

ESTADO DE SANTA CATARINA  
PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE  
INFRAESTRUTURA DO TERCEIRO TRECHO  
DA AVENIDA MARTIN LUTHER (RUA DAS  
GAIVOTAS ATÉ A DIVISA MUNICIPAL DE  
ITAJAÍ – RIBEIRÃO ARIRIBÁ), COM  
EXTENSÃO DE 1,50km**

**PROJETO EXECUTIVO**

**VOLUME 1: MEMÓRIA DESCRITIVA**



AGOSTO/2024

ESTADO DE SANTA CATARINA  
MUNICÍPIO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE  
INFRAESTRUTURA DO TERCEIRO TRECHO  
DA AVENIDA MARTIN LUTHER (RUA DAS  
GAIVOTAS ATÉ A DIVISA MUNICIPAL DE  
ITAJAÍ – RIBEIRÃO ARIRIBÁ), COM  
EXTENSÃO DE 1,50km**

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

**Contrato:** 251/2023

**VOLUME 1: MEMÓRIA DESCRITIVA**

AGOSTO/2024

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4 ESTUDO DE TRÁFEGO .....</b>	<b>40</b>
4.1 Introdução .....	41
4.2 Metodologia Geral .....	41
4.3 Elementos Adotados no Estudo .....	41
4.4 Dados Existentes .....	41
4.5 Contagens Volumétrica e Classificatória Direcional .....	42
4.6 Método de contagens .....	44
4.7 Resultados das contagens .....	44
4.8 Volume Médio Diário Anual (VMDA) .....	56
4.9 Projeção do tráfego .....	61
4.10 Número de operações do eixo padrão N8,2t .....	63
<b>5 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS .....</b>	<b>68</b>
<b>6 ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....</b>	<b>72</b>
6.1 Introdução .....	73
6.2 Tipo climático .....	75
6.3 Pluviometria .....	76
6.4 Escolha da estação pluviométrica .....	76
6.5 Caracterização geomorfológica da região .....	77
6.6 Estação pluviométrica adotada .....	77
6.7 Processamento dos dados .....	79
6.8 Processamento de dados pluviométricos .....	79
6.9 Curvas de Intensidade - Duração - Frequência .....	82
6.10 Período de Recorrência .....	91
6.11 Estimativa das Vazões .....	91
6.12 Método Racional .....	91
<b>7 PROJETO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>96</b>
<b>8 PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....</b>	<b>108</b>
8.1 Introdução .....	109
8.2 Metodologia .....	109
8.3 Distribuição dos Volumes de Terraplenagem .....	109
8.4 Inclinação dos taludes .....	110
8.5 Serviços Preliminares .....	110
8.6 Compactação de Aterros .....	110

8.7	Bota-fora .....	110
<b>9</b>	<b>PROJETO DE DRENAGEM.....</b>	<b>111</b>
9.1	Introdução.....	112
9.2	Obras de Arte Correntes.....	127
<b>10</b>	<b>PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>133</b>
10.1	Introdução.....	134
<b>11</b>	<b>PROJETO DE SINALIZAÇÃO .....</b>	<b>139</b>
11.1	Introdução.....	140
11.2	Sinalização Horizontal.....	140
11.3	Sinalização Vertical .....	145
11.4	Sinalização de Obras .....	149
<b>12</b>	<b>PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES .....</b>	<b>152</b>
12.1	Introdução.....	153
12.2	Remoção e/ou Demolição de Elementos .....	153
12.3	Dispositivo de Contenção Veicular – Barreira de Concreto .....	153
12.4	Implantação de Calçada .....	154
12.5	Implantação de Guarda-corpo Metálico .....	154
12.6	Remanejamento de Postes.....	155
12.7	Elementos de Paisagismo .....	155
<b>13</b>	<b>PROJETO DE CONTENÇÕES .....</b>	<b>156</b>
13.1	Introdução.....	157
13.2	Contenção do tipo Cortina Atirantada .....	157
13.3	Contenção do tipo Solo Reforçado com face em Gabião .....	183
13.4	Contenção do tipo Muro Gabião .....	210
<b>14</b>	<b>PROJETO DE OAE.....</b>	<b>222</b>
14.1	Introdução.....	223
14.2	Detalhamento da Estrutura .....	224
<b>15</b>	<b>PROJETO DE ILUMINAÇÃO.....</b>	<b>240</b>
15.1	Introdução.....	241
15.2	Advertência .....	241
15.3	Base técnica.....	242
15.4	Projeto iluminação.....	243
15.5	Definição da luminária .....	244
15.6	Disposição de postes e luminárias.....	244
15.7	Especificação de luminárias LED .....	246
<b>16</b>	<b>PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO .....</b>	<b>250</b>
16.1	Introdução.....	251

<b>17 QUADRO DE QUANTIDADES.....</b>	<b>252</b>
<b>18 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART .....</b>	<b>259</b>
<b>19 TERMO DE ENCERRAMENTO .....</b>	<b>263</b>

# 1 APRESENTAÇÃO

A **Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S** apresenta para a Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú, o **Projeto Executivo**, referente a Elaboração do Projeto de Infraestrutura do Terceiro Trecho da Avenida Martin Luther (Rua das Gaivotas até a Divisa Municipal de Itajaí – Ribeirão Ariribá), com Extensão de 1,50km.

Dados Gerais:

• Dados CONTRATUAIS:

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

**Contrato:** 251/2023

**Assinatura do Contrato:** 14/11/2023

• Dados da LICITAÇÃO:

**Edital nº:** CR 009/2022

• Dados da CONTRATADA:

**Nome:** Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S

**CNPJ:** 29.876.900/0001-89



---

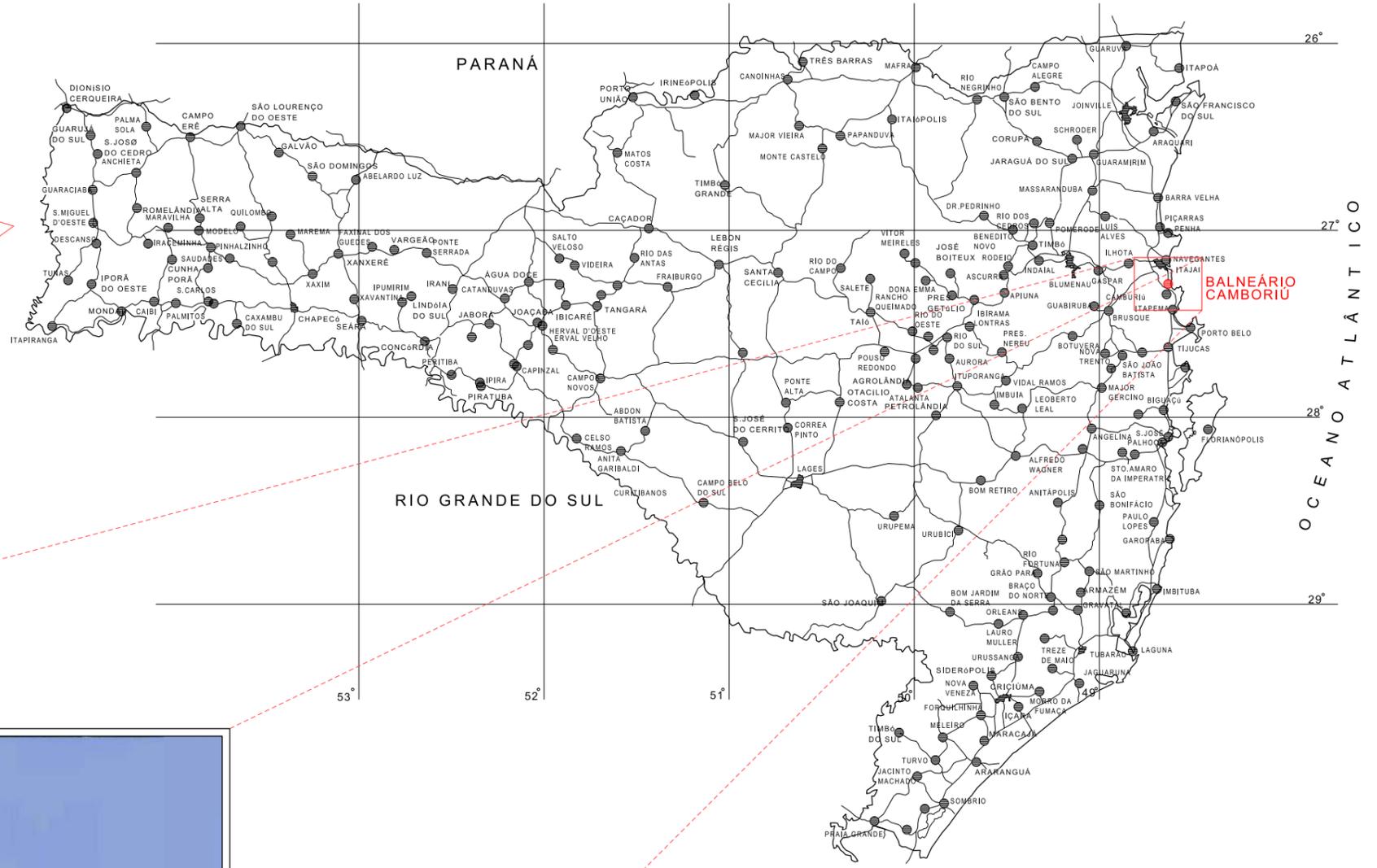
**JEFFERSON CARDOSO**

**Eng° Civil – CREA-SC 164528-8**

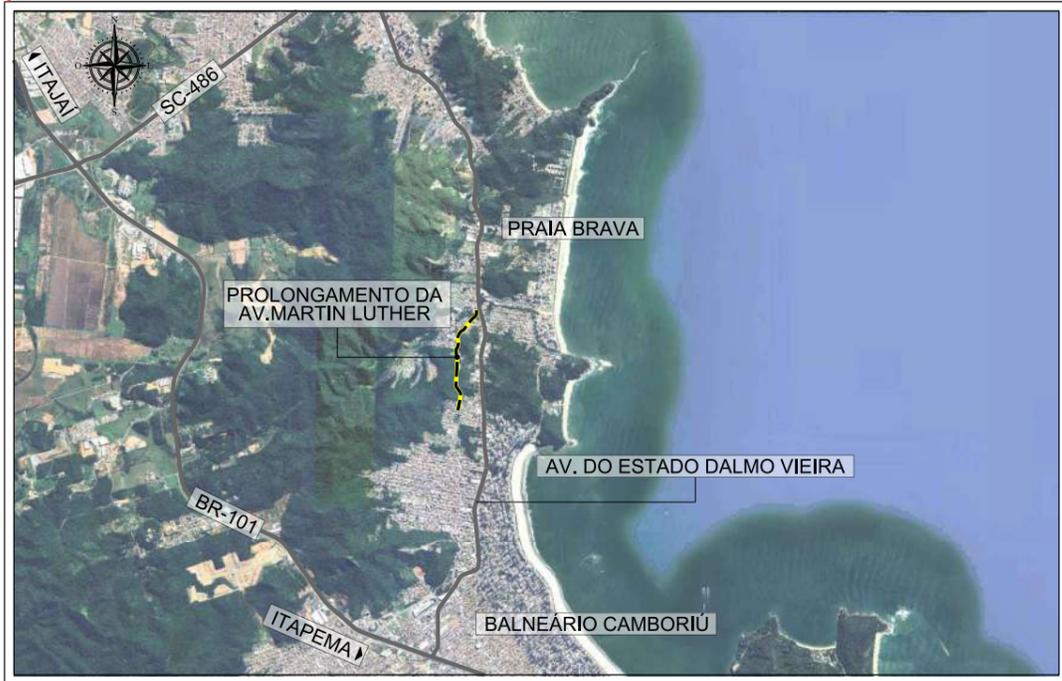
**Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S**

## **2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO**

# MAPA DE LOCALIZAÇÃO



COORDENADAS DO TRECHO  
 INÍCIO DO TRECHO : 26°58'03.99" S / 48°38'34.87" O  
 FINAL DO TRECHO : 26°57'18.07" S / 48°38'26.26" O



		PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ 	
RESP. TÉCNICO ALCIDES COSTA EMANUELLI JUNIOR CREA 119063-1 / SC		Prolongamento Av. Martin Luther <b>Trecho III: Rua das Gaivotas até Divisa Municipal de Itajaí (Ribeirão Ariribá)</b> <b>Extensão: 1,50 km</b>	
PROJETA JEFFERSON CARDOSO 06/12/2023		DATA DEZEMBRO/2023	
DESENHISTA JULIANO CARDOSO 06/12/2023		ESC. SEM ESCALA	
		FOLHA	
		REV. 00	
		MAPA DE LOCALIZAÇÃO	

### **3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

### **3.1 Introdução**

Para elaboração dos estudos geotécnicos, inicialmente são realizados os estudos geológicos do segmento em estudo, fornecendo subsídios para as próximas etapas de investigação geotécnica. Após a conclusão do estudo geológico, o andamento dos estudos geotécnicos seguirá em campo e laboratório, em 3 (três) fases distintas:

- Reconhecimento preliminar de campo;
- Amostragem sistemática;
- Ensaaios geotécnicos.

O reconhecimento preliminar deverá ser executado por profissional especializado, visando o posterior desenvolvimento do projeto de pavimentação. Deverão ser obtidas as seguintes informações: existência ou não de revestimento primário, e condições topográficas e aspectos ligados à drenagem das vias em questão.

A amostragem da via, para fins geotécnicos deverá ser feita através de furos de sondagens, locados e baseados nas informações contidas no reconhecimento preliminar de campo.

### **3.2 Estudo geológico**

O presente estudo reúne as informações geológicas, geotécnicas, hidro geológicas e ambientais de caráter geral e local, constituindo a etapa de Fase Preliminar da Elaboração e Revisão de Estudos, Projetos Básicos e Projetos Executivos de Obras de Arte Especiais no município de Balneário Camboriú.

### **3.3 Escopo do trabalho e metodologia adotada**

Os trabalhos e a metodologia adotada para o desenvolvimento dos estudos empreendidos se basearam em informações de dados geológicos, hidro geológicos, geométricos, planialtimétricos e ambientais obtidos na bibliografia existente. Esta composta de: trabalhos, estudos, cartas e mapas temáticos, disponíveis sobre a região de envolvimento do projeto.

### **3.4 Localização da área**

O município de Balneário Camboriú está localizado no estado do Santa Catarina, na região do Vale do Itajaí.

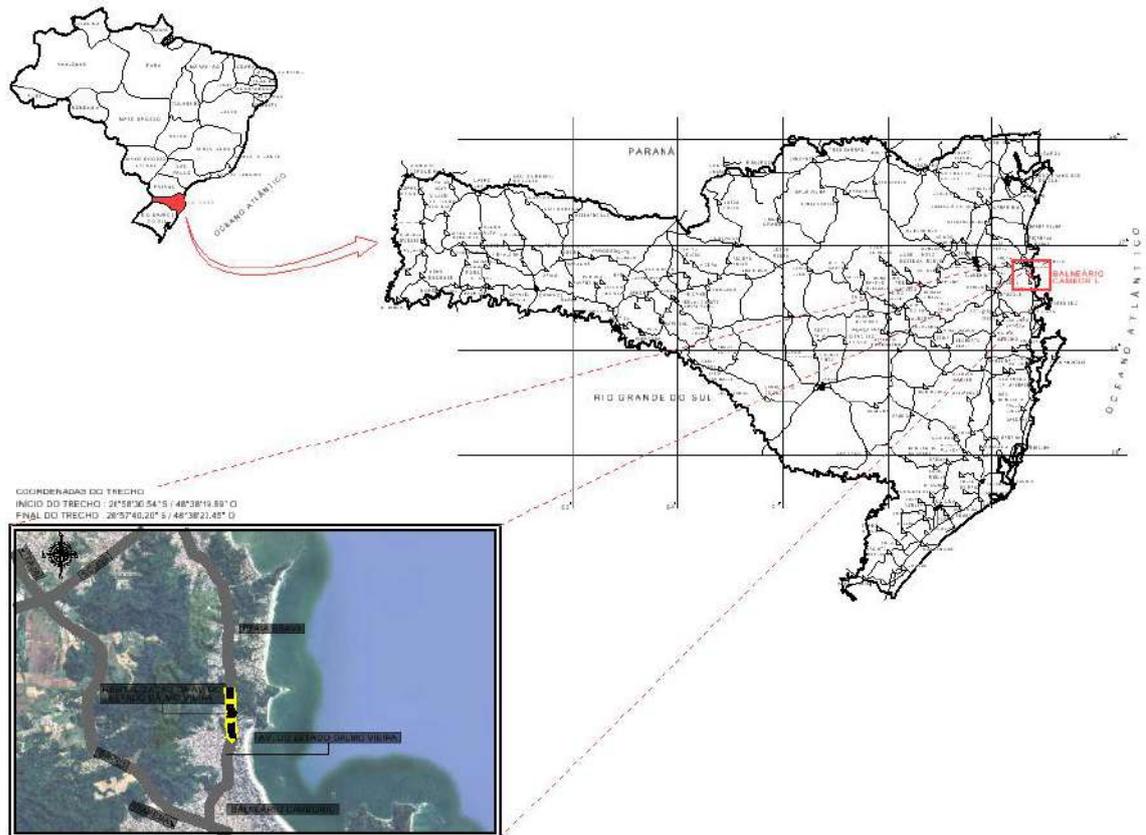


Figura 1 – Localização do segmento

Fonte: SSM-AUTOBAHN, 2023

### 3.5 Caracterização geológica da superfície objeto da apreciação

### 3.6 Geologia

A área de estudo abrange duas unidades Litoestratigráficas: Cobertura Sedimentar do Cenozoico

e Complexo Metamórfico Brusque (

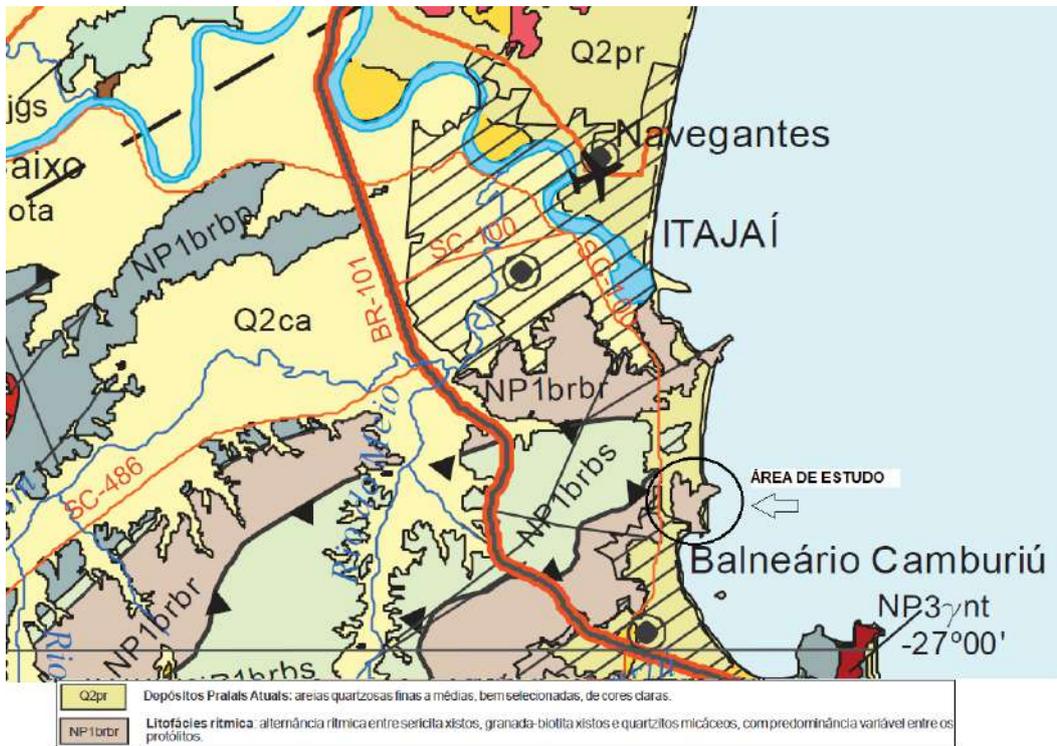


Figura 2).

De acordo com o Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (2004), a Cobertura Sedimentar Compreendem tanto os sedimentos litorâneos como os de origem continental. Entre os primeiros destacam-se os depósitos praiiais, de natureza quartzosa, com sua morfologia típica de feixes de restinga. As dunas móveis ficam na própria praia, e se caracterizam pela falta de forma definida devido aos ventos e pela não-evidenciação de qualquer indício de formação de um horizonte pedogenético. Quanto às dunas mais antigas, estas ocupam uma faixa de uns 3 a 4km ao longo da costa atlântica e ao longo de algumas lagoas. Estão mais ou menos consolidadas pela vegetação e, ao contrário das primeiras, já apresentam um horizonte superficial mais ou menos escurecido. Nessas áreas predominam os solos Areia Quartzosa Marinha e Podzol. A faixa de terreno arenoso, no entanto não se restringe à área ocupada pelas dunas. Ela estendese, em determinados trechos, por cerca de 10km da orla marítima. Aqui o terreno é de topografia quase plana ou suave ondulado, e os solos são profundos, extremamente arenosos, de coloração bruna ou brunaavermelhada, pertencentes à classe Areia Quartzosa Vermelho-Amarela. Na região litorânea deve-se destacar ainda a ocorrência de depósitos de mangue e de sambaquis, estas formandas verdadeiras pilhas de conchas, além de extensas áreas de entulhos de mineração de carvão.

O Complexo Metamórfico de Brusque tem sua principal ocorrência deste complexo se dá entre Itajaí e Vidal Ramos, segundo um cinturão com cerca de 40 km de largura, que se estende por mais

de 75 km, iniciando junto à Costa Atlântica até ser recoberta por sedimentos da Bacia do Paraná posicionados para oeste. É constituído por seqüência vulcano-sedimentar integrada principalmente por micaxistos, tendo como litotipos secundários metarenitos, quartzitos, metacalcários dolomíticos e formações ferríferas.

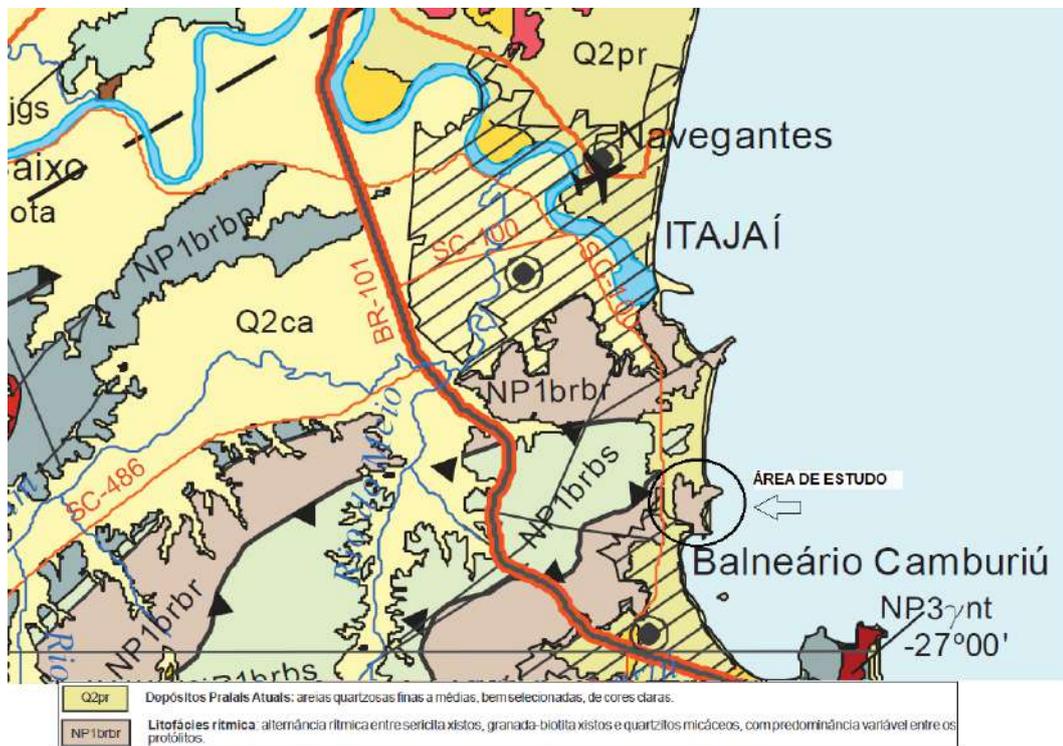


Figura 2 - Formação Geológica do Entorno

Fonte: Mapa Geológico do estado de Santa Catarina

### 3.7 Litologia

A área em estudo está situada no Domínio dos Complexos Graniteides não Deformados. A seguir são apresentadas algumas potencialidades desses domínios, conforme Mapa de Geodiversidade do Estado de Santa Catarina (2010):

- Rochas cristalinas. Texturalmente homogêneas, com granulação média a grossa. Possuem alta resistência ao intemperismo físico-químico.
- Apresentam alta capacidade de suporte e alta resistência ao corte e à penetração.
- Em relevo suave, ocorrem solos mais evoluídos, profundos, com gradiente textural, textura argilosa e média argilosa. A mecanização agrícola é facilitada pelas declividades baixas.

- Moderada a alta vulnerabilidade à contaminação nas águas subterrâneas. Apesar dos solos serem argilosos apresentam certa capacidade de reter poluentes, as rochas são muito fraturadas.
- O Distrito de Fluorita de Santa Catarina, no sul do estado, encontra-se inserido na unidade das séries alcalinas. As mineralizações de fluorita ocorrem em filões que se encaixam em zonas de falhas. Em outras regiões do estado, ocorre fluorita disseminada nas rochas e em geodos. Mineralização de barita podem ocorrer em veios ou associada à fluorita. Também há registro de ocorrências de mineralizações de molibdenita e molibdenita-calcopirita. Na unidade, ocorrem ainda depósitos detríticos de cassiterita.
- Nos terrenos onde ocorrem granitos peraluminosos são registradas mineralizações em veios de tungstênio, com molibdênio e estanho.
- Várias fontes de águas minerais são exploradas em terrenos com genitos alcalinos, principalmente nos municípios de Caldas da Imperatriz, Gravatal e Tubarão, pelas suas propriedades terapêuticas e para engarrafamento como água de mesa.
- Quartzo que ocorre preenchendo falhas e em pegmatitos, juntamente com feldspato, são explorados como insumos para indústria cerâmica.
- Todas as unidades apresentam grande potencial para rocha ornamental, pedra de talhe e brita. Os solos residuais, quando mais evoluídos apresentam potencial para utilização como cerâmica vermelha e branca. Depósitos de caulim ocorrem relacionados à alteração intempéricas de granitos alcalinos.
- Grande parte dos terrenos com relevo montanhoso corresponde à área de preservação permanente do Parque Nacional da Serra do Tabuleiro.
- Potencial geoturismo associado às fontes de águas minerais termais e às belezas cênicas da paisagem, que engloba relevos escarpados, rios com corredeiras e cachoeiras, como na região de Angelina e São Bonifácio, além de costões rochosos e belas enseadas no litoral.
- Já as limitações do domínio são apresentadas na sequência:
- Predominam terrenos com relevos acidentados, com limitações à ocupação urbana.
- Dificuldades na execução de escavações e de perfurações devido à presença de blocos e matacões em meio aos solos e à profundidade bastante irregular no substrato rochoso.
- É necessário o uso de explosivo para o desmolde de rochas.

- Manto de intemperismo se desestabiliza com facilidade em taludes de corte, mesmo em relevos mais suaves. Terrenos sujeitos a movimentos de massa e a erosão principalmente nos relevos mais declivosos. Terrenos sujeitos à queda de blocos.
- Solos ácidos com baixa fertilidade natural. São aluminosos e com baixa saturação de bases.
- Nos relevos mais acidentados, predominam solos pouco evoluídos. Apresentam textura média e argilosa são rasos a pouco profundos, moderadamente drenados. Apresentam pedregosidade e restrições à mecanização agrícola. Nos relevos montanhosos são comuns extensas áreas de afloramentos de rochas.
- Aquíferos predominantemente improdutivos nos relevos acidentados e com baixa possibilidade para águas subterrâneas nas demais áreas. As águas podem apresentar enriquecimento de flúor.

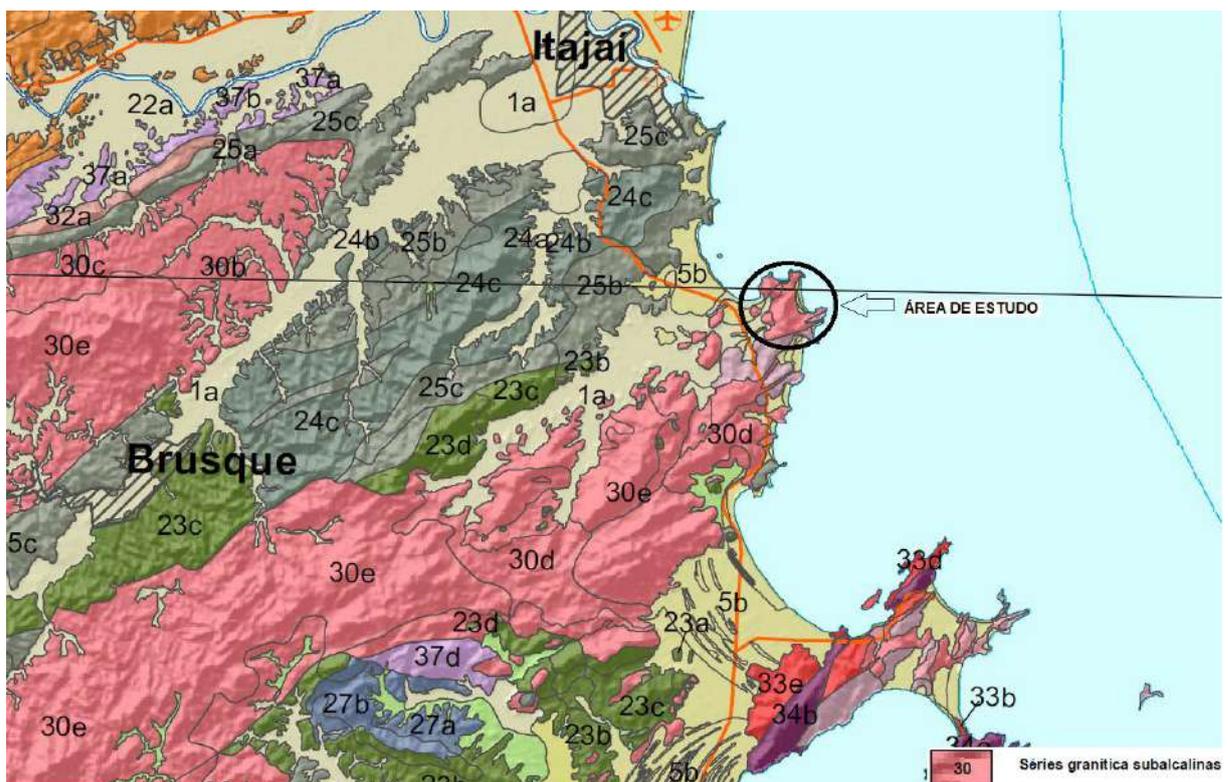


Figura 3 – Geodiversidade de Santa Catarina.

Fonte: Mapa Geológico do estado do Santa Catarina

### 3.8 Geomorfologia

Do ponto de vista morfológico, o semento estudado está localizado na Planície Litorânea (Figura 4).

De acordo com o Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (2004), a Planície Litorânea abrange uma área de 4.212km<sup>2</sup> situada na porção oriental do estado, junto ao Oceano Atlântico, e se dispõe segundo duas direções. A primeira, que vai desde a baía de Babitonga até o cabo de Santa Marta, segue a direção norte-sul, ocupa aproximadamente 80% de sua extensão total e apresenta um litoral recortado com inúmeras saliências e reentrâncias. A segunda, do cabo de Santa Marta para o sul, até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul, onde se apresenta mais larga e o litoral mais retificado, com extensas praias e com maior frequência de acumulações dunares e formações lacustres.

As altitudes médias encontradas nas planícies litorâneas são em torno de 10m, atingindo em alguns terraços mais interioranos até 30m. Os principais sistemas fluviais que drenam as planícies litorâneas são rios recentes como o Itajaí-Açu, o Itapocu, o Tijucas, o Tubarão e o Araranguá. Os componentes geológicos fundamentais destas planícies são os sedimentos síltico-argilosos e as areias finas quartzosas. Os sambaquis, depósitos conchíferos de origem humana, existem ao longo de toda a costa, e sua presença atesta a existência de um nível marinho subatual mais elevado.

Compreende áreas planas ou quase planas, sujeitas ou não a inundações periódicas, resultantes de acumulações fluviais, marinhas e lacustres. Os solos dominantes na área desta unidade são Glei Pouco Húmido, Areias Quartzosas Vermelho-Amarelas, Areias Quartzosas Marinhas, Solos Orgânicos, Cambissolo gleico, Podzol e Solos Indiscriminados de Mangue.

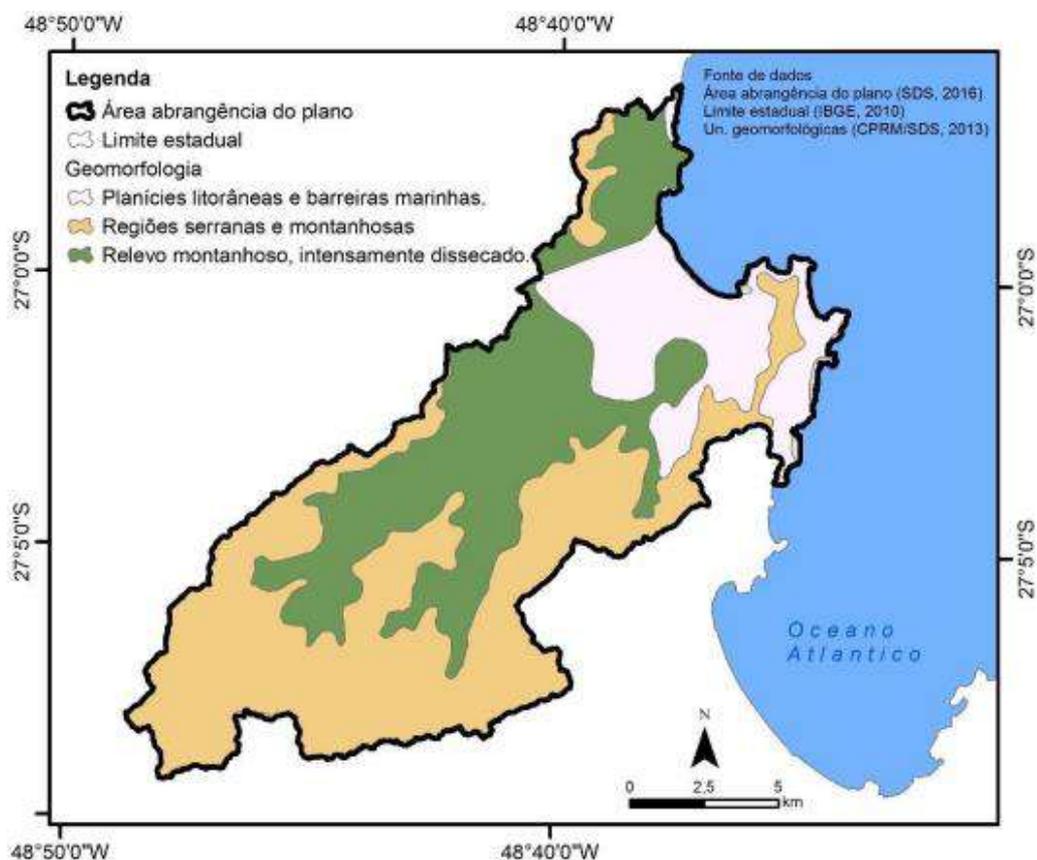


Figura 4 - Mapa Geomorfológico

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú

### 3.9 Pedologia

Em termos pedológicos, os tipos de solo que estão expostos ao longo e no entorno da área objeto dos estudos, se resumem à manifestação de solo tipo: Cambissolo háplico.

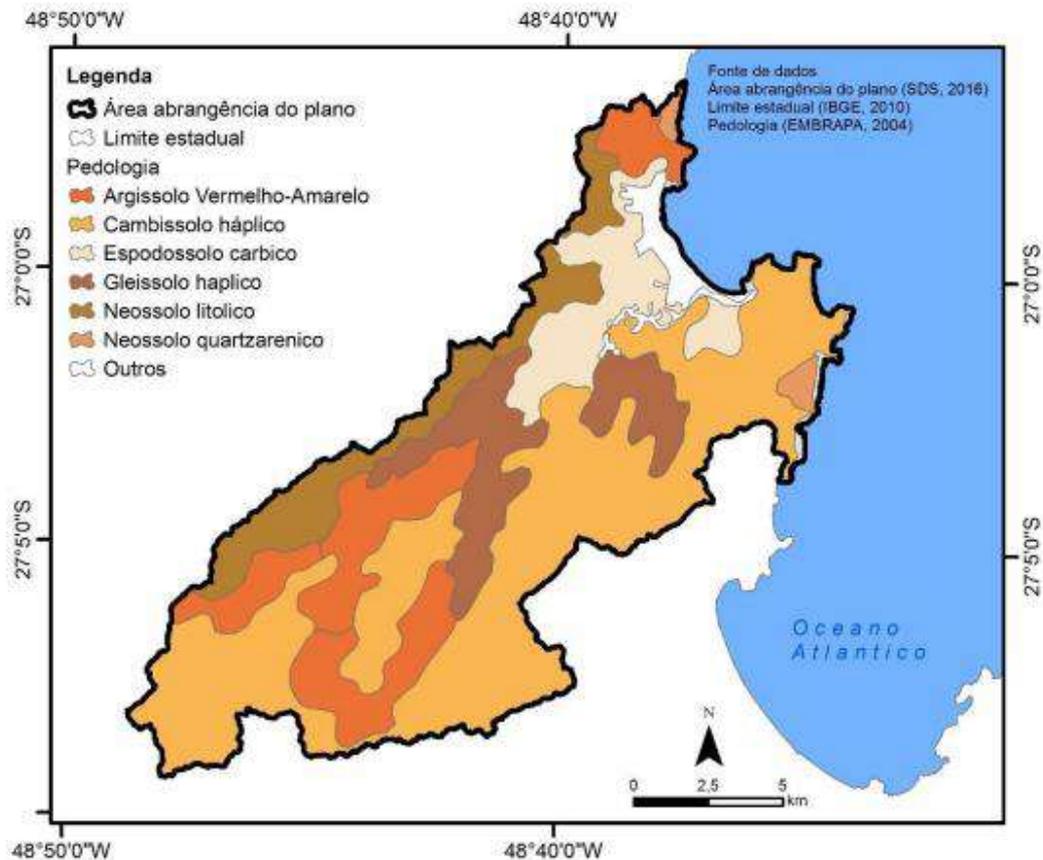


Figura 5 - Mapa de Solos

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú

### 3.10 Vegetação

A vegetação existente em Balneário Camboriú está representada por estágios secundários e primários em algumas áreas da Floresta Ombrófila Densa que constitui a Floresta Atlântica. Além destas, ocorrem Formações Pioneiras representadas pelas restingas, brejos, banhados e manguezais como pode ser observado na Figura 6.

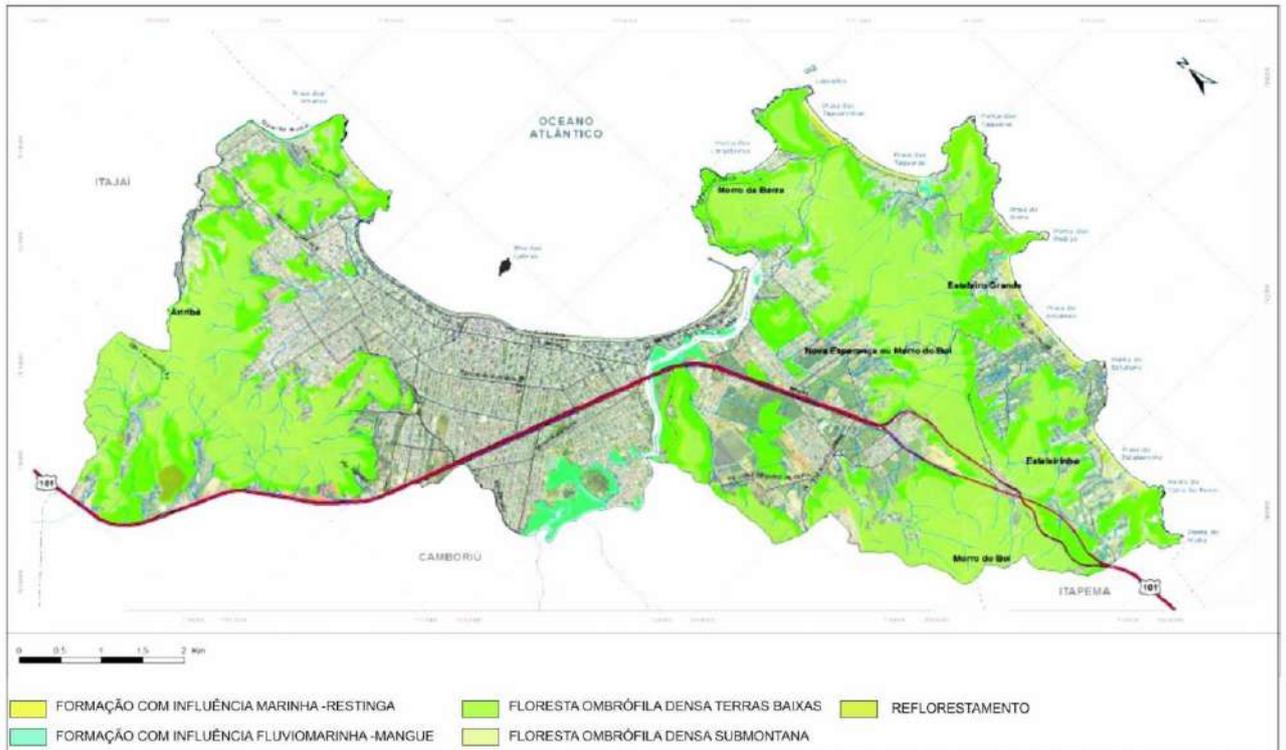


Figura 6 - Mapa Vegetação

Fonte: Mapa de Vegetação de Balneário Camboriú

### 3.11 Hidrografia

Em relação ao domínio hidrológico, a região em estudo está inserida dentro da bacia hidrográfica do Rio Camboriú.

A Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú possui uma área de drenagem de aproximadamente 200 km<sup>2</sup>. O rio principal que dá o nome a bacia, o rio Camboriú, possui cerca de 32 km de extensão e banha os municípios de Balneário Camboriú e Camboriú.

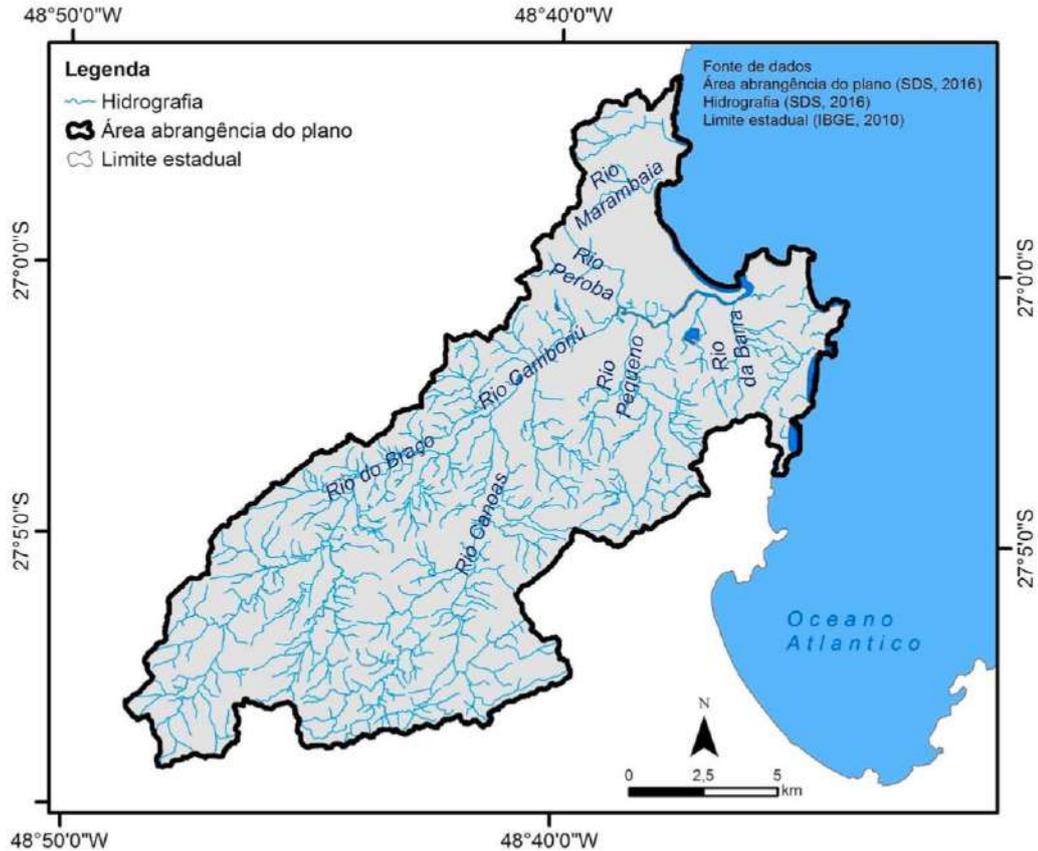


Figura 7 - Mapa Disponibilidade Hidrográfica

Fonte: Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú

### 3.12 Clima

O clima é definido por fatores como a radiação solar, a latitude, a continentalidade, as massas de ar e as correntes oceânicas. Tais fatores ditam os elementos climáticos como a temperatura, a precipitação, a umidade do ar e a pressão atmosférica, que por sua vez definem os tipos climáticos.

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.



## Tipos climáticos de Köppen

 Cfa – Subtropical úmido

 Cfb – Oceânico

Figura 8 - Mapa de Classificação Climática de Köppen de Santa Catarina

### 3.13 Umidade relativa do ar

A umidade relativa média anual varia no estado de aproximadamente 75%, no extremo oeste, até valores pouco superiores a 85%, no litoral norte. Na maior parte do território, porém, os valores oscilam entre 80% e 85%.

### 3.14 Temperatura

Em Santa Catarina a temperatura é condicionada de forma acentuada pela altimetria, assim como pela ação das massas polares, pela latitude e continentalidade. As médias anuais de temperaturas mais elevadas estão no litoral norte, com 21,8°C em Itajaí (2,00m de altitude), enquanto as médias das temperaturas mais baixas ocorrem na região de São Joaquim, com 13°C (1.400m de altitude). Enquanto a temperatura média do mês mais quente (janeiro) alcança 26°C no litoral norte e 16,8°C na região de São Joaquim, a temperatura média do mês mais frio (julho) é de 17,3°C na primeira e de 9,3°C na segunda região. Junho, julho e agosto é o trimestre mais frio em todo estado, ao passo que o trimestre mais quente é dezembro, janeiro e fevereiro ou janeiro, fevereiro e março.

### **3.15 Estudo geotécnico**

O Para caracterização do subleito, os estudos realizados seguiram a Instrução de Serviço IS-206 – Estudos Geotécnicos presente nas Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. O espaçamento adotado foi de 200 m.

Após a sondagem, o material coletado é utilizado para realização dos ensaios apresentados abaixo, seguindo aos respectivos métodos de ensaios do DNIT:

- Granulometria;
- Índices físicos (LL, LP e IG);
- Compactação; e
- Índice de Suporte Califórnia – ISC e expansão.

A seguir são apresentados os boletins de sondagem e os resultados dos ensaios realizados para a implantação do prolongamento da Avenida Martin Luther (Trecho: Rua Gaivotas até a Avenida Arapongas). Os estudos geotécnicos para a Readequação/Requalificação da Avenida do Estado (Trecho: Rua Uganda até a Rua das Arapongas) estão em desenvolvimento e serão apresentados nos próximos relatórios.

Rodovia: Municipal  
 Trecho: Camboriu - SC  
 Período: 29/12/2023 à 29/12/2023

Objetivo da Sondagem: Estudo do Subleito  
 Sondador: Loreni  
 Ordem Serviços: 421

Nº do Furo	Km / Estaca		Posição	Afastamento (m)	Coordenadas		Tipo de Sondagem	Profundidade (m)		Amostra Nº	N.A. (m)	Condições Atmosféricas	Classificação Visual / Expedita do Material em Campo
	Inteiro	Fração			X	Y		De	A				
<b>LEGENDA: PP = pá e picareta, ST = sondagem a trado, SPN = sondagem penetrométrica normal, SPR = sondagem penetrométrica por rompedor, CAV = sondagem com cavadeira</b>													
001							PP/CAV	0,000	0,200			Tempo Seco	Camada vegetal
							CAV/ST	0,200	1,530	001			Argila silto arenosa marrom com pedregulhos
002							PP/CAV	0,000	0,200			Tempo Seco	Camada vegetal
							CAV/ST	0,200	1,520	002			Argila silto arenosa marrom com pedregulhos
003							PP/CAV	0,000	0,200			Tempo Seco	Camada vegetal
							CAV/ST	0,200	1,570	004			Argila silto arenosa marrom com veios marrom escuro e vermelhado com pedregulhos
004							PP/CAV	0,000	0,200			Tempo Seco	Camada vegetal
							CAV/ST	0,200	1,600	005			Argila silto arenosa marrom com pedregulhos
005							PP/CAV	0,000	0,200			Tempo Seco	Camada vegetal
							PP/CAV	0,200	0,900	003			Siltito areno pedregulhoso compacto marrom com veios rosados e amarelados



Estudo:	Estudo do Sub-Leito	Responsável Técnico:	Loreni de Oliveira	Datas => Início:	03/01/24	Término:	11/01/24
Rodovia:	Municipal	Trecho:	Balneário Camboriu / SC				
Sub-Trecho:	Implantação de infraestrutura de rua pavimentada						
Obs.:							

KM / FURO / ESTACA		PI 01	PI 02	PI 03	PI 04	PI 05													
CAMADA (m)		0,20-1,53	0,20-1,52	0,20-1,57	0,20-1,60	0,20-0,90													
POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO EIXO																			
AFASTAMENTO DO EIXO (m)																			
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES % PASSANDO NAS PENEIRAS	PENEIRAMENTO GROSSO	5" - 125,000 mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00												
		4" - 100,000 mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00											
		3" - 75,000 mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00											
		2 1/2" - 63,000 mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00											
		2" - 50,000 mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00											
		1 1/2" - 37,500 mm	86,96	86,13	100,00	100,00	100,00	100,00											
		1" - 25,000 mm	84,82	84,49	89,93	90,55	100,00												
		3/4" - 19,000 mm	82,30	82,53	87,53	87,94	98,70												
		3/8" - 9,500 mm	80,20	80,86	84,02	84,66	92,61												
	PENEIRAMENTO FINO	4 - 4,750 mm	78,51	79,68	81,97	82,59	88,15												
		10 - 2,000 mm	76,66	78,19	80,63	81,47	85,69												
		16 - 1,180 mm	76,07	77,62	80,14	81,02	85,24												
		30 - 0,600 mm	74,51	76,08	78,64	79,51	84,06												
		40 - 0,425 mm	73,10	75,04	77,17	78,05	83,44												
		50 - 0,300 mm	71,12	73,00	74,53	75,16	82,28												
		100 - 0,150 mm	54,74	54,63	61,59	61,29	72,42												
		200 - 0,075 mm	42,70	43,66	55,13	54,84	62,58												
		LL %		48,78	48,40	51,94	50,74	NP											
IP %		14,86	14,08	18,07	16,71	NP													
IG		3,00	3,00	8,00	8,00	6,00													
CLASSIFICAÇÃO H.R.B.		A - 7 - 5	A - 7 - 5	A - 7 - 5	A - 7 - 5	A - 4													
EQUIVALENTE DE AREIA (%)																			
SEDIMENTAÇÃO	Massa Espec. Grãos (g/cm³)																		
	% Fracionada Amostra Analisada	Pedregulho	21,49	20,32	18,03	17,41	11,85												
		Areia Grossa	1,85	1,49	1,34	1,12	2,46												
		Areia Média	3,56	3,15	3,46	3,42	2,25												
		Areia Fina	30,40	31,38	22,04	23,21	20,86												
		Silte																	
		Argila																	
CAMPO	MEAS (t/m³)																		
	Umidade Natural (%)																		
LABORATÓRIO	Energia (nº de golpes)		PN-12G	PN-12G	PN-12G	PN-12G	PN-12G												
	Umidade de Compac (%)		26,54	27,60	24,74	24,51	14,21												
	MEAS (t/m³)		1,620	1,618	1,537	1,560	1,743												
	Expansão (%)		1,94	1,83	1,97	1,86	2,17												
	CBR (%)		12,96	12,98	7,42	7,63	7,00												
	Índice de Suporte - Solos (IS)		13,0	13,0	7,2	7,3	8,0												

Estudo: **Estudo do Sub-Leito** Ordem de Serviços Nº: **421**  
 Rodovia: **Municipal** Trecho: **Balneário Camboriu / SC**  
 Sub-Trecho: **Implantação de infraestrutura de rua pavimentada**  
 Km/Estaca/Furo: **ST 01** Lado: Afast. Eixo: Camada: **0,20-1,53**  
 Amostragem: **001**  
 Resp. Técnico: **Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948** Data: **09/01/24**  
 Rastreabilidade:

**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES**

UMIDADE HIGROSCÓPICA				FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO GROSSO					
Cápsula nº	012			Peneiras Normalizadas		Peso da Amostra Seca (g)		% Passante da Amostra total	
Solo úmido + tara (g)	103,25			Nº	mm	Retido	Passante		
Solo seco + tara (g)	100,09			5"	125,000		1.196,25	100,00	
Tara da cápsula (g)	14,23			4"	100,000		1.196,25	100,00	
Água (g)	3,16			3"	75,000		1.196,25	100,00	
Solo seco (g)	85,86			2 1/2"	63,000		1.196,25	100,00	
Teor de umidade (%) (4+5) x 100 = h	3,68			2"	50,000		1.196,25	100,00	
Teor de umidade médio (%)	3,68			1 1/2"	37,500	156,00	1.040,25	86,96	
FATOR DE CORREÇÃO f = $\frac{100}{100+h}$	0,96451			1"	25,000	25,62	1.014,63	84,82	
AMOSTRA TOTAL SECA				FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO FINO					
Amostra Total Úmida (g)	1230,00			3/4"	19,000	30,12	984,51	82,30	
Solo Seco Retido na Peneira nº 10 (g)	279,25			3/8"	9,500	25,16	959,35	80,20	
Solo Úmido Passante na Peneira nº 10 (g)	950,75			4	4,750	20,16	939,19	78,51	
Solo Seco Passante na Peneira nº 10 (g)	917,00			10	2,000	22,19	917,00	76,66	
Amostra Total Seca (g)	1196,25			RESUMO					
RESUMO		EQUIVALENTE DE AREIA		FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO FINO					
Pedregulho (% Am.)	21,49	Proveta nº		Peso da Amostra Parcial Úmida (g) =			146,23		
Areia Grossa (% Am.)	1,85			Peso da Amostra Parcial Seca (g) =			141,04		
Areia Média (% Am.)	3,56	Topo Areia		Peneira		Peso da Am. Seca (g)		% Passante	
Areia Fina (% Am.)	30,40			Nº	mm	Retido	Passante	Am. Parcial	Am. Total
Pass # 200 (% Am.)	42,70	Topo Argila		16	1,180	1,09	139,95	99,23	76,07
LL	48,78			30	0,600	2,86	137,09	97,20	74,51
LP	33,92	EA		40	0,425	2,61	134,48	95,35	73,10
IP	14,86			50	0,300	3,64	130,84	92,77	71,12
EA		EA méd (%)		100	0,150	30,12	100,72	71,41	54,74
IG	3,00			200	0,075	22,16	78,56	55,70	42,70
LIMITES DE ATTERBERG									
Limite de Liquidez				Limite de Plasticidade					
Cápsula nº	011	191		107	098	188	232		
Cápsula + Solo úmido (g)	34,32	33,42		12,25	10,51	11,68	13,51		
Cápsula + Solo seco (g)	26,31	24,62		12,02	9,63	10,82	13,06		
Peso da Cápsula (g)	9,87	6,85		11,35	6,90	8,38	11,72		
Peso da Água (g)	8,01	8,80		0,23	0,88	0,86	0,45		
Peso do Solo seco (g)	16,44	17,77		0,67	2,73	2,44	1,34		
Porcentagem de água	48,72	49,52		34,33	32,23	35,25	33,88		
Nº de pancadas	26,00	22,00		Aproveitamento					
Constante	1,00610	0,98030		Pontos Aproveitados Limite de Plasticidade (≥ 3):			04		
Limite de Liquidez calculado	49,02	48,54		Pontos Aproveitados Limite de Liquidez (≥ 2):			02		
CLASSIFICAÇÃO HRB									
Geral		Detalhada							
<b>A - 7 - 5</b>		<b>Argila Silto Arenosa</b>							
Densidade Real									
Determinação da Massa Específica Real dos Grãos					Calibração dos Picnômetros				
Picnometro nº				Identificação	Peso Pic. Vazio (g)	Peso Pic. + Água (g)			
Peso do Picnometro vazio (g)				01					
Peso do Picnometro com agua (g)				02					
Peso do Picnometro mais agua mais solo umido (g)				03					
Peso do solo umido (g)				04					
volume do solo seco cm³				05					
Peso do solo seco (g)				06					
Temperatura (°C)				07					
Coeficiente de correção devido a temperatura				08					
Massa Específica dos grãos corrigida (g/cm³)				09					
Massa específica dos grãos (g/cm³)				10					
Observações:									

Estudo: **Estudo do Sub-Leito** Ordem de Serviços Nº: **421**  
 Rodovia: **Municipal** Trecho: **Balneário Camboriu / SC**  
 Sub-Trecho: **Implantação de infraestrutura de rua pavimentada**  
 Km/Estaca/Furo: **ST 02** Lado: Afast. Eixo: Camada: **0,20-1,52**  
 Amostragem: **002**  
 Resp. Técnico: **Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948** Data: **09/01/24**  
 Rastreabilidade:

**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES**

UMIDADE HIGROSCÓPICA				FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO GROSSO					
Cápsula nº	090			Peneiras Normalizadas		Peso da Amostra Seca (g)		% Passante da Amostra total	
Solo úmido + tara (g)	111,27			Nº	mm	Retido	Passante		
Solo seco + tara (g)	109,64			5"	125,000		1.652,52	100,00	
Tara da cápsula (g)	15,81			4"	100,000		1.652,52	100,00	
Água (g)	1,63			3"	75,000		1.652,52	100,00	
Solo seco (g)	93,83			2 1/2"	63,000		1.652,52	100,00	
Teor de umidade (%) (4+5) x 100 = h	1,74			2"	50,000		1.652,52	100,00	
Teor de umidade médio (%)	1,74			1 1/2"	37,500	229,21	1.423,31	86,13	
FATOR DE CORREÇÃO f = $\frac{100}{100+h}$	0,98290			1"	25,000	27,07	1.396,24	84,49	
AMOSTRA TOTAL SECA				FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO FINO					
Amostra Total Úmida (g)	1675,00			3/4"	19,000	32,43	1.363,81	82,53	
Solo Seco Retido na Peneira nº 10 (g)	360,41			3/8"	9,500	27,56	1.336,25	80,86	
Solo Úmido Passante na Peneira nº 10 (g)	1314,59			4	4,750	19,55	1.316,70	79,68	
Solo Seco Passante na Peneira nº 10 (g)	1292,11			10	2,000	24,59	1.292,11	78,19	
Amostra Total Seca (g)	1652,52								
RESUMO		EQUIVALENTE DE AREIA		FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO FINO					
Pedregulho (% Am.)	20,32	Proveta nº		Peso da Amostra Parcial Úmida (g) =			153,57		
Areia Grossa (% Am.)	1,49			Peso da Amostra Parcial Seca (g) =			150,94		
Areia Média (% Am.)	3,15	Topo Areia		Peneira		Peso da Am. Seca (g)		% Passante	
Areia Fina (%Am.)	31,38			Nº	mm	Retido	Passante	Am. Parcial	Am. Total
Pass # 200 (% Am.)	43,66	Topo Argila		16	1,180	1,10	149,84	99,27	77,62
LL	48,40			30	0,600	2,98	146,86	97,30	76,08
LP	34,32	EA		40	0,425	2,00	144,86	95,97	75,04
IP	14,08			50	0,300	3,94	140,92	93,36	73,00
EA		EA méd (%)		100	0,150	35,46	105,46	69,87	54,63
IG	3,00			200	0,075	21,17	84,29	55,84	43,66
LIMITES DE ATTERBERG									
Limite de Liquidez				Limite de Plasticidade					
Cápsula nº	060	100		058	149	064	237		
Cápsula + Solo úmido (g)	35,35	35,09		14,82	11,44	13,10	10,66		
Cápsula + Solo seco (g)	27,56	25,92		14,02	10,69	12,36	9,69		
Peso da Cápsula (g)	11,33	7,02		11,65	8,55	10,24	6,80		
Peso da Água (g)	7,79	9,17		0,80	0,75	0,74	0,97		
Peso do Solo seco (g)	16,23	18,90		2,37	2,14	2,12	2,89		
Porcentagem de água	48,00	48,52		33,76	35,05	34,91	33,56		
Nº de pancadas	27,00	24,00		Aproveitamento					
Constante	1,01210	0,99370		Pontos Aproveitados Limite de Plasticidade (≥ 3):			04		
Limite de Liquidez calculado	48,58	48,21		Pontos Aproveitados Limite de Liquidez (≥ 2):			02		
CLASSIFICAÇÃO HRB									
Geral		Detalhada							
A - 7 - 5		Argila Silto Arenosa							
Densidade Real									
Determinação da Massa Específica Real dos Grãos					Calibração dos Picnômetros				
Picnometro nº				Identificação	Peso Pic. Vazio (g)	Peso Pic. + Água (g)			
Peso do Picnometro vazio (g)				01					
Peso do Picnometro com agua (g)				02					
Peso do Picnometro mais agua mais solo umido (g)				03					
Peso do solo umido (g)				04					
volume do solo seco cm³				05					
Peso do solo seco (g)				06					
Temperatura (°C)				07					
Coeficiente de correção devido a temperatura				08					
Massa Específica dos grãos corrigida (g/cm³)				09					
Massa específica dos grãos (g/cm³)				10					
Observações:									

Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Rodovia: <b>Municipal</b>	Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>
Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>	
Km/Estaca/Furo: <b>ST 03</b>	Lado: _____ Afast. Eixo: _____ Camada: <b>0,20-1,57</b>
Amostragem: <b>004</b>	
Resp. Técnico: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	Data: <b>09/01/24</b>
Rastreabilidade: _____	

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES										
UMIDADE HIGROSCÓPICA					FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO GROSSO					
Cápsula nº	168				Peneiras Normatizadas	Peso da Amostra Seca (g)		% Passante da Amostra total		
Solo úmido + tara (g)	102,98					Nº	mm			Retido
Solo seco + tara (g)	97,58				5"			125,000	1,256,71	
Tara da cápsula (g)	17,50				4"	100,000	1,256,71	100,00		
Água (g)	5,40				3"	75,000	1,256,71	100,00		
Solo seco (g)	80,08				2 1/2"	63,000	1,256,71	100,00		
Teor de umidade (%) (4+5) x 100 = h	6,74				2"	50,000	1,256,71	100,00		
Teor de umidade médio (%)	6,74				1 1/2"	37,500	1,256,71	100,00		
FATOR DE CORREÇÃO f = $\frac{100}{100+h}$	0,93686				1"	25,000	126,53	1,130,18	89,93	
AMOSTRA TOTAL SECA					3/4"	19,000	30,18	1,100,00	87,53	
Amostra Total Úmida (g)	1325,00				3/8"	9,500	44,15	1,055,85	84,02	
Solo Seco Retido na Peneira nº 10 (g)	243,46				4	4,750	25,69	1,030,16	81,97	
Solo Úmido Passante na Peneira nº 10 (g)	1081,54				10	2,000	16,91	1,013,25	80,63	
Solo Seco Passante na Peneira nº 10 (g)	1013,25									
Amostra Total Seca (g)	1256,71				FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO FINO					
RESUMO		EQUIVALENTE DE AREIA			Peso da Amostra Parcial Úmida (g) =		146,92			
Pedregulho (% Am.)	18,03	Proveta nº			Peso da Amostra Parcial Seca (g) =		137,64			
Areia Grossa (% Am.)	1,34				Topo Areia			Peneira		Peso da Am. Seca (g)
Areia Média (% Am.)	3,46	Topo Argila						Nº	mm	Retido
Areia Fina (% Am.)	22,04				EA			16	1,180	0,84
Pass # 200 (% Am.)	55,13	EA méd (%)						30	0,600	2,56
LL	51,94							40	0,425	2,51
LP	33,88							50	0,300	4,51
IP	18,07							100	0,150	22,09
EA								200	0,075	11,02
IG	8,00									
LIMITES DE ATTERBERG										
Limite de Liquidez					Limite de Plasticidade					
Cápsula nº	112				247		023	019	105	013
Cápsula + Solo úmido (g)	34,22				34,08		13,50	13,66	10,39	14,12
Cápsula + Solo seco (g)	25,48				25,14		13,02	13,11	9,68	13,42
Peso da Cápsula (g)	8,79				7,90		11,62	11,51	7,57	11,31
Peso da Água (g)	8,74				8,94		0,48	0,55	0,71	0,70
Peso do Solo seco (g)	16,69				17,24		1,40	1,60	2,11	2,11
Porcentagem de água	52,37				51,86		34,29	34,38	33,65	33,18
Nº de pancadas	23,00				26,00		Aproveitamento			
Constante	0,98710				1,00610		Pontos Aproveitados Limite de Plasticidade (≥ 3):		04	
Limite de Liquidez calculado	51,69				52,18		Pontos Aproveitados Limite de Liquidez (≥ 2):		02	
CLASSIFICAÇÃO HRB										
Geral			Detalhada							
<b>A - 7 - 5</b>			<b>Argila Silto Arenosa</b>							
Densidade Real										
Determinação da Massa Específica Real dos Grãos					Calibração dos Picnômetros					
Picnometro nº					Identificação	Peso Pic. Vazio (g)		Peso Pic. + Água (g)		
Peso do Picnometro vazio (g)					01					
Peso do Picnometro com agua (g)					02					
Peso do Picnometro mais agua mais solo umido (g)					03					
Peso do solo umido (g)					04					
volume do solo seco cm³					05					
Peso do solo seco (g)					06					
Temperatura (°C)					07					
Coeficiente de correção devido a temperatura					08					
Massa Específica dos grãos corrigida (g/cm³)					09					
Massa específica dos grãos (g/cm³)					10					
Observações:										

Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Rodovia: <b>Municipal</b>	Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>
Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>	
Km/Estaca/Furo: <b>ST 04</b>	Lado:                      Afast. Eixo:                      Camada: <b>0,20-1,60</b>
Amostragem: <b>005</b>	
Resp. Técnico: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	Data: <b>09/01/24</b>
Rastreabilidade:	

<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES</b>										
<b>UMIDADE HIGROSCÓPICA</b>					<b>FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO GROSSO</b>					
Cápsula nº	046				<b>Peneiras Normalizadas</b>		<b>Peso da Amostra Seca (g)</b>		<b>% Passante da Amostra total</b>	
Solo úmido + tara (g)	79,34				<b>Nº</b>	<b>mm</b>	<b>Retido</b>	<b>Passante</b>		
Solo seco + tara (g)	77,75				5"	125,000		1.278,85	<b>100,00</b>	
Tara da cápsula (g)	14,40				4"	100,000		1.278,85	<b>100,00</b>	
Água (g)	1,59				3"	75,000		1.278,85	<b>100,00</b>	
Solo seco (g)	63,35				2 1/2"	63,000		1.278,85	<b>100,00</b>	
Teor de umidade (%) (4+5) x 100 = h	<b>2,51</b>				2"	50,000		1.278,85	<b>100,00</b>	
Teor de umidade médio (%)	<b>2,51</b>				1 1/2"	37,500		1.278,85	<b>100,00</b>	
FATOR DE CORREÇÃO f = $\frac{100}{100+h}$	<b>0,97551</b>				1"	25,000	120,90	1.157,95	<b>90,55</b>	
<b>AMOSTRA TOTAL SECA</b>					<b>FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO FINO</b>					
Amostra Total Úmida (g)	<b>1305,00</b>				<b>Peneira</b>		<b>Peso da Am. Seca (g)</b>		<b>% Passante</b>	
Solo Seco Retido na Peneira nº 10 (g)	236,92				<b>Nº</b>	<b>mm</b>	<b>Retido</b>	<b>Passante</b>	<b>Am. Parcial</b>	<b>Am. Total</b>
Solo Úmido Passante na Peneira nº 10 (g)	1068,08				16	1,180	0,72	129,41	99,45	<b>81,02</b>
Solo Seco Passante na Peneira nº 10 (g)	1041,93				30	0,600	2,42	126,99	97,59	<b>79,51</b>
Amostra Total Seca (g)	<b>1278,85</b>				40	0,425	2,33	124,66	95,80	<b>78,05</b>
<b>RESUMO</b>					<b>EQUIVALENTE DE AREIA</b>					
Pedregulho (% Am.)	<b>17,41</b>				<b>Peso da Amostra Parcial Úmida (g) =</b>		<b>133,40</b>			
Areia Grossa (% Am.)	<b>1,12</b>				<b>Peso da Amostra Parcial Seca (g) =</b>		<b>130,13</b>			
Areia Média (% Am.)	<b>3,42</b>				<b>Peneira</b>		<b>Peso da Am. Seca (g)</b>		<b>% Passante</b>	
Areia Fina (%Am.)	<b>23,21</b>				<b>Nº</b>	<b>mm</b>	<b>Retido</b>	<b>Passante</b>	<b>Am. Parcial</b>	<b>Am. Total</b>
Pass # 200 (% Am.)	<b>54,84</b>				100	0,150	22,16	97,90	75,23	<b>61,29</b>
LL	<b>50,74</b>				200	0,075	10,31	87,59	67,31	<b>54,84</b>
LP	<b>34,03</b>									
IP	<b>16,71</b>									
EA										
EA méd (%)	<b>8,00</b>									
IG										
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>										
<b>Limite de Liquidez</b>					<b>Limite de Plasticidade</b>					
Cápsula nº	008	227			101	063	006	061		
Cápsula + Solo úmido (g)	34,69	33,69			9,30	13,21	16,08	14,36		
Cápsula + Solo seco (g)	26,05	25,26			8,36	12,34	15,19	13,24		
Peso da Cápsula (g)	9,59	8,43			5,65	9,83	12,47	9,95		
Peso da Água (g)	8,64	8,43			0,94	0,87	0,89	1,12		
Peso do Solo seco (g)	16,46	16,83			2,71	2,51	2,72	3,29		
Porcentagem de água	52,49	50,09			<b>34,69</b>	<b>34,66</b>	<b>32,72</b>	<b>34,04</b>		
Nº de pancadas	21,00	26,00			<b>Aproveitamento</b>					
Constante	0,97320	1,00610			<b>Pontos Aproveitados Limite de Plasticidade (≥ 3):</b>				<b>04</b>	
Limite de Liquidez calculado	<b>51,08</b>	<b>50,40</b>			<b>Pontos Aproveitados Limite de Liquidez (≥ 2):</b>				<b>02</b>	
<b>CLASSIFICAÇÃO HRB</b>										
<b>Geral</b>					<b>Detalhada</b>					
<b>A - 7 - 5</b>					<b>Argila Silto Arenosa</b>					
<b>Densidade Real</b>										
<b>Determinação da Massa Específica Real dos Grãos</b>					<b>Calibração dos Picnômetros</b>					
Picnometro nº					<b>Identificação</b>	<b>Peso Pic. Vazio (g)</b>		<b>Peso Pic. + Água (g)</b>		
Peso do Picnometro vazio (g)					01					
Peso do Picnometro com agua (g)					02					
Peso do Picnometro mais agua mais solo umido (g)					03					
Peso do solo umido (g)					04					
volume do solo seco cm³					05					
Peso do solo seco (g)					06					
Temperatura (°C)					07					
Coeficiente de correção devido a temperatura					08					
Massa Especifica dos grãos corrigida (g/cm³)					09					
Massa específica dos grãos (g/cm³)					10					
<b>Observações:</b>										

Estudo: **Estudo do Sub-Leito** Ordem de Serviços Nº: **421**  
 Rodovia: **Municipal** Trecho: **Balneário Camboriu / SC**  
 Sub-Trecho: **Implantação de infraestrutura de rua pavimentada**  
 Km/Estaca/Furo: **ST 05** Lado: Afast. Eixo: Camada: **0,20-0,90**  
 Amostragem: **003**  
 Resp. Técnico: **Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948** Data: **09/01/24**  
 Rastreabilidade:

**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES**

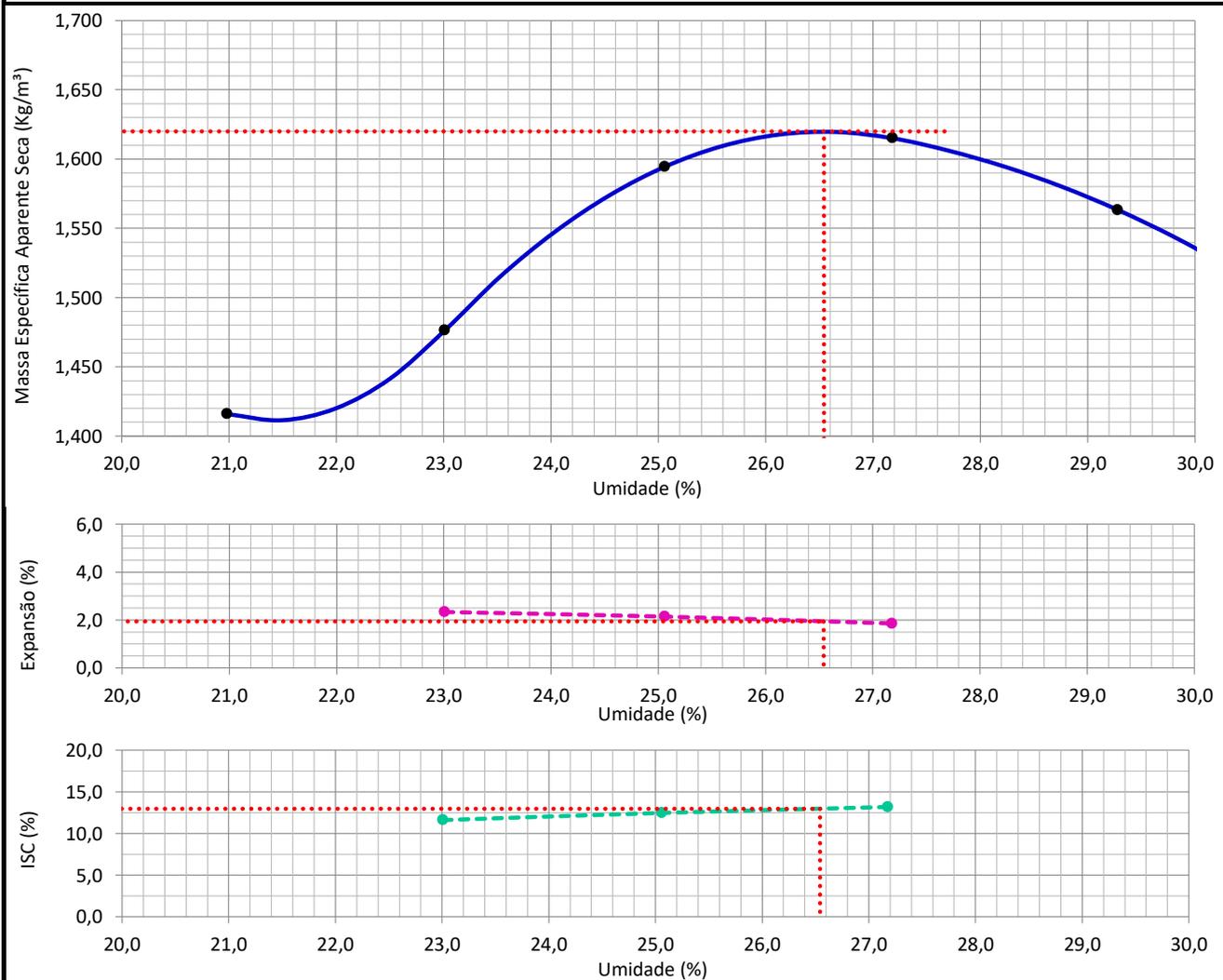
UMIDADE HIGROSCÓPICA			FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO GROSSO					
Cápsula nº	078		Peneiras Normalizadas		Peso da Amostra Seca (g)		% Passante da Amostra total	
Solo úmido + tara (g)	95,71		Nº	mm	Retido	Passante		
Solo seco + tara (g)	94,44		5"	125,000		3.027,97	100,00	
Tara da cápsula (g)	16,02		4"	100,000		3.027,97	100,00	
Água (g)	1,27		3"	75,000		3.027,97	100,00	
Solo seco (g)	78,42		2 1/2"	63,000		3.027,97	100,00	
Teor de umidade (%) (4+5) x 100 = h	1,62		2"	50,000		3.027,97	100,00	
Teor de umidade médio (%)	1,62		1 1/2"	37,500		3.027,97	100,00	
FATOR DE CORREÇÃO f = $\frac{100}{100+h}$	0,98406		1"	25,000		3.027,97	100,00	
AMOSTRA TOTAL SECA			FRAÇÃO DE PENEIRAMENTO FINO					
Amostra Total Úmida (g)	3070,00		3/4"	19,000	39,43	2.988,54	98,70	
Solo Seco Retido na Peneira nº 10 (g)	433,34		3/8"	9,500	184,24	2.804,30	92,61	
Solo Úmido Passante na Peneira nº 10 (g)	2636,66		4	4,750	135,20	2.669,10	88,15	
Solo Seco Passante na Peneira nº 10 (g)	2594,63		10	2,000	74,47	2.594,63	85,69	
Amostra Total Seca (g)	3027,97							
RESUMO		EQUIVALENTE DE AREIA		Peso da Amostra Parcial Úmida (g) =				156,58
Pedregulho (% Am.)	11,85	Provetta nº		Peso da Amostra Parcial Seca (g) =				154,08
Areia Grossa (% Am.)	2,46	Topo Areia		Peneira		Peso da Am. Seca (g)		% Passante
Areia Média (% Am.)	2,25	Topo Argila		Nº	mm	Retido	Passante	Am. Parcial
Areia Fina (% Am.)	20,86	EA		16	1,180	0,82	153,26	99,47
Pass # 200 (% Am.)	62,58	EA méd (%)		30	0,600	2,10	151,16	98,10
LL	NP			40	0,425	1,13	150,03	97,37
LP	NP			50	0,300	2,09	147,94	96,02
IP	NP			100	0,150	17,73	130,21	84,51
EA				200	0,075	17,69	112,52	73,03
IG	6,00							62,58
LIMITES DE ATTERBERG								
Limite de Liquidez			Limite de Plasticidade					
Cápsula nº								
Cápsula + Solo úmido (g)								
Cápsula + Solo seco (g)								
Peso da Cápsula (g)								
Peso da Água (g)								
Peso do Solo seco (g)								
Porcentagem de água								
Nº de pancadas				Aproveitamento				
Constante				Pontos Aproveitados Limite de Plasticidade (≥ 3):				00
Limite de Liquidez calculado				Pontos Aproveitados Limite de Liquidez (≥ 2):				
CLASSIFICAÇÃO HRB								
Geral			Detalhada					
A - 4			Silte Arenoso					
Densidade Real								
Determinação da Massa Específica Real dos Grãos					Calibração dos Picnômetros			
Picnometro nº				Identificação	Peso Pic. Vazio (g)	Peso Pic. + Água (g)		
Peso do Picnometro vazio (g)				01				
Peso do Picnometro com agua (g)				02				
Peso do Picnometro mais agua mais solo umido (g)				03				
Peso do solo umido (g)				04				
volume do solo seco cm³				05				
Peso do solo seco (g)				06				
Temperatura (°C)				07				
Coeficiente de correção devido a temperatura				08				
Massa Específica dos grãos corrigida (g/cm³)				09				
Massa específica dos grãos (g/cm³)				10				
Observações:								

