;

C = coeficiente médio de escoamento superficial, adimensional;

i = intensidade de precipitação, em cm/h;

A = área de contribuição por metro linear de sarjeta, em m²/m.

A capacidade máxima da sarjeta foi obtida pela associação das equações de Manning e da continuidade, respectivamente:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Onde:

V = velocidade de escoamento, em m/s;

R = raio hidráulico, em m;

I = declividade da sarjeta, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade, adimensional.

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

A = área molda da sarjeta, em m².

Do que resulta:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Onde:

Q = vazão máxima admissível, em m³/s;

Fixada a seção prévia da sarjeta, determinou-se as capacidades de vazões e as velocidades em função da declividade para a sarjeta em corte trabalhando na seção máxima, conforme mostrado na tabela a seguir, onde foram atribuídas as áreas e comprimentos críticos para cada nível de declividade. Para o comprimento crítico, admitiu-se uma área de contribuição linear média dada pela semi-largura da pista de 3,75 m mais um talude de corte médio de 5 metros de altura.

Tabela 4 – Vazões e Velocidades da Sarjeta de corte em função da declividade

STC - A= 52,61 m ² /m		STC - A= 33,51 m ² /m		STC - A= 26,37 m ² /m		STC - A= 39,73 m ² /m	
TIPO	STC 108-25	TIPO	STC 108-25	TIPO	STC 108-25	TIPO	STC 108-25
B =	1,08	B =	1,08	B =	1,08	B =	1,08
hT =	0,25	hT =	0,25	hT =	0,25	hT =	0,25
hm =	0,25	hm =	0,25	hm =	0,25	hm =	0,25
talude1 =	4,00	talude1 =	4,00	talude1 =	4,00	talude1 =	4,00
talude2 =	0,32	talude2 =	0,32	talude2 =	0,32	talude2 =	0,32
Am (m ²) =	0,14	Am (m ²) =	0,14	Am (m ²) =	0,14	Am (m ²) =	0,14
Pm (m) =	1,29	Pm (m) =	1,29	Pm (m) =	1,29	Pm (m) =	1,29
Rh (m) =	0,10	Rh (m) =	0,10	Rh (m) =	0,10	Rh (m) =	0,10
n =	0,015	n =	0,015	n =	0,015	n =	0,015
i máx (%) =	8,95	i máx (%) =	8,95	i máx (%) =	8,95	i máx (%) =	8,95

I (%)	V (m/s)	Q (m³/s)	Q (L/s)	A crítica (m)	L crítico (m)
0,50	1,06	0,14	143,23	12.270,98	229,75
1,00	1,50	0,20	202,55	17.353,79	324,91
1,50	1,84	0,25	248,08	21.253,97	397,94
2,00	2,12	0,29	286,45	24.541,97	459,50
2,50	2,37	0,32	320,27	27.438,75	513,73
3,00	2,60	0,35	350,83	30.057,65	562,77
3,50	2,81	0,38	378,94	32.465,97	607,86
4,00	3,00	0,41	405,11	34.707,58	649,83
4,50	3,18	0,43	429,68	36.812,95	689,24
5,00	3,35	0,45	452,92	38.804,25	726,53
5,50	3,52	0,48	475,03	40.698,25	761,99
6,00	3,68	0,50	496,15	42.507,93	795,87
6,50	3,83	0,52	516,41	44.243,66	828,37
7,00	3,97	0,54	535,91	45.913,81	859,64
7,50	4,11	0,55	554,72	47.525,31	889,81
8,00	4,24	0,57	572,91	49.083,93	918,99
8,50	4,37	0,59	590,54	50.594,56	947,28
9,00	4,50	0,61	607,66	52.061,37	974,74
9,50	4,62	0,62	624,31	53.487,97	1.001,45
10,00	4,74	0,64	640,53	54.877,50	1.027,47
I (%)	V (m/s)	Q (m³/s)	Q (L/s)	A crítica (m)	L crítico (m)
0,50	1,06	0,14	143,23	12.270,98	360,66
1,00	1,50	0,20	202,55	17.353,79	510,05
1,50	1,84	0,25	248,08	21.253,97	624,68
2,00	2,12	0,29	286,45	24.541,97	721,32
2,50	2,37	0,32	320,27	27.438,75	806,46
3,00	2,60	0,35	350,83	30.057,65	883,43
3,50	2,81	0,38	378,94	32.465,97	954,22
4,00	3,00	0,41	405,11	34.707,58	1.020,10
4,50	3,18	0,43	429,68	36.812,95	1.081,98
5,00	3,35	0,45	452,92	38.804,25	1.140,51
5,50	3,52	0,48	475,03	40.698,25	1.196,17
6,00	3,68	0,50	496,15	42.507,93	1.249,36
6,50	3,83	0,52	516,41	44.243,66	1.300,38
7,00	3,97	0,54	535,91	45.913,81	1.349,47
7,50	4,11	0,55	554,72	47.525,31	1.396,83
8,00	4,24	0,57	572,91	49.083,93	1.442,64
8,50	4,37	0,59	590,54	50.594,56	1.487,04
9,00	4,50	0,61	607,66	52.061,37	1.530,15
9,50	4,62	0,62	624,31	53.487,97	1.572,08
10,00	4,74	0,64	640,53	54.877,50	1.612,92

