



# **PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DO OESTE / SC**

Projeto de Implantação de Pavimentação Asfáltica  
Trecho: Bom Jesus do Oeste - Maravilha  
Extensão: 6,0 km

## **PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA ENTRE BOM JESUS DO OESTE/SC ATÉ A DIVISA COM O MUNICÍPIO DE MARAVILHA/SC**

**VOLUME 1 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**

**Novembro de 2021**

**Única Consultores de Engenharia**

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	
1.1	<i>Apresentação</i>	4
1.2	<i>Mapa de Situação e Localização</i>	6
<b>2</b>	<b>ESTUDOS</b>	
2.1	<i>Estudo de Tráfego</i>	9
2.2	<i>Estudos Topográficos</i>	30
2.3	<i>Estudos Geológicos</i>	44
2.4	<i>Estudo Geotécnico</i>	68
2.5	<i>Estudos Hidrológicos</i>	70
<b>3</b>	<b>PROJETOS</b>	
3.1	<i>Projeto Geométrico</i>	96
3.2	<i>Projeto de Interseções</i>	99
3.3	<i>Projeto de Terraplenagem</i>	102
3.4	<i>Projeto de Drenagem e OAC</i>	108
3.5	<i>Projeto de Pavimentação</i>	120
3.6	<i>Projeto de Sinalização</i>	143
3.7	<i>Projeto de Obras Complementares</i>	171
3.8	<i>Componente Ambiental</i>	178
3.9	<i>Cadastro de Desapropriação</i>	180
<b>4</b>	<b>ANEXOS</b>	
4.1	<i>Documentação do Contrato</i>	183
4.2	<i>Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)</i>	186
<b>5</b>	<b>TERMO DE ENCERRAMENTO</b>	<b>188</b>
5.1	<i>Termo de encerramento</i>	189



## 1. APRESENTAÇÃO



## 1.1 Apresentação

## 1.1. Apresentação

O presente volume é parte integrante do **Projeto Executivo de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Bom Jesus do Oeste/SC até a divisa com o Município de Maravilha/SC, com extensão de, aproximadamente, de 6,0 km**, desenvolvido através do **Contrato Administrativo n. 116/2021**, firmado entre a **Prefeitura de Bom Jesus do Oeste** e a empresa **Única Consultores de Engenharia Ltda.**

O Projeto Executivo é constituído pelos seguintes volumes:

- **Volume 1 – Memória Justificativa**, contendo as metodologias, critérios e normas utilizados na elaboração dos estudos e projetos;
- **Volume 2 – Projeto de Execução**, contendo os desenhos relativos ao projeto, detalhes e informações necessárias à execução da obra;
- **Volume 3 – Orçamento**, contendo o orçamento da obra, elaborado em conformidade com a metodologia SICRO;
- **Volume 4 – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes de Terraplenagem**, contendo os elementos necessários para a locação da obra, as notas de serviço de terraplenagem e pavimentação e o Cálculo dos Volumes de Terraplenagem;
- **Volume 5 – Cadastro de Desapropriação**, contendo o cadastro das propriedades atingidas, a serem desapropriadas para a implantação do empreendimento, visando auxiliar no processo de desapropriação das mesmas.

O projeto foi elaborado pela Empresa Única Consultores de Engenharia, em conformidade com o Contrato firmado entre esta empresa e a Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Oeste, cujos elementos principais estão relacionados a seguir:

**Contrato Administrativo N° 99/2021 (Original)**

**Data da assinatura do contrato original: 05/07/2021**

**Contrato Administrativo N° 116/2021 (Primeiro Termo Aditivo)**

**Data da assinatura do Contrato Administrativo N° 116/2021: 12/08/2021**

**Data da Ordem de Serviço: 05/07/2021**

**Prazo para Execução dos Serviços: 150 dias**

Florianópolis, novembro de 2021

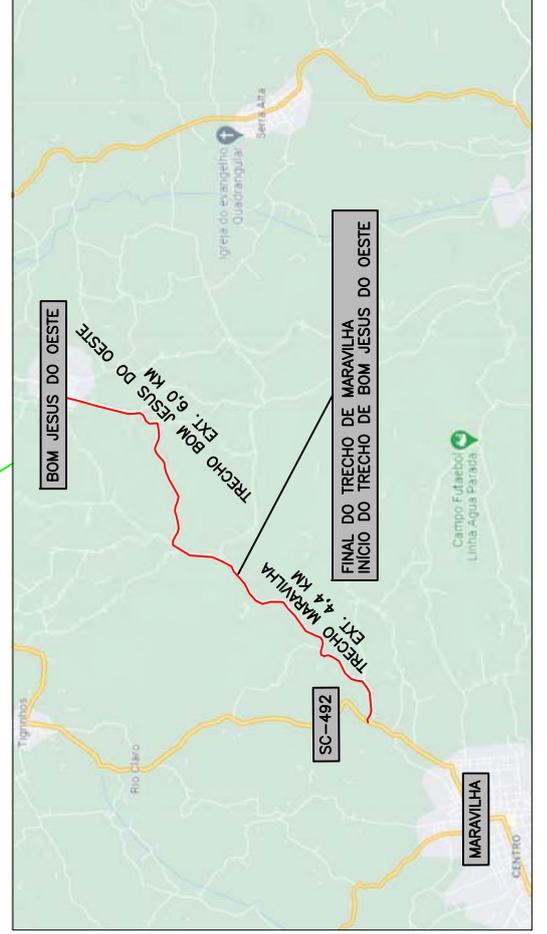
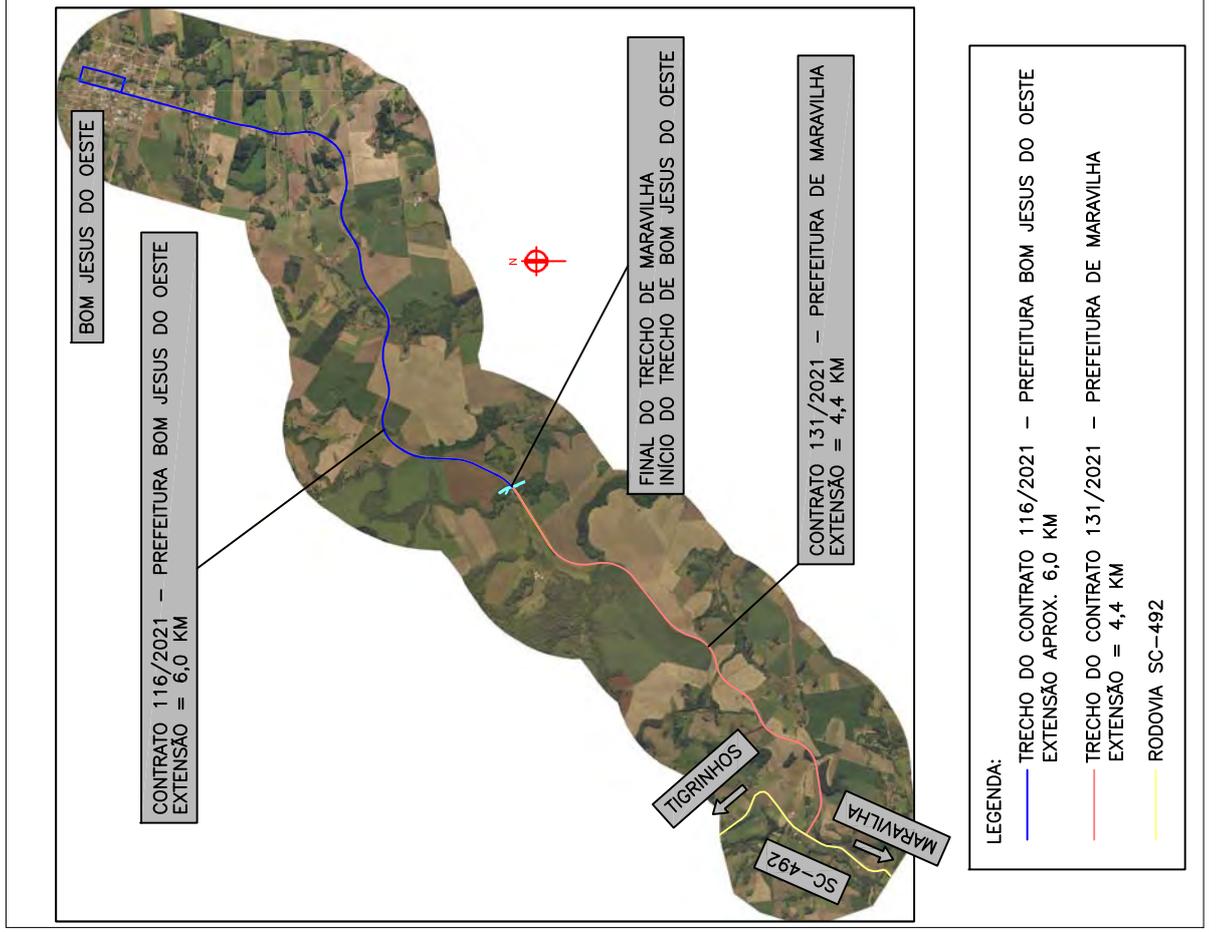


## 1.2 Mapa de Situação

MAPA DE SITUAÇÃO



MAPA DE LOCALIZAÇÃO





## 2. ESTUDOS



## 2.1 Estudo de Tráfego

## 2.1 Estudo de Tráfego

O Estudo de Tráfego visa determinar os volumes do tráfego atual e prever os volumes de tráfego futuro, bem como suas devidas classificações, para o projeto executivo de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Bom Jesus do Oeste/SC até a divisa com o município de Maravilha/SC, com extensão de, aproximadamente, de 6,0 km.

### 2.1.1 Escopo Básico

O Estudo de Tráfego foi desenvolvido de acordo com a Instrução de Serviço IS-02 – Estudo de Tráfego (Edição 09/98) do DEINFRA (atual SIE/SC). Deste modo, serão avaliados os seguintes itens:

- Determinação da área de influência;
- Coleta de dados existentes;
- Coleta de dados do tráfego atual;
- Análise dos volumes de tráfego;
- Tráfego futuro;
- Cálculo do Número “N”;
- Fluxogramas de tráfego.

### 2.1.2 Determinação da Área de Influência

A região que será diretamente afetada abrange-se à microrregião de Chapecó, microrregião esta que faz parte da mesorregião do Oeste Catarinense.

Com base nos dados obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) para o ano 2021, a população estimada de Maravilha corresponde a 26.463 habitantes, distribuída em uma área de 170,339 km<sup>2</sup>, com uma densidade demográfica de 129,03 hab/km<sup>2</sup>. Já Bom Jesus do Oeste apresenta uma população estimada de 2.136 habitantes, distribuída em uma área de 67,777 km<sup>2</sup>, com uma densidade demográfica de 31,78 hab/km<sup>2</sup>.

A economia da região abrangente ao projeto gira em torno da agropecuária e da indústria. As principais atividades na agricultura são o cultivo de feijão, milho, soja, trigo e arroz, sendo que na pecuária se destaca a produção de leite, bovinos, suínos e aves. Na região de Maravilha encontram-se localizadas diversas empresas importantes, tais como a Avioeste, a Realce, a Folle Produtos Siderúrgicos e a Laticínios Bela Vista.

Segundo o DETRAN/SC (Departamento Estadual de Trânsito de Santa Catarina), a frota de veículos do município de Maravilha era de 13.799 veículos em Setembro de 2011 e, no mesmo



mês de 2021, passou para 23.189 veículos, o que corresponde a uma taxa de crescimento de 5,33% a.a. e a um crescimento de 68,05% em 10 anos de pesquisa. Já Bom Jesus do Oeste apresentou um volume de veículos igual a 939 veículos em Setembro de 2011 e, no mesmo mês de 2021, passou para 1.522 veículos, o que corresponde a uma taxa de crescimento de 4,95% a.a. e a um crescimento de 62,09% em 10 anos de pesquisa.

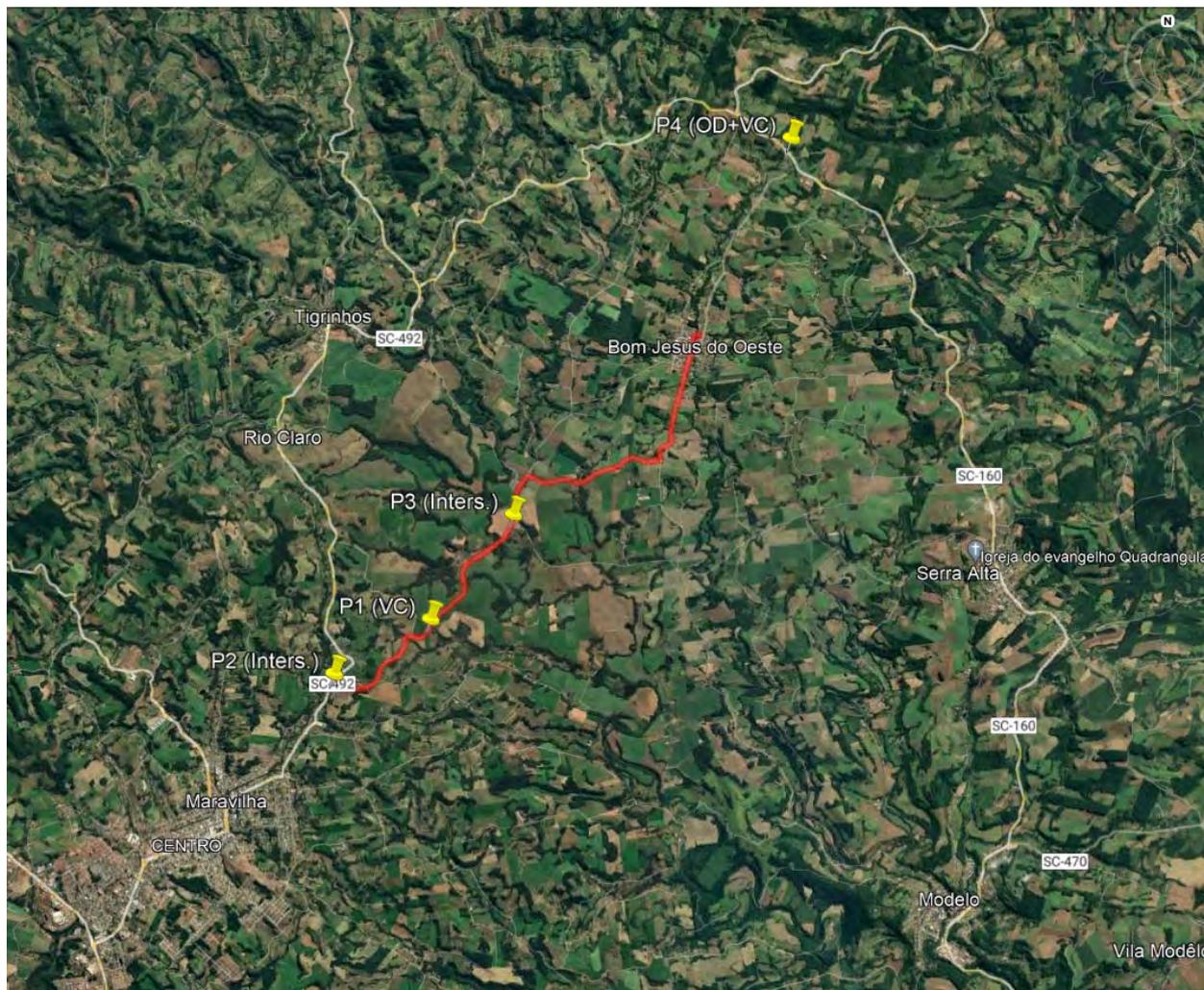
### 2.1.3 Coleta de Dados Existentes

Os dados existentes utilizados como subsídios para o presente estudo foram obtidos nas seguintes fontes:

- DEINFRA: taxas de crescimento médio anual de tráfego obtidas a partir do sistema de análise e previsão de demanda por transporte SAR/CUBE;
- Projeto de Engenharia Rodoviária para Implantação e Pavimentação da Rodovia Extraplano, trecho Maravilha – Bom Jesus do Oeste, DEINFRA, Março/2014;
- Manual de Estudos de Tráfego - DNIT, Publicação IPR – 723, Rio de Janeiro 2006.

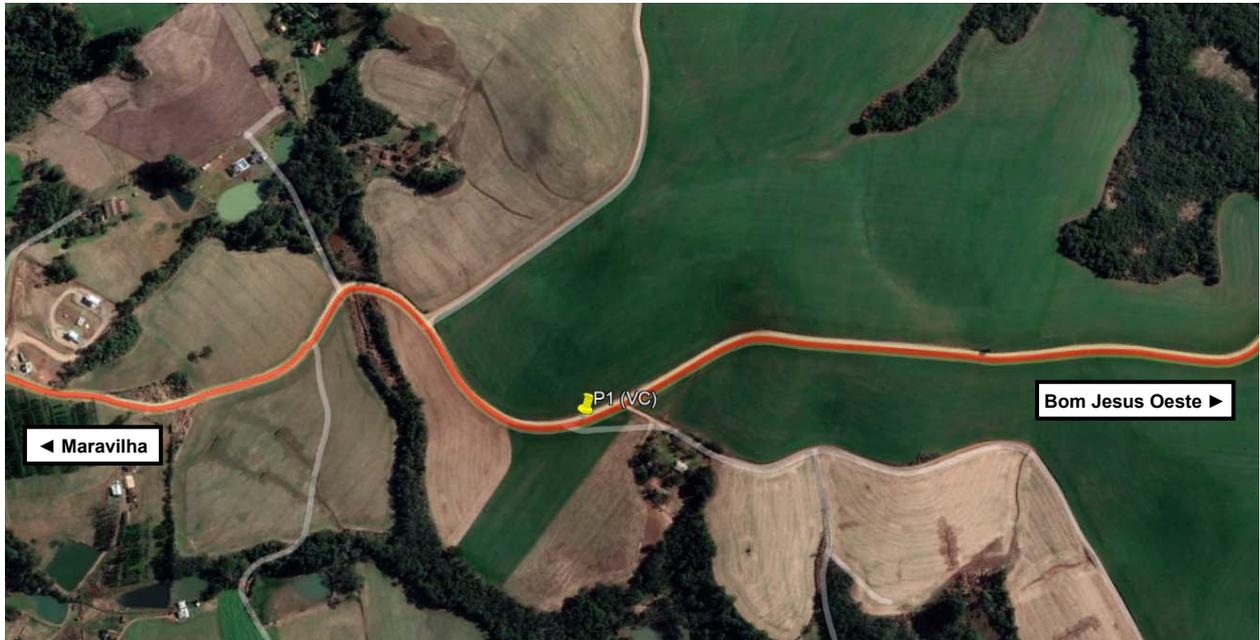
### 2.1.4 Coleta de Dados do Tráfego Anual

Foi programado 1 (um) posto de contagem volumétrica, direcional e classificatória que tem por objetivo fornecer os parâmetros para cálculo do número “N” do projeto e demais projeções – **P1**, 2 (dois) postos de contagem volumétrica, direcional e classificatória adicionais em interseção – **P2** e **P3**, e 1 (um) posto de pesquisa origem-destino e contagem volumétrica, direcional e classificatória para determinação do tráfego desviado – **P4**. Abaixo, estão detalhados estes postos:



**Localização dos Postos de Contagem**

- **P1:** Localizado no município de Maravilha, a aproximadamente 2,0 quilômetros do início do trecho. Foram realizadas contagens em 3 (três) dias, registradas em intervalos de 15 (quinze) minutos, do tipo 2d/13h + 1d/24h. A seguir encontra-se apresentado o posto de contagem onde foram levantados 2 fluxos.