Rodovia: <b>Municipal</b>	Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>		
Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>		
Km/Furo/Estaca: <b>ST 01</b>	Lado:	Afast. Eixo:
Amostragem: <b>001</b>	Camada: <b>0,20-1,53</b>	
Responsável: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	Data Ensaio: <b>06/01/24</b>	
Rastreabilidade: <b>Balanças: 03 e 05</b>	Nº Soquete: <b>002</b>	

### ENSAIO DE COMPACTAÇÃO E DETERMINAÇÃO DA UMIDADE ÓTIMA

Cilindro Nº:	021	063	067	008	048
Água Acrescentada (g):	1000	1140	1280	1420	1560
Peso do Cilindro (g):	5150,0	4263,0	5376,0	5165,0	5289,0
Volume do Cilindro (cm³):	2137,0	2133,0	2135,0	2135,0	2143,0
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	8811,0	8137,0	9633,0	9550,0	9620,0
Peso do Solo Úmido (g):	3661,0	3874,0	4257,0	4385,0	4331,0
Massa Específica do Solo Úmido (g/cm³):	001,7	1,816	1,994	2,054	2,021
Cápsula Nº:	139	106	058	011	103
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	117,09	113,43	114,10	115,56	124,57
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	99,87	96,14	94,12	94,21	99,88
Peso da Cápsula (g):	17,80	20,98	14,38	15,65	15,57
Peso da Água (g):	17,22	17,29	19,98	21,35	24,69
Peso do Solo Seco (g):	82,07	75,16	79,74	78,56	84,31
<b>Teor de Umidade (%):</b>	<b>20,98</b>	<b>23,01</b>	<b>25,06</b>	<b>27,18</b>	<b>29,28</b>
Umidade Adotada (%):					
<b>Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):</b>	<b>1,416</b>	<b>1,476</b>	<b>1,594</b>	<b>1,615</b>	<b>1,563</b>

### GRÁFICOS DE COMPACTAÇÃO, EXPANSÃO E ISC/CBR

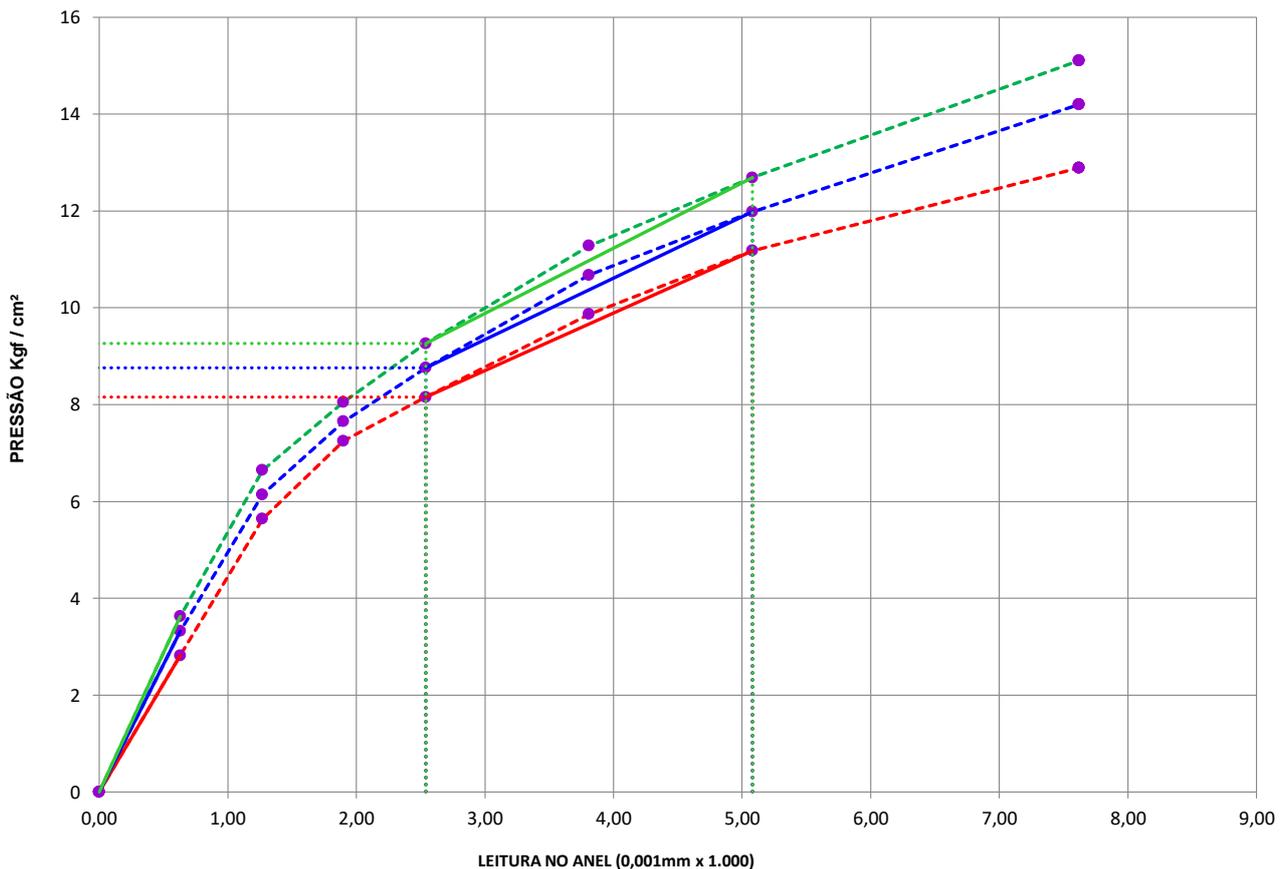


Energia de Compactação	X	12 Golpes	Normal	Resultados Finais	
		26 Golpes	Intermediária	Densidade Máxima (g/cm³): <b>1,620</b>	Expansão (%): <b>1,94</b>
		55 Golpes	Modificada	Umidade Ótima (%): <b>26,54</b>	ISC/CBR Final (%): <b>12,96</b>

Rodovia: <b>Municipal</b>	Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>	Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>	
Km/Furo/Estaca: <b>ST 01</b>	Lado:	Afast. Eixo: <b>Camada: 0,20-1,53</b>
Amostragem: <b>001</b>	Responsável: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	
Rastreabilidade: <b>Balanças: 03 e 05</b>	Data Ensaio: <b>06/01/24</b>	
	Nº Soquete: <b>002</b>	

ENSAIO DE I.S.C. E EXPANSÃO														
Anel Nº: <b>AD - 02</b>						Constante do Anel: <b>0,10070</b>								
Extensômetro Nº: <b>RC - 18</b>						Cronômetro Nº: <b>C - 01</b>								
Cilindro Nº:			<b>063</b>			<b>067</b>			<b>008</b>					
Altura Inicial (mm):			11,74			11,72			11,75					
EXPANSÃO	Data	Hora	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%			
	06/01/24		1,00			1,00			1,00					
	07/01/24													
	08/01/24													
	09/01/24													
	10/01/24		3,74	2,74	<b>2,33</b>	3,51	2,51	<b>2,14</b>	3,18	2,18	<b>1,86</b>			
PENETRAÇÃO	PEN. (mm)	Tempo (min.)	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.
			Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.	
	0,63	0,5	28	2,82			33	3,32			36	3,63		
	1,27	1,0	56	5,64			61	6,14			66	6,65		
	1,90	1,5	72	7,25			76	7,65			80	8,06		
	2,54	2,0	81	8,16	8,16	<b>11,60</b>	87	8,76	8,76	<b>12,46</b>	92	9,26	9,26	<b>13,18</b>
	3,81	3,0	98	9,87			106	10,67			112	11,28		
	5,08	4,0	111	11,18	11,18	<b>10,61</b>	119	11,98	11,98	<b>11,37</b>	126	12,69	12,69	<b>12,04</b>
	7,62	6,0	128	12,89			141	14,20			150	15,11		
	10,16	8,0												
12,70	10,0													

**GRÁFICO DE PRESSÃO E PENETRAÇÃO**

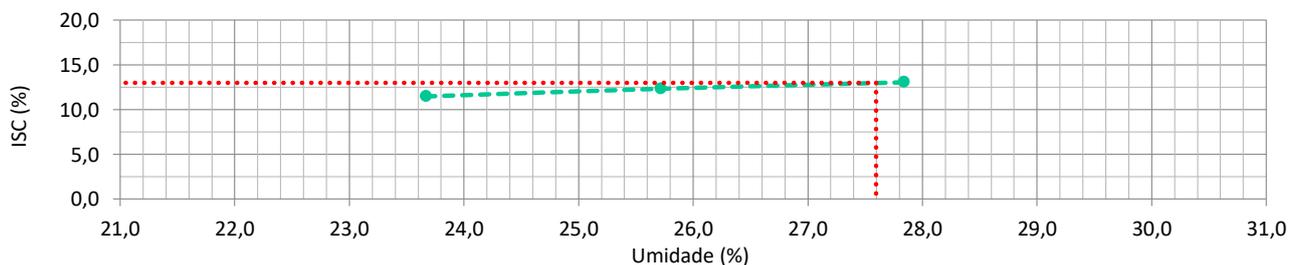
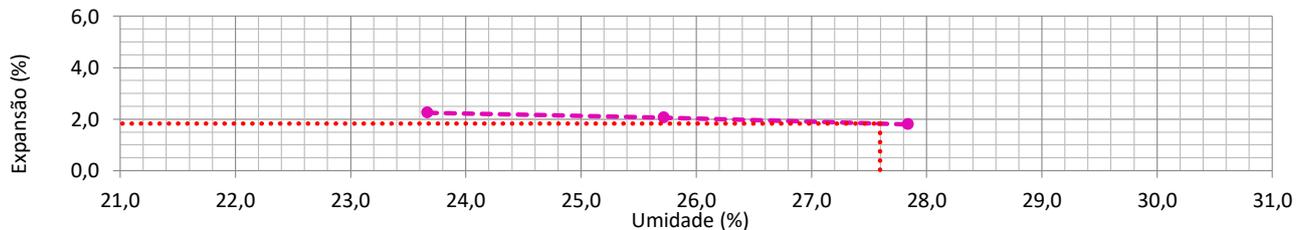
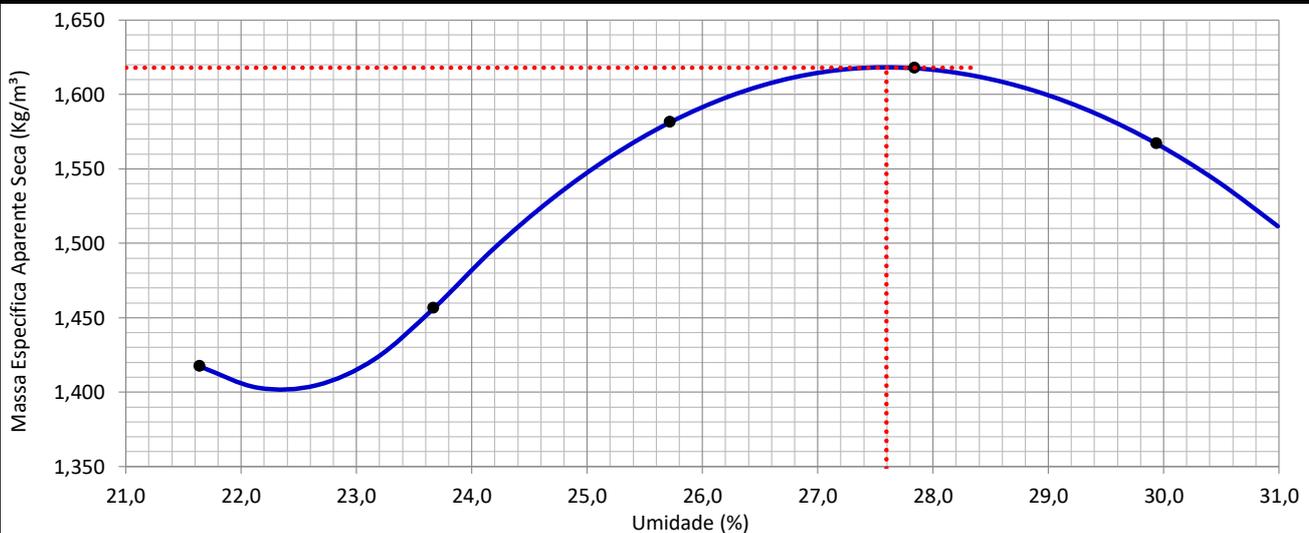


Rodovia: <b>Municipal</b>	Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>		
Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>		
Km/Furo/Estaca: <b>ST 02</b>	Lado:	Afast. Eixo:
Amostragem: <b>002</b>	Camada: <b>0,20-1,52</b>	
Responsável: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	Data Ensaio: <b>05/01/24</b>	
Rastreabilidade: <b>Balanças: 03 e 05</b>	Nº Soquete: <b>002</b>	

### ENSAIO DE COMPACTAÇÃO E DETERMINAÇÃO DA UMIDADE ÓTIMA

Cilindro Nº:	011	055	005	079	024
Água Acrescentada (g):	1000	1100	1200	1300	1400
Peso do Cilindro (g):	5145,0	5501,0	5440,0	5452,0	5515,0
Volume do Cilindro (cm³):	2143,0	2138,0	2140,0	2141,0	2142,0
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	8840,0	9352,0	9694,0	9880,0	9876,0
Peso do Solo Úmido (g):	3695,0	3851,0	4254,0	4428,0	4361,0
Massa Específica do Solo Úmido (g/cm³):	1,724	1,801	1,988	2,068	2,036
Cápsula Nº:	097	188	065	017	016
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	112,33	120,94	120,32	123,45	121,99
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	94,25	101,03	98,47	99,84	97,41
Peso da Cápsula (g):	10,70	16,93	13,53	15,04	15,32
Peso da Água (g):	18,08	19,91	21,85	23,61	24,58
Peso do Solo Seco (g):	83,55	84,10	84,94	84,80	82,09
<b>Teor de Umidade (%):</b>	<b>21,64</b>	<b>23,67</b>	<b>25,72</b>	<b>27,84</b>	<b>29,94</b>
Umidade Adotada (%):					
<b>Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):</b>	<b>1,417</b>	<b>1,456</b>	<b>1,581</b>	<b>1,618</b>	<b>1,567</b>

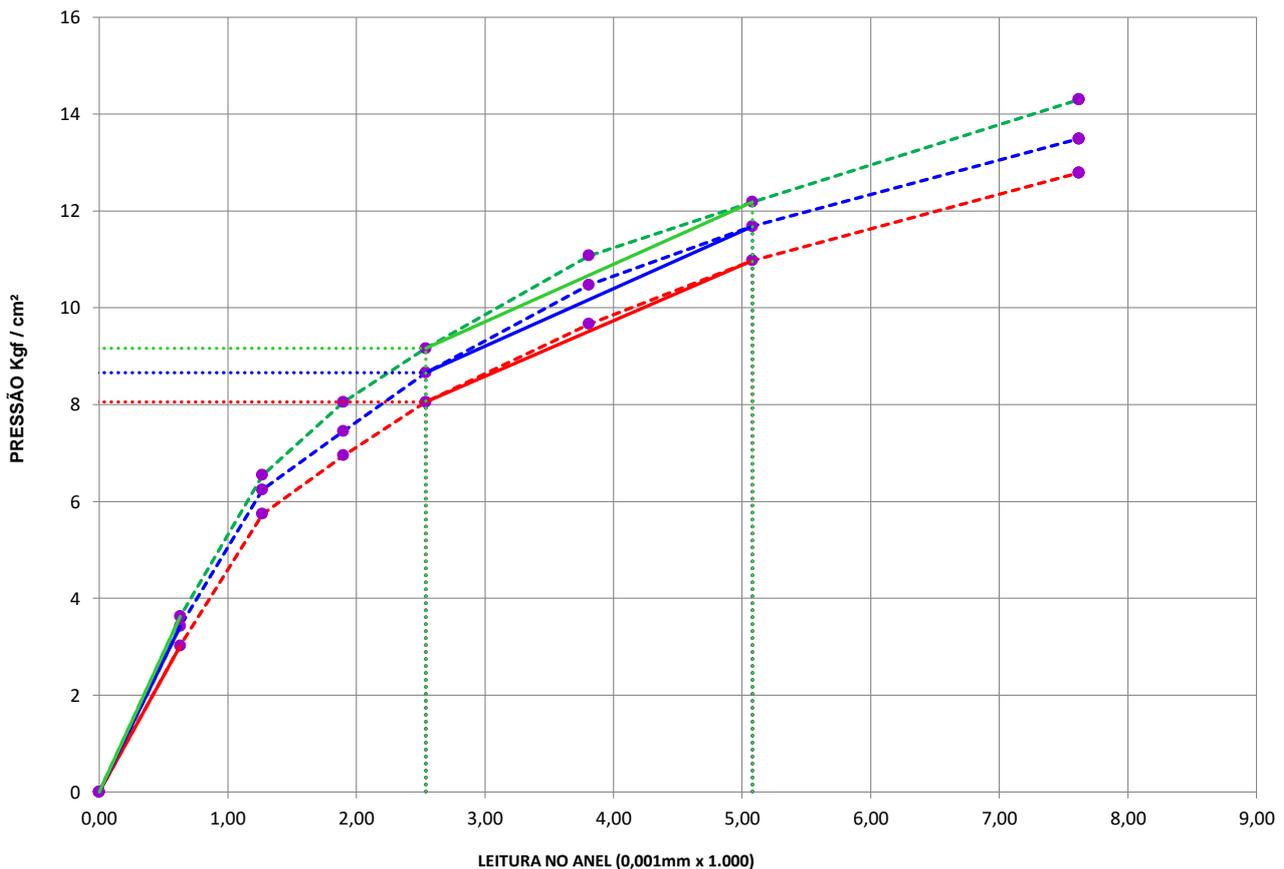
### GRÁFICOS DE COMPACTAÇÃO, EXPANSÃO E ISC/CBR



Energia de Compactação	X	12 Golpes Normal	<b>Resultados Finais</b>	
		26 Golpes Intermediária	Densidade Máxima (g/cm³): <b>1,618</b>	Expansão (%): <b>1,83</b>
		55 Golpes Modificada	Umidade Ótima (%): <b>27,60</b>	ISC/CBR Final (%): <b>12,98</b>

Rodovia: **Municipal**      Estudo: **Estudo do Sub-Leito**      Ordem de Serviços Nº: **421**  
 Trecho: **Balneário Camboriu / SC**  
 Sub-Trecho: **Implantação de infraestrutura de rua pavimentada**  
 Km/Furo/Estaca: **ST 02**      Lado:      Afast. Eixo:      Camada: **0,20-1,52**  
 Amostragem: **002**  
 Responsável: **Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948**      Data Ensaio: **05/01/24**  
 Rastreabilidade: **Balanças: 03 e 05**      Nº Soquete: **002**

ENSAIO DE I.S.C. E EXPANSÃO														
Anel Nº: <b>AD - 02</b>						Constante do Anel: <b>0,10070</b>								
Extensômetro Nº: <b>RC - 18</b>						Cronômetro Nº: <b>C - 01</b>								
Cilindro Nº:			<b>055</b>			<b>005</b>			<b>079</b>					
Altura Inicial (mm):			11,75			11,76			11,75					
EXPANSÃO	Data	Hora	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%			
	05/01/24		1,00			1,00			1,00					
	06/01/24													
	07/01/24													
	08/01/24													
	09/01/24		3,64	2,64	<b>2,25</b>	3,42	2,42	<b>2,06</b>	3,11	2,11	<b>1,80</b>			
PENETRAÇÃO	PEN. (mm)	Tempo (min.)	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.
			Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.	
	0,63	0,5	30	3,02			34	3,42			36	3,63		
	1,27	1,0	57	5,74			62	6,24			65	6,55		
	1,90	1,5	69	6,95			74	7,45			80	8,06		
	2,54	2,0	80	8,06	8,06	<b>11,46</b>	86	8,66	8,66	<b>12,32</b>	91	9,16	9,16	<b>13,04</b>
	3,81	3,0	96	9,67			104	10,47			110	11,08		
	5,08	4,0	109	10,98	10,98	<b>10,41</b>	116	11,68	11,68	<b>11,08</b>	121	12,18	12,18	<b>11,56</b>
	7,62	6,0	127	12,79			134	13,49			142	14,30		
	10,16	8,0												
12,70	10,0													

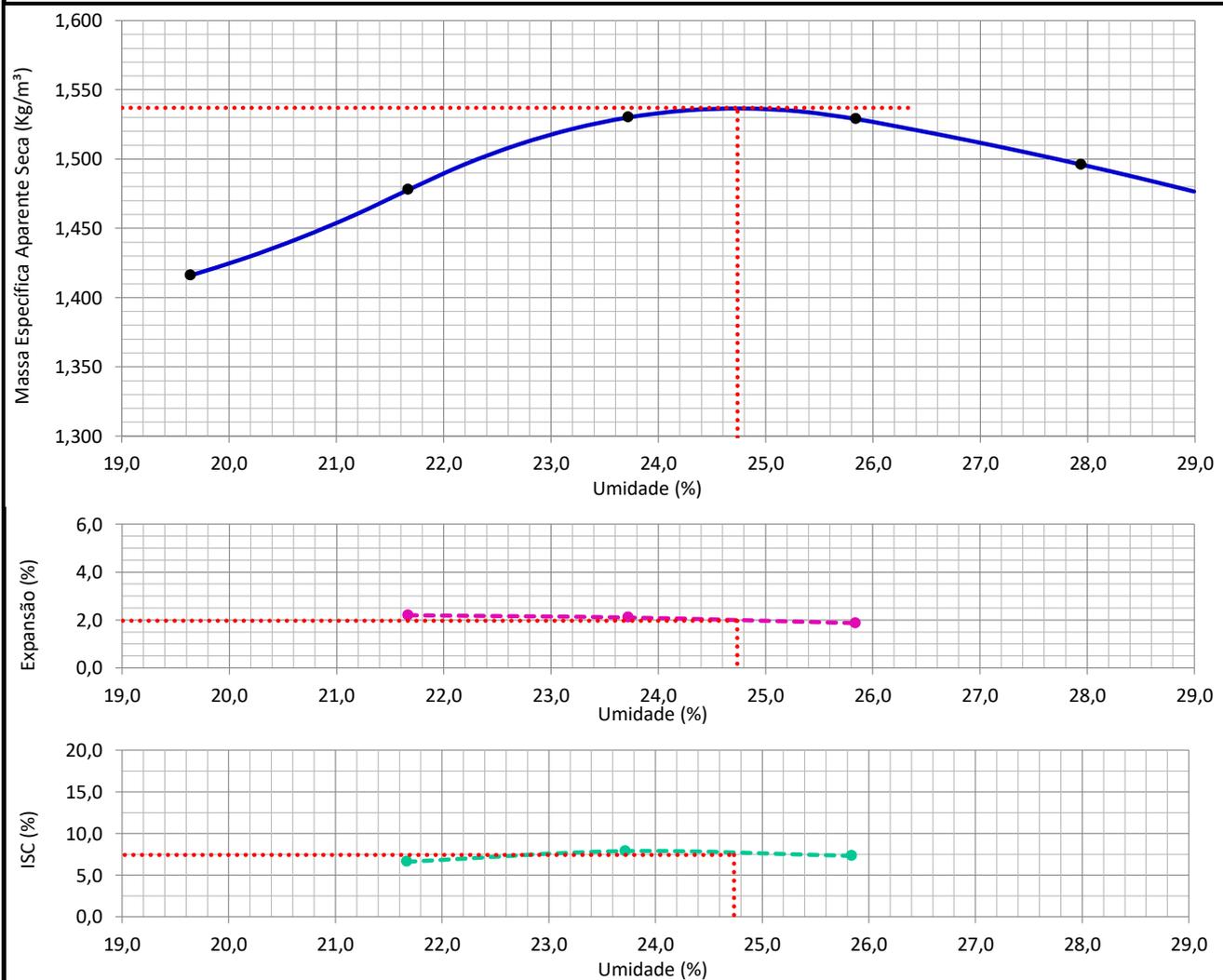
**GRÁFICO DE PRESSÃO E PENETRAÇÃO**


Rodovia: <b>Municipal</b>	Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>		
Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>		
Km/Furo/Estaca: <b>ST 03</b>	Lado:	Afast. Eixo:
Amostragem: <b>004</b>	Camada: <b>0,20-1,57</b>	
Responsável: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	Data Ensaio: <b>08/01/24</b>	
Rastreabilidade: <b>Balanças: 03 e 05</b>	Nº Soquete: <b>002</b>	

### ENSAIO DE COMPACTAÇÃO E DETERMINAÇÃO DA UMIDADE ÓTIMA

	014	015	056	029	065
Cilindro Nº:	014	015	056	029	065
Água Acrescentada (g):	750	890	1030	1170	1310
Peso do Cilindro (g):	5390,0	5160,0	5284,0	5580,0	5455,0
Volume do Cilindro (cm³):	2132,0	2133,0	2135,0	2141,0	2141,0
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	9002,0	8995,0	9326,0	9699,0	9553,0
Peso do Solo Úmido (g):	3612,0	3835,0	4042,0	4119,0	4098,0
Massa Específica do Solo Úmido (g/cm³):	001,7	1,798	1,893	1,924	1,914
Cápsula Nº:	022	070	067	015	200
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	106,00	118,71	121,24	117,25	118,45
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	91,12	99,84	101,02	96,28	97,14
Peso da Cápsula (g):	15,34	12,78	15,77	15,13	20,87
Peso da Água (g):	14,88	18,87	20,22	20,97	21,31
Peso do Solo Seco (g):	75,78	87,06	85,25	81,15	76,27
<b>Teor de Umidade (%)</b> :	<b>19,64</b>	<b>21,67</b>	<b>23,72</b>	<b>25,84</b>	<b>27,94</b>
Umidade Adotada (%):					
<b>Massa Específica do Solo Seco (g/cm³)</b> :	<b>1,416</b>	<b>1,478</b>	<b>1,530</b>	<b>1,529</b>	<b>1,496</b>

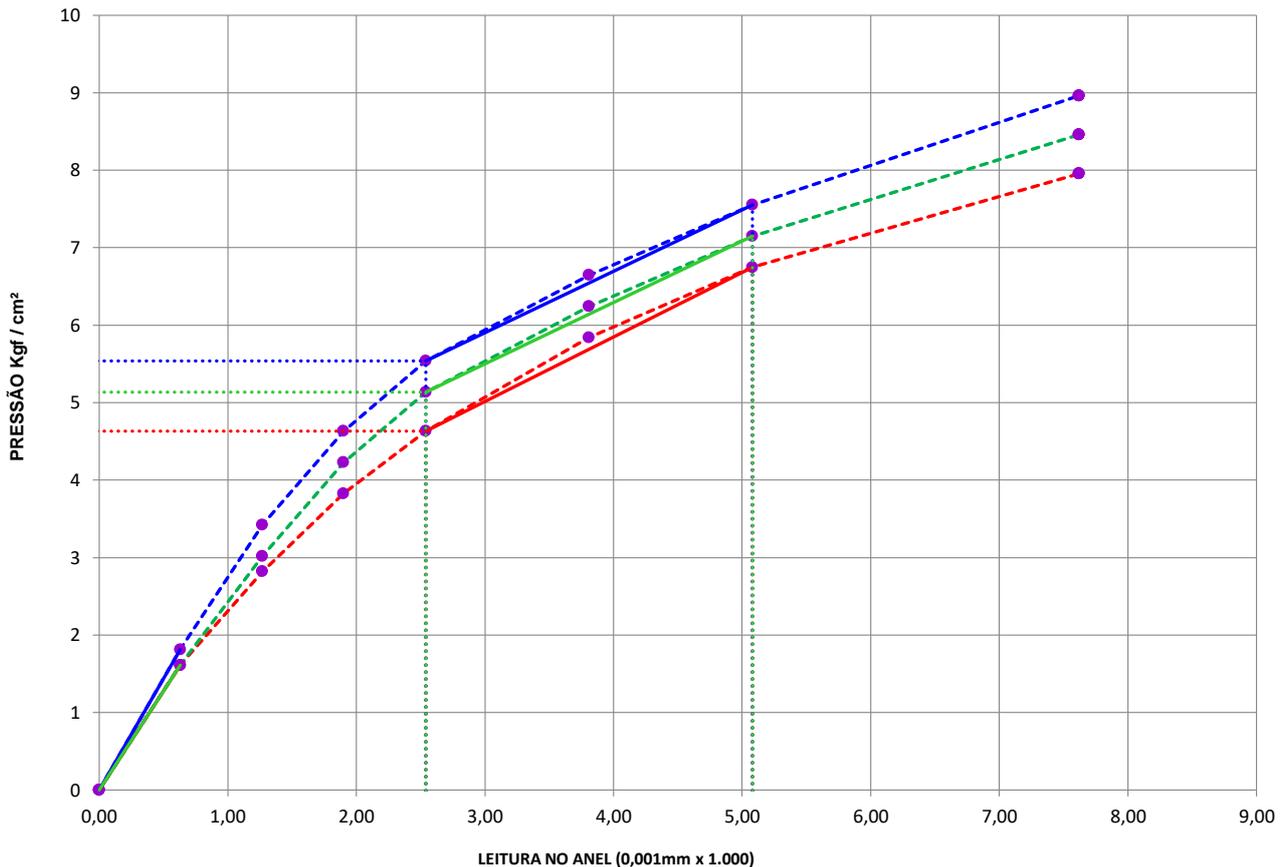
### GRÁFICOS DE COMPACTAÇÃO, EXPANSÃO E ISC/CBR



Energia de Compactação	<b>x</b>	12 Golpes	Normal	<b>Resultados Finais</b>	
		26 Golpes	Intermediária	Densidade Máxima (g/cm³): <b>1,537</b>	Expansão (%): <b>1,97</b>
		55 Golpes	Modificada	Umidade Ótima (%): <b>24,74</b>	ISC/CBR Final (%): <b>7,42</b>

Rodovia: **Municipal**      Estudo: **Estudo do Sub-Leito**      Ordem de Serviços Nº: **421**  
 Trecho: **Balneário Camboriu / SC**  
 Sub-Trecho: **Implantação de infraestrutura de rua pavimentada**  
 Km/Furo/Estaca: **ST 03**      Lado:      Afast. Eixo:      Camada: **0,20-1,57**  
 Amostragem: **004**  
 Responsável: **Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948**      Data Ensaio: **08/01/24**  
 Rastreabilidade: **Balanças: 03 e 05**      Nº Soquete: **002**

ENSAIO DE I.S.C. E EXPANSÃO														
Anel Nº: <b>AD - 02</b>						Constante do Anel: <b>0,10070</b>								
Extensômetro Nº: <b>RC - 18</b>						Cronômetro Nº: <b>C - 01</b>								
Cilindro Nº:			<b>015</b>			<b>056</b>			<b>029</b>					
Altura Inicial (mm):			11,74			11,75			11,72					
EXPANSÃO	Data	Hora	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%			
	08/01/24		1,00			1,00			1,00					
	09/01/24													
	10/01/24													
	11/01/24													
	12/01/24		3,58	2,58	<b>2,20</b>	3,47	2,47	<b>2,10</b>	3,19	2,19	<b>1,87</b>			
PENETRAÇÃO	PEN. (mm)	Tempo (min.)	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.
			Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.	
	0,63	0,5	16	1,61			18	1,81			16	1,61		
	1,27	1,0	28	2,82			34	3,42			30	3,02		
	1,90	1,5	38	3,83			46	4,63			42	4,23		
	2,54	2,0	46	4,63	4,63	<b>6,59</b>	55	5,54	5,54	<b>7,88</b>	51	5,14	5,14	<b>7,31</b>
	3,81	3,0	58	5,84			66	6,65			62	6,24		
	5,08	4,0	67	6,75	6,75	<b>6,40</b>	75	7,55	7,55	<b>7,17</b>	71	7,15	7,15	<b>6,78</b>
	7,62	6,0	79	7,96			89	8,96			84	8,46		
	10,16	8,0												
12,70	10,0													

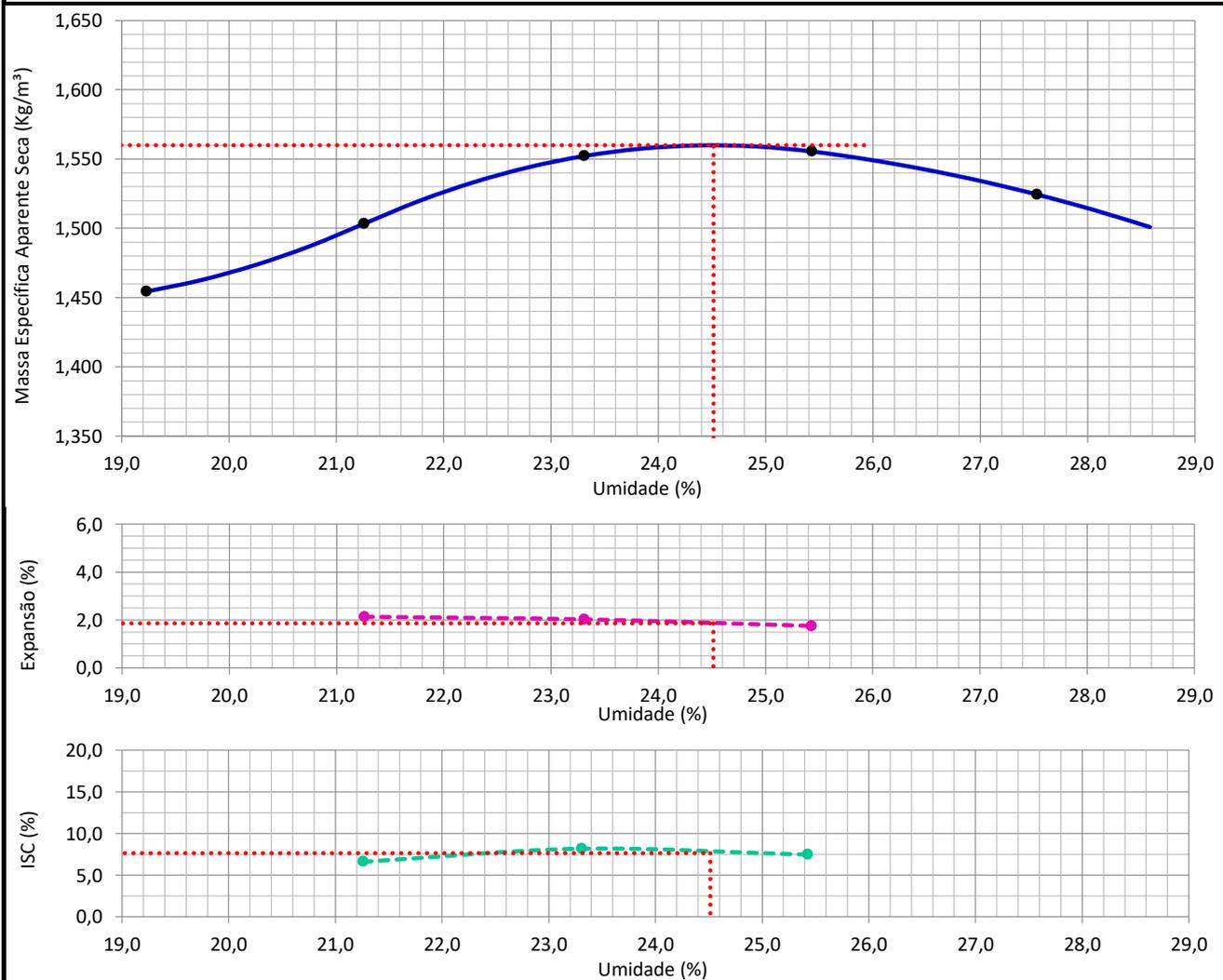
**GRÁFICO DE PRESSÃO E PENETRAÇÃO**


Rodovia: <b>Municipal</b>	Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>	Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>	
Km/Furo/Estaca: <b>ST 04</b>	Lado:	Afast. Eixo: <b>Camada: 0,20-1,60</b>
Amostragem: <b>005</b>	Responsável: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	
Rastreabilidade: <b>Balanças: 03 e 05</b>	Data Ensaio: <b>08/01/24</b>	
	Nº Soquete: <b>002</b>	

### ENSAIO DE COMPACTAÇÃO E DETERMINAÇÃO DA UMIDADE ÓTIMA

	034	069	012	070	009
Cilindro Nº:	034	069	012	070	009
Água Acrescentada (g):	750	850	950	1050	1150
Peso do Cilindro (g):	5070,0	5358,0	5480,0	5296,0	5180,0
Volume do Cilindro (cm³):	2132,0	2131,0	2143,0	2132,0	2135,0
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	8767,0	9243,0	9582,0	9456,0	9330,0
Peso do Solo Úmido (g):	3697,0	3885,0	4102,0	4160,0	4150,0
Massa Específica do Solo Úmido (g/cm³):	1,734	1,823	1,914	1,951	1,944
Cápsula Nº:	099	006	003	243	192
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	116,15	113,36	112,62	113,76	122,64
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	99,87	96,14	94,12	94,21	99,88
Peso da Cápsula (g):	15,23	15,15	14,75	17,34	17,22
Peso da Água (g):	16,28	17,22	18,50	19,55	22,76
Peso do Solo Seco (g):	84,64	80,99	79,37	76,87	82,66
<b>Teor de Umidade (%)</b> :	<b>19,23</b>	<b>21,26</b>	<b>23,31</b>	<b>25,43</b>	<b>27,53</b>
Umidade Adotada (%):					
<b>Massa Específica do Solo Seco (g/cm³)</b> :	<b>1,454</b>	<b>1,503</b>	<b>1,552</b>	<b>1,555</b>	<b>1,524</b>

### GRÁFICOS DE COMPACTAÇÃO, EXPANSÃO E ISC/CBR

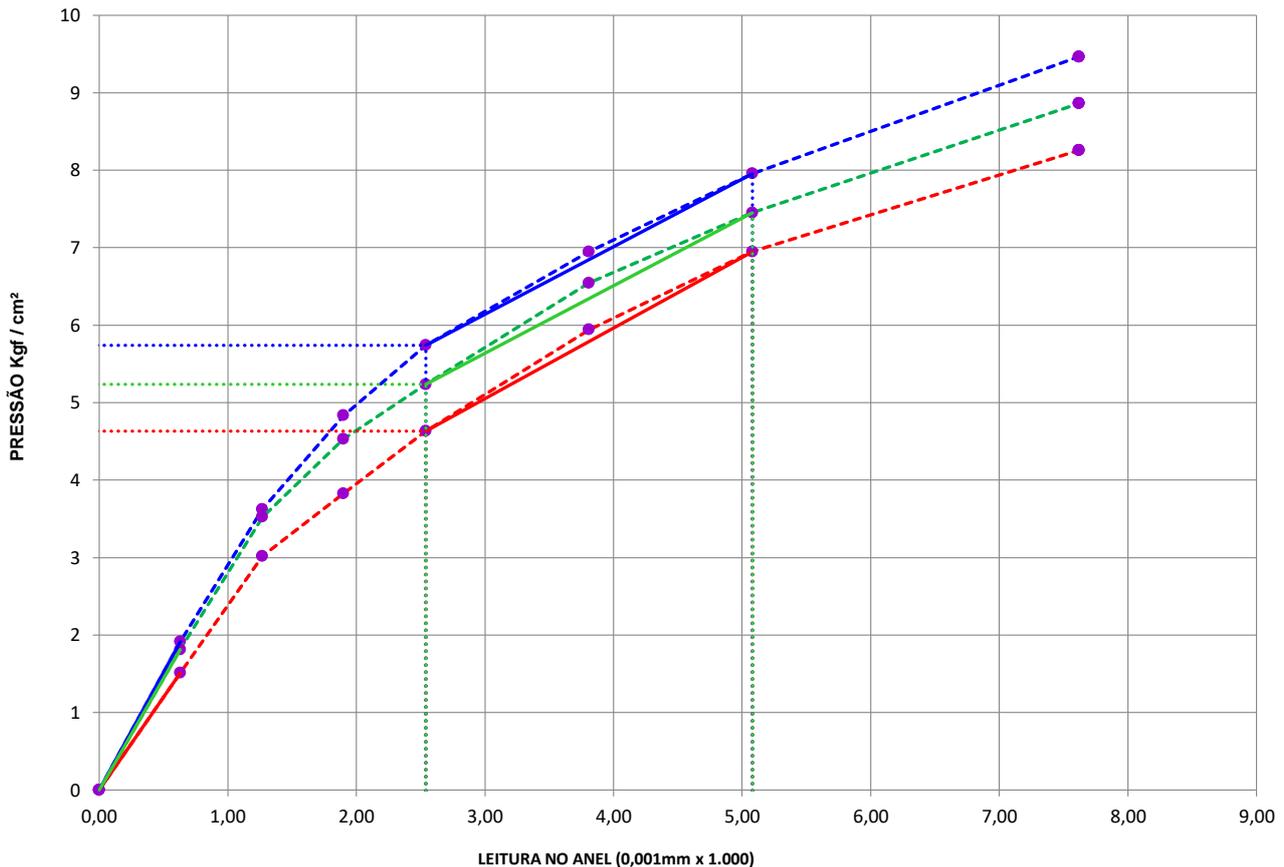


Energia de Compactação	<b>X</b>	12 Golpes	Normal	<b>Resultados Finais</b>	
		26 Golpes	Intermediária	Densidade Máxima (g/cm³): <b>1,560</b>	Expansão (%): <b>1,86</b>
		55 Golpes	Modificada	Umidade Ótima (%): <b>24,51</b>	ISC/CBR Final (%): <b>7,63</b>

Rodovia: <b>Municipal</b>	Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>	Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>	
Km/Furo/Estaca: <b>ST 04</b>	Lado:	Afast. Eixo: <b>Camada: 0,20-1,60</b>
Amostragem: <b>005</b>	Responsável: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	
Rastreabilidade: <b>Balanças: 03 e 05</b>	Data Ensaio: <b>08/01/24</b>	
	Nº Soquete: <b>002</b>	

ENSAIO DE I.S.C. E EXPANSÃO														
Anel Nº: <b>AD - 02</b>						Constante do Anel: <b>0,10070</b>								
Extensômetro Nº: <b>RC - 18</b>						Cronômetro Nº: <b>C - 01</b>								
Cilindro Nº:			069			012			070					
Altura Inicial (mm):			11,76			11,75			11,75					
EXPANSÃO	Data	Hora	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%			
	08/01/24		1,00			1,00			1,00					
	09/01/24													
	10/01/24													
	11/01/24													
	12/01/24		3,51	2,51	2,13	3,38	2,38	2,03	3,06	2,06	1,75			
PENETRAÇÃO	PEN. (mm)	Tempo (min.)	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.
			Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.	
	0,63	0,5	15	1,51			19	1,91			18	1,81		
	1,27	1,0	30	3,02			36	3,63			35	3,52		
	1,90	1,5	38	3,83			48	4,83			45	4,53		
	2,54	2,0	46	4,63	4,63	6,59	57	5,74	5,74	8,16	52	5,24	5,24	7,45
	3,81	3,0	59	5,94			69	6,95			65	6,55		
	5,08	4,0	69	6,95	6,95	6,59	79	7,96	7,96	7,55	74	7,45	7,45	7,07
	7,62	6,0	82	8,26			94	9,47			88	8,86		
	10,16	8,0												
12,70	10,0													

**GRÁFICO DE PRESSÃO E PENETRAÇÃO**

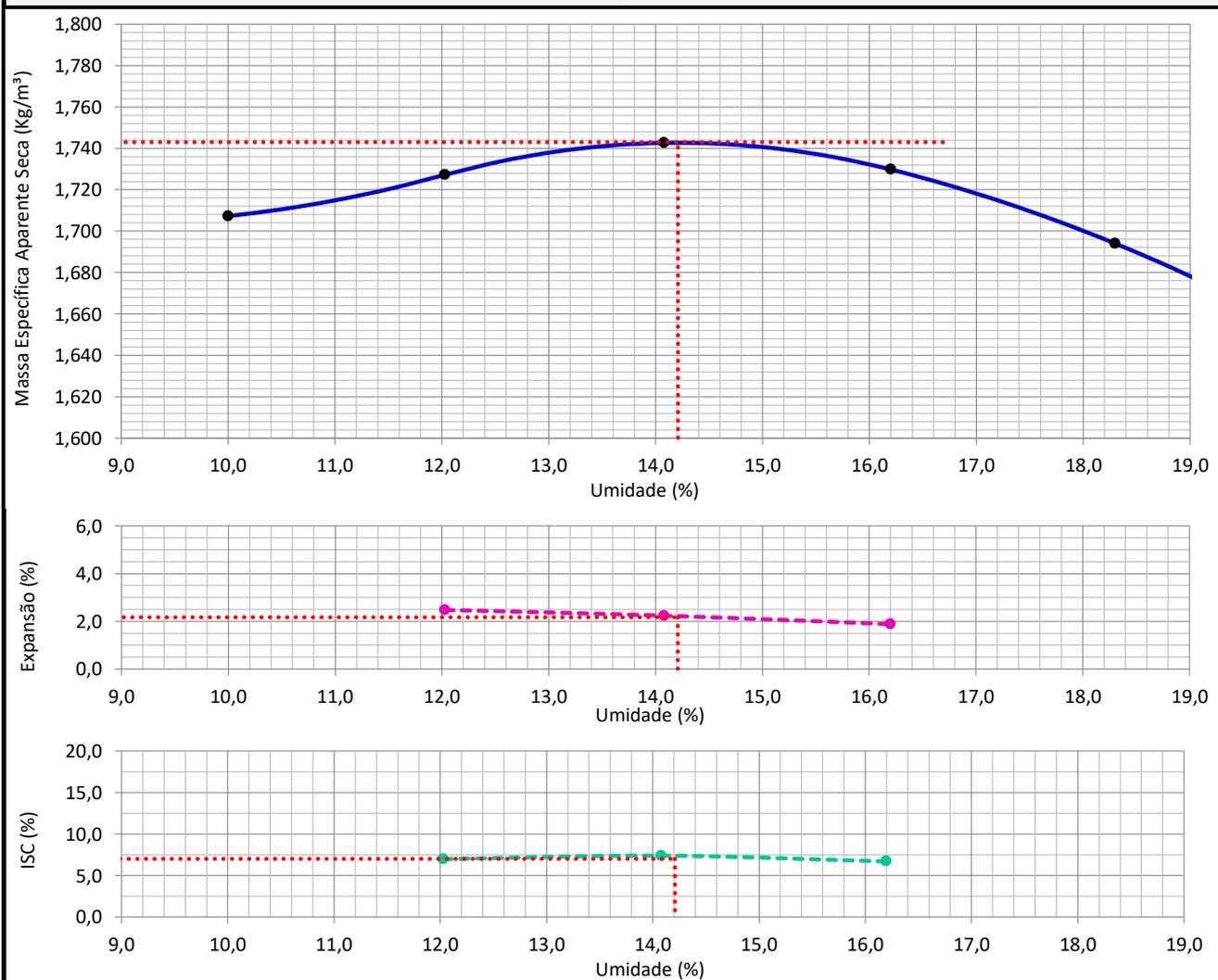


Rodovia: <b>Municipal</b>	Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>		
Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>		
Km/Furo/Estaca: <b>ST 05</b>	Lado:	Afast. Eixo:
Amostragem: <b>003</b>		Camada: <b>0,20-0,90</b>
Responsável: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>		Data Ensaio: <b>05/01/24</b>
Rastreabilidade: <b>Balanças: 03 e 05</b>		Nº Soquete: <b>002</b>

### ENSAIO DE COMPACTAÇÃO E DETERMINAÇÃO DA UMIDADE ÓTIMA

Cilindro Nº:	060	017	023	013	004
Água Acrescentada (g):	500	640	780	920	1060
Peso do Cilindro (g):	5376,0	5480,0	5455,0	5515,0	5485,0
Volume do Cilindro (cm³):	2142,0	2136,0	2137,0	2139,0	2133,0
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	9399,0	9613,0	9703,0	9814,0	9760,0
Peso do Solo Úmido (g):	4023,0	4133,0	4248,0	4299,0	4275,0
Massa Específica do Solo Úmido (g/cm³):	001,9	1,935	1,988	2,010	2,004
Cápsula Nº:	059	152	151	147	102
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	114,59	117,08	123,40	120,07	126,78
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	106,24	105,87	110,28	104,75	109,46
Peso da Cápsula (g):	22,70	12,70	17,10	10,21	14,83
Peso da Água (g):	8,35	11,21	13,12	15,32	17,32
Peso do Solo Seco (g):	83,54	93,17	93,18	94,54	94,63
<b>Teor de Umidade (%):</b>	<b>10,00</b>	<b>12,03</b>	<b>14,08</b>	<b>16,20</b>	<b>18,30</b>
Umidade Adotada (%):					
<b>Massa Específica do Solo Seco (g/cm³):</b>	<b>1,707</b>	<b>1,727</b>	<b>1,743</b>	<b>1,730</b>	<b>1,694</b>

### GRÁFICOS DE COMPACTAÇÃO, EXPANSÃO E ISC/CBR

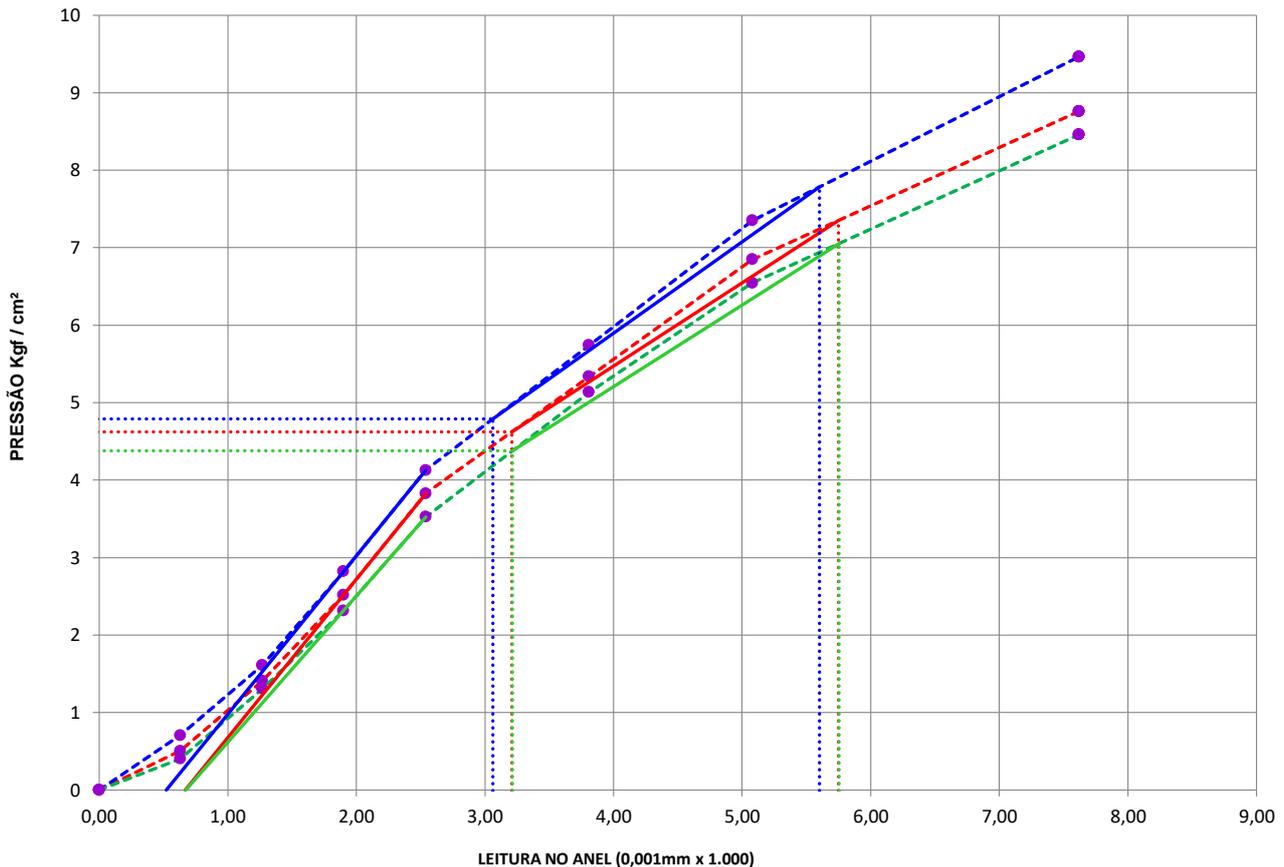


Energia de Compactação	<b>X</b>	12 Golpes	Normal	<b>Resultados Finais</b>	
		26 Golpes	Intermediária	Densidade Máxima (g/cm³): <b>1,743</b>	Expansão (%): <b>2,17</b>
		55 Golpes	Modificada	Umidade Ótima (%): <b>14,21</b>	ISC/CBR Final (%): <b>7,00</b>

Rodovia: <b>Municipal</b>	Estudo: <b>Estudo do Sub-Leito</b>	Ordem de Serviços Nº: <b>421</b>
Trecho: <b>Balneário Camboriu / SC</b>		
Sub-Trecho: <b>Implantação de infraestrutura de rua pavimentada</b>		
Km/Furo/Estaca: <b>ST 05</b>	Lado:	Afast. Eixo:
Amostragem: <b>003</b>	Camada: <b>0,20-0,90</b>	
Responsável: <b>Loreni de Oliveira - CFT - CRT 04/SC 04619437948</b>	Data Ensaio: <b>05/01/24</b>	
Rastreabilidade: <b>Balanças: 03 e 05</b>	Nº Soquete: <b>002</b>	

ENSAIO DE I.S.C. E EXPANSÃO														
Anel Nº: <b>AD - 02</b>						Constante do Anel: <b>0,10070</b>								
Extensômetro Nº: <b>RC - 18</b>						Cronômetro Nº: <b>C - 01</b>								
Cilindro Nº:			<b>017</b>			<b>023</b>			<b>013</b>					
Altura Inicial (mm):			11,74			11,70			11,74					
EXPANSÃO	Data	Hora	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%	Leitura	Diferença	%			
	05/01/24		1,00			1,00			1,00					
	06/01/24													
	07/01/24													
	08/01/24													
	09/01/24		3,91	2,91	<b>2,48</b>	3,62	2,62	<b>2,24</b>	3,21	2,21	<b>1,88</b>			
PENETRAÇÃO	PEN. (mm)	Tempo (min.)	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.	Leitura			I.S.C.
			Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.		Anel	Calc.	Corrig.	
	0,63	0,5	5	0,50			7	0,70			4	0,40		
	1,27	1,0	14	1,41			16	1,61			13	1,31		
	1,90	1,5	25	2,52			28	2,82			23	2,32		
	2,54	2,0	38	3,83	4,62	<b>6,58</b>	41	4,13	4,79	<b>6,81</b>	35	3,52	4,38	<b>6,23</b>
	3,81	3,0	53	5,34			57	5,74			51	5,14		
	5,08	4,0	68	6,85	7,35	<b>6,98</b>	73	7,35	7,79	<b>7,39</b>	65	6,55	7,05	<b>6,69</b>
	7,62	6,0	87	8,76			94	9,47			84	8,46		
	10,16	8,0												
12,70	10,0													

**GRÁFICO DE PRESSÃO E PENETRAÇÃO**



## **4 ESTUDO DE TRÁFEGO**

## 4.1 Introdução

A finalidade do presente estudo de tráfego é determinar as informações necessárias ao conhecimento do volume e composição da frota de veículos que trafegam pelos segmentos de projeto.

As pesquisas de campo, associadas aos dados existentes, tem como objetivo estabelecer o tráfego normal flutuante entre os segmentos objetos de estudo. Essa previsão de demanda será útil para definição das características técnicas e operacionais da rodovia, sua viabilidade técnica e econômica, além de permitir a determinação do Número Equivalente de Operações do Eixo – Padrão “N8,2t”, utilizado no dimensionamento do pavimento e o estudo de capacidade do trecho.

## 4.2 Metodologia Geral

O Estudo de Tráfego atende às instruções do Manual de Estudos de Tráfego – DNIT 2006, cujo escopo é apresentado a seguir:

- Levantamento dos dados existentes;
- Levantamentos e pesquisas complementares;
- Determinação do VMDA;
- Determinação do número de operações do eixo padrão de 8,2t (N8,2t).

## 4.3 Elementos Adotados no Estudo

Para fins de projeto, foram adotados os seguintes elementos:

- Ano base: 2024, ano para o qual foram determinados os volumes de tráfego.
- Período de elaboração do projeto executivo e implantação: foram considerados 02 anos, sendo 2025 e 2026.
- Ano de abertura: 2027.
- Vida útil do pavimento: 10 anos (2036).

## 4.4 Dados Existentes

Objetivando o conhecimento inicial dos padrões de tráfego na rodovia em estudo e do entorno, permitindo a avaliação da variabilidade ao longo desta, será utilizado o posto de contagem do Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, adotando-se o posto do Km 154 da BR-101/SC, com dados do ano de 2017.

Figura 9 - Dados de Variabilidade Mensal – Posto PNCT BR-101/SC Km 154



#### 4.5 Contagens Volumétrica e Classificatória Direcional

As contagens volumétricas visam determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um determinado ponto selecionado, num determinado tempo. Em complemento, nas contagens volumétricas classificatórias, são registrados ainda os volumes para os vários tipos ou classes de veículos. Essas são empregadas, principalmente, no projeto geométrico e no dimensionamento estrutural do pavimento.

Foram realizadas contagens entre os dias 30 de janeiro e 05 de fevereiro, conforme localização dos pontos de contagem apresentados no croqui a seguir.

# PLANO DE CONTAGEM DE TRÁFEGO



## LEGENDA:

- P1 - CONTAGEM - 7 DIAS E 24 HORAS
- P2 - CONTAGEM - 1 DIA E 12 HORAS
- AV. DO ESTADO DALMO VIEIRA
- PROLONGAMENTO DA AV. MARTIN LUTHER

## PROJETO



PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ



RESP. TÉCNICO	ALCIDES COSTA EMANUELLI JUNIOR	CREA	119063-1 / SC
PROJETISTA	JEFFERSON CARDOSO		06/12/2023
DESENHISTA	JULIANO CARDOSO		06/12/2023

Projeto de Readequação/Requalificação da Av. do Estado  
Trecho: Rua Uganda até a Av. Arapongas

Prolongamento Av. Martin Luther  
Trecho: Rua das Gaivotas até Divisa Municipal de Itajaí (Ribeirão Ariribá)

ESTUDO DE TRÁFEGO

DATA	DEZEMBRO/2023
ESC.	1/15.000
FOLHA	
REV.	043

## 4.6 Método de contagens

As contagens volumétricas classificatórias por categoria de veículos foram realizadas de forma automatizada, através da implantação de câmeras de vídeo analítico. Estas capturam e classificam os dados através de instrumentos de vídeo e softwares implementados para tal fim. Utiliza o mesmo sistema contagem volumétrica classificatória por comprimento, acrescido de câmeras de vídeo e contadores volumétricos, para realizar a classificação dos veículos dentro dos padrões do DNIT IPR 723/2006.

## 4.7 Resultados das contagens

A seguir apresenta-se os resumos das contagens realizadas. Considerando os pontos de contagem no início e no final do trecho, foram processados os dados de contagem nos dois pontos, avaliando-se assim o tráfego que se dissipa ao longo de segmento de análise.

### 4.7.1 Contagem Volumétrica – Posto 1 – 7 dias de 24 horas

- Sentido AB – Balneário Camboriú para Itajaí; e
- Sentido BA - Itajaí para Balneário Camboriú.

Tabela 1 - Resultado resumido

Volume médio diário - 7 dias de pesquisa				
Dia do mês	Dia da semana	AB	BA	Total
30/01/2024	Terça-Feira	29802	23015	52817
31/01/2024	Quarta-Feira	30033	23147	53180
01/02/2024	Quinta-Feira	29540	23254	52794
02/02/2024	Sexta-Feira	31333	24857	56190
03/02/2024	Sábado	26899	20869	47768
04/02/2024	Domingo	21118	16222	37340
05/02/2024	Segunda-Feira	29977	22898	52875
<b>Média</b>		<b>28386</b>	<b>22037</b>	<b>50423</b>

Figura 10 – Gráfico Volume – Resumo

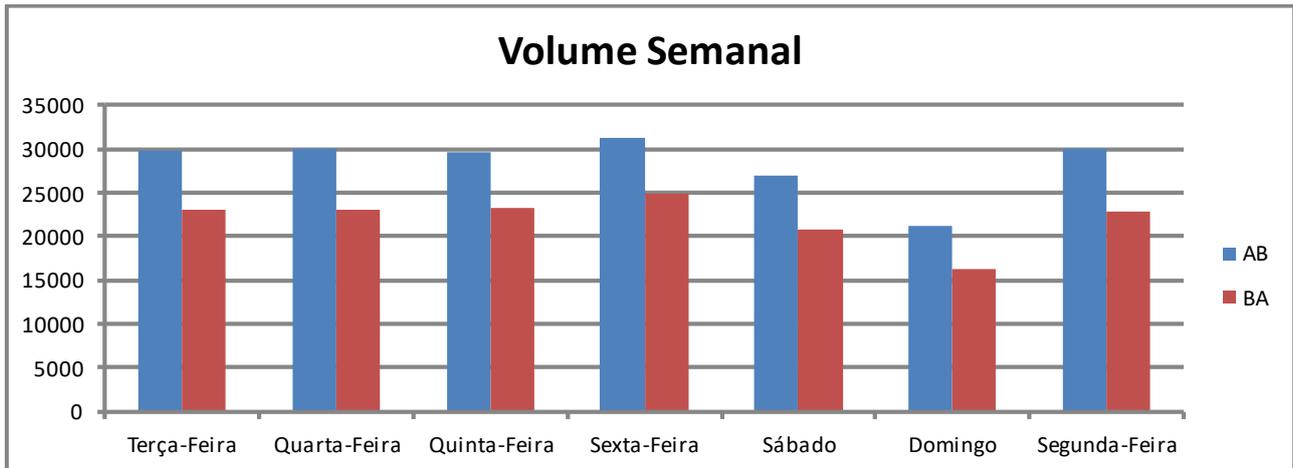


Tabela 2 - Resultado Contagem

Tipos de Veículo	Classe	30/01/2024			31/01/2024			01/02/2024			02/02/2024			03/02/2024			04/02/2024			05/02/2024			Média			%	
		AB	BA	Total	AB	BA	Total																				
Motos	M	7028	5042	12070	6817	5134	11951	6929	5081	12010	7459	5272	12731	4995	3727	8722	3526	2827	6353	6973	5200	12173	6246	4611	10858	21,53%	
Passoio e Leve	P	21973	17477	39450	22430	17561	39991	21835	17688	39523	23123	19150	42273	21592	16911	38503	17518	13335	30853	22280	17225	39505	21535	17049	38585	76,52%	
Coletivo	2CB	111	41	152	117	43	160	122	55	177	111	44	155	57	33	90	26	18	44	111	40	151	93	39	132	0,26%	
	2IB2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	
	2SB1	2	1	3	2	1	3	2	2	4	5	2	7	3	0	3	0	0	0	2	1	3	2	1	3	0,01%	
	3CB	5	1	6	2	0	2	3	3	6	8	3	11	5	3	8	8	3	11	3	0	3	4	1	6	0,01%	
	4CB	0	1	1	0	0	0	2	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00%	
Pesado	2C	404	183	587	372	165	537	364	150	514	349	133	482	130	55	185	27	14	41	330	180	510	282	125	408	0,81%	
	2C2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	2C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	2CC	123	169	292	127	132	259	124	181	305	132	174	306	49	85	134	8	18	26	101	152	253	94	130	225	0,45%	
	2I2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	2I3	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	2J3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	2S1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0,00%
	2S2	4	9	13	1	8	9	2	2	4	14	4	18	4	0	4	0	0	0	20	6	26	6	4	10	0,02%	
	2S3	3	2	5	3	5	8	4	2	6	1	4	5	1	4	5	0	1	1	2	3	5	2	3	5	0,01%	
	3C	115	73	188	122	74	196	128	70	198	108	51	159	50	36	86	5	2	7	129	61	190	93	52	146	0,29%	
	3C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3D3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3D4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3I2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3I3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3J3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3M6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3Q4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3Q6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3S2	1	1	2	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0,00%
	3S3	4	1	5	3	1	4	2	1	3	5	3	8	3	2	5	0	0	0	2	0	2	2	1	3	0,01%	
	3T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	3T6B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	4CD	29	9	38	35	21	56	22	11	33	16	15	31	9	10	19	0	1	1	23	27	50	19	13	32	0,06%	
	4R4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
	X	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2	3	0	3	3	0	0	0	1	1	1	0,00%
	<b>Total</b>		29802	23015	52817	30033	23147	53180	29540	23254	52794	31333	24857	56190	26899	20869	47768	21118	16222	37340	29977	22898	52875	28386	22037	50423	100 %
	<b>Total Motos</b>		7028	5042	12070	6817	5134	11951	6929	5081	12010	7459	5272	12731	4995	3727	8722	3526	2827	6353	6973	5200	12173	6246	4611	10858	
	<b>Total Passoio e Leve</b>		21973	17477	39450	22430	17561	39991	21835	17688	39523	23123	19150	42273	21592	16911	38503	17518	13335	30853	22280	17225	39505	21535	17049	38585	
	<b>Total Coletivo</b>		118	44	162	121	44	165	129	65	194	124	49	173	65	36	101	34	21	55	116	41	157	101	42	143	
	<b>Total Pesado</b>		683	450	1133	665	407	1072	647	419	1066	627	386	1013	247	195	442	40	39	79	608	431	1039	502	332	834	