I (%)	V (m/s)	Q (m³/s)	Q (L/s)	L crítico (m)
0,50	1,06	0,14	143,23	458,44
1,00	1,50	0,20	202,55	648,33
1,50	1,84	0,25	248,08	794,04
2,00	2,12	0,29	286,45	916,88
2,50	2,37	0,32	320,27	1.025,10
3,00	2,60	0,35	350,83	1.122,94
3,50	2,81	0,38	378,94	1.212,91
4,00	3,00	0,41	405,11	1.296,66
4,50	3,18	0,43	429,68	1.375,31
5,00	3,35	0,45	452,92	1.449,71
5,50	3,52	0,48	475,03	1.520,47
6,00	3,68	0,50	496,15	1.588,07
6,50	3,83	0,52	516,41	1.652,92
7,00	3,97	0,54	535,91	1.715,32
7,50	4,11	0,55	554,72	1.775,52
8,00	4,24	0,57	572,91	1.833,75
8,50	4,37	0,59	590,54	1.890,19
9,00	4,50	0,61	607,66	1.944,99
9,50	4,62	0,62	624,31	1.998,28
10,00	4,74	0,64	640,53	2.050,20
I (%)	V (m/s)	Q (m³/s)	Q (L/s)	L crítico (m)
0,50	1,06	0,14	143,23	304,21
1,00	1,50	0,20	202,55	430,22
1,50	1,84	0,25	248,08	526,91
2,00	2,12	0,29	286,45	608,42
2,50	2,37	0,32	320,27	680,24
3,00	2,60	0,35	350,83	745,16
3,50	2,81	0,38	378,94	804,87
4,00	3,00	0,41	405,11	860,44
4,50	3,18	0,43	429,68	912,63
5,00	3,35	0,45	452,92	962,00
5,50	3,52	0,48	475,03	1.008,95
6,00	3,68	0,50	496,15	1.053,82
6,50	3,83	0,52	516,41	1.096,85
7,00	3,97	0,54	535,91	1.138,25
7,50	4,11	0,55	554,72	1.178,21
8,00	4,24	0,57	572,91	1.216,85
8,50	4,37	0,59	590,54	1.254,30
9,00	4,50	0,61	607,66	1.290,66
9,50	4,62	0,62	624,31	1.326,03
10,00	4,74	0,64	640,53	1.360,47

8.3 Meio-fio Conjugado com Sarjeta

O meio-fio conjugado com sarjeta é um dispositivo que tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre as áreas terraplenadas ou pavimentadas de modo a impedir que provoquem erosões nas suas bordas ou no talude do aterro, conduzindo-as ao local de deságue seguro.

Os meios-fios estão localizados nos aterros de altura maior que 1,00 m, considerando a partir do greide de terraplenagem até o terreno expurgado, ou nas passagens de corte para aterro, sendo construídos nas margens da plataforma de pavimentação e terminando nas descidas d'água. A figura a seguir mostra a seção de meio-fio conjugado escolhida para o projeto.