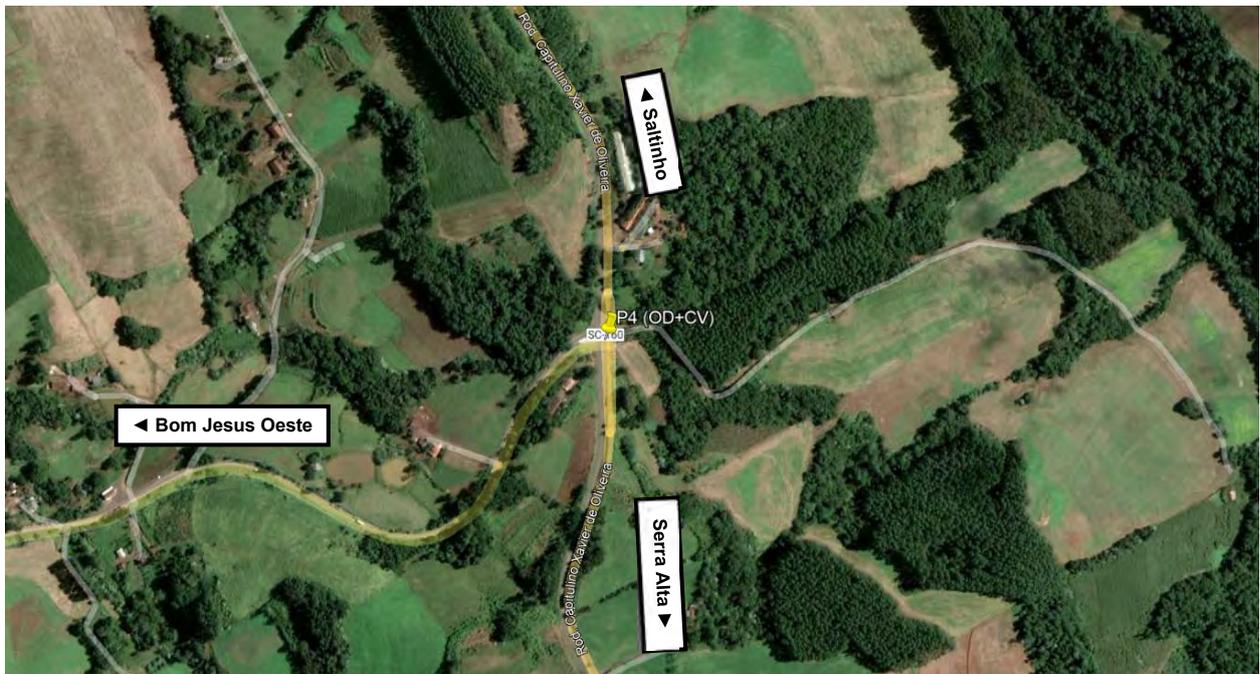
- **P2:** Localizado no município de Maravilha, na interseção do trecho em estudo com a rodovia SC-492 (acesso a Maravilha e Tigrinhos). Foram realizadas contagens em 1 (um) dia, registradas em intervalos de 15 (quinze) minutos, do tipo 1d/13h. A seguir encontra-se apresentado o posto de contagem onde foram levantados 6 fluxos.



- **P3:** Localizado no município de Bom Jesus do Oeste, na interseção de acesso a Modelo. Foram realizadas contagens em 1 (um) dia, registradas em intervalos de 15 (quinze) minutos, do tipo 1d/13h. A seguir encontra-se apresentado o posto de contagem onde foram levantados 6 fluxos.



- **P4:** Localizado no município de Saltinho, na interseção da rodovia SC-160 com o acesso a Bom Jesus do Oeste. Foram realizadas contagens em 1 (um) dia do tipo O/D 1d/13h e VC 1d/24h. A seguir encontra-se apresentado o posto de contagem.





As contagens volumétricas, direcionais e classificatórias foram realizadas com o preenchimento de um modelo de planilha de contagem por equipe especializada nos postos elencados anteriormente.

**Modelo de Planilha de Contagem**

PERÍODO	:00 _____ :15		:15 _____ :30		:30 _____ :45		:45 _____ :00	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Passivo								
Utilitário								
Motociclota								
Ônibus	20B		30B		40B		2C	
	30B		40B		2C		3C	
	40B		2C		3C		4C	
Caminhões	202		203		302		303	
	203		302		303		251	
	302		303		251		252	
Reboques	251		252		253		351	
	252		253		351		352	
	253		351		352		353	
Semi-Reboques	351		352		353		BITREM	
	352		353		BITREM		35252	
	353		BITREM		35252		RODOTREM	
C.V.C.	352CA		352CB		352CC		352CD	
	352CD		352CE		352CF		352CG	
TITREM	35252A		35252B		35252C		35252D	
	35252D		35252E		35252F		35252G	

**2.1.5 Análise dos Volumes de Tráfego**

Para a elaboração do Estudo de Tráfego, foram adotadas algumas condicionantes quanto ao período, que estão descritas na sequência:

- **Ano base:** considerou-se como ano base 2021, anos correspondente às pesquisas realizadas;
- **Ano de abertura ao tráfego:** será adotado como ano de abertura 2023, estimando-se que o projeto e a execução das obras serão concluídos até esse ano;
- **Horizonte de projeto:** partindo do ano de abertura (2023), foram admitidos 10 anos para a vida útil do pavimento. Deste modo, o ano do horizonte de projeto será 2032.

Para a correção de sazonalidade dos volumes de tráfego apurados nas pesquisas de campo, foram calculados os respectivos “Fatores de Correção”, a saber:

**a) Fator de Expansão Horária - FH:**

Fator que corrige os volumes obtidos no período parcial de 13 horas (6h às 19h) para a referência do dia de 24 horas.

O FH foi calculado conforme a fórmula:

$$FH = \frac{VTi_{24hs}}{VTi_{13hs}}$$

Onde:

**FH** = Fator de Expansão Horária;

**VTi<sub>24hs</sub>** = Volume de tráfego em 24hs no sentido “i”;

**VTi<sub>13hs</sub>** = Volume de tráfego em 13hs no sentido “i”;

“i” = Sentido do tráfego.

Seguindo a fórmula apresentada e as contagens para 13/24h do P1, a tabela seguinte ilustra os Fatores de Expansão Horária “FH” adotados para cada tipo de veículo.

**Fatores de Expansão Horária – FH**

Volume	Moto	Passeio	Utilitário	ONIBUS	CAMINHÕES E SEMIREBOQUES			
				2CB	2C	3C	3S3	BITREM
Maravilha - Bom Jesus do Oeste								
FH	1,103	1,137	1,046	1	1,087	1,316	1	1
Bom Jesus do Oeste - Maravilha								
FH	1,103	1,137	1,046	1	1,087	1,316	1	1

**b) Fator de Correção Diária - FD:**

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o dia da semana em que estas foram realizadas.

Por falta de dados representativos para o trecho envolvido no presente estudo, foi adotado o Fator de Correção Diária - FD igual a 1,0.

**c) Fator de Correção Mensal - FM:**

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o mês em que estas foram realizadas.

Por falta de dados representativos para o trecho envolvido no presente estudo, foi adotado o Fator de Correção Mensal - FM igual a 1,0.

Calculado o Fator de Expansão Horária (FH), Fator de Correção Diária (FD) e Fator de Correção Mensal (FM), corrigiram-se então os volumes de tráfego de cada posto de contagem, sendo que os Volumes Médios Diários Anuais (VMDA) de cada um deles para o ano base (2021) podem ser visualizados na sequência.

**VMDA 2021 – P1**

ANO	MOVIMENTO	VOLUME POR TIPO DE VEÍCULO																		TOTAL			
		A / U	Moto	ÔNIBUS			CAMINHÕES			REBOQUES				SEMI-REBOQUES							C.V.C		
				2CB	3CB	2C	3C	4C	2C2	2C3	3C2	3C3	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	BIT		ROD	TRIT	
2021	IDA	269	58	3	0	28	23	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	2	1	0	391	
	VOLTA	318	58	5	0	44	23	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	453	
	TOTAL	588	116	8	0	71	46	2	0	0	0	1	0	4	0	0	0	5	2	1	0	844	

**VMDA 2021 – P2**

ANO	MOVIMENTO	VOLUME POR TIPO DE VEÍCULO																		TOTAL			
		A / U	Moto	ÔNIBUS			CAMINHÕES			REBOQUES				SEMI-REBOQUES							C.V.C		
				2CB	3CB	2C	3C	4C	2C2	2C3	3C2	3C3	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	BIT		ROD	TRIT	
2021	Tigrinhos - Bom Jesus O.	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
	Bom Jesus O. - Tigrinhos	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
	Tigrinhos - Maravilha	757	196	9	0	95	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1079	
	Maravilha - Tigrinhos	673	144	14	5	45	18	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	906	
	Bom Jesus O. - Maravilha	426	82	7	0	58	14	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	601	
	Maravilha - Bom Jesus O.	415	82	3	0	41	20	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	565	
	TOTAL	2279	505	35	5	239	66	11	0	1	1	4	1	1	0	0	0	4	0	9	0	3162	

**VMDA 2021 – P3**

ANO	MOVIMENTO	VOLUME POR TIPO DE VEÍCULO																		TOTAL			
		A / U	Moto	ÔNIBUS			CAMINHÕES			REBOQUES				SEMI-REBOQUES							C.V.C		
				2CB	3CB	2C	3C	4C	2C2	2C3	3C2	3C3	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	BIT		ROD	TRIT	
2021	Maravilha - Bom Jesus O.	142	29	2	0	21	7	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	206	
	Bom Jesus O. - Maravilha	199	29	3	0	17	21	0	0	0	0	0	1	1	0	0	9	0	0	0	282		
	Maravilha - Modelo	45	11	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	62	
	Modelo - Maravilha	37	7	0	0	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	69	
	Modelo - Bom Jesus O.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	Bom Jesus O. - Modelo	3	1	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
	TOTAL	427	79	8	0	52	48	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	9	0	3	0	634	

**VMDA 2021 – P4**

ANO	MOVIMENTO	VOLUME POR TIPO DE VEÍCULO																		TOTAL			
		A / U	Moto	ÔNIBUS			CAMINHÕES			REBOQUES				SEMI-REBOQUES							C.V.C		
				2CB	3CB	2C	3C	4C	2C2	2C3	3C2	3C3	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	BIT		ROD	TRIT	
2021	IDA	369	0	0	0	225	268	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	195	235	0	0	1295	
	VOLTA	413	0	0	0	230	247	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	188	148	0	0	1228	
	TOTAL	783	0	0	0	455	515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383	383	0	0	2518	

**2.1.6 Tráfego Futuro**

A Projeção do “VMD” foi obtida aplicando-se a fórmula de crescimento geométrico, a saber:

$$\text{VMD}_n = \text{VMD}_0 (1 + i)^n$$

Onde os parâmetros intervenientes são:

- **VMD<sub>n</sub>** = Volume de tráfego final;
- **VMD<sub>o</sub>** = Volume de tráfego inicial;
- **i** = Taxa de crescimento geométrico médio anual; e,
- **n** = Número de anos do Período de Projeto.

As taxas de crescimento adotadas para cada tipo de veículo foram obtidas a partir do sistema de análise e previsão de demanda por transporte, denominado SAR/CUBE, utilizado pela Diretoria de Planejamento do DEINFRA (atual SIE). Os resultados podem ser visualizados na tabela apresentada a seguir.

#### Taxas de Crescimento (Fonte: SIE/SC)

Matrizes	Taxas de Crescimento % aa		
	2007/2011	2012/2015	2016/2023
CP	4,7	3,2	1,5
ON	1,4	1,5	1,8
VC1	4,7	4,3	4,4
VC2	4,8	4,3	4,5

CP - Carros de Passeio; ON - Ônibus; VC1 - Veículos de Carga 1 (Pequenos e médios);  
VC2 - Veículos de Carga 2 (grandes).

Para os anos que transcendem o ano de 2023, foram adotadas as taxas indicadas para o período de 2016/2023.

A parcela de tráfego “Normal” foi obtida a partir dos resultados das Contagens Volumétricas e Classificatórias realizadas no posto P1.

A parcela de “Tráfego Desviado” foi obtida da apuração dos resultados da pesquisa de Origem e Destino realizada no posto P4, em ambos os sentidos no entroncamento de acesso às cidades de Bom Jesus do Oeste e Serra Alta.

Analisando os dados obtidos da pesquisa O/D, verificou-se que serão desviados para o trecho 24% dos veículos, ou seja, considerando o VMDA de 2518 veículos para o ano 2021 obtido a partir da contagem volumétrica / classificatória realizada no posto de contagem P4, o volume desviado será igual a 604 veículos. Aplicando-se as taxas de crescimento apresentadas anteriormente, obtém-se o volume de tráfego que será desviado para o trecho no ano de abertura (2023).

### Tráfego Desviado – Ano 2023

ORDEM	ANO	VOLUME POR TIPO DE VEÍCULO											TOTAL	
		A / U	Moto	ÔNIBUS	CAMINHÕES				REBOQUES	SEMI-REBOQUES		C.V.C		
				2CB	2C	3C	4C	3C3	2S2	3S3	Bit.	Rod.		
Pesquisa	2021	188	0	0	109	124	0	0	0	92	92	0	604	
-	2022	191	0	0	114	129	0	0	0	96	96	0	626	
Abertura	2023	194	0	0	119	135	0	0	0	100	100	0	648	

A parcela de “Tráfego Gerado” foi estimada através da metodologia definida a partir da Avaliação Ex-Post do Programa BID I de Santa Catarina, apresentada no ano de 1994 pelo Prof. Dr. Amir Mattar Valente. Deste modo, a fórmula adotada foi a seguinte:

$$TG_v = E_v \times T_v \times VT_v, \text{ onde:}$$

$TG_v$  = Tráfego gerado referente ao veículo  $v$ ;

$E_v$  = Elasticidade (%) do tráfego em relação ao tempo de viagem, para o veículo  $v$ ;

$T_v$  = Tráfego do veículo  $v$  no trecho;

$VT_v$  = Variação percentual do tempo de viagem proporcionada pela melhoria do trecho.

Os valores referentes à elasticidade do tráfego em relação ao tempo de viagem para cada veículo ( $E_v$ ) foram obtidos da Avaliação Ex-Post do Programa BID I/SC realizada em 1989.

Portanto, os volumes obtidos para o tráfego gerado são os seguintes:

### Tráfego Gerado – Ano 2023

Veículo	Velocidade (km/h)		VT	E	TN (2023)	TG	TG Adotado
	Atual	Futura					
Auto / Utilit.	65	80	-0,19	-0,89	606	102,44	103
Moto	65	80	-0,19	-0,89	119	20,15	21
Ônibus	60	70	-0,14	-0,33	8	0,36	1
Caminhão Simples	40	60	-0,33	-0,6	78	15,38	16
Caminhão Duplo	30	50	-0,4	-0,6	53	12,74	13
Reboque	30	45	-0,33	-0,6	14	2,84	3
TOTAL:					878	153,91	157

Considerando o tráfego normal, desviado e gerado atrás determinados e as taxas de crescimento adotadas, foram projetados os volumes de cada tipo de veículo, ano a ano, até o horizonte de projeto, cujos resultados podem ser visualizados na tabela seguinte.

## Projeção do Tráfego

ORDEM	ANO	VOLUME POR TIPO DE VEÍCULO											TOTAL	
		A / U	Moto	ÔNIBUS	CAMINHÕES				REBOQUES	SEMI-REBOQUES		C.V.C		
				2CB	2C	3C	4C	3C3	2S2	3S3	Bit.	Rod.		
Pesquisa	2021	588	116	8	71	46	2	1	4	5	2	1	844	
-	2022	597	117	8	74	48	2	1	4	5	2	1	861	
Normal	2023	606	119	8	78	50	3	1	4	5	3	1	878	
Desviado	2023	194	0	0	119	135	0	0	0	100	100	0	648	
Gerado	2023	103	21	1	16	12	1	0	1	1	1	0	157	
1	2023	902	140	9	212	197	4	1	5	107	104	1	1 683	
2	2024	916	142	9	222	205	4	1	5	112	109	1	1 727	
3	2025	929	144	9	231	215	4	1	6	117	114	1	1 772	
4	2026	943	146	9	242	224	4	1	6	122	119	1	1 819	
5	2027	957	149	10	252	234	5	2	6	127	124	2	1 867	
6	2028	972	151	10	263	244	5	2	6	133	130	2	1 917	
7	2029	986	153	10	275	255	5	2	7	139	136	2	1 969	
8	2030	1 001	155	10	287	266	5	2	7	145	142	2	2 023	
9	2031	1 016	158	10	300	278	5	2	7	152	148	2	2 078	
10	2032	1 031	160	10	313	290	6	2	8	159	155	2	2 136	

### 2.1.7 Cálculo do Número “N”

#### 2.1.7.1 Generalidades

Os valores do “Número de Operações do Eixo-Padrão de 8,2t - N” foram obtidos a partir da aplicação da fórmula preconizada pelo Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER/1996 desenvolvida pelo Eng. Murillo Lopes de Souza, a saber:

$$N_i = 365 \times VMD_{ci} \times FP \times FR \times FV$$

onde:

- **N<sub>i</sub>** = Número equivalente de operações do eixo-padrão de 8,2t para o ano “i”;
- **VMD<sub>ci</sub>** = Somatório do volume de tráfego comercial (ônibus + veículos de carga) ocorrente no trecho até o ano “i”;
- **FP** = Fator de Pista;
- **FR** = Fator Climático Regional;
- **FV** = Fator de Veículo.

Os “Fatores de Veículos - FV” foram determinados pelos 2 (dois) métodos usuais de dimensionamento de pavimentos reconhecidos pelo DNIT, a saber:

- Método do “United States Army Corps of Engineers” (USACE);
- Método do “American Association of State Highway and Transportation Officials” (AASHTO).

### 2.1.7.2 Cálculo dos Fatores de Veículos - FV

Para o cálculo dos Fatores de Veículo - FV foram procedidas as seguintes considerações:

- a) Os “Fatores Equivalentes Operacionais - FEO<sub>i</sub>”, para cada tipo de eixo, foram calculados adotando-se as fórmulas preconizadas pelas metodologias da “USACE” e da “AASHTO”, a saber:

Fórmulas para o Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (USACE)		
Tipos de Eixos	Peso ( t )	Fórmulas
Eixo Dianteiro Simples de Rodagem Simples ou Dupla	$0 < P < 8$	$FEO = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	$P \geq 8$	$FEO = 1,832 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Eixo Traseiro Tandem Duplo de Rodagem Dupla	$0 < P < 11$	$FEO = 1,592 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	$P \geq 11$	$FEO = 1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Eixo Traseiro Tandem Triplo de Rodagem Dupla	$0 < P < 18$	$FEO = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	$P \geq 18$	$FEO = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Fórmulas para o Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (AASHTO)	
Tipos de Eixos	Fórmulas
Eixo Dianteiro Simples de Rodagem Simples	$FEO = ( P / 7,77 )^{4,32}$
Eixo Dianteiro Simples de Rodagem Dupla	$FEO = ( P / 8,17 )^{4,32}$
Eixo Traseiro Tandem Duplo de Rodagem Dupla	$FEO = ( P / 15,08 )^{4,14}$
Eixo Traseiro Tandem Triplo de Rodagem Dupla	$FEO = ( P / 22,95 )^{4,22}$

- b) Os valores dos “Fatores de Veículo Individuais - FV<sub>i</sub>” foram determinados considerando-se 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança, aplicando-se a tolerância de 5,00% do “pbt” apenas para os veículos “3C3” e “3S3” que excedem o limite legal de 45t;
- c) A tabela seguinte apresenta o “Cálculo dos Fatores de Veículos Individuais” aplicando-se as Metodologias da USACE e da AASHTO.



Fatores de Veículos Individuais

CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS - METODOLOGIAS DA "USACE" E "AASHTO"																									
CARREGAMENTO MÁXIMO PERMITIDO PELA LEI DA BALANÇA, APLICANDO-SE A TOLERÂNCIA DE 5,00% DO "PBT" APENAS PARA OS VEÍCULOS "3C3" e "3S3" QUE EXCEDEM O LIMITE LEGAL DE 45t																									
CONDIÇÃO: VEÍCULOS CARREGADOS																									
CARREGAMENTO DA FROTA COMERCIAL										FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS - USACE					FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS - AASHTO										
Veículo Tipo	1º Eixo	0	2º Eixo	0	3º Eixo	0	4º Eixo	0	5º Eixo	0	PBT	Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	FV FINAL	Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	FV FINAL
2CB	ESRS	6.000		EDRD	10.000						16.000	2CB	0,278	3,289				3,567	2CB	0,227	2,894				2,722
2C	ESRS	6.000		ESRD	10.000						16.000	2C	0,278	3,289				3,567	2C	0,327	2,304				2,722
3C	ESRS	6.000	TD	17.000							23.000	3C	0,278	6,649				8,827	3C	0,327	1,642				1,970
4C	ESRS	6.000	TT	25.500							31.500	4C	0,278	9,300				9,578	4C	0,327	1,560				1,887
3C3	ESRS	6.000	TD	16.000	EDRD	8.250	TD				31.000	3C3	0,278	6,131	-2,020	6,131		14,560	3C3	0,327	1,270	1,710	1,270		4,593
2S2	ESRS	6.000	EDRD	10.000	TD	17.000					33.000	2S2	0,278	3,283	3,549			12,116	2S2	0,327	2,394	1,642			4,364
3S3	ESRS	6.000	TD	16.500	TT	24.750					47.250	3S3	0,278	7,258	7,873			15,409	3S3	0,327	1,851	1,376			3,154
3S2S2	ESRS	6.000	TD	17.000	TD	17.000	TD	17.000			57.000	3S2S2	0,278	6,649	6,649	6,649		25,504	3S2S2	0,327	1,642	1,642	1,642		5,255
3S2C4	ESRS	6.000	TD	17.000	TD	17.000	TD	17.000	TD	17.000	74.000	3S2C4	0,278	6,649	6,649	6,649	6,649	34,473	3S2C4	0,327	1,642	1,642	1,642	1,642	6,897

CONDIÇÃO: VEÍCULOS VAZIOS																									
CARREGAMENTO DA FROTA COMERCIAL NA CONDIÇÃO "VAZIO"										FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS - USACE					FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS - AASHTO										
Veículo Tipo	1º Eixo	0	2º Eixo	0	3º Eixo	0	4º Eixo	0	5º Eixo	0	PBT (%)	Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	FV FINAL	Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	FV FINAL
2CB	ESRS	2.100		EDRD	3.200						5,300	2CB	0,064	0,022				0,026	2CB	0,064	0,017				0,021
2C	ESRS	3.300		ESRD	6,300						10,200	2C	0,025	0,487				0,512	2C	0,025	0,482				0,507
3C	ESRS	3.100	TD	8,200							11,300	3C	0,020	0,237				0,257	3C	0,019	0,080				0,099
4C	ESRS	3.200	TT	11,200							14,400	4C	0,022	0,266				0,288	4C	0,022	0,048				0,070
3C3	ESRS	2,600	TD	5,700	EDRD	2,900	TD				13,400	3C3	0,010	0,067	0,003	0,006		0,088	3C3	0,009	0,018	0,002	0,001		0,030
2S2	ESRS	4,400	EDRD	6,200	TD	8,300					14,900	2S2	0,080	0,156	0,042			0,208	2S2	0,085	0,142	0,013			0,241
3S3	ESRS	4,600	TD	7,200	TT	8,700					17,500	3S3	0,004	0,151	0,028			0,274	3S3	0,014	0,047	0,003			0,154
3S2S2	ESRS	4,600	TD	7,400	TD	8,700	TD	8,700			20,600	3S2S2	0,006	0,148	0,042	0,010		0,241	3S2S2	0,014	0,052	0,013	0,002		0,171
3S2C4	ESRS	4,600	TD	7,400	TD	8,900	TD	8,900	TD	8,900	22,300	3S2C4	0,006	0,162	0,042	0,010	0,008	0,312	3S2C4	0,014	0,050	0,004	0,001	0,001	0,169

OBSERVAÇÕES: Os veículos "3C3" e "3S3" sofreram uma redistribuição das suas cargas vazio e aplicação ao limite permitido.

d) A tabela seguinte apresenta o Cálculo dos Fatores de Veículos Finais, adotando-se as Metodologias da "USACE" e da "AASHTO".