Figura 11 - Fluxo horário

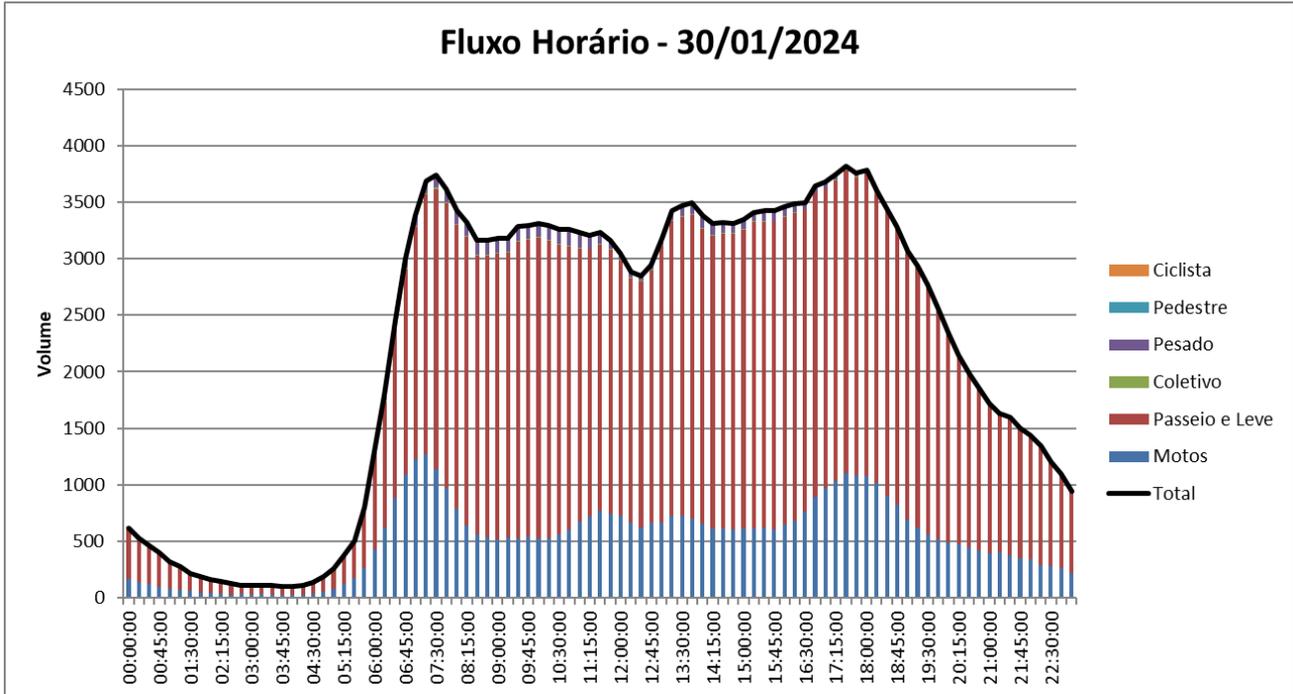


Figura 12 - Fluxo horário

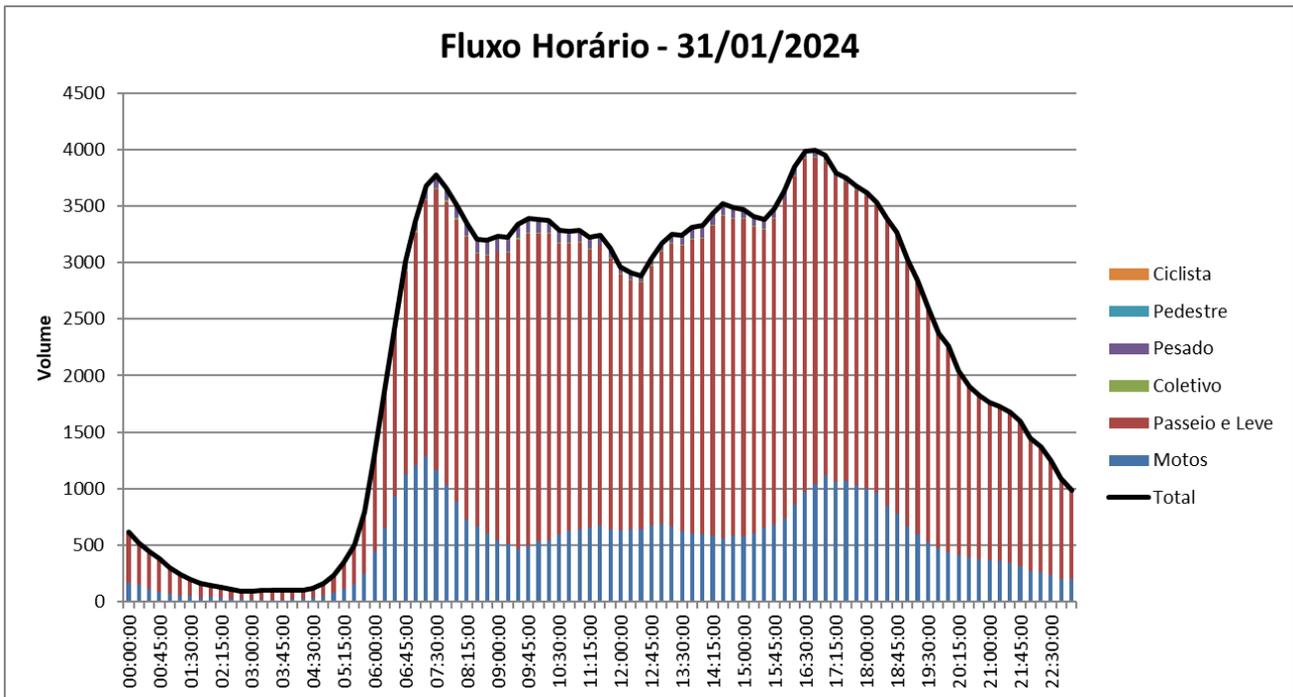


Figura 13 - Fluxo horário

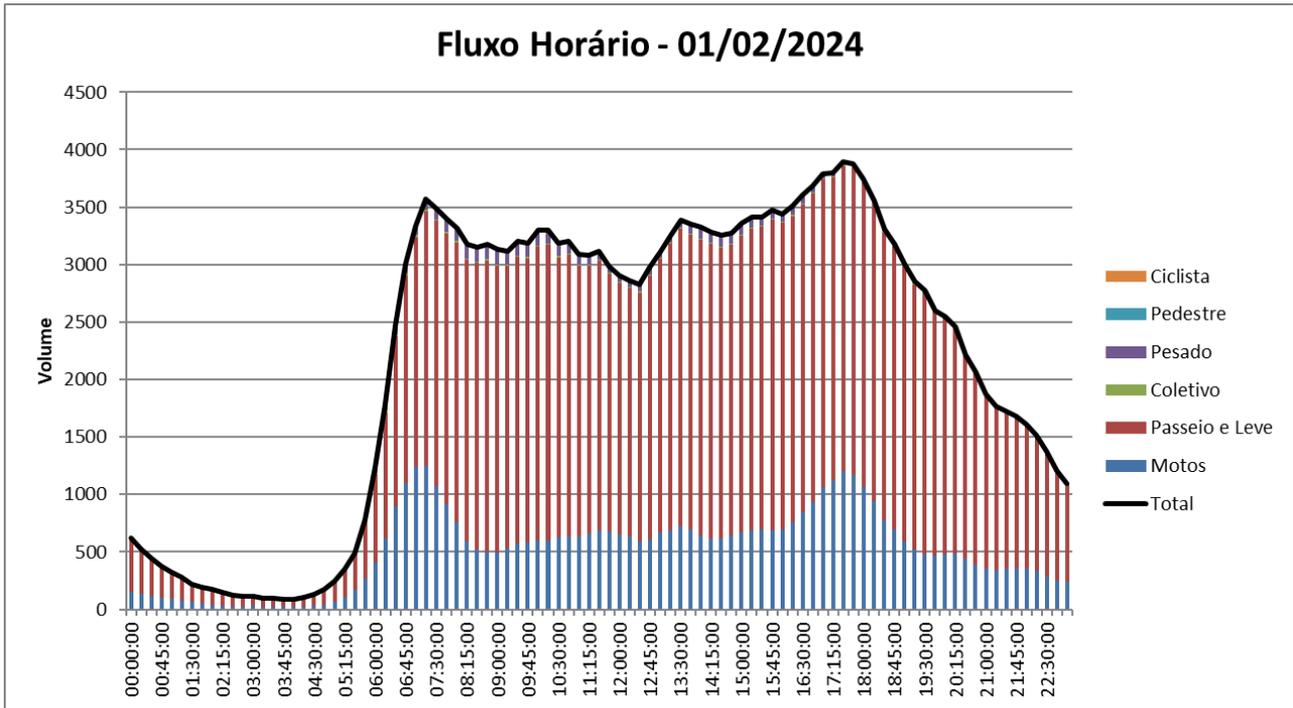


Figura 14 - Fluxo horário

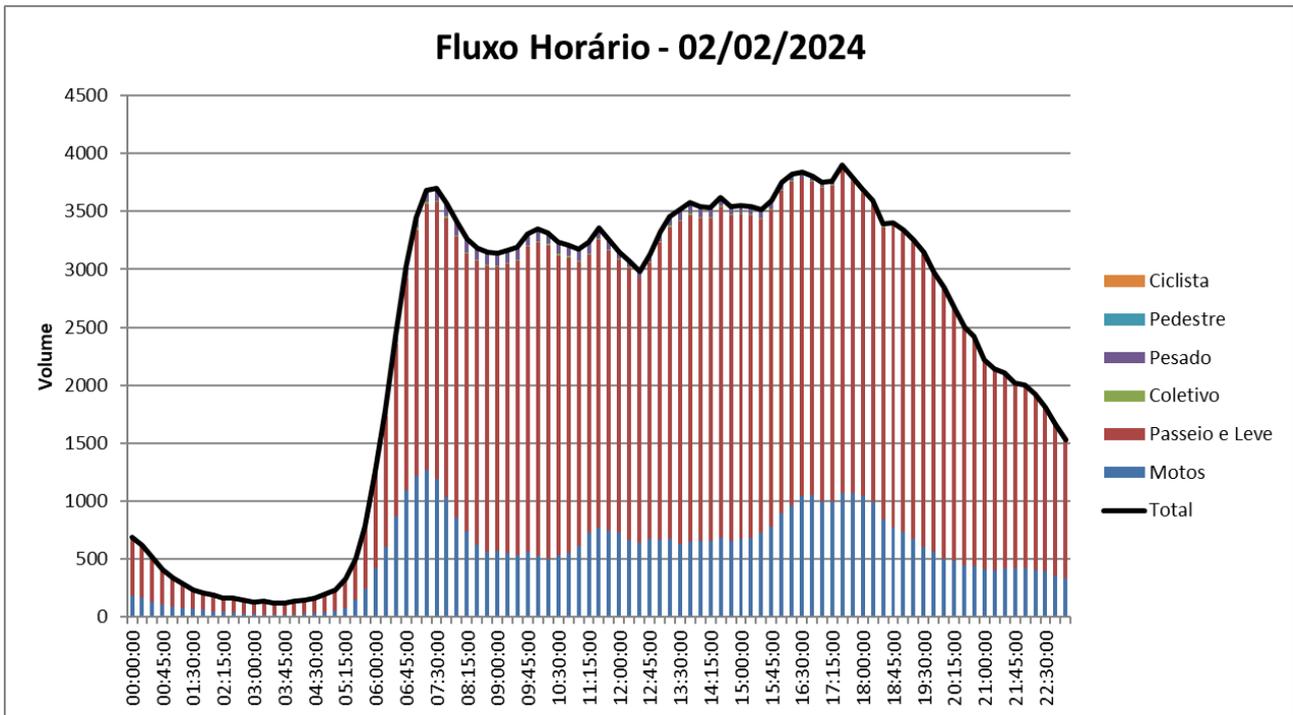


Figura 15 - Fluxo horário

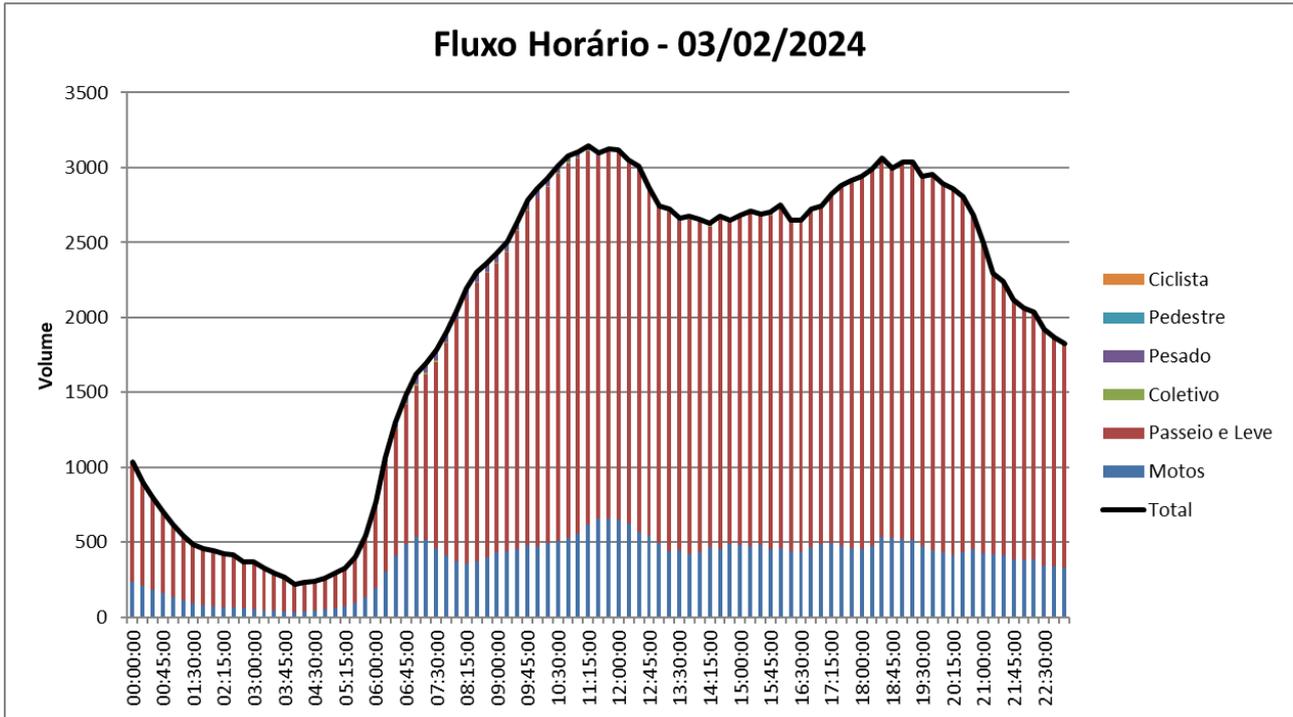


Figura 16 - Fluxo horário

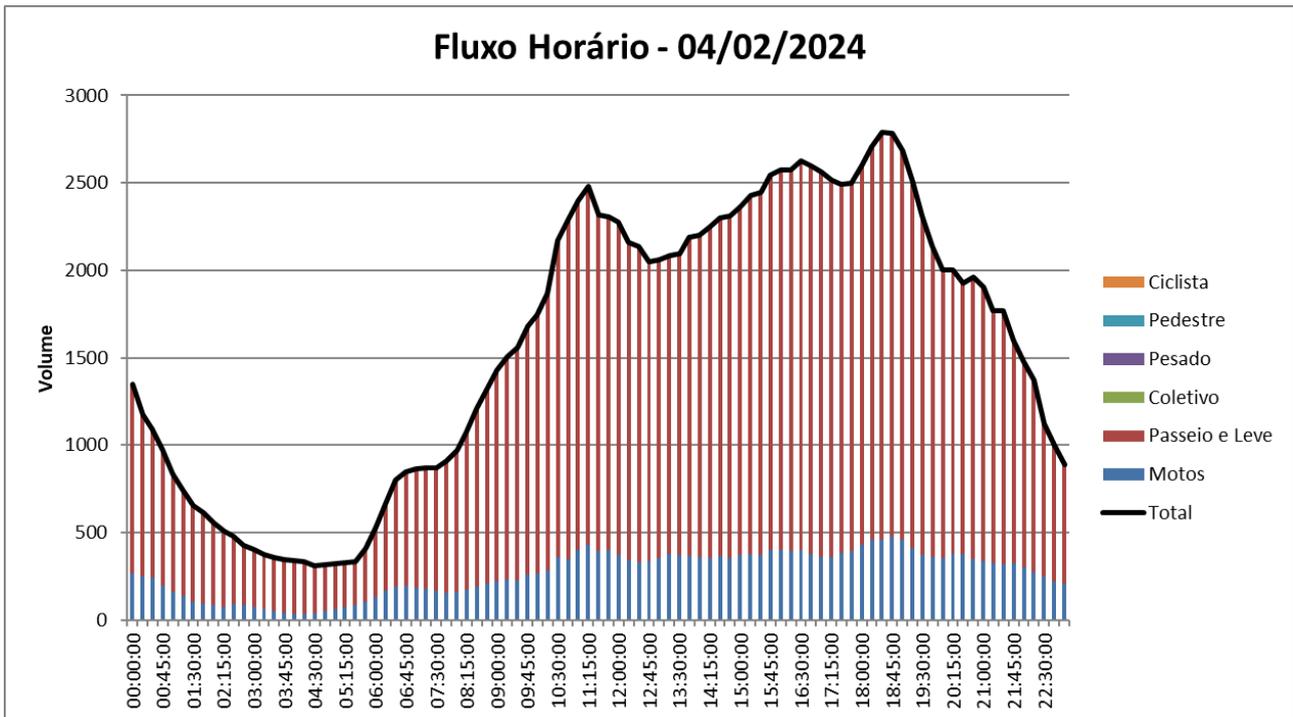


Figura 17 - Fluxo horário

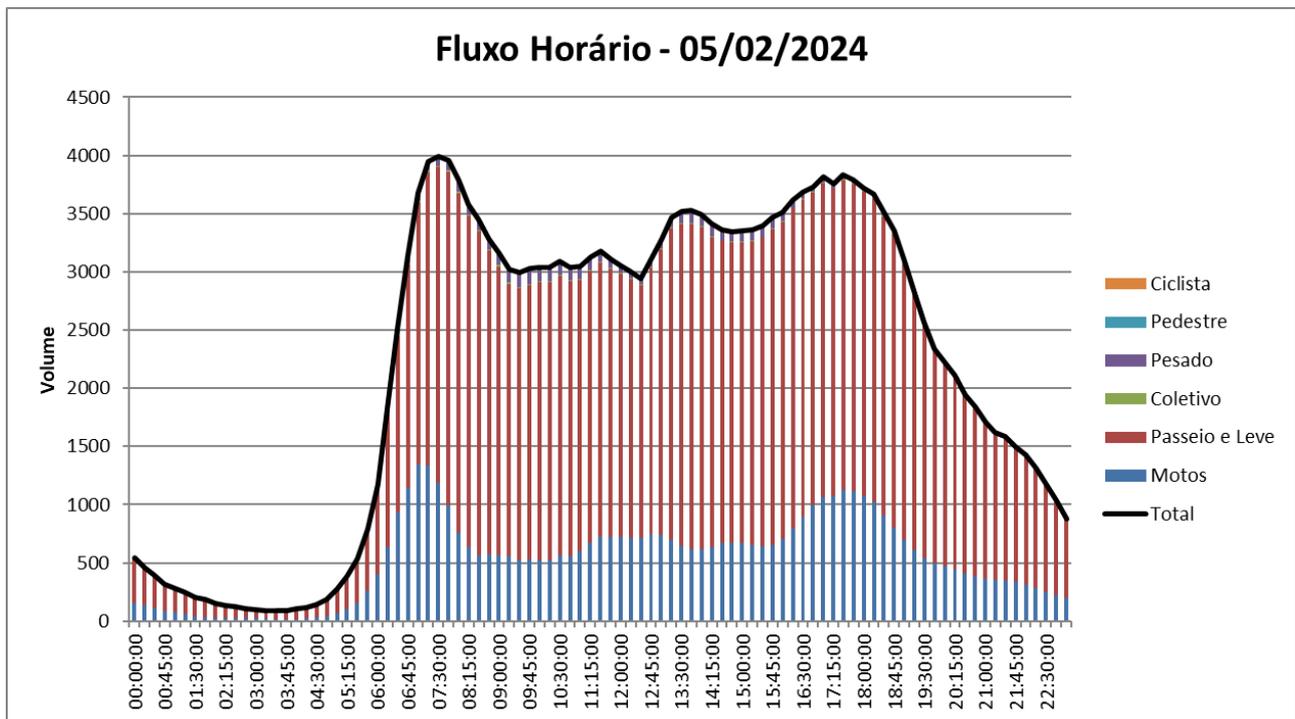


Figura 18 - Distribuição direcional do tráfego



Figura 19 - Composição da frota de veículos

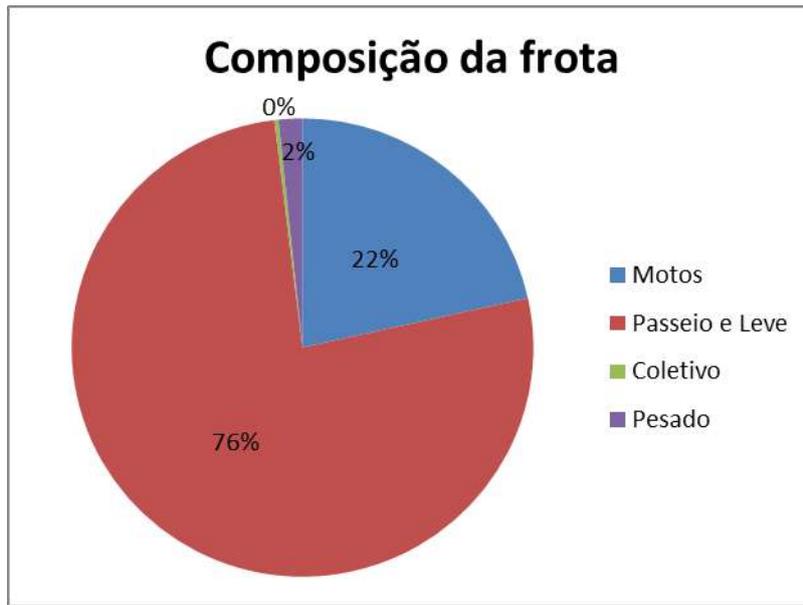
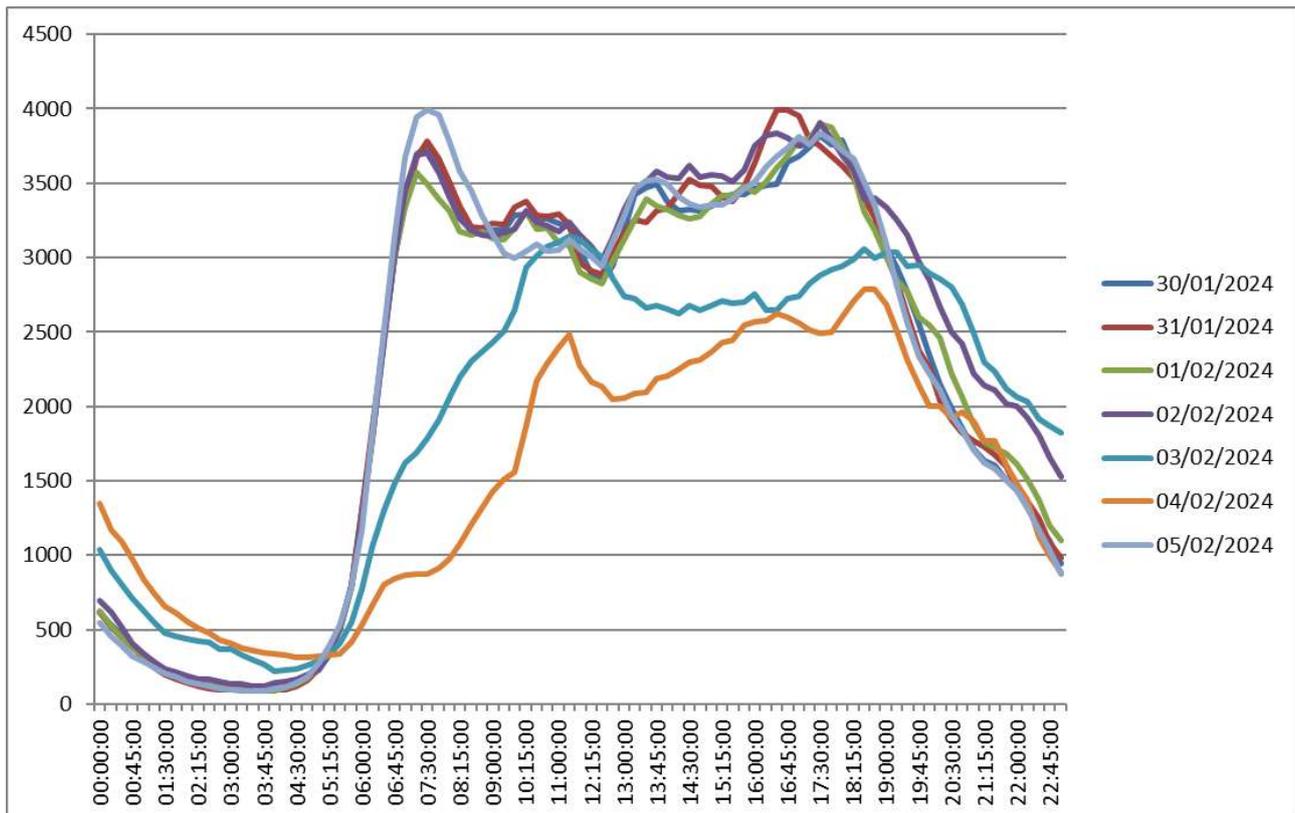


Figura 20 - Representação do resultado das contagens



#### 4.7.2 Contagem Volumétrica – Posto 2 – 1 dia de 12 horas

As contagens foram realizadas entre 08:00 e 18:00 horas do dia 31/01/2024, considerando os movimentos a seguir.

Tabela 3 - Movimentos

Movimento	Origem	Destino
BA	Av. dos Estados Dalmo Vieira (Norte)	Av. dos Estados Dalmo Vieira (Sul)
AB	Av. dos Estados Dalmo Vieira (Sul)	Av. dos Estados Dalmo Vieira (Norte)
CD	Av. das Arapongas (Cond. Residencial Haras do Rio do Ouro)	Av. das Arapongas (p/ Av. dos Estados)
DC	Av. das Arapongas (p/ Av. dos Estados)	Av. das Arapongas (Cond. Residencial Haras do Rio do Ouro)

Figura 21 - Fluxo horário movimento BA

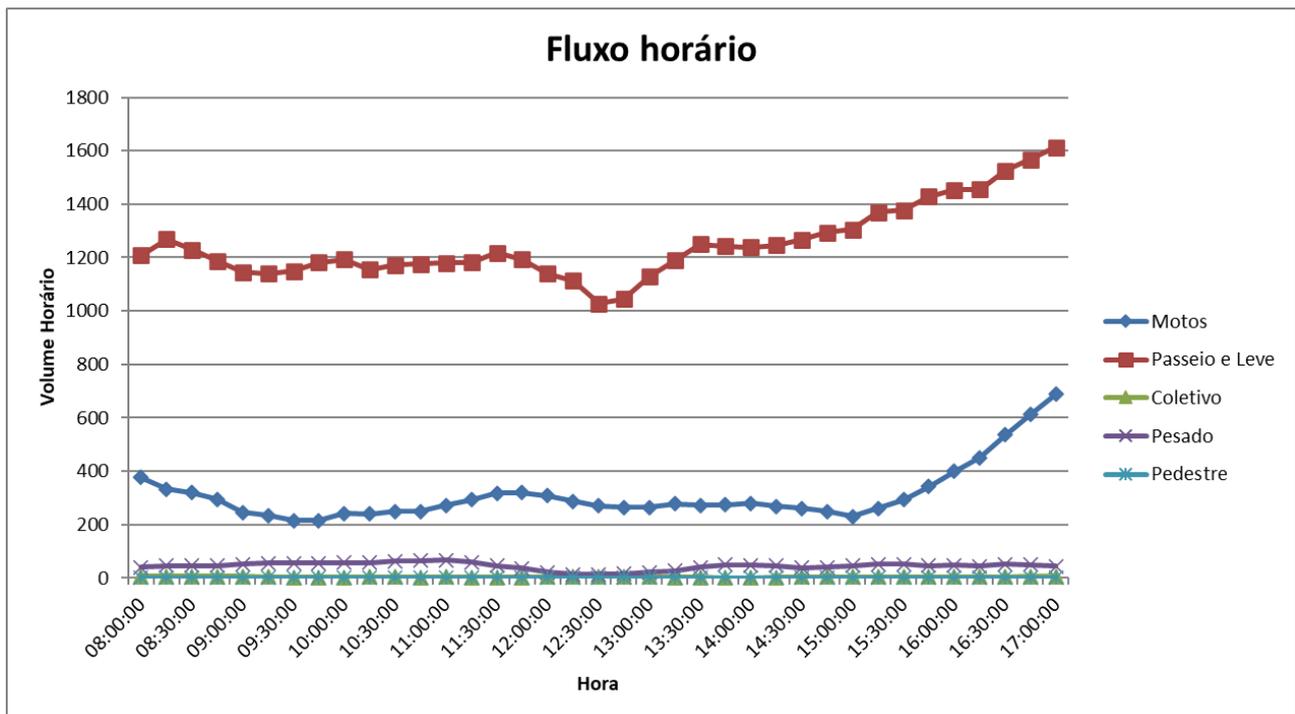


Figura 22 - Fluxo horário movimento AB

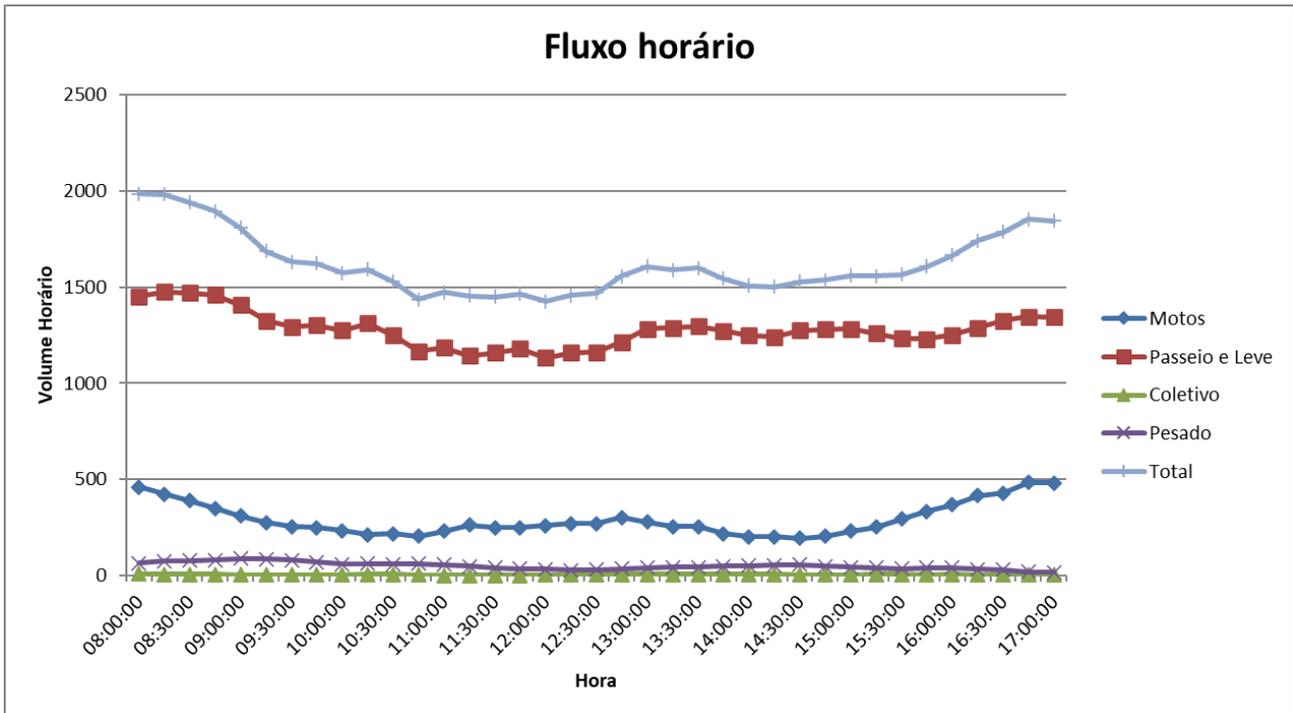


Figura 23 - Fluxo horário movimento CD

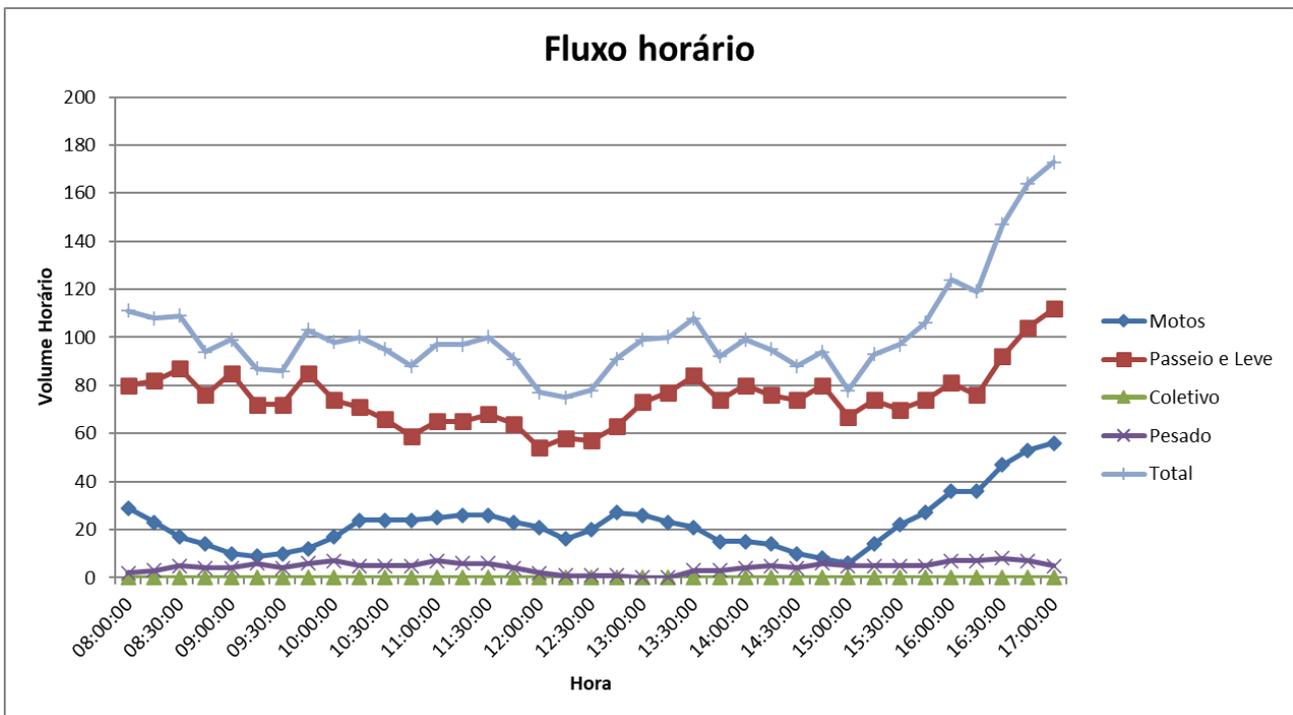
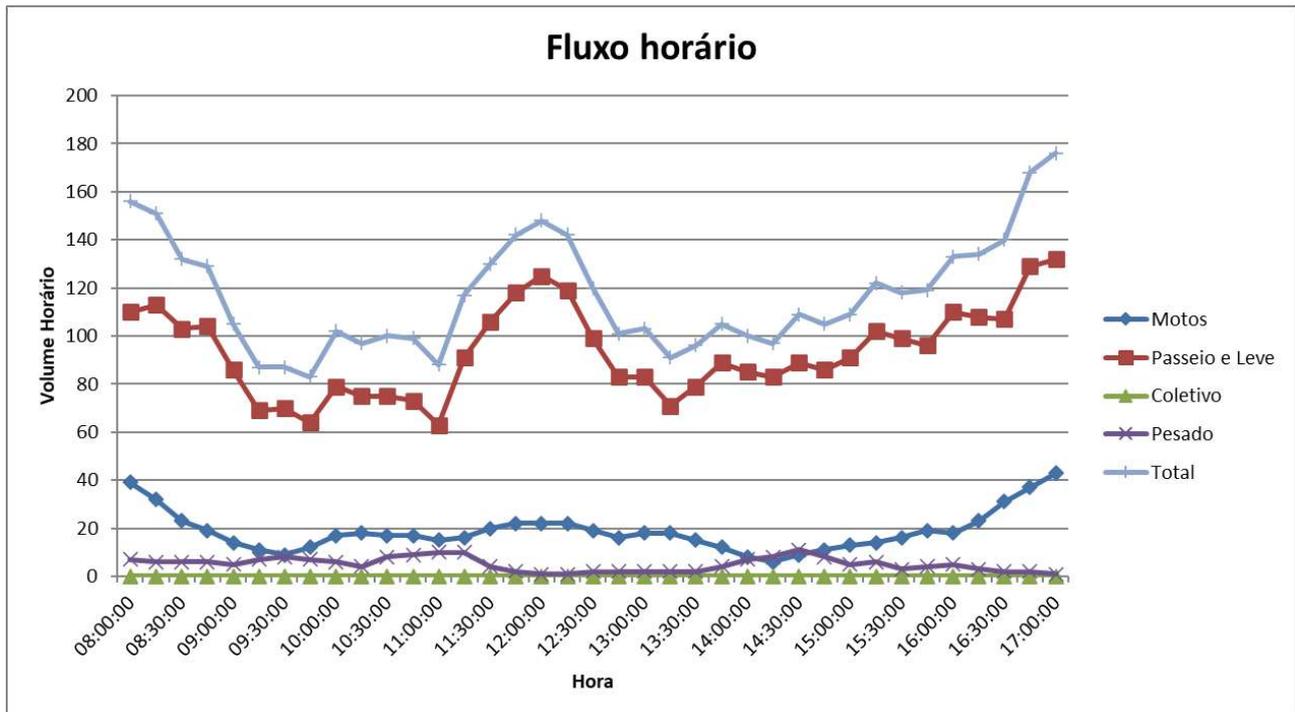


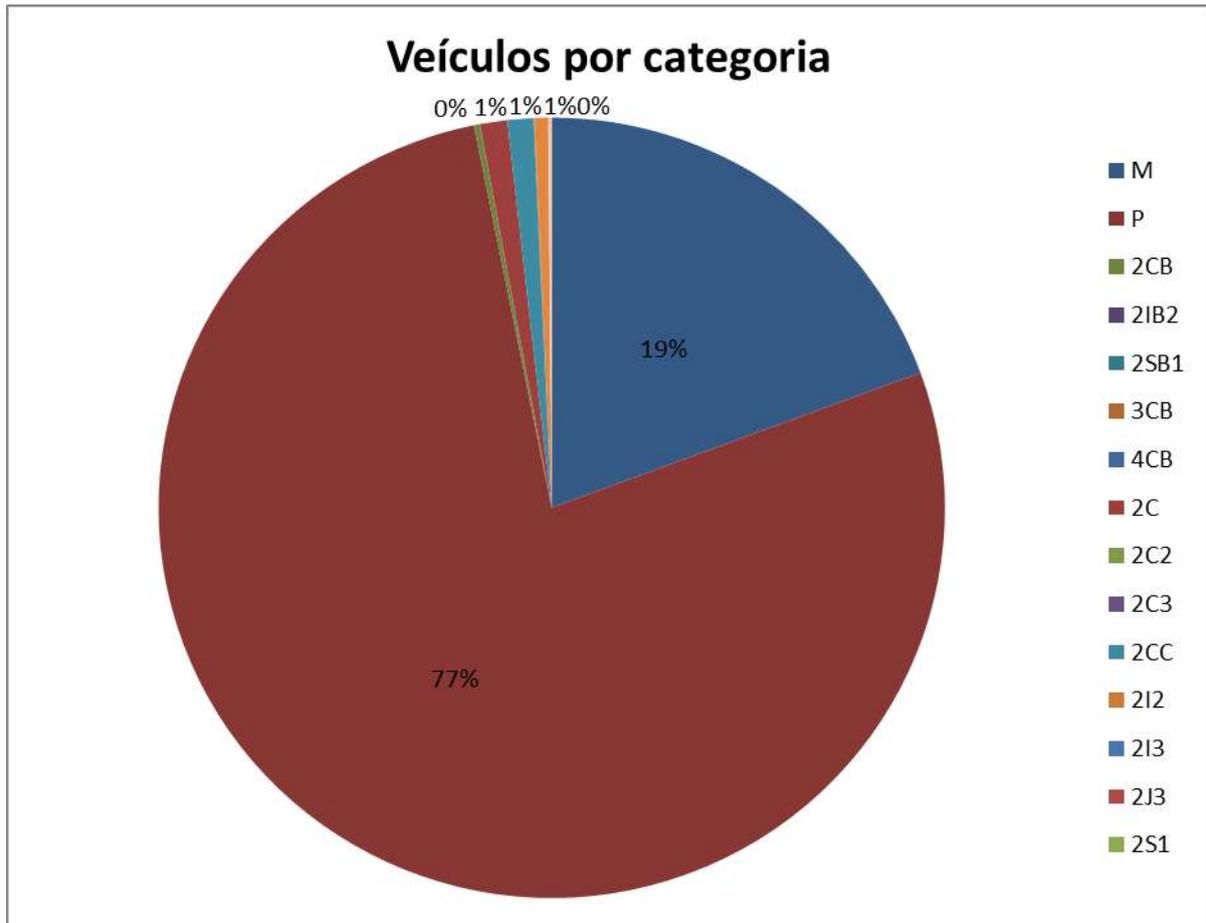
Figura 24 - Fluxo horário movimento DC



**Tabela 4 - Resultado Contagem**

		31-01-2024				Média				Total
		BA	AB	CD	DC	BA	AB	CD	DC	
<b>Motos</b>	<b>M</b>	3306	3051	241	207	3306	3051	241	207	<b>6805</b>
<b>Passeio e Leve</b>	<b>P</b>	12610	12860	771	964	12610	12860	771	964	<b>27205</b>
<b>Coletivo</b>	<b>2CB</b>	41	42	0	0	41	42	0	0	<b>83</b>
	<b>2IB2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>2SB1</b>	3	1	0	0	3	1	0	0	<b>4</b>
	<b>3CB</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>4CB</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Pesado</b>	<b>2C</b>	158	195	22	18	158	195	22	18	<b>393</b>
	<b>2C2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>2C3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>2CC</b>	178	166	11	20	178	166	11	20	<b>375</b>
	<b>2I2</b>	2	3	0	0	2	3	0	0	<b>5</b>
	<b>2I3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>2I3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>2S1</b>	0	0	0	1	0	0	0	1	<b>1</b>
	<b>2S2</b>	4	3	0	0	4	3	0	0	<b>7</b>
	<b>2S3</b>	1	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>
	<b>3C</b>	80	96	8	9	80	96	8	9	<b>193</b>
	<b>3C2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3C3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3D3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3D4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3I2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3I3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3I3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3M6</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3Q4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3Q6</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3S1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3S3</b>	1	1	1	0	1	1	1	0	<b>3</b>
	<b>3T4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3T6</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>3T6B</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>4C</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>4CD</b>	21	26	1	1	21	26	1	1	<b>49</b>
	<b>4R4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>X</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	
<b>Total</b>		<b>16405</b>	<b>16444</b>	<b>1055</b>	<b>1220</b>	<b>16405</b>	<b>16444</b>	<b>1055</b>	<b>1220</b>	<b>35124</b>
<b>Total Motos</b>		<b>3306</b>	<b>3051</b>	<b>241</b>	<b>207</b>	<b>3306</b>	<b>3051</b>	<b>241</b>	<b>207</b>	<b>6805</b>
<b>Total Passeio e Leve</b>		<b>12610</b>	<b>12860</b>	<b>771</b>	<b>964</b>	<b>12610</b>	<b>12860</b>	<b>771</b>	<b>964</b>	<b>27205</b>
<b>Total Coletivo</b>		<b>44</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>87</b>
<b>Total Pesado</b>		<b>445</b>	<b>490</b>	<b>43</b>	<b>49</b>	<b>445</b>	<b>490</b>	<b>43</b>	<b>49</b>	<b>1027</b>

Figura 25 - Composição da frota de veículos



#### 4.8 Volume Médio Diário Anual (VMDA)

O VMDA, Volume Médio Diário Anual, representa a média diária de veículos que utilizam determinada via ao longo de um ano. Esse número é, na realidade, um conceito estatístico e identifica a média, ou seja, a quantidade média provável de veículos por dia ao longo de um ano. A sua determinação é feita a partir de contagens efetuadas em um determinado período e a expansão dos volumes é realizada com base em coeficientes de sazonalidade horária, semanal e mensal obtidos a partir de medições de tráfego contínuas realizadas em postos de contagens instalados na região.

Considerando as diferentes características das duas ruas que compõem o segmento, serão verificados os volumes de cada uma separadamente.

Para expansão horária e diária da contagem de 1 dia de 12 horas, utiliza-se como base a contagem de 24 horas. Já para a expansão mensal, utilizam-se os dados do referido posto do PNCT-DNIT.

Para aplicação dos fatores de correção e obtenção do VMDA utiliza-se a seguinte correção através dos resultados das contagens corrigidos pelos fatores de expansão horária (fh); diária (fd) e mensal (fm):

$$VMDA = V. fh. fd. fm$$

#### 4.8.1 Determinação do Fator de Correção Horária (Fh)

Para o cálculo do VMDA, inicialmente, faz-se necessária a expansão das contagens de 12 horas para o tráfego de 24 horas. Portanto, foram utilizados os fatores de correção horários obtidos através das contagens volumétricas efetuadas durante o período de 24 horas e comparadas com contagens efetuadas durante o período de 12 horas para o mesmo posto. Assim, tem-se uma razão de variabilidade do tráfego nos horários não abrangidos pela contagem.

Tem-se, portanto para o posto de contagem volumétrica:

$$fh = \frac{V_{24 \text{ horas}}}{V_{12 \text{ horas}}}$$

Onde:

- Fh = Fator de correção horário;
- $V_{24\text{Horas}}$  = Volume em 24 horas;
- $V_{12\text{Horas}}$  = Volume em 12 horas.

Tabela 5 - Fator de correção horária (Fh)

Contagem Posto 24 horas				
Classe	Motos	Passeio	Coletivo	Pesado
<b>VMD 24 horas</b>	10.858	38.585	143	834
<b>12 horas</b>	6.130	23.874	76	686
<b>fh=</b>	<b>1,771165</b>	<b>1,616193</b>	<b>1,888679</b>	<b>1,215490</b>

#### 4.8.2 Determinação do Fator de Correção Diário (Fd)

Estudos de tráfego mostram que, independentemente da época do ano, as variações relativas ao tráfego, por dia da semana, são mais ou menos constantes. Desta forma, para determinar o fator de correção diário, é necessário avaliar todas as contagens disponíveis de 7 (sete) dias consecutivos e determinar os fatores de expansão médios por dia da semana.

O fator de correção diário correspondente a um dia específico da semana, para um determinado tipo de veículo e pode ser obtido pela expressão:

$$fd = \frac{V_{Ps}}{V_{Pd}}$$

Onde:

- Fd = Fator de correção diário de um dia específico da semana;
- $V_{Ps}$  = Volume médio durante os 7 (sete) dias da semana;
- $V_{Pd}$  = volume durante o dia da semana determinado.

Assim, a partir dos dados do posto de contagem de 7 dias e 24 horas apresentados anteriormente, tem-se:

Tabela 6 - Fator de correção Diário (Fd)

Dia da semana	VPD	VPS	fd
Quarta (31/01/24)	50.423	53.180	<b>1,054677</b>

### 4.8.3 Determinação do Fator de Correção Mensal (Fm)

O tráfego varia durante todos os dias do ano, o que torna necessário expandir os levantamentos efetuados com relação à variabilidade sazonal. Para obter o fator de correção mensal, foram analisadas as contagens existentes ao longo dos anos no posto referido. Optou-se por analisar o ano de 2017, pois este é o que possui maior número de dias analisados.

A expansão mensal foi feita usando:

$$fm = \frac{VMD_a}{VMD_m}$$

Onde:

- Fm = fator de correção mensal;
- VMDa = volume médio durante o ano;
- VMDm = volume médio durante o mês.

Tem-se, portanto:

Tabela 7 - Fator de Correção Mensal (Fm)

PNCT DNIT - BR-101/SC - km 13	
VMDa (2017)	50.155
VMDm (jul/2017)	56.415
<b>fm=</b>	<b>0,889037</b>

Aplicando os fatores acima descritos obtém-se:

Tabela 8 - Volumes corrigidos a partir do Fator Horário (Fh) – Posto 02

Volume médio diário - Contagens de 12 horas - Correção fator horário												
Dia	Sentido	Classe de Veículo										
		VMD					VMDa (VMD X fh)					
		Motos	Passeio e Leve	Coletivo	Pesado	Total	Motos	Passeio e Leve	Coletivo	Pesado	Total	
31/01/2024	Quarta	fh	-	-	-	-	-	1,77	1,62	1,89	1,22	
		BA	3.306	12.610	44	445	16.405	5.855	20.380	83	541	26.859
		AB	3.051	12.860	43	490	16.444	5.404	20.784	81	596	26.865
		CD	241	771	0	43	1.055	427	1.246	0	52	1.725
		DC	207	964	0	49	1.220	367	1.558	0	60	1.985
		<b>Total</b>	6.805	27.205	87	1.027	35.124	12.053	43.968	164	1.249	57.434

Tabela 9 - Volumes corrigidos a partir do Fator Diário (Fd) – Posto 02

Volume médio diário - Correção fator diário - fd													
Dia	fd	Sentido	Classe de Veículo										
			VMD					VMDa (VMD X fd)					
			Motos	Passeio e Leve	Coletivo	Pesado	Total	Motos	Passeio e Leve	Coletivo	Pesado	Total	
31/01/2024	Quarta	1,054677	BA	5.855	20.380	83	541	26.859	6.175	21.494	88	571	28.328
			AB	5.404	20.784	81	596	26.865	5.699	21.920	85	629	28.333
			CD	427	1.246	0	52	1.725	450	1.314	0	55	1.819
			DC	367	1.558	0	60	1.985	387	1.643	0	63	2.093
			<b>Total</b>	12.053	43.968	164	1.249	57.434	12.711	46.371	173	1.318	60.573

Tabela 10 - Volumes corrigidos a partir do Fator Mensal – VMDa Final – Posto 01

Resumo Contagem Volumétrica Classificatória (VMDA)						
fm =	0,889037			Posto:	24 horas	
Classe de Veículo	VMD			VMDA (VMD X fm)		
	AB	BA	TOTAL	AB	BA	TOTAL
<b>Total Motos</b>	6.246	4.611	10.857	5.553	4.099	9.652
<b>Total Passeio e Leve</b>	21.535	17.049	38.584	19.145	15.157	34.302
<b>Total Coletivo</b>	101	42	143	90	37	127
<b>Total Pesado</b>	502	332	834	446	295	741
<b>Total</b>	28.384	22.034	50.418	25.234	19.588	<b>44.822</b>

Tabela 11 - Volumes corrigidos a partir do Fator Mensal – VMDa Final – Posto 02

<b>Resumo Contagem Volumétrica Classificatória (VMDa)</b>										
<b>fm =</b>	<b>0,889037</b>					<b>Posto: 12 horas</b>				
<b>Classe de Veículo</b>	<b>VMD</b>					<b>VMDa (VMD X fm)</b>				
	<b>BA</b>	<b>AB</b>	<b>CD</b>	<b>DC</b>	<b>TOTAL</b>	<b>AB</b>	<b>BA</b>	<b>AB</b>	<b>BA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Total Motos</b>	6.175	5.699	450	387	12.711	5.490	5.067	401	345	11.303
<b>Total Passeio e Leve</b>	21.494	21.920	1.314	1.643	46.371	19.109	19.488	1.169	1.461	41.227
<b>Total Coletivo</b>	88	85	0	0	173	79	76	0	0	155
<b>Total Pesado</b>	571	629	55	63	1.318	508	560	49	57	1.174
<b>Total</b>	28.328	28.333	1.819	2.093	60.573	25.186	25.191	1.619	1.863	<b>53.859</b>

## 4.9 Projeção do tráfego

Para se obter o volume do tráfego projetado para o período requerido de projeto, é preciso, de início, adotar taxas de projeção adequadas para cada classificação de veículos.

Considerando o sentido de tráfego considerado para o projeto de Prolongamento da Avenida Martin Luther, para determinação do volume de tráfego e número de solicitações do eixo padrão, foram considerados os movimentos no sentido Itajaí – Balneário Camboriú.

Desta forma, aplicou-se as taxas de crescimento geométrico para cada classe de veículo constantes no Plano Diretor Rodoviário de SC, conforme segue:

Tabela 12 - Taxas de crescimento geométrico - Plano Diretor Rodoviário de SC

Matrizes	Nº. De Viagens (dia)				Taxas de Crescimento % aa		
	2007	2011	2015	2023	2007/2011	2012/2015	2016/2023
CP	1.020.716	1.227.087	1.393.089	1.563.407	4,7	3,2	1,5
ON	14.066	14.879	15.777	18.130	1,4	1,5	1,8
VC1	78.110	93.827	110.969	156.217	4,7	4,3	4,4
VC2	23.833	28.734	34.025	48.468	4,8	4,3	4,5

CP – Carros de Passeio ON – Ônibus VC – Veículos de Carga 1 – Pequenos e Médios 2 – Grandes

Fonte: Consórcio PROSUL - SCETAURROUTE

O modelo de projeção geométrica segue:

$$T_n = T_o \cdot (1 + g)^n$$

Onde:

T<sub>n</sub> = Volume de tráfego no ano N;

T<sub>o</sub> = Volume de tráfego no ano 0;

g = Fator de projeção utilizado;

n = Período de projeto considerado.

Tem-se, portanto:

Tabela 13 - Resultado da projeção do VMDA – Posto 01

Volume médio diário anual e projeção do tráfego								
Ano	Motos	Passeio	Coletivo	CL	CM	CP	REBOQUE/SEMI-REBOQUE	TOTAL
Taxa de Crescimento	1,5%	1,5%	1,8%	4,4%	4,4%	4,5%	4,5%	-
<b>2027 - Abertura</b>	<b>4286</b>	<b>15849</b>	<b>39</b>	<b>132</b>	<b>126</b>	<b>66</b>	<b>10</b>	<b>20.508</b>
2028	4350	16087	40	138	132	69	10	20.826
2029	4416	16328	40	144	137	72	11	21.148
2030	4482	16573	41	150	143	75	11	21.475
2031	4549	16822	42	157	150	79	12	21.811
2032	4617	17074	43	164	156	82	12	22.148
2033	4686	17330	43	171	163	86	13	22.492
2034	4757	17590	44	178	170	90	14	22.843
2035	4828	17854	45	186	178	94	14	23.199
<b>2036 - 10º Ano</b>	<b>4901</b>	<b>18122</b>	<b>46</b>	<b>194</b>	<b>186</b>	<b>98</b>	<b>15</b>	<b>23.562</b>
2037	4974	18393	47	203	194	102	16	23.929
2038	5049	18669	47	212	202	107	16	24.302
2039	5124	18949	48	221	211	112	17	24.682
2040	5201	19234	49	231	221	117	18	25.071
2041	5279	19522	50	241	230	122	19	25.463
2042	5358	19815	51	252	240	128	19	25.863
2043	5439	20112	52	263	251	133	20	26.270
2044	5520	20414	53	274	262	139	21	26.683
2045	5603	20720	54	287	274	146	22	27.106
<b>2046 - 20º Ano</b>	<b>5687</b>	<b>21031</b>	<b>55</b>	<b>299</b>	<b>286</b>	<b>152</b>	<b>23</b>	<b>27.533</b>

REPRESENTAÇÃO PERCENTUAL DA FROTA								
REPRESENTAÇÃO PERCENTUAL	Motos	Passeio	Coletivo	CL	CM	CP	REBOQUE/SEMI-REBOQUE	TOTAL
	20,66%	76,38%	0,20%	1,09%	1,04%	0,55%	0,08%	100,00%

Tabela 16 - Resultado da projeção do VMDA – Posto 02

Volume médio diário anual e projeção do tráfego								
Ano	Motos	Passeio	Coletivo	CL	CM	CP	REBOQUE/SEMI-REBOQUE	TOTAL
Taxa de Crescimento	1,5%	1,5%	1,8%	4,4%	4,4%	4,5%	4,5%	-
<b>2027 - Abertura</b>	<b>6520</b>	<b>22732</b>	<b>81</b>	<b>271</b>	<b>257</b>	<b>156</b>	<b>11</b>	<b>30028</b>
2028	6618	23073	82	283	268	163	11	30498
2029	6717	23419	84	295	280	170	12	30977
2030	6818	23770	85	308	292	178	13	31464
2031	6920	24127	87	322	305	186	13	31960
2032	7024	24489	89	336	319	194	14	32465
2033	7129	24856	90	351	333	203	14	32976
2034	7236	25229	92	366	347	212	15	33497
2035	7345	25607	93	382	363	222	16	34028
<b>2036 - 10º Ano</b>	<b>7455</b>	<b>25992</b>	<b>95</b>	<b>399</b>	<b>379</b>	<b>232</b>	<b>16</b>	<b>34568</b>
2037	7567	26381	97	417	395	242	17	35116
2038	7680	26777	99	435	413	253	18	35675
2039	7795	27179	100	454	431	265	19	36243
2040	7912	27586	102	474	450	276	19	36819
2041	8031	28000	104	495	470	289	20	37409
2042	8152	28420	106	517	490	302	21	38008
2043	8274	28847	108	540	512	315	22	38618
2044	8398	29279	110	563	534	330	23	39237
2045	8524	29718	112	588	558	345	24	39869
<b>2046 - 20º Ano</b>	<b>8652</b>	<b>30164</b>	<b>114</b>	<b>614</b>	<b>582</b>	<b>360</b>	<b>25</b>	<b>40511</b>

REPRESENTAÇÃO PERCENTUAL DA FROTA								
REPRESENTAÇÃO PERCENTUAL	Motos	Passeio	Coletivo	CL	CM	CP	REBOQUE/SEMI-REBOQUE	TOTAL
	21,36%	74,46%	0,28%	1,52%	1,44%	0,89%	0,06%	100,00%

#### 4.10 Número de operações do eixo padrão N8,2t

Nesta seção, serão apresentadas informações básicas sobre a avaliação da solicitação do tráfego, que é um componente essencial do processo de dimensionamento do pavimento.

A avaliação da solicitação que o pavimento do presente trecho sofrerá durante sua vida útil é fundamental para o seu dimensionamento, cujo escopo básico é apresentado a seguir:

Volume médio diário anual (VMDA);

Classificação da Frota;

Fator de equivalência de veículo; e,

Número equivalente “N8,2t”.

A determinação do número N8,2t - Número de repetições do eixo padrão 8,2 ton. foi feita com base na expressão contida no item 1.3.3.5 da Instrução de Serviço IS-02 do Deinfra/SC.

$$N_{8,2t} = 365 \times F_r \times \sum(v_i \times F_{vi}) \times F_p$$

Onde:

$F_r$  = Fator climático regional;

$F_p$  = Fator de pista, equivale a % de veículos de carga na faixa de projeto;

$V_i$  = Número de veículos da categoria “i”;

$F_{vi}$  = Fator de equivalência de veículos da categoria “i”;

Vida útil do pavimento = 10 anos (pavimento flexível).

Para a determinação do “N8,2t” (USACE e AASHTO), foram adotados os fatores de equivalência de veículos ( $F_{vi}$ ) calculados conforme as equações apresentadas a seguir:

Tabela 14– Fórmula para cálculo do  $F_{vi}$  - AASHTO

AASHTO	
Tipo de Eixo	Equação (P em tf)
Eixo simples roda simples	$FEO = (Q/7,77)^{4,32}$
Eixo simples roda dupla	$FEO = (Q/8,17)^{4,32}$
Eixo Duplo roda dupla	$FEO = (Q/15,08)^{4,14}$
Eixo Triplo roda dupla	$FEO = (Q/22,95)^{4,22}$

Tabela 15 – Fórmula para cálculo do  $F_{vi}$  - USACE

USACE		
Tipo de Eixo	Faixa de Carga (t)	Equação (P em tf)
Dianteiro Simples e Traseiro Simples	0 - 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	$\geq 8$	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem Duplo	0 - 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,4720}$
	$\geq 11$	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,4840}$
Tandem Triplo	0 - 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	$\geq 18$	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Optou-se por considerar os veículos operando com carga máxima e tolerância de 7,5%, com o objetivo de superestimar a solicitação destes. Tais valores simplificados foram utilizados pois não

se teve acesso aos dados dos postos de pesagem representativos da área de estudo para cálculo do Fator de Carga.

A seguir são apresentados os fatores de equivalência de veículos (Fvi) para os veículos identificados na contagem.

**Figura 26 – Fatores de equivalência de veículos = Fvi**

Classe	Fv		QUANTIDADE EIXOS			
	AASHTO	USACE	SIMPLES	RODA DUPLA	TANDEM DUPLO	TANDEM TRIPLO
M	0	0				
P	0	0				
2CB	3,72	5,543	1	1		
2IB2	10,266	15,885	1	3		
2SB1	6,993	10,714	1	2		
3CB	2,665	13,101	1		1	
4CB	3,112	13,473	2		1	
2C	3,72	5,543	1	1		
2C2	10,266	15,885	1	3		
2C3	9,211	23,443	1	2	1	
2CC	0,894	0,744	2			
2I2	10,266	15,885	1	3		
2I3	13,539	21,056	1	4		
2I3	9,211	23,443	1	2	1	
2S1	6,993	10,714	1	2		
2S2	5,938	18,272	1	1	1	
2S3	5,836	19,458	1	1		1
3C	2,665	13,101	1		1	
3C2	9,211	23,443	1	2	1	
3C3	8,156	31,001	1	1	2	
3D3	5,836	19,458	1	1		1
3D4	7,101	38,559	1		3	
3I2	9,211	23,443	1	2	1	
3I3	12,484	28,614	1	3	1	
3I3	8,156	31,001	1	1	2	
3M6	6,897	40,931	1		1	2
3Q4	15,757	33,785	1	4	1	
3Q6	6,897	40,931	1		1	2
3S1	5,938	18,272	1	1	1	
3S2	4,883	25,83	1		2	
3S3	4,781	27,016	1		1	1
3T4	7,101	38,559	1		3	
3T6	9,319	51,288	1		4	
3T6B	9,319	51,288	1		4	
4C	2,563	14,287	1			1
4CD	3,112	13,473	2		1	
4R4	16,204	34,157	2	4	1	
X	2,665	13,101	1		1	

**Tabela 16 – Fator de equivalência por tipo de eixo**

	<b>SIMPLES</b>	<b>RODA DUPLA</b>	<b>TANDEM DUPLO</b>	<b>TANDEM TRIPLO</b>
<b>CARGA</b>	6	10	17	25,5
<b>CARGA+TOL</b>	6,45	10,75	18,28	27,41
<b>AASHTO</b>	0,447	3,273	2,218	2,116
<b>USACE</b>	0,372	5,171	12,729	13,915

O fator climático regional considerado foi de 1,0. Para o fator de pista, considerando o baixo volume de veículos pesados, adotou-se o valor de 30%. Desta forma, obtiveram-se os valores de ‘N’ abaixo listados:

Tabela 17 - Tráfego por categoria de veículo para cálculo do N8,2t – Posto 01

Ano	Coletivo		Pesado								
	2CB	2SB1	3CB	2CC	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S3	X
<b>FV (AASHTO)</b>	3,72	6,99	2,67	0,89	3,72	2,67	3,11	5,94	5,84	4,78	2,67
<b>FV (USACE)</b>	5,54	10,71	13,10	0,74	5,54	13,10	13,47	18,27	19,46	27,02	13,10
<b>2027</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>132</b>	<b>126</b>	<b>52</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
2028	38	1	1	138	132	55	14	5	4	1	1
2029	38	1	1	144	138	57	15	5	4	1	1
2030	39	1	1	150	144	60	16	5	4	1	1
2031	40	1	1	157	150	63	16	5	4	1	1
2032	40	1	1	164	157	65	17	6	4	1	1
2033	41	1	1	171	164	68	18	6	4	1	1
2034	42	1	1	178	171	71	19	6	5	2	2
2035	43	1	1	186	178	75	19	6	5	2	2
<b>2036</b>	<b>43</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>194</b>	<b>186</b>	<b>78</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Tabela 18 - Tráfego por categoria de veículo para cálculo do N8,2t – Posto 02

Ano	Coletivo		Pesado								
	2CB	2SB1	2CC	2C	3C	4CD	2I2	2S1	2S2	2S3	3S3
<b>FV (AASHTO)</b>	3,72	6,99	0,89	3,72	2,67	3,11	10,27	6,99	5,94	5,84	4,78
<b>FV (USACE)</b>	5,54	10,71	0,74	5,54	13,10	13,47	15,89	10,71	18,27	19,46	27,02
<b>2027</b>	<b>76</b>	<b>5</b>	<b>271</b>	<b>257</b>	<b>126</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2028	77	5	283	268	131	32	2	1	5	1	2
2029	79	5	295	280	137	34	2	1	5	1	2
2030	80	6	308	293	143	35	3	1	5	1	3
2031	82	6	322	306	150	37	3	1	5	1	3
2032	83	6	336	319	156	38	3	1	6	1	3
2033	85	6	351	333	163	40	3	1	6	1	3
2034	86	6	366	348	171	42	3	2	6	2	3
2035	88	6	382	363	179	44	3	2	6	2	3
<b>2036</b>	<b>89</b>	<b>6</b>	<b>399</b>	<b>379</b>	<b>187</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

**Tabela 19 – Número de solicitações do eixo padrão N8,2t – Posto 01**

N 8,2t Anual (AASHTO)	N 8,2t Acumulado (AASHTO)	N 8,2t Anual (USACE)	N 8,2t Acumulado (USACE)	
106.599	1,07E+05	229.527	2,30E+05	<b>2027 - Abertura da Pista</b>
110.895	2,17E+05	239.089	4,69E+05	2028
115.374	3,33E+05	249.065	7,18E+05	2029
120.044	4,53E+05	259.473	9,77E+05	2030
124.912	5,78E+05	270.333	1,25E+06	2031
129.988	7,08E+05	281.665	1,53E+06	2032
135.281	8,43E+05	293.488	1,82E+06	2033
140.800	9,84E+05	305.826	2,13E+06	2034
146.554	1,13E+06	318.700	2,45E+06	2035
152.555	<b>1,28E+06</b>	332.135	<b>2,78E+06</b>	<b>2036 - Vida útil do Pavimento</b>

**Tabela 20 – Número de solicitações do eixo padrão N8,2t – Posto 02**

N 8,2t Anual (AASHTO)	N 8,2t Acumulado (AASHTO)	N 8,2t Anual (USACE)	N 8,2t Acumulado (USACE)	
221.707	2,22E+05	479.601	4,80E+05	<b>2027 - Abertura da Pista</b>
230.608	4,52E+05	499.593	9,79E+05	2028
239.887	6,92E+05	520.452	1,50E+06	2029
249.560	9,42E+05	542.215	2,04E+06	2030
259.644	1,20E+06	564.922	2,61E+06	2031
270.158	1,47E+06	588.616	3,20E+06	2032
281.120	1,75E+06	613.339	3,81E+06	2033
292.549	2,05E+06	639.137	4,45E+06	2034
304.466	2,35E+06	666.058	5,11E+06	2035
316.892	<b>2,67E+06</b>	694.150	<b>5,81E+06</b>	<b>2036 - Vida útil do Pavimento</b>

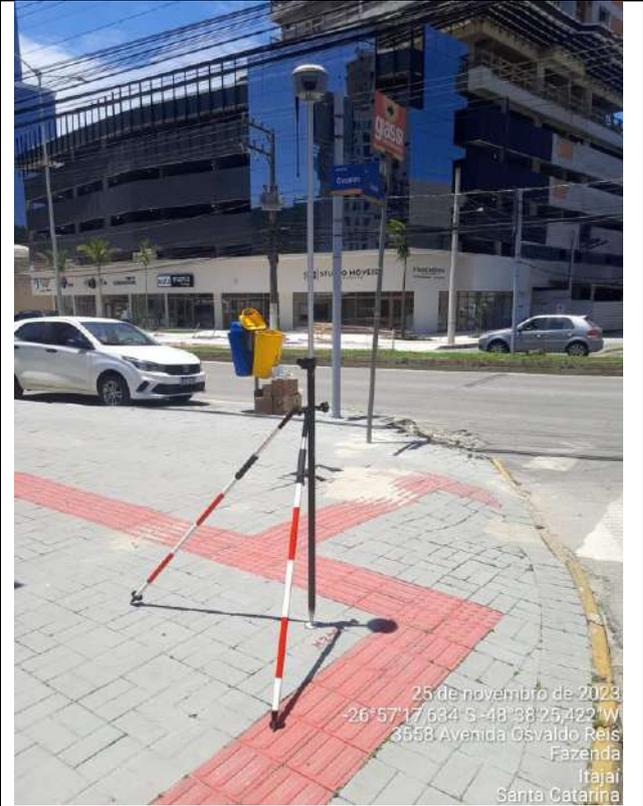
## **5 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Os levantamentos topográficos planialtimétricos de seções transversais, a partir de eixo básico existente, com nivelamento geométrico, deverão ser georreferenciados e apresentados em coordenadas planas referenciadas ao Datum Horizontal Sirgas 2000 e as cotas altimétricas ao Datum Vertical Marégrafo de Imbituba/SC. Deverão estar amarrados e compatibilizados, sempre que possível, à Rede de Referência Cadastral Municipal, contidos no Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas (SIMGEO) e os marcos de apoio terrestre e Referências de Nível (RN) oficiais, permitindo a incorporação de todos os trabalhos de topografia no mapeamento de referência cadastral.

A partir da emissão do contrato 251/2023, foram mobilizados os serviços de levantamento topográfico. Os levantamentos para Readequação/Requalificação da Avenida do Estado (Trecho: Rua Uganda até a Rua das Arapongas) foram concluídos e da Avenida Martin Luther (Trecho: Rua Gaiivotas até a Avenida Arapongas) estão em fase final de levantamento.

A seguir apresentam-se imagens dos trabalhos realizados. As plantas do levantamento topográfico da Avenida Martin Luther estão sendo apresentadas no Volume 2: Projeto de Execução.







## **6 ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

## 6.1 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.

### 6.1.1 Objetivo

O objetivo deste documento é apresentar a concepção técnica adotada para os estudos hidrológicos e os projetos de drenagem da primeira fase da rodovia ES-484 próximo o município de Afonso Cláudio/ES, apresentando os itens principais do projeto, bem como as premissas e metodologias adotadas para os cálculos.

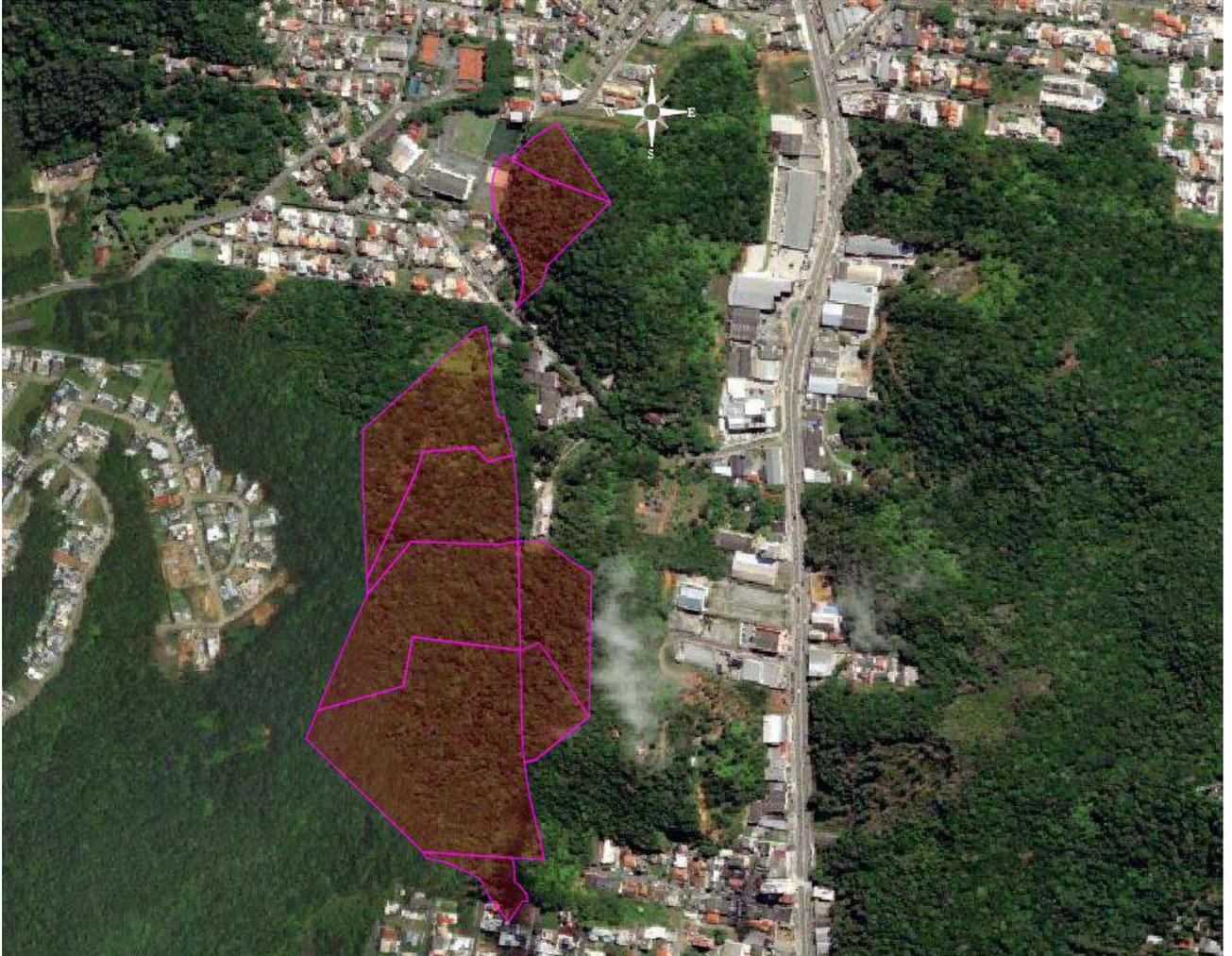
O estudo de cheias realizado no âmbito deste projeto constituiu-se na geração de eventos extremos de vazões escoados nas bacias de drenagem da área de projeto para os tempos de recorrência necessários para dimensionamento das obras de drenagem, com base na precipitação incidente na respectiva bacia de contribuição, baseando-se nos métodos de transformação chuva-deflúvio.

### 6.1.2 Delimitação da Bacias hidrográficas

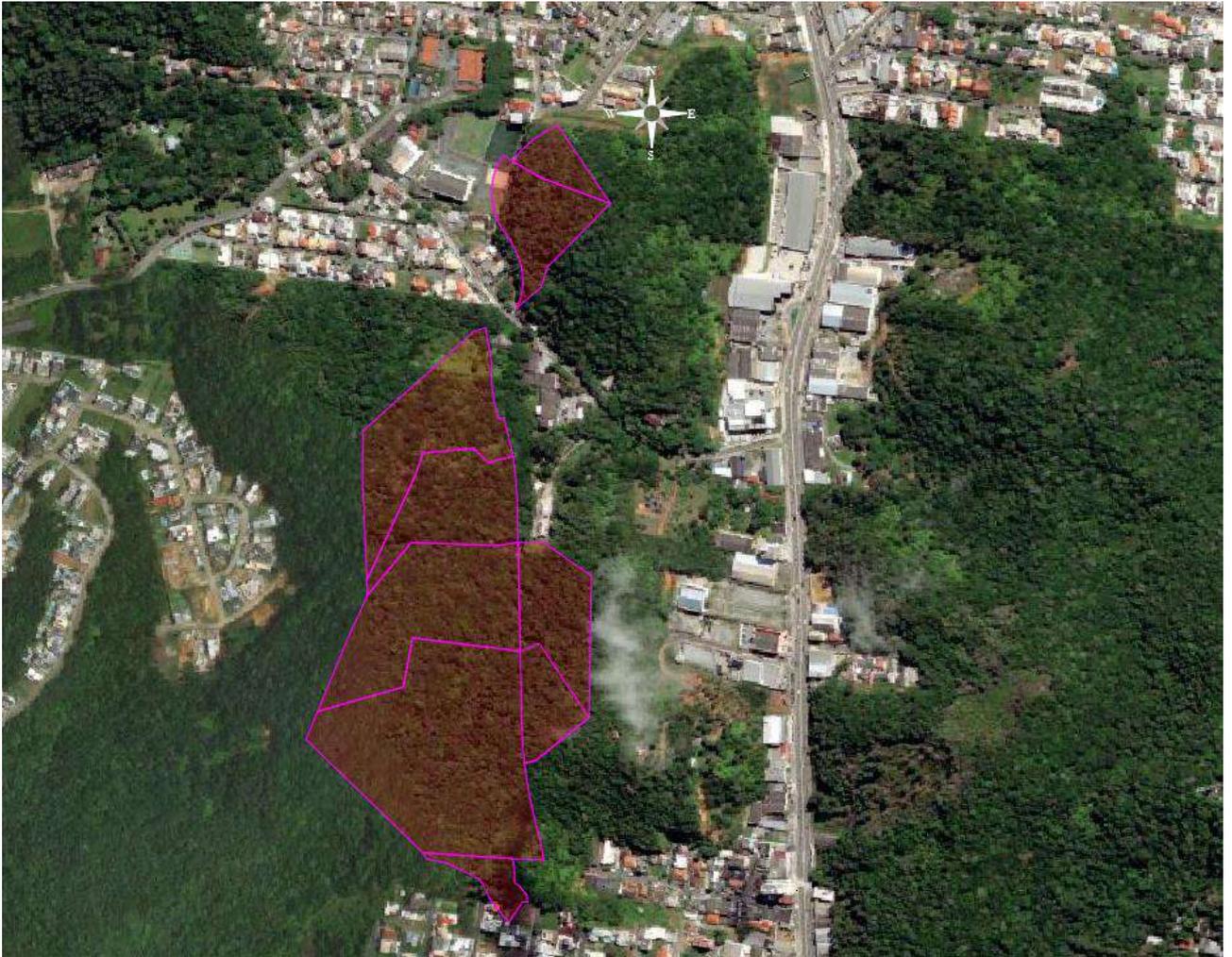
Para a definição das bacias hidrográficas primeiramente foram analisados os dados provenientes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio do projeto Topodata, bem como o levantamento topográfico realizado in loco e os estudos ambientais disponibilizados.

As sub-bacias foram definidas conforme os talwegues naturais do terreno e a disposição dos acessos e quadras do projeto. A visão geral da localização das bacias é apresentada na **Figura 3**, cujos maiores detalhes serão apresentados nas plantas do projeto de drenagem.

Ressalta-se que foram identificadas bacias de maior porte, que incidem por talwegues naturais formados externamente à poligonal do projeto, e possuem restrições de faixa de domínio em relação a rodovia. Essas bacias foram delimitadas pela área total de escoamento do talwegue principal natural até seu exultório projetado.



**Figura 27** – Mapa das Sub-bacias hidrográficas  
**Figura 28** – Mapa das Sub-bacias hidrográficas



**Figura 4** – Mapa das Microbacias hidrográficas

## 6.2 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 29 – Mapa de Classificação Climática de Köppen de Santa Catarina



**Tipos climáticos de Köppen**

■ Cfa – Subtropical úmido
 ■ Cfb – Oceânico

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

### 6.3 Pluviometria

#### 6.4 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 30 – 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.**

## 6.5 Caracterização geomorfológica da região

Do ponto de vista geomorfológico, o local estudado está situado no Sistema de Dissecação 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.

## 6.6 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 21 – Série histórica dos valores máximos diários anuais

<b>Ano</b>	<b>Mês</b>	<b>Precipitação máxima em 24 horas (mm)</b>
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, 2024

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

**Tabela 22 – 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
<b>Média</b>	<b>174,0</b>	<b>201,4</b>	<b>199,7</b>	<b>116,9</b>	<b>112,6</b>	<b>106,5</b>	<b>113,5</b>	<b>114,7</b>	<b>123,9</b>	<b>144,8</b>	<b>137,7</b>	<b>153,2</b>	<b>138,7</b>	<b>1691,6</b>
<b>Mínimo</b>	<b>50,9</b>	<b>84,0</b>	<b>65,5</b>	<b>13,2</b>	<b>22,3</b>	<b>18,8</b>	<b>16,4</b>	<b>7,4</b>	<b>37,8</b>	<b>58,4</b>	<b>54,4</b>	<b>32,7</b>	<b>92,0</b>	<b>1114,8</b>
<b>Máximo</b>	<b>302,4</b>	<b>371,1</b>	<b>396,6</b>	<b>203,4</b>	<b>335,0</b>	<b>251,3</b>	<b>460,9</b>	<b>344,0</b>	<b>235,1</b>	<b>258,5</b>	<b>223,8</b>	<b>276,1</b>	<b>191,0</b>	<b>2724,0</b>

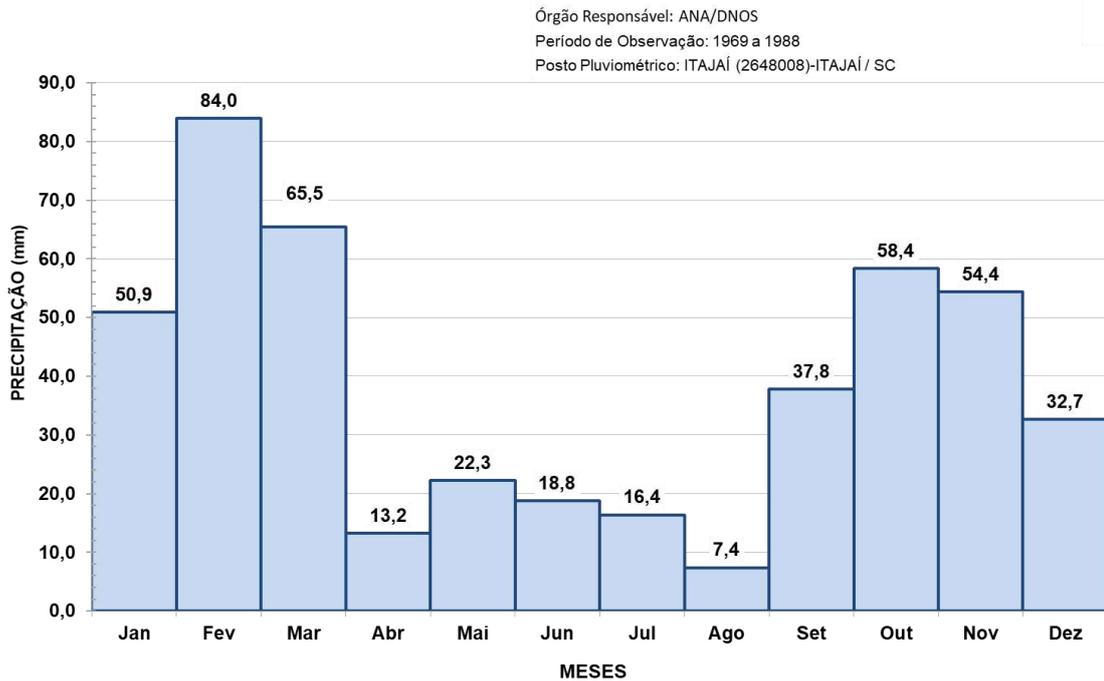
Fonte: ANA, 2024

## 6.7 Processamento dos dados

### 6.8 Processamento de dados pluviométricos

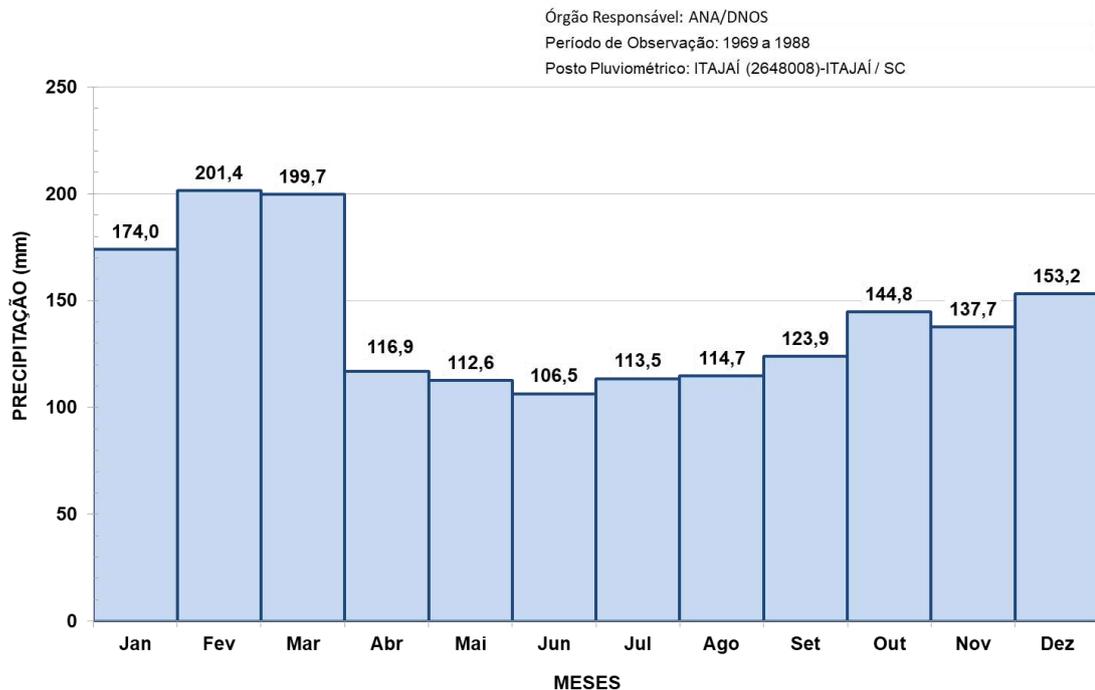
A partir dos dados coletados da estação pluviométrica na área de estudo, foram elaborados os gráficos do regime pluviométrico, nos quais constam os histogramas das precipitações mínimas, médias e máximas mensais e o número de dias chuvosos anuais e mensais para o período de observação. As Figuras a seguir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

Figura 31 – Histograma das mínimas mensais registradas



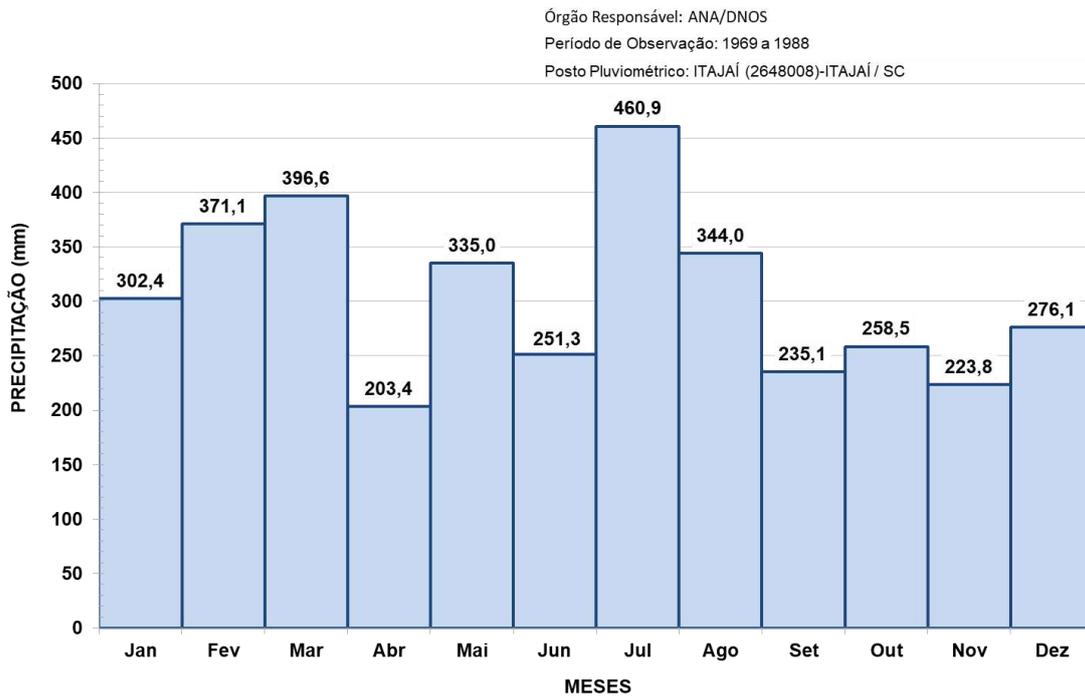
Fonte: AUTOBAHN, 2024

Figura 32 – Histograma das médias mensais registradas



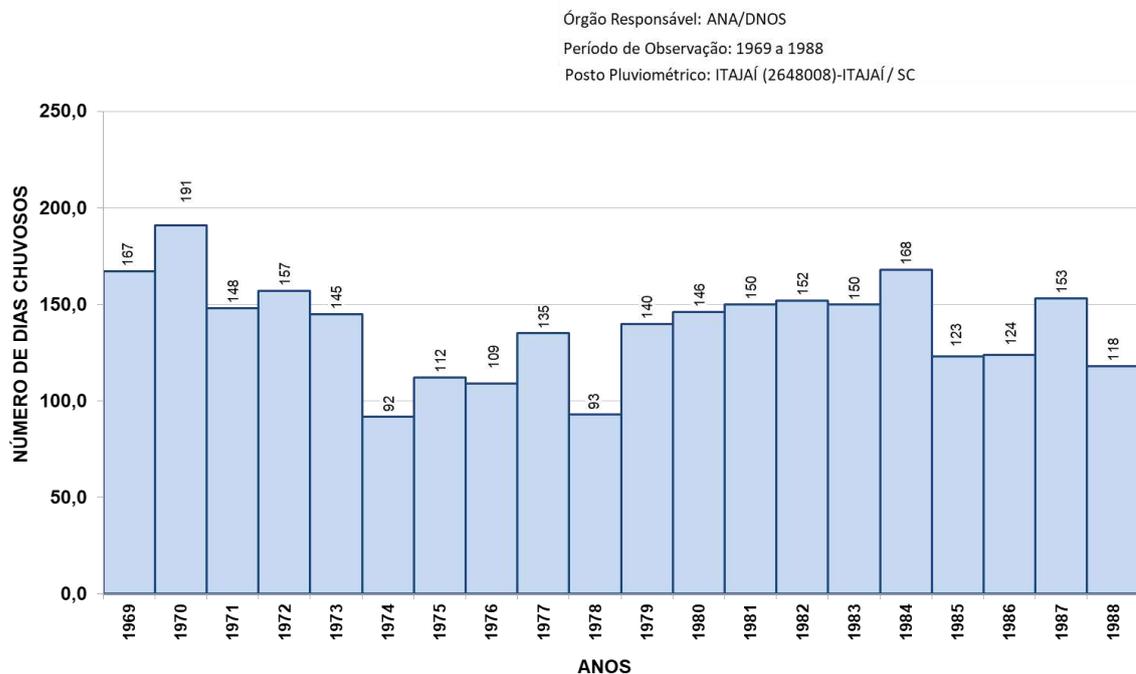
Fonte: AUTOBAHN, 2024

Figura 33 – Histograma das máximas mensais registradas



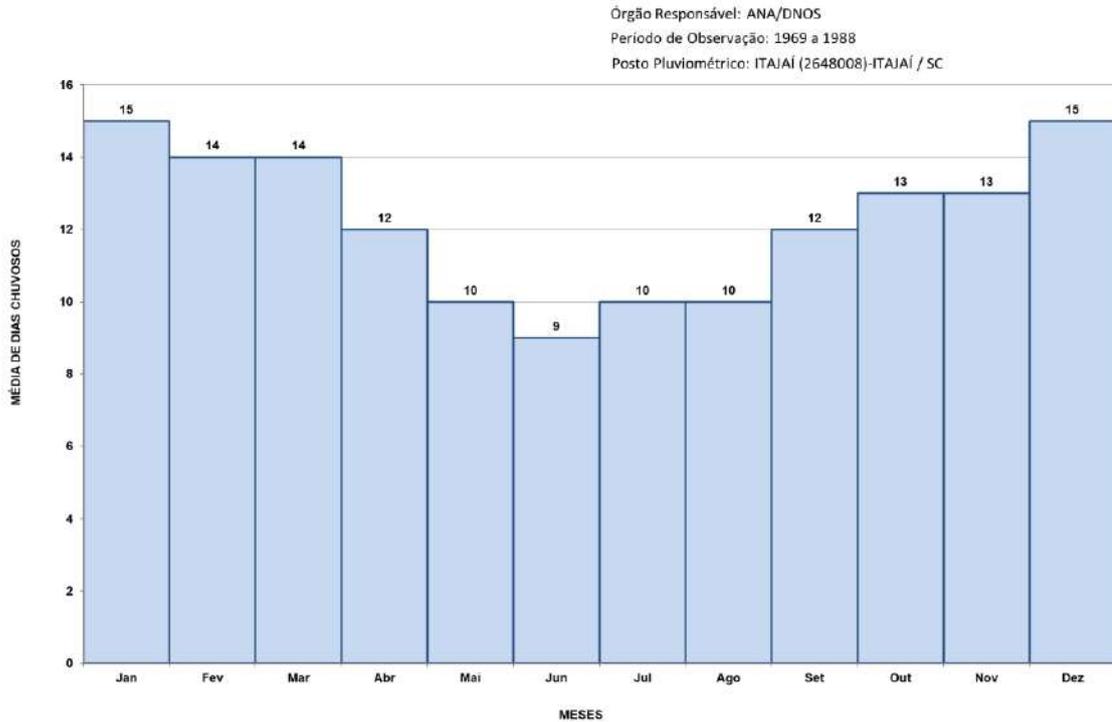
Fonte: AUTOBAHN, 2024

Figura 34 – Histograma do número de dias chuvosos anuais



Fonte: AUTOBAHN, 2024

Figura 35 – Histograma do número de dias chuvosos mensais

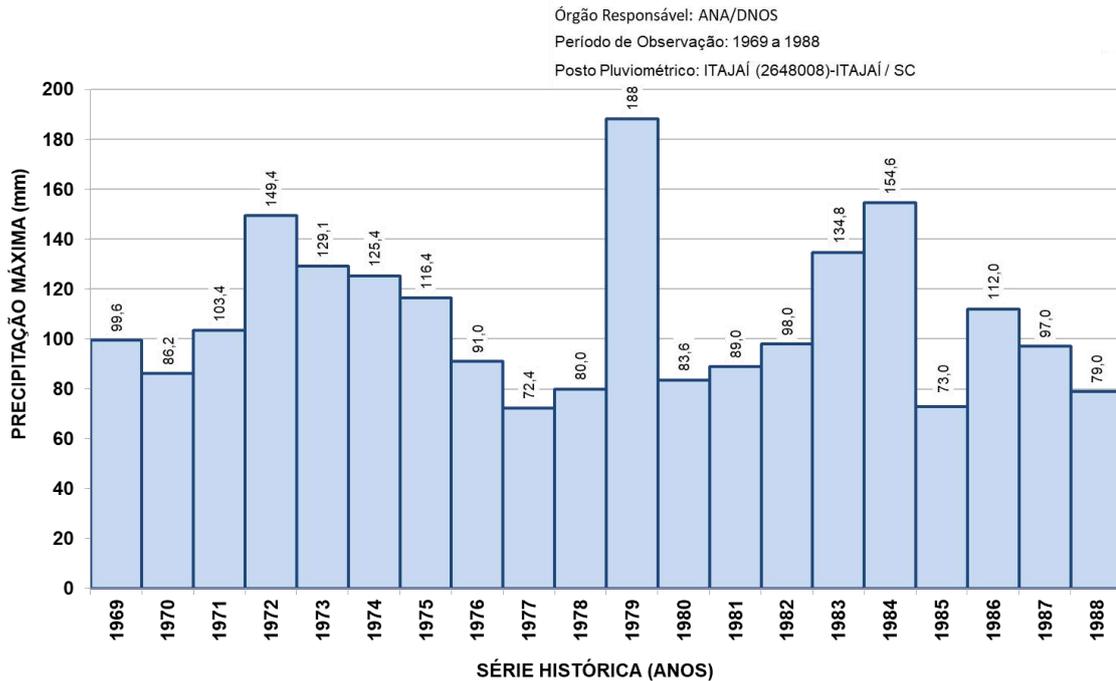


Fonte: AUTOBAHN, 2024

## 6.9 Curvas 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 30 seguir é apresentada a distribuição das máximas precipitações anuais, em 24 horas.