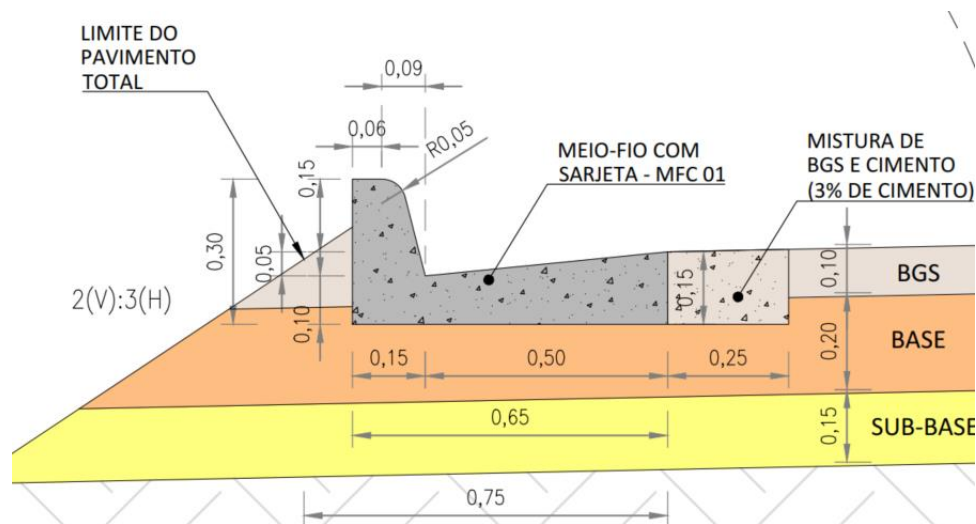


Figura 3 – Seção-tipo do Meio-fio

A metodologia de cálculo se baseou em determinar o comprimento crítico para as diversas declividades do greide, fixada a seção prévia, conforme já mostrado nas equações do item anterior (sarjetas). A capacidade máxima do meio-fio conjugado com sarjeta foi obtida pela associação das equações de Manning e da continuidade, por meio da equação:

$$d = 36 \times 10^4 \times \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{C \times i \times L \times n}$$

Onde:

d = comprimento crítico, em m;

A = Área da meia pista, em m²/m;

i = intensidade de chuva, em cm/h;

C = coeficiente de escoamento;

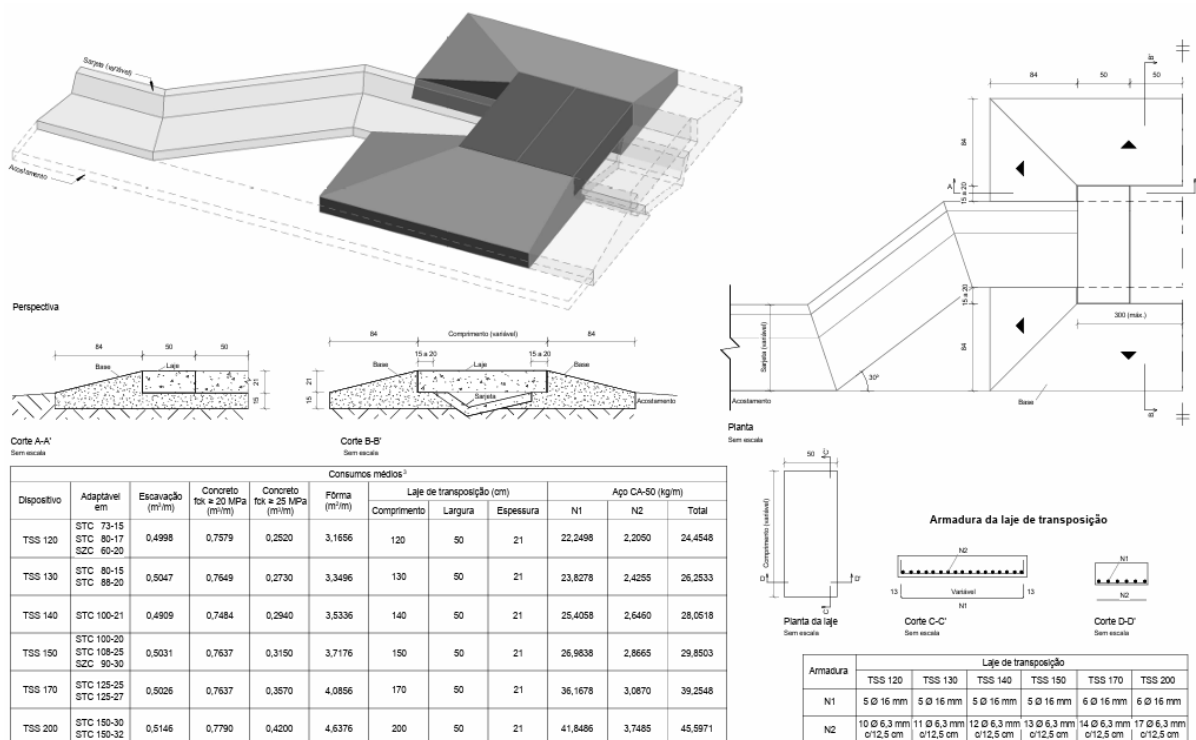
Na tabela a seguir são mostradas as vazões e velocidades, considerando o dispositivo trabalhando em seção máxima, conforme a variação das declividades até a declividade máxima dos greides presente no projeto.