Fatores de Veículo

CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO - FV					
CONDIÇÃO: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ônibus: 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança;</li> <li>• Carga: 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança, aplicando-se a tolerância de 5,00% do "PBT" apenas para os veículos "3C3" e "3S3" que excedem o limite legal de 45t.</li> </ul>					
Veículos-tipo	VMDA	FATOR DE VEÍCULO "USACE"		FATOR DE VEÍCULO "AASHTO"	
		FV <sub>i</sub>	VMDA <sub>i</sub> x FV <sub>i</sub> / Σ VMDA <sub>i</sub>	FV <sub>i</sub>	VMDA <sub>i</sub> x FV <sub>i</sub> / Σ VMDA <sub>i</sub>
2CB	9	3,567	0,050	2,722	0,038
2C	212	3,567	1,182	2,722	0,902
3C	197	8,827	2,711	1,970	0,605
4C	4	9,578	0,058	1,887	0,011
3C3	1	14,560	0,030	4,593	0,009
2S2	5	12,116	0,099	4,364	0,035
3S3	107	15,409	2,568	3,154	0,526
3S2S2	104	25,924	4,215	5,255	0,854
3S2C4	1	34,473	0,070	6,897	0,014
<b>Total</b>	<b>641</b>	-	<b>FV<sub>USACE</sub> = 10,983</b>	-	<b>FV<sub>AASHTO</sub> = 2,995</b>

2.1.7.3 Cálculo do Número "N"

Com base nos elementos retro-expostos, são apresentados na sequência os valores do número "N" USACE e AASHTO de cada segmento, assim como as projeções do VMDA.

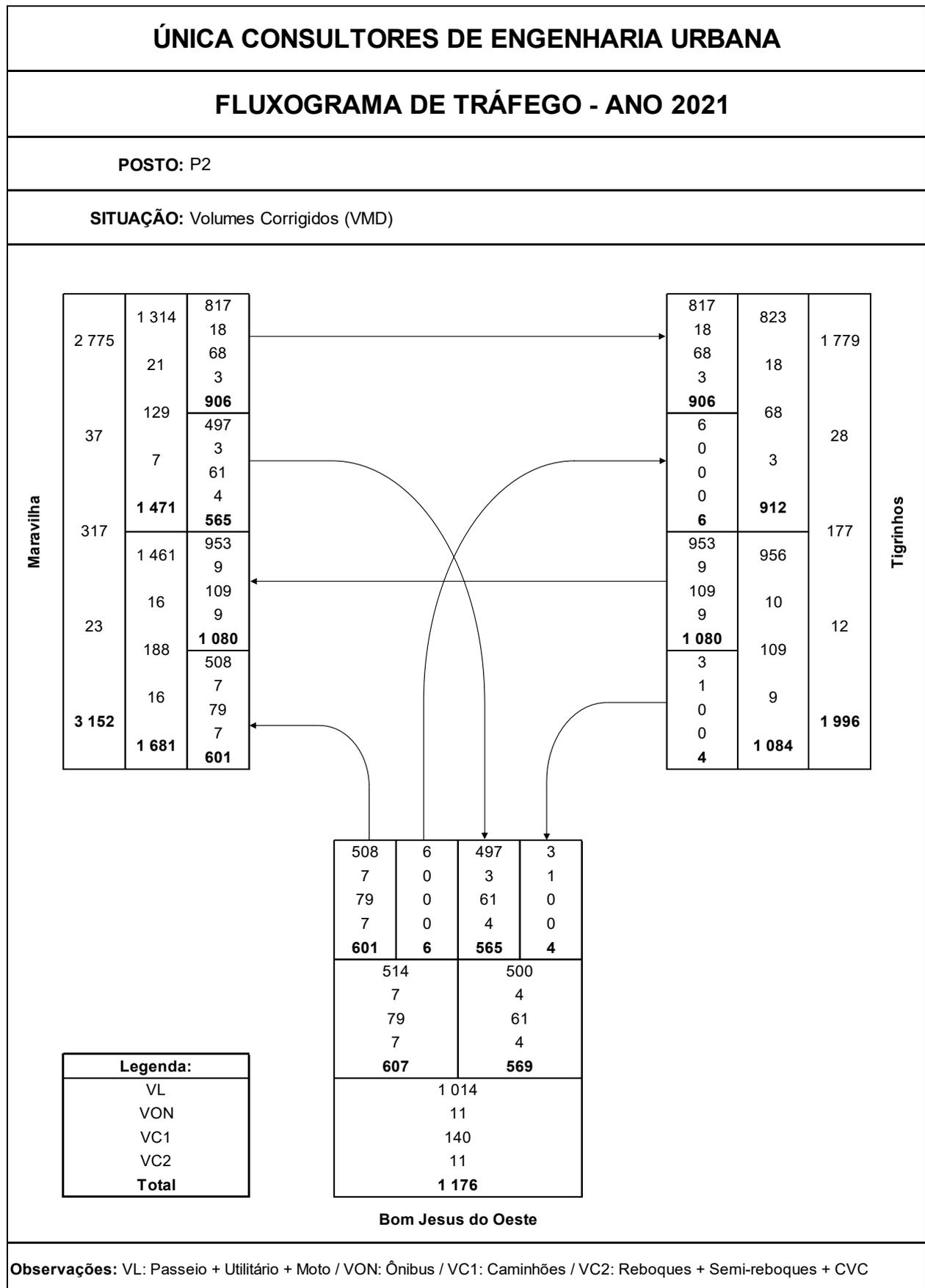
## Número N

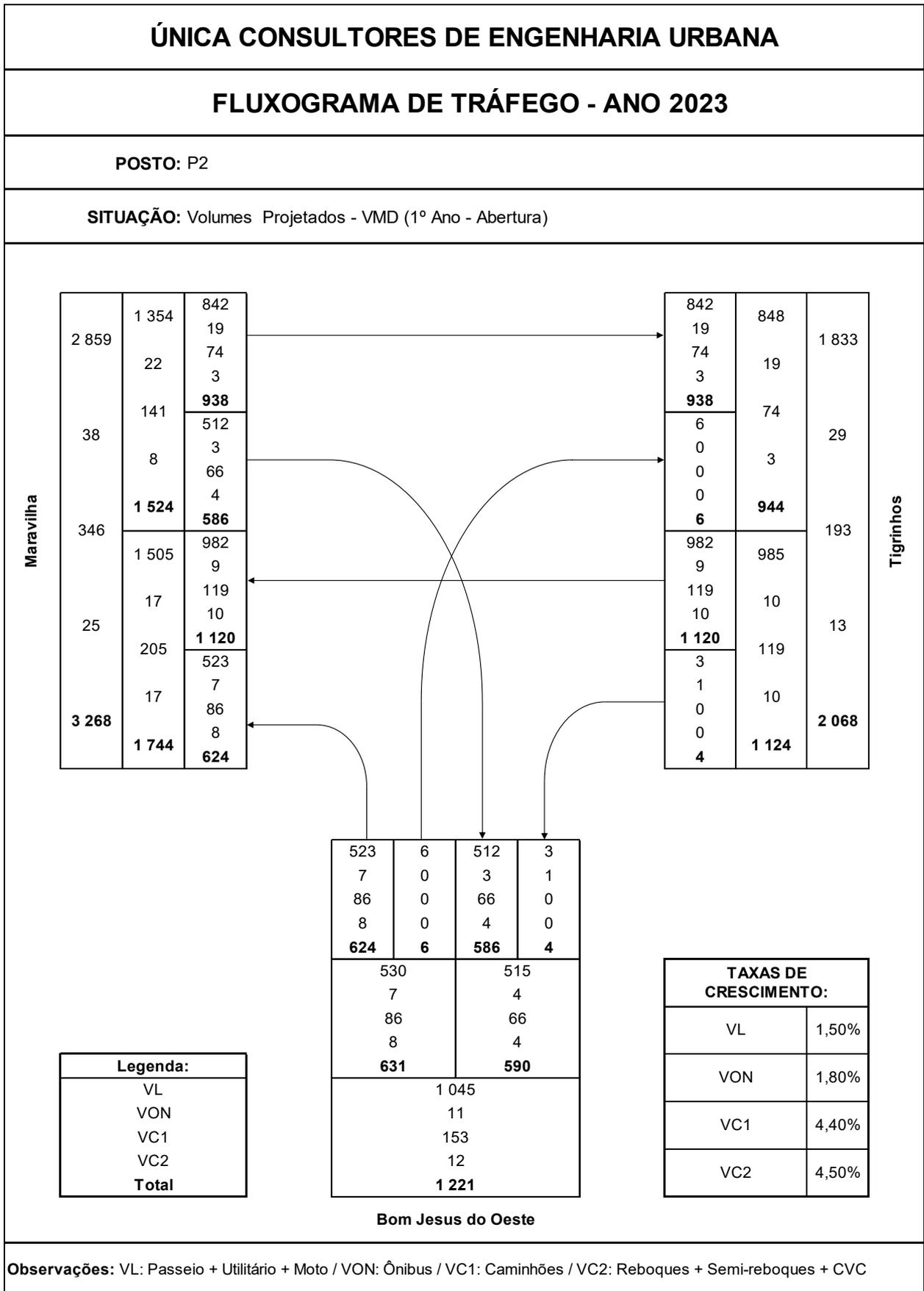
Ano		Volumes de Tráfego (VMDA)				Total	Número "N"				Observações
		Veículos-tipo					USACE		AASHTO		
VL	VON	VC1	VC2		Ano a ano	Acumulado	Ano a ano	Acumulado			
2021	704	8	120	13	844	-	-	-	-	Pesquisa	
2022	714	8	125	14	861	-	-	-	-		
2023	1 042	9	413	219	1 683	1,28E+06	1,28E+06	3,50E+05	3,50E+05	1º Ano	
2024	1 058	9	431	229	1 727	1,34E+06	2,62E+06	3,66E+05	7,16E+05		
2025	1 074	9	450	239	1 772	1,40E+06	4,02E+06	3,82E+05	1,10E+06		
2026	1 090	9	470	250	1 819	1,46E+06	5,49E+06	3,99E+05	1,50E+06		
2027	1 106	10	491	261	1 867	1,53E+06	7,01E+06	4,16E+05	1,91E+06		
2028	1 123	10	512	273	1 917	1,59E+06	8,60E+06	4,34E+05	2,35E+06		
2029	1 139	10	535	285	1 969	1,66E+06	1,03E+07	4,53E+05	2,80E+06		
2030	1 157	10	558	298	2 023	1,74E+06	1,20E+07	4,73E+05	3,27E+06		
2031	1 174	10	583	311	2 078	1,81E+06	1,38E+07	4,94E+05	3,77E+06		
2032	1 191	10	609	325	2 136	1,89E+06	1,57E+07	5,16E+05	4,28E+06	10º Ano	
Composição Percentual do Tráfego: 2023				Fatores de Veículo - FV		Fator Climático	Fator de Pista	<b>Observações Gerais:</b> VL: Passeio + Utilitário + Moto; VON: Ônibus; VC1: Caminhões; VC2: Reboque + Semi-reboque + CVC Ônibus: 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança; Carga: 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança, aplicando-se a tolerância de 5% do "PBT" apenas para os veículos "3C3" e "3S3" que excedem o limite legal de 45t			
VL	VON	VC1	VC2	FV <sub>USACE</sub>	FV <sub>AASHTO</sub>	FR	FP				
61,92%	0,53%	24,55%	13,00%	10,983	2,995	1,00	0,50				
Composição Percentual do Tráfego: 2032				Taxas de Crescimento do Tráfego (%)							
VL	VON	VC1	VC2	VL	VON	VC1	VC2				
55,79%	0,49%	28,50%	15,22%	1,50	1,80	4,40	4,50				

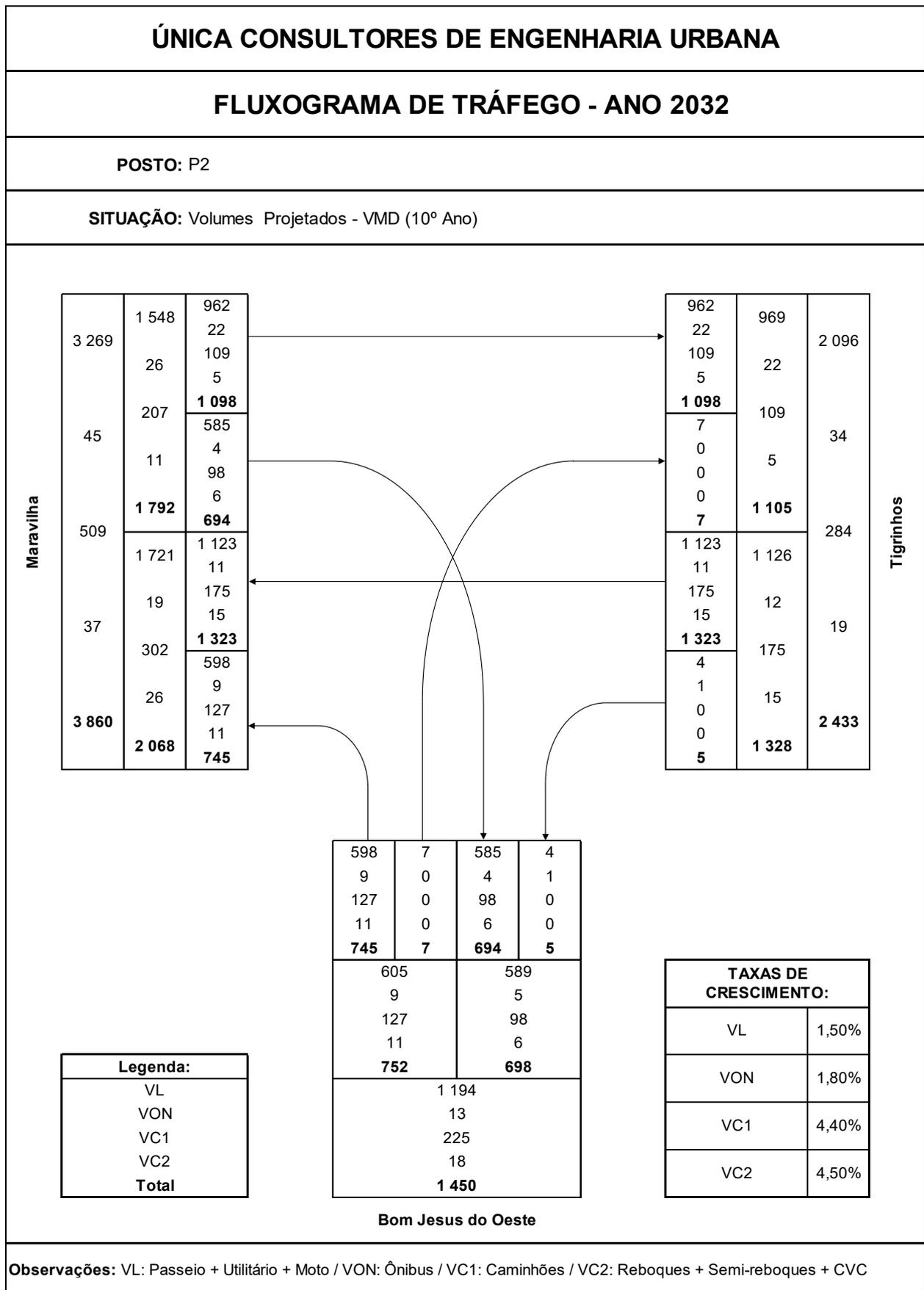
## 2.1.8 Fluxogramas de Tráfego

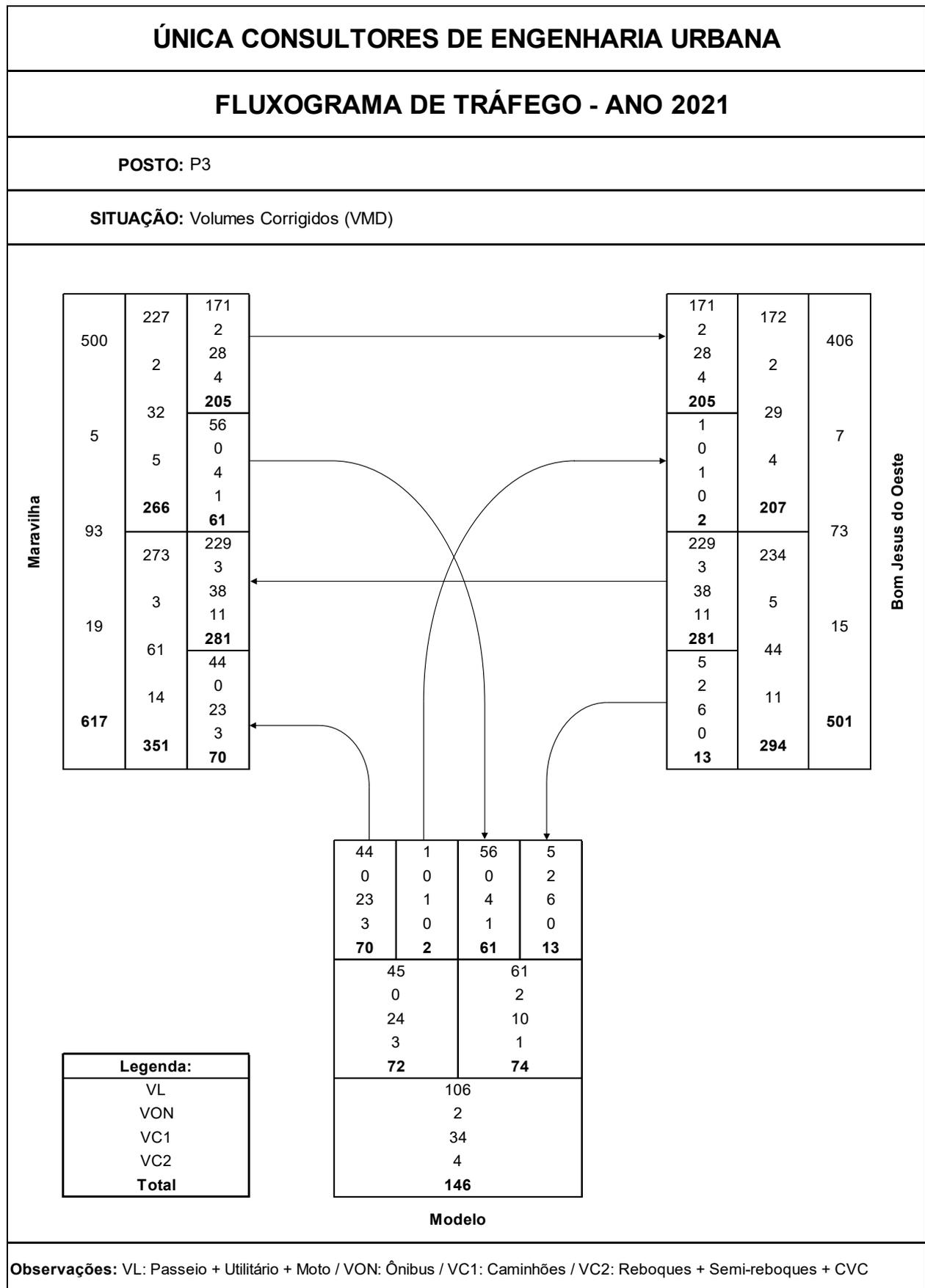
Os Fluxogramas de Tráfego de Interseções foram montados em "VMD" para o ano de 2021 (ano base), 2023 (abertura ao tráfego) e 2032 (ano de horizonte de projeto).