Figura 36 – Máximas precipitações anuais em 24 horas



Fonte: AUTOBAHN, 2024

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 23 – 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.

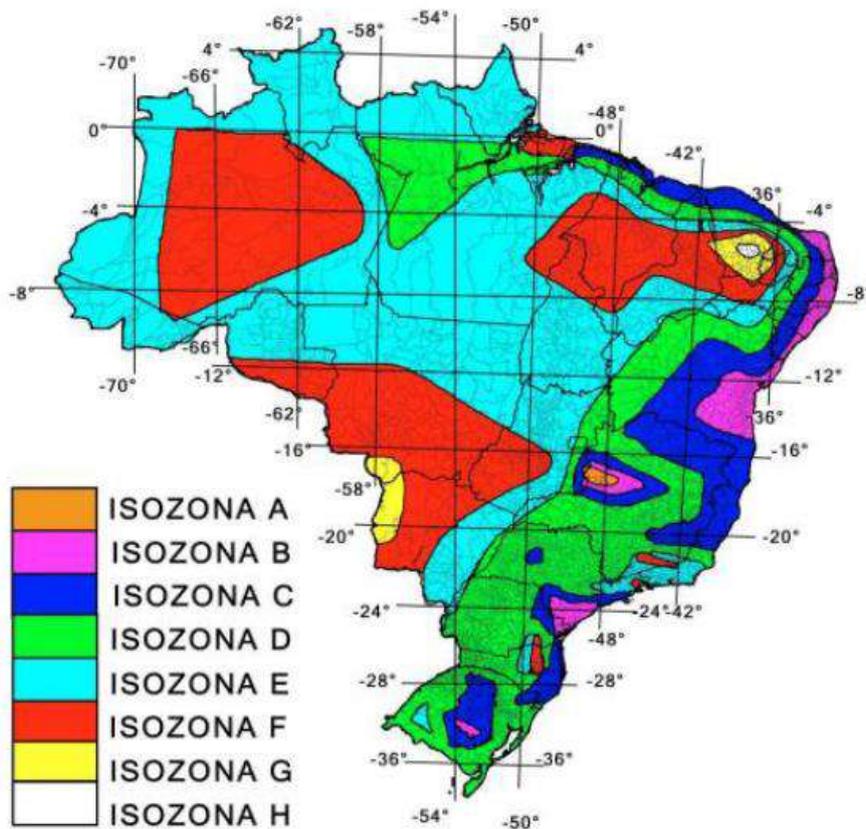
Tabela 24 – Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado

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, 2024

Os valores calculados na 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 (**Erro! Fonte de referência não encontrada. e Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 37 – Mapa de Isozonas proposta por Taborga Torrico



Fonte: adaptado de TORRICO,1974

Figura 38 – 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 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Os fatores de conversão utilizados, de acordo com método proposto por Taborga, são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 25 – 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, 2024

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 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e o fator de conversão (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), para cada tempo de duração e período de recorrência correspondente. As demais, por sua vez, são obtidas pelo produto da precipitação máxima em 24h (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e os fatores de conversão apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, para cada tempo de duração e período de recorrência correspondente.

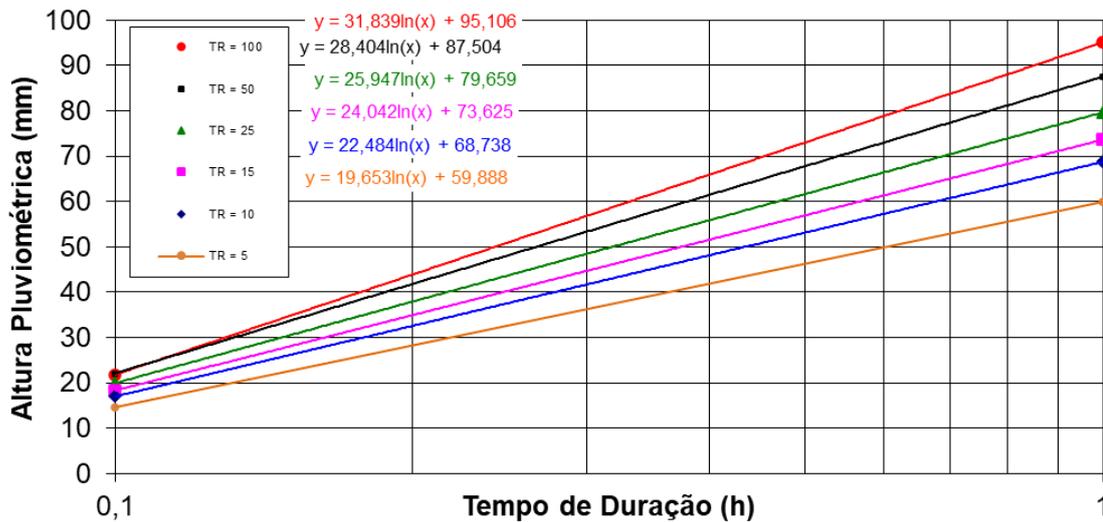
Tabela 26 – Precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h em função do período de recorrência desejado

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, 2024

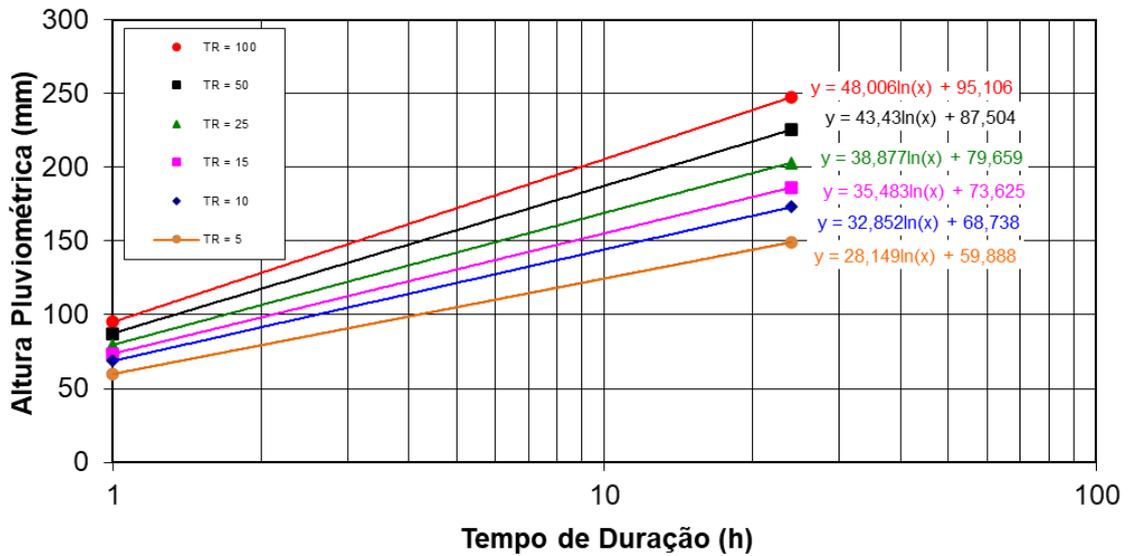
A partir dos dados da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, definiram-se as equações que regem a altura pluviométrica em função do tempo de duração para os intervalos de 0,1h a 1,0h e 1,0h a 24h, conforme ilustram as figuras a seguir.

Figura 39 – Gráfico com equações de duração de chuva para cada tempo de recorrência (0,1 a 1h)



Fonte: AUTOBAHN, 2024

Figura 40 – Gráfico com equações de duração de chuva para cada tempo de recorrência (1 a 24h)



Fonte: AUTOBAHN, 2024

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 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

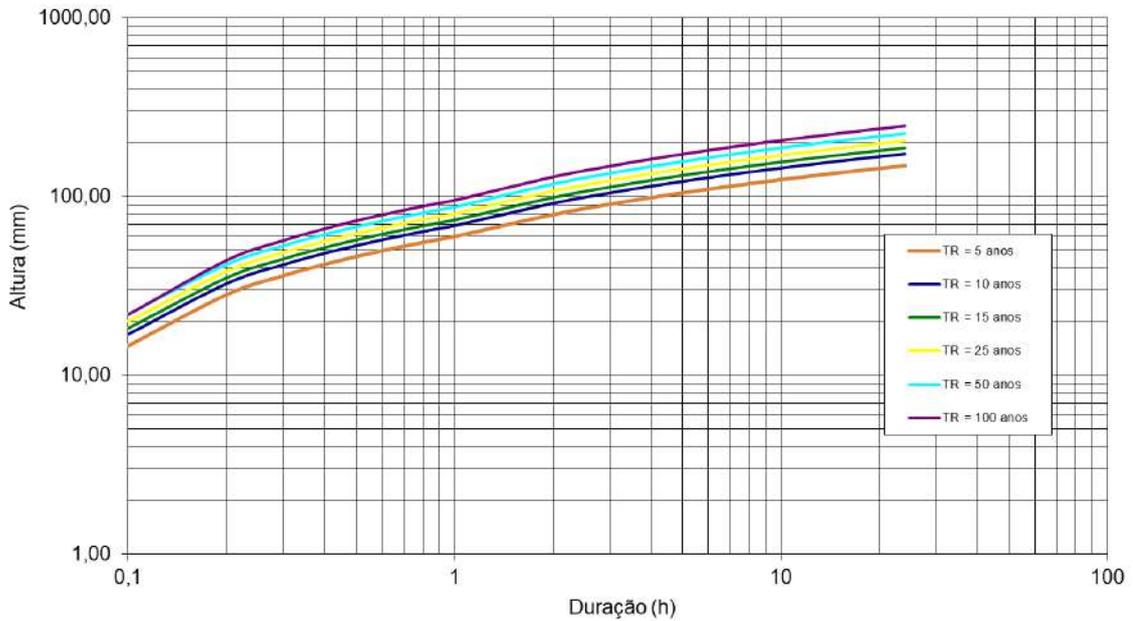
Tabela 27 – Alturas (h) e intensidades (I) pluviométricas para diferentes tempos de duração

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, 2024

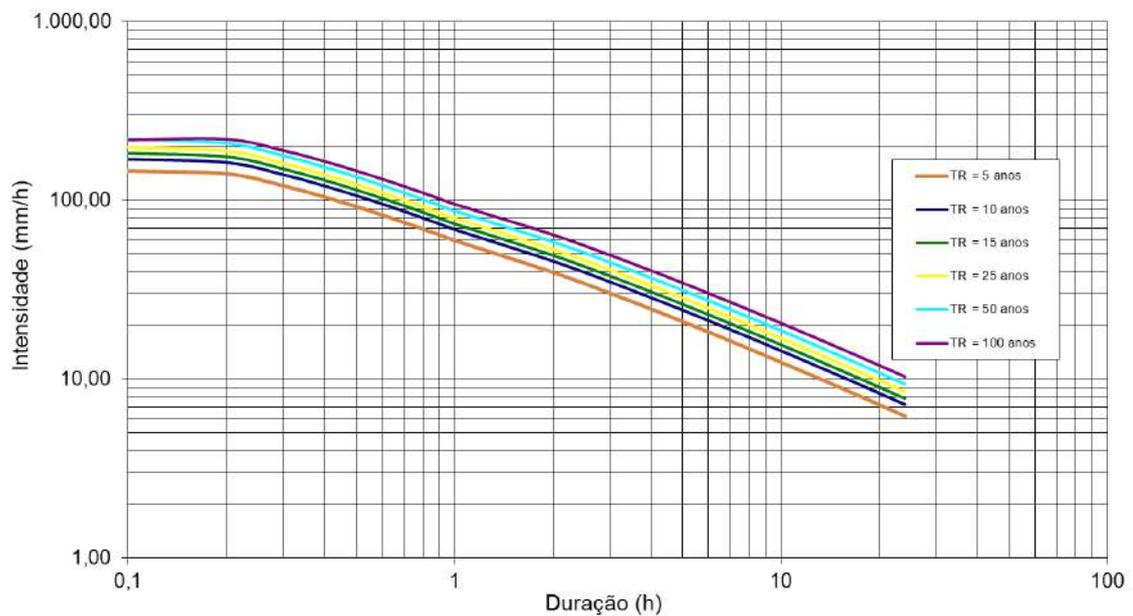
As curvas de intensidade-duração-frequência e de altura-duração-frequência são resultantes dos dados que compõem a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam as referidas curvas.

Figura 41 – Curvas ADF



Fonte: AUTOBAHN, 2024

Figura 42 – Curvas IDF



Fonte: AUTOBAHN, 2024

## 6.10 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

## 6.11 Estimativa das 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.

## 6.12 Método Racional

Este método é utilizado para bacias com áreas inferiores a 4 km<sup>2</sup>, 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 Km<sup>2</sup> e 10 Km<sup>2</sup> será utilizado o método racional corrigido, sendo adotado o coeficiente  $n = A-0,10$ , sendo “A” a área da bacia em Km<sup>2</sup>.

O Método Racional foi utilizado mediante o emprego da expressão:

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

onde:

Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;

C = coeficiente de escoamento ou deflúvio;

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

A = área da bacia, em Km<sup>2</sup>.

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 28 e Tabela 29 a apresentam os valores do coeficiente de escoamento para as áreas rurais e urbanas respectivamente.

Tabela 28 - Coeficiente de Deflúvio em Áreas Rurais

<b>CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS</b>	<b>1.2.1 C</b>
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 29 - Coeficiente de Deflúvio em Áreas Urbanas

<b>CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS</b>	<b>1.2.2 C</b>
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:

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

tc = tempo de concentração, em horas;

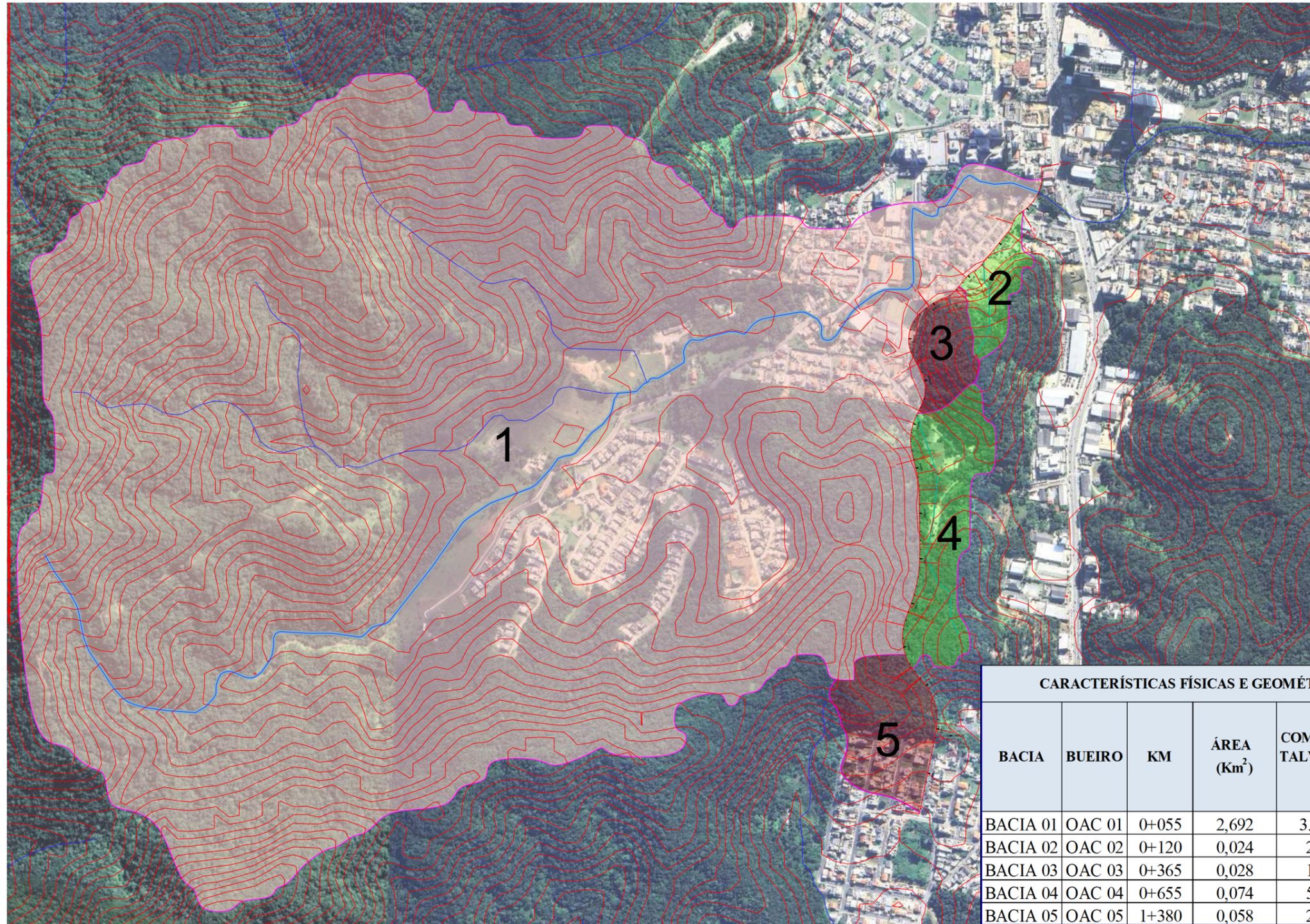
L = comprimento do curso d'água, em Km; e

H = desnível máximo, em m.

A seguir está sendo apresentada a planilha de dimensionamento das principais bacias hidrográficas pelo método Racional e o mapa de delimitação das principais bacias hidrográficas.

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO-HIDROLÓGICO - PRINCIPAIS BACIAS HIDROGRÁFICAS																	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS DAS BACIAS									CÁLCULO DA VAZÃO x TEMPO DE RECORRÊNCIA								OAC PROJETADA
BACIA	BUEIRO	KM	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	COMP. DO TALVEGUE (m)	DESNÍVEL (m)	DECLIV. i (%)	C	TEMPO DE CONCENT. KIRPICH (min.)	TR = 10 anos		TR = 15 anos		TR = 25 anos		TR = 50 anos		
									INTENS.	Q	INTENS.	Q	INTENS.	Q	INTENS.	Q	
									(mm/h)	(m <sup>3</sup> /s)	(mm/h)	(m <sup>3</sup> /s)	(mm/h)	(m <sup>3</sup> /s)	(mm/h)	(m <sup>3</sup> /s)	
BACIA 01	OAC 01	0+055	2,692	3.155	220,0	6,97%	0,40	26,93	113,01	33,80	121,11	36,23	131,16	<b>39,23</b>	144,25	43,15	BTCC 2,50 X 2,50
BACIA 02	OAC 02	0+120	0,024	216	70,0	32,41%	0,40	6,00	169,67	0,45	182,66	<b>0,49</b>	199,14	0,53	221,01	0,59	BSTC Ø 0,80
BACIA 03	OAC 03	0+365	0,028	174	50,0	28,74%	0,40	6,00	169,67	0,53	182,66	<b>0,57</b>	199,14	0,62	221,01	0,69	BSTC Ø 0,80
BACIA 04	OAC 04	0+655	0,074	518	60,0	11,58%	0,40	6,00	169,67	1,40	182,66	<b>1,50</b>	199,14	1,64	221,01	1,82	BSTC Ø 1,00
BACIA 05	OAC 05	1+380	0,058	271	50,0	18,45%	0,40	6,00	169,67	1,09	182,66	<b>1,18</b>	199,14	1,28	221,01	1,42	BSTC Ø 1,00

# MAPA DAS BACIAS



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS DAS BACIAS						
BACIA	BUEIRO	KM	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	COMP. DO TALVEGUE (m)	DESNÍVEL (m)	DECLIV. i (%)
BACIA 01	OAC 01	0+055	2,692	3.155	220,0	6,97%
BACIA 02	OAC 02	0+120	0,024	216	70,0	32,41%
BACIA 03	OAC 03	0+365	0,028	174	50,0	28,74%
BACIA 04	OAC 04	0+655	0,074	518	60,0	11,58%
BACIA 05	OAC 05	1+380	0,058	271	50,0	18,45%

LEGENDA:

- BACIA HIDROGRÁFICA
- TALVEGUE PRINCIPAL



## PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Prolongamento Av. Martin Luther  
 Trecho III: Rua das Gaivotas até Divisa Municipal de Itajai (Ribeirão Arribá)  
 Extensão: 1,50 km



CODE DE PROJETOS

PROJETO DE DRENAGEM

Escala

1:10000

## **7 PROJETO GEOMÉTRICO**

O Projeto Geométrico teve início com a complementação e readequação do prolongamento da Avenida Martin Luther, entre a Rua João de Barro e a Avenida das Arapongas, com a revisão e aumento de capacidade na interseção. Com a necessidade de ligação entre o projeto existente e o projeto do município de Itajaí, realizou-se a reavaliação do traçado tendo em vista as interferências existentes e a topografia acidentada entre a rua João de Barro até a Av. das Arapongas, e entre a Av. das Arapongas até o Ribeirão Araribá, divisa entre os municípios. Buscou-se a elaboração de traçado com rampas mais suaves e redução na altura dos cortes, resultando em menor movimentação de terra e supressão de vegetação.

O Estudo de Traçado é a etapa do projeto que objetiva estudar diversas alternativas de traçado da via e tem como finalidade primordial a escolha da melhor a ser considerada na realização dos estudos e elaboração do projeto final.

Para a elaboração do projeto final da Avenida Martin Luther, foram estudadas 3 alternativas de traçado. Para a definição, foram avaliadas as condições topográficas e as interferências existentes na região.

Na primeira alternativa, buscou-se um traçado onde houvesse menor impacto na desapropriação de benfeitorias, procurando reduzir a altura dos cortes, resultando em menor movimentação de terra bem como a supressão da vegetação.

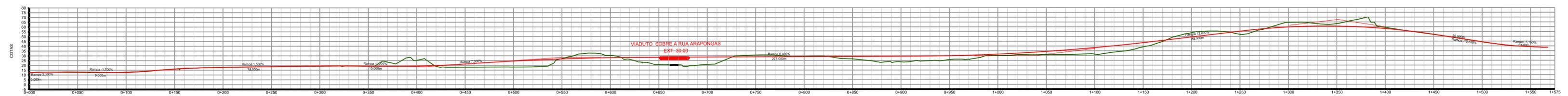
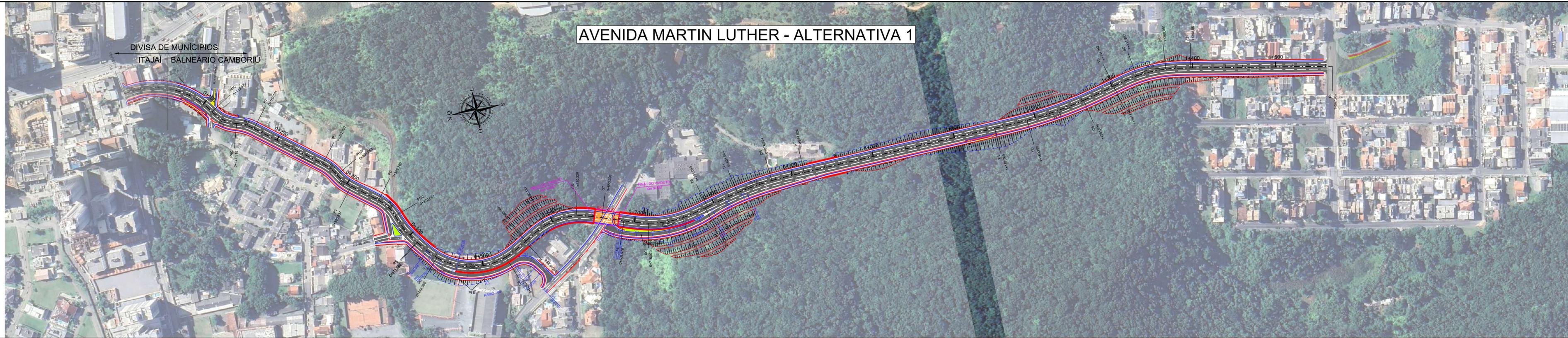
Já a segunda alternativa, o traçado atinge uma área residencial próximo da Av. das Arapongas, sendo necessário a desapropriação das edificações. O traçado se desenvolve pelo divisor de águas, a direita do talvegue, atingindo uma cota mais elevada em relação a primeira alternativa, resultando numa extensão maior de implantação, greide com rampas elevadas com extensão mais longas, cortes mais altos, maior movimentação de terra e área de supressão da vegetação.

A terceira alternativa, foi estudada passado a esquerda do talvegue. Assim como na segunda alternativa o estudo mostrou um traçado com cortes altos, resultando em grande movimentação de terra e conseqüentemente uma grande área de supressão da vegetação, bem como a desapropriação de edificações próximo ao Rio Araribá.

Considerando as alternativas estudadas, nota-se que a segunda e terceira alternativas, inviabilizam a execução obra. Concluiu-se ainda que a primeira alternativa apresenta melhores condições para elaboração e execução do projeto.

A seguir apresentam-se as plantas com as alternativas do estudo de corredores para o traçado.

# AVENIDA MARTIN LUTHER - ALTERNATIVA 1



LEGENDA:

	PISTA PROJETADA		OFF SET DE ATERRO
	CALÇADA		OFF SET DE CORTE
	CICLOVIA		
	CANTEIRO		
	VIADUTO		



PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Prolongamento Av. Martin Luther  
 Trecho III: Rua das Gaivotas até Divisa Municipal de Itajaí (Ribeirão Ariribá)  
 Extensão: 1,50 km



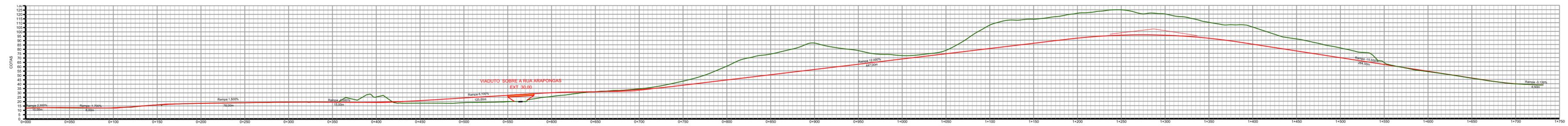
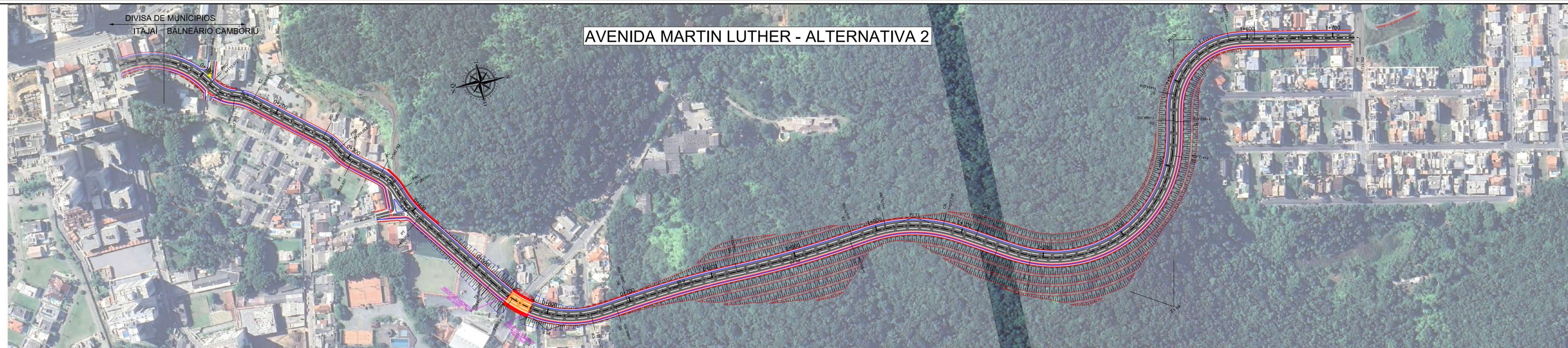
Escala  
1/2.500



PROJETO

PROJETO GEOMÉTRICO

# AVENIDA MARTIN LUTHER - ALTERNATIVA 2



**LEGENDA:**

	PISTA PROJETADA		OFF SET DE ATERRO
	CALÇADA		OFF SET DE CORTE
	CICLOVIA		
	CANTEIRO		
	VIADUTO		



**PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ**

PROJETO  
**AUTOBAHN**

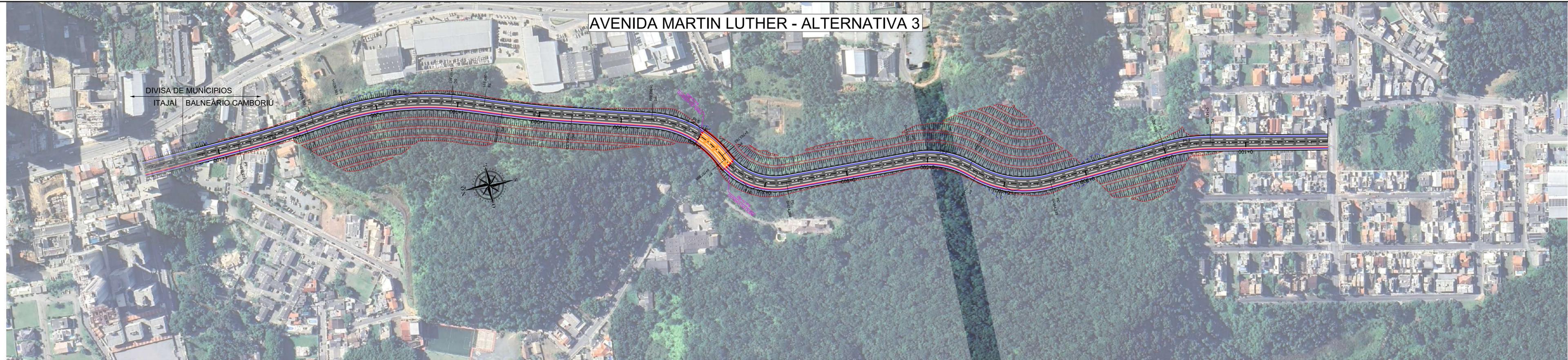
Prolongamento Av. Martin Luther  
Trecho III: Rua das Gaivotas até Divisa Municipal de Itajaí (Ribeirão Ariribá)  
Extensão: 1,50 km

PROJETO GEOMÉTRICO

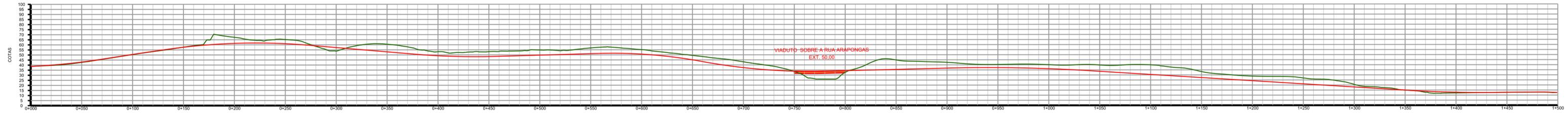


Escala  
1/2.500

# AVENIDA MARTIN LUTHER - ALTERNATIVA 3



DIVISA DE MUNICÍPIOS  
ITAJAÍ BALNEÁRIO CAMBORIÚ



LEGENDA:

	PISTA PROJETADA		OFF SET DE ATERRO
	CALÇADA		OFF SET DE CORTE
	CICLOVIA		
	CANTEIRO		
	VIADUTO		



PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

Prolongamento Av. Martin Luther  
Trecho III: Rua das Gaivotas até Divisa Municipal de Itajaí (Ribeirão Ariribá)  
Extensão: 1,50 km

PROJETO GEOMÉTRICO



Escala  
1/2.500

Após a definição do corredor, representado pela primeira alternativa, foram avaliados ainda algumas variações pontuais, conforme destacado abaixo:

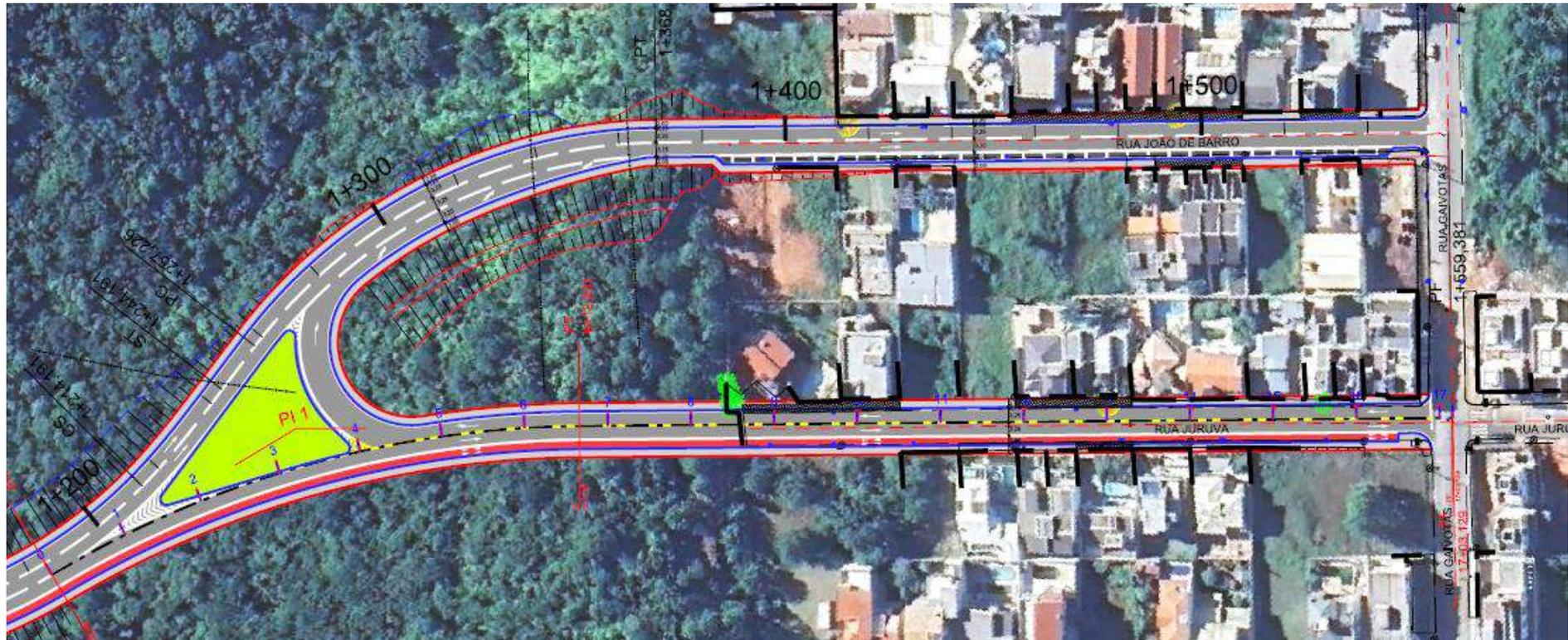
- **ALTERNATIVA 1.1 - RUA JOÃO DE BARRO:**

Essa alternativa prevê 4 faixas de tráfego, Ciclofaixa e calçadas em sentido único, passando pela rua João de Barro, com rampa de 12,00% subindo e 15,40% de rampa existente descendo. Dessa forma moradores da Rua João de Barro, teriam que buscar uma rota alternativa pela Avenida do Estado, Rua Arapongas, passando sob o viaduto projetado, pegando a rampa de acesso e seguindo pela Martin Luther até a Rua João de Barro para acessar suas residências. Por se tratar de uma rua com urbanização nos dois lados, seriam atingidas as frentes dos lotes e os muros, aproximando-se de algumas edificações no km 1+500. Essas edificações estão em cota mais alta em relação a rua existente, e dessa forma irá se criar dificuldades de acesso a essas residências. Essa alternativa vai gerar desapropriação na Rua João de Barro.



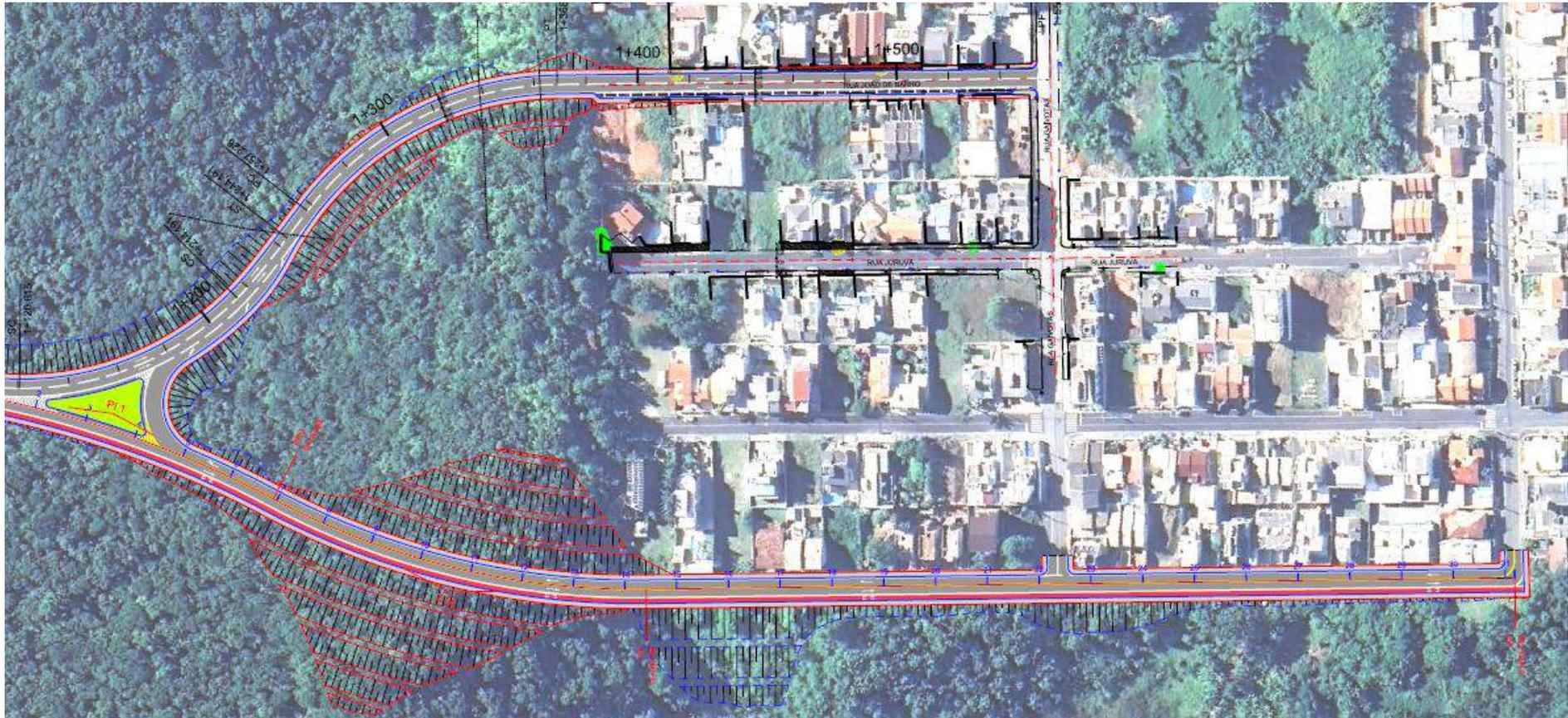
- **ALTERNATIVA 1.2 - RUA JOÃO DE BARRO E RUA JURUVA:**

Essa alternativa prevê 2 faixas de tráfego e calçadas passando pela Rua João de Barro, com rampa de 12,00% subindo e 15,40% descendo e 1 faixa de tráfego, ciclofaixa e calçadas no mesmo sentido, com rampa variando entre 12,00% e 16,95% subindo e 17,30% de rampa existente descendo, passando pela Rua Juruva. Nessa alternativa estamos prevendo uma faixa de tráfego no sentido contrário com retorno, para que moradores da rua João de Barro possam acessar suas residências, visto que a Rua Martin Luther terá o tráfego em sentido único, evitando a rota alternativa. Essa alternativa evita a desapropriação na Rua João de Barro.



- **ALTERNATIVA 1.3 - RUA JOÃO DE BARRO E RUA MACUCO:**

Essa alternativa prevê 2 faixas de tráfego e calçadas passando pela Rua João de Barro, com rampa de 12,00% subindo e 15,40% descendo e 1 faixa de tráfego, ciclofaixa e calçadas no mesmo sentido, com rampa de 21,55% subindo e 21,00% de rampa existente descendo, passando pela Rua Macuco. Nessa alternativa estamos prevendo uma faixa de tráfego no sentido contrário com retorno, para que moradores da rua João de Barro possam acessar suas residências, visto que a Rua Martin Luther terá o tráfego em sentido único, evitando a rota alternativa. Essa opção também evita a desapropriação na Rua João de Barro, porém com rampas muito mais fortes, cortes com 5 banquetas e aterro com 2 banquetas no lado direito na chegada da rua Macuco, além de duas equinas para o acessar a opção 2 dificultará que o acesso seja feito por essa rua.



Após a discussão e avaliação das soluções propostas, foram apontados alguns ajustes para a definição final de traçado, tomando como base a alternativa 1.1, passando pela Rua João de Barro. No início do segmento, aumentou-se a seção para 4 pistas mantendo assim a mesma capacidade em todo o segmento do projeto. Com essa alteração, será necessária a desapropriação de algumas edificações na parte inicial do trecho.

O Projeto Geométrico final está apresentado no Volume 2.

## **8 PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

## 8.1 Introdução

O projeto de terraplenagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, localização e distribuição dos volumes de materiais destinados à conformação da plataforma da rodovia em estudo, em acordo com o Projeto Geométrico e especificações vigentes, tendo como referência os elementos básicos obtidos através dos estudos geotécnicos e projeto geométrico.

## 8.2 Metodologia

Com o apoio na geometria definida nas seções transversais, gabaritadas conforme a concepção de projeto, foi cubado os volumes de escavação em corte e os volumes de aterros. Apreciações de resultados dos Estudos Geotécnicos subsidiam indicações da distribuição dos materiais segundo posição de camadas, procurando dar destino aos de melhores qualidades geotécnicas às camadas superiores e finais dos aterros e finalmente, correlacionando através de índice de redução, os volumes escavados com os valores compactados nos aterros.

Na consideração de distribuição de tais volumes são levados em conta fatores que influenciarão no custo da obra. Assim, visam-se distribuições que resultem na menor média ponderada das distâncias de transportes dos materiais escavados.

Foi considerada para o cálculo dos volumes nas seções, uma camada de limpeza com espessura média de 20 cm ao longo de toda a seção transversal.

## 8.3 Distribuição dos Volumes de Terraplenagem

Para a distribuição dos volumes de terraplenagem, os cortes e corpos de aterro foram separados em intervalos congruentes, cada qual com seu volume e respectivo centro de massa. Também são observadas as características geotécnicas dos materiais a serem empregados, tendo em vista e sua expansão e o ISC de projeto adotado no dimensionamento do pavimento, avaliando assim locais necessários para realização do rebaixo do subleito e reposição com material de melhor qualidade.

Para o presente projeto, os volumes de aterro em material de solo estão corrigidos pelo coeficiente médio de empolamento  $e=1,30$ .

A planilha de cubação dos volumes e distribuição da terraplenagem é apresentado no Volume 2.: Projeto de Execução.

## 8.4 Inclinação dos taludes

Os taludes de cortes e aterros adotados foram os seguintes:

- Aterros  $\Rightarrow$  2 (V) : 3 (H).
- Cortes  $\Rightarrow$  1 (V) : 1 (H).

## 8.5 Serviços Preliminares

Os serviços preliminares compreendem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza nas áreas destinadas à implantação da obra, das obstruções naturais e/ou superficiais porventura existentes, tais como camada vegetal, arbustos, tocos, raízes, entulhos e matacões soltos de pequeno porte.

## 8.6 Compactação de Aterros

Os materiais utilizados para o corpo de aterro deverão apresentar  $ISC > 2\%$  e expansão  $\leq 4\%$ , devendo ser executado com compactação de 100% do Proctor Normal. Para a camada final de terraplenagem, ou seja, os últimos 60cm antes do pavimento, deverão apresentar expansão  $< 2\%$  e  $ISC \geq 7,0\%$ , devendo ser executado com compactação de 100% do Proctor Intermediário, sendo executado em camadas de 0,20m.

## 8.7 Bota-fora

O volume excedente verificado após a distribuição dos materiais é destinado para bota-fora, que dista 17km do trecho do projeto. Este material deverá ser espalhada e compactado no bota-fora indicado.

No Volume 2: Projeto de Execução são apresentadas as seções-tipo de terraplenagem, as planilhas de cubação, planilha de distribuição dos materiais e quadro resumo da distribuição de terraplenagem.

## **9 PROJETO DE DRENAGEM**

## 9.1 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 consequentemente 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.

## 9.2 Drenagem Superficial

A água superficial pode surgir descendo as encostas e taludes ou escoando sobre a pista de rolamento. Se esta água penetrar na base e nela se acumular, os efeitos destrutivos causados pelas pressões hidráulicas que as cargas do tráfego transmitem, ocasionarão a ruína completa do pavimento, ainda que corretamente projetado.

O sistema de drenagem superficial foi projetado de forma a proporcionar um rápido escoamento das águas pluviais que incidem sobre a pista e terrenos marginais, bem como disciplinar o escoamento de pequenos cursos d`água e conduzi-los para local de deságue seguro.

## 9.3 Dimensionamento dos Dispositivos de Drenagem Superficial

O dimensionamento de valetas e sarjetas consiste em determinar a máxima extensão admissível para que não ocorra transbordamento. Esta extensão está condicionada à capacidade de vazão, levando-se em conta o tipo de obra e a declividade de instalação, permitindo que se determine o posicionamento das caixas coletoras, descidas d`água ou saídas d`água.

#### 9.4 Determinação da vazão de contribuição

A determinação da vazão de contribuição é feita através do método racional, cuja fórmula pode ser expressa por:

$$Q_p = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,60}$$

onde:

$Q_p$  é a vazão de projeto ( $m^3/s$ );

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial (varia conforme o recobrimento da área de contribuição), que pode assumir os seguintes valores:

- coeficiente para áreas pavimentadas.....0,90
- coeficiente para taludes gramados.....0,50
- coeficiente para cortes em rocha .....0,90

No caso de terreno natural, o coeficiente de escoamento superficial variará com o tipo de solo e cobertura vegetal;

$I$  é a intensidade de precipitação (mm/h), para um tempo de concentração de 6 minutos e um período de recorrência de 10 anos; e,

$A$  é a área de contribuição no dispositivo estudado ( $km^2$ ).

#### 9.5 Determinação da capacidade máxima de vazão

No estudo hidráulico dos canais para drenagem superficial, procurou-se elaborar tabelas de forma a simplificar o projeto de cada dispositivo.

Admitiu-se, nos estudos dos canais, escoamento permanente e uniforme. O escoamento uniforme é aquele que, em toda a seção transversal ao canal, apresenta área e velocidade constantes. Para tanto, utilizou-se a expressão de Manning:

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

onde:

$V$  é a velocidade de escoamento (m/s);

$n$  é o coeficiente de rugosidade de Manning;

$R$  é o raio hidráulico (m); e,

$I$  é a declividade do canal (m/m).

A expressão da vazão de contribuição (fórmula da continuidade) é:

$$Q = A \cdot V$$

onde:

$Q$  é a vazão de escoamento ( $m^3/s$ );

$A$  é a área da seção molhada do canal ( $m^2$ ); e,

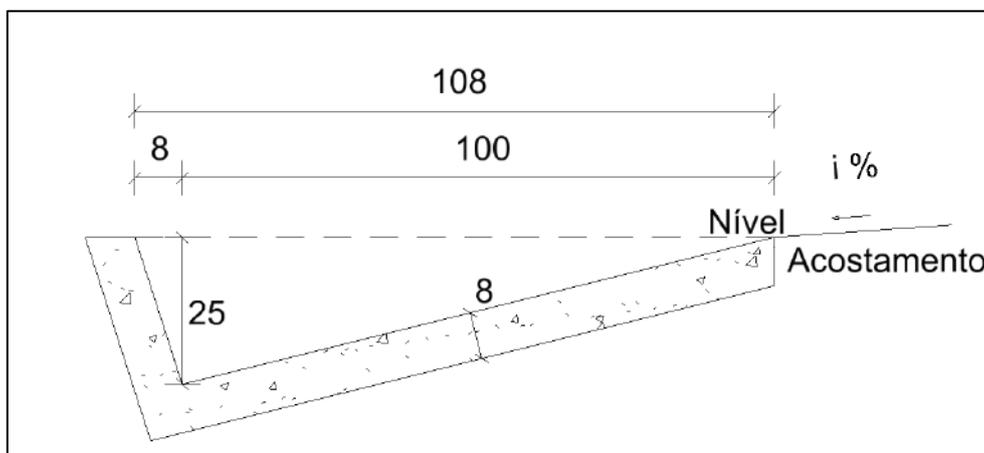
$V$  é a velocidade de escoamento ( $m/s$ ).

## 9.6 Sarjetas

As sarjetas serão implantadas nas extensões em corte entre o passeio e o pé do talude do referido corte. Destinam-se a canalizar as águas pluviais que incidem sobre os taludes, conduzindo-as à caixa coletora, ou a pontos de saída convenientes no terreno natural, como valetas de pé de aterro ou descidas d'água.

O dispositivo previsto será a sarjeta triangular tipo 108-25 do DNIT, ilustrada na figura a seguir.

Figura 43 - Sarjeta STC 108-25 utilizada no projeto



A tabela a seguir mostra os elementos geométricos da seção utilizada.

Tabela 30 – Características geométricas da sarjeta utilizada

Tipo de sarjeta de concreto	Área da seção plena ( $m^2$ )	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)
STC 108-25	0,135	1,293	0,104

## 9.7 Comprimentos Críticos das Sarjetas

Com o objetivo de verificar a suficiência hidráulica das sarjetas foram calculados seus comprimentos críticos em função da seção transversal e geometria da pista e, também, das características geométricas da sarjeta utilizada.

a) Dados utilizados na verificação:

Para a verificação, foram utilizados os dados apresentados a seguir:

- Coeficiente de escoamento de áreas pavimentadas e concreto:  $c = 0,90$
- Coeficiente de escoamento de taludes:  $c = 0,50$
- Coeficiente de escoamento da área entre offset e valeta de coroamento:  $c = 0,50$
- Tempo de recorrência,  $TR = 10$  anos
- Tempo de concentração,  $t_c = 6$  minutos
- Coeficiente de rugosidade de Manning ( $n$ ) para o concreto:  $n = 0,015$
- Intensidade de precipitação (mm/h) -  $TR=10$  anos e  $t_c=6$  minutos:  $I=153,39$  mm/h
- Velocidade admissível de escoamento da água sobre o concreto:  $v = 4,0$  m/s

Quanto à disposição das sarjetas, têm-se as seguintes situações possíveis:

- **Situação 1:** STC 108-25 triangular em tangente (Pista 3,50 m + acostamento 2,0 m)
- **Situação 2:** STC 108-25 triangular em curva (Pista 7,00 m + acostamento 2,00 m)

Para a **Situação 1**, STC 108-25 em tangente, tem-se:

a) **Vazão de contribuição:**

Utilizando a fórmula do método racional,  $Q = (c \cdot i \cdot A)/3,60$

onde:

$c$  = coeficiente de escoamento;

$i$  = intensidade de precipitação correspondente ao tempo de recorrência considerado;

$A$  = área de contribuição em  $\text{Km}^2$ ; e,

$Q$  = vazão de contribuição em  $\text{m}^3$ .

A área de contribuição ( $A$ ) é obtida em função da seção transversal da rodovia.

$$A = (3,50 + 0,8 + 2,0 + H + 0,4) \cdot L \text{ (m}^2\text{)}$$

ou

$$A = (6,7 + H) \cdot L \cdot 10^{-6} \text{ (Km}^2\text{)}$$

onde:

$H$  é a altura do talude de corte (m); e,

L é largura da área de contribuição (m).

O coeficiente de escoamento (c) é obtido através da média ponderada das diferentes coberturas da seção transversal, a saber:

$$c = \frac{(3,50 \cdot 0,90) + (0,80 \cdot 0,90) + (2,0 \cdot 0,90) + (H \cdot 0,50) + (0,4 \cdot 0,5)}{(3,5 + 0,8 + 2,0 + H + 0,4)}$$

$$c = (5,87 + 0,50 \cdot H)/(6,7 + H)$$

Assim, tem-se:

$$Q = [(5,87 + 0,50 \cdot H)/(6,7 + H) \cdot 153,39 \cdot (6,7 + H) \cdot L \cdot 10^{-6}]/3,60$$

$$Q = [(900,4 + 76,7 \cdot H) \cdot L \cdot 10^{-6}]/3,60 \quad (1)$$

### b) Vazão na sarjeta:

Obtida através da fórmula de Manning associada à da continuidade:

$$Q = V \cdot A \quad \text{onde } V = (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

onde:

Q = vazão em m<sup>3</sup>;

V = velocidade de escoamento em m/s;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

R = raio hidráulico da seção da sarjeta (m);

I = declividade da sarjeta (m/m); e,

A = área de escoamento da sarjeta (m<sup>2</sup>).

Desta forma, tem-se:

$$Q = (1/0,015) \cdot (0,104)^{2/3} \cdot (I)^{1/2} \cdot 0,135$$

$$Q = 1,990 \cdot I^{1/2} \quad \text{ou} \quad Q = 0,1990 \cdot I^{1/2} \quad \text{para I em (\%)} \quad (2)$$

### c) Comprimento crítico:

O comprimento crítico da sarjeta (L) foi obtido igualando-se a vazão de contribuição dada pela equação 1 e a capacidade de vazão da sarjeta (equação 2). Assim, tem-se:

$$Q = [(900,4 + 76,7 \cdot H) \cdot L \cdot 10^{-6}]/3,6 = 0,1990 \cdot I^{1/2}$$

$$L_{(m)} = (716.400 \cdot I^{1/2})/900,4 + 76,7 \cdot H \quad (3)$$

onde:

H = altura do talude de corte (m).

**d) Declividade crítica:**

Obtida através da fórmula de Manning:  $V = (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

Para a determinação da declividade crítica considerou-se a velocidade de escoamento admissível sobre a sarjeta de concreto igual a 4,0 m/s.

Assim:

$$I = [(V \cdot n) / (R^{2/3})]^2$$

$$I = 7,36\%$$

Os cálculos dos comprimentos e declividades críticos para as demais situações foram realizados pelo mesmo procedimento. A tabela a seguir resume os resultados para as situações estudadas.

Tabela 31 – Comprimentos e declividades críticos das sarjetas utilizadas

<b>4.1.1.1 Situação</b>	<b>Comprimento crítico (m)</b>	<b>Declividade Crítica (%)</b>
STC 108-25 - tangente	$(716.400 \times I^{1/2}) / (900,40 + 76,7.H)$	7,36
STC 108-25 - curva	$(716.400 \times I^{1/2}) / (1383,60 + 76,7.H)$	7,36

As tabelas a seguir mostram a variação do comprimento crítico das sarjetas em função da rampa da pista e altura do corte para as situações estudadas.

Tabela 32 – Comprimento crítico da STC 108-25 – Tangente

COMPRIMENTO CRÍTICO DA SARJETA STC 108-25 (m)										
RAMPA (%)	ALTURA DO CORTE (m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5	518,4	480,7	448,1	419,6	394,6	372,3	352,4	334,6	318,5	303,8
0,6	567,9	526,6	490,9	459,7	432,2	407,9	386,1	366,5	348,9	332,8
0,7	613,4	568,8	530,2	496,5	466,8	440,5	417,0	395,9	376,8	359,5
0,8	655,8	608,1	566,8	530,8	499,1	470,9	445,8	423,2	402,8	384,3
0,9	695,6	644,9	601,2	563,0	529,4	499,5	472,9	448,9	427,3	407,6
1,0	733,2	679,8	633,7	593,4	558,0	526,5	498,4	473,2	450,4	429,7
1,5	898,0	832,6	776,1	726,8	683,4	644,9	610,5	579,5	551,6	526,2
2,0	1036,9	961,4	896,2	839,2	789,1	744,6	704,9	669,2	636,9	607,6
2,5	1159,3	1074,9	1002,0	938,3	882,3	832,5	788,1	748,2	712,1	679,3
3,0	1269,9	1177,5	1097,6	1027,9	966,5	912,0	863,3	819,6	780,1	744,2
3,5	1371,7	1271,8	1185,5	1110,2	1043,9	985,1	932,5	885,2	842,6	803,8
4,0	1466,4	1359,7	1267,4	1186,9	1116,0	1053,1	996,9	946,4	900,7	859,3
4,5	1555,3	1442,1	1344,3	1258,9	1183,7	1116,9	1057,3	1003,8	955,4	911,4
5,0	1639,5	1520,1	1417,0	1327,0	1247,7	1177,4	1114,5	1058,1	1007,1	960,7
5,5	1719,5	1594,3	1486,2	1391,7	1308,6	1234,8	1168,9	1109,7	1056,2	1007,6
6,0	1795,9	1665,2	1552,2	1453,6	1366,8	1289,7	1220,9	1159,1	1103,2	1052,4
6,5	1869,3	1733,2	1615,6	1513,0	1422,6	1342,4	1270,8	1206,4	1148,2	1095,4
7,0	1939,8	1798,6	1676,6	1570,1	1476,3	1393,1	1318,7	1251,9	1191,6	1136,7
7,5	2007,9	1861,8	1735,5	1625,2	1528,1	1442,0	1365,0	1295,9	1233,4	1176,6
8,0	2073,8	1922,8	1792,4	1678,5	1578,2	1489,3	1409,8	1338,4	1273,8	1215,2
8,5	2137,6	1982,0	1847,5	1730,2	1626,8	1535,1	1453,2	1379,6	1313,0	1252,6
9,0	2199,6	2039,5	1901,1	1780,3	1674,0	1579,6	1495,3	1419,6	1351,1	1289,0
9,5	2259,8	2095,4	1953,2	1829,1	1719,8	1622,9	1536,3	1458,4	1388,1	1324,3
10,0	2318,6	2149,8	2003,9	1876,6	1764,5	1665,0	1576,2	1496,3	1424,2	1358,7
10,5	2375,8	2202,9	2053,4	1923,0	1808,1	1706,2	1615,1	1533,3	1459,4	1392,2
11,0	2431,7	2254,7	2101,8	1968,2	1850,6	1746,3	1653,1	1569,4	1493,7	1425,0
11,5	2486,4	2305,4	2149,0	2012,5	1892,2	1785,6	1690,3	1604,6	1527,3	1457,0
12,0	2539,8	2355,0	2195,2	2055,7	1932,9	1824,0	1726,6	1639,2	1560,1	1488,4
12,5	2592,2	2403,5	2240,5	2098,1	1972,8	1861,6	1762,2	1673,0	1592,3	1519,0
13,0	2643,6	2451,1	2284,8	2139,7	2011,9	1898,4	1797,1	1706,1	1623,8	1549,1

Tabela 33 – Comprimento crítico da STC 108-25 – Curva

COMPRIMENTO CRÍTICO DA SARJETA STC 108-25 (m)										
RAMPA (%)	ALTURA DO CORTE (m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5	346,9	329,6	313,9	299,7	286,7	274,7	263,8	253,6	244,3	235,6
0,6	380,0	361,0	343,9	328,3	314,0	301,0	288,9	277,9	267,6	258,0
0,7	410,5	390,0	371,4	354,6	339,2	325,1	312,1	300,1	289,0	278,7
0,8	438,8	416,9	397,1	379,1	362,6	347,5	333,6	320,8	309,0	298,0
0,9	465,4	442,2	421,2	402,1	384,6	368,6	353,9	340,3	327,7	316,0
1,0	490,6	466,1	444,0	423,8	405,4	388,5	373,0	358,7	345,4	333,1
1,5	600,8	570,9	543,7	519,1	496,5	475,9	456,9	439,3	423,1	408,0
2,0	693,8	659,2	627,8	599,4	573,3	549,5	527,5	507,3	488,5	471,1
2,5	775,7	737,0	702,0	670,1	641,0	614,4	589,8	567,2	546,2	526,7
3,0	849,7	807,3	769,0	734,1	702,2	673,0	646,1	621,3	598,3	577,0
3,5	917,8	872,0	830,6	792,9	758,5	726,9	697,9	671,1	646,3	623,2
4,0	981,2	932,2	887,9	847,6	810,8	777,1	746,1	717,4	690,9	666,2
4,5	1040,7	988,8	941,8	899,0	860,0	824,2	791,3	760,9	732,8	706,7
5,0	1097,0	1042,3	992,7	947,7	906,5	868,8	834,1	802,1	772,4	744,9
5,5	1150,5	1093,1	1041,2	993,9	950,8	911,2	874,8	841,2	810,1	781,2
6,0	1201,7	1141,7	1087,5	1038,1	993,1	951,7	913,7	878,6	846,2	816,0
6,5	1250,8	1188,3	1131,9	1080,5	1033,6	990,6	951,0	914,5	880,7	849,3
7,0	1298,0	1233,2	1174,6	1121,3	1072,6	1028,0	986,9	949,0	913,9	881,4
7,5	1343,5	1276,5	1215,8	1160,7	1110,3	1064,1	1021,6	982,4	946,0	912,3
8,0	1387,6	1318,4	1255,7	1198,7	1146,7	1099,0	1055,1	1014,6	977,1	942,2
8,5	1430,3	1358,9	1294,3	1235,6	1182,0	1132,8	1087,6	1045,8	1007,1	971,2
9,0	1471,8	1398,3	1331,9	1271,4	1216,2	1165,6	1119,1	1076,1	1036,3	999,4
9,5	1512,1	1436,6	1368,4	1306,3	1249,6	1197,6	1149,8	1105,6	1064,7	1026,7
10,0	1551,4	1474,0	1403,9	1340,2	1282,0	1228,7	1179,6	1134,3	1092,4	1053,4
10,5	1589,7	1510,4	1438,6	1373,3	1313,7	1259,0	1208,8	1162,3	1119,4	1079,4
11,0	1627,1	1545,9	1472,4	1405,6	1344,6	1288,7	1237,2	1189,7	1145,7	1104,8
11,5	1663,7	1580,7	1505,5	1437,2	1374,8	1317,6	1265,0	1216,4	1171,4	1129,7
12,0	1699,5	1614,6	1537,9	1468,1	1404,4	1346,0	1292,2	1242,6	1196,6	1154,0
12,5	1734,5	1647,9	1569,6	1498,4	1433,4	1373,7	1318,9	1268,2	1221,3	1177,8
13,0	1768,9	1680,6	1600,7	1528,1	1461,7	1400,9	1345,0	1293,3	1245,5	1201,1

## 9.8 Meio fio de concreto simples

### Dados utilizados no dimensionamento

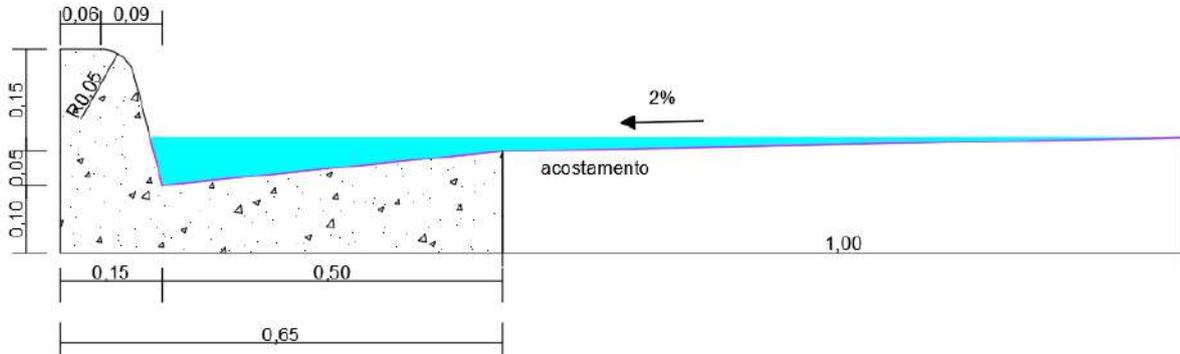
- Tempo de recorrência: 10 anos;
- Meio fio de concreto simples MFC 01 do DNIT;
- Intensidade de precipitação para TR = 10 anos e tc = 6 minutos: I = 114,50mm/h;
- Coeficiente de rugosidade de Manning para o concreto: n = 0,015; e,
- Coeficiente de escoamento de áreas pavimentadas, c = 0,90.

### Comprimento crítico do meio fio de concreto simples

O meio fio de concreto simples possui as características apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 34 – Características geométricas do meio fio do tipo MFC 01 para área de alague de 1,00m e superelevação de 2,0%.

Área da Seção Plena (m <sup>2</sup> )	Perímetro Molhado (m)	Raio Hidráulico (m)
0,014	1,1723	0,0119



#### a) Capacidade de vazão da seção

Com base na equação de Manning associada a da continuidade tem-se:

$$Q = (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A$$

onde:

Q = vazão do meio fio de concreto simples em m<sup>3</sup>;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

R = raio hidráulico da seção do meio fio de concreto simples (m);

I = declividade do meio fio de concreto simples (m/m); e,

A = área de escoamento do meio fio de concreto simples (m<sup>2</sup>).

Assim:

$$Q = (1/0,015) \cdot 0,021^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot 0,0331$$

$$Q = 0,168 \quad \text{ou} \quad Q = 0,168 \cdot I^{1/2} \quad \text{para I em (\%)}$$

#### b) Vazão de contribuição

Utilizando-se a equação do método racional tem-se:

$$Q = (c \cdot i \cdot A)/3,60$$

onde:

c = coeficiente de deflúvio superficial (c = 0,90);

i = intensidade de precipitação correspondente ao tempo de recorrência considerado (I = 151,88mm/h);

A = área de contribuição em Km<sup>2</sup>; e,

$Q$  = vazão de contribuição em  $m^3$ .

Desta forma, tem-se:

$$Q = \frac{(0,90 \cdot 114,50 \cdot L \cdot T)}{3,6}$$

$$Q = 38,35 \cdot L \cdot T$$

onde:

$L$  = comprimento de contribuição (Km); e,

$T$  = largura de contribuição da pista (Km).

### c) Comprimento crítico do meio fio de concreto simples

Igualando-se as equações, tem-se:

$$0,168 \cdot I^{1/2} = 28,625 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot T \quad (L, T \text{ em m})$$

Então:

$$L = (5,871 \cdot I^{1/2})/T \quad \text{em metros}$$

No projeto haverá seção transversal em tangente e em curva. A seguir está sendo apresentado as características de cada seção:

#### Situação 01 - CURVA

Pista = 7,00 m

Acostamento = 2,00 m

$T = 7,00 + 2,00 = 9,00$  m

#### Situação 02 - TANGENTE

Pista de Rolamento = 3,50 m

Acostamento = 2,00 m

$T = 3,50 + 2,00 = 5,50$  m

Substituindo-se as larguras de contribuição na equação obtida para “L”, obtêm-se os seguintes comprimentos críticos:

- Situação 01:  $L = 0,6523 \cdot I^{1/2}$
- Situação 02:  $L = 1,0674 \cdot I^{1/2}$

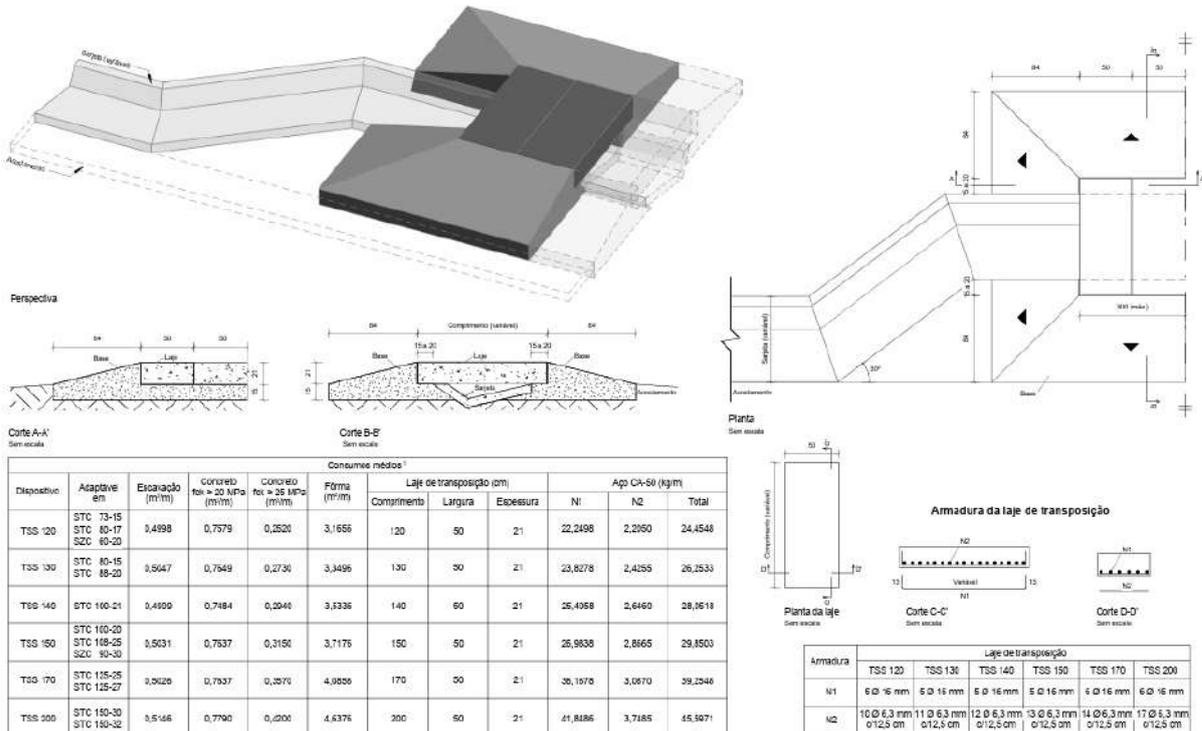
A tabela a seguir apresenta o comprimento crítico do meio fio do tipo MFC 01.

Tabela 35 – Comprimentos críticos do meio fio de concreto simples

Largura T = 9m				Largura T = 5,5m			
I (%)	V (m/s)	Q (L/s)	L crítico (m)	I (%)	V (m/s)	Q (L/s)	L crítico (m)
0,50	0,86	28,52	108,821	0,50	0,86	28,52	178,071
1,00	1,22	40,33	153,896	1,00	1,22	40,33	251,830
1,50	1,49	49,40	188,483	1,50	1,49	49,40	308,427
2,00	1,72	57,04	217,642	2,00	1,72	57,04	356,141
2,50	1,93	63,77	243,331	2,50	1,93	63,77	398,178
3,00	2,11	69,86	266,556	3,00	2,11	69,86	436,182
3,50	2,28	75,46	287,913	3,50	2,28	75,46	471,130
4,00	2,44	80,67	307,792	4,00	2,44	80,67	503,660
4,50	2,58	85,56	326,463	4,50	2,58	85,56	534,212
5,00	2,72	90,19	344,122	5,00	2,72	90,19	563,108
5,50	2,86	94,59	360,918	5,50	2,86	94,59	590,593
6,00	2,98	98,79	376,967	6,00	2,98	98,79	616,854
6,50	3,11	102,83	392,359	6,50	3,11	102,83	642,042
7,00	3,22	106,71	407,170	7,00	3,22	106,71	666,279
7,50	3,34	110,46	421,461	7,50	3,34	110,46	689,664
8,00	3,45	114,08	435,284	8,00	3,45	114,08	712,282
8,50	3,55	117,59	448,680	8,50	3,55	117,59	734,204
9,00	3,66	121,00	461,688	9,00	3,66	121,00	755,489
9,50	3,76	124,31	474,339	9,50	3,76	124,31	776,191
10,00	3,85	127,54	486,662	10,00	3,85	127,54	796,356

Deverá ser executado aberturas de 0,5m nos meios-fios quando executados no bordo do acostamento projetado, de acordo com os afastamentos indicados devido as rampas longitudinais e seção transversais em tangente e curva.

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:



### 9.9 Entrada de descida de água, descida de água do tipo rápido e descida de água em aterro

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.

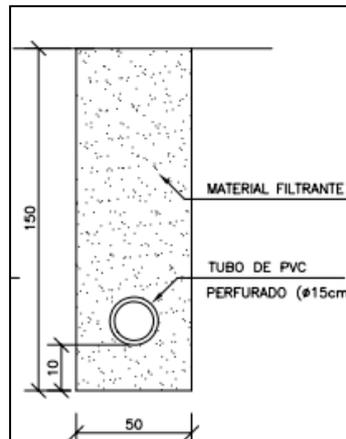
Esses dispositivos foram dimensionados, conforme as equações já apresentadas, para velocidade máxima de escoamento de 4,5 m/s, obtendo-se uma vazão máxima de 54 L/s, suficiente para comportar as vazões conduzidas pelo meio-fio conjugado.

### 9.10 Drenagem Profunda

#### Dreno longitudinal profundo

Foi prevista a utilização dos drenos longitudinais padrões do DNIT, tipo DPS 02. Este dreno terá a dupla finalidade de rebaixar o lençol freático, eventualmente ocorrente, e de drenar as águas infiltradas no pavimento. O dreno tipo DPS 02 possui as dimensões de 1,50m x 0,50m, e deve ser executado com tubo de PVC perfurado de diâmetro de 0,15m e vala preenchida com material filtrante, e será utilizado nos cortes em solo ou rocha alterada.

Figura 44 – Dreno longitudinal Profundo – Tipo DPS 02, utilizada no projeto



### 9.10.1 Valetas de Proteção

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 16), e a declividade máxima associada para que a velocidade do dispositivo não seja superior a 4,5 m/s.