Apesar do pior caso apontar para um comprimento crítico de 49,5 metros de meio-fio, como fator de segurança e por características construtivas adotou-se 40 metros como o comprimento máximo do meio-fio até a descida d'água.

Tabela 5 – Vazões e Velocidades meio-fio em função da declividade

I (%)	V (m/s)	Q (L/s)	L crítico (m)
0,50	0,39	5,02	59,902
1,00	0,55	7,10	84,714
1,50	0,68	8,69	103,753
2,00	0,78	10,04	119,804
2,50	0,88	11,22	133,945
3,00	0,96	12,29	146,729
3,50	1,04	13,28	158,485
4,00	1,11	14,20	169,428
4,50	1,18	15,06	179,705
5,00	1,24	15,87	189,426
5,50	1,30	16,65	198,672
6,00	1,36	17,39	207,506
6,50	1,41	18,10	215,979
7,00	1,47	18,78	224,132
7,50	1,52	19,44	231,999
8,00	1,57	20,07	239,607
8,50	1,62	20,69	246,981
9,00	1,66	21,29	254,142
9,50	1,71	21,88	261,106
10,00	1,75	22,44	267,889
10,50	1,80	23,00	274,505
11,00	1,84	23,54	280,964
11,50	1,88	24,07	287,279
12,00	1,92	24,59	293,458

Em alguns casos, poderá ser necessária transposição de sarjeta, quando esta necessitar cruzar os acessos para dar destino a águas em situação de confinamento. Nestes casos, recomenda-se utilizar exemplo conforme IPR-736:



8.4 Descida d'Água

A descida d'água tem como objetivo conduzir as águas captadas das sarjetas de aterros pelos taludes de aterro, e são locadas nos pontos baixos ou nos trechos onde o meio-fio conjugado com sarjeta atinge seu comprimento crítico.

As descidas d'água têm sua inclinação normal segundo a saia do aterro podendo ser do tipo rápido ou em degraus. O segundo tipo será implantado nos trechos de maiores declividades, em função da velocidade limite do escoamento para que não provoque erosão nos taludes e seja reduzida a energia do fluxo de água.

Esses dispositivos foram dimensionados, conforme as equações já apresentadas, para velocidade máxima de escoamento de 4,5 m/s, obtendo-se uma vazão máxima de 54 L/s, suficiente para comportar as vazões conduzidas pelo meio-fio conjugado.

8.5 Valeta de Condução

As valetas têm configuração semelhante a um sistema de canais, e visam interceptar e regularizar o escoamento natural na área interna das quadras, encaminhando-as para um bueiro ou um deságue natural, de forma a limitar os efeitos de erosão do solo e evitar formação de caminhos de drenagem preferenciais nesses locais, resguardando a integridade e segurança das estruturas. Serão locadas nas linhas dos pontos mais baixos da terraplenagem dos campos solares ou paralelas aos offsets de terraplenagem.

Para cada valeta de condução foi definida uma vazão proporcional ao percentual da área da microbacia da quadra que escoar sobre ela, somadas às contribuições pontuais afluentes de outras valetas ou bueiros.

Para o dimensionamento das seções hidráulicas foi utilizada a equação de Manning mostrada anteriormente, com coeficiente correspondente ao revestimento adotado. O objetivo do dimensionamento foi encontrar seções-tipo capazes de atender a determinadas áreas máximas, respeitando a folga mínima da seção estabelecida pelo DNIT (Tabela 6), e a declividade máxima associada para que a velocidade do dispositivo não seja superior a 4,5 m/s.