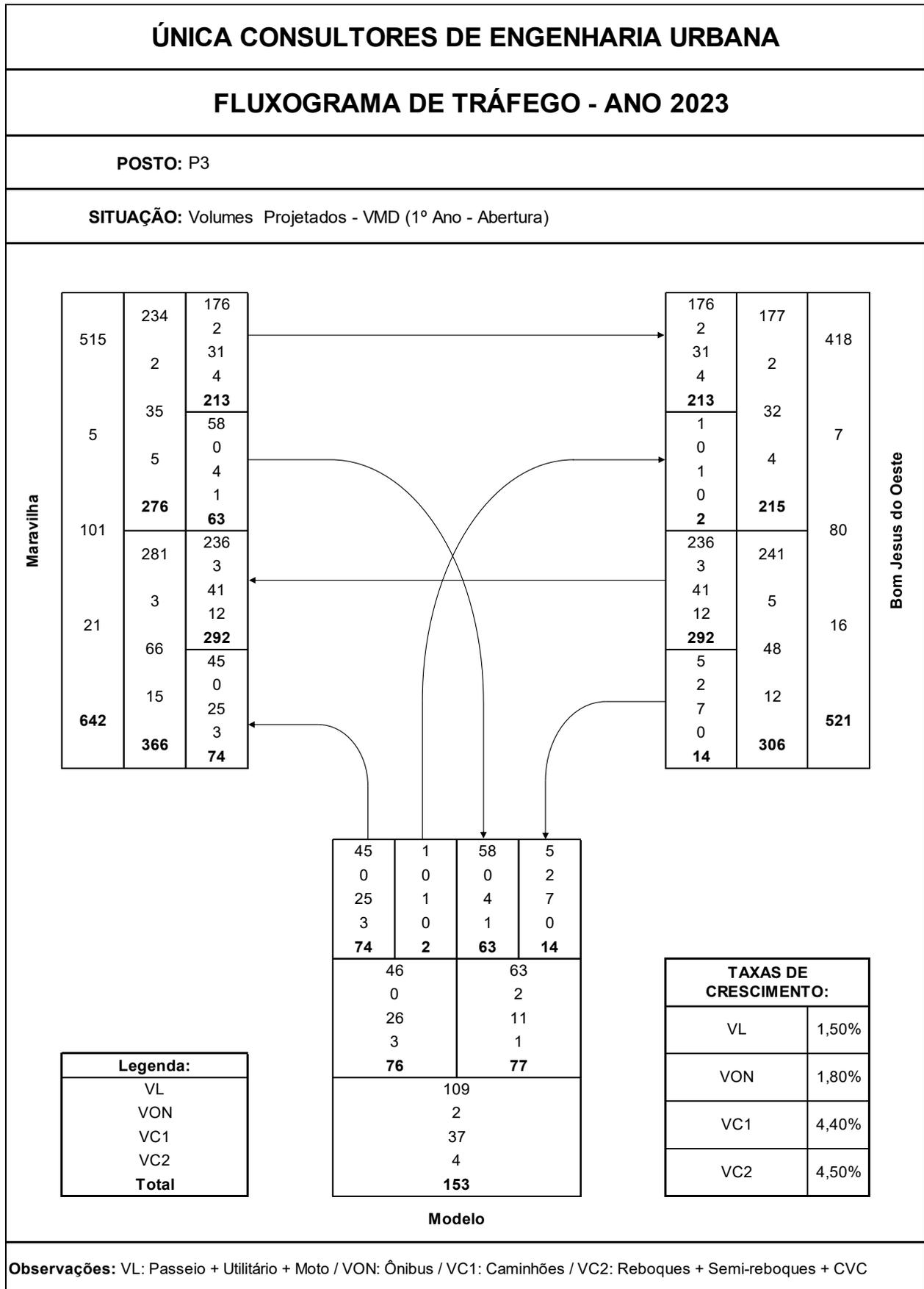
A seguir são apresentados os Fluxogramas de Tráfego das duas interseções onde foram realizadas as contagens de tráfego – P2 localizada no município de Maravilha e P3 localizada no município de Bom Jesus do Oeste.

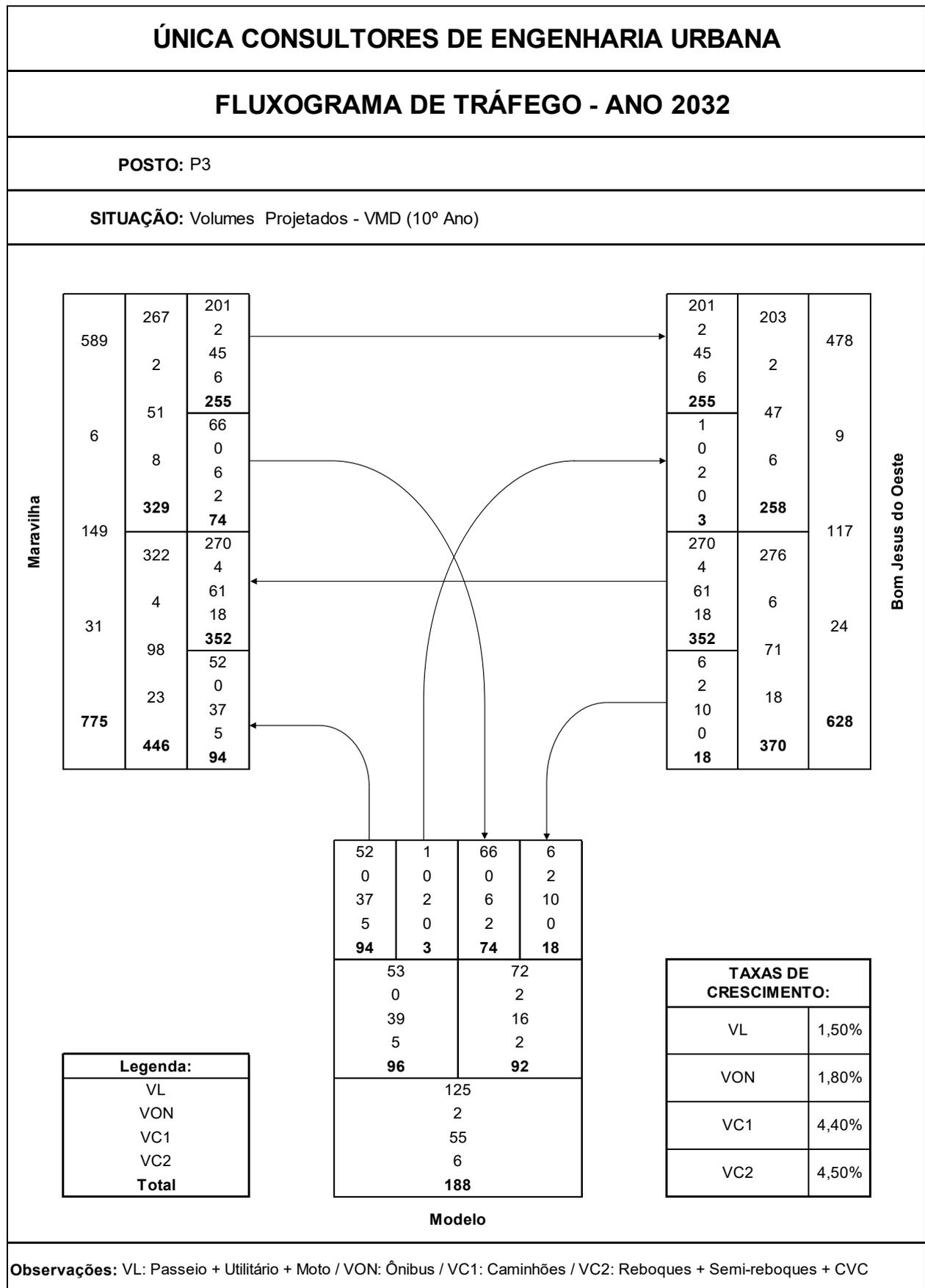














## **2.2 Estudos Topográficos**



## 2.2 Estudos Topográficos

Os Estudos Topográficos para a elaboração do projeto de engenharia, foram efetuados em concordância com a IS-03/98 - Instrução de Serviço para Estudo Topográfico do DEINFRA/SC, além da NBR 13133/1994 – Execução de Levantamento Topográfico.

Ressalta-se que a Consultora desenvolveu paralelamente, por meio de contratos distintos, os seguintes projetos:

### a) Contrato Administrativo N. 116/2021

Contratante: Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Oeste/SC

Objeto: “Elaboração de projeto executivo de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Bom Jesus do Oeste/SC até a divisa com o Município de Maravilha/SC, com extensão de, aproximadamente, de 6 km”.

### b) Contrato Administrativo N. 130/2021

Contratante: Prefeitura Municipal de Maravilha/SC

Objeto: “Elaboração de projeto executivo de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Maravilha/SC até a divisa com o Município de Bom Jesus do Oeste/SC, com extensão de, aproximadamente, de 4,4 km”.

Conforme se pode observar, tratam-se de segmentos contíguos. Desta forma, a consultora optou por apresentar o estudo contemplando ambos os segmentos, possibilitando a apresentação de toda a rede de marcos implantada ao longo dos dois trechos, que a rigor, tratam de um mesmo empreendimento.

Basicamente, na elaboração dos Estudos Topográficos foram realizados os seguintes serviços:

- Implantação da Rede de Apoio Principal – Marcos Georreferenciados;
- Implantação de Poligonais Enquadradas nos Marcos de Apoio Principal;
- Nivelamento Geométrico da Rede de Apoio Principal e das Poligonais; e
- Levantamento Planialtimétrico Cadastral.

Com o objetivo de formar a rede de apoio principal aos levantamentos topográficos, foram implantados marcos georreferenciados, agrupados em pares, ao longo de todo o trecho em estudo.



Estes marcos são de concreto, em formato de tronco piramidal, com base de 30 cm x 30 cm, topo de 15 cm x 15 cm e 50 m de altura, onde foram encimadas chapas de metal.

O sistema geodésico utilizado foi o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de 2000 (SIRGAS-2000) e o sistema de projeção adotado foi o Local Transversa de Mercator (LTM), amarrado à rede de apoio oficial do IBGE.

Depois da implantação da rede de apoio principal, foi efetuada a implantação de poligonais, enquadradas nos marcos de apoio principal, de maneira a cobrir toda a extensão do trecho de projeto, seguida do nivelamento geométrico da rede de apoio principal e das poligonais.

Os vértices das poligonais foram materializados por marcos de madeira, tratada em autoclave, de 6 cm x 6 cm x 20 cm, cravados com segurança e identificados com estacas-testemunhas de madeira de 4 cm x 2 cm x 40 cm.

A partir disso, foi executado o levantamento planialtimético cadastral, executado por estação total, por processo de irradiação de pontos. Para a correta materialização do terreno, as irradiações de pontos foram executadas a partir dos marcos da Rede de Apoio Principal e dos vértices das Poligonais Enquadradas.

Considerando a faixa necessária para a elaboração do projeto, o serviço envolveu o registro de todos os elementos relevantes, como plataforma da estrada existente, acessos, cercas, muros, edificações, taludes, drenagem superficial, bueiros, rios, talvegues, açudes, banhados (brejos), nascentes, limites de vegetação, dentre outros.

Os dados registrados nas cadernetas eletrônicas de pontos irradiados das estações totais foram processados no software topoGRAPH e editados no AutoCAD Civil 3D, o que resultou no Modelo Digital do Terreno (MDT) e na representação gráfica, que cobrem toda a área necessária para o desenvolvimento dos demais estudos e projetos envolvidos.

O resultado do estudo topográfico é apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, onde constam, nas plantas do projeto geométrico, o MDT, com as curvas de nível representadas, e todo o cadastro executado.

A seguir são apresentadas as monografias dos marcos implantados.



## MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000

<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE

### DADOS DO RASTREIO

<b>Nome do Ponto:</b>		<b>Base Utilizada:</b>	
ABGH20		BASE	
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>
13:08:11	14:01:56	00:53:45	Santa Catarina
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA

### RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000

Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas UTM		Coordenadas Planas LTM	
Latitude ( $\phi$ )	26°41'25,7599"S	N =	7.046.132,0210	N =	2.046.614,8334
Longitude ( $\lambda$ )	53°05'44,0352"W	E =	291.493,9760	E =	240.251,4334
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	606,384

### PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO

Nome do Ponto	Desvio padrão n (m)	Desvio padrão e (m)	Desvio padrão Hz (m)	
BASE	0,001	0,002	0,004	
M2	0,002	0,002	0,006	

#### FOTO



#### CROQUI



### DESCRIÇÃO:

Marco de ferro galvanizado com plaqueta de alumínio, com a descrição "ABGH20"

 					
<b>MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000</b>					
<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE				
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE				
<b>DADOS DO RASTREIO</b>					
<b>Nome do Ponto:</b>	<b>Base Utilizada:</b>				
BASE	IBGE/PPP				
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>		
11:33:16	17:13:43	05:40:00	Santa Catarina		
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>		
GRX1	1,529	27/09/2021	MARAVILHA		
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>		
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA		
<b>RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000</b>					
<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>Coordenadas Planas UTM</b>		<b>Coordenadas Planas LTM</b>	
Latitude ( $\phi$ )	26°42'40.6821"S	N =	7.043.778,1080	N =	1.849.859,6224
Longitude ( $\lambda$ )	53°07'28,8754"W	E =	288.633,9960	E =	173.722,8860
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	593,530
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	4,970
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	588,560
<b>PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO</b>					
<b>Nome do Ponto</b>	<b>Desvio padrão n (m)</b>	<b>Desvio padrão e (m)</b>	<b>Desvio padrão Hz (m)</b>		
BASE	0,001	0,002	0,004		
<b>FOTO</b>			<b>CROQUI</b>		
					
<b>DESCRIÇÃO:</b>					
Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "BASE"					



## MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000

<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE

### DADOS DO RASTREIO

<b>Nome do Ponto:</b>		<b>Base Utilizada:</b>	
M2		BASE	
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>
13:14:27	13:59:34	00:45:00	Santa Catarina
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA

### RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000

Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas UTM		Coordenadas Planas LTM	
Latitude ( $\phi$ )	26°41'26.3350"S	N =	7.046.116,6180	N =	2.046.596,6879
Longitude ( $\lambda$ )	53°05'38,9764"W	E =	291.634,1220	E =	240.391,2335
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	610,354

### PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO

Nome do Ponto	Desvio padrão n (m)	Desvio padrão e (m)	Desvio padrão Hz (m)
BASE	0,001	0,002	0,004
M2	0,002	0,002	0,007

#### FOTO



#### CROQUI



#### DESCRIÇÃO:

Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "M2"

 					
<b>MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000</b>					
<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE				
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE				
<b>DADOS DO RASTREIO</b>					
<b>Nome do Ponto:</b>	<b>Base Utilizada:</b>				
M4	BASE				
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>		
10:55:26	11:47:06	00:51:40	Santa Catarina		
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>		
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA		
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>		
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA		
<b>RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000</b>					
<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>Coordenadas Planas UTM</b>		<b>Coordenadas Planas LTM</b>	
Latitude ( $\phi$ )	26°43'49,6164"S	N =	7.046.638,3550	N =	2.042.199,2570
Longitude ( $\lambda$ )	53°08'08,0208"W	E =	287.587,5420	E =	236.258,1320
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	624,767
<b>PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO</b>					
<b>Nome do Ponto</b>	<b>Desvio padrão n (m)</b>	<b>Desvio padrão e (m)</b>	<b>Desvio padrão Hz (m)</b>		
BASE	0,001	0,002	0,004		
M2	0,002	0,001	0,003		
<b>FOTO</b>			<b>CROQUI</b>		
					
<b>DESCRIÇÃO:</b>					
Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "M4"					



## MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000

<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE

### DADOS DO RASTREIO

<b>Nome do Ponto:</b>		<b>Base Utilizada:</b>	
M8		BASE	
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>
11:57:45	11:47:06	01:00:39	Santa Catarina
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA

### RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000

Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas UTM		Coordenadas Planas LTM	
Latitude ( $\phi$ )	26°42'30.8023"S	N =	7.044.119,7400	N =	2.042.199,2570
Longitude ( $\lambda$ )	53°06'06,9604"W	E =	290.893,2000	E =	236.258,1320
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	624,767

### PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO

Nome do Ponto	Desvio padrão n (m)	Desvio padrão e (m)	Desvio padrão Hz (m)
BASE	0,001	0,002	0,004
M2	0,002	0,001	0,003

#### FOTO



#### CROQUI



### DESCRIÇÃO:

Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "M8"



## MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000

<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE

### DADOS DO RASTREIO

<b>Nome do Ponto:</b>		<b>Base Utilizada:</b>	
MA1		BASE	
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>
09:02:29	09:51:27	00:48:58	Santa Catarina
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA

### RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000

Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas UTM		Coordenadas Planas LTM	
Latitude ( $\phi$ )	26°44'31.9904"S	N =	7.040.311,6490	N =	240.391,2335
Longitude ( $\lambda$ )	53°08'56,4240"W	E =	286.271,8530	E =	2.046.596,6879
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	656,427

### PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO

Nome do Ponto	Desvio padrão n (m)	Desvio padrão e (m)	Desvio padrão Hz (m)
BASE	0,001	0,002	0,004
M2	0,001	0,001	0,003

#### FOTO



#### CROQUI



#### DESCRIÇÃO:

Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "MA1"

 					
<b>MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000</b>					
<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE				
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE				
<b>DADOS DO RASTREIO</b>					
<b>Nome do Ponto:</b>	<b>Base Utilizada:</b>				
MA6	BASE				
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>		
17:38:52	18:25:50	00:46:58	Santa Catarina		
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>		
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA		
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>		
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA		
<b>RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000</b>					
<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>Coordenadas Planas UTM</b>		<b>Coordenadas Planas LTM</b>	
Latitude ( $\phi$ )	26°44'35,8923"S	N =	7.040.177,8390	N =	2.040.780,9511
Longitude ( $\lambda$ )	53°09'25,7614"W	E =	285.463,1780	E =	234.105,8276
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	591,564
<b>PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO</b>					
<b>Nome do Ponto</b>	<b>Desvio padrão n (m)</b>	<b>Desvio padrão e (m)</b>	<b>Desvio padrão Hz (m)</b>		
BASE	0,001	0,002	0,004		
M2	0,007	0,006	0,021		
<b>FOTO</b>			<b>CROQUI</b>		
					
<b>DESCRIÇÃO:</b>					
Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "MA6"					

 					
<b>MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000</b>					
<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE				
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE				
<b>DADOS DO RASTREIO</b>					
<b>Nome do Ponto:</b>	<b>Base Utilizada:</b>				
MA7	BASE				
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>		
11:00:54	11:48:51	00:47:57	Santa Catarina		
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>		
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA		
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>		
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA		
<b>RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000</b>					
<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>Coordenadas Planas UTM</b>		<b>Coordenadas Planas LTM</b>	
Latitude ( $\phi$ )	26°43'42.4395"S	N =	7.041.861,2030	N =	236.375,4781
Longitude ( $\lambda$ )	53°08'03,7977"W	E =	287.700,5520	E =	2.042.419,8111
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	615,380
<b>PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO</b>					
<b>Nome do Ponto</b>	<b>Desvio padrão n (m)</b>	<b>Desvio padrão e (m)</b>	<b>Desvio padrão Hz (m)</b>		
BASE	0,001	0,002	0,004		
M2	0,002	0,001	0,005		
<b>FOTO</b>			<b>CROQUI</b>		
					
<b>DESCRIÇÃO:</b>					
Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "MA7"					



## MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000

<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE

### DADOS DO RASTREIO

<b>Nome do Ponto:</b>		<b>Base Utilizada:</b>	
MA13		BASE	
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>
09:59:57	10:44:59	00:45:02	Santa Catarina
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>
GRX1	2,430	27/09/2021	MARAVILHA
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA

### RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000

Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas UTM		Coordenadas Planas LTM	
Latitude ( $\phi$ )	26°44'31.6338"S	N =	7.040.310,7040	N =	2.040.911,7344
Longitude ( $\lambda$ )	53°09'21,9296"W	E =	285.566,8430	E =	234.212,0649
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	605,906

### PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO

Nome do Ponto	Desvio padrão n (m)	Desvio padrão e (m)	Desvio padrão Hz (m)	
BASE	0,001	0,002	0,004	
M2	0,001	0,001	0,006	

#### FOTO



#### CROQUI



### DESCRIÇÃO:

Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "MA13"

 					
<b>MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000</b>					
<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE				
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE				
<b>DADOS DO RASTREIO</b>					
<b>Nome do Ponto:</b>	<b>Base Utilizada:</b>				
MA14	BASE				
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>		
08:45:23	09:36:04	00:50:41	Santa Catarina		
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>		
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA		
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>		
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA		
<b>RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000</b>					
<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>Coordenadas Planas UTM</b>		<b>Coordenadas Planas LTM</b>	
Latitude ( $\phi$ )	26°42'39.5022"S	N =	7.043.816,3550	N =	2.044.353,7344
Longitude ( $\lambda$ )	53°07'24,6858"W	E =	288.749,1950	E =	237.462,1320
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	599,551
<b>PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO</b>					
<b>Nome do Ponto</b>	<b>Desvio padrão n (m)</b>	<b>Desvio padrão e (m)</b>	<b>Desvio padrão Hz (m)</b>		
BASE	0,001	0,002	0,004		
M2	0,001	0,001	0,002		
<b>FOTO</b>			<b>CROQUI</b>		
					
<b>DESCRIÇÃO:</b>					
Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "MA14"					



## MONOGRAFIA DE VÉRTICE GEODÉSICO - UTM/LTM - SIRGAS2000

<b>CONTRATANTE:</b>	PREFEITURA DE MARAVILHA / BOM JESUS DO OESTE
<b>PROJETO:</b>	MARAVILHA (INTERSEÇÃO COM A SC-492) - BOM JESUS DO OESTE

### DADOS DO RASTREIO

<b>Nome do Ponto:</b>		<b>Base Utilizada:</b>	
MA15		BASE	
<b>Início do Rastreio:</b>	<b>Fim do Rastreio</b>	<b>Tempo de Rastreio</b>	<b>Estado</b>
12:01:27	13:00:44	00:59:17	Santa Catarina
<b>Equipamento Utilizado</b>	<b>Altura da Antena</b>	<b>Data do Rastreio</b>	<b>Município</b>
GRX1	1,930	27/09/2021	MARAVILHA
<b>Tipo da Antena</b>	<b>Técnico de Campo</b>	<b>Técnico Processamento</b>	<b>Local</b>
GRX1	Eleandro Schittler	Eleandro Schittler	MARAVILHA

### RESULTADOS OBTIDOS - REFERÊNCIA SIRGAS 2000

Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas UTM		Coordenadas Planas LTM	
Latitude ( $\phi$ )	26°42'29,9798"S	N =	7.044.143,6890	N =	2.044.640,5405
Longitude ( $\lambda$ )	53°06'09,9548"W	E =	290.810,0110	E =	239.528,6988
Conv. Merid.	-1°03'50,9060"	Meridiano Central	-51	Altitude Elipsoidal	
K (Proj/Ter)	0,999816262	Método Levantamento	Estático	Ondulação Geoidal	
K (Ter/Proj)	1,000183771	Tipo Solução	Fixo	Altitude Ortométrica	653,744

### PRECISÕES OBTIDAS NO AJUSTAMENTO

Nome do Ponto	Desvio padrão n (m)	Desvio padrão e (m)	Desvio padrão Hz (m)	
BASE	0,001	0,002	0,004	
M2	0,002	0,002	0,006	

#### FOTO



#### CROQUI



### DESCRIÇÃO:

Marco de concreto com plaqueta de alumínio, com a descrição "MA15"



## **2.3 Estudos Geológicos**

## 2.3 Estudo Geológico

### 2.3.1 Introdução

A presente Caracterização reúne as informações geológicas, geométricas, geomorfológicas, geotécnicas, hidrogeológicas e ambientais de caráter geral e local, baseadas nas instruções de serviços IS-01, IS-03, IS-04, IS-06, IS-08 e IS-206 - DEINFRA-SC, da futura implantação e pavimentação da ligação viária entre a cidade de Bom Jesus do Oeste e a cidade de Maravilha.

O trecho projetado totaliza 5.515,00 m de extensão. O Projeto Geométrico iniciou ao final do Projeto Executivo sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Maravilha, estaca 185, próximo à divisa com o referido município e se desenvolveu até o perímetro urbano do município de Bom Jesus do Oeste (inclusive).

Em relação aos Estudos a serem desenvolvidos para o projeto, a Consultora informa que, por meio de contratos distintos, desenvolveu paralelamente os seguintes projetos:

#### a) Contrato Administrativo N. 116/2021

Contratante: Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Oeste/SC

Objeto: “Elaboração de projeto executivo de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Bom Jesus do Oeste/SC até a divisa com o Município de Maravilha/SC, com extensão de, aproximadamente, de 6 km”.

#### b) Contrato Administrativo N. 130/2021

Contratante: Prefeitura Municipal de Maravilha/SC

Objeto: “Elaboração de projeto executivo de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Maravilha/SC até a divisa com o Município de Bom Jesus do Oeste/SC, com extensão de, aproximadamente, de 4,4 km”.

Conforme se pode observar, tratam-se de segmentos contíguos. Desta forma, a consultora optou por apresentar o estudo contemplando ambos os segmentos.

### 2.3.2 Escopo de Trabalho e Metodologia adotada

Os trabalhos e a metodologia adotada para o desenvolvimento dos estudos preconizados para o projeto se basearam nas informações de dados geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, geométricos, planialtimétricos e ambientais obtidos na bibliografia existente.

Incluíram estudos, investigações, pesquisas, cartas e mapas temáticos disponíveis sobre a região de envolvimento do projeto; dados de aerofotointerpretação; de imagens e informações

de campo.

Fizeram parte da análise para o encaminhamento do projeto, juntamente com a reunião de informações regionais e locais, discussões sobre os aspectos técnicos da implantação, que incluíram a geometria, a geotecnia, a estabilidade de cortes e aterros, as obras de arte correntes e especiais, as questões ambientais e as possibilidades de aproveitamento de materiais de construção.

### **2.3.3 Geologia Regional e Local**

Na abordagem dos Estudos Geológicos, a geologia regional, se revestiu de grande importância para o projeto na medida em que apontou e definiu as características dos tipos litológicos que incluem o traçado e sua proximidade; as condições climáticas da superfície objeto da caracterização; a cobertura vegetal original da área; as condições geotécnicas do trecho e os tipos de materiais de construção que poderiam ser obtidos junto ao alinhamento da estrada ou mesmo fora dele.

A geologia local da mesma forma que a regional também se revestiu de grande importância para os trabalhos de estruturação do segmento otimizado, por ter tratado da geometria do segmento objetivado; da geomorfologia do segmento abrangido pela diretriz de implantação; da hidrografia contida no âmbito do traçado individualizado; do intemperismo particularizado; da vegetação atual; da geotecnia e da pedologia do segmento atravessado; dos materiais de construção aproveitáveis e das condições ambientais reinantes, pois que apontou claramente as características intrínsecas do trecho como um todo e suas cercanias.

O desenvolvimento dos estudos mencionados tendo em vista que o futuro trabalho a ser encetado na rodovia prevê a implantação do pavimento rodoviário dos segmentos mencionados, se ateve, mais precisamente, às questões físico-técnicas relevantes, no que diz respeito às atuais condições geológicas, geomorfológicas, geotécnicas e de interferências locais; às condições de implantação dos cortes e aterros por serem estruturados - suas fundações em resposta ao tráfego que receberá; esteve atento as questões do recobrimento vegetal adstrito ao traçado, visando a prevenção da instalação de processos erosivos superficiais e profundos e a preservação, no que couber, dessa vegetação; se preocupou com as condições ambientais reinantes e particularizou as melhores possibilidades do aproveitamento dos tipos de materiais de construção que cercam a rodovia, questões que se relacionam à óbices e a facilitação da implantação do segmento da diretriz estabelecida para a rodovia.

Neste particular foram realizadas inspeções técnicas ao longo do trecho aonde foram observadas mais precisamente as características geológicas e geotécnicas intervenientes que permeiam a diretriz investigada; foram observados os aspectos relativos aos seus pontos críticos; foram feitas caracterizações de instabilidades potenciais; foram levantadas todas as interferências ambientais intervenientes; foram avaliados os materiais expostos relativamente ao seu eventual

aproveitamento como materiais de construção e foram feitas constatações de ordem técnica-funcional.

### **2.3.3.1 Fisiografia**

No contexto regional a área objeto das investigações está inserida em uma superfície que se acha subordinada a influência dos terrenos que compõem as rochas Efusivas Básicas, Intermediárias e Ácidas da denominada Bacia do Paraná, constituintes da Formação Serra Geral, estratigraficamente incluídas no Grupo São Bento e aos Sedimentos Continentais, Quaternários, recentes.

A superfície em caracterização se insere nas Bacias hidrográficas dos rios Iracema, Iraceminha, Saudades e Jundiá – maiores rios que se somam ao traçado e ocupa parte do Planalto das Araucárias catarinense, entre as cidades de Cunha Porã, Serra Alta, Santa Terezinha do Progresso e São Miguel da Boa Vista e as localidades de São José do Laranjal, Juvêncio e Machado.

No que tange a geologia local o traçado estudado que acompanha em grande parte a diretriz pioneira implantada até Bom Jesus do Oeste, está inserido em uma superfície caracterizada exclusivamente por terrenos constituintes da denominada Formação Serra Geral composta exclusivamente por efusivas básicas, somados aos Sedimentos Continentais - Recentes.

A diretriz do traçado proposto, não inclui entre os seus extremos, nenhuma localidade, nenhuma comunidade, mesmo que de pequena expressão.

A superfície caracterizada do ponto de vista local se insere basicamente na Bacia hidrográfica do rio Jundiá e um ou outro curso d'água de menor expressão.

Fisiograficamente o segmento que compõe o projeto de implantação está contido em terrenos do Mesozóico, juntamente com os terrenos do Cenozóico – Quaternário, recentes, que complementa a geografia física local.

### **2.3.3.2 Litótipos Emergentes**

Do ponto de vista geológico, de forma ampla, regional, o Brasil está localizado sobre uma das plataformas que constituem o Planeta, a Plataforma Sul Americana, que se encontra estruturada essencialmente sobre rochas metamórficas de idade Arqueana, associadas às unidades Proterozóicas e às Coberturas Sedimentares e Vulcânicas Fanerozóicas.



**Figura - Compartimentação da Geologia do Brasil.**

Sobre essa plataforma desenvolveram-se no Brasil, em condições estáveis, as Coberturas Sedimentares e Vulcânicas Fanerozóicas que preencheram espacialmente três extensas bacias.

A Bacia Amazônica, a Bacia do Parnaíba e a Bacia do Paraná, onde se insere a área de estudo.



**Figura- Localização das Bacias Fanerozóicas no Brasil.**

O estado de Santa Catarina, na maior parte da sua extensão, do seu território, é constituído por um planalto que mergulha suavemente em direção nordeste, leste e sudeste, cuja plataforma estrutural circunscreve o conjunto, o complexo, das rochas sedimentares e cristalinas-duras, aflorantes no Estado.

Afloram hoje no território catarinense de leste para o oeste, os Sedimentos Recentes do litoral Marinhos e Continentais, uma faixa de Rochas Migmáticas e Metamórficas mais antigas, a sucessão das Rochas Gondwânicas e os derrames de Lavas Básicas, Intermediárias e Ácidas da Formação Serra Geral.

A região que envolve as cidades de Descanso, Barra Bonita, Santa Terezinha do Progresso, Saltinho, Irati, União do Oeste, Nova Erechim, Cunhataí e Iporã do Oeste, situadas no Extremo Oeste de Santa Catarina, segundo Bortoluzzi, C. A., Awdziej, J. & Zardo, S. M.-1987, apresenta exposições de rochas incluídas no Grupo São Bento cronologicamente situadas no Mesozóico, litótipos da Formação Serra Geral, unidade geológica representada por uma sucessão sub-horizontalizada de derrames de lava de natureza básica, pertencentes à denominada Bacia do Paraná na sua porção caracterizada pelo vulcanismo basáltico, que teve lugar entre 119Ma e 147Ma atrás.

A Formação Serra Geral é uma formação geológica constituída por rochas magmáticas relacionadas aos derrames extrusivos de lavas básicas que recobrem 1,2 milhões de km<sup>2</sup> da Bacia acima mencionada, abrangendo toda a região centro-sul do Brasil, além de se estender pelas fronteiras dos Países como o Paraguai, o Uruguai e a Argentina.

Constituem-se, essencialmente, de uma sequência vulcânica que inclui rochas de composição básica até ácida assentada sobre arenitos da Formação Botucatu.

Mais precisamente, são litótipos que constituem extensos derrames basálticos na forma de efusivas básicas, de textura afanítica, amigdaloidal no topo dos derrames, compactas, de coloração cinza escura com eventuais intercalações de arenitos inter-derrames, intertrapeanos, parte integrante de extensa área que cobre grande parte do Estado Catarinense desde Santa Cecília / Lages até Dionísio Cerqueira na divisa com a Argentina.

As efusivas da Formação Serra Geral, na maior parte do planalto, do meio oeste, do Oeste e do extremo oeste de Santa Catarina, se constituem de rochas vulcânicas basálticas com o seu perfil clássico - Zona Vítea Basal, com disjunção horizontal; Zona Intermediária com juntas verticais e Zona Superior com disjunção vertical e horizontal e no topo, basalto vesicular.

A sequência básica se constitui de basaltos, andesitos e basaltos vítreos que apresentam, quando frescos, colorações que vão do cinza escuro ao negro com tonalidades esverdeadas.

Quando alteradas apresentam geralmente cores em tons castanho-avermelhados.

As efusivas intermediárias e ácidas representadas por dacitos, riocacitos felsíticos e riolitos felsíticos pórfiros ou não, ocorrem secundariamente, geralmente no topo da Formação Serra Geral.

Os derrames de lava que compõem a Formação Serra Geral, se comportam como uma sequência de camadas com suave mergulho regional para o quadrante SW.

Complementando a geologia se verifica a ocorrência de sedimentos continentais, recentes-Quaternário, sedimentos coluvionares e aluvionares atuais, que ocupam as planícies de inundação dos rios, pequenos córregos, drenagens e talvegues da região de envolvimento do projeto caracterizado.

Constituem-se de areias finas e grosseiras, cascalhos inconsolidados, assim como argilas de planícies de inundação.

Os sedimentos continentais normalmente se apresentam sob a forma de aluviões argilosos, argilosos propriamente ditos, silto argilosos e silto arenosos.

No mapa geológico local, disposto a seguir, pode-se observar a real distribuição dos litótipos da Formação Serra Geral-terrenos basálticos, em relação ao traçado da rodovia caracterizada e mesmos ao longo da sua proximidade.



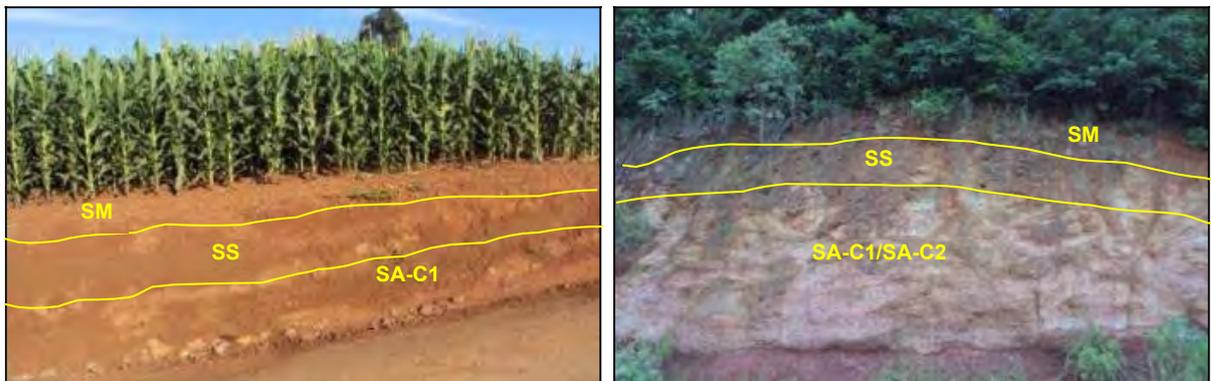
Figura – Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, DNPM, Escala 1:500.000, 1986

COLUNA ESTRATIGRÁFICA	
Sedimentos Continentais – Sedimentos Aluvionares Atuais – Q	
Grupo São Bento	Formação Serra Geral – JKsg

Em termos locais a área onde está inserida a rodovia objetivada mostra a presença somente dos litótipos incluídos na Formação Serra Geral, seus termos básicos, pouco intemperizados e os Sedimentos Continentais, Aluvionares Atuais, distribuídos ao longo da planície do rio Jundiá e de outros poucos alinhamentos de drenagem de menor porte.

O perfil normal de intemperização do tipo de rocha presente no local investigado é a sequência regular de um solo maduro-SM, superficial, seguido verticalmente de uma camada de solo saprolítico-SS, que se segue a horizontes de saprólito-SA-C1 e SA-C2, assentados a curtas distâncias-espessuras, diretamente sobre estratos de rocha altamente intemperizada-RAi, rocha medianamente intemperizada-RMi, rocha levemente intemperizada-RLi, e rocha “sã”, a pequenos desenvolvimentos, sequência observada ao longo de todo o segmento caracterizado.

Os Basaltos aflorantes ao longo da diretriz e próximo dela estão, via de regra, representados pelas alterações intempéricas dos litótipos que compõem a Formação na forma de um solo maduro-SM, superficial, eluvionar e/ou coluvionar, argiloso, normalmente sem ou com pedregulhos finos e médios imersos, com uma espessura de 0,3m a 0,5m, seco, de cor marrom avermelhado escuro, seguido ou não de solo saprolítico-SS, sotoposto ao solo maduro, síltico argiloso, incoerente, com espessura da ordem de metros-1,0m a 3,0m, sem ou com pedregulhos e fragmentos de rocha com diâmetro situado entre 0,1m e 0,2m, imersos, de cor marrom avermelhado, também seco, que é seguido por horizontes de saprólito SA-C1 e/ou SA-C2, relativamente coerentes, fraturados e/ou fragmentados, com fraturas curtas, verticais, transversais e inclinadas, com as faces das fraturas preenchidas com óxido de manganês, com espessura também da ordem de metros-3,0m a 5,0m, secos, com cores normalmente marrom avermelhadas a marrom esbranquiçadas, acinzentadas e/ou amarelo esverdeadas.



**Figura - solo maduro-SM, seguido de solo saprolítico-SS, saprólito-SA- C1/SA-C2**

A intemperização sequencial dos basaltos a partir dos saprólitos inclui a exposição de horizontes de rocha altamente intemperizada-RAi, rocha medianamente intemperizada-RMi, rocha levemente intemperizada-RLi e/ou rocha “sã”-RS, a partir de espessuras pouco desenvolvidas de solos maduros e saprolíticos, e um pouco mais desenvolvidas de saprólitos, nas cores marrom acinzentadas, cinza claro e cinza escuro, cores características dos litótipos da Formação.

É muito comum no local a passagem dos solos maduros para estratos de saprólitos mediana e relativamente desenvolvidos através de delgados horizontes de solos saprolíticos ou através da ausência deles e menos comum a passagem direta dos solos maduros para rochas menos intemperizadas, medianamente-RMi, levemente-RLi e rocha sã-RS.

A geologia local é destacada ainda através da presença de Sedimentos Continentais, transportados e depositados ao longo das vertentes, nas margens dos cursos d'água e dos alinhamentos de drenagem de menor porte, Sedimentos Continentais, Aluvionares atuais, que compõem a planície de inundação dos alinhamentos do sistema hidrográfico, sem a presença de solos hidromórficos laterais.

Constituem-se de terrenos areno siltosos, silto areno argilosos, argilosos, silto argilosos, silto arenosos e/ou arenosos de pequenas espessuras, solos não saturados, de pequena extensão lateral.

### **2.3.3.3 Geomorfologia**

Do ponto de vista morfológico regional a diretriz prevista para a implantação do traçado da Rodovia Extraplano situada entre Maravilha e Bom Jesus do Oeste, se caracteriza por apresentar formas de relevo incluídas no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, da Região Morfológica do Planalto das Araucárias, na Unidade Geomorfológica do Planalto Dissecado do rio Iguaçu/rio Uruguai, modelados de dissecação Homogênea que não preconiza o controle estrutural e é definida pelas variáveis densidade e aprofundamento da drenagem e de dissecação Diferencial marcado pelo controle estrutural, definido pela variável do aprofundamento da drenagem.

O Planalto Dissecado do rio Iguaçu/Uruguai, apresenta um relevo muito dissecado com vales profundos e encostas caindo da borda leste para o centro da Bacia do Paraná, relacionado ao mergulho das camadas dos litótipos que compõem o pacote de rochas da Bacia, se constituindo num planalto monoclinal.