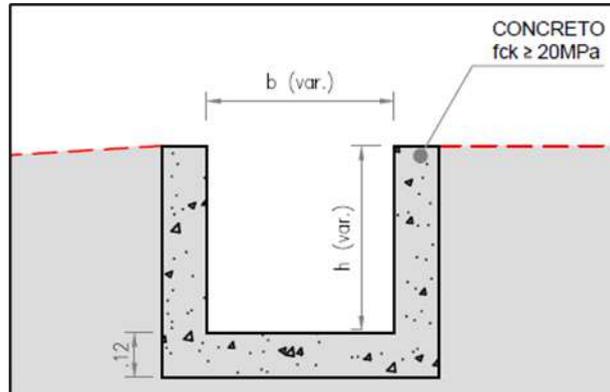
Tabela 16 – Folga para valetas revestidas (DNIT, IPR 724)

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:

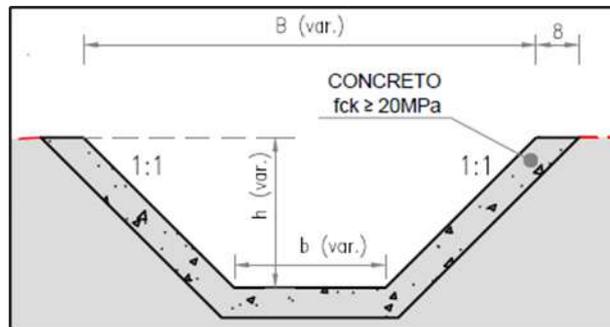
$$E = (100 \times H) / (\alpha - \beta)$$

Figura 19 – 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 20 e 21.



**Figura 20** - Valetas de condução seção retangular



**Figura 21** – Valetas de condução seção trapezoidal

Valeta Tipo	Área da Bacia (ha)	Q total de projeto (m³/s)	Decliv. Méd.	Decliv. Máx.	Decliv. Mín.	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 "y <sub>n</sub> " (m)	Largura do topo da valeta (m)	Talude "z"	A (m²)	P (m)	Rh (m)	Tipo Revest.	n	V <sub>máx</sub> (m/s)	Q disponível (m³/s)
VP BACIA 01	0,38	0,0727	27,76%	28,19%	23,70%	1,08	Trapezoidal	0,36	0,24	0,16	0,10	0,06	0,56	1,00	0,02	0,41	0,04	Concreto	0,015	4,373	0,079
VP BACIA 02	5,06	0,9672	9,63%	19,02%	3,90%	24,36	Trapezoidal	8,12	8,00	0,21	0,15	0,06	8,42	1,00	0,48	8,17	0,06	Concreto	0,015	3,142	1,520
VP BACIA 03	0,72	0,1380	17,14%	27,20%	14,77%	2,70	Trapezoidal	0,90	0,80	0,15	0,10	0,05	1,10	1,00	0,04	0,94	0,05	Concreto	0,015	3,499	0,149
VP BACIA 04	7,05	1,3460	3,98%	4,11%	3,51%	4,56	Trapezoidal	1,52	1,00	0,41	0,15	0,26	1,82	1,00	0,33	1,74	0,19	Concreto	0,015	4,377	1,434
VP BACIA 05	2,78	0,5309	4,63%	7,07%	4,63%	3,12	Trapezoidal	1,04	0,70	0,30	0,13	0,17	1,30	1,00	0,15	1,18	0,13	Concreto	0,015	3,591	0,531
VP BACIA 06	1,63	0,3119	13,71%	32,55%	4,35%	14,64	Trapezoidal	4,88	4,80	0,17	0,13	0,04	5,14	1,00	0,19	4,91	0,04	Concreto	0,015	2,858	0,553
VP BACIA 07	15,99	3,0540	2,22%	2,87%	2,22%	8,70	Trapezoidal	2,90	2,30	0,50	0,20	0,30	3,30	1,00	0,78	3,15	0,25	Concreto	0,015	3,918	3,056
VP BACIA 08	1,76	0,3361	22,10%	25,52%	21,79%	5,10	Trapezoidal	1,70	1,60	0,18	0,13	0,05	1,96	1,00	0,08	1,74	0,05	Concreto	0,015	4,103	0,339
VP BACIA 09	1,18	0,2257	21,46%	21,55%	16,99%	3,06	Trapezoidal	1,02	0,90	0,16	0,10	0,06	1,22	1,00	0,06	1,07	0,05	Concreto	0,015	4,404	0,254
VP BACIA 10	0,46	0,0875	23,53%	26,54%	22,39%	1,26	Trapezoidal	0,42	0,30	0,16	0,10	0,06	0,62	1,00	0,02	0,47	0,05	Concreto	0,015	4,151	0,090

### 9.10.2 Dissipador de energia

O dissipador de energia é o dispositivo destinado a amortecer energia do fluxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade, evitando erosões no terreno. A caixa de dissipação é locada no final das descidas d'água no pé do aterro, nos deságues das sarjetas de corte, das valetas e saídas dos bueiros.

O dimensionamento hidráulico é realizado em função da velocidade de escoamento d'água a montante. Conforme o DNIT, o ressalto hidráulico que ocorre na bacia de amortecimento é função da variação do número de Froude, e a partir da determinação do ressalto hidráulico são dimensionados esses dispositivos. Serão adotados no projeto as dimensões padronizadas pelo DNIT – IPR-736, de acordo com o tipo e seção do dispositivo a montante, quando aplicável, e dimensões adaptadas para as situações não cobertas pelo manual do DNIT, como no caso dos bueiros de Concreto.

## 9.2 Obras de Arte Correntes

### 9.2.1 Considerações

Um dos tipos de obras de drenagem destinadas à transposição dos talvegues são as obras de arte correntes, ou, mais conhecidas como bueiros. Uma O.A.C. possui a seguinte classificação, conforme sua disposição, a saber:

- bueiro de greide; e
- bueiro de fundo de grotá.

Os bueiros de greide têm por finalidade conduzir as águas coletadas, pelo sistema de drenagem superficial que escoam até a caixa coletora a montante, para locais de deságue. Este bueiro poderá ser transversal ou longitudinal ao eixo da pista.

Os bueiros chamados de fundo de grotá constituem-se em estruturas construídas para conduzirem as águas dos pequenos cursos d'água permanentes, ou as que provém do fluxo superficial e da drenagem da estrada, por baixo da infraestrutura desta.

O projeto de obras de arte correntes tem a finalidade de determinar a forma mais econômica e suas dimensões, para as determinadas descargas de projeto, dentro das condições locais em que a obra será implantada.

### 9.2.2 Dimensionamento Hidráulico

A seção que terá a obra para atender a vazão calculada nos Estudos Hidrológicos, está relacionada com a velocidade de escoamento através da Equação da Continuidade.

$$Q = A \cdot V \quad (1)$$

Onde:

Q = vazão necessária à obra, m<sup>3</sup>/s;

V = velocidade de escoamento, m/s e,

A = seção de escoamento, m<sup>2</sup>.

A determinação da velocidade pode ser calculada através de diversas expressões de hidráulica, sendo a mais utilizada a de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$$

Onde:

V = velocidade de escoamento, m/s;

n = coeficiente de rugosidade, adimensional;

R = raio hidráulico, m;

I = declividade do fundo da obra, adimensional.

Os parâmetros que influenciam sobre a velocidade, relacionados na equação de Manning, dependem da natureza do material utilizado na construção do bueiro (coeficiente de rugosidade), da seção transversal adotada (raio hidráulico) e da declividade dada à obra.

A velocidade cresce com o aumento da declividade, proporcionando o aumento da vazão até que se atinja a declividade crítica, acima da qual a vazão permanece constante para qualquer aumento de declividade. Assim, a declividade crítica é conceituada como sendo a declividade acima da qual o sistema, trabalhando como conduto livre, não tem sua vazão aumentada, onde apenas a velocidade de escoamento tende a crescer.

Nos estudos hidráulicos de regime tranquilo, demonstra-se que quando na entrada a água atingir a geratriz superior interna do bueiro, a altura crítica d'água ao longo do bueiro tem o seguinte valor:

- $h_c = 0,6887 \cdot D$  para bueiros tubulares,
- $h_c = 0,6667 \cdot H$  para bueiros celulares,

Onde:

$h_c$  = altura crítica, m;

D = diâmetro do bueiro, m;

H = altura do bueiro, m.

A velocidade crítica de escoamento é definida por:

$$V_c = (2 \cdot g \cdot hv)^{1/2} \quad (3)$$

Onde:

V<sub>c</sub> = velocidade crítica, m/s;

g = aceleração da gravidade, m/s<sup>2</sup>;

h<sub>v</sub> = altura de velocidade, m.

### 9.2.3 Dimensionamento Hidráulico

Para a altura crítica têm-se os seguintes elementos característicos:

$$A = 0,5768 D^2,$$

$$R = 0,2948 D,$$

Onde:

D = diâmetro do tubo, m;

A = área da seção, m<sup>2</sup> e,

R = raio hidráulico, m.

A altura da velocidade é dada por:

$$hv = 0,3113 \cdot D \quad (4)$$

Aplicando este valor (4) na equação da velocidade crítica (3), com  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , obtém-se:

$$V_c = 2,56 \cdot D^{1/2} \quad (5)$$

Este valor da velocidade crítica (5), aplicado na Equação da Continuidade (1), com a seção de escoamento correspondente à altura crítica, define a vazão crítica como sendo:

$$Q_c = 1,533 \cdot D^{5/2} \quad (6)$$

Igualando a Equação de Manning (2) com a expressão da velocidade crítica (5), considerando-se os respectivos coeficientes de rugosidade para os cargos de bueiros tubulares de concreto e metálicos, determina-se a declividade crítica.

Bueiro tubular de concreto ( $n = 0,015$ )

$$I_c = \frac{0,739}{D^{1/3}}$$

O Quadro 1 apresenta os diâmetros e respectivas área molhada, vazão, velocidade e declividade críticas dos bueiros tubulares.

Quadro 1 - Bueiros Tubulares

TIPO	DIÂMETRO (m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m <sup>2</sup> )	VAZÃO CRÍTICA (m <sup>3</sup> /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSTC	0,60	0,22	0,43	1,98	0,88
BSTC	0,80	0,39	0,88	2,29	0,80
BSTC	1,00	0,60	1,53	2,56	0,74
BSTC	1,20	0,87	2,42	2,80	0,70
BSTC	1,50	1,35	4,22	3,14	0,65
BDTC	1,00	1,20	3,07	2,56	0,74
BDTC	1,20	1,73	4,84	2,80	0,70
BDTC	1,50	2,71	8,45	3,14	0,65
BTTC	1,00	1,81	4,60	2,56	0,74
BTTC	1,20	2,60	7,26	2,80	0,70
BTTC	1,50	4,06	12,67	3,14	0,65

A Tabela 36 apresenta as declividades máximas para cada diâmetro dos bueiros tubulares.

Tabela 36 - Relação entre os Diâmetros dos Bueiros e as Declividades máximas

DIÂMETRO Ø (m)	DECLIVIDADE MÁXIMA $i_{máx}$ (%)
0,20	30,60
0,30	17,80
0,40	12,10
0,50	9,00
0,60	7,00
0,70	5,70
0,80	4,80
1,00	3,60
1,10	3,10
1,20	2,80
1,30	2,50
1,40	2,30
1,50	2,00
2,00	1,40
2,50	1,00

#### 9.2.4 Bueiros Celulares

Aplicando este valor (4) na equação da velocidade crítica (3), com  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , obtém-se:

$$V_c = 2,56 \cdot D^{1/2}$$

Este valor da velocidade crítica, aplicado na Equação da Continuidade, com a seção de escoamento correspondente à altura crítica, define a vazão crítica como sendo:

$$Q_c = 1,705 \cdot B \cdot H^{3/2}$$

Igualando a Equação de Manning com a expressão da velocidade crítica, considerando-se os respectivos coeficientes de rugosidade para os cargos de bueiros tubulares de concreto e metálicos, determina-se a declividade crítica.

- Bueiro celular de concreto (n = 0,015)

$$I_c = \frac{0,0585}{H^{1/3}} \cdot \left(3 + \frac{4H}{B}\right)^{4/3}$$

O quadro a seguir apresenta os diâmetros e respectivas área molhada, vazão, velocidade e declividade críticas dos bueiros celulares.

Quadro 2 - Bueiros tubulares

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

Os valores tabulados satisfazem a condição de orifício (TR = 25 anos para bueiros tubulares e 50 para celulares), funcionando sem carga hidráulica acima da geratriz superior do bueiro.

A Tabela 37 apresenta as declividades máximas para cada bueiro celular.

Tabela 37 - Declividades máximas dos bueiros celulares

SEÇÃO (m)	DECLIVIDADE MÁXIMA $i_{\text{máx}}$ (%)
1,50 X 1,50	1,40
2,00 X 2,00	0,90
2,50 X 2,50	0,70
3,00 X 3,00	0,60
1,50 X 2,50	1,20
2,00 X 3,00	0,80
2,50 X 3,50	0,60
3,00 X 4,00	0,50

Bueiro	Bacia de contribuição	Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s)	Dimensionamento dos Bueiros						
			Especificação	i (%)	y/D	Nível d'água	Velocidade	Q total disponível	N.A. Máximo (m)
				declividade		(m)			
BUEIRO 01	BACIA 01	0,13	BSTC Ø 0,6m	4,40	0,23	0,00	0,026	1,09	0,00
BUEIRO 02	BACIA 02	0,33	BSTC Ø 0,6m	4,40	0,38	0,00	0,035	1,09	0,00
BUEIRO 03	BACIA 03	1,13	BSTC Ø 0,8m	1,10	0,78	0,00	0,027	1,17	0,00
BUEIRO 04	BACIA 04	0,98	BSTC Ø 0,8m	1,00	0,72	0,00	0,026	1,12	0,00
BUEIRO 05	BACIA 05	2,56	BSTC Ø 1m	1,60	0,80	0,00	0,038	2,57	1,66
BUEIRO 06	BACIA 06	3,57	BDTC Ø 1m	1,00	0,72	0,00	0,030	4,06	0,00
BUEIRO 07	BACIA 07	0,37	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,61	0,00	0,020	0,52	0,00
BUEIRO 08	BACIA 08	0,15	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,36	0,00	0,016	0,52	0,00
BUEIRO 09	BACIA 09	0,03	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,16	0,00	0,010	0,52	0,00
BUEIRO 10	BACIA 10	0,07	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,25	0,00	0,013	0,52	0,00
BUEIRO 11	BACIA 11	0,13	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,35	0,00	0,016	0,52	0,00
BUEIRO 12	BACIA 12	0,16	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,38	0,00	0,017	0,52	0,00
BUEIRO 13	BACIA 13	0,29	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,53	0,00	0,019	0,52	0,00
BUEIRO 14	BACIA 14	0,32	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,56	0,00	0,020	0,52	0,00
BUEIRO 15	BACIA 15	0,34	BSTC Ø 0,6m	1,00	0,59	0,00	0,020	0,52	0,00

## **10 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

## 10.1 Introdução

O objetivo do presente Projeto de Pavimentação é o pré-dimensionamento da estrutura de pavimento, permitindo a avaliação das soluções técnica e economicamente mais adequadas. As alternativas selecionadas devem proporcionar conforto de rolamento aos usuários da rodovia, resistir aos esforços verticais e horizontais e ainda impermeabilizar a estrutura do pavimento.

Desta forma, nos próximos capítulos serão apresentados os critérios, metodologias e soluções propostas para a intervenção.

### 10.1.1 Dimensionamento Pavimento Flexível - Método DNER

O Método do DNER, está baseado no trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, de autoria de W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros dos E.U.A. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO.

#### 10.1.1.1 Parâmetros Envolvidos

##### a) Índice de suporte

É utilizado no dimensionamento o ISC (ou CBR), sem preocupação de corrigi-lo em função do Índice de Grupo dos materiais representativos do subleito. O valor do ISC usado para o dimensionamento do pavimento é obtido através dos estudos geotécnicos.

##### b) Fator climático regional

O coeficiente FR = fator climático regional, que objetiva levar em conta as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as várias estações do ano (o que se traduz pela variação de capacidade de suporte dos materiais), é tomado igual a 1 (FR = 1), conforme recomendações sugeridas pelo Manual de Pavimentação, baseadas nas pesquisas do IPR/DNIT.

##### c) Coeficiente de equivalência estrutural (K)

Adota-se os seguintes coeficientes estruturais (K) para os diferentes materiais indicados para constituírem a estrutura do pavimento, apresentados na Tabela 38.

Tabela 38 - Valores dos coeficientes estruturais K

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas Granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Utiliza-se, genericamente, para a designação dos coeficientes estruturais, a simbologia consagrada pelo uso de:

$K_R$  = coeficiente estrutural do revestimento betuminoso;

$K_B$  = coeficiente estrutural de base;

$K_S$  = coeficiente estrutural de sub-base; e,

$K_{Ref}$  = coeficiente estrutural do reforço do subleito.

*d) Número de solicitações do eixo padrão – N8,2t*

Refere-se ao número de solicitações do eixo simples de roda dupla com 8,2 t, considerado como padrão, ao longo do período de projeto.

*e) Espessura mínima de revestimento betuminoso*

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é de vital importância na “performance” do pavimento, quanto à sua duração em termos do período de projeto.

Os valores apresentados na Tabela 39, correspondem aos geralmente aceitos, resultado dos estudos e observações do IPR, e aplicam-se, especialmente, para bases de comportamento puramente granular.

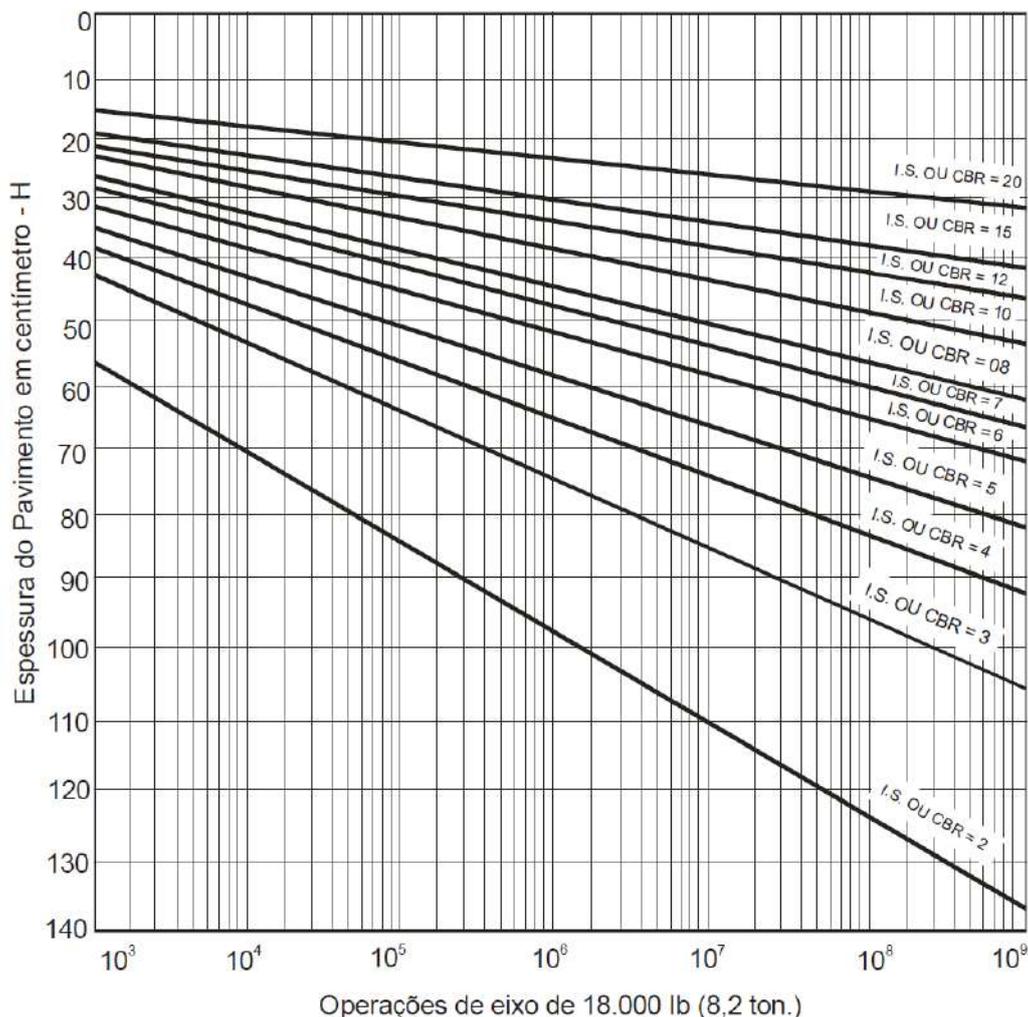
Tabela 39 - Espessura mínima da camada de revestimento

N	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 10cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 12,5cm de espessura

### 10.1.1.2 Método de Dimensionamento

O Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do Eng. Murilo Lopes de Souza, adotado pelo DNIT, vale-se de gráfico com auxílio do qual se obtém a espessura total do pavimento, em função de  $N_{8,2t}$  e do ISC, apresentado na Figura 45. Tal espessura total, refere-se à espessura em termos de  $K = 1,00$ , ou seja, de camada granular. Para correção dos outros materiais constituintes, deve-se multiplicá-los pelos respectivos valores de  $K$ .

Figura 45 - Espessura total do pavimento em termos de material granular ( $K=1,0$ )



Mesmo que o ISC do material de sub-base seja maior que 20%, a espessura do pavimento necessário para protegê-lo é determinada adotando ISC máximo de 20%.

A espessura de base (B), sub-base (h<sub>20</sub>) e reforço do subleito (h<sub>n</sub>) são obtidas pela resolução sucessiva das inequações (1), (2) e (3):

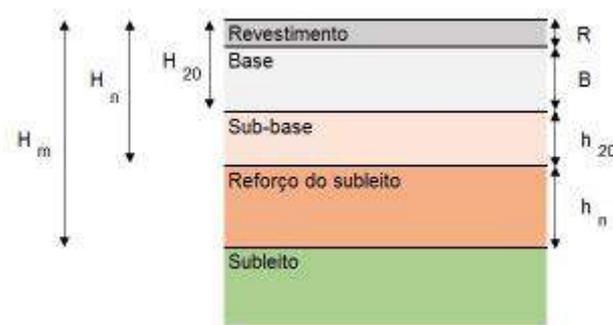
$$(1) \quad RK_R + BK_B \geq H_{20} \quad (1)$$

$$(2) \quad RK_R + BK_R + h_{20} \cdot K_{SB} \geq H_n \quad (2)$$

$$(3) \quad RK_R + BK_B + h_{20} \cdot K_{SB} + h_n \cdot K_{Ref} \geq H_m \quad (3)$$

A exemplificação esquemática do método está representada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 46 - Representação esquemática método DNER



### 10.1.1.3 Resultado do Dimensionamento

Partindo de considerações dos dados de campo, bem como os ensaios geotécnicos e as contagens de tráfego, considerou-se, para a aplicação do método acima descrito e obtenção das espessuras relativas à estrutura do pavimento a ser aplicado, a verificação estatística para definição do ISC de projeto, adotando-se o valor mínimo provável.

#### 10.1.1.3.1 ISC de Projeto

Conforme apresentado no capítulo de Estudos Geotécnicos, para o segmento de projeto foram executados cinco furos de sondagem. Analisando os resultados, verifica-se que os valores de ISC variam entre 7,0% e 12,98%. Dessa forma, será adotado o menor valor observado.

#### 10.1.1.3.2 Número de Solicitações do Eixo Padrão N8,2t

Conforme resultados obtidos no Estudo de Tráfego realizado, adotou-se o N8,2t relativo à metodologia USACE de 2,78E+06.

#### 10.1.1.3.3 *Espessura Mínima de Revestimento*

Conforme o N<sub>8,2t</sub> obtido, e as disposições do método, tem-se o revestimento necessário de 5,0 cm.

#### 10.1.1.3.4 *Dimensionamento da Espessura das Camadas de Base e Sub-base*

Aplicando os parâmetros descritos no item anterior, junto à metodologia descrita, apresenta-se o resultado do dimensionamento:

Tabela 43 - Resultado do Dimensionamento pelo Método DNER/1981

N <sub>8,2t</sub>	ISC (%)	Ht (cm)	ESTRUTURA (cm)		
			Revestimento (CAUQ)	Base (Brita Graduada)	Sub-Base (Macadame Seco)
2,78E+06	7,00	45,00	5,00	17,00	23,00

## **11 PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

## 11.1 Introdução

O Projeto de Sinalização apresenta as informações necessárias para execução da sinalização vertical e horizontal do trecho do presente projeto, sendo desenvolvido de acordo com o que preceituam os seguintes documentos:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito / Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN/DENATRAN). 2ª edição. Ministério das Cidades, 2021;
- Manual de Sinalização Rodoviária / Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). 3ª edição, 2010;
- Diretrizes para Marcação de Estradas (DME) / Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina (DER-SC), 2000;
- Código de Trânsito Brasileiro (CTB) – Lei nº 9.503, 1997;
- Manual de Sinalização de Obras e Emergência / Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 2010; e
- Instruções de Serviço para Projeto de Sinalização (IS 215).

## 11.2 Sinalização Horizontal

Define-se como sinalização rodoviária horizontal o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma rodovia, com a finalidade de transmitir aos usuários as condições de utilização adequada da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado, de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego (CONTRAN, 2007).

- Dentre as principais funções da sinalização horizontal, destacam-se:
- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar os deslocamentos dos veículos em função das condições físicas da via, tais como geometria, topografia e obstáculos;
- Orientar o fluxo de pedestres;
- Aumentar a segurança da via quando em condições noturnas e/ou adversas;
- Complementar as mensagens transmitidas pela sinalização vertical;
- Regular os casos previsto no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

### 11.2.1.1 Padrão de Cores

A sinalização horizontal pode ser aplicada nas cores branca, amarela, vermelha, azul e preta, devendo ter sua tonalidade de acordo com o padrão Munsell. A utilização de cada cor segue conforme os seguintes itens:

- Branca (N 9,5): utilizada para regulamentar fluxos de mesmo sentido, para a delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos, para regular movimento de pedestres e em pinturas de setas, símbolos e legendas;
- Amarela (10 YR 7,5/14): destinada à regulamentação de fluxos de sentidos opostos, aos controles de estacionamento e/ou paradas e à demarcação de obstáculos transversais à pista (lombadas);
- Vermelha (7,5 R 4/14): utilizada para demarcar ciclovias ou ciclofaixas e para inscrever o símbolo de “cruz”, indicando local de parada de veículos ambulatorios;
- Azul (5 PB 2/8): usada para inscrever símbolo em áreas especiais de estacionamento ou de parada para embarque e desembarque de pessoas portadores de deficiência física; e
- Preta (N 0,5): utilizada para proporcionar contraste entre a marca viária/inscrição e o pavimento (especialmente em pavimento de concreto).

### 11.2.1.2 *Classificação da Sinalização Horizontal*

A sinalização horizontal é classificada em:

- Marcas Longitudinais: separam e ordenam os fluxos de tráfego e regulamentam a ultrapassagem, podendo ser linhas contínuas ou tracejadas;
- Marcas Transversais: ordenam os deslocamentos frontais de veículos e disciplinam os deslocamentos de pedestres;
- Marcas de Canalização: orientam os fluxos de tráfego em uma via, em situações que provoquem alterações na trajetória natural, como nas interseções, nas mudanças de alinhamento da via e nos acessos;
- Marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou Estacionamento: delimitam e propiciam o controle das áreas onde é proibido ou regulamentado o estacionamento e/ou parada de veículos na via; e
- Inscrições no Pavimento: compreende as setas, símbolos e legendas, responsáveis por orientar e advertir o condutor quanto às condições de operação da via.

### 11.2.1.3 Dimensões das Faixas

As características das faixas (largura e cadência) são definidas em função da velocidade regulamentada da via, conforme estabelecido no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal, do CONTRAN.

A largura das linhas longitudinais, em função da velocidade, segue conforme:

Velocidade – v (km/h)	Largura da Linha – l (m)
v < 80	0,10*
v ≥ 80	0,15
(*) Pode ser utilizada largura de até 0,15m em casos que estudos de engenharia indiquem a necessidade de segurança	

As linhas longitudinais tracejadas, que indicam trechos onde as ultrapassagens e os deslocamentos laterais são permitidos, devem ter cadência (medidas de traço e espaçamento) definida em função da velocidade regulamentada da via, conforme quadro:

Velocidade (km/h)	Largura da Linha – l (m)	Cadência t : e	Traço t (m)	Espaçamento e (m)
v < 60	0,10*	1 : 2*	1*	2*
	0,10	1 : 2	2	4
60 ≤ v < 80		0,10**	1 : 3	2
	1 : 2		3	6
	1 : 2		4	8
	1 : 3		2	6
v ≥ 80	0,15	1 : 3	3	9
		1 : 3	3	9
		1 : 3	4	12
(*) Situações restritas às ciclovias.				
(**) Pode ser utilizada largura maior em casos que estudos de engenharia indique, a necessidade, por questões de segurança.				

Para as linhas de continuidade, responsáveis por dar continuidade visual às marcações longitudinais, principalmente quando há quebra no alinhamento, a largura, definida em função da velocidade regulamentada da via, segue conforme quadro:

Velocidade (km/h)	Cadência (t : e)	Traço t (m)	Espaçamento - e (m)
v ≤ 60	1 : 1	1,00	1,00
v > 60	1 : 1	2,00	2,00

Para o presente projeto, com velocidade regulamentada da via igual a 40 km/h, destaca-se a utilização de largura de faixas de 0,10m. A cadência utilizada de faixas seccionadas é de 1 : 2 (2m de traço e 4m de espaçamento entre traços) e linhas de continuidade com cadência de 1 : 1 (1m de traço

e 1m de espaçamento entre traços). Podem ocorrer ainda casos particulares, conforme projeto apresentado no Volume 2: Projeto de Execução.

#### 11.2.1.4 *Material de Pintura*

A escolha do tipo de material empregado para pintura da sinalização horizontal deve considerar fatores como a natureza do projeto (provisório ou permanente), volume e classificação do tráfego, qualidade e vida útil do pavimento. Para proporcionar melhor visibilidade noturna a sinalização horizontal deve ser sempre retrorrefletiva.

Para o presente projeto é indicado a utilização de pintura de faixas do tipo termoplástica por aspersão, com microesferas refletivas de vidro tipo III-A, com espessura de 1,5mm.

Para a pintura de setas e zebrações (marcações transversais), é indicado a utilização de pintura do tipo termoplástico por extrusão, com microesferas refletivas de vidro tipo III-A, com espessura de 3,0mm.

Deverão ser observadas as seguintes normas:

- ABNT NBR 13.132:2021 - Sinalização horizontal viária - Termoplástico aplicado pelo processo de extrusão;
- ABNT NBR 13.159:2021 - Sinalização horizontal viária - Termoplástico aplicado pelo processo de aspersão;

#### 11.2.1.5 *Dispositivos Auxiliares – Tachas e Tachões*

Os dispositivos auxiliares são elementos aplicadas na via, complementares à sinalização horizontal, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação do trânsito.

As tachas são dispositivos utilizados para orientar o condutor quanto aos limites de espaçamento destinado à pista de rolamento, além de separar as faixas de circulação. Proporciona melhor percepção do espaço destinado à circulação, principalmente no período noturno e condições atmosféricas adversas, reforçando a marca longitudinal e/ou marca de canalização, auxiliando o posicionamento do veículo na faixa de trânsito.

O corpo da tacha deve possuir a cor da marca viária que complementa, podendo ser na cor branca ou amarela. Pode conter uma ou duas faces com elemento refletivo, sendo classificada como mono ou bidirecional, respectivamente, devendo ter as seguintes cores:

- Branca: para ordenar fluxos de mesmo sentido;
- Amarela: para ordenar fluxos de sentidos opostos; e

- Vermelha: para via rural de pista simples e sentido duplo de circulação, junto a linha de bordo do sentido oposto.

O espaçamento entre tachas varia de acordo com a velocidade regulamentada da via, conforme estabelecido no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI – Dispositivos Auxiliares, do CONTRAN, de acordo com o quadro abaixo:

<b>Velocidade Regulamentada (km/h)</b>	<b>Situação Normal - d (m)</b>	<b>Situação Especial - d (m)</b>	<b>Trecho que antecede Situação Especial - d (m)</b>
<b>v &lt; 80</b>	8	6	2 (até 70m)
<b>80 ≤ v ≤ 90</b>	12	9	4 (até 100m)
<b>v &gt; 90</b>	16	12	6 (até 150m)

Devem ser observadas as seguintes recomendações para implantação das tachas:

- Deve ser colocado junto à sinalização horizontal que vai realçar com o elemento retrorrefletivo perpendicular ao fluxo e voltada para o sentido de circulação dos veículos;
- Preferencialmente não devem ser implantadas sobre a sinalização horizontal;
- Em linhas de bordo deverão ser implantadas deslocadas para o lado externo em no máximo 5 cm, de forma a propiciar futuras intervenções na demarcação;
- Em faixas duplas contínuas devem ser implantadas no espaço entre as faixas;
- Em faixas seccionadas devem ser implantadas no meio dos segmentos sem pintura.

O tachão delimita ao condutor a utilização do espaço destinado à circulação, inibindo a transposição de faixa de trânsito ou a invasão de marca de canalização, devendo estar associado a uma marca viária.

O corpo do tachão deve ser sempre na cor amarela, podendo conter uma ou duas faces com elemento refletivo, sendo classificada como mono ou bidirecional, respectivamente, devendo ter as seguintes cores:

- Branca: em zona neutra, para separar fluxos do mesmo sentido;
- Amarela: em zona neutra, para separar fluxos de sentidos opostos.

O espaçamento entre tachões é recomendado pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI – Dispositivos Auxiliares, do CONTRAN, de acordo com o quadro abaixo:

Marca Viária	Espaçamento - d (m)	Afastamento Lateral
Linha branca contínua de divisão de fluxos de mesmo sentido	A cada 4,00m	Sobre a linha de canalização
Linha amarela contínua de divisão de fluxos opostos	A cada 4,00m	Sobre o eixo da sinalização
Marca de canalização ao lado de fluxo veicular	A cada 4,00m	< 0,20m da linha de canalização
Marca de canalização de fluxos divergentes ou convergentes	Entre linhas internas do zebreado, a cada 0,10m	< 0,20m da linha de canalização ou do zebreado
Minirrotatória	A cada 0,25m	< 0,20m da linha de canalização

Deverão ser observadas as seguintes normas:

- ABNT NBR 15.576:2015 - Sinalização horizontal viária - Tachões refletivos viários - Requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 14.636:2021 - Sinalização horizontal viária - Tachas retrorrefletivas viárias – Requisitos;
- ABNT NBR 17.038:2022 - Sinalização horizontal viária - Tachas retrorrefletivas - Procedimentos de instalação.

### 11.3 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária que utiliza sinais apostos sobre placas fixadas na posição vertical, implantadas à margem da via ou suspensas sobre ela. Tem a finalidade de regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que governam o uso da via, advertir os condutores sobre condições potencialmente perigosas existente na via ou nas suas proximidades, indicar direções e localizações, além de transmitir mensagens educativas (CONTRAN, 2007).

Para garantir a real eficácia dos sinais durante a concepção e na implantação da sinalização de trânsito, deve-se ter como princípio básico as condições de percepção dos usuários da via. Para isso, é necessário assegurar os seguintes princípios:

- Legalidade: obedecer ao Código de Trânsito Brasileiro – CTB e legislação complementar;
- Padronização: seguir um padrão legalmente estabelecido;
- Suficiência: permitir fácil percepção dos sinais, com quantidade compatível com a necessidade;

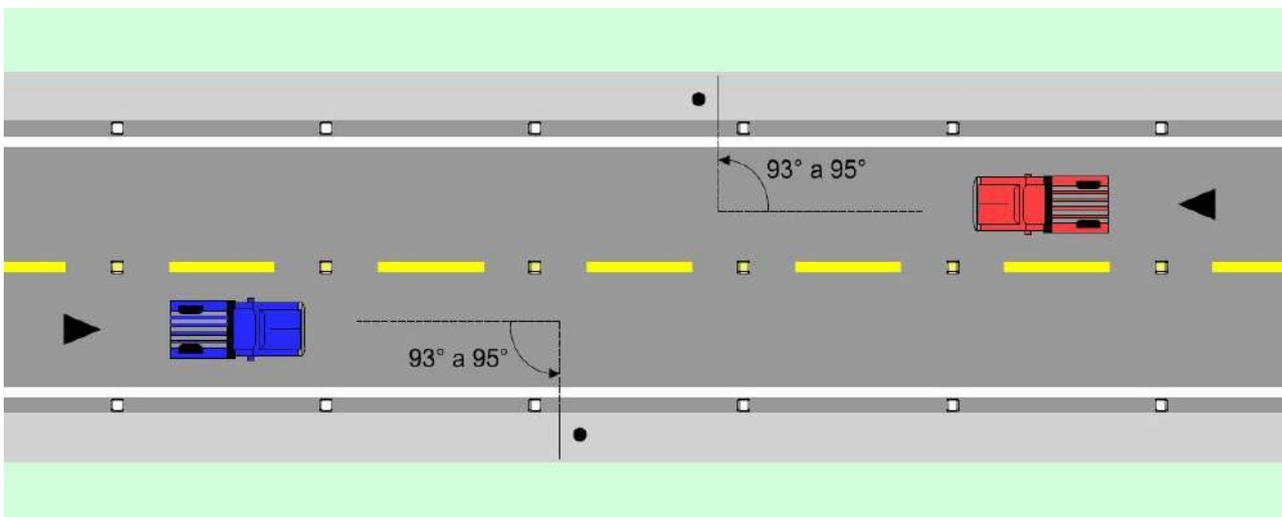
- Clareza: transmitir mensagens de fácil compreensão;
- Precisão e Confiabilidade: ser precisa e confiável, correspondendo à situação existente;
- Visibilidade e Legibilidade: ser vista à distância necessária e lida em tempo hábil para a tomada de decisão; e
- Manutenção e Conservação: estar permanentemente limpa, conservada, fixada e visível.

### 11.3.1.1 Posicionamento das Placas

A regra geral de posicionamento de placas de sinalização consiste em colocá-las no lado direito da via, no sentido do fluxo de tráfego que se quer transmitir a mensagem, exceto em casos particulares. Para casos onde existem três vias no mesmo sentido, as placas de sinalização vertical devem ser colocadas em ambos os lados da via, sempre que possível.

As placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, formando um ângulo de  $93^\circ$  a  $95^\circ$  em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externa da via, de forma a assegurar boa visibilidade e legibilidade das mensagens, evitando reflexos provocados pela incidência de faróis de veículos ou de raios solares sobre a placa.

**Figura 47 – Deflexão das Placas de Sinalização**



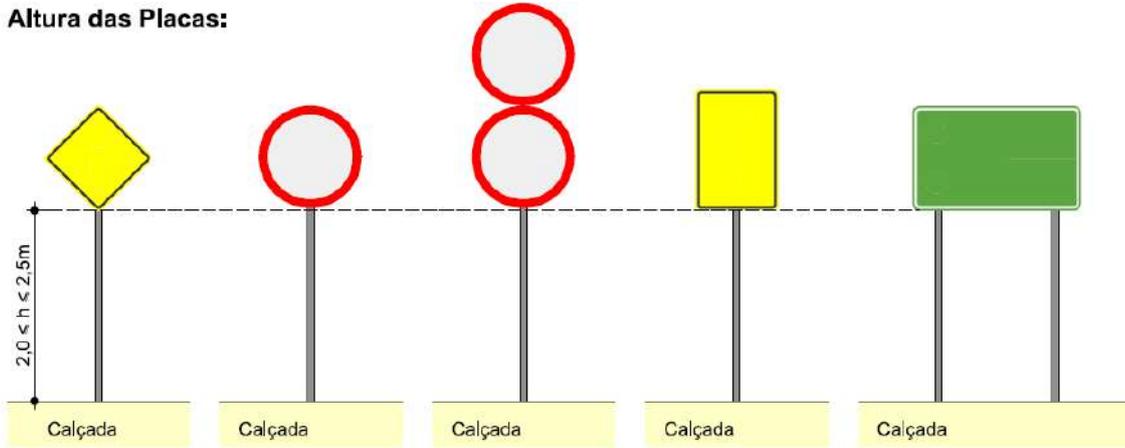
A altura e o afastamento lateral para colocação das placas de sinalização são especificados de acordo com o tipo de via, podendo ser urbana ou rural, conforme preconizado pelos manuais de sinalização vertical do CONTRAN.

Para o presente projeto, considerado como trecho em via urbana, as placas devem ser implantadas com altura livre entre 2,0m e 2,5m, a contar da borda inferior da placa à superfície da

pista, com exceção da placa auxiliar de Marco Quilométrico, podendo ser implantada com altura entre 0,50m a 1,20m. Para as placas suspensas, a altura livre mínima deve ser de 5,50m.

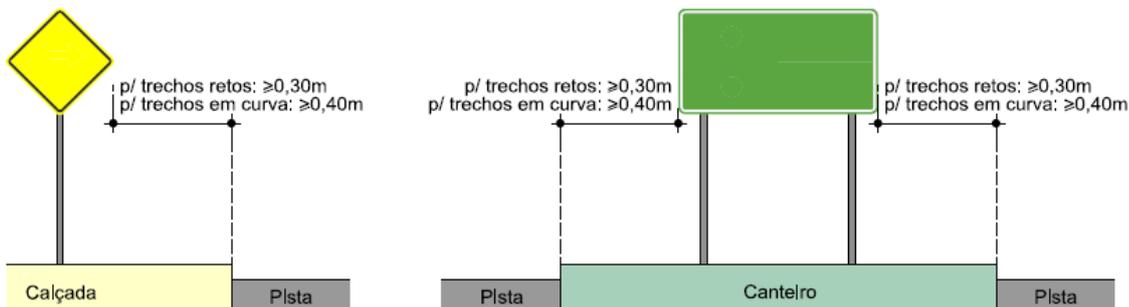
**Figura 48 – Altura para Implantação das Placas de Sinalização**

**Altura das Placas:**



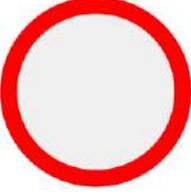
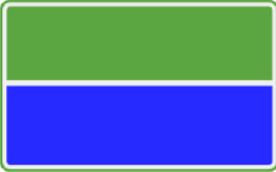
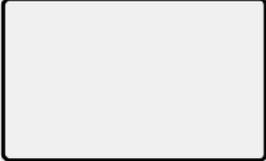
Em relação ao afastamento lateral, as placas devem ser implantadas com afastamento mínimo de 0,30m para trechos retos e 0,40m para trechos em curva, medido entre a projeção vertical da borda lateral da placa e do bordo externo da pista ou acostamento. Em vias com dispositivo de proteção contínua (defensas ou barreiras), o afastamento lateral deve ser de no mínimo 0,80m, a contar do limite externo do dispositivo. Para placas suspensas, o afastamento deve ser no mínimo 0,30m para trechos retos e 0,40m para trechos em curva, entre o suporte e o bordo externo do acostamento ou pista.

**Figura 49 – Afastamento Lateral para Implantação das Placas de Sinalização**



### 11.3.1.2 Classificação das Placas

Os diferentes sinais que fazem parte da sinalização vertical são identificados de acordo com sua categoria funcional, possuindo padronização de formas e cores condizente com cada tipo de sinal. Portanto, a classificação das placas é a seguinte:

Placa	Característica do Sinal
	Sinais de Regulamentação: utilizam predominantemente a forma circular, fundo na cor branca, orla na cor vermelha e letras e símbolos na cor preta.
	Sinais de Advertência: utilizam predominantemente a forma quadrada (com posicionamento na diagonal), fundo na cor amarela, orla na cor preta e letras e símbolos na cor preta.
	Sinais de Indicação: utilizam forma retangular, orla e letras na cor branca e fundo nas cores: verde (localidades), azul (regiões de interesse e nomes de rodovia) e marrom (atrativos turísticos).
	Sinais Educativos: utilizam predominantemente a forma retangular, fundo na cor branca, orla na cor preta e letras na cor preta.
	Sinais Auxiliares: utilizam predominantemente a forma retangular, fundo na cor azul, orla na cor branca e letras e símbolos na cor branca ou preta.
*Além das configurações apresentadas ocorrem ainda casos particulares.	

### 11.3.1.3 Material das Placas

As placas de sinalização devem possuir as propriedades físicas e químicas que garantam as características essenciais do sinal, durante toda sua vida útil, em quaisquer condições climáticas. Para o presente projeto, as placas de sinalização implantadas devem ser confeccionadas em chapas aço galvanizado nº 18, com película retrorrefletiva tipo III + III. O verso da placa deve ser na cor preta, fosca ou semi-fosca.

Deverão ser observadas as seguintes normas:

- ABNT NBR 11.904:2015 - Sinalização vertical viária - Placas de aço zincado;
- ABNT NBR 14.644:2021 - Sinalização viária - Películas – Requisitos;

#### 11.3.1.4 *Suporte das Placas*

Os suportes devem ser fixados de modo a manter rigidamente as placas em sua posição permanente e apropriada, evitando que sejam giradas ou deslocadas. Devem ser usados elementos fixadores adequados para a fixação da placa, de forma a impedir a soltura ou o deslocamento da mesma. Para o presente projeto, as placas deverão ser fixadas em suportes metálicos galvanizados, do tipo Perfil “C” em aço carbono, e todos os componentes do suporte devem ser galvanizados por imersão à quente para proteção contra corrosão, conforme preconiza a NBR ISSO 1893:2014.

Deverão ser observadas as seguintes normas:

- ABNT NBR 14.890:2021 - Sinalização vertical viária — Suportes metálicos em aço para placas — Requisitos;

#### 11.3.1.5 *Manutenção e Conservação da Sinalização Vertical*

As placas de sinalização sem conservação ou com condições precárias perdem sua eficácia como dispositivo de controle de tráfego. Portanto, faz-se necessário medidas cautelares para garantir a boa conservação da sinalização e não comprometer a segurança viária.

As placas devem ser mantidas na posição correta, sempre limpas e legíveis. Ainda, cuidados especiais devem ser tomados para assegurar que a vegetação, mobiliário urbano, placas publicitárias, materiais de construção e demais interferências não prejudiquem a visualização da sinalização.

Para as placas com películas retrorrefletivas, é fundamental manter uma programação de medição periódica dos índices de retrorrefletância, através de instrumento apropriado e devidamente calibrado (de acordo com a NBR 15426:2020 – Sinalização Vertical Viária – Método de medição da retrorrefletividade em campo, utilizando retrorrefletômetro portátil), de forma que as mesmas sejam substituídas ao término de sua vida útil.

### **11.4 Sinalização de Obras**

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.

#### 11.4.1.1 *Diretrizes da Sinalização de Obras*

Para o presente projeto é indicada a sinalização de obras 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 retrorefletiva tipo III + III. Os suportes e travessas para placas devem ser implantados em madeira de lei tratada, se seção quadrada 8 x 8cm.

#### 11.4.1.2 *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.

#### *11.4.1.3 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.

#### *11.4.1.4 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 está sendo apresentada no Volume 2: Projeto de Execução.

## **12 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

## 12.1 Introdução

O Projeto de Obras Complementares prevê os seguintes itens:

- Remoção e/ou demolição de elementos;
- Dispositivo de contenção veicular – Barreira de concreto;
- Implantação de calçada;
- Implantação de guarda-corpo metálico;
- Remanejamento de postes;
- Elementos de paisagismo.

## 12.2 Remoção e/ou Demolição de Elementos

Os elementos cadastrados através do levantamento topográfico cadastral que apresentam interferência com o projeto desenvolvido deverão ser removidos e/ou demolidos, de modo a não impactarem no presente projeto. Entre estes elementos, verifica-se ao longo do trecho a necessidade de remoção de cercas, remoção de placas de sinalização, remoção de paralelepípedo/paver, demolição de concreto simples (calçadas existentes e meio-fio) e demolição de muros de alvenaria.

## 12.3 Dispositivo de Contenção Veicular – Barreira de Concreto

A barreira de concreto é um dispositivo de segurança rígido e contínuo, implantado ao longo da via com forma e dimensões onde, quando colididos por veículos desgovernados, reconduzam estes veículos à pista com desaceleração e menores danos possíveis, reduzindo as consequências de acidentes. Conhecida como barreira “New Jersey”, pode ser do tipo simples ou dupla, onde a simples possui uma superfície de deslizamento (geralmente utilizada em bordas externas de pista e obras de arte especiais, e a dupla possui duas superfícies de deslizamento (geralmente utilizadas como separadora de fluxo de via).

Estão sendo indicadas a implantação de barreiras de concreto simples do tipo “New Jersey” como proteção lateral de pistas em aterros altos ao longo do segmento de projeto e na extensão do viaduto.

A implantação da barreira de concreto deve seguir o que preconiza a norma técnica ABNT NBR 14885/2016 – Segurança no tráfego – Barreiras de Concreto.

Características da barreira de concreto a ser implantada:

- Nível de contenção: TL4
- Altura da barreira: 810mm
- Concreto fck 30MPa;

- Aço CA-50.

Toda barreira deve ter seu início e fim executado com terminais abatidos ou ancorados, que são pontos de possível concentração de tensões, exigindo que a sua estrutura e ancoragem sejam mais reforçadas que a parte central da barreira. Da mesma forma, é importante que os terminais estejam locados, preferencialmente, em pontos onde o alinhamento da rodovia seja plano e em tangente, para que os terminais sejam facilmente identificados pelos motoristas, visando a minimização dos acidentes frontais com os terminais da barreira. Importante ressaltar a necessidade de implantação de elementos refletivos ao longo da extensão da barreira, espaçados a cada 8m.

A localização de implantação de barreiras de concreto do tipo new Jersey está sendo apresentada no Volume 2, assim como seu detalhamento.

## **12.4 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 6cm, sendo armada nos segmentos de acesso de veículos. A largura das calçadas projetadas é, no geral, igual a 2m, ocorrendo excepcionalmente trechos com larguras de calçadas distintas, de modo a se adequar aos limites presentes no segmento. Como base de estrutura da calçada, faz-se necessário a execução de uma camada de solo compactado e uma camada de lastro de brita com 5cm de espessura, também compactada com soquete vibratório. Desta forma, a estrutura da calçada é formada por: solo compactado, lastro de brita (5cm) e passeio em concreto (6cm).

A localização dos segmentos de implantação de passeios para pedestres e o detalhamento para sua execução estão sendo apresentados no Volume 2: Projeto de Execução.

## **12.5 Implantação de Guarda-corpo Metálico**

O guarda-corpos são estruturas que constituem uma barreira física de segurança para os usuários em locais com desníveis consideráveis, servindo como proteção para prevenir a queda dos mesmos. O presente projeto possui segmentos executados em aterros que constituem desníveis de altura considerável, com calçada projetada para tráfego de pedestres. Deste modo, está sendo indicado a implantação de guarda-corpos metálicos no limite externo da calçada, nos segmentos de aterros altos, visando proteger os pedestres que trafegam no passeio.

A localização de implantação dos guarda-corpos metálicos está sendo apresentada no Volume 2, assim como seu detalhamento.

## **12.6 Remanejamento de Postes**

Através do levantamento cadastral realizado no segmento de projeto foi possível verificar a necessidade de remanejamento de postes atingidos, com a remoção e relocação dos mesmos.

A concessionária responsável pela distribuição de energia elétrica no município deverá ser contactada para supervisão dos serviços de remanejamento de postes junto à construtora, no período de realização das obras. Os postes para remanejamento estão sendo indicados nas pranchas presentes no Volume 2: Projeto de Execução.

## **12.7 Elementos de Paisagismo**

Estão sendo previsto tratamentos para os taludes de corte e aterro a serem executados. Para os taludes de corte, está sendo indicada a execução de hidrossemeadura. A técnica de hidrossemeadura é um método de plantio que utiliza equipamentos hidráulicos para dispersar uma substância líquido-pastosa contendo sementes, adubo e outros insumos. Este composto é distribuído sobre o solo por meio de um tanque pulverizador, geralmente transportado por caminhão ou reboque até o local desejado. O propósito desse procedimento é garantir uma cobertura rápida e uniforme da área, com efeito imediato na proteção do solo contra processos erosivos.

Para os taludes de aterro e canteiros, está sendo indicado a execução de enleivamento. O enleivamento, ou plantio de grama em placas, refere-se à transferência de leivas ou placas contendo a gramínea de um viveiro ou outra área de extração para o local de plantio, proporcionando uma cobertura imediata do solo. É recomendável optar pela grama do tipo Batatais (*Paspalum notatum*), uma espécie resistente e robusta, que apresenta um aspecto estético agradável e permite uma obtenção mais fácil de mudas. As placas de grama devem ter um tamanho uniforme e estar isentas de espécies invasoras. O processo começa com a preparação do solo, envolvendo a limpeza e a aplicação de aproximadamente 10 cm de terra preta sobre o terreno, para a subsequente colocação das placas de grama. Em alguns casos, pode ser necessário aplicar e incorporar adubos e corretivos no solo. As placas são plantadas lado a lado, sem deixar espaços vazios entre elas. Para fixar as placas, recomenda-se o uso de 4 a 5 estacas de madeira posicionadas nas extremidades e no centro da leiva, cravadas no solo a uma profundidade de cerca de 15 cm. Em terrenos planos, o cravamento das placas não é necessário. Após o plantio das placas, é essencial realizar uma cobertura com terra vegetal e efetuar a irrigação. Os taludes de aterro devem ser protegidos em toda sua extensão por enleivamento.

A localização dos segmentos de corte, aterro e canteiros, que receberão tratamento conforme descrito, estão sendo apresentados no Volume 2.

## **13 PROJETO DE CONTENÇÕES**

### **13.1 Introdução**

Este capítulo apresenta o projeto das contenções desenvolvidas ao longo do prolongamento da Av. Martin Luther, no município de Balneário Camboriú/SC. Foram desenvolvidos projetos de contenção do tipo cortina atirantada, muro gabião e solo reforçado com fita metálica e face em muro gabião. São apresentados neste capítulo todos os estudos e dimensionamentos realizados no desenvolvimento do projeto das contenções.

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

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

### **13.2 Contenção do tipo Cortina Atirantada**

A cortina atirantada é um tipo de contenção verticalizada, formada por uma parede de concreto armado aliada à protensão de tirantes distribuídos ao longo da extensão e altura da cortina. Mediante a necessidade de uma contenção do tipo verticalizada, de modo a conter taludes de corte infinitos por conta de presença de um grande morro, foi projetado uma contenção do tipo cortina atirantada nas proximidades do km 0+380, no lado esquerdo da via.

A cortina atirantada projetada é subdividida em dois paramentos, sendo o primeiro inferior (cortina 01), em nível da via, e um segundo paramento superior (cortina 02), desenvolvido à cerca de 10m acima do paramento inferior. A seguir são apresentadas as informações relacionadas à cada paramento das cortinas atirantadas:

- Cortina atirantada 01:
  - Paramento: Inferior;
  - Localização: km 0+347 ao km 0+433 - LE;
  - Extensão: 86,00m;
  - Altura da cortina: Variável, com altura máxima de 10m.
- Cortina atirantada 02:
  - Paramento: Superior;
  - Localização: km 0+360 ao km 0+420 - LE;
  - Extensão: 60,00m;
  - Altura da cortina: Variável, com altura máxima de 10m.

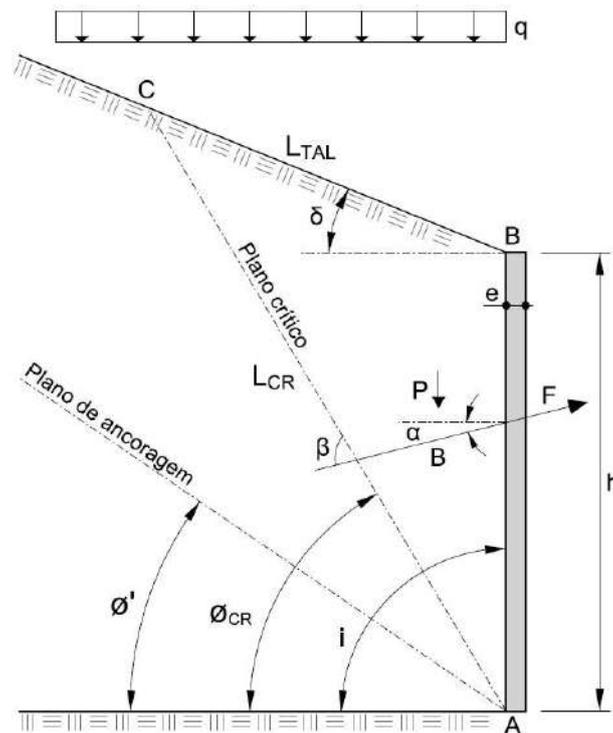
### 13.2.1.1 Dimensionamento Geotécnico

O dimensionamento geotécnico da cortina atirantada se dá através do Método Brasileiro do Prof. Costa Nunes, em conjunto com a utilização do *software* SLIDE, da Rocscience.

O método brasileiro do Prof. Costa Nunes é descrito de forma que, dada uma seção do talude, a superfície de deslizamento é tida por simplificação como plana, passando necessariamente pelo pé da cortina e, determinada segundo o método de Culmann. Deste modo, o método considera uma força para equilibrar a superfície de ruptura, dado um fator de segurança a ser alcançado com a variação do ângulo de ancoragem dos tirantes. Define-se assim o plano de ancoragem, assim como a força necessária para promover o aumento das forças resistivas, dimensionando-se as cargas, quantidade e espaçamento dos tirantes, bem como o comprimento do trecho livre através de um ângulo de plano de ancoragem.

Figura 1 – Superfície Crítica e Plano de Ancoragem – Método Brasileiro Prof. Costa Nunes

Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.

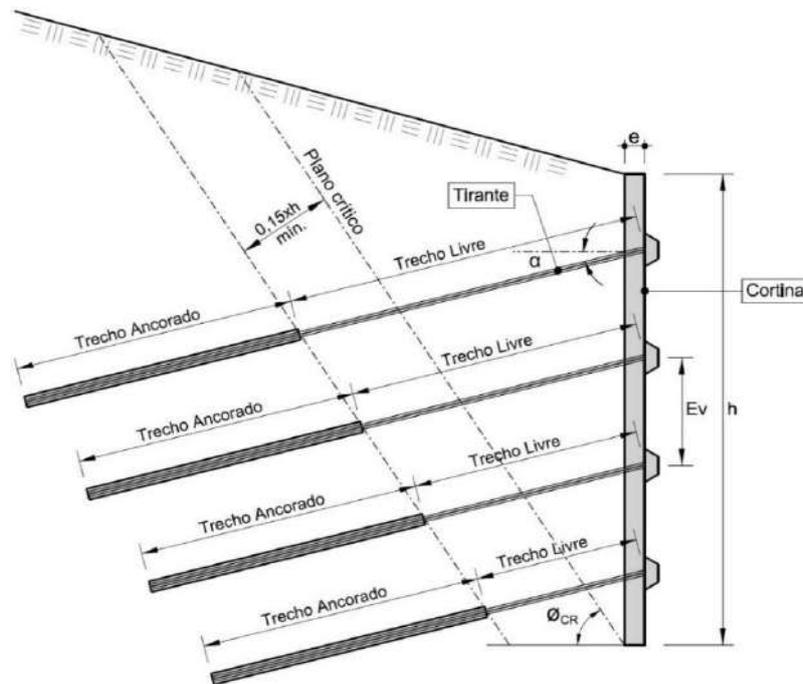


Aliado a este método de cálculo, considera-se também a folga do trecho livre de tirantes recomendada por Pinelo (1980) e o comprimento das ancoragens calculado através da metodologia de Bustamante e Doix (1985). Observa-se assim a cunha de ruptura crítica para definição dos comprimentos de tirantes no trecho livre e disposição das ancoragens da cortina, através do *software* SLIDE, comparando estas informações com aquelas obtidas com o método brasileiro do Prof. Costa Nunes.

O bulbo de ancoragem dos tirantes é dimensionado seguindo a metodologia consagrada de Bustamante e Doix (1985), método empírico que relaciona a capacidade de carga limite com a influência da técnica de injeção, pressão de injeção e volume de calda de cimento.

Figura 2 – Solução de Contenção estudada: Cortina Atirantada

Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.



A definição dos parâmetros geomecânicos do solo foi feita de forma conservadora, levando-se em consideração parâmetros já consagrados da bibliografia brasileira para o tipo de solo observado nas sondagens realizadas no local de implantação da contenção. As sondagens realizadas demonstraram um material de característica silto-arenosa compondo o maciço, sendo atribuído para o mesmo os seguintes parâmetros de resistência:

- Solo silto-arenoso:
  - - Peso específico: 18,00 kN/m<sup>3</sup>;
  - - Coesão: 10°
  - - Ângulo de atrito: 24 kPa.

A seguir é apresentada a memória de cálculo do dimensionamento geotécnico da cortina atirantada, conforme o Método Brasileiro do Prof. Costa Nunes.

**MEMÓRIA DE CÁLCULO: CORTINA ATIRANTADA - MÉTODO BRASILEIRO (PROFº A. J. COSTA NUNES, 1963)**

**Informações do Projeto:**

<b>Projeto:</b>	Prolongamento da Av. Martin Luther - Balneário Camboriú/SC		
<b>Localização:</b>	Início: 0+347	Final: 0+433	Extensão: 86,00 m

**Dados de Entrada:**

**Parâmetros Geométricos da Cortina:**

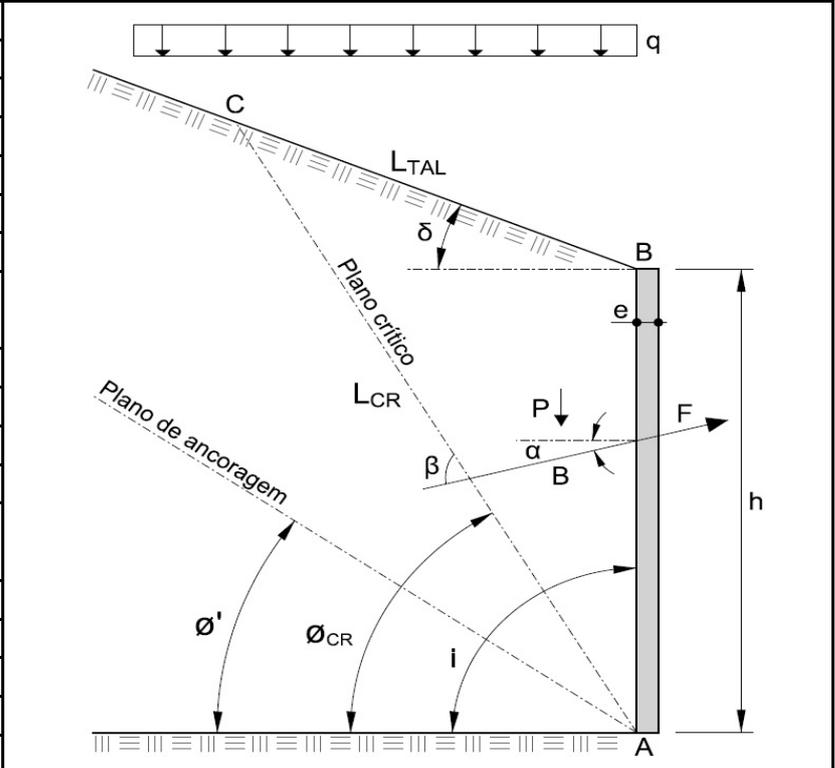
Seção crítica:	0+380	km
Altura [h]:	20,00	m
Espessura [e]:	40	cm
Inclinação [i]:	90	°
nº tirantes na seção:	10	unid.
Ângulo tirantes [α]:	15	°

**Parâmetros do Maciço de Solo:**

Tipo de solo:	Silto-arenoso
Peso específico [γs]:	18,00 kN/m³
Coesão [c]:	10
Ângulo de atrito [φ]:	24 kPa

**Plano de Deslizamento Crítico:**

$\phi_{CR} = [(i + \varphi)/2]$	57	°
LTAL =	16,30	m
LCR =	27,30	m
$\delta_{TAL} =$	26,57	°
<b>Área cunha [ABCA]:</b>	121,30	m²



**Dimensionamento:**

**Peso na Cunha de Deslizamento Crítica [P]:**

P =	Peso da Cunha + Sobrecarga	Sobrecarga q[acidental] =	20	kN/m
P =	$[\gamma_s \times (\text{área ABCA})] + [L_{TAL} \times (\cos \delta) \times q]$	Sobrecarga distribuída sobre a superfície do terreno -		
P =	2474,97	NBR 11682:2009 - Estabilidade de Encostas		

**Fator de Segurança do Plano Crítico [FS<sub>CR</sub>]:**

FS <sub>CR</sub> =	$(c \times L_{CR} \times \cos \varphi) / [P \times \sin (\phi_{CR} - \varphi)]$
FS <sub>CR</sub> =	0,19

**Parâmetro λ:**

λ =	FS <sub>PROJETO</sub> / FS <sub>CRITICO</sub>
λ =	8,11

**Força de Ancoragem [FA]:**

FA =	$[(\lambda - 1) / \lambda] \times P \times \{[\sin (\phi_{CR} - \varphi)] / [\cos (\beta - \varphi)]\}$
FA =	1766,02 kN/m

**Parâmetro β:**

β =	α + φ <sub>CR</sub>
β =	72 °

**Plano de Ancoragem [φ']:**

FSCALC =	$k / [\sin (i - \phi') \times \sin (\phi' - \varphi)]$	k =	$[(2 \times c) / (\gamma_s \times h)] \times \sin i \times \cos \varphi$
FSCALC =	1,62 > 1,5	φ' =	26 °

**FS PROJETO = 1,5 (Fator de Segurança para Estabilidade Global - NBR 11682:2009 - Estabilidade de Encostas)**

### Resultados - Características dos Tirantes:

Espaçamento vertical entre tirantes [Ev]:	2,00	m
Espaçamento horizontal entre tirantes [Eh]:	2,00	m
Ângulo dos tirantes em relação à horizontal [ $\alpha$ ]:	15	°
Número de tirantes na seção crítica [Nt]:	10	unid.
Força para protensão por tirante $[(Eh \times Fa) / Nt]$ :	353,20	kN
Carga de trabalho do tirante adotado:	390	kN
Diâmetro de perfuração do tirante:	120	mm

**Tipo do tirante adotado:** Tirante permanente protendido de aço Ø32mm - Dywidag ST95/105

### Trecho Livre (L<sub>l</sub>):

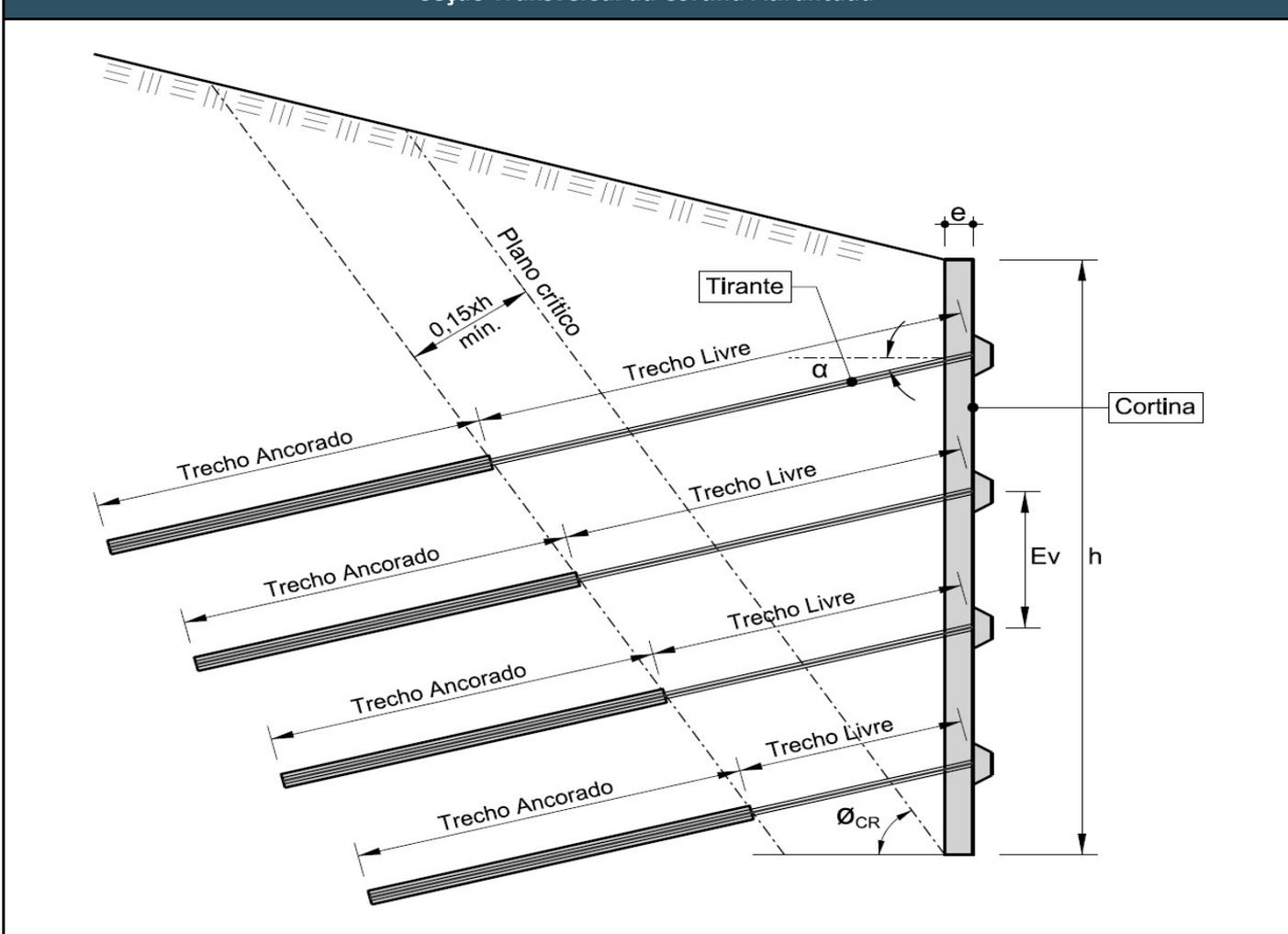
L <sub>l</sub> =	Comprimento até superfície crítica (variável) + (0,15 x h)	
0,15xh =	3,00	m (calculado)
0,15xh =	3,00	m (adotado)

Distância mínima entre a superfície crítica e o trecho ancorado

### Trecho Ancorado (L<sub>b</sub>) - Bustamante e Doix (1985):

L <sub>b</sub> =	$T_{MÁX} / (\pi \times D_e \times q_s)$	T <sub>MÁX</sub> =	Carga de qualificação [kN]:	390	x 175%
L <sub>b</sub> =	10,78	m (calculado)	D <sub>e</sub> =	168	$\beta \times D_p$ $\beta = 1,4$ major.
L <sub>b</sub> =	11,00	m (adotado)	q <sub>s</sub> =	0,120	MPa (resistência ao cisalhamento)

### Seção Transversal da Cortina Atirantada



Em conjunto com o Método Brasileiro do Prof. Costa Nunes é também realizada a verificação e dimensionamento da cortina atirantada através do *software* SLIDE, da Rocscience, através de análises de estabilidade global, verificando o fator de segurança atribuído à situação anterior à solução, observando a cunha de ruptura crítica e avaliando a solução e o fator de segurança obtido com a implantação da contenção em cortina atirantada.

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.

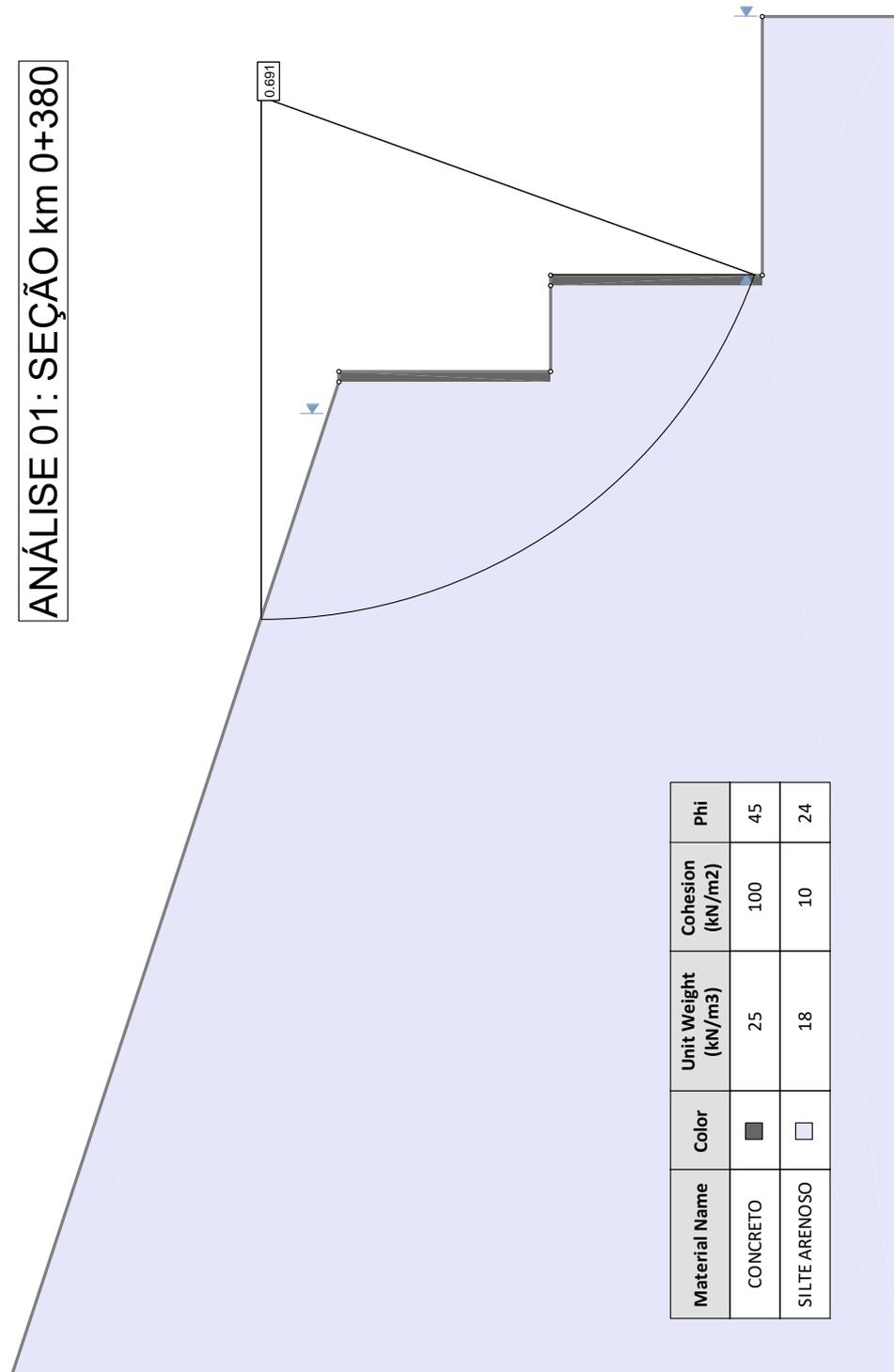
A metodologia adotada para a busca da superfície de ruptura foi a de Morgenstern e Price (1965), por se tratar de um método mais completo, com a possibilidade de avaliar superfícies de ruptura circulares e não circulares. Para definição da superfície de ruptura foi atribuído inicialmente a possibilidade 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.

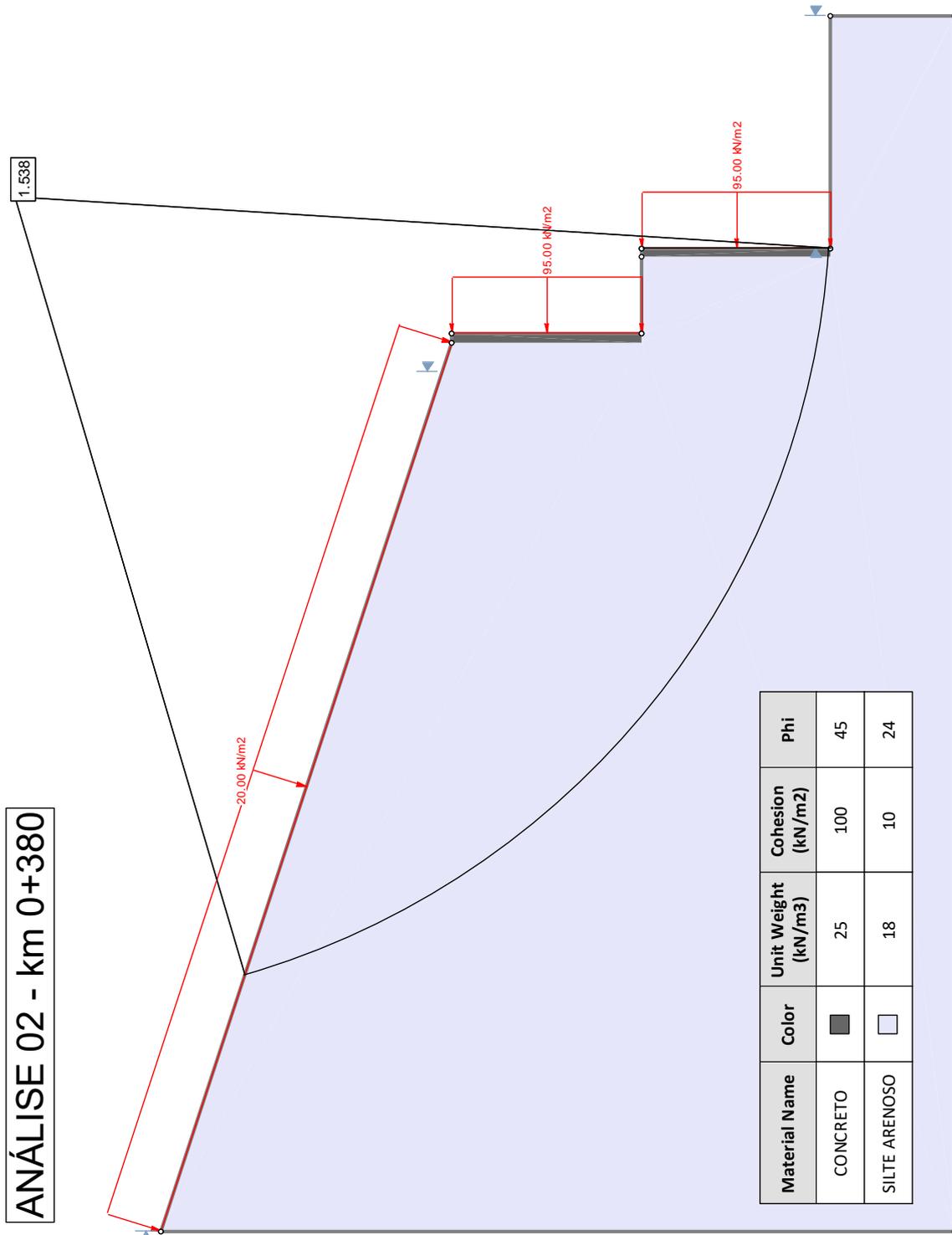
Para a realização das análises de estabilidade, considera-se uma sobrecarga acidental de 20 kPa uniformemente distribuída sobre a superfície do terreno arrimado, conforme preconiza a norma NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas (item 7.3.3).