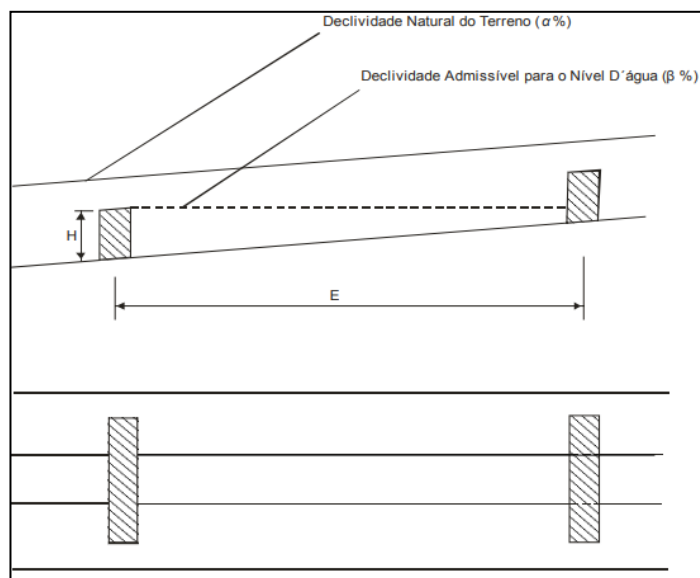
Tabela 6 – Folga para valetas revestidas (DNIT, IPR 724)

Q (m³/s)	Folga (cm)
Até - 0,25	10
0,25 - 0,56	13
0,56 - 0,84	14
0,84 - 1,40	15
1,40 - 2,80	18
acima de 2,80	20

Nos casos em que a declividade do terreno natural ou terraplenagem da quadra excede a declividade máxima de dimensionamento, a valeta deverá ser escalonada em trechos de menor declividade por meio de degraus transversais, conforme mostrado na figura 19, para que sejam respeitados os limites máximos da velocidade de escoamento no concreto. Para o cálculo do espaçamento entre degraus deverá ser utilizada a fórmula a seguir:

$$E = \frac{100 \times H}{\alpha - \beta}$$

Figura 4 – Escalonamento de Valetas



Foram definidas valetas de seção retangular ou trapezoidal, com dimensões de altura e largura variadas para atender às descargas de projeto, conforme mostrado nas figuras a seguir.

Figura 5 – Valetas de Condução seção Retangular

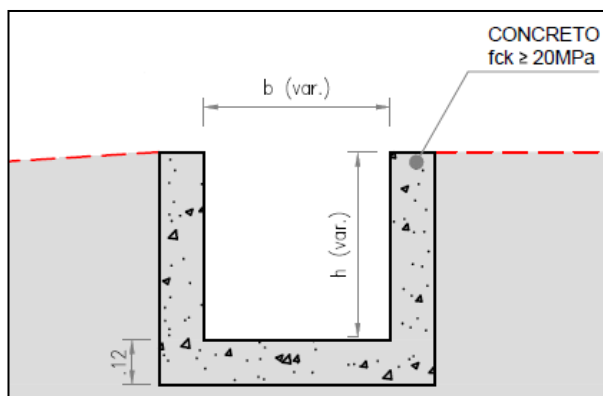
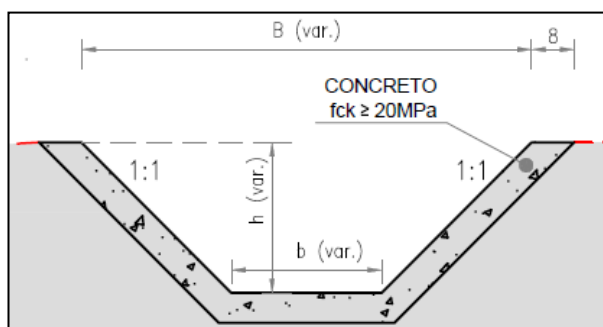


Figura 6 – Valetas de Condução seção Trapezoidal



A tabela 7 contém um resumo do dimensionamento das seções tipo e declividades das valetas mais utilizadas, ressaltando que há casos particulares em que é necessário a utilização de seções com dimensões especiais para atender a demanda de vazões. No anexo I será disponibilizada a planilha com o dimensionamento completo de cada trecho de valeta, indicado nos projetos de drenagem. Nos casos onde houver velocidades superiores a 4,5 m/s deverá ser implantado escoamento em degraus, para dissipação da energia do escoamento e redução das velocidades, de acordo com as recomendações presentes nos manuais do DNIT.