Pequena extensão do Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares, da Região das Planícies Interiorizadas, da unidade Geomorfológica, das Planícies de Acumulação Fluvial-modelado de acumulação, correspondente às áreas planas de acumulação fluvial-Af, sujeitas a inundações periódicas, compondo as planícies e terraços de várzeas, pode ser vista, nas proximidades do traçado.

A distribuição espacial morfológica da região pode ser vista no mapa abaixo que mostra o detalhamento topográfico diferenciado do extremo oeste do estado de Santa Catarina.



**Figura – Atlas de Santa Catarina, Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral – GAPLAN, Escala 1:1.000.000, 1986**

<b>ESBOÇO GEOMORFOLÓGICO</b>		
<b>Depósitos Sedimentares</b>	<b>Planícies Interiorizadas</b>	<b>Planícies de Acumulação Fluvial - Af</b>
<b>Bacias e Coberturas Sedimentares</b>	<b>Planalto das Araucárias</b>	<b>Planalto Dissecado do rio Iguaçu – rio Uruguai – D1/D2/Dg1</b>

O modelado que representa o domínio da paisagem ao longo do traçado objetivado e as suas cercanias–morfologia local, é um modelado acidentado, com declividades das vertentes compreendidas entre 12° e 20°.

O traçado da rodovia se desenvolve por uma topografia levemente ascendente nos seus primeiros 400,0m junto a SC-492 e termina com uma morfologia levemente descendente na chegada a cidade de Bom Jesus do Oeste.

O intervalo entre os extremos se desenvolve por um padrão morfológico constante com formas de relevo de aspecto ondulado, com talvegues do tipo em “V”, encaixados nas estruturas locais.

A morfologia que acompanha a diretriz da estrada nas suas laterais é a mesma morfologia que caracteriza todo o segmento onde a rodovia está inserida.



**Figura - topografia levemente acedente e descendente que caracteriza o início e o final do traçado**

#### **2.3.3.4 Hidrografia**

Segundo o Atlas de Santa Catarina - 1986, a rede hidrográfica do estado é constituída por dois sistemas independentes de drenagem o Sistema Integrado da Vertente do Interior, comandado pela bacia Paraná-Uruguai e o Sistema da Vertente Atlântica, formado por um conjunto de bacias isoladas.

O divisor de águas dos dois sistemas é representado pela Serra Geral e pela Serra Do Mar, em que as águas do sistema Integrado são drenadas para o interior do continente enquanto que as do sistema da Vertente Atlântica deságuam diretamente no oceano Atlântico na sua costa leste.

O sistema de drenagem da vertente do interior ocupa uma área de aproximadamente 60.000km<sup>2</sup> do território catarinense ao longo da totalidade do seu planalto elevado.

O traçado se situa na região da Vertente do Interior, composta basicamente pelas bacias hidrográficas dos rios Iracema, Iraceminha, Saudades e Jundiá – maiores rios que se cercam do traçado com seus afluentes da margem direita e esquerda, rios que se constituem em afluentes da margem direita do rio Uruguai.

Mais a oeste da diretriz a hidrografia é composta pela bacia do rio das Antas e a leste do traçado pela bacia do rio Chapecó, também afluentes do rio Uruguai.

Os rios da Vertente do Interior são rios que apresentam perfis longitudinais com longos percursos, acidentados, com quedas d'água, função da topografia característica que apresentam os litótipos que compõem a região dos planaltos catarinenses.

Compõem o restante da hidrografia, que se caracteriza por apresentar um padrão de drenagem dendrítica, tendendo a sub-paralela, com seus maiores rios predominantemente de direção



nordeste, as bacias dos alinhamentos de drenagem de menor porte que se desenvolvem ao longo do corredor em estudo, compostas por córregos, arroios, lajeados e sangas, tributários dos rios mencionados.

O traçado se desenvolve acompanhando o divisor d'água da área onde está inserida, porquanto, a interferência hidrográfica sobre o seu traçado é muito pouco sentida.

O regime pluviométrico da região e do local como de resto de toda Santa Catarina é um regime de chuvas regularmente distribuídas pelo ano inteiro.

#### **2.3.3.5 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 condicionam os elementos climáticos como à temperatura, a precipitação, a umidade do ar e a pressão atmosférica, que por sua vez definem os tipos de climas característicos.

O de Santa Catarina a par dos estados meridionais do Brasil é Subtropical e segundo Wladimir Köeppen mesotérmico úmido - Cf, cuja característica essencial é apresentar a ausência da estação seca.

Mostra verões frescos – nas áreas mais altas – planalto e ascensão das serras Geral e do Mar e verões quentes - no litoral.

É um clima, particularmente, de zona intermediária subtropical e um dos mais amenos do País<sup>1</sup>.

O clima da região de estudos, segundo Köeppen, se classifica como mesotérmico úmido com verões quente - Cfa, com estações bem definidas, com temperatura média anual variando entre 18°C e 19°C, com uma precipitação pluviométrica anual compreendida entre 1.400mm e 1.950mm.

As chuvas são distribuídas o ano inteiro não havendo uma estação chuvosa e uma estação seca definida.

De acordo com a classificação climática de Thornthwaite a região é dotada de um clima



mesotérmico superúmido, com estações bem definidas.

A análise dos mapas de temperaturas médias anuais revela que as isotermas de 20°C se situam na região do planalto, aquém de onde se insere a área de estudo.

De acordo com os dados da Estação Meteorológica sediada em Modelo, que integra o Sistema da Agência Nacional de Águas-ANA, segundo os dados disponíveis entre os anos 1990 e 2008, a temperatura média anual da região objeto da caracterização varia de 19,1°C a 20,0°C.

A temperatura média das máximas varia entre 26,0°C e 27,6°C e a média das mínimas de 15,4°C a 16,8°C. É a região que apresenta as mais altas temperaturas médias do Estado.

As horas de frio abaixo ou iguais a 7,2°C, acumuladas de abril a outubro, variam de valores mínimos iguais a 96 horas até um máximo de 164 horas.

A ocorrência de geadas é relativamente pequena, sendo que nesta zona é onde elas menos ocorrem, com valores máximos de 2,8 ocorrências por ano.

Nesta sub-região do Estado, a insolação total anual varia entre 1.661 horas e 1.830 horas.

### **2.3.3.6 Pluviometria**

A precipitação d'água é o resultado final de um processo de condensação, já em retorno ao solo do vapor que se condensou e se transformou em gotas de dimensões suficientes para quebrar a tensão do suporte e cair.

A distribuição espacial dos totais anuais de precipitação no Estado revela que as isoetas de maiores valores ocorrem no Oeste e as de menores valores no sul do Estado de Santa Catarina.

A amplitude pluviométrica do Estado é de 1.154mm, com a isoeta de 1.800mm, situada no limite do Oeste com o planalto catarinense.

A distribuição dos totais de precipitação pluviométrica é influenciada sobremaneira pelo relevo, nas diversas regiões do Planeta, como acontece no Estado e também no extremo oeste, onde a área de estudo foi desenvolvida.

Em geral a pluviosidade está bem distribuída no território catarinense devido às atuações do



relevo, da Massa Polar Atlântica, da Massa Tropical Atlântica que, por sua constância, fazem com que não ocorra uma estação chuvosa ou uma estação seca, predominantes.

A precipitação pluviométrica total anual constatada na região atinge valores que se situam entre 1.430mm e 1.908mm, com os dias totais anuais de chuva compreendidos entre 156dias e 185dias.

O último dos valores apresentado, em termos normais, é o maior observado no Estado.

Considerando-se os mesmos dados apresentados pela Estação Meteorológica de Modelo na série histórica de 1990 a 2008, em termos pluviométricos, pode-se concluir que o trimestre compreendido entre os meses de junho e agosto é o que se revela o mais seco do ano.

O trimestre mais chuvoso é constituído pelos meses de setembro, outubro e novembro.

Os meses de maior e menor média são respectivamente os de outubro com 269,86mm e julho com 119,83mm.

A média anual para a Estação Pluviométrica de Modelo é de 1.941,52mm.

Comparando-se os histogramas de precipitações mensais da série histórica referida e o número de dias de chuva, pode se observar que há certa correspondência entre as médias das precipitações mensais e as médias mensais de dias de chuva.

Os meses de maior e menor média de dias chuvosos são respectivamente, janeiro com 11,1dias e agosto com 5,1dias.

A média anual para a Estação Pluviométrica é de 92,6dias.

### **2.3.3.7 Pedologia**

Segundo o Levantamento Exploratório de Solos consignado no Atlas de Santa Catarina - 1986, os tipos de solos que estão expostos ao longo e no entorno do traçado objeto dos estudos, são os Latossolos Bruno Intermediário para Latosso Roxo álico, os solos Terra Roxa Estruturada eutrófica, os Cambissolos eutróficos e os Solos Litólicos eutróficos.

Os solos Latossolo Bruno intermediário para Latossolo Roxo álico são solos minerais, não

hidromórficos caracterizados pela presença do horizonte B Latossólico. Distinguem-se dos Latossolos Bruno principalmente pela coloração mais avermelhada e dos Latossolos Roxo pela coloração levemente brumada, menor profundidade dos perfis, maior variação de espessura de local para local, maior desenvolvimento da estrutura em blocos, principalmente no horizonte B. São desenvolvidos do basalto e menos comumente de rochas efusivas ácidas e apresentam sequência de horizontes A, B e C, com transição difusa e gradual. São solos em geral profundos e muito profundos com textura geralmente muito argilosa e com baixos teores de bases trocáveis que lhes conferem uma baixa fertilidade natural. Situam-se em relevo suave ondulado a ondulado.

Os solos Terra Roxa Estruturada eutrófica se constituem de solos minerais, não hidromórficos, argilosos, com horizonte B textural e com argila de baixa ou quase nenhuma capacidade de troca de cátions. São solos profundos, porosos, bem drenados, com horizontes do tipo A, Bt e C, geralmente muito argilosos ao longo do perfil. Devido à pequena variação de cor e textura, as transições entre os sub-horizontes são graduais e difusas, com cerosidade forte e abundante, muito suscetíveis a erosão superficial, derivados de eruptivas básicas, da Formação Serra Geral. Ocorrem em relevo ondulado e forte ondulado.

Os solos Cambissolos eutróficos são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente, definido pelo baixo gradiente textural, pela média a alta relação silte/argila ou pela presença de minerais primários de fácil decomposição. A cerosidade quando presente nunca passa de fraca e pouca. Normalmente tem sequência de horizontes A, (B) e C, constatando-se variações quanto à profundidade do solum, cor, textura e estrutura. São solos de baixa fertilidade e ocorrem em relevo fortemente ondulado a montanhoso.

Os solos Litólicos eutróficos são solos minerais, não hidromórficos, somente com horizonte A, que varia de 15,0cm a 40,0cm de espessura, com cor, textura, estrutura e consistência dependentes do material que a eles deu origem e das condições climáticas reinantes no local. Abaixo desse horizonte podem ocorrer calhaus, pedras e materiais semi-alterados das rochas em mistura com material desse horizonte ou pode ainda o horizonte estar diretamente assentado sobre a rocha "sã", propiciando que a sequência de horizontes seja do tipo A, C e R ou A, A/C ou A e R. Devido à proximidade do material de origem possui argila de atividade geralmente média ou alta. São característicos de relevo acidentado, possuem pequena espessura, manifestam a presença de pedras, calhaus e matações na superfície externa do terreno e são deficientes em água, condições que limitam o seu uso.

#### **2.3.3.8 Geotecnia**

O tipo de rocha que aflora no eixo do corpo da estrada objetivada e nas suas imediações, é condicionante do bom ou do mau desempenho do suporte do subleito da via; das condicionantes de estabilidade dos cortes e aterros que serão implantados e da facilidade ou dificuldade de disponibilidade de materiais de construção.



O tipo de litologia presente e adstrita ao traçado objetivado-rocha basáltica, favorece a compensação entre cortes e aterros.

Os materiais encontrados ao longo do trecho e suas circunvizinhanças, do ponto de vista geotécnico, são materiais de características físicas e geomecânicas favoráveis à aplicabilidade no meio rodoviário, no que concerne a resposta às cargas a serem aplicadas no futuro pavimento; em resposta a estabilidade de cortes e aterros e como suprimento de camadas finais e de coroamento, de reforço do subleito, de base do pavimento e como agregado para uso em concreto cimento e asfáltico.

Isso se encontra configurado dada as características composicionais apresentadas pelos litótipos básicos; sua sanidade na maioria das vezes; sua capacidade de suporte e resistência mecânica; o grau de coesão dos tipos intemperizados dessas litologias e os baixos valores de expansão que normalmente esses materiais apresentam.

Os basaltos em resposta ao intemperismo apresentam, no local, espessuras de solo, solo maduro-SM e solo saprolítico-SS, pouco desenvolvidos até se alcançar a rocha “sã” no seu perfil vertical, com o saprólito-SA-C1 e SA-C2 e a rocha altamente intemperizada um pouco mais expressivos.

Os solos maduros têm uma variação de espessura compreendida entre 0,3m a 0,5m, o solo saprolítico uma variação de 1,0m a 1,5m-menos comum espessuras da ordem de 2,5m a 3,0m, o saprólito uma variação de espessura entre 1,0m e 3,0m a 4,0m e 5,0m e a rocha altamente intemperizada-RAi uma variação de espessura situada entre 3,0m e 5,0m e 6,0m.

A passagem dos solos maduros-SM e saprolíticos, para os tipos de rocha menos intemperizadas é da ordem de 0,5m a 1,5m, normalmente, e a configuração dos terrenos na abrangência desses materiais é a de formas de relevo onduladas com inclinações de vertentes suaves compondo a sucessão de derrames básicos ocorridos no mesozóico na região onde a estrada está inserida.

Os solos argilosos superficiais – marrom-avermelhados escuros e marrom-avermelhados – comuns e característicos da região são, plásticos, coesivos, com resistência a compressão simples da ordem de 7,0% a 8,0%.

Nas regiões de exposição de basaltos onde esse se apresenta com uma morfologia mais acentuada, os fenômenos de instabilidade, que se verificam com maior frequência, são os escorregamentos localizados do tipo rotacional e translacional de cortes e aterros e as quedas de material fragmentado das faces dos taludes de corte pela ação da gravidade.

Os primeiros deles estão diretamente ligados à inclinação dos taludes estabelecidos associados à composição básica e ao grau de intemperização do material que compõe as encostas onde os cortes ou aterros serão implantados; a homogeneidade e a heterogeneidade dos maciços atravessados nos locais a serem estruturados; ao grau de permeabilidade e da porosidade do meio aonde essas estruturas de terra estão alojadas; o teor de umidade e/ou saturação do local onde os terraplenos serão implantados; a declividade do terreno onde os cortes e aterros estão inseridos; a qualidade dos terrenos de fundação dos aterros estabelecidos e substancialmente a presença de interfaces solo/rocha nas regiões sujeitas à instabilidade potencial dos terraplenos.

O segundo deles está diretamente ligado a inclinação dos taludes de cortes adotados; à composição do material envolvido com as estruturas de terra e a presença ou não de água na região de inserção dos terraplenos.

Ao longo do traçado projetado, a morfologia com inclinações de vertentes suavizadas contribui para a inexistência da presença destes fenômenos ao longo da diretriz estruturada e o seu entorno.

Não se verificou em nenhuma situação do trajeto investigado ocorrências relacionadas a esses tipos de instabilidade.

A inclinação dos taludes de corte ligados aos materiais aflorantes ao longo do traçado investigado está diretamente condicionada ao grau de intemperização de cada segmento de estrada ultrapassado, a composição e a homogeneidade do meio ultrapassado.

No caso específico a inclinação de talude compatível com a implantação de taludes de cortes em passagens da estrada com a presença de solos maduros e dos solos saprolíticos é de 1V:1H com altura de bermas não superior a 8,0m, taludes de inclinação superiores a esse – 2V:1H, no caso das estruturas de terra estarem alojadas em terrenos do tipo saprolitos-SA, e 2V:1H até 4V:1H no caso das estruturas virem a ser implantadas em rocha nos estágios de intemperização desde rocha altamente intemperizada-RAi até rocha “Sã”-RS, com alturas de bermas não superiores a 10,0m.

No caso em que segmentos ou trajetos da estrada atravessarem nos cortes rochas de maior capacidade e/ou de maior resistência mecânica - caso de rochas, medianamente intemperizada-RMi, rocha levemente intemperizada-RLi ou rocha “sã”-RS, deve se rebaixar em pelo menos 0,8m a cota do greide nessas passagens para a se assentar as camadas do pavimento, saindo-se de uma condição de pavimento rígido para semi-flexível e flexível o que permitirá uma maior estabilidade futura do citado pavimento.

A inclinação dos taludes de aterro a ser adotada é a inclinação 1V:1,5H com alturas de bermas não superiores a 10,0m, com a aplicação e adoção de dispositivos de correção e/ou de contenção de pé onde as declividades dos terrenos mostrem inclinações incompatíveis com a estabilidade dos terraplenos, situação essa que não se verifica nas passagens de aterros a serem edificadas ao longo do trecho caracterizado.

O material, base, de fundação de cortes e aterros que serão edificados na futura implantação, ao longo do traçado, são, normalmente, materiais de boas condições geomecânicas, derivados de rochas basálticas.

De modo geral se constituem em boas bases para o suporte da fundação de aterros e de cortes.

A área de envolvimento da estrada apresenta também alguns pontos baixos de acumulação d'água pluvial e lagoas antropicamente implantadas, lateralmente, aos bordos do seu traçado que se acham afastadas da sua diretriz, com cotas de topo ao nível e abaixo da cota do greide da rodovia e não interferem diretamente na estruturação da mesma.

Em termos de porosidade e a permeabilidade a, do meio, nos terrenos resultantes da intemperização dos basaltos é baixa.

Os horizontes de intemperização normalmente apresentam baixo grau de porosidade e de permeabilidade mesmo no caso do traçado atravessar rocha.

A permeabilidade do meio pode, por vezes, ser relativamente aumentada em passagens por rocha se essa se mostrar muito fraturada, falhada e/ou fendilhada, condição em que a água pode fluir com maior facilidade por entre as estruturas geológicas.

O nível d'água-NA, e/ou o nível Freático-NF, ao longo do trecho caracterizado é relativamente profundo motivado pela impermeabilidade do meio e pela posição em que se desenvolve o traçado da implantação pioneira-divisor d'água. Vai ser encontrado na interface solo/rocha, à profundidade, que essa interface vier a se encontrar.

Não foram observados ou identificados ao longo do traçado objetivado e suas cercanias nenhum ponto de nascente que viesse interferir na estruturação e na implantação da terraplenagem e/ou da implementação da pavimentação asfáltica.

Quanto aos materiais a serem empregados na estruturação futura da obra o trecho é relativamente favorável a exposição destes.

Materiais para reforço da base de fundação de aterros, para reforço do sub-leito, para corpos de aterro, para camada final de aterro e para camada de coroamento, podem ser obtidos dos horizontes de alteração dos próprios basaltos existentes no local e na região, na forma de alargamento de cortes, caixas de empréstimo lateral e jazidas de solos - argilas plásticas, coesivas, homogêneas marrom avermelhadas escuro, na forma de horizontes de solos siltosos com ou sem pedregulhos e fragmentos de rocha imersos na matriz silto argilosa, também plásticos, também coesivos, marrom avermelhados, na forma de horizontes de saprólito como os mencionados, na forma de rocha - altamente intemperizada-RAi-“cascalheiras”/“saibreiras”, na forma de horizontes de rocha-fragmentada, situada entre altamente intemperizada-RAi e medianamente intemperizada-RMi, e ou na misturas desses materiais.

Não são comuns as alterações dos basaltos gerarem agregados naturais passíveis de utilização como sub-base na estruturação do pavimento e muito menos areais.

Camadas de material utilizáveis na base do pavimento, em concreto cimento e concreto asfáltico, como rachão, como colchão drenante, como material para suporte de pés de aterro se necessário, serão buscadas em jazidas de material pétreo - pedreiras, na própria região.

Os estágios de alteração dos basaltos do trecho arremetem a exposição de materiais de 1a categoria quanto à escavação - superficialmente, a materiais de 2a categoria quanto à escavação nas profundidades em que o material alterado se situar próximo do topo da rocha “sã” e de 3a categoria quanto à escavação quando o subleito alcançar rocha desde medianamente alterada-RMi até rocha “sã”, em percentuais que mostram a predominância de materiais de 2a categoria quanto à escavação, seguido de materiais de 1a e 3ª categoria, quando a escavação da rodovia alcançar profundidades fora do normal para a implantação que se pretende adotar, entre a SC-492 em Maravilha e Bom Jesus do Oeste.