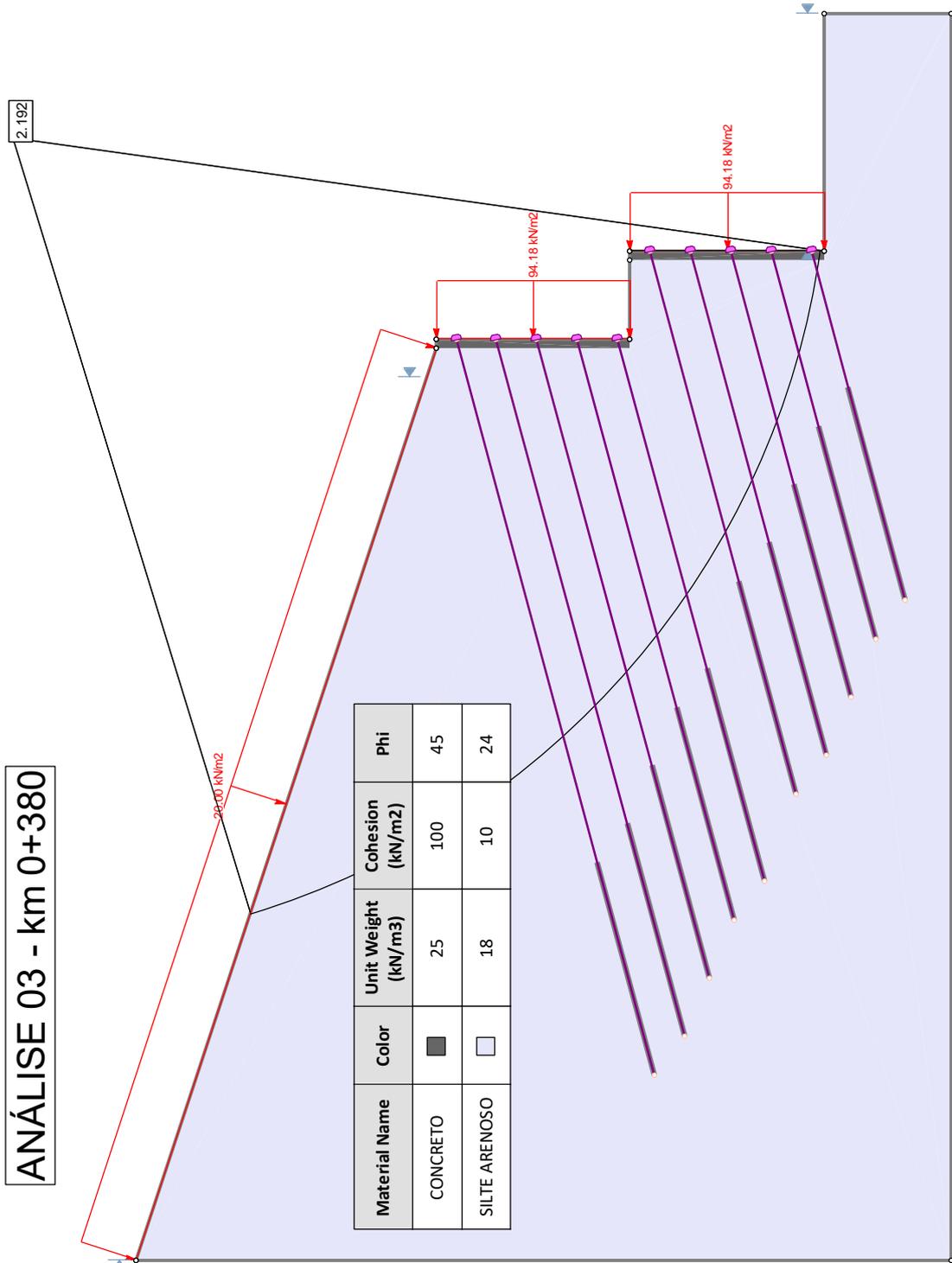
Os fatores de segurança mínimos (FS) considerados são estipulados pela norma NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas (item 7.3.7.2), com a finalidade de cobrir as incertezas naturais das etapas de projeto e construção. Os riscos envolvidos devem ser enquadrados nas classificações de nível de segurança,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

São apresentadas a seguir as análises realizadas no *software* SLIDE, da Rocscience, onde, em conjunto com o Método Brasileiro do Prof. Costa Nunes, são avaliadas para o dimensionamento geotécnico da solução proposta. A primeira análise apresenta o terrapleno anterior à implantação da solução em cortina atirantada, a segunda análise apresenta a estabilidade com a implantação das forças resistentes distribuídas (tirantes) e, a terceira análise, apresenta a cortina atirantada propriamente projetada, demonstrando atender o fator de segurança e promovendo estabilidade para o talude, sendo deste modo considerada uma solução segura e satisfatória no atendimento como contenção.

**ANÁLISE 01: SEÇÃO km 0+380**







Após a realização do dimensionamento geotécnico, a configuração da cortina atirantada dimensionada atribuiu à solução tirantes do tipo permanente protendido de aço Ø32mm (referência Dywidag ST 95/105) com capacidade de carga de trabalho de 390 kN. O espaçamento entre tirantes, horizontal e vertical, foi dimensionado em 2m e sua inclinação em relação ao plano horizontal foi de 15°. A espessura da cortina projetada é de 0,40m, possuindo altura variável, alcançando um máximo de 10m de altura, indicando 5 linhas de tirantes em sua altura mais crítica, com os seguintes comprimentos:

- Para a Cortina Atiranda 01 – Paramento Inferior:
  - 1ª linha: 18m total (Trecho livre = 7m; Trecho ancorado = 11m);
  - 2ª linha: 20m total ((Trecho livre = 9m; Trecho ancorado = 11m);
  - 3ª linha: 23m total (Trecho livre = 12m; Trecho ancorado = 11m);
  - 4ª linha: 26m total (Trecho livre = 15m; Trecho ancorado = 11); e
  - 5ª linha: 28m total (Trecho livre = 17m; Trecho ancorado = 11).
  
- Para a Cortina Atiranda 02 – Paramento Superior:
  - 1ª linha: 28m total (Trecho livre = 17m; Trecho ancorado = 11m);
  - 2ª linha: 30m total ((Trecho livre = 19m; Trecho ancorado = 11m);
  - 3ª linha: 33m total (Trecho livre = 22m; Trecho ancorado = 11m);
  - 4ª linha: 36m total (Trecho livre = 25m; Trecho ancorado = 11); e
  - 5ª linha: 38m total (Trecho livre = 27m; Trecho ancorado = 11).

Os tirantes e seus componentes deverão receber tratamento anticorrosivo, realizado através de camada de proteção com aplicação de pintura epóxi (duas demãos).

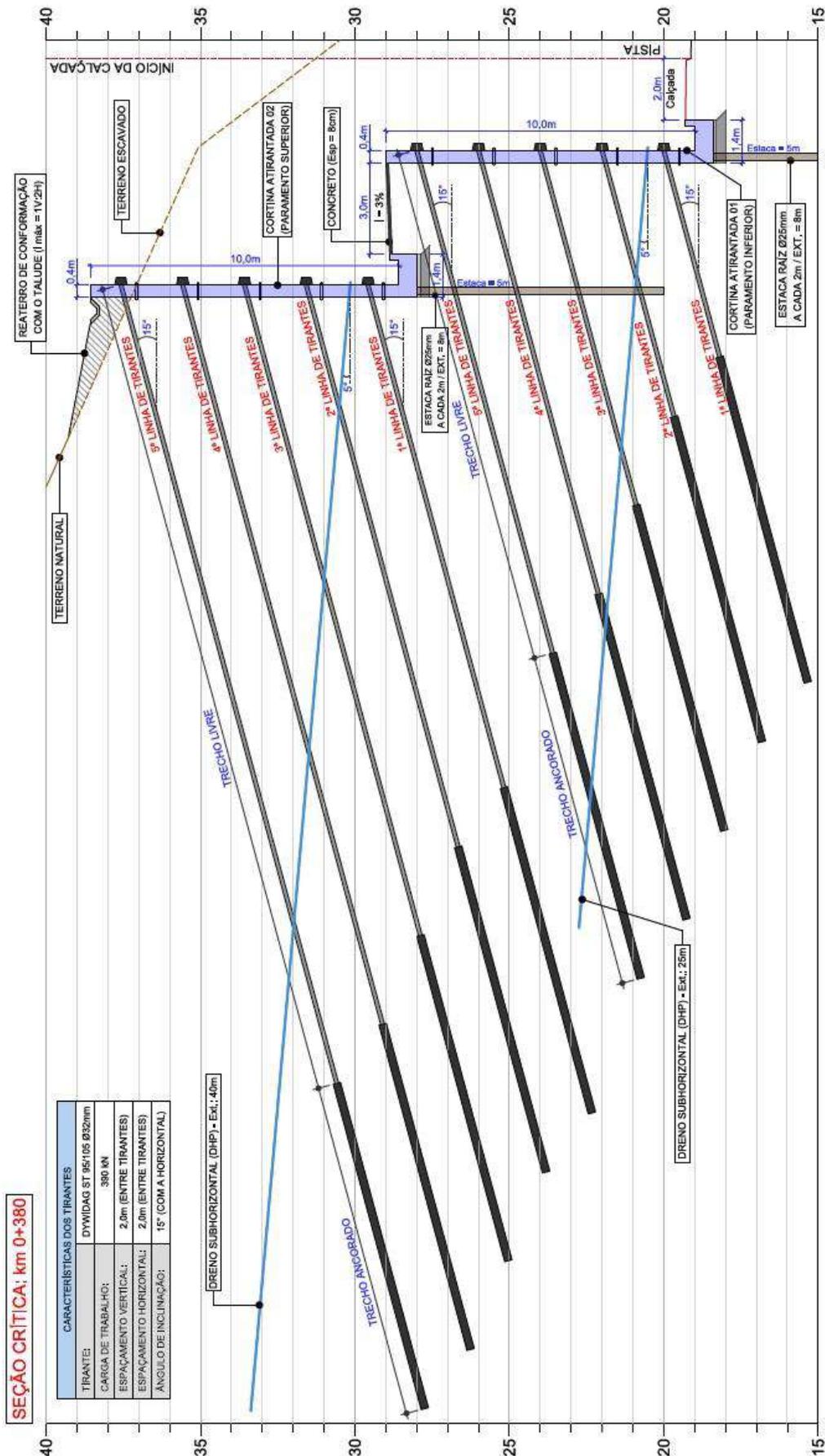
Juntamente à cortina atirantada faz-se necessário a execução de um sistema de drenagem adequado. Desta forma, o sistema de drenagem será realizado através de drenos tipo barbacãs, de modo a promoverem o adequado fluxo das águas do talude que chegam ao paramento do muro. Estes drenos serão de PVC, com diâmetro de 50mm.

Para a drenagem profunda foram projetados drenos sub-horizontais de modo a aliviar a pressão neutra atuante no maciço de solo, sendo utilizados tubos de PVC, com diâmetro de 50mm, tendo 25m de extensão para a cortina 01 e 40m de extensão para a cortina 02. A base da fundação do muro foi projetada de modo a atender como valeta de drenagem, canalizando e direcionando a água que sai do paramento das cortinas. É também projetado uma canaleta no topo da cortina.

É apresentado a seguir a seção-tipo crítica da solução projetada, subdividida em duas cortinas atirantadas, com paramento inferior e superior, contando com banquetta intermediária de 3m.

Figura 3 – Seção-tipo da Cortina Atirantada projetada

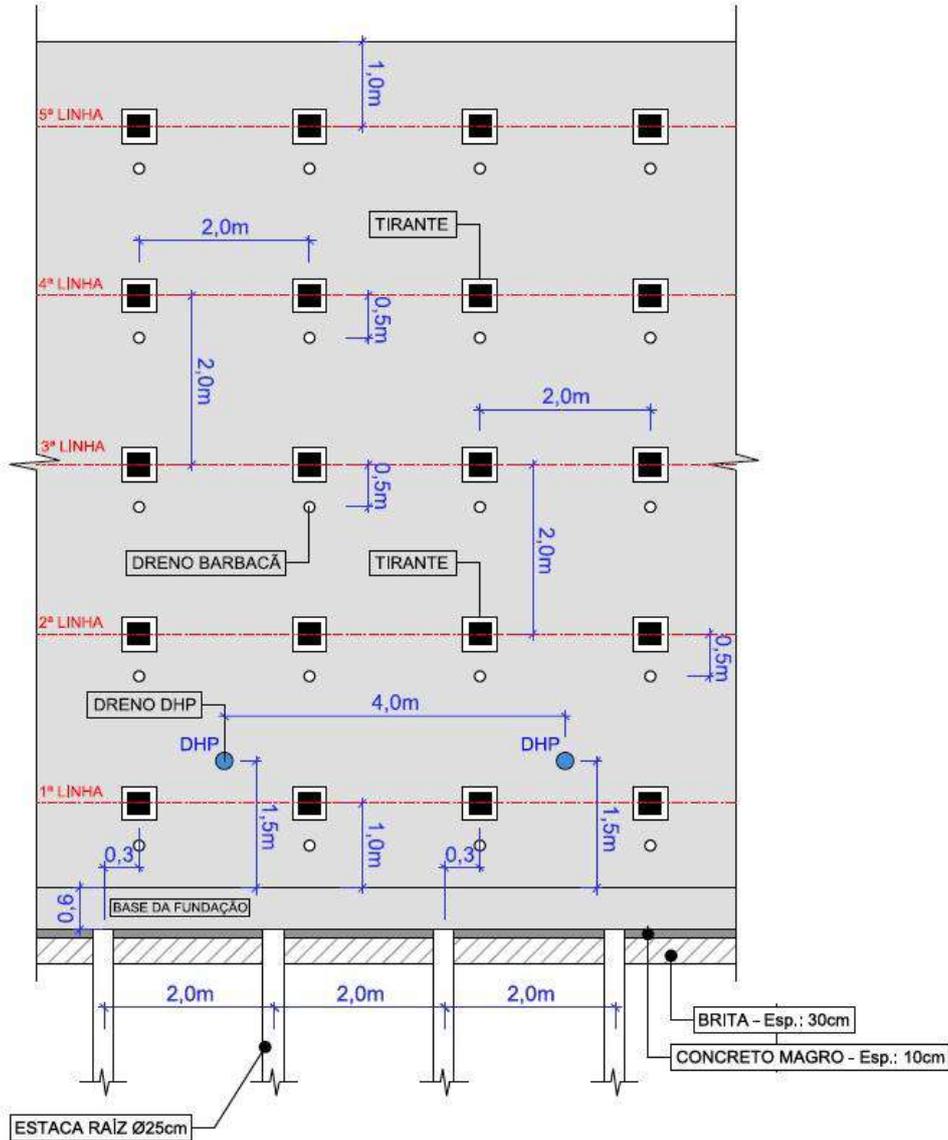
Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.



A seguir apresenta-se um detalhe da vista frontal, apresentados a configuração de disposição dos tirantes e demais elementos existentes no paramento da cortina.

Figura 4 – Disposição dos Elementos no Pannel da Cortina Atirantada

Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.



A execução das cortinas deve ocorrer em uma sequência construtiva de caráter descendente (de cima para baixo). A estabilidade poderá ser garantida com o uso de escavações em nichos alternados, aliados à incorporação de cargas nos tirantes, mesmo que parcialmente, no intuito de aumentar as condições de segurança e minimizar deformações.

Conforme previsto pela norma ABNT NBR 5629:2018 – Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução, deverão ser realizados os seguintes ensaios de controle dos tirantes:

- Ensaio de recebimento (desempenho): Executado em pelo menos 10% dos tirantes, com carga de ensaio de 140% da carga de trabalho;
- Ensaio de qualificação (comportamento): Realizado em pelo menos 1% dos tirantes e em um dos primeiros tirantes executados em obra, com carga de ensaio de 175% da carga de trabalho; e
- Ensaio de qualificação (comportamento) com medida de fluência: Executado em pelo menos 0,5% dos tirantes em obras com mais de 100 tirantes, com carga de ensaio de 175% da carga de trabalho.

Todo o detalhamento relacionado ao projeto geotécnico da cortina atirantada está presente no Volume 2: Projeto de Execução.

#### *13.2.1.2 Dimensionamento Estrutural*

Para a realização do dimensionamento estrutural, a agressividade ambiental foi avaliada de acordo com a NBR 6118:2014 (Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento), apresentando a classe de agressividade ambiental (CAA) II – Moderada, se tratando de ambiente urbano, representando risco pequeno de deterioração da estrutura.

De acordo com a classe de agressividade ambiental encontrada pode-se definir a classe de concreto (Tabela 7.1 da NBR 6118:2014), para elementos estruturais em concreto armado, onde apresenta para a classe de agressividade ambiental II – Moderada,  $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$ . Portanto, a resistência do concreto utilizado é de 30MPa. Já a relação água/cimento em massa, definida na mesma tabela, apresenta para estrutura em concreto armado o valor  $\leq 0,60$ .

A partir da classe de agressividade ambiental também se define o cobrimento necessário para os elementos estruturais (NBR 6118:2014). Para a classe de agressividade ambiental II – Moderada, o cobrimento mínimo para estrutura em concreto armado para elementos em contato com o solo é de 45mm, de acordo com a constatação anotada pela nota “d” da tabela 7.2 da NBR 6118:2014. A norma ainda traz na sequência a informação de que, para concreto de classe superior ao mínimo exigido, o cobrimento definido a partir da tabela 7.2 pode ser reduzido em até 5mm. Portanto, o cobrimento utilizado na estrutura está definido em 40mm, haja visto que a classe do concreto utilizada ( $f_{ck}$  30MPa) supera a classe mínima do concreto para a classe de agressividade ambiental encontrada (classe II – Moderada:  $f_{ck}$  25MPa).

Conforme a NBR 5629:2018 – Tirantes Ancorados no Terreno – Projeto e Execução, 10% dos tirantes da obra devem ser testados, aleatoriamente escolhidos, até a carga máxima de 175% da carga de trabalho (carga de qualificação), sendo estes de caráter permanente. Diante disso, o

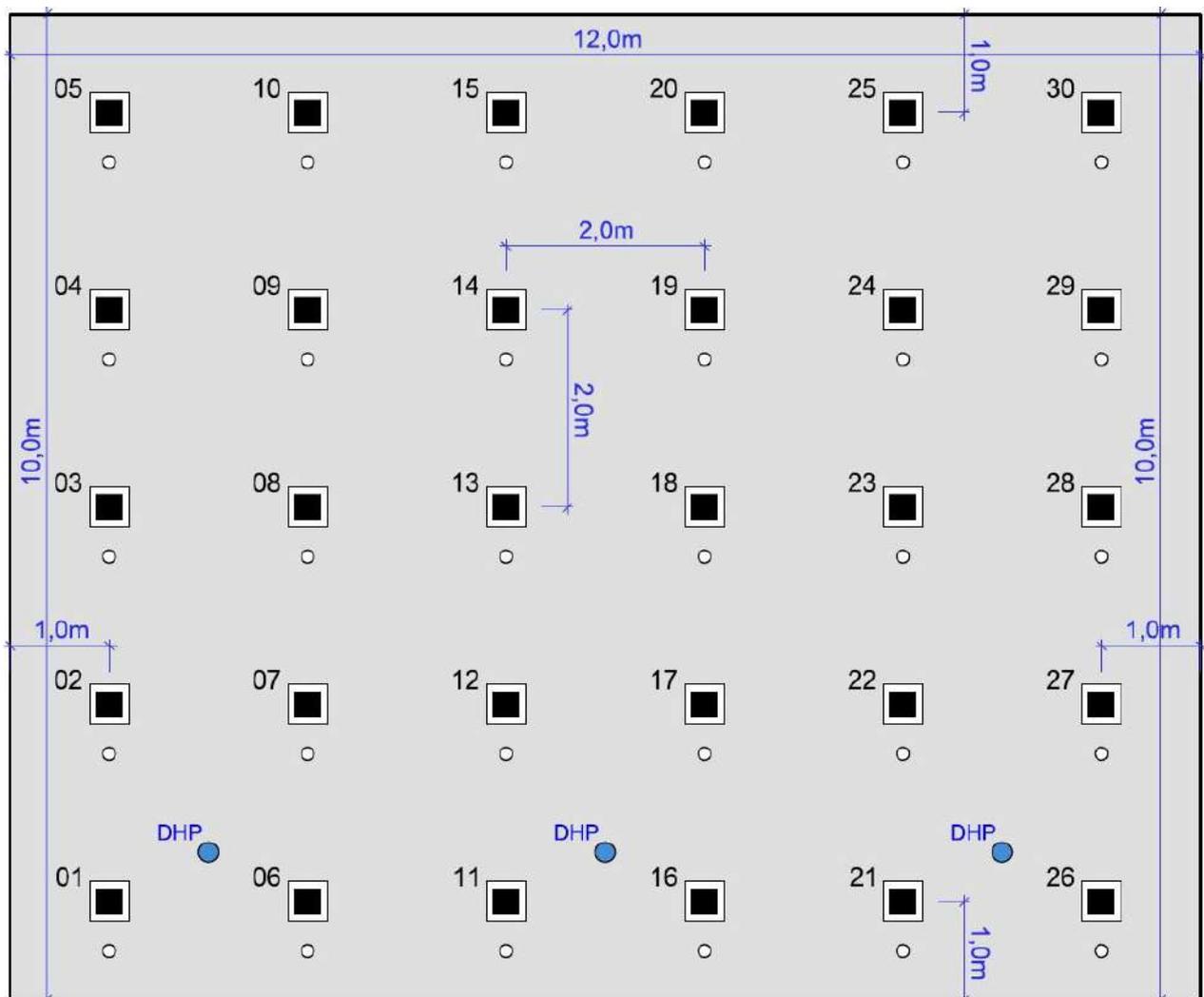
dimensionamento estrutural das cortinas é realizado levando em consideração a carga de qualificação para a composição dos esforços e momentos, configurando o caso de carregamento mais crítico.

As cortinas são divididas em painéis com no máximo 12m de comprimento, devendo ser executado uma junta de dilatação de 20mm entre os painéis, com isopor (EPS), sendo preenchida com mastique (tipo Sika Flex 1A), após uma demão de primer (tipo Igol2).

A imagem a seguir apresenta o painel da cortina considerado para o dimensionamento estrutural.

Figura 5 – Painel da Cortina para Cálculo Estrutura (12m x 10m)

Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.



A seguir é apresentada a memória de cálculo estrutural com dimensionamento das armaduras necessárias para execução das cortinas. Todo o detalhamento relacionado ao projeto estrutural está presente no Volume 2: Projeto de Execução.

**DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL - CORTINA ATIRANTADA**

**Informações do Projeto:**

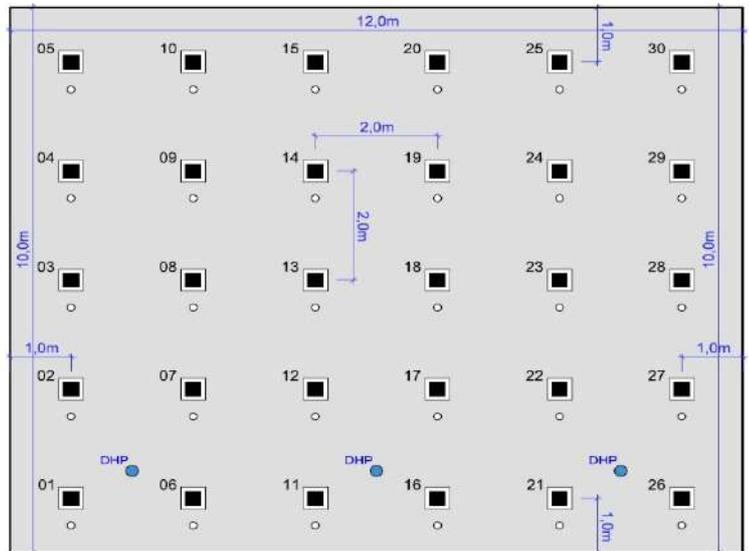
<b>Projeto:</b>	Prolongamento da Av. Martin Luther - Balneário Camboriú/SC		
<b>Localização:</b>	Início: 0+347	Final: 0+433	Extensão: 86 m

**Dados de Entrada:**

**Parâmetros Geométricos da Cortina:**

Seção crítica:	0+380	km
Altura [h]:	10,00	m
Comprimento considerado [L]:	12,00	m
Espessura [e]:	40	cm
Inclinação [i]:	90	°
nº tirantes na seção [Nt]:	30	unid.

**Painel da Cortina para Cálculo Estrutural:  
(Horizontal = 12m / Vertical = 10m)**



**Características dos Tirantes:**

Espaçamento vertical [Ev]:	2,00	km
Espaçamento horizontal [Eh]:	2,00	m
Ângulo dos tirantes [α]:	15	°
Carga de trabalho [CTRAB]:	390	kN

**Considerações Estruturais:**

Classe de agressividade:	II - Moderada	
Classe do concreto [fck]:	30	MPa
Fator água/cimento:	≤ 60	A/C
Cobrimento:	40	mm

**Dimensionamento dos Esforços:**

**Carregamento Atuante na Cortina:**

Carga de trabalho:	CTRABALHO X YAP =	<b>546,00</b> kN	YAP = 1,4	ponderação [ação permanente]
Carga de desempenho:	CTRAB X 140% X YAE =	<b>436,80</b> kN	YAE = 0,8	ponderação [ação excepcional]
Carga de qualificação:	CTRAB X 175% X YAE =	<b>546,00</b> kN	YAE = 0,8	ponderação [ação excepcional]
<b>QCORTINA = [Nt x Ccalculada x cos(α)] / Área =</b>		<b>131,85</b> kN/m <sup>2</sup>	Carregamento distribuído no paramento	

**Distribuição dos Momentos na Cortina:**

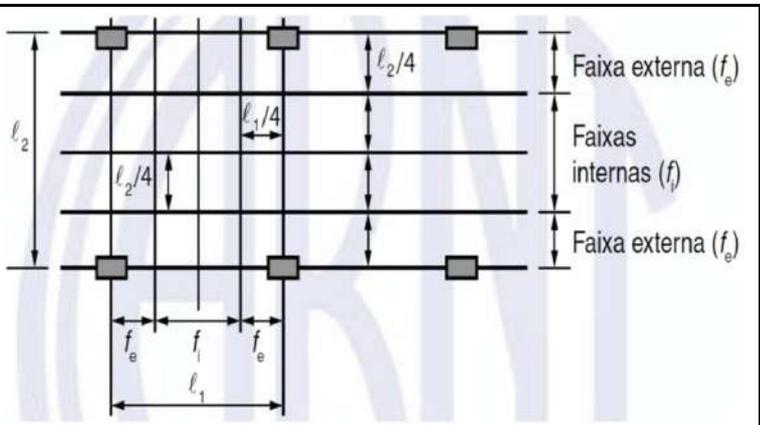
45,00%	M[+]MÁX para as duas faixas internas
27,50%	M[+]MÁX para cada uma das faixas externas
25,00%	M[-]MÁX para as duas faixas internas
37,50%	M[-]MÁX para cada uma das faixas externas
<b>NBR 6118 - Distribuição dos esforços nas faixas de laje</b>	

**Carregamento Atuante na Viga Horizontal:**

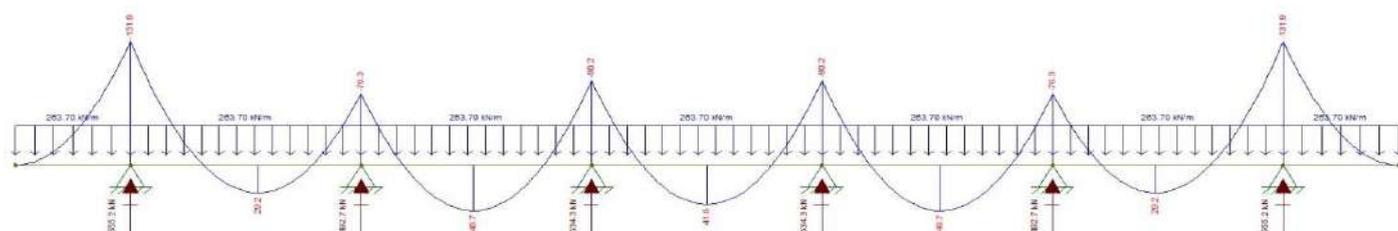
qh =	[QCORTINA x l2] =	<b>263,70</b> kN/m
------	-------------------	--------------------

**Carregamento Atuante na Viga Vertical:**

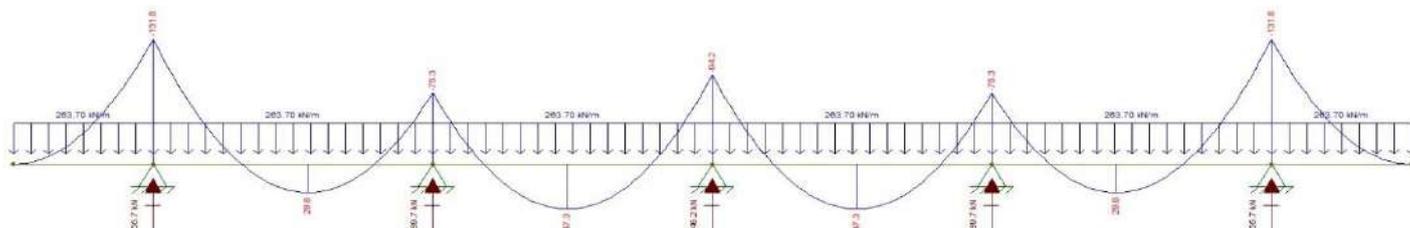
qv =	[QCORTINA x l1] =	<b>263,70</b> kN/m
------	-------------------	--------------------



### Momentos Fletores resultantes da Viga Horizontal:



### Momentos Fletores resultantes da Viga Vertical:



### Determinação dos Momentos Fletores Máximos:

Direção horizontal:	Mh[+]MÁX =	48,70	kN.m	Mh[-]MÁX =	131,90	kN.m
Direção vertical:	Mv[+]MÁX =	47,30	kN.m	Mv[-]MÁX =	131,80	kN.m

### Distribuição dos Momentos por Faixas em cada Direção:

Faixas	Momento	Equação	Direção horizontal	Direção vertical	Unidade
Interna	M[+]MÁX	45,0% M[+]MÁX / (l/2)	21,92	21,29	kN.m
Externas	M[+]MÁX	27,5% M[+]MÁX / (l/4)	26,79	26,02	kN.m
Interna	M[-]MÁX	25,0% M[-]MÁX / (l/2)	32,98	32,95	kN.m
Externas	M[-]MÁX	37,5% M[-]MÁX / (l/4)	98,93	98,85	kN.m

### Dimensionamento das Armaduras do Paramento da Cortina:

#### Armadura Mínima:

Asmín =	pmín x Ac	pmín =	0,150	[%]	Taxa de armadura - Classe de Concreto (NBR 6118)
Asmín =	6,00	cm <sup>2</sup> /m	Ac =	4000	cm <sup>2</sup> Área da seção transversal de concreto

#### Formulário de Cálculo dos Coeficientes:

kmd =	Md / (b x d <sup>2</sup> x fcd)	kx =	{1 - V[1 - (2 x kmd / 0,85)]} / 0,80
kz =	1 - (0,4 x kx)	As =	Md / (kz x d x fyd)

#### Armadura na Direção Horizontal:

Faixa	Posição	Md [M x 1,4]	kmd	kx	kz	As [cm <sup>2</sup> /m]	Armadura Adotada
Interna	Positiva [+]	30,68	0,0140	0,0207	0,9917	2,22	6 Ø12,5 (c/ 15cm)
Externa	Positiva [+]	37,50	0,0171	0,0254	0,9898	2,72	6 Ø12,5 (c/ 15cm)
Interna	Negativa [-]	46,17	0,0210	0,0313	0,9875	3,36	6 Ø16,0 (c/ 15cm)
Externa	Negativa [-]	138,50	0,0631	0,0965	0,9614	10,35	6 Ø20,0 (c/ 15cm)

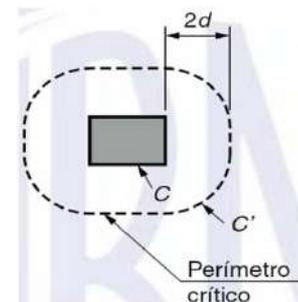
#### Armadura na Direção Vertical:

Faixa	Posição	Md [M x 1,4]	kmd	kx	kz	As [cm <sup>2</sup> /m]	Armadura Adotada
Interna	Positiva [+]	29,80	0,0136	0,0201	0,9919	2,16	6 Ø12,5 (c/ 15cm)
Externa	Positiva [+]	36,42	0,0166	0,0247	0,9901	2,64	6 Ø12,5 (c/ 15cm)
Interna	Negativa [-]	46,13	0,0210	0,0313	0,9875	3,36	6 Ø16,0 (c/ 15cm)
Externa	Negativa [-]	138,39	0,0631	0,0965	0,9614	10,35	6 Ø20,0 (c/ 15cm)

### Verificação do Concreto à Punção:

Conforme a NBR 6118/2014, a geometria para verificação à punção para a cortina atirantada pode ser representada pela seguinte figura:

Onde:	
<b>C</b>	superfície crítica de contorno da carga concentrada
<b>C'</b>	superfície crítica de contorno afastada 2d da carga concentrada
<b>d</b>	Altura útil da laje ao longo do contorno crítico



### Dados para Dimensionamento:

Espessura da cortina [e]:	40	cm
Cobrimento das armaduras [c]:	4,00	cm
Altura útil da laje (d):	32	cm
Dimensão da chapa de aço	40x40x4	cm

### Superfície Crítica de Contorno:

<b>C</b> =	4 x dpa	<b>C'</b> =	2π.(2 x d)
<b>C</b> =	160,00	<b>C'</b> =	402,12 cm

### Força concentrada de cálculo [Fsd]:

<b>Fsd</b> =	Fanc x 1,75 x cos α	Fanc =	390,00 kN	Força da ancoragem (tirantes)
<b>Fsd</b> =	659,24 kN	α =	15,00 °	Ângulo dos tirantes (com a horizontal)

### Tensão de Cisalhamento solicitante de Cálculo:

<b>Tsd [C]</b> =	Fsd / (u x d)	<b>Tsd [C']</b> =	Fsd / (u x d)
<b>Tsd [C]</b> =	2060,14 kN/m <sup>2</sup>	<b>Tsd [C']</b> =	512,31 kN/m <sup>2</sup>

### Verificação da Tensão Resistente de Compressão Diagonal do Concreto [C]:

<b>Trd2 [C]</b> =	0,27 x αv x fcd	αv = 1 - (fck / 250)	αv =	0,88 [1 - (fck / 250)]
<b>Trd2 [C]</b> =	5091,43 kN/m <sup>2</sup>	fcd =	21428,57 [fck / 1,4]	
<b>Trd2 [C]</b> =	5091,43 kN/m <sup>2</sup>	>	*Verificação OK, pois Tsd [C] ≤ TRd2	
<b>Tsd [C]</b> =	2060,14 kN/m <sup>2</sup>	<		

### Verificação da Tensão Resistente na Superfície Crítica [C']:

<b>Trd1 [C']</b> =	0,13 x (1 + √(20/d)) x (100 x ρ x fck) <sup>1/3</sup>		
<b>Trd1 [C']</b> =	827,69 kN/m <sup>2</sup>	>	*Verificação OK, pois Tsd [C'] ≤ TRd1
<b>Tsd [C']</b> =	512,31 kN/m <sup>2</sup>	<	

### Armadura de Punção Obrigatória:

De acordo com a NBR 6118/2014, no caso da estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que Tsd seja menor que TRd, devendo esta armadura equilibrar um mínimo de 50% de Fsd.

<b>ASpunc</b> =	(Fsd x 0,50) / fyd	fsd =	659,24 kN	Força concentrada de cálculo
<b>ASpunc</b> =	7,58 cm <sup>2</sup> /m	fyd =	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Resistência de cálculo do aço

Disposição da armadura ao redor da placa de ancoragem do tirante:

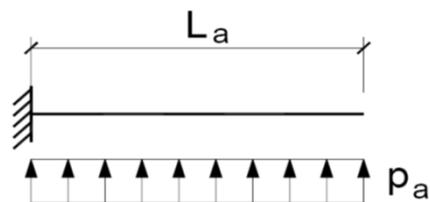
<b>ASpunc</b> =	7,58 cm <sup>2</sup> /m	<b>ASpunc</b> =	6 Ø16,0	*Em ambos os lados da placa
-----------------	-------------------------	-----------------	---------	-----------------------------

### Armadura contra Colapso Progressivo:

<b>AScp</b> =	Fsd / fyd	fsd =	0,27 x αv x fcd kN	Força concentrada de cálculo
<b>AScp</b> =	12,13 cm <sup>2</sup> /m	fyd =	43,48 kN/cm <sup>2</sup>	Resistência de cálculo do aço
<b>AScp ADOTADA</b> =		<b>4 Ø20,0</b>		*Em ambas as direções

**Dimensionamento das Armaduras da Base da Fundação:****Dados da Base da Fundação:**

Largura da base [Lb]:	1,40	m
Espessura da base [Eb]:	0,60	m
Carga atuante na base [Rv]:	82,31	kN/m
Tmáx atuante na base [qa]:	274,35	kN/m <sup>2</sup>

**Momento Fletor:**

Mf =	$q_a \times L_b^2 / 2$	$q_a = 274,35$ kN/m	Tensão máxima atuante na base da fundação
<b>Mf =</b>	<b>268,86</b> kN.m	$L_b = 1,40$ m	Largura da Base da fundação

**Armadura Transversal Mínima:**

ASmín =	$\rho_{mín} \times A_c$	$\rho_{mín} = 0,150$ [%]	Taxa de armadura - Classe de Concreto (NBR 6118)
<b>ASmín =</b>	<b>6,00</b> cm <sup>2</sup> /m	$A_c = 4000$ cm <sup>2</sup>	Área da seção transversal de concreto

**Armadura Transversal na Base da Fundação:**

AS trans =	$M_d / (0,85 \times d \times f_{yd})$	$M_d = M_f \times 1,4$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	Momento fletor de cálculo
<b>AS trans =</b>	<b>19,59</b> cm <sup>2</sup> /m	$d = 52$ [cm] cobrimento	$f_{yd} = 50 / 1,15$

**Armadura Longitudinal Mínima:**

ASmín =	$\rho_{mín} \times A_c$	$\rho_{mín} = 0,150$ [%]	Taxa de armadura - Classe de Concreto (NBR 6118)
<b>ASmín =</b>	<b>8,40</b> cm <sup>2</sup> /m	$A_c = 5600$ cm <sup>2</sup>	Área da seção transversal de concreto

**Armadura Longitudinal na Base da Fundação:**

AS long =	$0,2 \times A_{s \text{ trans}}$	ou	AS long =	$0,5 \times A_{s \text{ min}}$
<b>AS long =</b>	<b>3,92</b> cm <sup>2</sup> /m	>	<b>AS long =</b>	<b>4,20</b> cm <sup>2</sup> /m

**Determinação das Armaduras na Base da Fundação:**

Armadura		As [cm <sup>2</sup> /m]	Armadura Adotada
Transversal	AS trans =	19,59	<b>Ø20,0 (c/ 15cm)</b>
Longitudinal	AS long =	8,40	<b>8 Ø12,5 (c/ 15cm)</b>

### 13.2.1.3 Dimensionamento da Fundação

A fundação da cortina foi verificada de modo a avaliar a necessidade de fundação profunda por estacas para suporte das cargas provenientes da situação.

Deste modo, foi inicialmente verificada a base da fundação projetada, demonstrando através de memória de cálculo que a mesma não era suficiente para suportar sozinha as cargas atuantes na base. Portanto, foram dimensionadas estacas do tipo raíz, de modo a suportar com segurança os esforços solicitantes. O dimensionamento das estacas foi realizado através dos métodos consagrados de David Cabral e Decourt Quaresma, comparando os resultados obtidos.

A estaca raíz é indicada com diâmetro Ø25cm, de modo com que a estaca consiga ficar embutida dentro do painel, uma vez que, pelo método construtivo da cortina em caráter descendente, será necessária a realização do estaqueamento anterior à abertura dos nichos para confecção dos painéis do paramento da cortina. O dimensionamento das estacas raíz de diâmetro Ø25cm apresentou a seguinte configuração:

- Fundação por Estacas Raíz:
  - Diâmetro das Estacas: Ø25cm;
  - Espaçamento entre estacas: 2,0m; e
  - Comprimento das estacas: 8,0m.

É importante destacar o posicionamento das estacas, devendo estas estarem locadas à 30cm do eixo dos tirantes, não impactando com os elementos constituintes das cortinas atirantadas projetadas, do paramento superior e inferior.

A base para fundação foi dimensionada com 1,40m de comprimento, também servindo como dispositivo de drenagem para canalização e direcionamento das águas que caem do paramento da cortina.

A seguir serão apresentadas a memória de verificação da fundação e a memória de dimensionamento da fundação profunda. Todo o detalhamento relacionado à fundação está presente no Volume 2: Projeto de Execução.

## VERIFICAÇÃO DA FUNDAÇÃO - CORTINA ATIRANTADA 01 E 02

Projeto: **Prolongamento da Av. Martin Luther - Balneário Camboriú/SC**

### 1. Dados de Entrada:

Altura da Cortina (H):	10,00	m
Espessura da Cortina (e):	0,40	m
Número de Tirantes na seção (n):	5	unid.
Carga de Trabalho dos Tirantes (Ctr):	390	kN
Ângulo dos Tirantes ( $\alpha$ ):	15	°
Espaçamento Vertical dos tirantes (Ev):	2,00	m
Espaçamento Horizontal dos tirantes (Eh):	2,00	m
Peso Específico do Solo (Yesp):	18	kN/m <sup>3</sup>
Coesão do Solo (c):	10	kPa
Ângulo de atrito interno do solo ( $\phi$ ):	24	°

### 2. Cargas Verticais Atuantes:

#### 2.1 Peso Próprio da Cortina:

$$P_{cort} = \gamma_{conc} \times e \times H$$

$$P_{cort} = 25 \times 0,40 \times 10,00$$

$$P_{cort} = 100,00 \text{ kN/m}$$

#### 2.2 Cargas Verticais nos Tirantes:

$$P_{vt} = [(n \times Ctr) / Eh] \times \text{sen} \alpha$$

$$P_{vt} = [(5 \times 390) / 2] \times \text{sen } 15^\circ$$

$$P_{vt} = 252,35 \text{ kN/m}$$

#### 2.3 Carga Total:

$$P_{total} = P_{cort} + P_{vt}$$

$$P_{total} = 100,00 + 252,35$$

$$P_{total} = 352,35 \text{ kN/m}$$

### 3. Cargas Verticais Resistentes:

#### 3.1 Atrito cortina-solo:

$$T_{nor} = [(n \times Ctr) / (H \times Eh)] \times \text{cos} \alpha$$

$$T_{nor} = [(5 \times 390) / (10,00 \times 2,00)] \times \text{cos } 15^\circ$$

$$T_{nor} = 94,18 \text{ kPa}$$

$$T_{cis} = T_{nor} \times \tan \phi \times a$$

$$T_{cis} = 94,18 \times \tan [(2/3) \times 24]$$

$$T_{cis} = 27,00 \text{ kPa}$$

#### 3.2 Carga Resistente por metro linear:

$$T_{res} = T_{cis} \times H$$

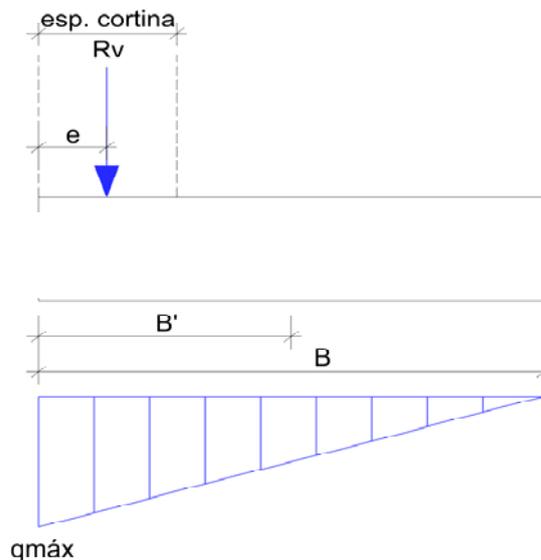
$$T_{res} = 27,00 \times 10,00$$

$$T_{res} = 270,00 \text{ kN/m}$$

#### 4. Carga Final atuante na Base da Cortina:

$$\begin{aligned} R_v &= P_{\text{total}} - T_{\text{res}} \\ R_v &= 352,35 - 281,96 \\ R_v &= 82,31 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

#### 5. Carga Final atuante na Base da Cortina:



##### 5.1 Tensão Máxima atuante na Base:

$$\begin{aligned} q_{\text{máx}} &= (4 \times R_v) / [3 \times L \times (B - 2e)] & B &= 1,40 \text{ m} \\ q_{\text{máx}} &= (4 \times 70,39) / [3 \times 1 \times (1,4 - 2 \times 0,50)] & e &= (B/2) - (e/2) \\ q_{\text{máx}} &= 274,35 \text{ kPa} \end{aligned}$$

#### 6. Capacidade de Carga da Fundação

##### 6.1 Capacidade de Carga Última:

$$\begin{aligned} q_{\text{últ}} &= (c \times N_c) + [Y \times (B'/2)] \times N_y & B' &= B - 2e \\ q_{\text{últ}} &= (10 \times 19,31) + [18 \times (0,4/2)] \times 9,44 \\ q_{\text{últ}} &= 227,08 \text{ kPa} & \text{ou} & \quad q_{\text{últ}} = q_{\text{últ}} \times B' = 90,83 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

##### 6.2 Capacidade de Carga Admissível:

$$\begin{aligned} q_{\text{adm}} &= q_{\text{últ}} / 3 \\ q_{\text{adm}} &= 227,08 / 3 \\ q_{\text{adm}} &= 75,69 \text{ kPa} & \text{ou} & \quad q_{\text{adm}} = q_{\text{adm}} \times B' = 30,28 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

#### 7. Verificação do FS da Fundação

$$\begin{aligned} FS &= Q_{\text{últ}} / R_v \\ FS &= 1,10 \end{aligned}$$

**\* Fundação necessita de Estaqueamento**

Para falha localizada:

$$\begin{aligned} FS &= Q_{\text{últ}} / Q_{\text{max}} \\ FS &= 0,83 \end{aligned}$$

**\* Fundação necessita de Estaqueamento**

# 1. DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS - MÉTODO DAVID CABRAL

## 1.1 CORTINA ATIRANTADA 01 - PARAMENTO INFERIOR

CAPACIDADE DE ESTACAS RAÍZ - MÉTODO DAVID CABRAL - SOLO													
PROJETO:		PROLONGAMENTO DA AV. MARTIN LUTHER - BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC											
CORTINA ATIRANTADA:		01	(PARAMENTO INFERIOR)				Início:	0+347	Final:	0+433	Extensão:	86m	
CARACTERÍSTICAS DA ESTACA													
Tipo de estaca:		Raiz		Peso por metro linear da cortina:					100,00		kN/m		
∅ estaca:	25,0	cm		Carga vertical de tirantes por metro linear:					252,35		kN/m		
Perímetro:	78,54	cm		Carga total:					35,24	tf	352,35		kN/m
Área de ponta:	490,87	cm <sup>2</sup>		Para um painel de 12m (tf):					422,82		Carga p/ Estaca:	70,47	
				Nº Estacas:					6				a cada 2m
PROF. (m)	Material	N spt	Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bo	B1 (%)	B2	B0.B1.N	rp: B0.B2.N	PI (tf)	PI acum (tf)	Pp (tf)	Pr (tf)	
1	Silte Arenoso	30	2	0,97	6	2	1,75	58,20	13,71	13,71	28,57	21,1	
2	Silte Arenoso	26	2	0,97	6	2	1,51	50,44	11,88	25,60	24,76	25,2	
3	Silte Arenoso	30	2	0,97	6	2	1,75	58,20	13,71	39,31	28,57	33,9	
4	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	57,59	38,09	47,8	
5	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	75,88	38,09	57,0	
6	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	94,16	38,09	66,1	
7	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	112,45	38,09	75,3	
8	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	130,73	38,09	84,4	
9	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	149,02	38,09	93,6	
10	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	167,30	38,09	102,7	

COMPRIMENTO ADOTADO: 8m

## 1.2 CORTINA ATIRANTADA 02 - PARAMENTO SUPERIOR

CAPACIDADE DE ESTACAS RAÍZ - MÉTODO DAVID CABRAL - SOLO													
PROJETO:		PROLONGAMENTO DA AV. MARTIN LUTHER - BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC											
CORTINA ATIRANTADA:		02	(PARAMENTO SUPERIOR)				Início:	0+360	Final:	0+420	Extensão:	60m	
CARACTERÍSTICAS DA ESTACA													
Tipo de estaca:		Raiz		Peso por metro linear da cortina:					100,00		kN/m		
∅ estaca:	25,0	cm		Carga vertical de tirantes por metro linear:					252,35		kN/m		
Perímetro:	78,54	cm		Carga total:					35,24	tf	352,35		kN/m
Área de ponta:	490,87	cm <sup>2</sup>		Para um painel de 12m (tf):					422,82		Carga p/ Estaca:	70,47	
				Nº Estacas:					6				a cada 2m
PROF. (m)	Material	N spt	Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bo	B1 (%)	B2	B0.B1.N	rp: B0.B2.N	PI (tf)	PI acum (tf)	Pp (tf)	Pr (tf)	
1	Silte Arenoso	38	2	0,97	6	2	2,21	73,72	17,37	17,37	36,19	26,8	
2	Silte Arenoso	30	2	0,97	6	2	1,75	58,20	13,71	31,08	28,57	29,8	
3	Silte Arenoso	30	2	0,97	6	2	1,75	58,20	13,71	44,80	28,57	36,7	
4	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	63,08	38,09	50,6	
5	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	81,36	38,09	59,7	
6	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	99,65	38,09	68,9	
7	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	117,93	38,09	78,0	
8	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	136,22	38,09	87,2	
9	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	154,50	38,09	96,3	
10	Silte Arenoso	40	2	0,97	6	2	2,33	77,60	18,28	172,78	38,09	105,4	

COMPRIMENTO ADOTADO: 8m

## 2. DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS - MÉTODO DECOURT QUARESMA

### 2.1 CORTINA ATIRANTADA 01 - PARAMENTO INFERIOR

ok

Cota (m)	Nº SPT	Tipo do solo							Areia com pedregulhos
		Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	
1	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Tipo de Estaca**

- Premoldada (concreto)
- Franki
- Hélice Contínua
- Escavadas sem revestimentos
- Escavadas com revestimentos ou lama
- Hollow Auger
- Raiz

ok

**Dados da estaca**

Comprimento total da estaca (m)  
 m

Diâmetro seção circular \*  
 mm

Volume base alargada (Franki) (L)  
 litros

Tipo de carregamento método "P.P.C.V" \*

**Resultado dos Métodos**

Carga admissível da estaca (t) CS(NORMA)= 2,00

Carga admissível da estaca (t) CS = definido pelo autor

Capacidade de carga total da estaca (t)

	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)			
Pedro Paulo Costa Velloso	139,1	35,5	174,6	69,9	87,3
Aoki-Velloso	58,4	54,0	112,4	56,2	56,2
Decourt-Quaresma	95,9	29,5	125,3	81,1	62,7
Alberto Henriques Teixeira	115,9	15,7	131,6	65,8	65,8
Urbano Rodrigues Alonso	111,3	29,5	140,7	70,4	70,4
Média dos processos	104,1	32,8	137,0	68,7	68,5

COMPRIMENTO ADOTADO: 8m

## 2.2 CORTINA ATIRANTADA 02 - PARAMENTO SUPERIOR

ok

Cota (m)	N° SPT	Tipo do solo							Areia com pedregulhos
		Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	
1	38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ok

**Tipo de Estaca**

- Premoldada (concreto)
- Franki
- Hélice Contínua
- Escavadas sem revestimentos
- Escavadas com revestimentos ou lama
- Hollow Auger
- Raiz

**Dados da estaca**

Comprimento total da estaca (m)  
8,0 m

Diâmetro seção circular \*  
250,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)  
litros

Tipo de carregamento método "P.P.C.V" \*  
Compressão

**Resultado dos Métodos**

Carga admissível da estaca (t) CS(NORMA)= 2,00

Carga admissível da estaca (t) CS = definido pelo autor

Capacidade de carga total da estaca (t)

	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)			
Pedro Paulo Costa Velloso	145,9	35,5	181,4	72,6	<b>90,7</b>
Aoki-Velloso	61,3	54,0	115,3	57,6	<b>57,6</b>
Decourt-Quaresma	100,2	29,5	129,6	84,4	<b>64,8</b>
Alberto Henriques Teixeira	121,6	15,7	137,3	68,6	<b>68,6</b>
Urbano Rodrigues Alonso	116,7	29,5	146,2	73,1	<b>73,1</b>
Média dos processos	109,1	32,8	142,0	71,3	71,0

COMPRIMENTO ADOTADO: 8m

### 3. DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS - ARMADURAS

3 cm

Aço longitudinal  
8 Ø 20,0 mm

Aço de estribos  
Ø 6,3 mm C / 20,0 cm

da 19,0 cm

db 25,0 cm

100 Kg.m

90 tf

0 tf

8- Altura da fundação

3- Atrito lateral na estaca

Selecione o tipo de fundação  Agressiv. do solo

1  Tipo

Diâmetro seção circular  cm

7  cm

Altura da fundação  m

8  m

fck  kg/cm<sup>2</sup>

9  kg/cm<sup>2</sup>

Aço principal  mm CA 50

10  mm CA 50

Aço dos estribos  mm CA 50

11  mm CA 50

Cobrimento  cm

12  cm

---

**Valores de cálculo**

As de compressão	<input type="text" value="26,16"/> cm <sup>2</sup>
As min de compressão	<input type="text" value="1,96"/> cm <sup>2</sup>
As de tração	<input type="text" value="0,00"/> cm <sup>2</sup>
As min de tração	<input type="text" value="0,00"/> cm <sup>2</sup>
As de momento	<input type="text" value="0,49"/> cm <sup>2</sup>
As min de momento	<input type="text" value="0,74"/> cm <sup>2</sup>
As cortante (estribos)	<input type="text" value="0,00"/> cm <sup>2</sup>
As min cortante	<input type="text" value="2,47"/> cm <sup>2</sup>
Volume de concreto	<input type="text" value="0,39"/> m <sup>3</sup>
Peso aço longitudinal	<input type="text" value="157,83"/> kg
Peso aço transversal	<input type="text" value="4,92"/> kg

---

da/db	<input type="text" value="0,76"/>	ftk	<input type="text" value="25"/>
Ac	<input type="text" value="490,87"/> cm <sup>2</sup>	NB	<input type="text" value="1,50"/>
fcd	<input type="text" value="111,1"/>	Ψ	<input type="text" value="1,00"/>
γc	<input type="text" value="2,7"/>	Es	<input type="text" value="2100000"/>
γf	<input type="text" value="1,4"/>	m	<input type="text" value="0,00806"/>
γs	<input type="text" value="1,15"/>	p	<input type="text" value="0,03763"/>
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="4200"/>		

### 13.3 Contenção do tipo Solo Reforçado com face em Gabião

A contenção do tipo solo reforçado com face em gabião é fundamenta no conceito de introdução de elementos resistentes à tração no maciço, em forma de fitas metálicas, convenientemente orientadas, que aumentam a resistência do solo e diminuem a deformabilidade do maciço. O comportamento global do maciço é melhorado à custa da transferência de esforços para os elementos resistentes (reforços)

Os solos, de um modo geral, possuem baixa resistência à esforços de tração. Quando carregado verticalmente, uma massa de solo sofre deformações verticais de compressão e deformações laterais de tração. Contudo, se a massa de solo estiver reforçada, os movimentos laterais são limitados pela reduzida deformabilidade do reforço. Esta restrição de deformações é obtida graças ao desenvolvimento de esforços de tração no elemento de reforço.

A contenção forma-se pela associação do reforço metálico em malha hexagonal de dupla torção com o paramento frontal em gabiões caixa, ambos formando um único pano de malha, que forma o reforço, a base, a face e a tampa do elemento frontal.

Para o presente projeto, são indicadas contenções do tipo solo reforçado com face em gabião em 3 situação que se desenvolvem ao longo do trecho, detalhadas a seguir:

- Muro 01:
  - Situação: Desnível entre a via principal e a via lateral;
  - Solução: Muro com face em gabião caixa e maciço em solo reforçado com fita metálica;
  - Localização: proximidade do km 0+520 LD; e
  - Extensão: 90,0m.
  
- Muro 02:
  - Situação: Contenção do aterro da pista de aproximação do viaduto;
  - Solução: Muro com face em gabião caixa e maciço em solo reforçado com fita metálica;
  - Localização: proximidade do km 0+620; e
  - Extensão: 88,0m
  
- Muro 03:
  - Situação: Contenção do aterro da pista de aproximação do viaduto (lado oposto);
  - Solução: Muro com face em gabião caixa e maciço em solo reforçado com fita metálica;
  - Localização: proximidade do km 0+720; e
  - Extensão: 124,0m

Figura 6 – Muro 01: Seção-tipo  
Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.

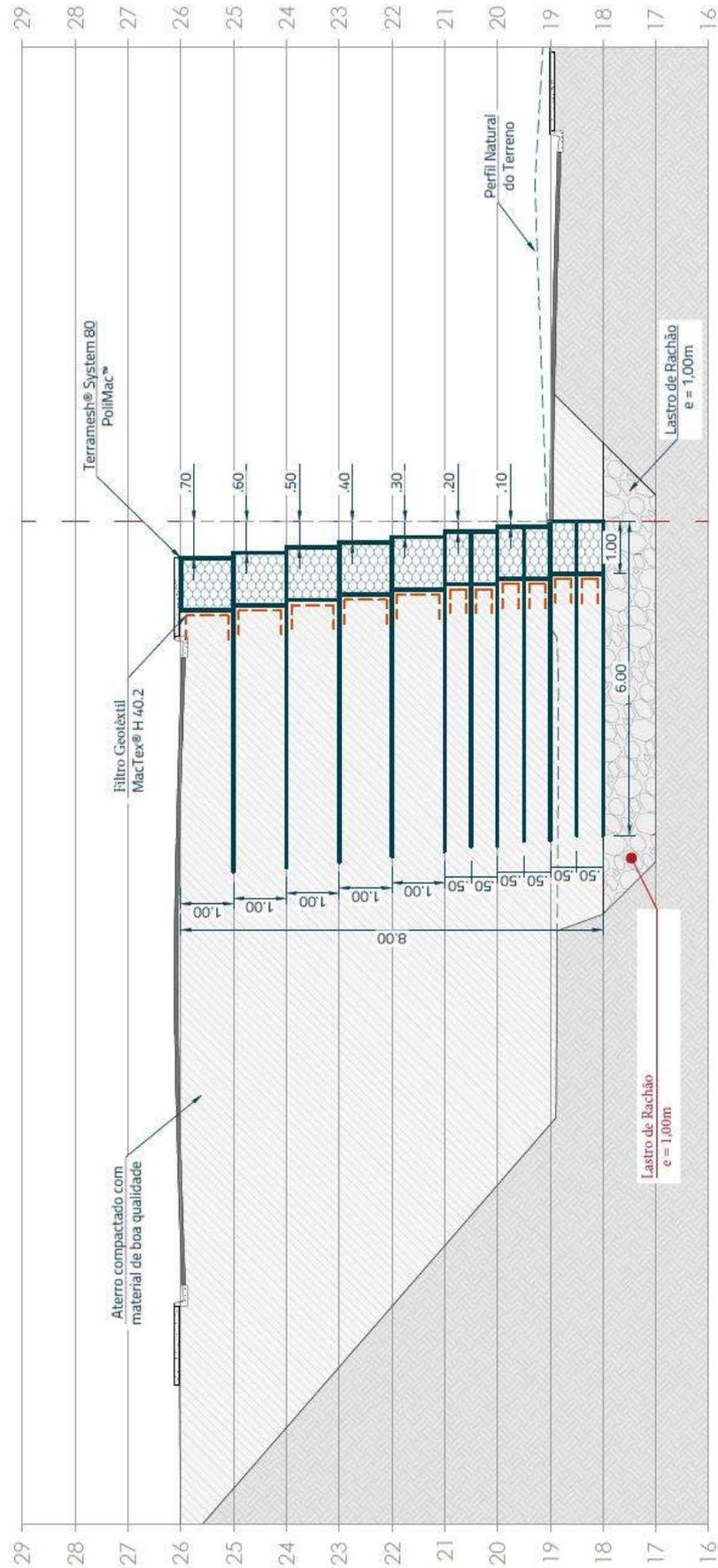


Figura 7 – Muro 02: Seção-tipo  
 Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.

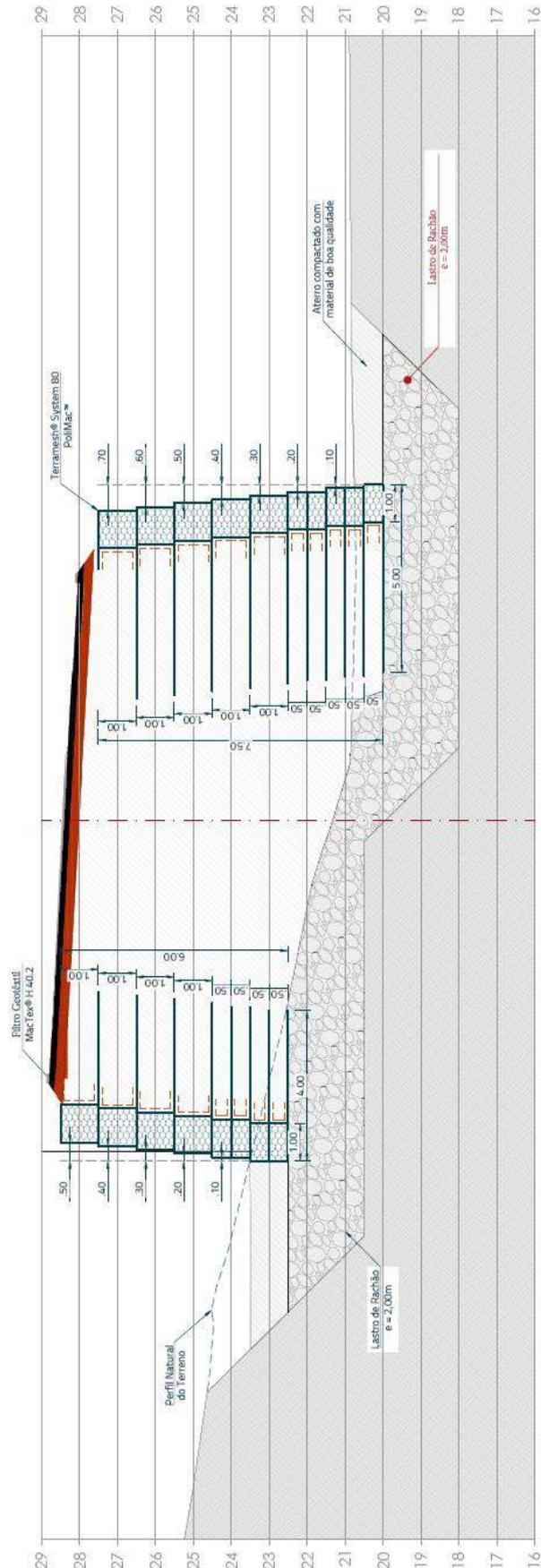


Figura 8 – Muro 03: Seção-tipo  
 Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.

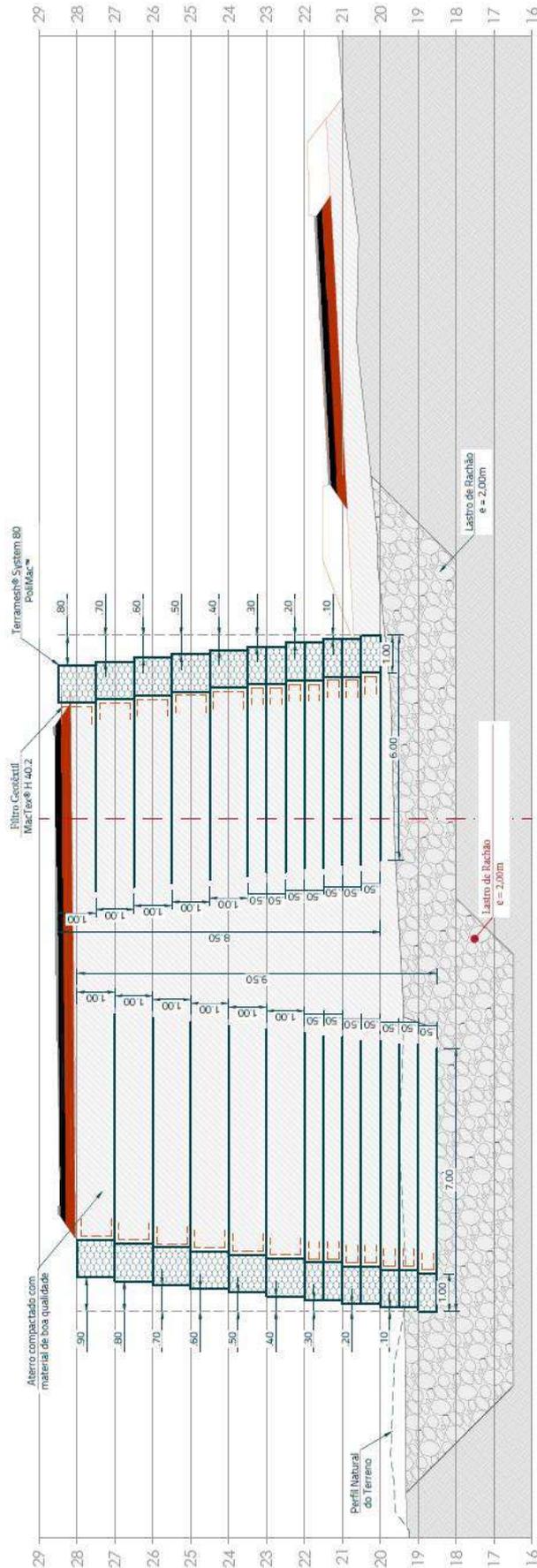
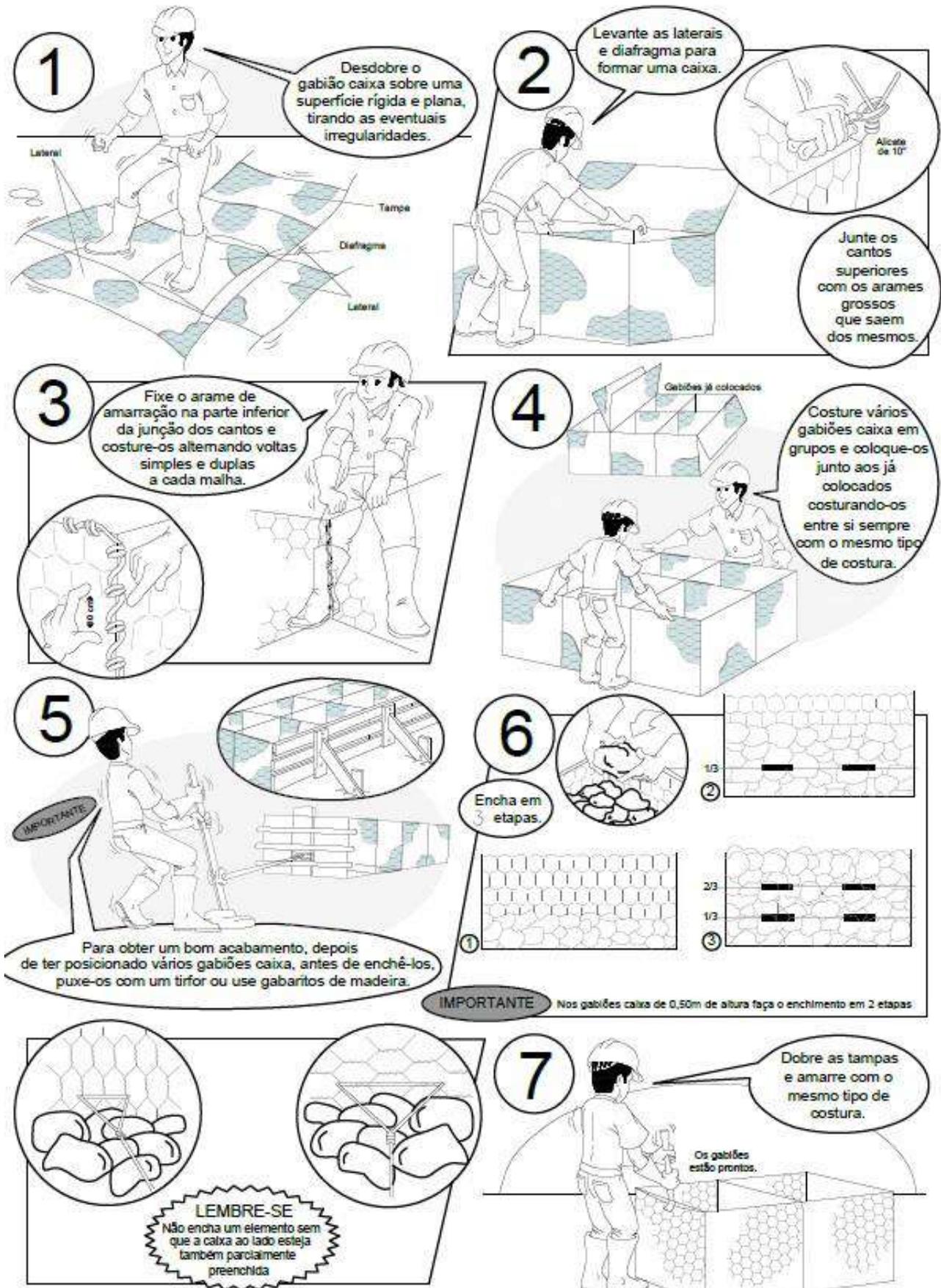


Figura 9 – Passo à Passo Executivo: Gabiões Caixa

Fonte: MACCAFERRI DO BRASIL, 2021.



Para compor o maciço armado deverá ser utilizada material competente, com boa resistência, e apresentar expansividade inferior a 2,0% (ensaio CBR). Este deverá ser compactado em camadas com espessura máxima acabada de 25cm, até atingir o grau de compactação mínimo de 98% 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 do uso de placas vibratórias ou sapos mecânicos, para evitar dano pela proximidade do rolo compactador. As escavações próximas à estrutura não deverão comprometer a integridade da mesma.

A execução da face, colocação dos gabiões e a execução do aterro devem ser simultâneas, ou seja, o levantamento do muro deve ser efetuado concomitantemente com a execução do aterro.

A seguir é apresentado o dimensionamento geotécnico das estruturas projetadas em solo reforçado com face em gabião, realizado através do *software* MacStars W, da Maccaferri, demonstrando atender o fator de segurança necessário para atribuir a segurança necessária e satisfazer como solução de contenção. Todo o detalhamento relacionado ao projeto de contenções em solo reforçado está presente no Volume 2: Projeto de Execução.