Tabela 7 – Resumo do Dimensionamento das principais seções de valetas definidas

Valeta Tipo	Área da Bacia (ha)	Q total de projeto (m³/s)	Decliv. Méd.	Decliv. Máx.	Decliv. Min.	Raio de curvatura (m)	Geometria Seção	Largura da superfície do escoamento "B" (m)	Largura da base "b" (m)	Altura da valeta "h" (m)	Folga "f" (m)	Altura de água "Yn" (m)	Largura do topo da valeta (m)	Talude "z"	A (m²)	P (m)	Rh (m)	Tipo Revest.	n	Vmáx (m/s)	Q disponível (m³/s)
VP BACIA 01	0,27	0,0314	15,07%	158,52%	10,65%	1,80	Trapezoidal	0,60	0,50	0,15	0,10	0,05	0,80	1,00	0,03	0,64	0,04	Grama	0,035	1,359	0,037
VP BACIA 02	0,11	0,0134	13,62%	195,25%	11,54%	0,90	Trapezoidal	0,30	0,20	0,15	0,10	0,05	0,50	1,00	0,01	0,34	0,04	Grama	0,035	1,163	0,015

Devem ser previstas travessias das valetas de drenagem, destinadas à passagem de pedestres e veículos pequenos de operação e manutenção, em locais a serem determinados por estudo de logística de manutenção dos equipamentos.

9 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

9.1 Introdução

O projeto de obras complementares prevê o seguinte item:

- Implantação de Calçada.

9.2 Implantação de Calçada

Os passeios para pedestres (calçadas) são parte integrante do sistema viário, destinando-se à circulação de pessoas, implantação de mobiliário urbano e sinalização, propiciando um local seguro para mobilidade de pedestres.

O projeto indica a implantação de calçada, sendo esta de concreto, com acabamento convencional e espessura de 8cm. A largura das calçadas projetadas é de 1,5m. Como base de estrutura da calçada, faz-se necessário a execução de uma camada de lastro de brita com 7cm de espessura, e largura de 2,0m, compreendendo toda a extensão da calçada e mais uma faixa de segurança de 0,50m entre a calçada e o paramento da contenção, devendo o lastro de brita ser compactado com soquete vibratório. Desta forma, a estrutura da calçada é formada por: solo compactado, lastro de brita (5cm) e passeio em concreto (6cm).

Junto à implantação da calçada, é indicado também a implantação de piso podotátil em toda extensão da calçada, com dimensões 40x40cm.

A localização do segmento de implantação de passeio para pedestres e o detalhamento para sua execução estão sendo apresentados no Volume 2: Projeto de Execução.

10 PROJETO DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

10.1 Introdução

A sinalização de obras consiste no conjunto de sinais, dispositivos e características visuais próprias, com o objetivo principal de garantir a segurança dos usuários e dos trabalhadores da obra ou serviço, bem como a fluidez do tráfego nas áreas afetadas por intervenções temporárias na via (CONTRAN, 2017). A sinalização de obras tem por finalidade:

- Proteger os trabalhadores e os usuários da via em geral;
- Advertir os usuários da via sobre o caráter temporário da intervenção;
- Canalizar os usuários da via, conduzindo-os de forma segura;
- Regulamentar a velocidade e demais condições para o tráfego seguro;
- Orientar os usuários sobre caminhos alternativos, quando for o caso; e
- Reduzir o desconforto causado à população da área afetada pela intervenção.

O projeto de sinalização de obras foi desenvolvido de acordo com os seguintes documentos:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito / Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN/DENATRAN) – Volume VII: Sinalização Temporária, 2ª edição. Ministério das Cidades, 2021; e
- Manual de Sinalização de Obras e Emergência / Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 2010.

10.2 Diretrizes da Sinalização de Obras

Para o presente projeto é indicada a sinalização de obras do tipo **Bloqueio de uma faixa**, de modo que ocorram os movimentos de maneira segura para a realização da obra prevista. O conjunto de elementos que compõe a sinalização de obras é formado por placas de sinalização vertical e dispositivos de canalização e/ou bloqueio, para promover o correto direcionamento do fluxo, alertando os condutores, bloqueado e/ou canalizando o trânsito e delimitando a área de obras.

Para a sinalização vertical provisória, são indicadas placas nos seguintes padrões:

- Placa de Regulamentação: fundo branco, orla e tarja vermelha e símbolo preto;
- Placa de Advertência: fundo laranja e orla, legenda e símbolos pretos; e
- Placa de Indicação: fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos.

As placas indicadas devem ser confeccionadas em chapas de aço galvanizado nº 16 e película retrorrefletiva tipo III + III. Os suportes e travessas para placas devem ser implantados em madeira de lei tratado, se seção quadrada 8 x 8cm.