### **2.3.3.9 Fontes de Materiais de Construção**

Os materiais aproveitáveis como material de construção ao longo do traçado e suas cercanias, provenientes ou oriundos das alterações dos basaltos presentes à região são os solos maduros, saprolíticos, saprólitos e rocha altamente intemperizadas, que se prestam a utilização como camada final de aterro, como corpo de aterro, como reforço do sub-leito e como revestimento primário, materiais que podem ser obtidos de alargamento de cortes, de caixas de empréstimo lateral ou como jazidas de solos, dispersas ao longo do próprio segmento projetado.

Material pétreo utilizável em concreto cimento e asfáltico podem ser obtidos também na própria região e areias devem ser importadas de pontos distantes do trecho caracterizado, da região de União da Vitória/Porto União e Irineópolis no norte do Estado, da região de Blumenau /Gaspar no centro-leste Barrigaverde e de Palhoça na região centro leste de Santa Catarina.

As concentrações de solos maduros, saprolíticos, saprólitos e de rocha altamente intemperizada necessários para serem utilizados na compensação dos cortes e aterros a serem trabalhados na terraplenagem do segmento caracterizado, homogêneos e heterogêneos, estão presentes nos próprios cortes que serão implementados.

Eventuais volumes de materiais necessários a complementação dessa compensação pode provir do alargamento dos próprios cortes estruturados, ou na forma de caixas de empréstimos laterais ou jazidas, distribuídas ao longo do trecho investigado.

Nesse particular foram determinados 4 (quatro) locais com possibilidade desse tipo de aproveitamento.

O primeiro deles está localizado no ponto de coordenadas UTM 0287249/7041423, no alargamento do próprio corte dessa passagem da estrada ou no seu entorno, em uma superfície com 200,0m de frente x por 200,0m de fundo x 4,0m a 5,0m de altura, no lado esquerdo ou direito da estrada projetada, revestida com cultura de milho e feijão.

O segundo deles está localizado no ponto de coordenadas UTM 0287888/7042427, no alargamento do próprio corte dessa passagem da estrada ou no seu entorno, em uma superfície com 200,0m de frente x por 200,0m de fundo x 4,0m a 5,0m de altura, no lado direito da estrada projetada, revestida com cultura de milho e feijão.

O terceiro deles está localizado no ponto de coordenadas UTM 0287700/7041797, no alargamento do próprio corte dessa passagem da estrada ou no seu entorno, em uma superfície com 200,0m de frente x por 200,0m de fundo x 4,0m a 5,0m de altura, no lado direito da estrada projetada, revestida com gramínea.



O quarto deles está localizado no ponto de coordenadas UTM 0288489/7043023, no

alargamento do próprio corte dessa passagem da estrada ou no seu entorno, em uma superfície com 200,0m de frente x por 200,0m de fundo x 3,0m a 4,0m de altura, no lado direito da estrada projetada, revestida com gramínea.



**Figura - materiais aflorantes são passíveis de serem aproveitados na compensação dos aterros**

No que diz respeito a areia necessária a elaboração de concreto cimento, asfáltico e de emprego em outros serviços de estruturação da via, em função das condições geológicas e hidrogeológicas da região-exposição de basalto e a não proximidade com grandes rios, os locais ocupados pela rodovia em estudo não são nada favoráveis à exposição desses insumos.

Os jazimentos dos insumos mencionados só se acham disponíveis em locais muito distantes da rodovia caracterizada, e os melhores relacionados se distribuem pela região de União da Vitória/Porto União, pela região de Blumenau/Gaspar e pela região de Palhoça, próximo a Florianópolis.

Na região de União da Vitória/Porto União foram caracterizados 4 (quatro) pontos de extração e comercialização de areia, os areais Extração de Minérios Hobi, Mineradora Porto Iguaçu, G. R. Extração de Areia e Transportes Rodoviários Ltda e Ressaca Ltda, distantes do OPP da rodovia projetada, respectivamente 300,0km, 307,0km, 310,4-km e 318,5km, desenvolvidos por rodovias asfaltadas a SC-135, a SC/BR-280, a BR-153 até Irani, a BR-282 até Maravilha e a SC-492 até o OPP do segmento caracterizado.

Na cidade de União da Vitória-PR, no ponto de coordenadas UTM 0488534/7096604, foi inspecionado o areal Extração de Minérios Hobi, que oferece areia extraída de barranco constituído dos arenitos da Formação Botucatu, de Cava e da Calha/Leito do rio Iguaçu na região de Irineópolis.

No local é oferecido areia fina e média, de cava – planície do rio Iguaçu, quartzosa, lavada, cinza esbranquiçada, classificada por peneiramento, areia média/fina, quartzosa, bem classificada amarelada de barranco – Formação Botucatu e da calha/leito do rio Iguaçu, grossa, quartzosa, lavada, bem classificada, amarelada e seixos rolados finos – 3/8”, bem classificado,



com um baixo percentual de seixos graúdos – 1”, imersos. A produção de areia alcança no local 23.000m<sup>3</sup>/m.

É um areal licenciado junto ao órgão federal que regula o setor o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, segundo a Portaria de Lavra No 18079 e no órgão estadual do Paraná, Instituto Ambiental do Paraná- IAP.

Na interseção da SC/BR-280 com a SC-135, no ponto de coordenadas UTM 0495046/7093167, encontra-se inserido o areal Mineradora Porto Iguaçu que oferece areia extraída de Cava nas cidades de União da Vitória / Porto União e da Calha/Leito do rio Iguaçu em Irineópolis.

No local é oferecido areia fina, média e grossa, de cava, quartzosa, lavada, cinza esbranquiçada, classificada por peneiramento e areia média, quartzosa, da calha/leito do rio Iguaçu, quartzosa, lavada, bem classificada, amarelada e seixos rolados médios bem classificados com um baixo percentual de seixos graúdos imersos, segundo uma produção de areia de 1.000m<sup>3</sup>/m.

No lado esquerdo da SC-135, no ponto de coordenadas UTM 0496371/7090618, está inserido o areal G. R. Extração de Areia e Transportes Rodoviários Ltda, que extrai do local areia média a grossa e grossa, quartzosa, lavada, com pedregulhos finos e médios de quartzo imersos, cinza esbranquiçada e areia fina a média e grossa, bem classificada, palha, na cava da planície do rio Iguaçu, além de oferecer areia grossa, quartzosa, lavada, amarelada, da calha/leito do rio Iguaçu, que provém da cidade de Irineópolis, segundo uma produção de 1.000m<sup>3</sup>/m.

A lavra da areia no local junto a planície do rio Iguaçu, se dá com a remoção de uma camada superficial do terreno constituída de solo orgânico, argiloso, com a espessura variando entre 1,5m e 3,0m, de cor escura a preta, seguido do horizonte arenoso, que apresenta uma espessura variando entre 1,0m e 7,0m, sobreposto a outros horizontes argilosos de espessura variável.

É um areal licenciado junto ao órgão federal que regula o setor o Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM, segundo o processo de Licenciamento Mineral No 815577/2005 e no órgão estadual a Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina-FATMA, segundo a licença de operação LAO No 949/2017.

No que diz respeito à rocha dura, apesar do ambiente geológico em que se acha inserida a rodovia Extraplano investigada-ligação entre a cidade de Maravilha e a cidade de Bom Jesus do Oeste, ser favorável a exposição desse tipo de material, a morfologia ondulada que predomina na região, no entorno e no próprio traçado e o grau de intemperização a que estão submetidos os basaltos ali emergentes inibem, sobremaneira, a manifestação de material pétreo nas condições, proporções e formato que possam ser utilizadas como pedreira.

Apesar de tudo isso, foram levantados os aspectos geológicos, físico-técnicos e ambientais de algumas manifestações de rocha nas proximidades do trecho objetivado.

Uma delas se localiza no ponto de coordenadas UTM 0292022/7044090, a 0,5km no lado direito da vicinal que liga a periferia de Bom Jesus do Oeste a estrada caracterizada, vicinal que possui 7,0m a 8,0m de largura, revestida com “saibro”, sem aclives ou declives acentuados.

Constitui-se de um ponto de afloramento de rocha basáltica medianamente intemperizada-RMi a levemente intemperizada-RLi, basalto colunar, maciço coerente, fraturado, com fraturas curtas, verticais, transversais e inclinadas, com 30,0m de frente x 20,0m a 30,0m de fundo x 3,0m a 4,0m de altura, que já foi utilizado para a obtenção de pedra de mão para uso em pavimentação urbana.

A rocha é capeada por um horizonte constituído de solo maduro-SM, argiloso, com 0,5m de espessura que se soma a um horizonte de estéril caracterizado pela presença de saprólito SA-C1/SA-C2 e rocha altamente intemperizada-RAi, materiais síltico argiloso e coerente, com 1,0m de espessura, assentado diretamente sobre a rocha menos intemperizada.

A cobertura vegetal do local é de vegetação natural na forma de arbustivas e arbóreas dispersas.

A ocorrência de rocha apresenta um volume de rocha muito pequeno, uma altura de extração muito baixa, uma grande proximidade com o curso d’água e a necessidade de se estruturar 0,5km de acesso hoje carroçável, fatores que a inviabilizam para uma extração nos moldes necessários ao seu emprego nas atividades de estruturação e pavimentação da estrada projetada entre as cidades de Maravilha e Bom Jesus do Oeste.

Como para os demais pontos de rocha investigados foi caracterizada também a ocorrência de rocha basáltica em exploração comercial localizada no lado esquerdo da BR-282 no seu km-609, na localidade de Linha Primavera, distante 4,1km do trevo de acesso à cidade de Maravilha em direção a cidade de São Miguel do Oeste e distante 10,9km do OPP da rodovia em Estudo.

Os 10,9km que separam o local de exploração de rocha do OPP da rodovia em Estudo se desenvolvem 4,1km por sobre a BR-282, 4,8km pelo interior da cidade de Maravilha e 2,0km por sobre a SC-492 em direção a Santa Terezinha do Progresso, através de rodovia, avenidas e ruas asfaltadas sem aclives ou declives acentuados.

A pedreira de propriedade da empresa Gaia Rodovias Ltda, se constitui de uma rocha basáltica, “sã”, coerente, de granulometria fina a média, fraturada, com fraturas verticais longas,



transversais e inclinadas curtas, de cor cinza escura, recoberta com uma camada de estéril constituído de um solo maduro, argiloso, plástico, coesivo, com uma espessura de 0,5m, marrom avermelhado escuro, seguido de outro horizonte de solo agora saprolítico, síltico argiloso com pedregulhos e fragmentos de rocha imersos, com 1,5m de espessura, marrom avermelhado, superfície capeada por vegetação natural no seu estágio inicial de regeneração-capoeirinha, pouco densa.



## **2.4 Estudos Geotécnicos**



## **2.4 Estudos Geotécnicos**

Os Estudos Geotécnicos são apresentados separadamente, em anexo do Volume 1 – Memória Justificativa, mais especificamente no denominado **Anexo 1B – Estudos Geotécnicos**.



## **2.5 Estudos Hidrológicos**



## 2.5 Estudos Hidrológicos

### 2.5.1 Introdução

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com a finalidade de se avaliar as condicionantes climáticas, pluviométricas e hídricas na região onde se localiza o projeto em questão, entre Maravilha e Bom Jesus do Oeste, Santa Catarina. Estes estudos foram conduzidos de modo a fornecer os elementos necessários para indicar e dimensionar, de forma adequada, os sistemas de drenagem adequados para a proteção do corpo estradal e que permitam a sua operação de forma integrada com a região onde será implantada a rodovia.

O objetivo central destes estudos é a definição do regime pluvial e do clima na área do projeto e dos métodos de dimensionamento das estruturas de drenagem superficial e de grotas.

Para o desenvolvimento dos estudos hidrológicos foi utilizado o “Instrução de Serviço IS-06 Estudo Hidrológico – Setembro 1998” da Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade.

Os estudos desenvolvidos englobaram as seguintes etapas:

- ◆ Coleta e análise de dados;
- ◆ Caracterização climática e fisiográfica da área do projeto;
- ◆ Definição da pluviometria;
- ◆ Determinação das descargas de projeto;
- ◆ Apresentação dos resultados.

### 2.5.2 Coleta de Dados

O desenvolvimento dos estudos hidrológicos exige a pesquisa e coleta de dados envolvendo estudos existentes, informações cartográficas, informações pluviométricas e observações de campo.

As análises dos dados pluviométricos obtidos permitem a definição do modelo de chuvas representativo da região do projeto.

As observações de campo possibilitam a estimativa de parâmetros relativos ao solo, tipo de cobertura vegetal, existência de áreas urbanizadas, além de permitir a verificação "in loco" das condições de funcionamento de eventuais estruturas hidráulicas existentes na área.

Os elementos de referência básicos obtidos, utilizados no desenvolvimento dos estudos, são listados a seguir:

- ◆ Classificação climática de Köppen-Geiger;
- ◆ Caracterização da vegetação de acordo com o IBGE;
- ◆ Caracterização geomorfológica de acordo com o IBGE;
- ◆ Pedologia de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, desenvolvido pela Embrapa;
- ◆ "Normas Climatológicas (1981-2010)", desenvolvida pelo Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, tendo sido analisado especificamente a estação Chapecó - SC identificada pelo código de número 83883;
- ◆ Alturas mensais de chuva fornecidas pela ANA, cujas informações são disponibilizadas na internet em seu serviço denominado Hidroweb, do posto Modelo SC (2653003);
- ◆ "Práticas Hidrológicas", de autoria do Engenheiro José Jaime Taborga Torrico;
- ◆ Carta topográfica folha SALTINHO-SG-22-Y-A-V-2. A carta topográfica analisada foi publicada na escala 1:50.000.
- ◆ Cadastro das obras existentes.

### **2.5.3 Características da Região**

#### **2.5.3.1 Clima**

O trecho está localizado na região Oeste do estado de Santa Catarina onde o clima é do tipo Cfa subtropical úmido, segundo Koppen, (Figura 1). Segundo classificação do IBGE o clima é do tipo Mesotérmico úmido, com as quatro estações bem definidas.

Foi constatado que chove em média 99 dias por ano, não havendo alteração significativa ao longo dos anos. A precipitação total anual média é de 2.124,60 mm, sendo que a máxima mensal média é de 120,80 mm. Em janeiro de 1982, foi registrada a maior precipitação mensal, chegando a 169,5 mm.

Quanto à distribuição de chuvas, pode-se identificar chuvas distribuídas por todo o ano levando a uma inexistência de estação seca definida.

Na Figura 1, apresentada a seguir, é possível identificar a incidência das tipologias climáticas mencionadas.

## Tipos climáticos de Santa Catarina



### Tipos climáticos de Köppen

 Cfa – Subtropical úmido

 Cfb – Oceânico

Fonte: Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 22(6), 711-728. Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes, G., Leonardo, J., & Sparovek, G. (2013)

Figura 1 – Classificação climática de Köppen

Para auxiliar na classificação do clima, foram analisados dados das estações dispostas na publicação “Normais Climatológicas (1981-2010)”, desenvolvida pelo Departamento Nacional de Meteorologia. A partir desta publicação, obtiveram-se os dados de temperaturas mínima, média e máxima, amplitude absoluta, insolação, evaporação e umidade relativa que melhor caracterizam a área do empreendimento.

A estação mais próxima constante da publicação “Normais Climatológicas” é a estação Chapecó – SC (código 83883). Para esta estação, a temperatura média anual é de 19,2°C. A precipitação média anual é de 177,1 mm, sendo que no mês mais seco (março) chove, em média, 131,9 mm e no mais chuvoso (outubro) 246,9mm. Os histogramas representativos da condição pluviométrica da região são apresentados no item 2.5.5 – Pluviometria. Foi constatado que chove em média 114 dias por ano.

A seguir é apresentada a tabela contendo o resumo dos dados climáticos locais elaborada a partir de dados disponibilizados pelo Departamento Nacional de Meteorologia, MODELO-SC (Código 83883).

Estação: Chapecó

Código: 83883

Período de Observação: 29 anos

Operadora: DNM

Latitude: -27,09

Longitude: -52,64

DADOS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Média Anual
Temperatura Máxima (°C)	29,3	28,7	28,1	25,2	21,7	20,2	20,1	22,3	23,0	25,7	27,5	28,9		25,1
Temperatura Média (°C)	23,5	22,9	22,0	19,3	15,9	14,8	14,4	16,1	17,1	19,8	21,4	23,0		19,2
Temperatura Mínima (°C)	18,9	18,7	17,7	15,1	12,1	11,2	10,3	11,7	12,6	15,2	16,3	18,0		14,8
Amplitude Absoluta (°C)	10,4	10,0	10,4	10,1	9,6	9,0	9,8	10,6	10,4	10,5	11,2	10,9		10,2
Insolação (horas)	220,6	189,1	212,5	188,5	174,8	146,8	166,9	179,9	163,4	188,1	227,2	226,0	2283,8	190,3
Evaporação (mm)	98,7	75,0	81,9	64,9	58,0	62,9	73,2	98,2	89,1	86,9	101,1	109,7	999,6	83,3
Precipitação Média (mm)	177,6	210,1	131,9	172,1	174,1	159,1	191,4	141,9	194,2	246,9	157,2	168,1	2124,6	177,1
Dias de Chuva (número)	11,0	11,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	10,0	11,0	9,0	9,0	114,0	9,5
Umidade Relativa (%)	72,0	75,5	74,7	76,0	77,9	77,6	74,2	68,2	70,9	72,0	68,0	68,3		72,9

Ind. Pluviométrico Anual (mm): 2124,6

Altitude da Estação: 687,00

Clima (class.): Início do trecho: Mesotérmico Úmido Meio do trecho: Mesotérmico Úmido Final do trecho: Mesotérmico Úmido

Vegetação: Floresta Estacional Decidual

Fonte: Normas Climatológicas 1981/2010 (Departamento Nacional de Meteorologia).

Observação:

Tabela 1 - Dados climatológicos locais – Estação Chapecó SC

### 2.5.3.2 Composto Solo / Vegetação

O IBGE classifica a vegetação na região como sendo Floresta Estacional Decidual. O conceito ecológico dessa região relaciona-se ao clima de duas estações uma chuvosa e outra seca na área tropical, com curto período seco acompanhado de uma acentuada baixa térmica, na área sub-tropical. Com efeito ocorre a estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, que estão adaptados à estação desfavorável.

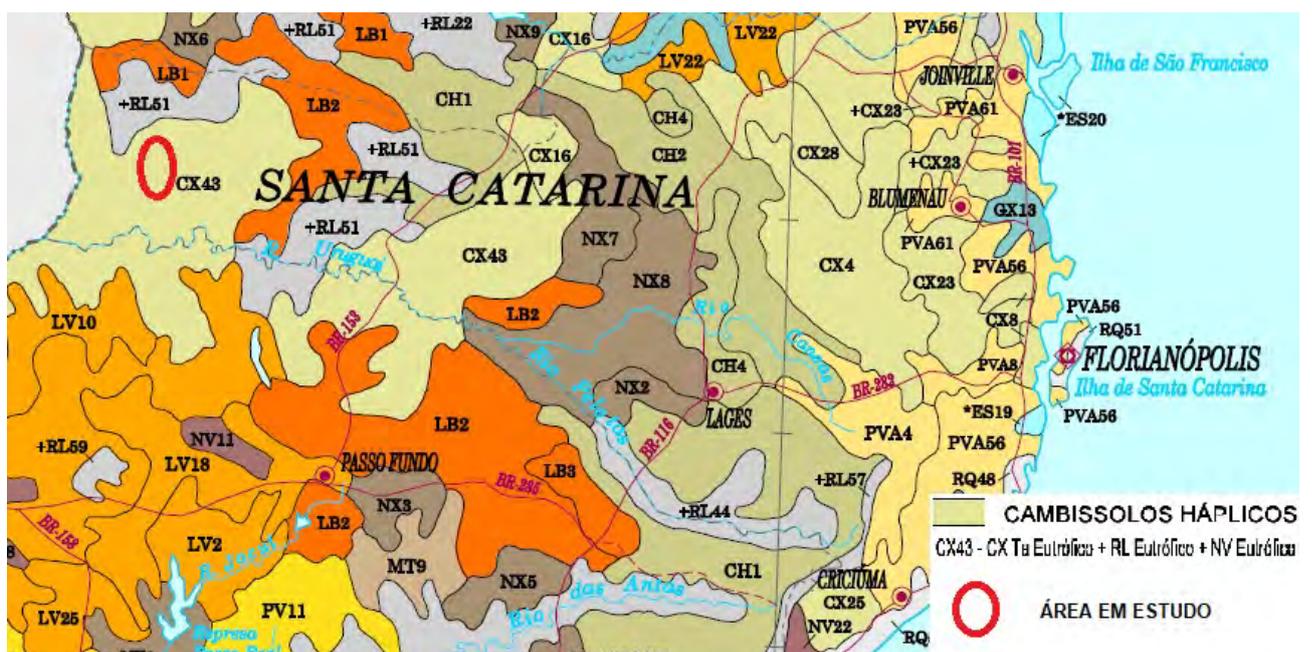
Tanto nas áreas tropicais como nas subtropicais, via de regra, dominam os gêneros afro-amazônicos *Peltophorum*, *Anadenanthera*, *Apuleia* e outros. A seguir é apresentado o mapa de vegetação para a região em estudo.