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Maccaferri do Brasil  
Telefone 4525-5000

Projeto..... : Contenção em Solo Reforçado

Seção Transversal..... : Estaca 0+530

Local..... : Balneário Camboriu -SC

Pasta..... : DR-31297-R0

Data..... : 31/07/2024

## RESUMO

PERFIL DA CAMADA.....	2
PERFIL DA SUPERFÍCIE FREÁTICA.....	3
BLOCOS REFORÇADOS.....	4
Bloco: TMS 01.....	4
Bloco: TMS 02.....	4
Bloco: TMS 03.....	5
SOBRECARGAS.....	5
PROPRIEDADES DOS REFORÇOS UTILIZADOS.....	5
VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS.....	7
Verificação da estabilidade Global: Global.....	7
Verificação como muro a gravidade:.....	8
Estabilidade Interna: TMS 01.....	9
Estabilidade Interna: TMS 02.....	10
Estabilidade Interna: TMS 03.....	11

**PROPRIEDADES DO SOLO**

**Solo: 01 -** Descrição: SP01 - Argila Arenosa Mole

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	13.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	13.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00

**Solo: 02 -** Descrição: SP 01 - Areia Medianamente Compacta

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	32.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00

**Solo: ATERRO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	10.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	28.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	18.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	18.00

**Solo: GABIÃO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	90.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	54.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.60
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.60

**Solo: IMPENETRÁVEL** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	50.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	50.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	22.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00

**Solo: RACHÃO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	45.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00

**PERFIL DA CAMADA**

**Camada: ATERRO** Descrição:

Solo: ATERRO							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
31.70	8.00	49.68	8.05				

**Camada: RACHÃO** Descrição:

Solo: RACHÃO							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
27.42	1.08	30.10	1.06	31.00	0.00	37.50	0.00

**Camada: SOLO 01**

Descrição:

Solo: 01 -

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.01	0.89	14.11	1.24	18.89	1.02	20.83	1.13
27.42	1.08	29.50	-1.00	36.50	-1.00	37.50	0.01
37.81	0.86	41.38	0.89	49.68	8.05	50.74	8.84
52.60	9.32	60.01	9.61				

**Camada: SOLO2**

Descrição:

Solo: 02 -

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.01	-2.11	14.11	-1.76	18.89	-1.98	20.83	-1.87
23.56	-1.71	32.03	-2.01	33.09	-2.16	41.38	-2.11
49.68	5.05	50.74	5.84	52.60	6.32	60.01	6.27

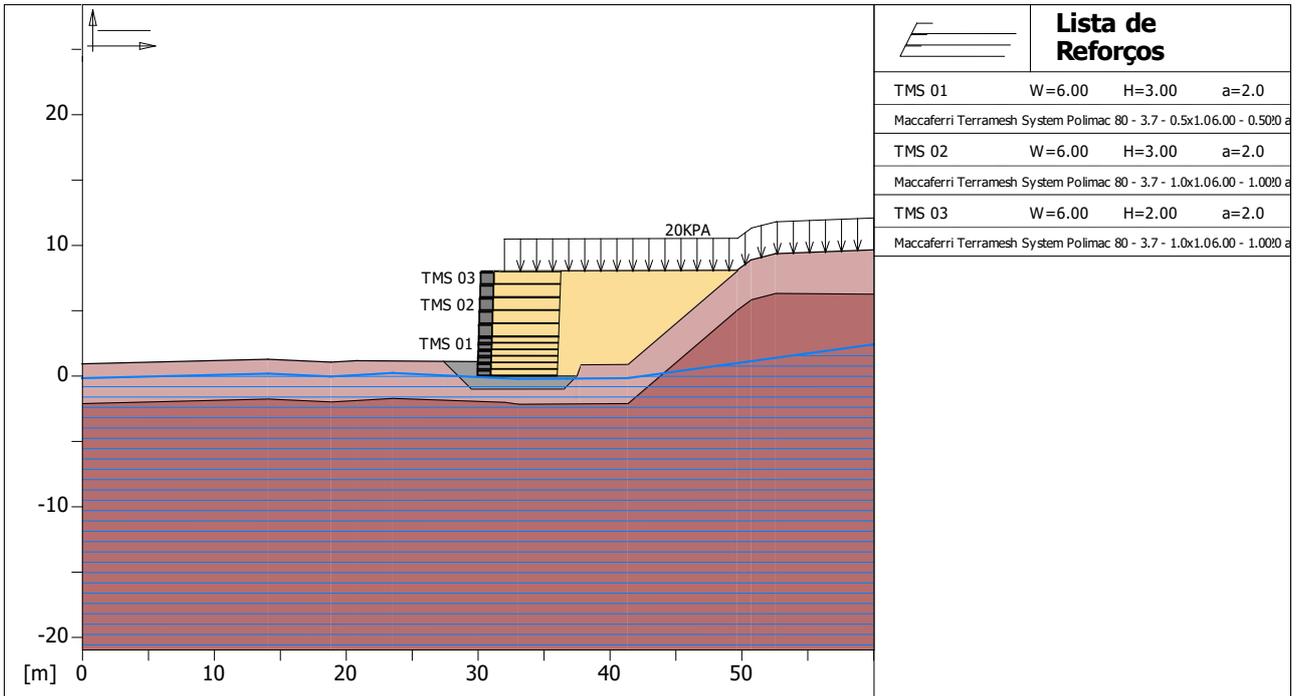
**PERFIL DA SUPERFÍCIE FREÁTICA**

**Superfície freática: N.A**

Descrição:

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]
0.01	-0.21			14.11	0.14		
18.89	-0.08			20.86	0.03		
23.56	0.19			32.23	-0.23		
33.09	-0.26			36.81	-0.24		
41.38	-0.21			60.01	2.37		

**BLOCOS REFORÇADOS**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Nome do Projeto:</b> Contenção em Solo Reforçado</p> <p><b>Seção transversal:</b> Estaca 0+530   SP 01</p> <p><b>Local:</b> Balneário Camboriú -SC</p>	<p><b>Arquivo:</b> MAC-MC-31297-R0 - Situação 01 - Estaca 0+530.mac</p>	<p><b>Data:</b> 31/07/2024</p> <p><b>Pasta:</b> DR-31297-R0</p>
--	--	---	---

**Bloco: TMS 01**

Dimensões do bloco [m]: Largura da Base = 6.00      Altura = 3.00  
 Origem do Bloco [m]: Abscissa = 30.00      Ordenada = 0.00  
 Inclinação da Face [°]: 2.00

Material de enchimento do Gabião: GABIÃO  
 Tipo de aterro estrutural: Silte arenoso  
 Aterro estrutural: ATERRO  
 Solo de aterro: ATERRO  
 Solo do talude acima da estrutura: ATERRO  
 Solo da Fundação: 01 -

Parâmetros para o cálculo da capacidade de suporte por Brinch Hansen, Vesic ou Meyerhof

Profundidade da fundação [m]: 0.00  
 Inclinação do talude ao pé da estrutura [°]: 0.00

**Padrão dos reforços:**

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Comprimento [m] = 6.00  
 Gabião [m]: Altura = 0.50      Largura = 1.00

**Bloco: TMS 02**

Dimensões do bloco [m]: Largura da Base = 6.00      Altura = 3.00  
 Berma [m] = 0.00 por TMS 01  
 Inclinação da Face [°]: 2.00

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO  
Tipo de aterro estrutural.....: Silte arenoso  
Aterro estrutural.....: ATERRO  
Solo de aterro.....: ATERRO  
Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO  
Solo da Fundação.....: ATERRO

Parâmetros para o cálculo da capacidade de suporte por Brinch Hansen, Vesic ou Meyerhof  
Profundidade da fundação.....[m] : 0.00  
Inclinação do talude ao pé da estrutura.....[°] : 0.00

**Padrão dos reforços:**

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Comprimento.....[m] = 6.00  
Gabião.....[m] : Altura..... = 1.00      Largura..... = 1.00

**Bloco: TMS 03**

Dimensões do bloco.....[m] : Largura da Base..... = 6.00      Altura..... = 2.00  
Berma.....[m] = 0.00 por TMS 02  
Inclinação da Face.....[°] : 2.00

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO  
Tipo de aterro estrutural.....: Silte arenoso  
Aterro estrutural.....: ATERRO  
Solo de aterro.....: ATERRO  
Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO  
Solo da Fundação.....: ATERRO

Parâmetros para o cálculo da capacidade de suporte por Brinch Hansen, Vesic ou Meyerhof  
Profundidade da fundação.....[m] : 0.00  
Inclinação do talude ao pé da estrutura.....[°] : 0.00

**Padrão dos reforços:**

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Comprimento.....[m] = 6.00  
Gabião.....[m] : Altura..... = 1.00      Largura..... = 1.00

**SOBRECARGAS****Cargas Distribuídas: 20KPA**      Descrição:

Intensidade.....[kN/m<sup>2</sup>] = 20.00      Inclinação.....[°] = 0.00  
Abscissa.....[m] : de = 32.00 até = 60.00

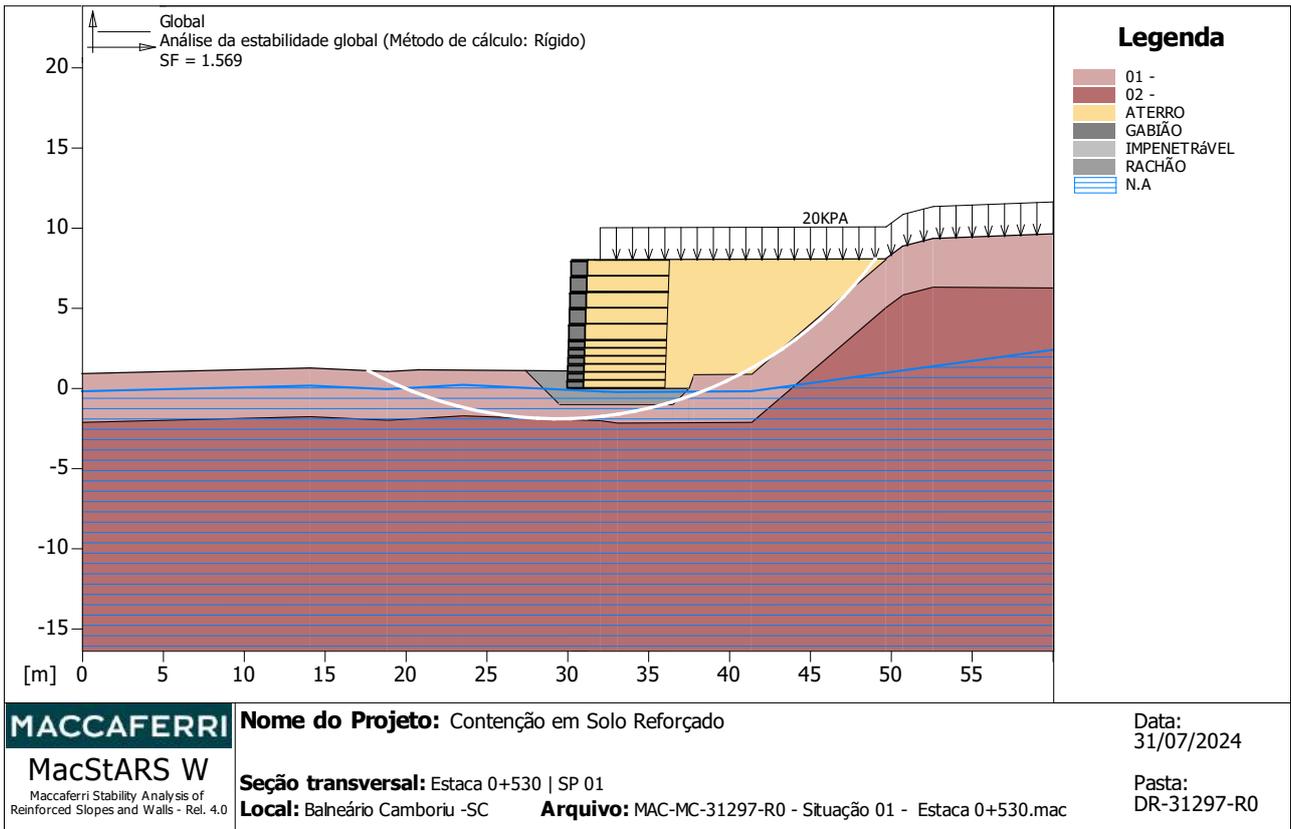
**PROPRIEDADES DOS REFORÇOS UTILIZADOS**

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Resistência à Tração.....[kN/m] : 50.00  
Comprimento de ancoragem Mínimo.....[m] : 0.15

Fator de seg. contra a ruptura (pedregulho).....	:	1.43
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia siltosa).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (argila arenosa).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de interação reforço/reforço.....	:	0.30
Coefficiente de interação reforço-brita.....	:	0.90
Coefficiente de interação reforço-areia.....	:	0.65
Coefficiente de interação reforço-silte.....	:	0.50
Coefficiente de interação reforço-argila.....	:	0.30
Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos		
Resistência à Tração.....	[kN/m]	50.00
Comprimento de ancoragem Mínimo.....	[m]	0.15
Fator de seg. contra a ruptura (pedregulho).....	:	1.43
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia siltosa).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (argila arenosa).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de interação reforço/reforço.....	:	0.30
Coefficiente de interação reforço-brita.....	:	0.90
Coefficiente de interação reforço-areia.....	:	0.65
Coefficiente de interação reforço-silte.....	:	0.50
Coefficiente de interação reforço-argila.....	:	0.30

**VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS**



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Nome do Projeto:** Contenção em Solo Reforçado  
**Seção transversal:** Estaca 0+530 | SP 01  
**Local:** Baheário Camboriu -SC **Arquivo:** MAC-MC-31297-R0 - Situação 01 - Estaca 0+530.mac

**Data:** 31/07/2024  
**Pasta:** DR-31297-R0

**Verificação da estabilidade Global: Global**

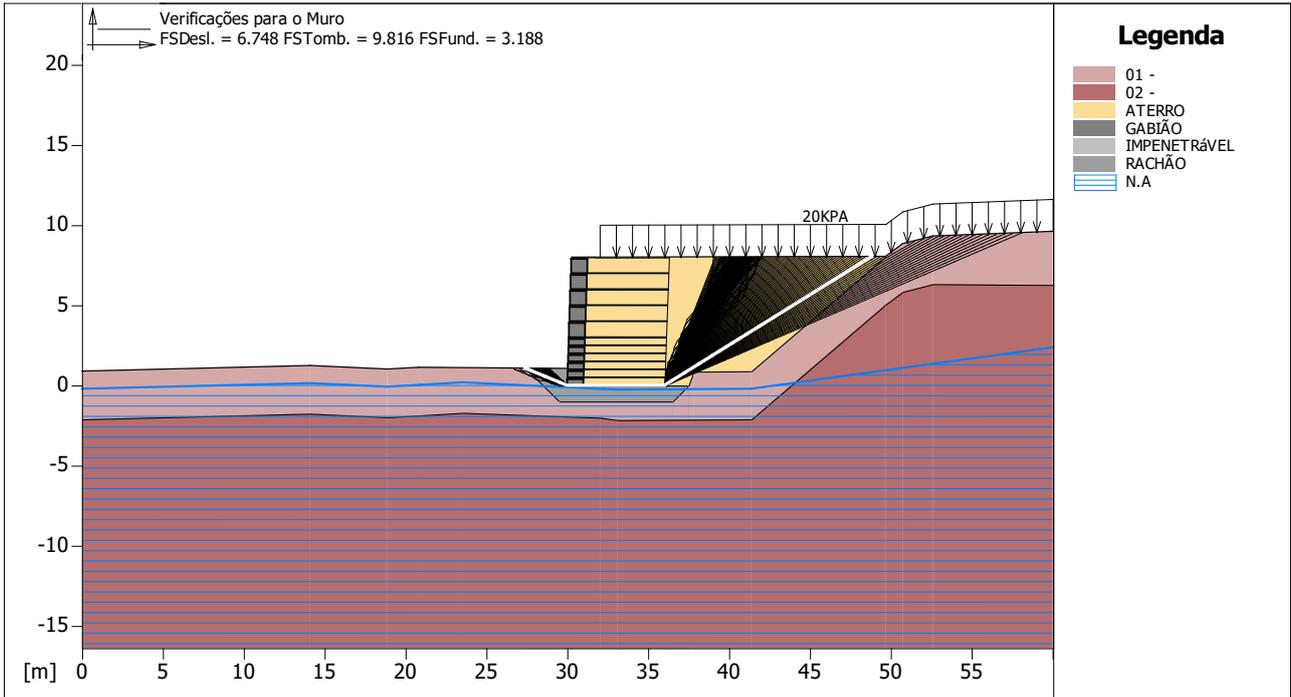
Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado ..... : 1.569

Limites de busca para as superfícies de ruptura

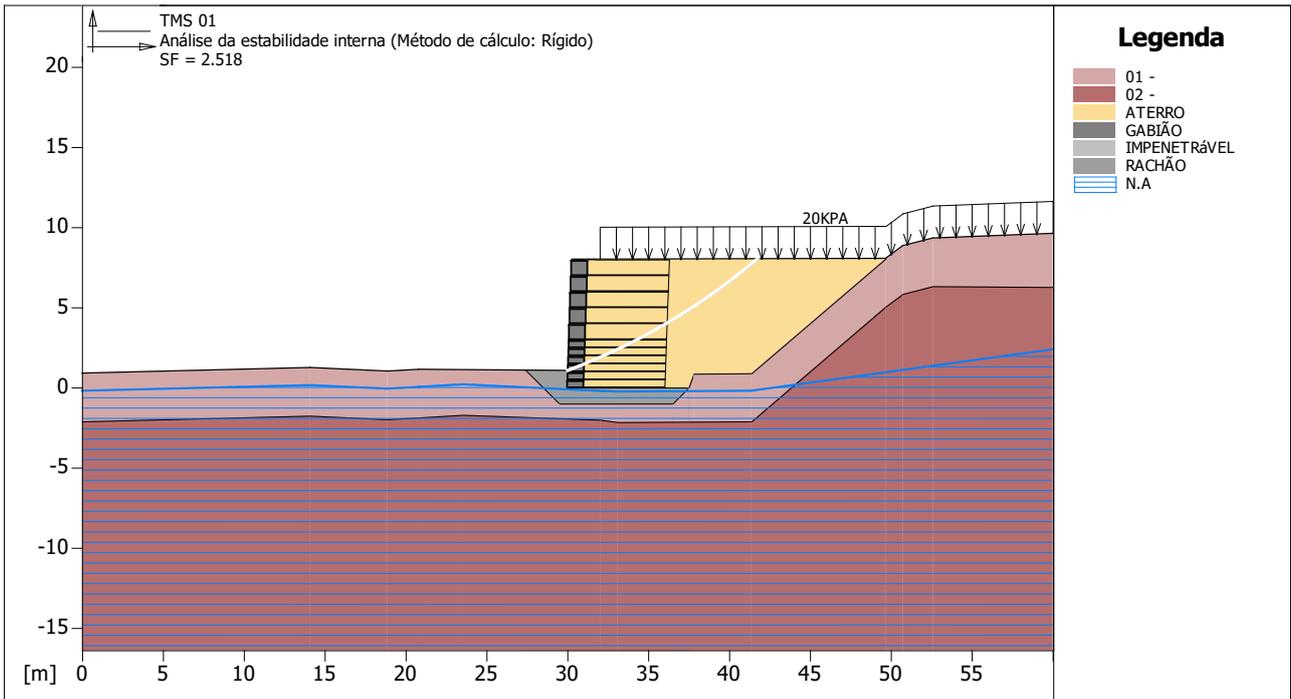
Limite inicial, abscissas [m]		Limite final, abscissas [m]	
Primeiro ponto	Segundo ponto	Primeiro ponto	Segundo ponto
1.00	30.00	31.00	59.00
Número de pontos de início no primeiro segmento.....			100
Número total de superfícies verificadas.....			1000
Comprimento mínimo da base das lamelas..... [m].....			1.00
Ângulo limite superior para a busca..... [°].....			0.00
Ângulo limite inferior para a busca..... [°].....			0.00



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b> Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Nome do Projeto:</b> Contenção em Solo Reforçado</p>	<p>Data: 31/07/2024</p>
	<p><b>Seção transversal:</b> Estaca 0+530   SP 01</p> <p><b>Local:</b> Baheário Camboriu -SC      <b>Arquivo:</b> MAC-MC-31297-R0 - Situação 01 - Estaca 0+530.mac</p>	<p>Pasta: DR-31297-R0</p>

**Verificação como muro a gravidade:**

Bloco Considerado: TMS 01	
Força Estabilizante.....	[kN/m]..... : 939.27
Força Atuante.....	[kN/m]..... : 139.18
Fator de Segurança contra o Deslizamento.....	: 6.748
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m]..... : 3062.50
Momento Ativo.....	[kN*m/m]..... : 312.00
Fator de segurança contra o tombamento.....	: 9.816
Pressão Admissível calculada pelo método de equilíbrio limite.	
Pressão Admissível.....	[kN/m <sup>2</sup> ]..... : 516.78
Pressão média.....	[kN/m <sup>2</sup> ]..... : 162.13
Fator de segurança – Capacidade de carga da fundação.....	: 3.188
Fundação equivalente.....	[m]..... : 5.86
Excentricidade da força normal.....	[m]..... : 0.07
Braço de momento.....	[m]..... : 2.24
Força normal.....	[kN]..... : 939.27
Tensão normal na borda interna.....	[kN/m <sup>2</sup> ]..... : 167.77
Tensão normal na borda externa.....	[kN/m <sup>2</sup> ]..... : 145.32



**Legenda**

- 01 -
- 02 -
- ATERRO
- GABIÃO
- IMPENETRÁVEL
- RACHÃO
- N.A.

<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Nome do Projeto:</b> Contenção em Solo Reforçado</p>	<p>Data:</p> <p>31/07/2024</p>
	<p><b>Seção transversal:</b> Estaca 0+530   SP 01</p> <p><b>Local:</b> Baheário Camboriu -SC</p>	<p><b>Arquivo:</b> MAC-MC-31297-R0 - Situação 01 - Estaca 0+530.mac</p>

**Estabilidade Interna: TMS 01**

Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado: 2.518

Limites de busca para as superfícies de ruptura

Bloco	Limite inicial, abscissas [m]	
	Primeiro ponto	Segundo ponto
TMS 01	31.00	60.00

Número de pontos de início no primeiro segmento	: 1
Número total de superfícies verificadas	: 1000
Comprimento mínimo da base das lamelas [m]	: 1.00
Ângulo limite superior para a busca [°]	: 0.00
Ângulo limite inferior para a busca [°]	: 0.00

Bloco: TMS 01

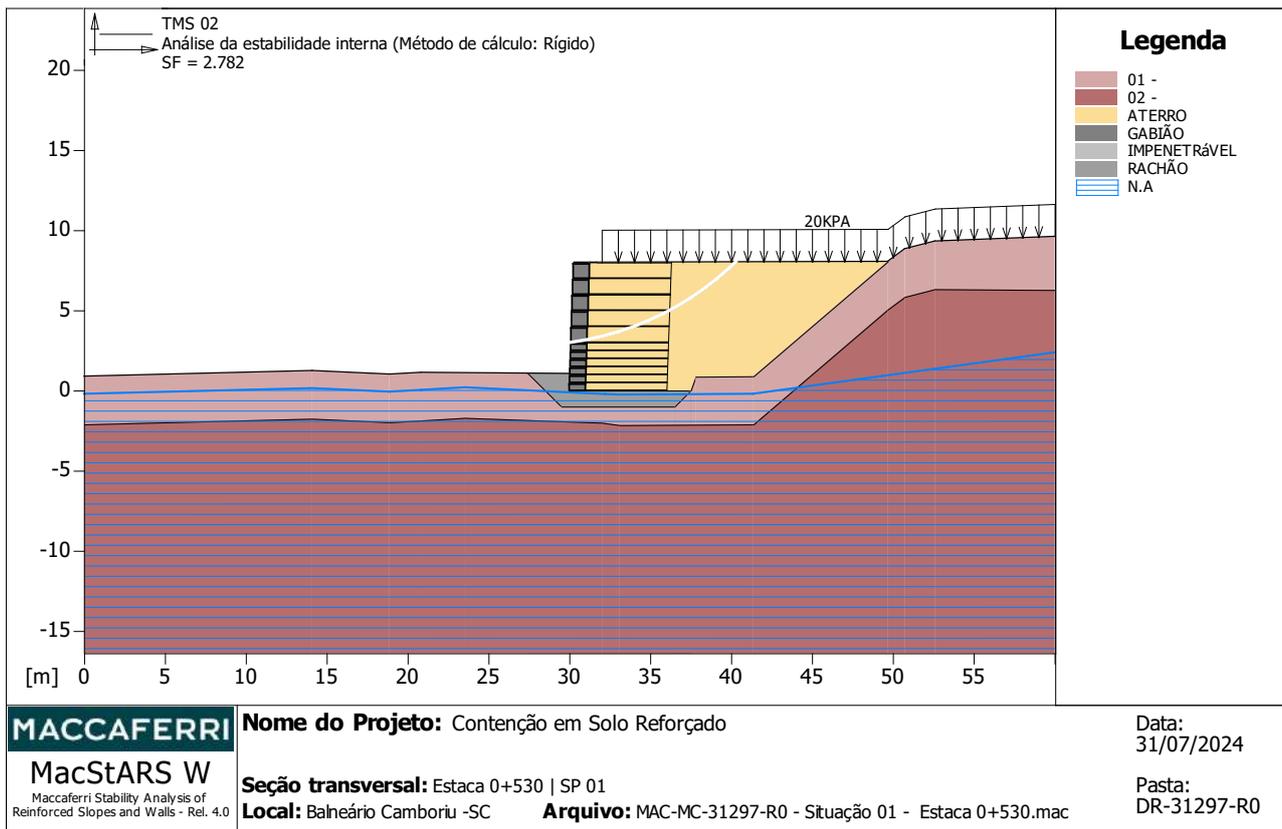
Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	ruptura [kN/m]	arrancamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.500	50.0	348.6	40.3	1.24	8.65
2.000	50.0	256.8	40.3	1.24	6.37
2.500	50.0	172.4	40.3	1.24	4.28

Bloco: TMS 02

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	ruptura [kN/m]	arrancamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	102.3	40.3	1.24	2.54



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
 Maccaferri Stability Analysis of  
 Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Nome do Projeto:** Contenção em Solo Reforçado

**Seção transversal:** Estaca 0+530 | SP 01

**Local:** Baheário Camboriu -SC

**Arquivo:** MAC-MC-31297-R0 - Situação 01 - Estaca 0+530.mac

**Data:**  
31/07/2024

**Pasta:**  
DR-31297-R0

**Estabilidade Interna: TMS 02**

Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado.....: 2.782

Limites de busca para as superfícies de ruptura

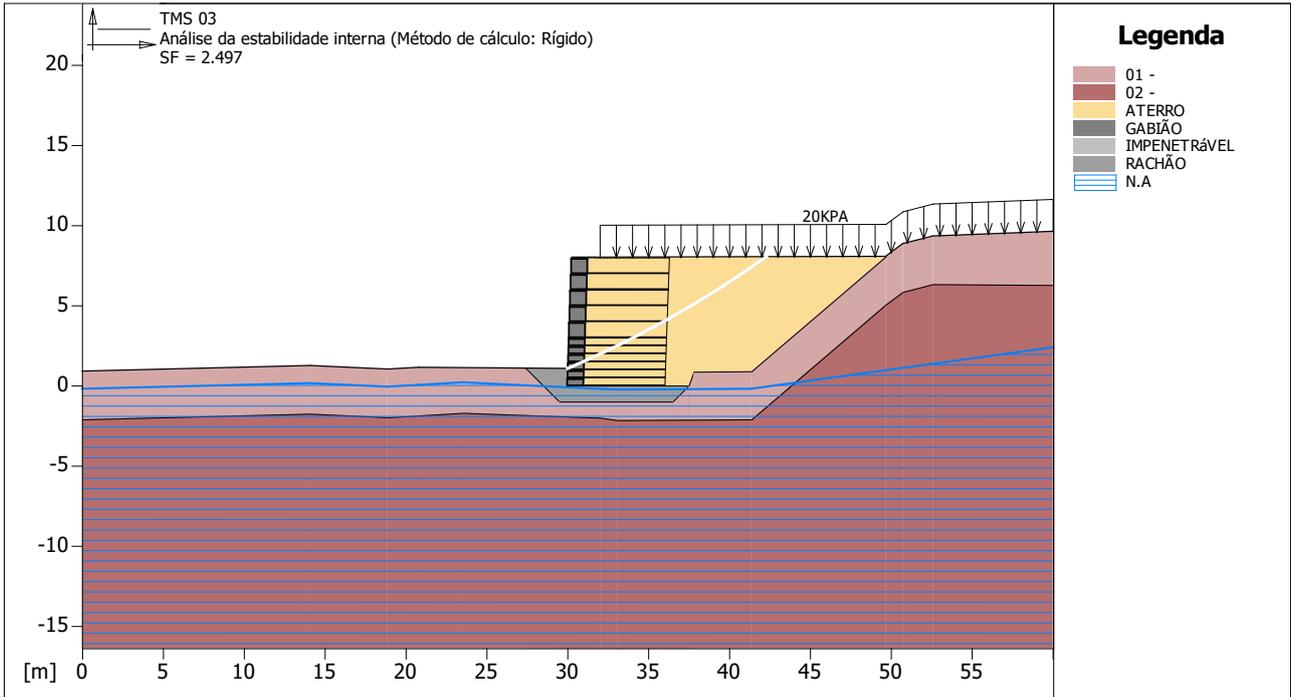
Bloco TMS 02	Limite inicial, abscissas [m]	
	Primeiro ponto 32.00	Segundo ponto 60.00

Número de pontos de início no primeiro segmento.....:	1
Número total de superfícies verificadas.....:	1000
Comprimento mínimo da base das lamelas..... [m].....:	1.00
Ângulo limite superior para a busca..... [°].....:	0.00
Ângulo limite inferior para a busca..... [°].....:	0.00

Bloco: TMS 02

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	ruptura [kN/m]	arrancamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	103.2	40.3	1.24	2.56



<b>MACCAFERRI</b> <b>MacStARS W</b> <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small>	<b>Nome do Projeto:</b> Contenção em Solo Reforçado	Data: 31/07/2024
	<b>Seção transversal:</b> Estaca 0+530   SP 01 <b>Local:</b> Baheário Camboriu -SC <b>Arquivo:</b> MAC-MC-31297-R0 - Situação 01 - Estaca 0+530.mac	Pasta: DR-31297-R0

**Estabilidade Interna: TMS 03**

Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido  
 Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop  
 Fator de Segurança Calculado: 2.497

Limites de busca para as superfícies de ruptura

Bloco	Limites de busca para as superfícies de ruptura	
	Primeiro ponto	Segundo ponto
TMS 01	32.00	60.00
Número de pontos de início no primeiro segmento	1	
Número total de superfícies verificadas	1000	
Comprimento mínimo da base das lamelas [m]	1.00	
Ângulo limite superior para a busca [°]	0.00	
Ângulo limite inferior para a busca [°]	0.00	

Bloco: TMS 01

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	ruptura [kN/m]	arrancamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.500	50.0	353.6	40.3	1.24	8.77
2.000	50.0	269.2	40.3	1.24	6.68
2.500	50.0	186.0	40.3	1.24	4.62

Bloco: TMS 02

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	ruptura [kN/m]	arrancamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	115.0	40.3	1.24	2.85

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Maccaferri do Brasil  
Telefone 4525-5000

Projeto..... : Contenção em Solo Reforçado

Seção Transversal..... : Estaca 0+685

Local..... : Balneário Camboriu -SC

Pasta..... : DR-31297-R0

Data..... : 31/07/2024

## RESUMO

PERFIL DA CAMADA.....	2
PERFIL DA SUPERFÍCIE FREÁTICA.....	3
BLOCOS REFORÇADOS.....	4
Bloco: TMS 01.....	4
Bloco: TMS 02.....	4
Bloco: TMS 03.....	5
SOBRECARGAS.....	5
PROPRIEDADES DOS REFORÇOS UTILIZADOS.....	5
VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS.....	7
Verificação da estabilidade Global: Global.....	7
Verificação como muro a gravidade:.....	8
Estabilidade Interna: TMS 01.....	9

**PROPRIEDADES DO SOLO**

**Solo: 01 -** Descrição: SP01 - Argila Arenosa Mole

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	15.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	15.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00

**Solo: 02 -** Descrição: SP 01 - Areia Medianamente Compacta

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	32.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	19.00

**Solo: ATERRO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	10.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	28.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	18.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	18.00

**Solo: GABIÃO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	90.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	54.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.60
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.60

**Solo: IMPENETRÁVEL** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	50.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	50.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	22.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	21.00

**Solo: RACHÃO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	45.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00

**PERFIL DA CAMADA**

**Camada: ATERRO** Descrição:

Solo: ATERRO							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
30.10	0.81	31.90	9.50	46.20	9.50	47.14	1.28

**Camada: RACHÃO** Descrição:

Solo: RACHÃO							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
26.31	0.78	30.10	0.81	31.00	0.00	39.91	0.00

**Camada: SOLO 01**

Solo: 01 -

Descrição:

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	2.36	0.31	2.29	5.06	2.19	14.77	2.13
18.17	2.16	22.73	0.71	26.31	0.78	29.09	-2.00
37.91	-2.00	40.93	1.02	47.14	1.28	50.76	1.59
55.90	2.12	60.00	2.24				

**Camada: SOLO2**

Solo: 02 -

Descrição:

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	-0.70	5.64	-0.82	14.41	-0.86	17.91	-0.90
22.29	-2.30	24.23	-2.26	25.67	-1.86	28.25	-1.86
30.29	-2.23	39.71	-2.03	50.98	-1.41	56.03	-0.88
60.00	-0.75						

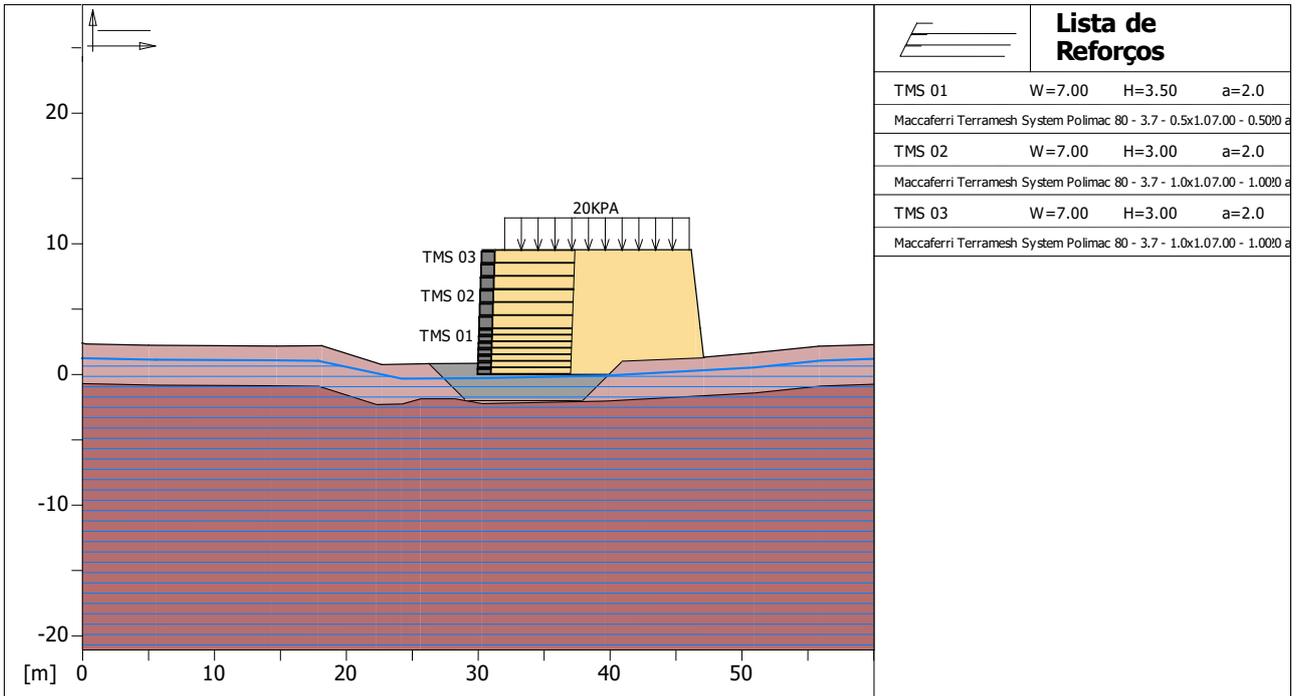
**PERFIL DA SUPERFÍCIE FREÁTICA**

**Superfície freática: N.A**

Descrição:

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	1.20			5.64	1.08		
14.41	1.04			17.91	1.00		
24.23	-0.36			30.29	-0.33		
39.71	-0.13			50.98	0.49		
56.03	1.02			60.00	1.15		

**BLOCOS REFORÇADOS**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b> Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Nome do Projeto:</b> Contenção em Solo Reforçado</p>	<p>Data: 31/07/2024</p>
	<p><b>Seção transversal:</b> Estaca 0+685   SP 01</p> <p><b>Local:</b> Balneário Camboriú -SC      <b>Arquivo:</b> MAC-MC-31297-R0 - Situação 02 - Estaca 0+685.mac</p>	<p>Pasta: DR-31297-R0</p>

**Bloco: TMS 01**

Dimensões do bloco [m]: Largura da Base = 7.00      Altura = 3.50  
 Origem do Bloco [m]: Abscissa = 30.00      Ordenada = 0.00  
 Inclinação da Face [°]: 2.00

Material de enchimento do Gabião: GABIÃO  
 Tipo de aterro estrutural: Silte arenoso  
 Aterro estrutural: ATERRO  
 Solo de aterro: ATERRO  
 Solo do talude acima da estrutura: ATERRO  
 Solo da Fundação: 01 -

Parâmetros para o cálculo da capacidade de suporte por Brinch Hansen, Vesic ou Meyerhof

Profundidade da fundação [m]: 0.00  
 Inclinação do talude ao pé da estrutura [°]: 0.00

**Padrão dos reforços:**

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Comprimento [m] = 7.00  
 Gabião [m]: Altura = 0.50      Largura = 1.00

**Bloco: TMS 02**

Dimensões do bloco [m]: Largura da Base = 7.00      Altura = 3.00  
 Berma [m] = 0.00 por TMS 01  
 Inclinação da Face [°]: 2.00

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO  
Tipo de aterro estrutural.....: Silte arenoso  
Aterro estrutural.....: ATERRO  
Solo de aterro.....: ATERRO  
Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO  
Solo da Fundação.....: ATERRO

Parâmetros para o cálculo da capacidade de suporte por Brinch Hansen, Vesic ou Meyerhof  
Profundidade da fundação.....[m] : 0.00  
Inclinação do talude ao pé da estrutura.....[°] : 0.00

**Padrão dos reforços:**

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Comprimento.....[m] = 7.00  
Gabião.....[m] : Altura..... = 1.00      Largura..... = 1.00

**Bloco: TMS 03**

Dimensões do bloco.....[m] : Largura da Base..... = 7.00      Altura..... = 3.00  
Berma.....[m] = 0.00 por TMS 02  
Inclinação da Face.....[°] : 2.00

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO  
Tipo de aterro estrutural.....: Silte arenoso  
Aterro estrutural.....: ATERRO  
Solo de aterro.....: ATERRO  
Solo do talude acima da estrutura.....: ATERRO  
Solo da Fundação.....: ATERRO

Parâmetros para o cálculo da capacidade de suporte por Brinch Hansen, Vesic ou Meyerhof  
Profundidade da fundação.....[m] : 0.00  
Inclinação do talude ao pé da estrutura.....[°] : 0.00

**Padrão dos reforços:**

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Comprimento.....[m] = 7.00  
Gabião.....[m] : Altura..... = 1.00      Largura..... = 1.00

**SOBRECARGAS****Cargas Distribuídas: 20KPA**

Descrição:

Intensidade.....[kN/m<sup>2</sup>] = 20.00      Inclinação.....[°] = 0.00  
Abscissa.....[m] : de = 32.00 até = 46.00

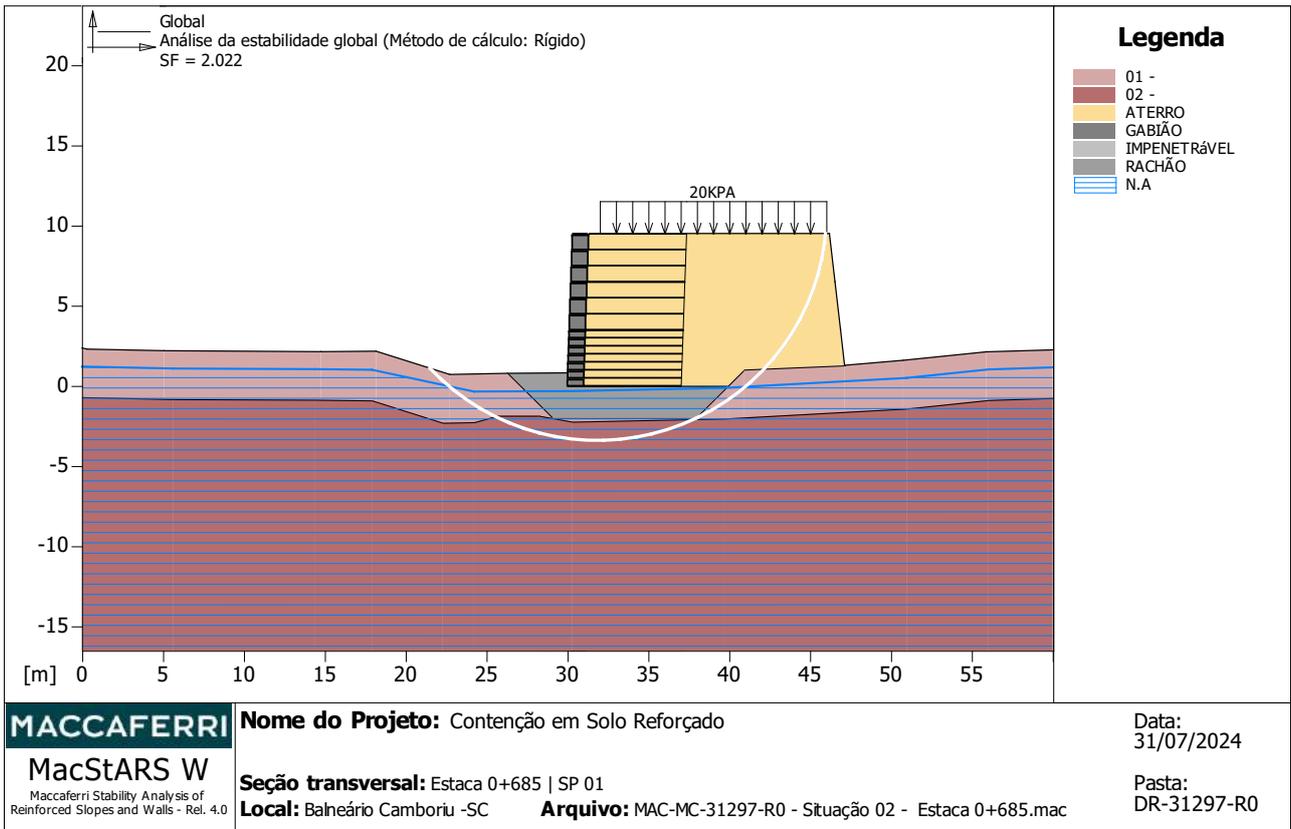
**PROPRIEDADES DOS REFORÇOS UTILIZADOS**

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Resistência à Tração.....[kN/m] : 50.00  
Comprimento de ancoragem Mínimo.....[m] : 0.15

Fator de seg. contra a ruptura (pedregulho).....	:	1.43
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia siltosa).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (argila arenosa).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de interação reforço/reforço.....	:	0.30
Coefficiente de interação reforço-brita.....	:	0.90
Coefficiente de interação reforço-areia.....	:	0.65
Coefficiente de interação reforço-silte.....	:	0.50
Coefficiente de interação reforço-argila.....	:	0.30
Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos		
Resistência à Tração.....	[kN/m]	50.00
Comprimento de ancoragem Mínimo.....	[m]	0.15
Fator de seg. contra a ruptura (pedregulho).....	:	1.43
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (areia siltosa).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de seg. contra a ruptura (argila arenosa).....	:	1.24
Fator de seg. contra o arrancamento (Pull-out).....	:	1.00
Fator de interação reforço/reforço.....	:	0.30
Coefficiente de interação reforço-brita.....	:	0.90
Coefficiente de interação reforço-areia.....	:	0.65
Coefficiente de interação reforço-silte.....	:	0.50
Coefficiente de interação reforço-argila.....	:	0.30

**VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS**



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Nome do Projeto:** Contenção em Solo Reforçado  
**Seção transversal:** Estaca 0+685 | SP 01  
**Local:** Baheário Camboriu -SC **Arquivo:** MAC-MC-31297-R0 - Situação 02 - Estaca 0+685.mac

**Data:** 31/07/2024  
**Pasta:** DR-31297-R0

**Verificação da estabilidade Global: Global**

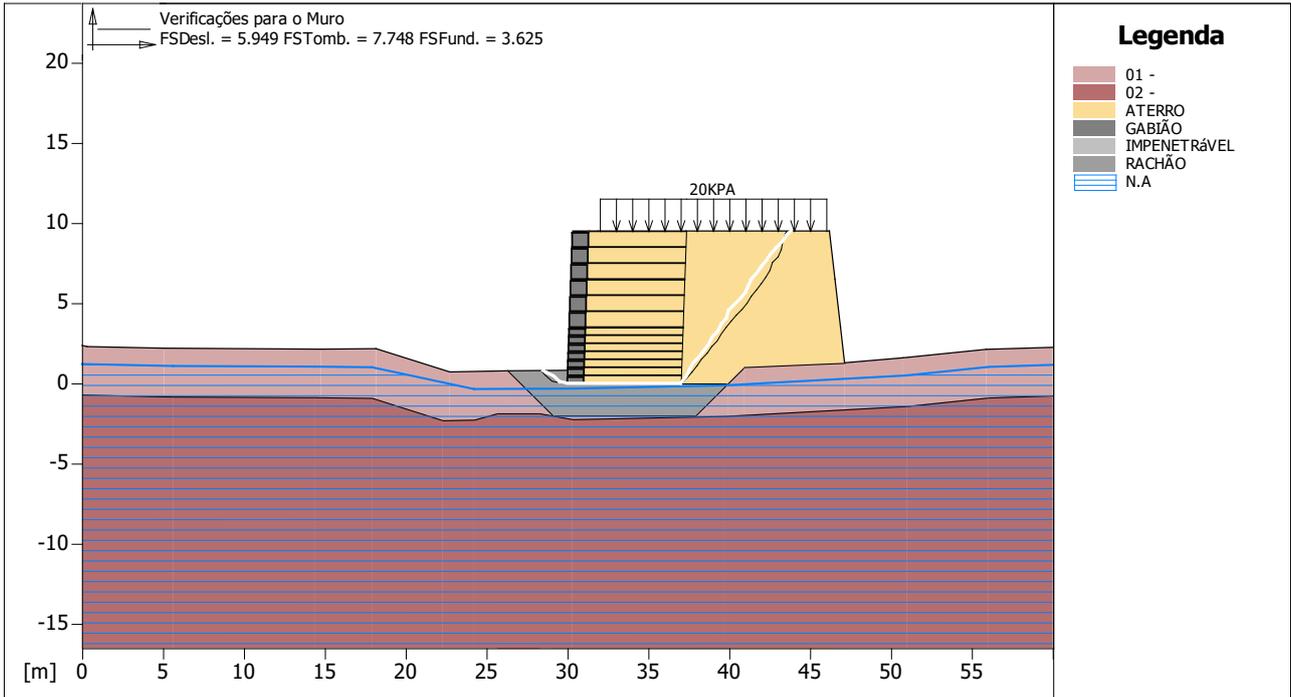
Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado ..... : 2.022

Limites de busca para as superfícies de ruptura

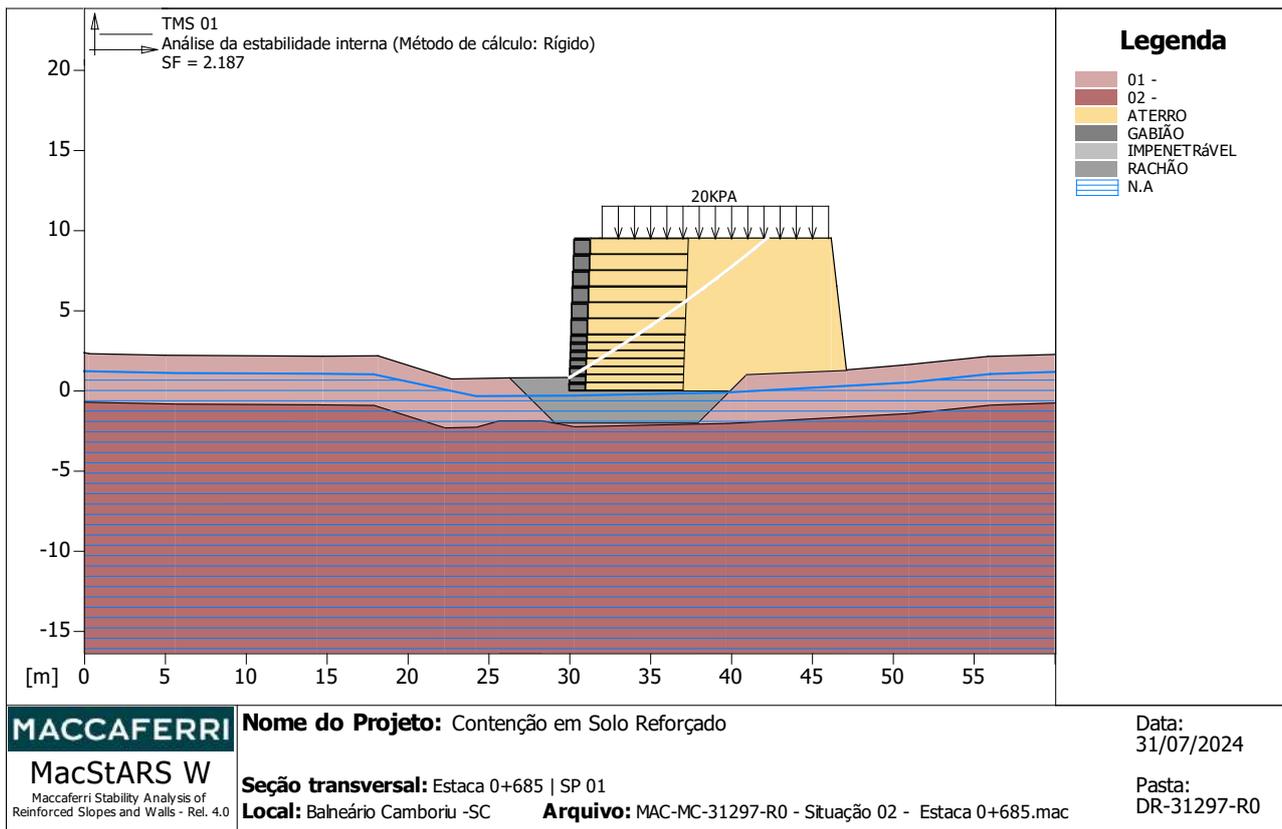
Limite inicial, abscissas [m]		Limite final, abscissas [m]	
Primeiro ponto	Segundo ponto	Primeiro ponto	Segundo ponto
1.00	30.00	31.00	46.00
Número de pontos de início no primeiro segmento.....	:	100	
Número total de superfícies verificadas.....	:	1000	
Comprimento mínimo da base das lamelas..... [m].....	:	1.00	
Ângulo limite superior para a busca..... [°].....	:	0.00	
Ângulo limite inferior para a busca..... [°].....	:	0.00	



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b> Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Nome do Projeto:</b> Contenção em Solo Reforçado</p>	<p>Data: 31/07/2024</p>
	<p><b>Seção transversal:</b> Estaca 0+685   SP 01</p> <p><b>Local:</b> Baheário Camboriu -SC      <b>Arquivo:</b> MAC-MC-31297-R0 - Situação 02 - Estaca 0+685.mac</p>	<p>Pasta: DR-31297-R0</p>

**Verificação como muro a gravidade:**

Bloco Considerado:	TMS 01
Força Estabilizante	[kN/m] : 1290.50
Força Atuante	[kN/m] : 216.94
Fator de Segurança contra o Deslizamento	: 5.949
Momento Estabilizante	[kN*m/m] : 4876.80
Momento Ativo	[kN*m/m] : 629.39
Fator de segurança contra o tombamento	: 7.748
Pressão Admissível calculada pelo método de equilíbrio limite.	
Pressão Admissível	[kN/m <sup>2</sup> ] : 720.68
Pressão média	[kN/m <sup>2</sup> ] : 198.81
Fator de segurança – Capacidade de carga da fundação	: 3.625
Fundação equivalente	[m] : 6.58
Excentricidade da força normal	[m] : 0.21
Braço de momento	[m] : 2.90
Força normal	[kN] : 1290.50
Tensão normal na borda interna	[kN/m <sup>2</sup> ] : 217.35
Tensão normal na borda externa	[kN/m <sup>2</sup> ] : 151.37



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
 Maccaferri Stability Analysis of  
 Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Nome do Projeto:** Contenção em Solo Reforçado

**Seção transversal:** Estaca 0+685 | SP 01

**Local:** Baheário Camboriu -SC

**Arquivo:** MAC-MC-31297-R0 - Situação 02 - Estaca 0+685.mac

**Data:**  
31/07/2024

**Pasta:**  
DR-31297-R0

**Estabilidade Interna: TMS 01**

Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado.....: 2.187

Limites de busca para as superfícies de ruptura

Bloco	Limite inicial, abscissas [m]	
TMS 01	Primeiro ponto	Segundo ponto
	31.00	60.00

Número de pontos de início no primeiro segmento.....:	1
Número total de superfícies verificadas.....:	1000
Comprimento mínimo da base das lamelas..... [m].....:	1.00
Ângulo limite superior para a busca..... [°].....:	0.00
Ângulo limite inferior para a busca..... [°].....:	0.00

Bloco: TMS 01

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	ruptura [kN/m]	arrancamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	596.0	40.3	1.24	14.79
1.500	50.0	504.5	40.3	1.24	12.52
2.000	50.0	420.3	40.3	1.24	10.43
2.500	50.0	337.0	40.3	1.24	8.36
3.000	50.0	261.5	40.3	1.24	6.49

Bloco: TMS 02

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb ruptura	Tp arrancamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	194.3	40.3	1.24	4.82
1.000	50.0	83.8	40.3	1.24	2.08

### **13.4      Contenção do tipo Muro Gabião**

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.

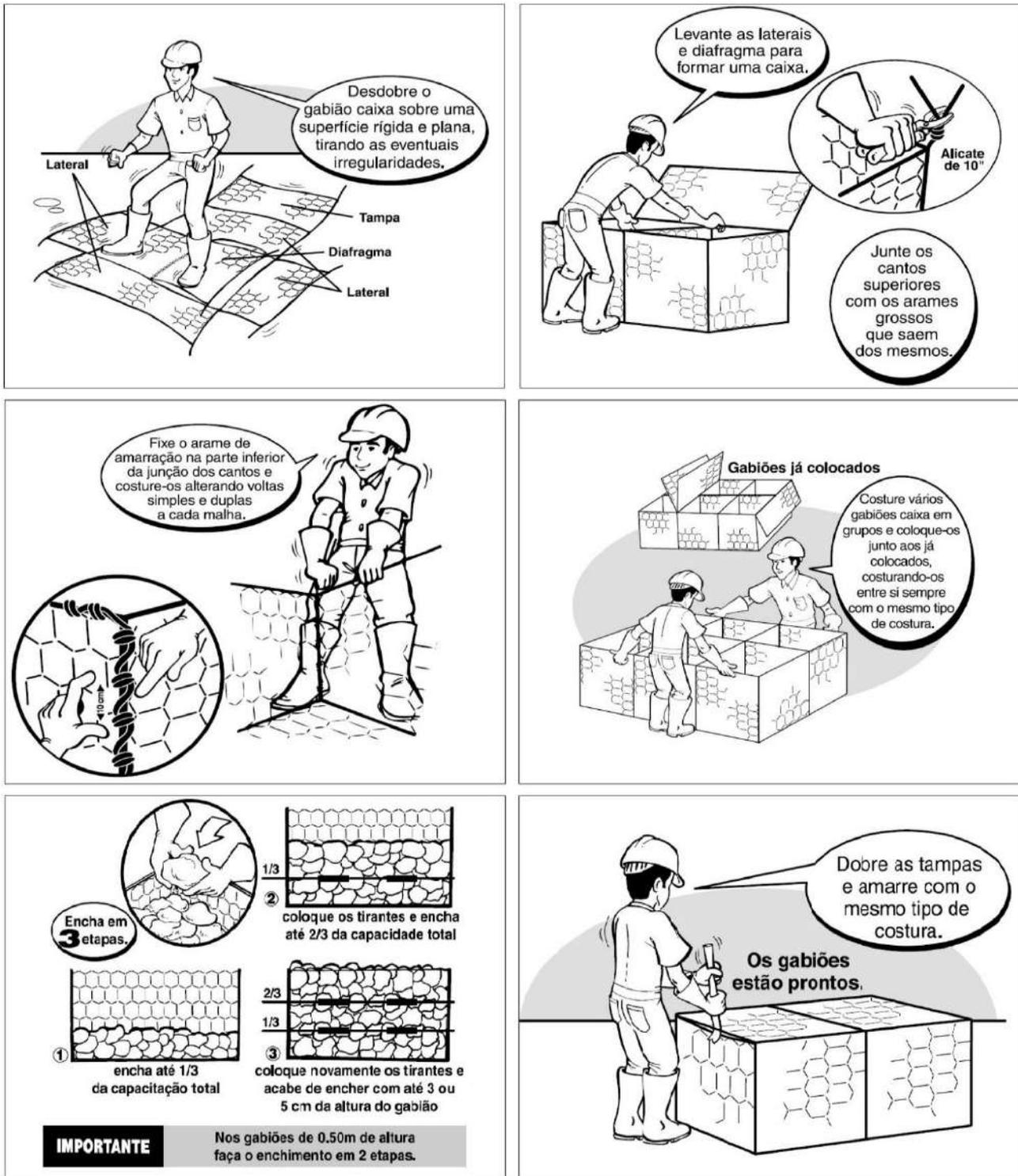
Uma das mais importantes propriedades do muro tipo gabião é ser autodrenante, totalmente permeável, o que permite o alívio por completo das pressões hidrostáticas sobre a estrutura. É importante destacar a utilização de camada de filtro geotêxtil entre o solo do maciço e o gabião, para evitar o carreamento 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 10 – Esquema de Montagem dos Gabiões tipo Caixa

Fonte: MACCAFERRI DO BRASIL, 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.

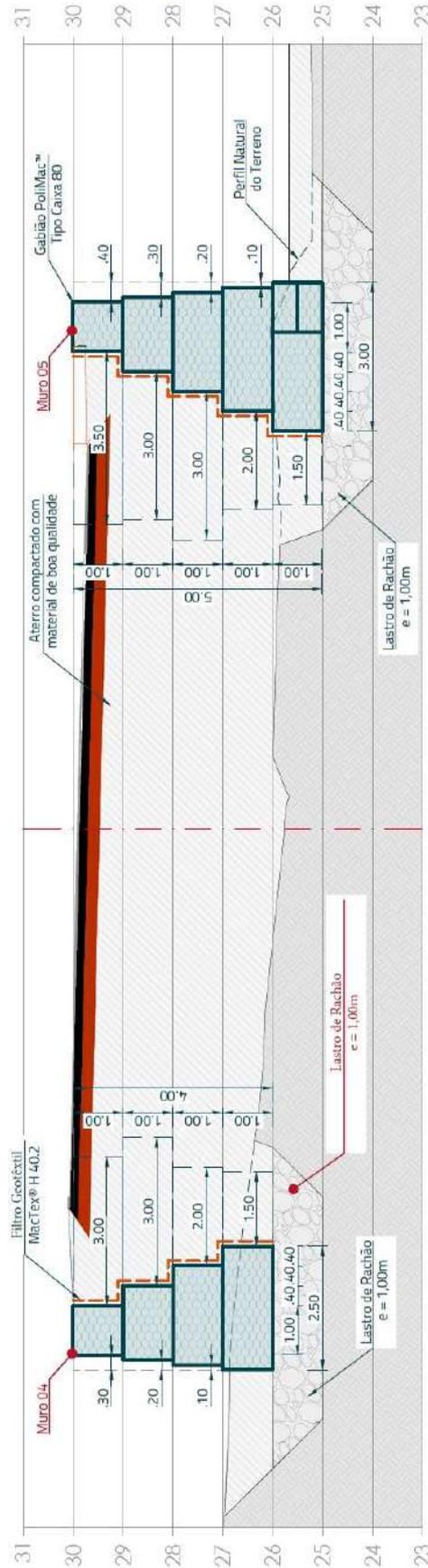
Foram projetadas duas contenções do tipo muro gabião, com o intuito de conter o aterro da pista projetada, nas proximidades do km 0+940, sendo uma no lado direito e a outro no lado esquerdo da via. As contenções possuem as seguintes características:

- Muro 04:
  - Situação: Contenção do aterro da pista;
  - Solução: Muro gabião;
  - Localização: proximidade do km 0+940 LD;
  - Extensão: 30,0m; e
  - Altura: Variável, máxima de 5,0m.
  
- Muro 05:
  - Situação: Contenção do aterro da pista;
  - Solução: Muro gabião;
  - Localização: proximidade do km 0+940 LE;
  - Extensão: 37,0m; e
  - Altura: Variável, máxima de 5,0m.

Para o presente projeto é indicado a execução de lastro de rachão na base do muro gabião na espessura de 1,00m, 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, de modo com que as faces externas da estrutura projetada estejam protegidas para não haver carreamento de materiais finos.

Figura 11 – Muros 04 e 05: Seção-tipo  
**Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.**



A seguir é apresentado o dimensionamento geotécnico das estruturas projetadas em muro gabião, realizado através do *software* MacStars W, da Maccaferri, demonstrando atender o fator de segurança necessário para atribuir a segurança necessária e satisfazer como solução de contenção. Todo o detalhamento relacionado ao projeto de contenções em muro gabião está presente no Volume 2: Projeto de Execução.

# MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Maccaferri do Brasil  
Telefone 4525-5000

Projeto.....	: Contenção em Solo Reforçado
Seção Transversal.....	: Estaca 0+685
Local.....	: Balneário Camboriu -SC
Pasta.....	: DR-31297-R0
Data.....	: 31/07/2024

## RESUMO

PERFIL DA CAMADA.....	2
PERFIL DA SUPERFÍCIE FREÁTICA.....	3
GABIÕES.....	4
GABIÕES.....	4
Muro: GAB.....	4
SOBRECARGAS.....	5
VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS.....	6
Verificação da estabilidade Global: Global.....	6
Verificação como muro a gravidade:.....	7

**PROPRIEDADES DO SOLO**

**Solo: 01 -** Descrição: SP01 - Argila Arenosa Muito Mole

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	10.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	10.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.00

**Solo: ATERRO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	10.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	28.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	18.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	18.00

**Solo: GABIÃO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	90.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	54.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.60
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	16.60

**Solo: IMPENETRÁVEL** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	30.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	30.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	20.00

**Solo: RACHÃO** Descrição:

Coesão.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Ângulo de Atrito:.....	[°]	:	45.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitário – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00
Peso unitário – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	17.00

**PERFIL DA CAMADA**

**Camada: ATERRO**

Descrição:

Solo: ATERRO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
21.40	5.00	40.69	5.00	41.99	1.85		

**Camada: RACHÃO**

Descrição:

Solo: RACHÃO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
17.33	0.67	20.00	0.67	20.50	0.00	25.00	0.00

**Camada: SOLO 01**

Descrição:

Solo: 01 -

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.67	17.33	0.67	19.00	-1.00	24.00	-1.00
25.88	0.88	26.39	0.90	29.59	0.99	30.29	0.73
34.73	1.15	39.01	1.58	41.72	1.85	41.99	1.85

44.71      1.95      50.00      2.27

**Camada: SOLO2**

Solo: IMPENETRÁVEL

Descrição:

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	-1.06	19.65	-1.43	20.22	-1.05	24.02	-1.05
24.29	-0.78	26.45	-0.74	28.80	-0.68	30.78	-0.96
31.26	-0.88	34.84	-0.50	39.22	-0.06	41.35	0.18
50.00	0.62						

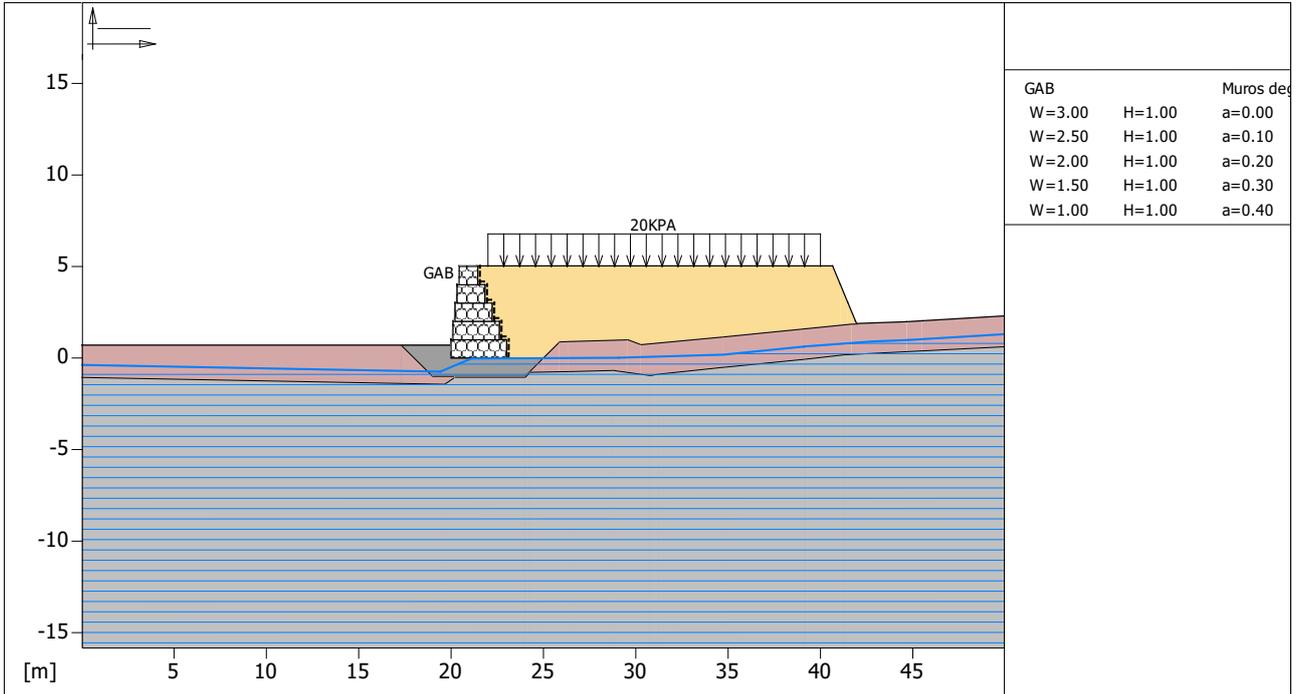
**PERFIL DA SUPERFÍCIE FREÁTICA**

**Superfície freática: N.A**

Descrição:

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	-0.41			19.45	-0.78		
21.14	-0.06			29.11	-0.02		
34.79	0.15			39.14	0.59		
42.81	0.87			44.76	0.95		
50.00	1.27						

**GABIÕES**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p><b>Nome do Projeto:</b> Contenção em Solo Reforçado</p> <p><b>Seção transversal:</b> Estaca 0+685   SP 01</p> <p><b>Local:</b> Balneário Camboriu -SC</p>	<p><b>Data:</b> 31/07/2024</p> <p><b>Pasta:</b> DR-31297-R0</p>
	<p><b>Arquivo:</b> MAC-MC-31297-R0 - Situação 03 - Estaca 0+925.mac</p>	

**GABIÕES**

**Muro: GAB**

Origem do Muro.....[m].....: Abscissa.....= 20.00 Ordenada.....= 0.00  
 Inclinação..... [°].....= 0.00

Material de enchimento do Gabião.....: GABIÃO  
 Solo de aterro.....: ATERRO  
 Solo do talude acima da estrutura.....: 01 -  
 Solo de fundação.....: 01 -

Camada	Comprimento [m]	Altura [m]	Deslocamento [m]	Pu [kN/m³]
1	3.00	1.00	0.00	72.59
2	2.50	1.00	0.10	72.59
3	2.00	1.00	0.20	72.59
4	1.50	1.00	0.30	72.59
5	1.00	1.00	0.40	72.59

Gabiões sem diafragmas

Malha 8x10

Diâmetro arame 2,7 [mm]

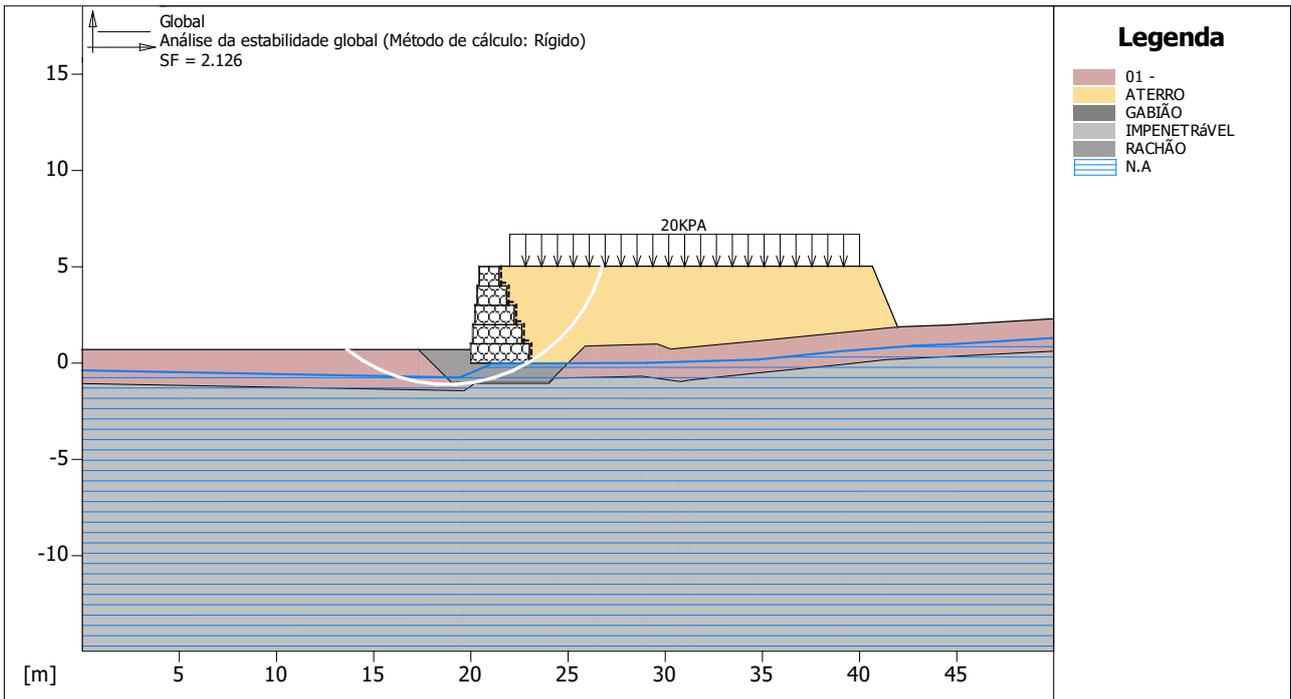
Parâmetros para o cálculo da capacidade de suporte por Brinch Hansen, Vesic ou Meyerhof

Profundidade da fundação.....[m] : 0.00  
 Inclinação do talude ao pé da estrutura.....[°] : 0.00

**SOBRECARGAS**

**Cargas Distribuídas: 20KPA**      Descrição:  
Intensidade.....[kN/m<sup>2</sup>] = 20.00      Inclinação.....[°] = 0.00  
Abscissa.....[m].....: de = 22.00 até = 40.00

**VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS**



<p><b>MACCAFERRI</b></p> <p><b>MacStARS W</b></p> <p><small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small></p>	<p><b>Nome do Projeto:</b> Contenção em Solo Reforçado</p>	<p>Data: 31/07/2024</p>
	<p><b>Seção transversal:</b> Estaca 0+685   SP 01</p> <p><b>Local:</b> Baheário Camboriu -SC      <b>Arquivo:</b> MAC-MC-31297-R0 - Situação 03 - Estaca 0+925.mac</p>	<p>Pasta: DR-31297-R0</p>

**Verificação da estabilidade Global: Global**

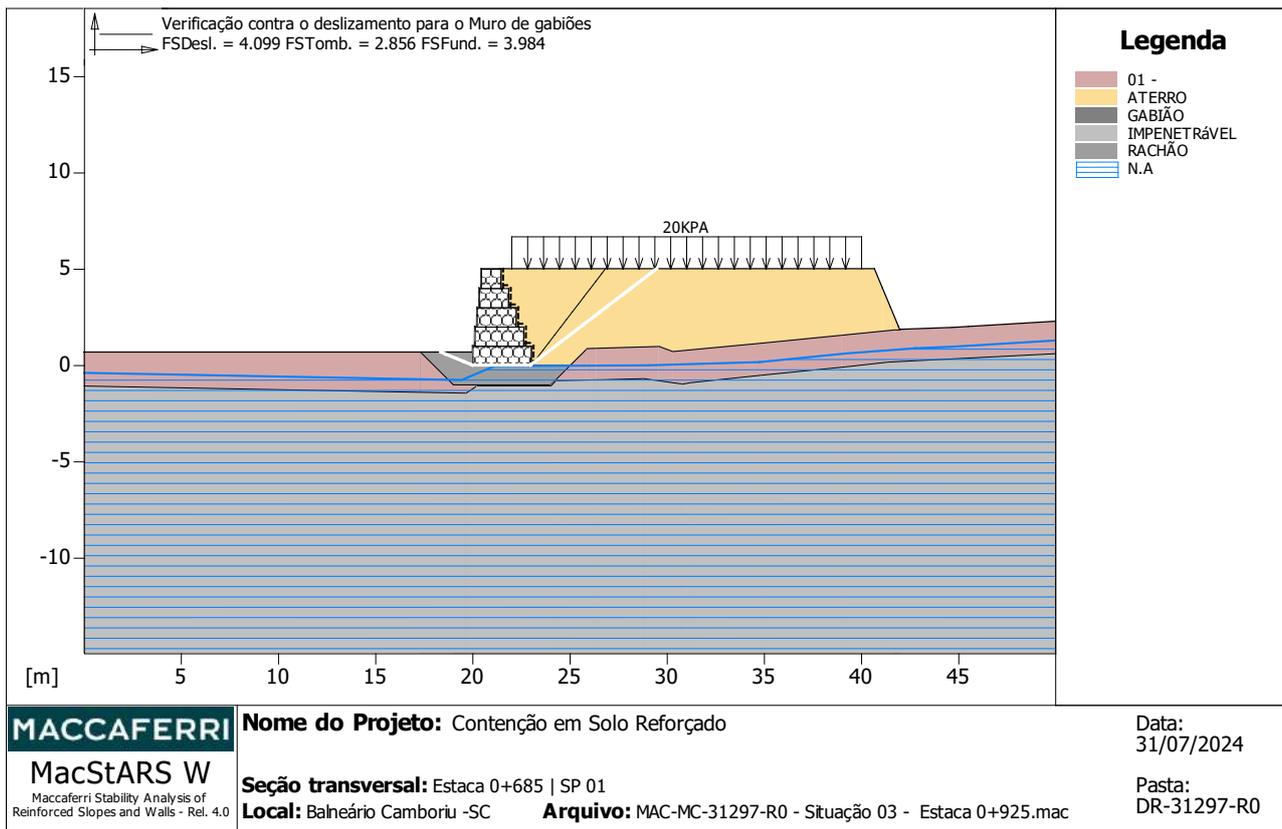
Força atuante nos Reforços de acordo com o Método Rígido

Análise de estabilidade com superfícies circulares de acordo com o Método de Bishop

Fator de Segurança Calculado ..... : 2.126

Limites de busca para as superfícies de ruptura

Limite inicial, abscissas [m]		Limite final, abscissas [m]	
Primeiro ponto	Segundo ponto	Primeiro ponto	Segundo ponto
1.00	20.00	21.00	49.00
Número de pontos de início no primeiro segmento.....	:	100	
Número total de superfícies verificadas.....	:	1000	
Comprimento mínimo da base das lamelas..... [m].....	:	1.00	
Ângulo limite superior para a busca..... [°].....	:	0.00	
Ângulo limite inferior para a busca..... [°].....	:	0.00	



**Verificação como muro a gravidade:**

Bloco Considerado: GAB

Força Estabilizante.....[kN/m].....: 253.92  
 Força Atuante.....[kN/m].....: 61.95  
 Fator de Segurança contra o Deslizamento.....: 4.099  
 Momento Estabilizante.....[kN\*m/m].....: 415.01  
 Momento Ativo.....[kN\*m/m].....: 145.33  
 Fator de segurança contra o tombamento.....: 2.856  
 Pressão Admissível calculada pelo método de equilíbrio limite.

Pressão Admissível.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 467.21  
 Pressão média.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 117.26  
 Fator de segurança – Capacidade de carga da fundação.....: 3.984  
 Fundação equivalente.....[m].....: 2.17  
 Excentricidade da força normal.....[m].....: 0.41  
 Braço de momento.....[m].....: 2.35  
 Força normal.....[kN].....: 248.35  
 Tensão normal na borda interna.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 151.34  
 Tensão normal na borda externa.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 14.22

## **14 PROJETO DE OAE**

## 14.1 Introdução

Projeta-se um viaduto com localização entre os km 0+651 e o km 0+681, contemplando uma extensão de 30,0m, sobre a Av. das Araçongas.

Figura 12 – Planta do Viaduto projetado

Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.

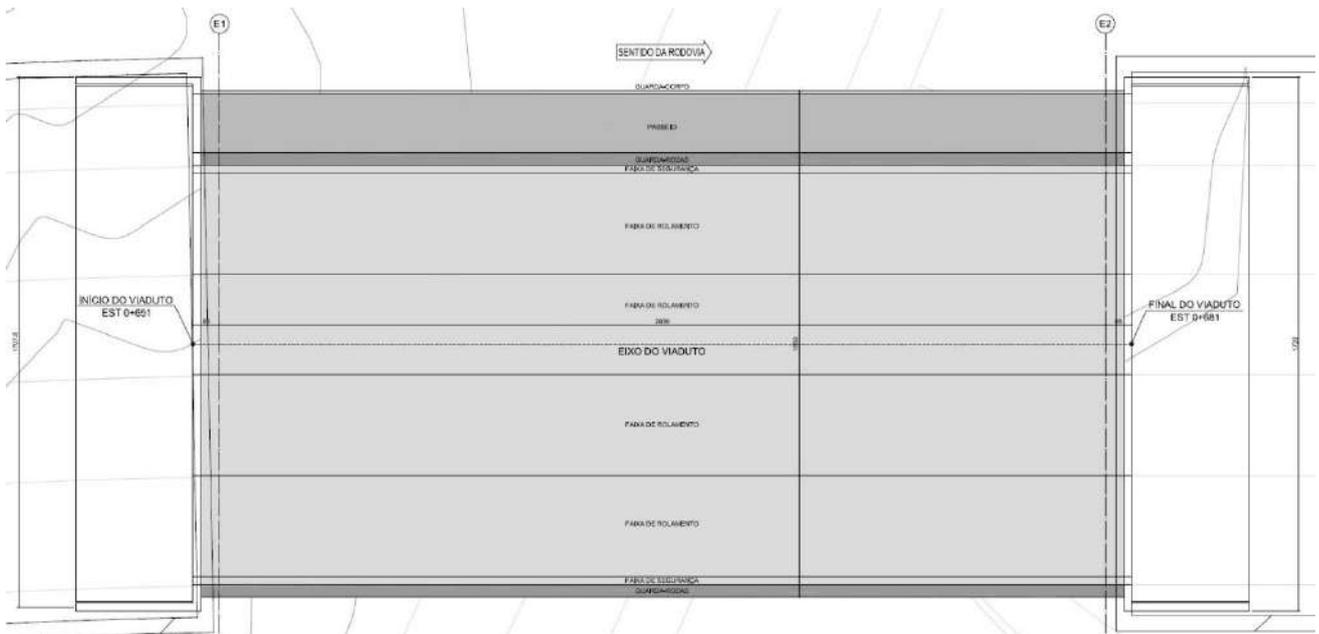
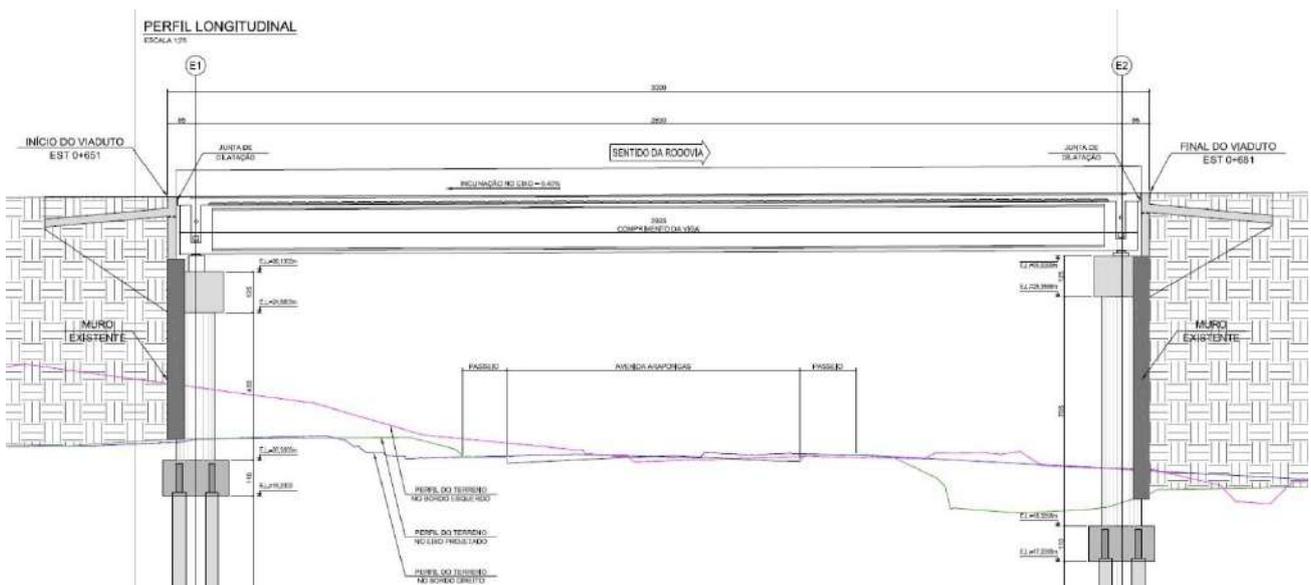


Figura 13 – Perfil do Viaduto projetado

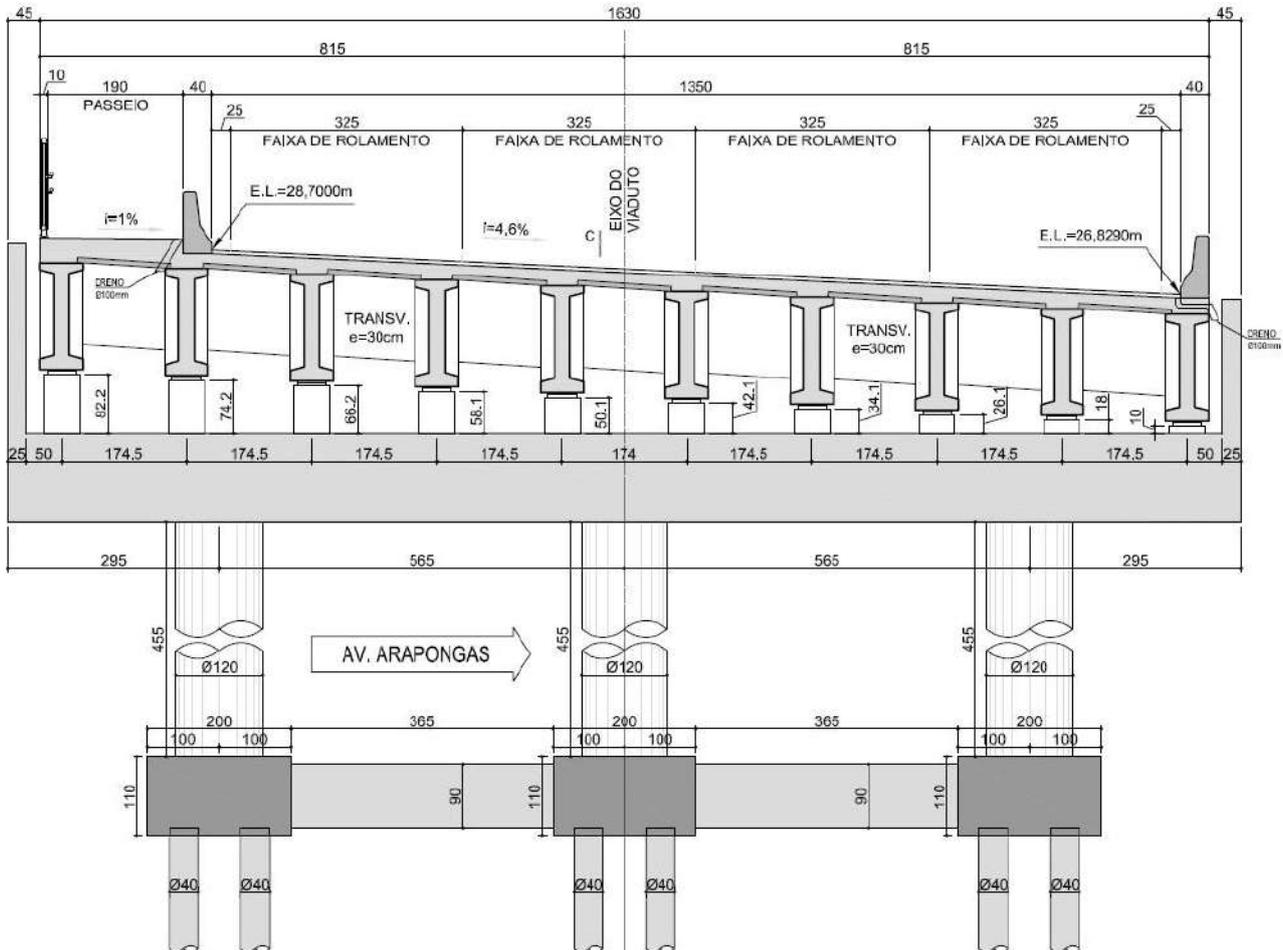
Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.



## 14.2 Detalhamento da Estrutura

Figura 14 – Seção do Viaduto projetado

Fonte: Autobahn Engenharia, 2024.



A estrutura é composta por 4 faixas de rolamento de mesmo sentido de circulação com 3,25m cada, faixa de segurança em ambos os lados de 0,25m, barreira de concreto rígida do tipo “new Jersey” em ambos os lados, passeio no lado esquerdo (sentido estaqueamento e sentido da via) com 1,90m de largura, e guarda-corpo metálico no extremo da calçada para canalização e proteção dos pedestres.

A superestrutura é composta por vigas pré-moldadas longarinas, totalizando 10 unidades, com apenas um vão.

A mesoestrutura compõe-se por dois pórticos, sendo cada pórtico possuindo 3 pilares com seção circular e diâmetro Ø120cm.

A infraestrutura é formada por blocos de coroamento e fundação profunda por estacas hélice contínua com Ø40cm, sendo 4 estacas por bloco.