10.3 Implantação da Sinalização de Obras

A sequência da implantação da sinalização de obras deve se iniciar sempre pelas áreas mais distantes do local de obras, ou seja, aquelas anteriores à obra no sentido do fluxo de veículos. Ocorrendo situações onde a sinalização de obras conflita com a sinalização existente da via, esta deve ser imediatamente recoberta ou removida até a desativação da situação provisória, a fim de não proporcionar dúvidas nos condutores.

É recomendável, sempre que possível, que a implantação da sinalização de obras ocorra fora dos dias e horários de maior movimento da via, de modo a reduzir o impacto das obras na fluidez e segurança do tráfego.

10.4 Manutenção da Sinalização de Obras

Todos os dispositivos de sinalização implantados precisam ser conservados, tanto no que se refere à limpeza destes, para sua boa visualização, quanto à imediata reposição dos materiais danificados ou furtados, senta esta obrigação do responsável pela implantação da sinalização. Além disso, deve-se manter os sinais implantados nos locais adequados, conforme projeto. É necessário também manter a pista de rolamento permanentemente limpa e isenta de vestígios da obra.

10.5 Desativação da Sinalização de Obras


A desativação da sinalização provisória somente pode ocorrer após a conclusão das obras e desativação de todas as dependências da mesma, devendo obedecer ao inverso do critério utilizado para a sua implantação, ou seja, a remoção dos dispositivos deve ocorrer da sinalização do término das obras para a pré-sinalização. A remoção dos dispositivos deve se dar com a maior brevidade possível, a fim de não prejudicar a credibilidade da sinalização existente.

O procedimento de desativação da sinalização de obras deve obedecer a seguinte sequência:

- Recolocação da sinalização definitiva (quando esta for removida) com as placas cobertas;
- Bloqueio momentâneo da pista de rolamento;
- Retirada de todos os dispositivos utilizados para o desvio do tráfego;
- Remoção da sinalização provisória;
- Remoção das coberturas das placas da sinalização definitiva; e
- Abertura do tráfego para sua situação normal.

A prancha do projeto de sinalização de obras que deverá ser implantada para a realização das obras de contenção está sendo apresentada no Volume 2: Projeto de Execução.

11 QUADRO DE QUANTIDADES

QUADRO DE QUANTIDADES					
PROJETO:		CONTENÇÃO NA RUA MÉXICO - BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC			
ITEM	CÓDIGO	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.
1 GEOTÉCNICO					
1.1	3205868	SICRO	Gabião Caixa 2 x 1 x 0,50 m Zn/Al - D = 2,7mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m³	1.074,00
1.2	3205870	SICRO	Gabião Caixa 2 x 1 x 1,00 m Zn/Al - D = 2,7mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m³	2.907,00
1.3	2003866	SICRO	Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m	m²	4.172,00
1.4	1505877	SICRO	Enrocamento com pedra de mão, inclusive espalhamento e compactação mecânica - fornecimento e assentamento	m³	1.401,00
1.5	3205874	SICRO	Hidrossemeadura	m²	3.882,00
1.6	COMP	-	Geomanta antierosiva	m²	4.465,00
1.7	2003611	SICRO	Dreno subsuperficial - DSS 04 - tubo PEAD e brita comercial	m	210,00
2 TERRAPLENAGEM					
2.1	5501700	SICRO	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m	m²	4.990,00
2.2	5501875	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 0 a 50 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15.662,00
2.3	5502825	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 3000	m³	6.995,00
2.4	4413984	SICRO	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	m³	6.995,00
2.5	4815671	SICRO	Reaterro compactado	m³	15.662,00
3 DRENAGEM					
3.1	2003327	SICRO	Sarjeta triangular de concreto - STC 108-25 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	m	369,29
3.2	2003363	SICRO	Transposição de segmentos de sarjeta - TSS 04 - areia e brita comerciais	m	18,00
3.3	2003403	SICRO	Descida d'água de cortes em degraus - DCD 04 - areia e brita comerciais	m	29,08
3.4	2003305/A	SICRO	Valeta de proteção de cortes com revestimento vegetal - VPCG 50-15 - escavação mecânica	m	53,74
3.5	2003305/A	SICRO	Valeta de proteção de cortes com revestimento vegetal - VPCG 80-15 - escavação mecânica	m	102,01
3.6	2003477	SICRO	Caixa coletora de sarjeta - CCS 01 - com grelha de concreto - TCC 01 - areia e brita comerciais	und	1,00
3.7	804013	SICRO	Corpo de BSTC D = 0,40 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	m	9,00
3.8	2003369	SICRO	Meio-fio de concreto - MFC 01 - areia e brita comerciais - fôrma de madeira	m	213,00
3.9	2003618	SICRO	Boca de lobo simples - BLS 01 - areia e brita comerciais	und	1,00
4 OBRAS COMPLEMENTARES					
4.1	094991	SINAPI	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, não armado	m³	26,00
4.2	903845	SICRO	Lastro de brita comercial - espalhamento mecânico	m³	30,00
4.3	101094	SINAPI	Piso podotátil de alerta ou direcional, assentado sobre argamassa	m	210,00
5 SINALIZAÇÃO DE OBRAS					
5.1	5213572	SICRO	Placa em aço - película III + III - fornecimento e implantação	m²	13,00
5.2	5216111	SICRO	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação	unid.	16,00
5.3	5213835	SICRO	Cone plástico para canalização de trânsito - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	un. dia	1.500,00
5.4	5213345	SICRO	Barreira de sinalização tipo II de direcionamento ou bloqueio - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	un. dia	120,00
5.5	5213380	SICRO	Cavelete em polietileno zebrado com faixa refletiva e com sinalizador a LED com bateria - H = 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	un. dia	300,00