Características do projeto estrutural do viaduto:

- Resistência característica à compressão:  $f_{ck} \Rightarrow 30\text{MPa}$ ;
- Módulo de Elasticidade: 30670 MPa
- Classe de agressividade ambiental: II;
- Cobrimento das armaduras: 4cm;
- Diâmetro máximo dos agregados: 25mm;
- Relação água/cimento máxima: 0,60;
- Vigas pré-moldadas protendidas:  $f_{ck} \Rightarrow 40\text{MPa}$ ; e
- Cobrimento da armadura passiva para vigas pré-moldadas protendidas: 3cm.

A seguir é apresentada a memória de cálculo dos quantitativos do viaduto projetado. Todo o detalhamento relacionado ao projeto de OAE está presente no Volume 2: Projeto de Execução.

## MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES - VIADUTO AV. MARTIN LUTHER

CÓDIGO	BANCO	ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE																																				
<b>4. INFRAESTRUTURA</b>																																									
<b>4.1 ESTACAS</b>																																									
2306074	SICRO3	4.1.1	Estaca hélice contínua - confecção	m³	480,00																																				
			<p>N estacas                      Lsolo                      Lrocha                      L total</p> <p>E1 =                      12,00                      20,00 m                      0,00 m                      20,00 m</p> <p>E2 =                      12,00                      20,00 m                      0,00 m                      20,00 m</p> <p>L total = N * L</p> <p><b>L total = 480,00 m</b></p>																																						
407819	SICRO3	4.1.2	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	3.412,08																																				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th rowspan="2">Ø</th> <th rowspan="2">Q</th> <th colspan="2">COMPRIMENTO (M)</th> <th colspan="2">PESO (KG)</th> <th rowspan="2">ELEMENTO</th> </tr> <tr> <th>UNITÁRIO</th> <th>TOTAL</th> <th>UNITÁRIO</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>12,5</td> <td>6</td> <td>12,00</td> <td>72,00</td> <td>0,963</td> <td>69,34</td> <td>ESTACA E1/E2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>12,5</td> <td>6</td> <td>9,42</td> <td>56,52</td> <td>0,963</td> <td>54,43</td> <td>ESTACA E1/E2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6,3</td> <td>1</td> <td>75,10</td> <td>75,10</td> <td>0,245</td> <td>18,40</td> <td>ESTACA E1/E2</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>APOIO E1</b> P por estaca = 142,17 kg N = 12 <b>P total = 1706,04 kg</b></p> <p><b>APOIO E2</b> P por estaca = 142,17 kg N = 12 <b>P total = 1706,04 kg</b></p> <p><b>P total = 3412,08 kg</b></p>	N	Ø	Q	COMPRIMENTO (M)		PESO (KG)		ELEMENTO	UNITÁRIO	TOTAL	UNITÁRIO	TOTAL	1	12,5	6	12,00	72,00	0,963	69,34	ESTACA E1/E2	2	12,5	6	9,42	56,52	0,963	54,43	ESTACA E1/E2	3	6,3	1	75,10	75,10	0,245	18,40	ESTACA E1/E2		
N	Ø	Q	COMPRIMENTO (M)				PESO (KG)		ELEMENTO																																
			UNITÁRIO	TOTAL	UNITÁRIO	TOTAL																																			
1	12,5	6	12,00	72,00	0,963	69,34	ESTACA E1/E2																																		
2	12,5	6	9,42	56,52	0,963	54,43	ESTACA E1/E2																																		
3	6,3	1	75,10	75,10	0,245	18,40	ESTACA E1/E2																																		
2306248	SICRO3	4.1.3	Arrasamento de estacas de concreto com seção superior à 900 cm²	m³	1,20																																				
			<p>N estacas</p> <p>E1 =                      12,00                      x 0,05                      0,60 m</p> <p>E2 =                      12,00                      x 0,05                      0,60 m</p> <p><b>N total = 1,20 m</b></p>																																						
<b>4.2 BLOCOS DE COROAMENTO E VIGA DE LIGAÇÃO</b>																																									
3108012	SICRO3	4.2.1	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	105,36																																				
			<p><b>Blocos E1</b></p> <p>B = 2,00 m                      L = 2,00 m                      H = 1,10 m                      N = 3</p> <p>Perímetro forma =                      8,00 m</p> <p>Área forma = Perímetro*H*N</p> <p><b>Área forma = 26,40 m²</b></p> <p><b>Blocos E2</b></p> <p>B = 2,00 m                      L = 2,00 m                      H = 1,10 m                      N = 3</p> <p>Perímetro forma =                      8,00 m</p> <p>Área forma = Perímetro*H*N</p> <p><b>Área forma = 26,40 m²</b></p> <p><b>Vigas de ligação E1</b></p> <p>B = 3,65 m                      L = 0,20 m                      H = 0,90 m                      N = 4</p> <p>Área forma = B*H*2*N</p> <p><b>Área forma = 26,28 m²</b></p> <p><b>Vigas de ligação E2</b></p> <p>B = 3,65 m                      L = 0,20 m                      H = 0,90 m                      N = 4</p> <p>Área forma = B*H*2*N</p> <p><b>Área forma = 26,28 m²</b></p> <p><b>Área forma total = 105,36 m²</b></p>																																						



CÓDIGO	BANCO	ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE									
1107860	SICRO3	4.2.5	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	33,42									
			<p><b>Blocos E1</b> Volume Concreto = 13,86 m³</p> <p><b>Blocos E2</b> Volume Concreto = 13,86 m³</p> <p><b>Viga de Ligação E1</b> Volume Concreto = 2,85 m³</p> <p><b>Viga de Ligação E2</b> Volume Concreto = 2,85 m³</p> <p><b>Volume Lançamento = 33,42</b></p>											
1100657	SICRO3	4.2.6	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	33,42									
			<p><b>Blocos E1</b> Volume Concreto = 13,86 m³</p> <p><b>Blocos E2</b> Volume Concreto = 13,86 m³</p> <p><b>Viga de Ligação E1</b> Volume Concreto = 2,85 m³</p> <p><b>Viga de Ligação E2</b> Volume Concreto = 2,85 m³</p> <p><b>Volume Adensamento = 33,42 m²</b></p>											
4805757	SICRO3	4.2.7	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria	m³	49,50									
			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">Área seção</th> <th style="width: 35%;">Altura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área 1 =</td> <td>33,00 m²</td> <td>1,50 m</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>V total = 49,50 m³</b></td> </tr> </tbody> </table>		Área seção	Altura	Área 1 =	33,00 m²	1,50 m	<b>V total = 49,50 m³</b>				
	Área seção	Altura												
Área 1 =	33,00 m²	1,50 m												
<b>V total = 49,50 m³</b>														
<b>5. MESOESTRUTURA</b>														
<b>5.1 PILARES</b>														
3107969	SICRO3	5.1.1	Fôrmas curvas de compensado plastificado 10 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retrada	m²	131,19									
			<p><b>Pilar Apoio E1</b> Diam = 1,20 m A pilares = 17,15 m² A total = N * A pilares <b>Área forma = 51,46 m²</b></p> <p><b>Pilar Apoio E2</b> Diam = 1,20 m A pilares = 26,58 m² A total = N * A pilares <b>Área forma = 79,73 m²</b></p> <p><b>Área forma total = 131,19 m²</b></p>	<p>H= 4,55 m N= 3</p> <p>H= 7,05 m N= 3</p>										

CÓDIGO	BANCO	ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE				
407819	SICRO3	5.1.2	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.890,90				
<b>Pilar Apoio E1</b>									
		<b>N</b>	<b>Ø</b>	<b>Q</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>		<b>PESO (KG)</b>		<b>ELEMENTO</b>
					<b>UNITÁRIO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>UNITÁRIO</b>	<b>TOTAL</b>	
		1	8	33	4,13	136,29	0,395	53,83	PILAR
		2	20	15	5,55	83,25	2,466	205,29	PILAR
<p>P por pilar: 259,12 kg N = 3 <b>P total = 777,36 kg</b></p>									
<b>Pilar Apoio E2</b>									
		<b>N</b>	<b>Ø</b>	<b>Q</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>		<b>PESO (KG)</b>		<b>ELEMENTO</b>
					<b>UNITÁRIO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>UNITÁRIO</b>	<b>TOTAL</b>	
		1	8	45	4,13	185,85	0,395	73,41	PILAR
		2	20	15	8,05	120,75	2,466	297,77	PILAR
<p>P por pilar: 371,18 kg N = 3 <b>P total = 1113,54 kg</b></p>									
<b>P total geral = 1890,90 kg</b>									
1106280	SICRO3	5.1.3	Concreto para bombeamento fck = 30 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	39,36				
<b>Pilar Apoios E1</b>									
Diam = 1,20 m <span style="float: right;">H= 4,55 m</span>									
A pilares = 1,13 m²									
V pilares = A pilares * H									
V pilares = 5,15 m³									
V total = N * V pilares <span style="float: right;">N= 3</span>									
<b>V total = 15,44 m³</b>									
<b>Pilar Apoios E2</b>									
Diam = 1,20 m <span style="float: right;">H= 7,05 m</span>									
A pilares = 1,13 m²									
V pilares = A pilares * H									
V pilares = 7,97 m³									
V total = N * V pilares <span style="float: right;">N= 3</span>									
<b>V total = 23,92 m³</b>									
<b>Volume total = 39,36 m³</b>									
1107860	SICRO3	5.1.4	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	39,36				
<b>Pilar Apoios E1</b>									
Volume Concreto = 15,44 m³									
<b>Pilar Apoios E2</b>									
Volume Concreto = 23,92 m³									
<b>Volume Lançamento = 39,36 m³</b>									
1100657	SICRO3	5.1.5	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	39,36				
<b>Pilar Apoios E1</b>									
Volume Concreto = 15,44 m³									
<b>Pilar Apoios E2</b>									
Volume Concreto = 23,92 m³									
<b>Volume Adensamento = 39,36 m³</b>									



CÓDIGO	BANCO	ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE																																																																																																				
<b>5.3 CORTINAS DE ACESSO</b>																																																																																																									
3108012	SICRO3	5.3.1	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	400,18																																																																																																				
<p><b>Cortinas</b>  Comprimento = 17,20 m                      Área lateral = 2,7800 m²                      Perímetro forma = 11,31 m  A cortina = Perímetro * Espessura + Área lateral*2  A cortina = 200,09 m²  A total = N * A cortina                      N= 2  <b>Área forma = 400,18 m²</b>   <b>Área forma total = 400,18 m²</b></p>																																																																																																									
407819	SICRO3	5.3.2	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	6.413,56																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th rowspan="2">Ø</th> <th rowspan="2">Q</th> <th colspan="2">COMPRIMENTO (M)</th> <th colspan="2">PESO (KG)</th> <th rowspan="2">ELEMENTO</th> </tr> <tr> <th>UNITÁRIO</th> <th>TOTAL</th> <th>UNITÁRIO</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25</td> <td>22</td> <td>7,62</td> <td>167,64</td> <td>3,853</td> <td>645,92</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> <td>18</td> <td>12,00</td> <td>216,00</td> <td>3,853</td> <td>832,25</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>5,62</td> <td>78,68</td> <td>0,617</td> <td>48,55</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>12,00</td> <td>168,00</td> <td>0,617</td> <td>103,66</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>10</td> <td>111</td> <td>-</td> <td>683,88</td> <td>0,617</td> <td>421,95</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>10</td> <td>222</td> <td>4,98</td> <td>1105,56</td> <td>0,617</td> <td>682,13</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>8</td> <td>168</td> <td>1,90</td> <td>319,20</td> <td>0,395</td> <td>126,08</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>10</td> <td>111</td> <td>1,65</td> <td>183,15</td> <td>0,617</td> <td>113,00</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>10</td> <td>26</td> <td>-</td> <td>342,52</td> <td>0,617</td> <td>211,33</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>12,00</td> <td>24,00</td> <td>0,617</td> <td>14,81</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>5,75</td> <td>11,50</td> <td>0,617</td> <td>7,10</td> <td>TRAVESSA ENTRADA</td> </tr> </tbody> </table> <p>P por encontro = 3206,78 kg  N = 2  <b>P total = 6413,56 kg</b></p>						N	Ø	Q	COMPRIMENTO (M)		PESO (KG)		ELEMENTO	UNITÁRIO	TOTAL	UNITÁRIO	TOTAL	1	25	22	7,62	167,64	3,853	645,92	TRAVESSA ENTRADA	2	25	18	12,00	216,00	3,853	832,25	TRAVESSA ENTRADA	3	10	14	5,62	78,68	0,617	48,55	TRAVESSA ENTRADA	4	10	14	12,00	168,00	0,617	103,66	TRAVESSA ENTRADA	5	10	111	-	683,88	0,617	421,95	TRAVESSA ENTRADA	6	10	222	4,98	1105,56	0,617	682,13	TRAVESSA ENTRADA	7	8	168	1,90	319,20	0,395	126,08	TRAVESSA ENTRADA	8	10	111	1,65	183,15	0,617	113,00	TRAVESSA ENTRADA	9	10	26	-	342,52	0,617	211,33	TRAVESSA ENTRADA	10	10	2	12,00	24,00	0,617	14,81	TRAVESSA ENTRADA	11	10	2	5,75	11,50	0,617	7,10	TRAVESSA ENTRADA
N	Ø	Q	COMPRIMENTO (M)		PESO (KG)				ELEMENTO																																																																																																
			UNITÁRIO	TOTAL	UNITÁRIO	TOTAL																																																																																																			
1	25	22	7,62	167,64	3,853	645,92	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
2	25	18	12,00	216,00	3,853	832,25	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
3	10	14	5,62	78,68	0,617	48,55	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
4	10	14	12,00	168,00	0,617	103,66	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
5	10	111	-	683,88	0,617	421,95	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
6	10	222	4,98	1105,56	0,617	682,13	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
7	8	168	1,90	319,20	0,395	126,08	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
8	10	111	1,65	183,15	0,617	113,00	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
9	10	26	-	342,52	0,617	211,33	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
10	10	2	12,00	24,00	0,617	14,81	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
11	10	2	5,75	11,50	0,617	7,10	TRAVESSA ENTRADA																																																																																																		
1106281	SICRO3	5.3.3	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	95,63																																																																																																				
<p><b>Cortinas</b>  Comprimento = 17,20 m                      Área lateral = 2,7800 m²  V cortina = Área corte*L  V cortina = 47,82 m³  V total = N * V cortina                      N= 2  <b>V total = 95,63 m³</b></p>																																																																																																									
1107860	SICRO3	5.3.4	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	95,63																																																																																																				
<p><b>Cortinas</b>  Volume Concreto = 95,63 m³   <b>Volume Lançamento = 95,63 m³</b></p>																																																																																																									
1100657	SICRO3	5.3.5	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	95,63																																																																																																				
<p><b>Cortinas</b>  Volume Concreto = 95,63 m³   <b>Volume Adensamento = 95,63 m³</b></p>																																																																																																									
2108169	SICRO3	5.3.6	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m³	299,28																																																																																																				
<p><b>Cortinas</b>  B = 1,50 m                      Comprimento = 17,20 m                      H escoramento = 5,80 m  Área fundo = 25,80 m²                      N = 2  V = Área fundo * H escoramento * N  <b>V = 299,28 m³</b>   <b>V = 299,28 m³</b></p>																																																																																																									









CÓDIGO	BANCO	ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE																																																																																																																																				
1106281	SICRO3	6.3.3	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,57																																																																																																																																				
<p><b>Pré-lajes</b>  <math>B = 0,05 \text{ m}</math> <math>L = 1,310 \text{ m}</math> <math>\text{esp} = 0,08 \text{ m}</math>  <math>V = B * L * \text{esp}</math>  <math>V = 0,01 \text{ m}^3</math>  <math>V \text{ total} = N * V \text{ pré-laje}</math> <math>N = 495</math>  <b><math>V \text{ total} = 2,57 \text{ m}^3</math></b></p>																																																																																																																																									
1107860	SICRO3	6.3.4	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	2,57																																																																																																																																				
<p><b>Pré-lajes</b>  Volume Concreto = 2,57 m³  <b>Volume Lançamento = 2,57 m³</b></p>																																																																																																																																									
1100657	SICRO3	6.3.5	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,57																																																																																																																																				
<p><b>Pré-lajes</b>  Volume Concreto = 2,57 m³  <b>Volume Adensamento = 2,57 m³</b></p>																																																																																																																																									
3806426	SICRO3	6.3.6	Lançamento de pré-laje com utilização de guindauto	t	6,43																																																																																																																																				
<p><math>V \text{ total} = 2,57 \text{ m}^3</math>  Densidade concreto = 2,50 t/m³  Peso total = 6,43 t  <b>Lançamento = 6,43 t</b></p>																																																																																																																																									
<b>6.4 LAJE</b>																																																																																																																																									
3108012	SICRO3	6.4.1	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	12,52																																																																																																																																				
<p><b>Laje</b>  <math>B = 30,00 \text{ m}</math> <math>L = 16,30 \text{ m}</math> <math>\text{Espessura laje} = 0,20 \text{ m}</math>  Balauço = 0,00 m  <math>A = (B * L * 2) * \text{Espessura} + \text{Balauço} * B</math>  <b><math>A = 12,52 \text{ m}^2</math></b></p> <p><b>Área forma = 12,52 m²</b></p>																																																																																																																																									
407819	SICRO3	6.4.3	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	8.921,87																																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th rowspan="2">Ø</th> <th rowspan="2">Q</th> <th colspan="2">COMPRIMENTO (M)</th> <th colspan="2">PESO (KG)</th> <th rowspan="2">ELEMENTO</th> </tr> <tr> <th>UNITÁRIO</th> <th>TOTAL</th> <th>UNITÁRIO</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>12,5</td><td>196</td><td>12,00</td><td>2352,00</td><td>0,963</td><td>2.264,98</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>2</td><td>12,5</td><td>196</td><td>5,31</td><td>1040,76</td><td>0,963</td><td>1.002,25</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>3</td><td>8</td><td>147</td><td>12,00</td><td>1764,00</td><td>0,395</td><td>696,78</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>147</td><td>5,00</td><td>735,00</td><td>0,395</td><td>290,33</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>5</td><td>10</td><td>238</td><td>12,00</td><td>2856,00</td><td>0,617</td><td>1.762,15</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>6</td><td>10</td><td>119</td><td>6,34</td><td>754,46</td><td>0,617</td><td>465,50</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>186</td><td>12,00</td><td>2232,00</td><td>0,395</td><td>881,64</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>8</td><td>8</td><td>93</td><td>6,14</td><td>571,02</td><td>0,395</td><td>225,55</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>9</td><td>8</td><td>1470</td><td>0,70</td><td>1029,00</td><td>0,395</td><td>406,46</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>196</td><td>1,40</td><td>274,40</td><td>0,617</td><td>169,30</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>11</td><td>10</td><td>196</td><td>1,60</td><td>313,60</td><td>0,617</td><td>193,49</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>12</td><td>10</td><td>218</td><td>2,00</td><td>436,00</td><td>0,617</td><td>269,01</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>13</td><td>8</td><td>218</td><td>0,74</td><td>161,32</td><td>0,395</td><td>63,72</td><td>LAJE</td></tr> <tr><td>14</td><td>8</td><td>196</td><td>2,98</td><td>584,08</td><td>0,395</td><td>230,71</td><td>LAJE</td></tr> <tr> <td colspan="8"><b>P total = 8921,87 kg</b></td> </tr> </tbody> </table>						N	Ø	Q	COMPRIMENTO (M)		PESO (KG)		ELEMENTO	UNITÁRIO	TOTAL	UNITÁRIO	TOTAL	1	12,5	196	12,00	2352,00	0,963	2.264,98	LAJE	2	12,5	196	5,31	1040,76	0,963	1.002,25	LAJE	3	8	147	12,00	1764,00	0,395	696,78	LAJE	4	8	147	5,00	735,00	0,395	290,33	LAJE	5	10	238	12,00	2856,00	0,617	1.762,15	LAJE	6	10	119	6,34	754,46	0,617	465,50	LAJE	7	8	186	12,00	2232,00	0,395	881,64	LAJE	8	8	93	6,14	571,02	0,395	225,55	LAJE	9	8	1470	0,70	1029,00	0,395	406,46	LAJE	10	10	196	1,40	274,40	0,617	169,30	LAJE	11	10	196	1,60	313,60	0,617	193,49	LAJE	12	10	218	2,00	436,00	0,617	269,01	LAJE	13	8	218	0,74	161,32	0,395	63,72	LAJE	14	8	196	2,98	584,08	0,395	230,71	LAJE	<b>P total = 8921,87 kg</b>							
N	Ø	Q	COMPRIMENTO (M)		PESO (KG)				ELEMENTO																																																																																																																																
			UNITÁRIO	TOTAL	UNITÁRIO	TOTAL																																																																																																																																			
1	12,5	196	12,00	2352,00	0,963	2.264,98	LAJE																																																																																																																																		
2	12,5	196	5,31	1040,76	0,963	1.002,25	LAJE																																																																																																																																		
3	8	147	12,00	1764,00	0,395	696,78	LAJE																																																																																																																																		
4	8	147	5,00	735,00	0,395	290,33	LAJE																																																																																																																																		
5	10	238	12,00	2856,00	0,617	1.762,15	LAJE																																																																																																																																		
6	10	119	6,34	754,46	0,617	465,50	LAJE																																																																																																																																		
7	8	186	12,00	2232,00	0,395	881,64	LAJE																																																																																																																																		
8	8	93	6,14	571,02	0,395	225,55	LAJE																																																																																																																																		
9	8	1470	0,70	1029,00	0,395	406,46	LAJE																																																																																																																																		
10	10	196	1,40	274,40	0,617	169,30	LAJE																																																																																																																																		
11	10	196	1,60	313,60	0,617	193,49	LAJE																																																																																																																																		
12	10	218	2,00	436,00	0,617	269,01	LAJE																																																																																																																																		
13	8	218	0,74	161,32	0,395	63,72	LAJE																																																																																																																																		
14	8	196	2,98	584,08	0,395	230,71	LAJE																																																																																																																																		
<b>P total = 8921,87 kg</b>																																																																																																																																									





CÓDIGO	BANCO	ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
1106280	SICRO3	6.7.3	Concreto para bombeamento fck = 30 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	13,53
			<p><b>Guarda-Rodas</b>  Comprimento = 29,25 m      Área seção = 0,23 m²      Perímetro = 2,40 m  <math>V = \text{Área seção} \times \text{Comprimento}</math>  <math>V = 6,76 \text{ m}^3</math>  <math>V \text{ total} = N \times V \text{ guarda-corpo}</math>      <math>N = 2</math>  <math>V \text{ total} = 13,53 \text{ m}^3</math></p> <p><b>V total = 13,53 m³</b></p>		
1107860	SICRO3	6.7.4	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	13,53
			<p><b>Guarda-Rodas</b>  Volume Concreto = 13,53 m³</p> <p><b>Volume Lançamento = 13,53 m³</b></p>		
1100657	SICRO3	6.7.5	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	13,53
			<p><b>Guarda-Rodas</b>  Volume Concreto = 13,53 m³</p> <p><b>Volume Adensamento = 13,53 m³</b></p>		
<b>7 ACABAMENTOS</b>					
2007971	SICRO3	7.1	Dreno de PVC D = 100 mm para OAE - fornecimento e instalação	m	13,77
			<p><math>N = 27</math>      <math>L = 0,51 \text{ m}</math>  <math>L \text{ total} = L \times N</math>  <math>L \text{ total} = 13,77 \text{ m}</math></p>		
307734	SICRO3	7.2	Junta de dilatação em elastômero e perfil VV - L = 25 mm e H = 50 mm - fornecimento e instalação	m	32,60
			<p>Largura da Ponte: 16,30 m      <math>N = 2</math>  <math>L \text{ total} = L \times N</math>  <math>L \text{ total} = 32,60 \text{ m}</math></p> <p><b>V total = 32,60 m</b></p>		
307084	SICRO3	7.3	Lábios poliméricos em junta de pavimento de concreto - L = 20 mm e H = 30 mm - confecção e assentamento	m	65,20
			<p>Comprimento das Juntas = 32,60 m      <math>N = 2</math>  <math>L \text{ total} = L \times N</math>  <math>L \text{ total} = 65,20 \text{ m}</math></p> <p><b>Volume Lançamento = 65,20 m</b></p>		
4915672	SICRO3	7.5	Limpeza de ponte	m	92,60
			<p><math>B = 30,00 \text{ m}</math>      <math>L = 16,30 \text{ m}</math>  <math>L \text{ total} = B \times 2 + L \times 2</math>  <math>L \text{ total} = 92,60 \text{ m}</math></p>		

## **15 PROJETO DE ILUMINAÇÃO**

## **15.1 Introdução**

Considerando o escopo do presente Projeto Executivo, o Projeto de Iluminação apresentado tem como objetivo sugerir os pontos de implantação dos postes e apresentar diretrizes gerais a serem observadas. Para a implantação da iluminação, deverá ser elaborado projeto específico, com o dimensionamento, quantificação e aprovação junto a Celesc. Portanto, os no presente projeto, não serão quantificados os serviços referentes ao Projeto de Iluminação.

A utilização de equipamentos eficientes pode reduzir os gastos do município com o consumo de energia elétrica e com a manutenção do sistema de iluminação pública, melhorando, assim, o seu desempenho. A eficiência de um sistema de iluminação pública depende de todos os seus componentes, principalmente, lâmpadas/reatores e/ou luminárias. Atualmente as tecnologias de iluminação com uso de lâmpadas de descarga a alta pressão vem sendo paulatinamente substituídas por luminárias LED.

Considerando que a evolução dos equipamentos de iluminação pública está em pleno acontecimento e a cada dia surge um equipamento mais eficiente, o projeto em questão, considerou os modelos que estão em conformidades com as normas técnicas brasileiras, portarias do INMETRO e o programa do governo Federal, PROCEL. O projeto de expansão do sistema de iluminação pública deverá satisfazer diversos critérios quantitativos e qualitativos para atender às necessidades visuais dos seus usuários, utilizando, de forma adequada, as tecnologias disponíveis no mercado.

Assim como os equipamentos, os parâmetros de Projetos seguem as Normas Técnicas Brasileira, desta forma, os parâmetros da iluminação das pistas de tráfegos e das pistas que darão acesso à rodovia, seguirá a ABNT NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento. Por ser considerado uma rodovia de trânsito rápido, com pouca iluminação aos redores, algumas interferências como viadutos, os níveis de iluminância e de luminância conforme a classe da via típica V1 e V2.

## **15.2 Advertência**

Toda a instalação elétrica deve seguir as normas técnica, levando em consideração as competências das pessoas que irá interagir com a instalação, sendo que a classificação desta instalação é BA4 - Pessoas Advertidas - conforme NBR5410/04.

Os equipamentos devem estar em conformidades com a influências externas, cada componente elétrico tem sua função específica, por consequência, a instalação elétrica como um todo, tem limites máximos de potência de utilização. Quando ultrapassados estes limites, os componentes em geral podem apresentar alterações de funcionamento e aquecimentos excessivos, os quais reduzem significativamente a vida útil dos componentes e, em certas condições, podem acarretar sua

destruição, colocando todo o meio ao seu redor em situação de risco de incêndios, explosões, choques elétricos, queimaduras etc. Para evitar estes problemas, ou minimizá-los substancialmente, a instalação elétrica conta com dispositivos de proteção tais como disjuntores, condutores de proteção (fio terra) e outros que, em hipótese alguma, devem ser substituídos por outros de características diferentes ou removidos sem a aprovação de um profissional de instalações elétricas devidamente habilitado e qualificado.

Figura 1: Placas de Advertência;



### 15.3 Base técnica

ABNT NBR 5101 – Iluminação pública – Procedimento.

ABNT NBR 5123 – Relé foto controlador intercambiável e tomada para iluminação – Especificação e ensaios.

ABNT NBR 5461 – Iluminação – Terminologia.

ABNT NBR 15129 – Luminárias para iluminação pública – Requisitos particulares.

ABNT NBR 16026 – Dispositivo de controle eletrônico c.c. ou c.a. para módulos de LED – Requisitos de desempenho.

ABNT NBR IEC 60598-1 – Luminárias – Parte 1 – Requisitos gerais e ensaios.

IEC 60598-2-3 – Luminárias – Parte 2: Requisitos particulares – Seção 3: Luminárias para iluminação pública.

INMETRO/MDIC – Portaria nº 20 – Regulamento Técnico da Qualidade para Luminárias para Iluminação Pública Viária – Anexo I-B – Requisitos Técnicos para Luminárias para Iluminação Pública Viária que utilizam Tecnologia LED.

NBR NM 87 - Aço carbono e ligados para construção mecânica - Designação e composição química.

NBR6323/16 - Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação

NBR14744/01 - Poste de aço para iluminação

NBR 6123:1988 Forças devidas ao vento em edificações: considerações gerais.

ABNT NBR 5597 – Eletroduto de aço carbono e acessórios com revestimento protetor e rosca NPT - Requisitos;

ABNT NBR 5598 – Eletroduto de aço carbono e acessórios com revestimento protetor e rosca BSP - Requisitos;

ABNT NBR 13571 – Haste de Aterramento Aço-Cobreada e Acessórios.

NORMA REGULAMENTADORA NR-10 - Segurança Em Instalações E Serviços Em Eletricidade;

## 15.4 Projeto iluminação

O projeto de IP passa primeiramente pelas definições do tipo de via, volume de tráfego, da postulação e dos equipamentos de iluminação. As vias foram classificadas de acordo com a NBR 5101:2018 conforme mostrado da Tabela 1.

A Avenida, terá um seguimento típico, sendo ele: (1) segmento da seção tipo;

Tabela 1: Classificação do Trecho da Via

Classificação da Via (segmento 1)		Classe de iluminação
Vias urbanas	Via de trânsito rápido.	V1/V2
volume de tráfego	Intenso (I) - Acima de 1.200	
tráfego de pedestres	Leve (L)	

### 15.4.1 Parâmetros mínimos recomendados para vias do projeto

A Tabela 2 mostra os requisitos mínimos para Iluminação da pista de rodagem, por se tratar de uma via tipo V1 além dos parâmetros de iluminância ela deve atender os requisitos de luminância.

Tabela 2: Requisitos técnicos de Iluminação

Tipo de Via	$L_{med}$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_o \geq$	$U_L \geq$	$TI\% \leq$	$SR \geq$	$E_{med, min.}$ [lux]	$U = E_{min}/E_{med}$
V1	2,00	0,40	0,70	10	0,5	30	0,4
V2	1,50	0,40	0,70	10	0,5	20	0,3

### 15.5 Definição da luminária

Com o avanço das tecnologia e principalmente das fontes de luz, mais eficiente, as luminárias para o atendimento das vias serão de LED SMD, integradas e com a base para relê fotoeletrônico, com possibilidades de telegestão das luminárias. Elas devem atender a NBR 15129:2012 – Luminárias para iluminação pública – Requisitos particulares, estar certificadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e, preferencialmente, possuírem o Selo Procel de economia de energia, concedido aos produtos mais eficientes.

O Selo Procel de Economia de Energia tem como objetivo servir como ferramenta simples e eficaz para permitir a distinção, entre os equipamentos e eletrodomésticos vendidos no mercado, daqueles mais eficientes e que menos consomem energia elétrica. O Selo Procel foi criado pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel e instituído por Decreto do Poder Executivo Federal em 8 de dezembro de 1993.[1] O Procel, conforme a Portaria Interministerial n.º 1.877/1985, que o instituiu, destina-se a:

[...] integrar as ações visando à conservação de energia elétrica no País, dentro de uma visão abrangente e coordenada, maximizando seus resultados e promovendo um amplo espectro de novas iniciativas, avaliadas à luz de um rigoroso teste de oportunidade, prioridade e economicidade.

No site do PROCEL INFO, tem todos os produtos contemplados com o Selo Procel. Dentre eles nos equipamentos destinados a iluminação, tem as luminárias LED para iluminação pública.

<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={B70B5A3C-19EF-499D-B7BC-D6FF3BABE5FA}>

### 15.6 Disposição de postes e luminárias.

Para determinar as disposições dos postes, a altura de montagem, o tipo de braço e o vão entre os postes, foi considerado as larguras dos trechos em questão.

Para a definição da altura e vão entre poste foi considerado a seguintes relações: a altura de montagem deve ser maior ou igual a largura da via mais o acostamento.

$$Am \geq L \ggg 8 \text{ a } 10 \geq \text{variáveis (trecho tipo)}$$

Para determinar os vão entre os postes, vamos considerar a distribuição longitudinais, são divididas em três grupos, conforme a Figura 2 abaixo, para este projeto vamos considerar a distribuição média, que vai de 2,25Am a 3,75Am. Já a distribuição transversal representada na Figura 3, consideremos o Tipo II, por estar entre 1,0Am e 1,75Am.

Figura 2: Distribuição longitudinal

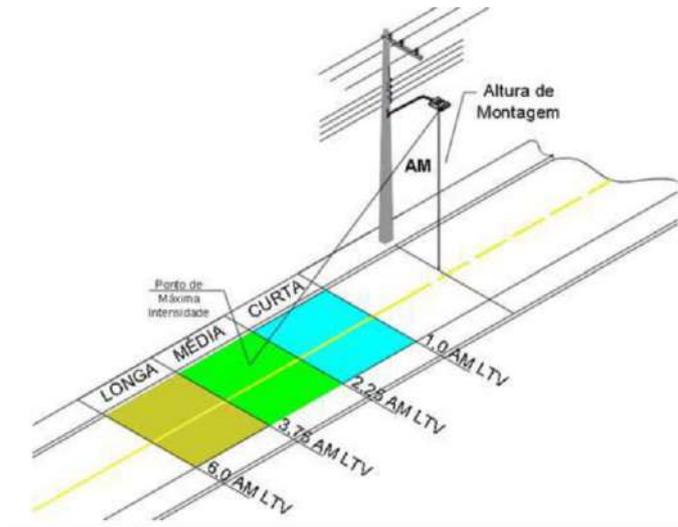


Figura 3: Distribuição Transversal

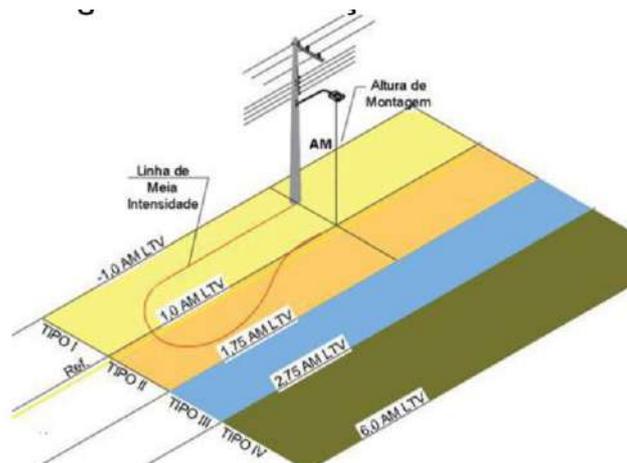


Tabela 3: definições de vão e distribuição.

Vão entre os postes	Definição
$2,25Am \leq e \leq 3,75Am$	$e = 30m (3,33Am)$ (média)
Disposição do poste	
$LT \geq 1,0Am$	Posteação Variáveis conforme trecho.
Distribuição Transversal	
$1,0Am \leq L \leq 1,75am$	Tipo II

- Am = altura de montagem da luminária.
- L = largura da pista mais acostamento.
- LT = largura total da pista mais acostamento.
- e = espaçamento entre postes.

## 15.7 Especificação de luminárias LED

As luminárias que serão utilizadas para atender os níveis de iluminação da via rápida, deverá atender os critérios e as exigências técnicas mínimas, descritas neste memorial, essa especificação não retira do fornecedor a responsabilidade de entregar um produto que atenda com satisfação o desempenho elétrico e luminotécnico, com qualidade, eficiência e que garanta um equipamento com vida útil acima dos parâmetros mínimos da portaria 20.

Neste caso as Luminárias devem utilizar a tecnologia Light Emitting Diode (LED), com sistemas eletrônicos de controle e dispositivo contra Surto, com aplicação em sistema de iluminação pública.

Tendo em vista que há inúmeros tipos e modelos de luminária, cada uma para uma função diferente com especificações variadas, para a rodovia as luminárias de acordo com a Normas Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas -ABNT, certificadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e, preferencialmente, possuírem o Selo Procel de economia de energia, concedido aos produtos mais eficientes.

Serão utilizados neste projeto um modelo de luminária, nos itens a seguir descreveremos as características técnicas mínimas da luminária. Essas características foram levadas em conta, os modelos que está listas no link acima, já citado e o projeto luminotécnico anexo a esse volume.

No projeto luminotécnico, ficou definido a potência máxima, fluxo luminoso mínimo, eficiência energética e classificação quanto ao tipo de distribuição longitudinal e transversal e temperatura de cor correlata.

### 15.7.1 Garantia

A Garantia do produto deve ser superior a cinco anos contados a partir da emissão da nota fiscal emitida para o cliente final, não da compra entre o fornecedor e a empresa fabricante.

Conforme o Código de Defesa do Consumidor foi criado pela lei 8.078/90 para dar proteção e segurança ao consumidor em seu art.32. diz que os fabricantes e importadores deverão assegurar a

oferta de componentes e peças de reposição enquanto não cessar a fabricação ou importação do produto. Ou quando cessadas a produção ou importação, a oferta deverá ser mantida por período razoável, na forma da lei, para as luminárias deverá ser no tempo da sua vida útil, de deve ser maior que 50.000h, neste caso o fabricante deve se comprometer em fornecer as peças de reposição por este tem.

A vida útil é definida em horas, após uma certa depreciação de seu fluxo luminoso inicial, esta depreciação é definida na portaria 20, para luminária de led e considerado 30%. Como pode haver uma queima prematura, o fornecedor deve indicar a taxa de mortalidade na proposta, para que seja determinado o estoque de peças sobressalente, após a instalação do sistema completo.

No caso dos DPS, que é um dispositivo de proteção contra surto, e para proteger a luminária, ele deve “queimar” antes de danificar a luminária, devem ser previstos na proposta e fornecidos um quantitativo mínimo de DPS sobressalentes, para que a manutenção do sistema seja feita, sem a perda da garantia da luminária.

Os procedimentos de trocas do DPS, devem ser documentados, no manual e fornecido um treinamento aos técnicos que manterão o sistema funcionando, para manter as garantias de funcionamento, de trocas e reparos nas luminárias.

## 15.7.2 Luminária Principal

Tabela 4: Requisitos luminotécnico - luminária principal

Descrição	
<b>Luminária de LED</b>	
Potência Nominal	≤120W
Temperatura de Cor	4000K
Tensão nominal de alimentação:	127Vca
Fluxo Luminoso Mínimo	≥18240 lm
Eficiência energética da luminária	≥152 lm/W
Fator de Potência	≥0,98
Classificação Fotométrica	Tipo II Média Limitada
IRC	≥70
Grau de Impacto	≥IK8
DPS	10kA/10kV
Drive	Incorporado a Luminária

### 15.7.3 Detalhamento das características técnicas

As luminárias com corpo em alumínio injetado a alta pressão, grau de proteção IP66, fornecida completamente montada e conectada, incluindo todos os componentes e acessórios. Corpo em liga de alumínio injetado à alta pressão; conjunto óptico fechado; encapsulamento de LEDs cerâmico; sistema óptico secundário em policarbonato ou acrílico, injetados à alta pressão e estabilizados para resistir à radiação ultravioleta e às intempéries. A transparência mínima inicial das lentes deve ser igual ou superior a 85%.

Os dissipadores de calor do conjunto, dos circuitos e dos LEDs em alumínio. Pintura eletrostática em poliéster a pó, com proteção UV, resistente a intempéries e corrosão, com camada mínima de 60µm, na cor a ser definida com os municípios.

Alojamento do equipamento auxiliar (driver, conexões, protetor de surto) com acesso por meio de parafusos ou fechos de pressão, na parte superior para evitar quedas por gravidade, caso abra o compartimento. Placa do circuito dos LEDs do tipo Metal Clad Printed Circuit Board (MCPCB) de alumínio, montados por processo Surface Mounting Devices (SMD). Não serão aceitos módulos com PCB de material fenolite ou fibra de vidro.

Grau de Proteção  $\geq$ IP66 para o bloco ótico,  $\geq$ IP65 para o driver e  $\geq$ IP44 para o alojamento do driver na luminária. Resistência a impactos mecânicos (Classificação IK): mínimo IK-08. Temperatura de operação: no mínimo entre temperaturas de -5° C e 45° C.

Tomada integrada de 7 posições para relé foto controlador de 7 contatos, sendo 3 para carga e 4 para dimerização e dados, deverá ficar preparada para a inclusão do sistema de telegestão, aplicado em uma nova etapa.

Driver: incorporado internamente à luminária e ser dimerizada (0 a 10 V), para futura telegestão; protetor de surto (DPS) próprio para IP:  $\geq$  10 kA; temperatura de cor correlata (TCC): será admitido o valor mínimo de 3.710 K e o valor máximo de 4.260 K.; vida útil do conjunto:  $\geq$  50.000 horas; índice de depreciação: mínimo L70 (perda máxima de 30% do fluxo luminoso inicial após 50.000 horas).

### 15.7.4 Especificação postes

Para os postes instalados nas pistas de acesso, eles serão metálicos em aço-carbono conforme normas técnicas, cônico, reto, flangeado, reforçado, 9 metros livre, com janela de inspeção, galvanizado a fogo com mínimo de 100µm e reparado para pintura (cor definida pelos municípios).

O poste deverá suportar ventos acima de 100km/h.

Dimensões: altura 8; diâmetro superior Ø88,9mm; diâmetro inferior Ø114,3mm;

Os postes devem estar de acordo com as NBRs 14744, 6123, 6323, demais normas vigentes.

### **15.7.5 Especificação suportes das luminárias**

Suporte para poste principal em aço galvanizado reto (0° de inclinação) para fixação de luminárias em topo de poste, com diâmetros de 88,9mm, produzidos em aço-carbono conforme normas técnicas. Galvanizado por imersão a quente conforme ABNT-NBR 6323 preparado para pintura (cor definido pelos municípios)

A fixação ao topo do poste é feita por parafusos de aperto que asseguram o nivelamento e a permanência do conjunto na posição original da instalação.

### **15.7.6 Especificação relé fotoeletrônico.**

Relé Fotoeletrônico destinados ao acendimento de luminárias LED no período noturno, com sistema Ligado (Fail-ON), ou seja, quando ele apresentar falha, deverá manter a luz acesa. Deve atender a ABNT NBR5123 nas especificações e luminosidade para o acendimento e no desligamento. Possuir três pinos, e Grau de Proteção  $\geq$ IP65. Ser resistente aos surtos de tensões até 10kV, com tensão de alimentação de 100 a 250VCA

Assim como as luminárias, devem possuir garantias de mínima de 5 anos.

Da mesma forma do DPS, prever um percentual de quantitativo de relé sobressalente, baseado nas taxas de mortalidades prematuras deles.

## **16 PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO**

## 16.1 Introdução

O Projeto de Desapropriação tem como objetivo identificar e quantificar áreas e benfeitorias a serem desapropriadas com a implantação do prolongamento da Avenida Martin Luther, trecho entre a Rua das Gaivotas até a Divisa Municipal de Itajaí – Ribeirão Ariribá.

Os vértices da poligonal da área de interferência foram caracterizados por coordenadas planas retangulares, segundo o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS 2000.

Para o levantamento foram utilizados três processos distintos:

- Drone;
- RTK;
- Estação Total.

Ao longo da área de interferência, foi efetuado o levantamento cadastral, possibilitando a definição de todas as benfeitorias e interferências atingidas.

No Volume 3 é apresentado o Projeto de Desapropriação.

## **17 QUADRO DE QUANTIDADES**



## ESTADO DE SANTA CATARINA

## PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INFRAESTRUTURA DO TERCEIRO TRECHO DA AVENIDA MARTIN LUTHER (RUA DAS GAIVOTAS ATÉ A DIVISÃO MUNICIPAL DE ITAJAÍ - RIBEIRÃO ARIRIBÁ)



## QUADRO DE QUANTIDADES

Item	Código	Referência	Descrição do Serviço	Unid	Qntd
<b>1.0 SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					
1.1	-	-	Instalações e Manutenção do Canteiro de Obras	unid	1,00
1.2	5213572	SICRO	Placa de Obra em chapa de aço galvanizado	m <sup>2</sup>	5,20
<b>2.0 TERRAPLENAGEM</b>					
2.1	5501700	SICRO	Desmatamento, destocamento e limpeza de área com árvores de diâmetro até 0,15 m	m <sup>2</sup>	60.690,00
2.2	5501710	SICRO	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 50 m	m <sup>3</sup>	4.687,00
2.3	5502135	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	22.155,00
2.4	5502136	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	15.174,00
2.5	5502137	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1.707,00
2.6	5502834	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1.814,00
2.7	5502187	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 m	m <sup>3</sup>	2.704,00
2.8	5502611	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	6.231,00
2.9	5502612	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	9.268,00
2.10	5502613	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1.024,00
2.11	5502881	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	711,00
2.12	5502663	SICRO	Escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 0 a 50 m	m <sup>3</sup>	1.802,00
2.13	5502768	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	5.393,00
2.14	5502769	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	7.610,00
2.15	5502770	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	683,00
2.16	5502887	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	475,00
2.17	5915321	SICRO	Transporte com caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada	tkm	78.750,00
2.18	5502978	SICRO	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	m <sup>2</sup>	42.083,85
2.19	5503041	SICRO	Compactação de aterros a 100% do Proctor intermediário	m <sup>2</sup>	6.339,23
2.20	5502979	SICRO	Construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria oriundo de corte	m <sup>3</sup>	13.745,00
2.21	5502822	SICRO	Compactação de camada final de aterro de rocha	m <sup>2</sup>	1.743,00
2.22	COMP	ATB	Destinação de material para bota fora	m <sup>3</sup>	3.000,00
<b>3.0 PAVIMENTAÇÃO</b>					
3.1	4915667	SICRO	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m <sup>3</sup>	201,05
3.2	4915669	SICRO	Remoção mecanizada de camada granular do pavimento	m <sup>3</sup>	1.608,40
3.3	COMP	ATB	Destinação de material para bota fora	m <sup>3</sup>	1.809,45
3.4	4011279	SICRO	Base ou sub-base de macadame seco com brita comercial	m <sup>3</sup>	6.012,89
3.5	4011276	SICRO	Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial	m <sup>3</sup>	4.444,31
3.6	4011352	SICRO	Imprimação com emulsão asfáltica	m <sup>2</sup>	26.143,00
3.7	4011353	SICRO	Pintura de ligação	m <sup>2</sup>	26.633,00
3.8	4011471	SICRO	Concreto asfáltico com borracha - faixa C - brita comercial	t	3.195,96
3.9	-	-	Fornec. de Emulsão Asfáltica para Imprimação - EAI	t	34,62
3.10	-	-	Fornec. de RR-1C - Pintura de ligação	t	11,98
3.11	-	-	Fornec. de CAP Borracha AB8	t	191,76
3.12	-	-	Transp. de Emulsão Asfáltica para Imprimação - EAI	t	34,62
3.13	-	-	Transp. de RR-1C - Pintura de ligação	t	11,98
3.14	-	-	Transp. de CAP Borracha AB8	t	191,76
<b>4.0 DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES</b>					
4.1	2003327	SICRO	Sarjeta triangular de concreto - STC 108-25 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	m	1.267,00
4.2	2003373	SICRO	Meio-fio de concreto - MFC 03 - areia e brita comerciais - fôrma de madeira	m	3.986,00
<b>4.3 Valetas com revestimento de concreto - escavação mecânica - areia e brita comerciais</b>					
4.3.1	4805756	SICRO	Apiloamento manual de superfície com espessura de 15 cm	m <sup>2</sup>	843,64
4.3.2	4805754	SICRO	Compactação manual com soquete vibratório	m <sup>2</sup>	192,66
4.3.3	1107892	SICRO	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m <sup>3</sup>	61,83
4.3.4	1109669	SICRO	Argamassa de cimento e areia 1:3 - confecção em betoneira e lançamento manual - areia comercial	m <sup>3</sup>	0,05
4.3.5	4413996	SICRO	Enleivamento	m <sup>2</sup>	843,64
4.3.6	2004522	SICRO	Escavação mecânica de vala trapezoidal ou triangular em material de 1ª categoria para drenagem superficial com retroescavadeira - 0,30 m <sup>2</sup> ≤ seção < 0,50 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	192,66
4.3.7	3108022	SICRO	Guia de madeira de 2,5 x 8,0 cm - confecção e instalação	m	421,85
<b>4.4 Valetas com revestimento em grama - escavação mecânica - areia e brita comerciais</b>					
4.4.1	4805756	SICRO	Apiloamento manual de superfície com espessura de 15 cm	m <sup>2</sup>	8.954,09
4.4.2	4805754	SICRO	Compactação manual com soquete vibratório	m <sup>2</sup>	1.669,04



## ESTADO DE SANTA CATARINA

## PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INFRAESTRUTURA DO TERCEIRO TRECHO DA AVENIDA MARTIN LUTHER (RUA DAS GAIVOTAS ATÉ A DIVISA MUNICIPAL DE ITAJAÍ - RIBEIRÃO ARIRIBÁ)



## QUADRO DE QUANTIDADES

Item	Código	Referência	Descrição do Serviço	Unid	Qntd
4.4.3	2004522	SICRO	Escavação mecânica de vala trapezoidal ou triangular em material de 1ª categoria para drenagem superficial com retroescavadeira - 0,30 m <sup>2</sup> ≤ seção < 0,50 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.669,04
4.4.4	4413996	SICRO	Enleivamento	m <sup>2</sup>	17.908,18
4.5	2003397	SICRO	Descida d'água de cortes em degraus - DCD 01 - areia e brita comerciais	m	85,00
4.6	0804013	SICRO	Corpo de BSTC D = 0,40 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	m	498,00
4.7	2003475	SICRO	Dissipador de energia - DED 01 - areia e brita comerciais	un	8,00
4.8	2003618	SICRO	Boca de lobo simples - BLS 01 - areia e brita comerciais	un	62,00
4.9	2003634	SICRO	Boca de lobo dupla - grelha de concreto - BLDG 01 - areia e brita comerciais	un	1,00
4.10	2003441	SICRO	Dissipador de energia - DES 01 - areia e pedra de mão comerciais	un	5,00
4.11	2003389	SICRO	Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 01 - areia e brita comerciais	m	117,00
4.12	2003678	SICRO	Poço de visita - PVI 01 - areia e brita comerciais	un	13,00
4.13	2003728	SICRO	Caixa coletora de talvegue - CCT 01 - areia e brita comerciais	un	12,00
4.14	0804377	SICRO	Boca de BSTC D = 0,60 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas esconsas	un	1,00
4.15	0804385	SICRO	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas esconsas	un	1,00
4.17	0804393	SICRO	Boca de BSTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas esconsas	un	1,00
4.18	2003449	SICRO	Dissipador de energia - DEB 01 - areia, brita e pedra de mão comerciais	un	1,00
4.19	2003451	SICRO	Dissipador de energia - DEB 02 - areia, brita e pedra de mão comerciais	un	1,00
4.20	2003453	SICRO	Dissipador de energia - DEB 03 - areia, brita e pedra de mão comerciais	un	1,00
4.21	0804023	SICRO	Corpo de BSTC D = 0,60 m PA2 - areia, brita e pedra de mão comerciais	m	550,66
4.22	0804031	SICRO	Corpo de BSTC D = 0,80 m PA2 - areia, brita e pedra de mão comerciais	m	66,00
4.23	0804039	SICRO	Corpo de BSTC D = 1,00 m PA2 - areia, brita e pedra de mão comerciais	m	154,93

CUSTO

5.0 SINALIZAÇÃO					
5.1 SINALIZAÇÃO DEFINITIVA					
5.1.1	5213408	SICRO	Pintura de faixa com termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm	m <sup>2</sup>	1.643,00
5.1.2	5213409	SICRO	Pintura de setas e zebrações com termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm	m <sup>2</sup>	289,00
5.1.3	5213359	SICRO	Tacha refletiva em plástico injetado - monodirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação	un	556,00
5.1.4	5213361	SICRO	Tachão refletivo em plástico injetado - monodirecional - fornecimento e colocação	un	68,00
5.1.5	5213362	SICRO	Tachão refletivo em plástico injetado - bidirecional - fornecimento e colocação	un	709,00
5.1.6	5213572	SICRO	Placa em aço - película III + III - fornecimento e implantação	m <sup>2</sup>	33,00
5.1.7	5213856	SICRO	Suporte metálico galvanizado para placa de regulamentação - R1 - lado de 0,331 m - fornecimento e implantação	un	6,00
5.1.8	5213860	SICRO	Suporte metálico galvanizado para placa de regulamentação - R2 - lado de 0,80 m - fornecimento e implantação	un	1,00
5.1.9	5213863	SICRO	Suporte metálico galvanizado para placa de advertência ou regulamentação - lado ou diâmetro de 0,60 m - fornecimento e implantação	un	38,00
5.1.10	5213864	SICRO	Suporte metálico galvanizado para placa de advertência ou regulamentação - lado ou diâmetro de 0,80 m - fornecimento e implantação	un	14,00
5.1.11	5213865	SICRO	Suporte metálico galvanizado para placa de advertência ou regulamentação - lado ou diâmetro de 1,00 m - fornecimento e implantação	un	4,00
5.1.12	5213868	SICRO	Suporte metálico galvanizado para placas - 2,00 x 1,00 m - fornecimento e implantação	un	2,00
5.1.13	2019773	SICRO	Canal em polietileno e polipropileno com efeito autolimpante e grelha de encaixe em poliamida reforçada - carga de controle de 250 kN - 100,0 x 16,0 x 15,0 cm - fornecimento e instalação em pavimento de asfalto	m	16,00
5.2 SINALIZAÇÃO DE OBRAS					
5.2.1	5213572	SICRO	Placa em aço - película III + III - fornecimento e implantação	m <sup>2</sup>	13,00
5.2.2	5216111	SICRO	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação	un	16,00
5.2.3	5213835	SICRO	Cone plástico para canalização de trânsito - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	un.dia	6.300,00
5.2.4	5213345	SICRO	Barreira de sinalização tipo II de direcionamento ou bloqueio - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	un.dia	720,00
5.2.5	5213380	SICRO	Cavalete em polietileno zebado 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	900,00

6.0 OBRAS COMPLEMENTARES					
6.1	1600966	SICRO	Remoção de cerca com mourões de concreto	m	382,00
6.2	3719529	SICRO	Barreira simples de concreto, armada, pré-moldada (perfil New Jersey) - L > 3,00 m e H = 810 mm	m	1.237,00
6.3	-	-	Elemento refletivo para defesa metálica e barreira de concreto	un	155,00
6.4	094991	SINAPI	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, não armado	m <sup>3</sup>	227,00
6.5	094993	SINAPI	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, espessura 6cm, armado	m <sup>2</sup>	2.517,00
6.6	0903845	SICRO	Lastro de brita comercial - espalhamento mecânico	m <sup>3</sup>	315,00
6.7	3806386	SICRO	Guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres - fornecimento e instalação	m	1.035,00
6.8	5213364	SICRO	Remoção de placa de sinalização	m <sup>2</sup>	16,00
6.9	1600441	SICRO	Remoção de paralelepípedos	m <sup>2</sup>	699,00
6.10	-	-	Remanejamento de postes	un	16,00
6.11	1600989	SICRO	Demolição de concreto simples com martelo	m <sup>3</sup>	85,00
6.12	1600896	SICRO	Demolição mecânica de alvenaria com escavadeira hidráulica	m <sup>2</sup>	333,00
6.13	4413905	SICRO	Hidrossemeadura	m <sup>2</sup>	10.085,00
6.14	4413996	SICRO	Enleivamento	m <sup>2</sup>	7.887,00

7.0 OAE - VIADUTO					
7.1 INFRAESTRUTURA					
7.1.1 Estacas					



## ESTADO DE SANTA CATARINA

## PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INFRAESTRUTURA DO TERCEIRO TRECHO DA AVENIDA MARTIN LUTHER (RUA DAS GAIVOTAS ATÉ A DIVISA MUNICIPAL DE ITAJAÍ - RIBEIRÃO ARIRIBÁ)



## QUADRO DE QUANTIDADES

Item	Código	Referência	Descrição do Serviço	Unid	Qntd
7.1.1.1	2306074	SICRO	Estaca hélice contínua - confecção	m³	480,00
7.1.1.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	3.412,08
7.1.1.3	2306248	SICRO	Arrasamento de estacas de concreto com seção superior à 900 cm²	m³	1,20
<b>7.1.2</b>	<b>Bloco de Coroamento e Viga de Ligação</b>				
7.1.2.1	3108012	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	105,36
7.1.2.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	5.748,90
7.1.2.3	1106057	SICRO	Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m³	1,76
7.1.2.4	1106281	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	31,66
7.1.2.5	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	33,42
7.1.2.6	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	33,42
7.1.2.7	4805757	SICRO	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria	m³	49,50
<b>7.2</b>	<b>MESOESTRUTURA</b>				
<b>7.2.1</b>	<b>Pilar Circular</b>				
7.2.1.1	3107969	SICRO	Fôrmas curvas de compensado plastificado 10 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	131,19
7.2.1.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.890,90
7.2.1.3	1106280	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 30 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	39,36
7.2.1.4	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	39,36
7.2.1.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	39,36
<b>7.2.2</b>	<b>Ala dos Encontros</b>				
7.2.2.1	3108012	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	143,60
7.2.2.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.824,40
7.2.2.3	1106281	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	15,85
7.2.2.4	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	15,85
7.2.2.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	15,85
7.2.2.6	2108169	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m³	21,75
<b>7.2.3</b>	<b>Cortinas de Acesso</b>				
7.2.3.1	3108012	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	400,18
7.2.3.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	6.413,56
7.2.3.3	1106281	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	95,63
7.2.3.4	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	95,63
7.2.3.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	95,63
7.2.3.6	2108169	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m³	299,28
<b>7.2.4</b>	<b>Calço de Apoio</b>				
7.2.4.1	3107969	SICRO	Fôrmas curvas de compensado plastificado 10 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	16,60
7.2.4.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	395,78
7.2.4.3	1106280	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 30 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	1,45
7.2.4.4	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	1,45
7.2.4.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	1,45
7.2.4.6	0307731	SICRO	Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	82,00
<b>7.3</b>	<b>SUPERESTRUTURA</b>				
<b>7.3.1</b>	<b>VIGAS PRÉ-MOLDADAS - LONGARINAS</b>				
7.3.1.1	3107969	SICRO	Fôrmas curvas de compensado plastificado 10 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	1.444,54
7.3.1.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	21.505,70
7.3.1.3	4507956	SICRO	Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	kg	7.559,40
7.3.1.4	4507755	SICRO	Ancoragem ativa com 12 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	un	60,00
7.3.1.5	4507835	SICRO	Bainha metálica redonda D = 65 mm para 12 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	m	912,17
7.3.1.6	1106281	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	132,00
7.3.1.7	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	132,00
7.3.1.8	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	132,00
7.3.1.9	5915400	SICRO	Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t	un	10,00
7.3.1.10	3806420	SICRO	Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	10,00
<b>7.3.2</b>	<b>TRANSVERSINA</b>				
7.3.2.1	3108012	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	53,59
7.3.2.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.211,06
7.3.2.3	1106281	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	7,11
7.3.2.4	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	7,11
7.3.2.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	7,11



## ESTADO DE SANTA CATARINA

## PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INFRAESTRUTURA DO TERCEIRO TRECHO DA AVENIDA MARTIN LUTHER (RUA DAS GAIVOTAS ATÉ A DIVISA MUNICIPAL DE ITAJAÍ - RIBEIRÃO ARIRIBÁ)



## QUADRO DE QUANTIDADES

Item	Código	Referência	Descrição do Serviço	Unid	Qntd
7.3.2.6	2108171	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 3 vezes - confecção, instalação e retirada	m³	2,16
<b>7.3.3</b>	<b>PRÉ-LAJES</b>				
7.3.3.1	3108012	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	139,77
7.3.3.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	6.098,40
7.3.3.3	1106281	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,57
7.3.3.4	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	2,57
7.3.3.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,57
7.3.3.6	3806426	SICRO	Lançamento de pré-laje com utilização de guindauto	t	6,43
<b>7.3.4</b>	<b>LAJE</b>				
7.3.4.1	3108012	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	12,52
7.3.4.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	8.921,87
7.3.4.3	1106281	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	95,23
7.3.4.4	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	95,23
7.3.4.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	95,23
<b>7.3.5</b>	<b>LAJE DE TRANSIÇÃO</b>				
7.3.5.1	3108012	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 12 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada	m²	20,50
7.3.5.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	3.431,44
7.3.5.3	1106057	SICRO	Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m³	13,20
7.3.5.4	1106281	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	33,00
7.3.5.5	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	46,20
7.3.5.6	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	46,20
<b>7.3.6</b>	<b>GUARDA-RODAS, BARREIRAS, GUARDA CORPO</b>				
7.3.6.1	3117749	SICRO	Fôrma metálica para guarda-corpo de concreto - utilização de 50 vezes - confecção	m²	141,32
7.3.6.2	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.067,32
7.3.6.3	1106280	SICRO	Concreto para bombeamento fck = 30 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	13,53
7.3.6.4	1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h - confecção em central dosadora de 40 m³/h	m³	13,53
7.3.6.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	13,53
7.3.6.6	3806386	SICRO	Guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres - fornecimento e instalação	m	60,00
<b>7.4</b>	<b>ACABAMENTOS</b>				
7.4.1	2007971	SICRO	Dreno de PVC D = 100 mm para OAE - fornecimento e instalação	m	13,77
7.4.2	0307734	SICRO	Junta de dilatação em elastômero e perfil VV - L = 25 mm e H = 50 mm - fornecimento e instalação	m	32,60
7.4.3	0307084	SICRO	Lábios poliméricos em junta de pavimento de concreto - L = 20 mm e H = 30 mm - confecção e assentamento	m	65,20
7.4.4	4915672	SICRO	Limpeza de ponte	m	92,60
<b>8.0</b>	<b>PROJETO DE CONTENÇÃO</b>				
<b>8.1</b>	<b>Cortina Atirantada C01 - Paramento Inferior</b>				
8.1.1	5605882	SICRO	Tirante permanente protendido de aço D = 32 mm, tensão de escoamento = 950 MPa e tensão de ruptura = 1.050 MPa - exceto perfuração	m	4.777,00
8.1.2	5605938	SICRO	Perfuração para tirantes em material de 1ª categoria com diâmetro de até 120 mm	m	2.389,00
8.1.3	5605939	SICRO	Perfuração para tirantes em material de 2ª categoria com diâmetro de até 120 mm	m	1.433,00
8.1.4	5605940	SICRO	Perfuração para tirantes em material de 3ª categoria com diâmetro de até 120 mm	m	955,00
8.1.5	5605945	SICRO	Protensão de tirante permanente protendido de aço D = 32 mm, tensão de escoamento = 950 MPa e tensão de ruptura = 1.050 MPa - inclusive ancoragem e grauteamento da cabeça	un	209,00
8.1.6	2419703	SICRO	Pintura com tinta anticorrosiva à base de epóxi poliamida de dois componentes com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 150 µm	m²	961,00
8.1.7	1107890	SICRO	Concreto fck = 30 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais	m³	413,00
8.1.8	1106050	SICRO	Lançamento livre de concreto usinado por meio de caminhão betoneira - confecção em central dosadora de 30 m³/h	m³	413,00
8.1.9	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	413,00
8.1.10	3108007	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 10 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada	m²	942,00
8.1.11	2108165	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 10 cm - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada	m³	2.095,00
8.1.12	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	84.020,00
8.1.13	1106057	SICRO	Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m³	13,00
8.1.14	2003850	SICRO	Lastro de brita comercial compactado com soquete vibratório - espalhamento manual	m³	43,00
8.1.15	2003854	SICRO	Camada drenante para proteção de muros de contenção - areia comercial	m³	318,00
8.1.16	3816198	SICRO	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada	m³	1.676,00
8.1.17	2003821	SICRO	Dreno tipo barbacã - DRB 02 - D = 50 mm em estrutura de contenção de encosta - excluído o tubo de drenagem	un	209,00
8.1.18	2003935	SICRO	Tubo de PVC para dreno tipo barbacã - D = 50 mm - fornecimento e instalação	m	105,00
8.1.19	2003614	SICRO	Dreno sub-horizontal - DSH 01 - material de 1ª categoria	m	262,50
8.1.20	2003865	SICRO	Dreno sub-horizontal - DSH 01 - material de 2ª categoria	m	262,50



## ESTADO DE SANTA CATARINA

## PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INFRAESTRUTURA DO TERCEIRO TRECHO DA AVENIDA MARTIN LUTHER (RUA DAS GAIVOTAS ATÉ A DIVISA MUNICIPAL DE ITAJAÍ - RIBEIRÃO ARIRIBÁ)



## QUADRO DE QUANTIDADES

Item	Código	Referência	Descrição do Serviço	Unid	Qntd
8.1.21	2306064	SICRO	Estaca raiz perfurada no solo com D = 25 cm - confecção	m	671,00
8.1.22	2306069	SICRO	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 25 cm - confecção	m	103,00
8.1.23	2306247	SICRO	Arrasamento de estacas de concreto com seção de até 900 cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	22,00
<b>8.2</b>	<b>Cortina Atirantada C02 - Paramento Superior</b>				
8.2.1	5605882	SICRO	Tirante permanente protendido de aço D = 32 mm, tensão de escoamento = 950 MPa e tensão de ruptura = 1.050 MPa - exceto perfuração	m	4.093,00
8.2.2	5605938	SICRO	Perfuração para tirantes em material de 1ª categoria com diâmetro de até 120 mm	m	2.047,00
8.2.3	5605939	SICRO	Perfuração para tirantes em material de 2ª categoria com diâmetro de até 120 mm	m	1.228,00
8.2.4	5605940	SICRO	Perfuração para tirantes em material de 3ª categoria com diâmetro de até 120 mm	m	819,00
8.2.5	5605945	SICRO	Protensão de tirante permanente protendido de aço D = 32 mm, tensão de escoamento = 950 MPa e tensão de ruptura = 1.050 MPa - inclusive ancoragem e grauteamento da cabeça	un	127,00
8.2.6	2419703	SICRO	Pintura com tinta anticorrosiva à base de epóxi poliamida de dois componentes com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 150 µm	m <sup>2</sup>	823,00
8.2.7	1107890	SICRO	Concreto fck = 30 MPa - confecção em central dosadora de 30 m <sup>3</sup> /h - areia e brita comerciais	m <sup>3</sup>	256,00
8.2.8	1106050	SICRO	Lançamento livre de concreto usinado por meio de caminhão betoneira - confecção em central dosadora de 30 m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	256,00
8.2.9	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m <sup>3</sup>	256,00
8.2.10	3108007	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 10 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada	m <sup>2</sup>	577,00
8.2.11	2108165	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 10 cm - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada	m <sup>3</sup>	1.263,00
8.2.12	0407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	51.625,00
8.2.13	1106057	SICRO	Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m <sup>3</sup>	9,00
8.2.14	2003850	SICRO	Lastro de brita comercial compactado com soquete vibratório - espalhamento manual	m <sup>3</sup>	30,00
8.2.15	2003854	SICRO	Camada drenante para proteção de muros de contenção - areia comercial	m <sup>3</sup>	190,00
8.2.16	3816198	SICRO	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada	m <sup>3</sup>	1.010,00
8.2.17	5501875	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2.040,00
8.2.18	4815671	SICRO	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>	240,00
8.2.19	2003821	SICRO	Dreno tipo barbacã - DRB 02 - D = 50 mm em estrutura de contenção de encosta - excluído o tubo de drenagem	un	127,00
8.2.20	2003935	SICRO	Tubo de PVC para dreno tipo barbacã - D = 50 mm - fornecimento e instalação	m	64,00
8.2.21	2003614	SICRO	Dreno sub-horizontal - DSH 01 - material de 1ª categoria	m	300,00
8.2.22	2003865	SICRO	Dreno sub-horizontal - DSH 01 - material de 2ª categoria	m	300,00
8.2.23	2306064	SICRO	Estaca raiz perfurada no solo com D = 25 cm - confecção	m	408,00
8.2.24	2306069	SICRO	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 25 cm - confecção	m	72,00
8.2.25	2306247	SICRO	Arrasamento de estacas de concreto com seção de até 900 cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	12,00
<b>8.3</b>	<b>Solo Reforçado 01 - km 0+520 LD</b>				
8.3.1	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 0,50) em solo reforçado com fita metálica c=4,00m	un	87,00
8.3.2	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 1,00) em solo reforçado com fita metálica c=4,00m	un	61,00
8.3.3	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 0,50) em solo reforçado com fita metálica c=6,00m	un	134,00
8.3.4	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 1,00) em solo reforçado com fita metálica c=6,00m	un	95,00
8.3.5	3205868	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 0,50 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	3,00
8.3.6	3205870	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 1,00 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	9,00
8.3.7	2003866	SICRO	Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m	m <sup>2</sup>	1.085,00
8.3.8	5501875	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1.485,00
8.3.9	4815671	SICRO	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>	176,00
8.3.10	1505877	SICRO	Enrocamento de pedra espalhada e compactada mecanicamente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	720,00
<b>8.4</b>	<b>Solo Reforçado 02 - km 0+620</b>				
8.3.1	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 0,50) em solo reforçado com fita metálica c=4,00m	un	181,00
8.3.2	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 1,00) em solo reforçado com fita metálica c=4,00m	un	92,00
8.3.3	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 0,50) em solo reforçado com fita metálica c=6,00m	un	72,00
8.3.4	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 1,00) em solo reforçado com fita metálica c=6,00m	un	44,00
8.3.7	3205868	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 0,50 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	9,00
8.3.8	3205870	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 1,00 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	6,00
8.3.9	2003866	SICRO	Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m	m <sup>2</sup>	1.095,00
8.3.10	5501875	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2.472,00
8.3.11	4815671	SICRO	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>	296,00
8.3.12	1505877	SICRO	Enrocamento de pedra espalhada e compactada mecanicamente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	1.883,00
<b>8.5</b>	<b>Solo Reforçado 03 - km 0+720</b>				
8.3.1	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 0,50) em solo reforçado com fita metálica c=4,00m	un	107,00
8.3.2	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 1,00) em solo reforçado com fita metálica c=4,00m	un	82,00
8.3.3	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 0,50) em solo reforçado com fita metálica c=6,00m	un	118,00
8.3.4	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 1,00) em solo reforçado com fita metálica c=6,00m	un	78,00
8.3.5	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 0,50) em solo reforçado com fita metálica c=7,00m	un	79,00
8.3.6	-	COMP	Muro com gabião caixa (1,00 x 1,00) em solo reforçado com fita metálica c=7,00m	un	66,00
8.3.7	3205868	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 0,50 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	7,50



ESTADO DE SANTA CATARINA

PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE INFRAESTRUTURA DO TERCEIRO TRECHO DA AVENIDA MARTIN LUTHER (RUA DAS GAIVOTAS ATÉ A DIVISA MUNICIPAL DE ITAJAÍ - RIBEIRÃO ARIRIBÁ)



## QUADRO DE QUANTIDADES

Item	Código	Referência	Descrição do Serviço	Unid	Qntd
8.3.8	3205870	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 1,00 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	18,00
8.3.9	2003866	SICRO	Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m	m <sup>2</sup>	1.535,00
8.3.10	5501875	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2.899,00
8.3.11	4815671	SICRO	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>	216,00
8.3.12	1505877	SICRO	Enrocamento de pedra espalhada e compactada mecanicamente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	2.650,00
<b>8.6</b>	<b>Muro Gabião 04 - km 0+950 LD</b>				
8.6.1	3205868	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 0,50 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	49,00
8.6.2	3205870	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 1,00 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	264,00
8.6.3	2003866	SICRO	Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m	m <sup>2</sup>	290,00
8.6.4	5501875	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	341,00
8.6.5	4815671	SICRO	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>	87,00
8.6.6	1505877	SICRO	Enrocamento de pedra espalhada e compactada mecanicamente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	180,00
<b>8.7</b>	<b>Muro Gabião 05 - km 0+940 LE</b>				
8.7.1	3205868	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 0,50 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	22,00
8.7.2	3205870	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 1,00 m Zn/Al - D = 2,7 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	305,00
8.7.3	2003866	SICRO	Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m	m <sup>2</sup>	315,00
8.7.4	5501875	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	393,00
8.7.5	4815671	SICRO	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>	121,00
8.7.6	1505877	SICRO	Enrocamento de pedra espalhada e compactada mecanicamente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>	202,00
<b>9.0</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO DA OBRA, MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO</b>				
9.1	-	-	Administração local da obra	unid	1,00
9.2	-	-	Mobilização e desmobilização da obra	unid	1,00

CUSTO TOTAL DE ADMINIS

## **18 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: BALNEARIO CAMBORIU  
Valor: R\$ 953.947,53  
Contrato: Nº 251/2023

CPF/CNPJ: 83.102.285/0001-07  
Nº: 320

Bairro: das nações  
UF: SC

CEP: 88338-900

Celebrado em: 14/11/2023 Vinculado à ART:

Ação Institucional:  
Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ  
Endereço: Avenida Martin Luther  
Complemento: Gaivotas - Arapongas  
Cidade: BALNEARIO CAMBORIU  
Data de Início: 14/11/2023  
Finalidade:

CPF/CNPJ: 83.102.285/0001-07  
Nº: s/n

Bairro: ARIRIBA  
UF: SC

CEP: 88338-630

Previsão de Término: 14/05/2024

Coordenadas Geográficas:

Código:

4. Atividade Técnica

Coordenação	Estudo	Projeto	Dimensão do Trabalho:	Metro(s) Quadrado(s)
<b>Geotecnia</b>			60.575,00	Controle
<b>Tráfego</b>	Levantamento	Estudo	18,00	Ponto(s)
<b>Serviço topografico Planialtimétrico</b>	Estudo	Projeto	60.575,00	Metro(s) Quadrado(s)
<b>Drenagem</b>	Estudo	Projeto	60.575,00	Orçamento
<b>Sinalização</b>			60.575,00	Metro(s) Quadrado(s)
<b>Terraplenagem</b>	Projeto	Orçamento	60.575,00	Metro(s) Quadrado(s)
<b>Pavimentação Asfáltica</b>	Projeto	Orçamento	60.575,00	Metro(s) Quadrado(s)
<b>Traçado viário - projeto geométrico</b>	Anteprojeto	Projeto	60.575,00	Orçamento
			60.575,00	Metro(s) Quadrado(s)

5. Observações

Contratação de empresa para elab.projeto de infraestrutura do terceiro trecho da Avenida Martin Luther (Rua Gaivotas até a Avenida Arapongas). E projeto Readeq/Requal. Av.do Estado. trecho Rua Uganda.

6. Declarações

. 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 11/12/2023: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 254,59 | Data Vencimento: 21/12/2023 | Registrada em: 11/12/2023
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número: 14002304000611384
- . A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-sc.org.br/art](http://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, 11 de Dezembro de 2023

JEFFERSON CARDOSO  
055.762.849-09

## Descrição de débitos

- PROFISSIONAL JEFFERSON CARDOSO
- PROPRIETARIO: MUNICIPIO DE BALNEARIO CAMBORIU
- CONTRATANTE: MUNICIPIO DE BALNEARIO CAMBORIU
- CNPJ CONTRATANTE: 83.102.285/0001-07
- LOCALIZACAO: AVENIDA MARTIN LUTHER S N GAIVOTAS ARAPONGAS
- CIDADE: BALNEARIO CAMBORIU SC
- ART: 9077207-5 CREA-SC: 164528-8

## Linha digitável

10490 51152 95002 130441 00061 138426 6 95710000025459

<b>CREA-SC</b>   104-0				<b>Recibo do Sacado</b>	
Cedente CREA-SC   Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina (CNPJ 82.511.643/0001-64) Rodovia Admar Gonzaga, 2125 - Caixa Postal: 125 - CEP: 88034-001 - Itacorubi - Florianópolis / SC				Vencimento <b>21/12/2023</b>	
Nosso Número 140023040006113842	Número do Documento 490772075	Espécie Doc. GUIA	Data Documento 11/12/2023	Agência / Cod. Cedente 1011 / 051159-5	
(=) Valor Documento <b>254,59</b>	(-) Deduções	(+) Acréscimos		(=) Valor Cobrado	
Sacado AUTOBAHN ENGENHARIA DE INFRAESTRUTU (CNPJ 29.876.900/0001-89)					

Autenticação Mecânica

<b>CAIXA</b>   104-0				<b>10490.51152 95002.130441 00061.138426 6 95710000025459</b>	
Local de Pagamento PREFERENCIALMENTE NAS CASAS LOTÉRICAS ATÉ O VALOR LIMITE				Vencimento <b>21/12/2023</b>	
Cedente CREA-SC   Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina (CNPJ 82.511.643/0001-64)				Agência / Cod. Cedente 1011 / 051159-5	
Data Documento 11/12/2023	Número do Documento 490772075	Espécie Doc. GUIA	Aceite N	Data Processamento 11/12/2023	Nosso Número 140023040006113842
Uso do Banco	Carteira RG	Esp. Moeda R\$	Quantidade	Valor Moeda	(=) Valor Documento <b>254,59</b>
Instruções (Texto de Responsabilidade do Cedente):					(-) Descontos
					(-) Outras Deduções
					(+) Mora / Multa
					(+) Outros Acréscimos
Data/Hora Geração Boleto: 11/12/2023 14:12:35					(=) Valor Cobrado

Sacado  
 AUTOBAHN ENGENHARIA DE INFRAESTRUTU (CNPJ 29.876.900/0001-89)  
 AVENIDA DESEMBARGADOR VITOR LIMA, 260, S - TRINDADE - FLORIANOPOLIS - SC CEP: 88040000

Sacador/Avalista

Ficha de Compensação

Autenticação Mecânica



**COMPROVANTE DE PAGAMENTO****DADOS DO PAGADOR**

Banco	85
Agência	106
Conta/DV	259888 - AUTOBAHN ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA
CPF/CNPJ	29.876.900/0001-89

**DADOS DO BENEFICIÁRIO**

Beneficiário	CREA-SC
CPF/CNPJ	82.511.643/0001-64
Banco	CAIXA ECONOMICA FEDERAL

**DADOS DO PAGAMENTO**

Data/Hora Transação	11/12/2023 14:42:08
Data Do Vencimento	21/12/2023
Valor Título	254,59
Encargos	0,00
Descontos	0,00
Sequência De Autenticação	19120
Data Do Pagamento	11/12/2023
Valor	254,59
Linha Digitável	10490.51152 95002.130441 00061.138426 6 95710000025459
Protocolo	291A.1E1C.070B.0C17.345C.5963

## **19 TERMO DE ENCERRAMENTO**

Encerra-se aqui o produto denominado **Volume 1 – Projeto Executivo**, sendo parte integrante do produto **Elaboração do Projeto de Infraestrutura do Terceiro Trecho da Avenida Martin Luther (Rua das Gaivotas até a Divisa Municipal de Itajaí – Ribeirão Ariribá), com Extensão de 1,50km**, apresentado pela **Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S** para a Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.



---

**JEFFERSON CARDOSO**

**Eng° Civil – CREA-SC 164528-8**

**Autobahn Engenharia de Infraestrutura Rodoviária e Geotécnica S/S**