12 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)



1. Responsável Técnico

JEFFERSON CARDOSO

Título Profissional: Engenheiro Civil

RNP: 2518562150

Registro: 164528-8-SC

Empresa Contratada: AUTOBAHN ENGENHARIA DE INFRAESTRUTU

Registro: 157574-3-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: MUNICÍPIO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Endereço: RUA DINAMARCA, 320

Complemento: PREFEITURA MUNICIPAL

Cidade: BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Valor: R\$ 138.551,91

Contrato: Nº 103/2024

Celebrado em: 06/05/2024

Vinculado à ART:

Bairro: das nações

UF: SC

CPF/CNPJ: 83.102.285/0001-07

Nº: 320

CEP: 88338-900

Ação Institucional:

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Endereço: RUA MEXICO

Complemento:

Cidade: BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Data de Início: 06/05/2024

Previsão de Término: 06/08/2024

Finalidade:

Bairro: NACOES

UF: SC

CPF/CNPJ: 83.102.285/0001-07

Nº: s/n

CEP: 88338-223

Coordenadas Geográficas:

Código:

4. Atividade Técnica

Coordenação	Estudo	Projeto
Geotecnia		
	Dimensão do Trabalho:	240,00 Metro(s)
Coordenação	Estudo	Projeto
Serviço topografico Planialtimétrico		
	Dimensão do Trabalho:	10.000,00 Metro(s) Quadrado(s)
Coordenação	Estudo	Projeto
Drenagem		
	Dimensão do Trabalho:	240,00 Metro(s) Orçamento
Elaboração	Anteprojeto	Projeto
Traçado viário - projeto geométrico		
	Dimensão do Trabalho:	240,00 Metro(s) Orçamento
Coordenação	Projeto	Orçamento
Terraplenagem		
	Dimensão do Trabalho:	4.000,00 Metro(s) Quadrado(s)
Coordenação	Projeto	Orçamento
Estabilidade e contenção de taludes e encostas		
	Dimensão do Trabalho:	4.000,00 Metro(s) Quadrado(s)
Projeto		
Sinalização		
	Dimensão do Trabalho:	240,00 Metro(s)
Levantamento	Laudo	
Sondagem		
	Dimensão do Trabalho:	60,00 Metro(s)

5. Observações

Contratação de empresa especializada para elaboração estudos e projetos para estabilização de talude na Rua México (extensão de 240 metros), Balneário Camboriú.

6. Declarações

A acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

- A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 10/05/2024: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 262,55 | Data Vencimento: 20/05/2024 | Registrada em: 10/05/2024
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número: 14002404000208757
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas


Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 10 de Maio de 2024

JEFFERSON CARDOSO
055.762.849-09

13 TERMO DE ENCERRAMENTO

Encerra-se aqui o produto denominado **Relatório de Acompanhamento – RA 01**, sendo este parte integrante do produto **Estudos e Projetos para Estabilização de Talude na Rua México – Balneário Camboriú/SC**, apresentado pela **Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S** para a Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.



JEFFERSON CARDOSO

Engº Civil – CREA-SC 164528-8

Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S