O Relevo da região estudada é ondulado.

A classificação do solo da região, segundo o IBGE, é o cambissolo háplico, Argila de atividade alta eutrófico, neossolo lítico eutrófico e nitossolo vermelho eutrófico. O Cambissolo Háplico apresenta textura média em todo o perfil e cores escuras com valores e cromas inferiores a três, além de estrutura forte, muito pequena a pequena granular no horizonte superficial, reflexo do material de origem e do conteúdo de matéria orgânica.

A seguir é apresentado o mapa de solos da região em estudo.



## 2.5.4 Hidrografia

A hidrografia do estado de Santa Catarina, na região de projeto, tem como destaques os rios:

- ◆ Rio das Azas
- ◆ Rio Chapecó
- ◆ Rio Uruguai

## 2.5.5 Pluviometria

### 2.5.5.1 Escolha da Estação de Referência

Foi identificada uma estação pluviométrica próxima ao empreendimento com quantidade de dados significativos, o posto pluviométrico de Modelo-SC possui dados mais coerentes e fidedignos ao clima local e apto a ser utilizado no Método Estatístico para definição da relação altura da precipitação, duração e frequência e intensidade, duração e frequência.

O mapa de localização dos postos pluviométricos é apresentado a seguir na Figura 2.

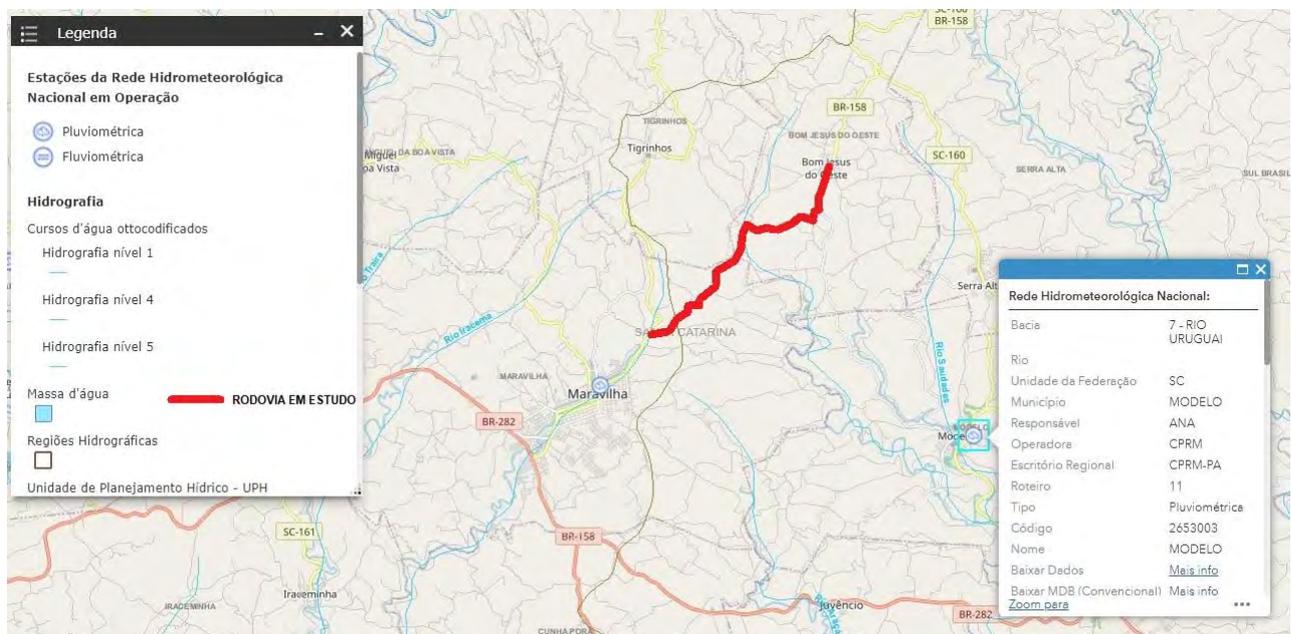


Figura 2 – Mapa de localização dos postos pluviométricos

O posto selecionado para definição da pluviometria foi, portanto, o de Modelo-SC, considerado como mais representativo em função da sua área de abrangência, da consistência de seus dados, do período favorável de observações e da proximidade com o trecho. Este posto (código 2653003), conta com 50 anos de observações, dos quais 35 estão sendo efetivamente

utilizados para a definição das alturas e intensidades de precipitação máximas prováveis, já que os dados duvidosos e/ou inconsistentes foram descartados. O posto está localizado na Bacia do Rio Uruguai, cujas coordenadas são 26,78°S; 53,05°O e é de responsabilidade da ANA e operado pela CPRM.

Para o desenvolvimento dos cálculos hidrológicos, definição das alturas de precipitação e intensidades pluviométricas, optou-se pela utilização do Método Estatístico, aprimorado para as peculiaridades do território brasileiro a partir da metodologia desenvolvida pelo Engenheiro José Jaime Taborga Torrico, denominado "Modelo das Isozonas".

O modelo das Isozonas foi desenvolvido por Torrico (1974) e se baseou em determinações estatísticas para estabelecer relações entre os dados dos postos pluviográficos estudados por Pfafstetter e postos pluviométricos, com o objetivo de se definir as alturas e intensidades de precipitação para o tempo de recorrência e duração desejados. Sendo assim, Taborga dividiu o Brasil em 8 isozonas, onde há uma relativa regionalização do clima a ser considerada como fator de cálculo da precipitação, tal como pode ser visto na figura 3.

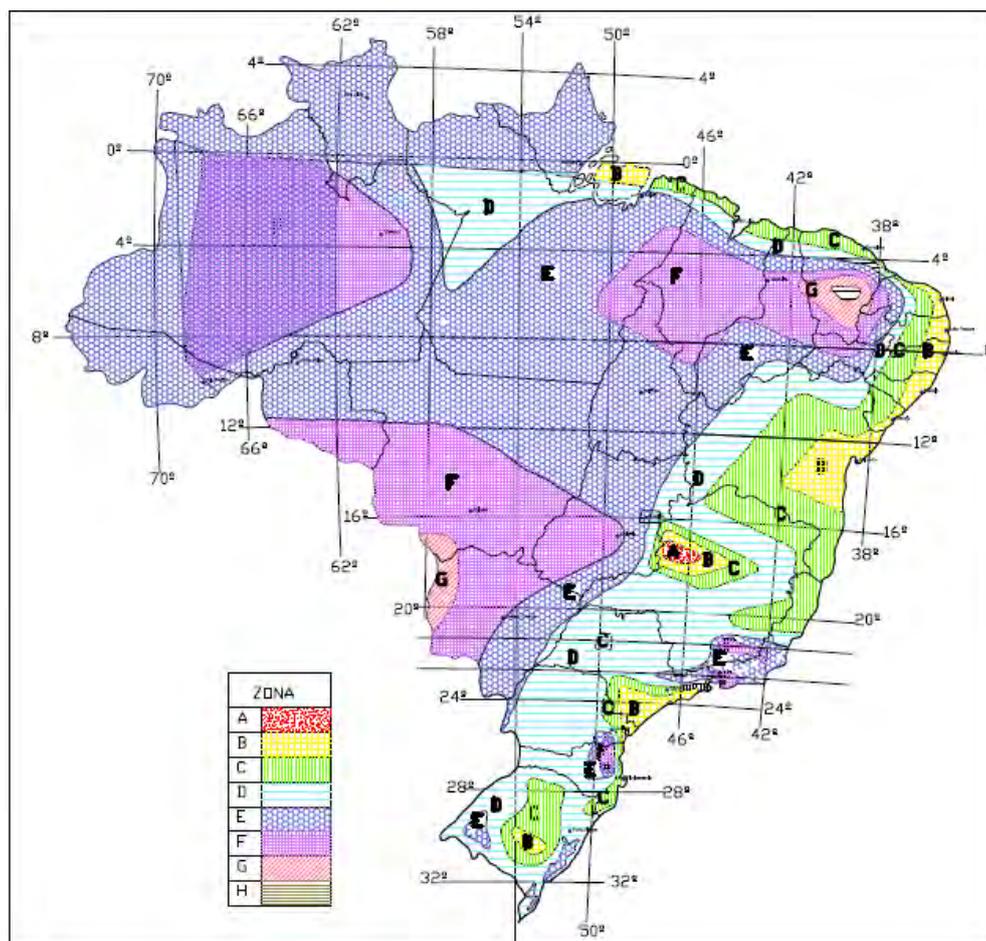


Figura 3: Mapa das Isozonas - Fonte: Adaptado de Torrico (1974) – Práticas Hidrológicas

Torrigo, para desenvolver seu estudo, observou que as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil (referenciadas no estudo de Pfafstetter), quando plotadas em um papel de probabilidades, determinam retas de altura de precipitação/duração que tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto, para determinadas áreas geográficas. Essa tendência “significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independe das alturas de precipitação” (TORRICO, 1974, p. 10 - Práticas Hidrológicas). Dessa forma, Torrigo correlacionou as precipitações das estações pluviométricas com as isozonas, deduzidas a partir do estudo de Pfafstetter, determinando relações entre chuvas de 24 horas / 1 dia, 1 hora / 24 horas e 6 minutos / 24 horas. Essas correlações podem ser vistas na tabela 2.

ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO												
TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS												
ZONA	1 Hora / 24 horas chuva										6min	Chuva
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
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	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Fonte: TORRICO, 1974, p. 15

A priori, calculou-se a chuva de um dia para o posto pluviométrico selecionado, para o tempo de recorrência desejado, a partir do método estatístico, considerando a média, o desvio padrão das máximas precipitações anuais e os valores K em função das leis de Gumbel.

Para cada tempo de recorrência, foi calculada a chuva de um dia a partir da seguinte expressão:

$$P = X + (K \times \sigma),$$

Onde:

- ◆ X= média
- ◆ K = constante de gumbel
- ◆  $\sigma$  = desvio padrão

Os valores de K, em função do número de eventos considerados, é apresentado a seguir, na Tabela 3.

VALORES DE " K " CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL						
Nº de Eventos Considerados	TR - Tempo de Recorrência em anos					
	5	10	15	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,636	2,032	2,533	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,566	1,949	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,412	3,048	3,681
29	0,870	1,547	1,924	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,910	2,385	3,015	3,641
32	0,860	1,530	1,904	2,377	3,005	3,629
33	0,856	1,525	1,897	2,369	2,996	3,618
34	0,853	1,520	1,892	2,362	2,987	3,609
35	0,851	1,516	1,886	2,354	2,977	3,598
36	0,848	1,511	1,881	2,349	2,971	3,588
37	0,845	1,507	1,876	2,344	2,963	3,579
38	0,843	1,503	1,871	2,338	2,957	3,571
39	0,840	1,499	1,867	2,331	2,950	3,563
40	0,838	1,495	1,862	2,326	2,943	3,554
41	0,836	1,492	1,856	2,321	2,936	3,547
42	0,834	1,489	1,854	2,316	2,930	3,539
43	0,832	1,485	1,850	2,311	2,924	3,532
44	0,830	1,482	1,846	2,307	2,919	3,526
45	0,828	1,478	1,842	2,303	2,913	3,519
46	0,826	1,476	1,839	2,298	2,908	3,513
47	0,824	1,474	1,836	2,294	2,903	3,507
48	0,823	1,471	1,832	2,290	2,898	3,501
49	0,821	1,469	1,830	2,287	2,894	3,498
50	0,820	1,466	1,827	2,283	2,889	3,490
51	0,818	1,464	1,824	2,280	2,885	3,486
52	0,817	1,462	1,821	2,276	2,881	3,481
53	0,815	1,459	1,818	2,273	2,875	3,474
54	0,814	1,457	1,816	2,270	2,873	3,471
55	0,813	1,455	1,813	2,267	2,869	3,467
56	0,812	1,453	1,811	2,264	2,865	3,462
57	0,810	1,451	1,809	2,261	2,862	3,458
58	0,809	1,449	1,806	2,258	2,858	3,454
59	0,808	1,448	1,804	2,256	2,855	3,450
60	0,807	1,446	1,802	2,253	2,852	3,446

Fonte: M. D. REID, 8 de Nov. de 1942



Foi feita a conversão da chuva de um dia para a chuva de 24 horas, fazendo-se a multiplicação pelo fator 1,095. Em seguida, definiu-se a Isozona em que a área do empreendimento está inserida (Isozona D). Para a Isozona D, verificou-se na Tabela 2 o percentual correspondente para transformar a chuva de 24 horas em chuva de 1 hora e de 6 minutos. A partir das alturas das precipitações, obtiveram-se as intensidades pluviométricas em mm/h, dividindo-se as alturas obtidas pela duração da chuva em horas.

Os parâmetros utilizados para a obtenção das curvas de intensidade, duração e frequência e precipitação, duração e frequência estão dispostos a seguir:

Eventos	SOMA	MÉDIA	DESVIO
35	3.406,40	97,33	30,46

Quadro 1: Resultados estatísticos

ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO												
TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS												
ZONA	1 Hora / 24 horas chuva										6min	Chuva
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
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

Quadro 2: Percentuais adotados para a Isozona D

Valores de K (GUMBEL)						
Tr -Tempo de Recorrência em anos						
5	10	15	25	50	100	
0,851	1,516	1,886	2,354	2,977	3,598	

Quadro 3: Valores de K adotados em função do nº de eventos

	Média	K	Desvio		
Tr - 5 Anos	74,55 + ( 0,807 x 37,00 ) =		104,40 mm	Max.	1 dia
	1,095 x 104,40 =		114,32 mm	Max.	24 h
	0,401 x 114,32 =		45,84 mm	Max.	1 h
	0,098 x 114,32 =		11,20 mm	Max.	0,1h
Tr - 10 Anos	74,55 + ( 1,446 x 37,00 ) =		128,05 mm	Max.	1 dia
	1,095 x 128,05 =		140,21 mm	Max.	24 h
	0,397 x 140,21 =		55,66 mm	Max.	1 h
	0,098 x 140,21 =		13,74 mm	Max.	0,1h
Tr -15 Anos	74,55 + ( 1,802 x 37,00 ) =		141,22 mm	Max.	1 dia
	1,095 x 141,22 =		154,63 mm	Max.	24 h
	0,395 x 154,63 =		61,08 mm	Max.	1 h
	0,098 x 154,63 =		15,15 mm	Max.	0,1h
Tr -25 Anos	74,55 + ( 2,253 x 37,00 ) =		157,90 mm	Max.	1 dia
	1,095 x 157,90 =		172,90 mm	Max.	24 h
	0,392 x 172,90 =		67,78 mm	Max.	1 h
	0,098 x 172,90 =		16,94 mm	Max.	0,1h
Tr - 50 Anos	74,55 + ( 2,852 x 37,00 ) =		180,07 mm	Max.	1 dia
	1,095 x 180,07 =		197,17 mm	Max.	24 h
	0,388 x 197,17 =		76,50 mm	Max.	1 h
	0,098 x 197,17 =		19,32 mm	Max.	0,1h
Tr - 100 Anos	74,55 + ( 3,446 x 37,00 ) =		202,04 mm	Max.	1 dia
	1,095 x 202,04 =		221,24 mm	Max.	24 h
	0,384 x 221,24 =		84,95 mm	Max.	1 h
	0,088 x 221,24 =		19,47 mm	Max.	0,1h

Quadro 4: Cálculo das precipitações para 24 horas, 1 hora e 6 minutos

Para determinação dos valores da altura de precipitação foram utilizadas as seguintes formulações:

Para tempos de concentração menores que 60 minutos:

$$P = ((P_{\text{máx}1\text{h}} - P_{\text{máx}0,1\text{h}}) \times (0,999 + (0,106 \times \log(tc))) \times ((1 + \log(tc)))) + P_{\text{máx}0,1\text{h}}$$

Para tempos de concentração entre 1 hora e 24 horas:

$$P = ((P_{\text{máx}24\text{h}} - P_{\text{máx}1\text{h}}) / \log(24)) \times (0,735 + (0,192 \times \log(tc))) \times ((1 + \log(tc)))) + P_{\text{máx}1\text{h}}$$



A intensidade é determinada pela seguinte expressão:

$$I = (60/Tc)*P$$

A seguir são apresentados os resultados obtidos para as Alturas de Precipitação e Intensidades Pluviométricas para o posto de Modelo-SC.

POSTO: MODELO

ISOZONA: D

TR - 10 anos					
Tempo ( min )	Precipitação ( mm )	Intensidade ( mm/h )	Tempo ( min )	Precipitação ( mm )	Intensidade ( mm/h )
10	27,3	163,9	6	17,60	176,0
11	29,2	159,2	66	67,41	61,3
12	30,9	154,5	67	67,74	60,7
13	32,5	150,0	68	68,06	60,1
14	34,0	145,6	69	68,38	59,5
15	35,4	141,5	70	68,69	58,9
16	36,7	137,6	71	69,01	58,3
17	37,9	133,9	72	69,31	57,8
18	39,1	130,3	73	69,62	57,2
19	40,2	127,0	74	69,92	56,7
20	41,3	123,9	75	70,22	56,2
21	42,3	120,9	76	70,52	55,7
22	43,3	118,0	77	70,81	55,2
23	44,2	115,3	78	71,10	54,7
24	45,1	112,8	79	71,39	54,2
25	46,0	110,4	80	71,67	53,8
26	46,8	108,0	81	71,95	53,3
27	47,6	105,8	82	72,23	52,9
28	48,4	103,7	83	72,51	52,4
29	49,2	101,7	84	72,78	52,0
30	49,9	99,8	85	73,05	51,6
31	50,6	97,9	86	73,32	51,2
32	51,3	96,2	87	73,58	50,7
33	52,0	94,5	88	73,85	50,3
34	52,6	92,8	89	74,11	50,0
35	53,2	91,3	90	74,37	49,6
36	53,9	89,8	91	74,62	49,2
37	54,5	88,3	92	74,88	48,8
38	55,0	86,9	93	75,13	48,5
39	55,6	85,6	94	75,38	48,1
40	56,2	84,3	95	75,63	47,8
41	56,7	83,0	96	75,87	47,4
42	57,3	81,8	97	76,12	47,1
43	57,8	80,6	98	76,36	46,7
44	58,3	79,5	99	76,60	46,4
45	58,8	78,4	100	76,83	46,1
46	59,3	77,3	101	77,07	45,8
47	59,8	76,3	102	77,30	45,5
48	60,2	75,3	103	77,54	45,2
49	60,7	74,3	104	77,77	44,9
50	61,2	73,4	105	78,00	44,6
51	61,6	72,5	106	78,22	44,3
52	62,1	71,6	107	78,45	44,0
53	62,5	70,7	108	78,67	43,7
54	62,9	69,9	109	78,89	43,4
55	63,3	69,1	110	79,11	43,2
56	63,7	68,3	111	79,33	42,9
57	64,1	67,5	112	79,55	42,6
58	64,5	66,8	113	79,76	42,4
59	64,9	66,0	114	79,98	42,1
60	65,4	65,4	115	80,19	41,8
61	65,7	64,6	116	80,40	41,6
62	66,1	63,9	117	80,61	41,3
63	66,4	63,2	118	80,82	41,1
64	66,7	62,6	119	81,03	40,9
65	67,1	61,9	120	81,23	40,6
			240	99,41	24,9
			480	119,91	15,0
			840	138,14	9,9
			1440	157,13	6,5

10 ANOS

Quadro 5: Memória de cálculo - posto Modelo-SC

POSTO: MODELO

ISOZONA: D

TR - 25 anos					
Tempo ( min )	Precipitação ( mm )	Intensidade ( mm/h )	Tempo ( min )	Precipitação ( mm )	Intensidade ( mm/h )
10	32,0	191,9	6	20,73	207,3
11	34,2	186,3	66	78,53	71,4
12	36,1	180,7	67	78,92	70,7
13	38,0	175,4	68	79,30	70,0
14	39,7	170,2	69	79,68	69,3
15	41,3	165,3	70	80,06	68,6
16	42,9	160,7	71	80,43	68,0
17	44,3	156,3	72	80,79	67,3
18	45,7	152,2	73	81,15	66,7
19	47,0	148,3	74	81,51	66,1
20	48,2	144,6	75	81,87	65,5
21	49,4	141,1	76	82,22	64,9
22	50,5	137,7	77	82,57	64,3
23	51,6	134,6	78	82,91	63,8
24	52,6	131,6	79	83,25	63,2
25	53,6	128,7	80	83,59	62,7
26	54,6	126,0	81	83,92	62,2
27	55,5	123,4	82	84,25	61,6
28	56,4	120,9	83	84,58	61,1
29	57,3	118,6	84	84,91	60,6
30	58,2	116,3	85	85,23	60,2
31	59,0	114,2	86	85,55	59,7
32	59,8	112,1	87	85,86	59,2
33	60,6	110,1	88	86,17	58,8
34	61,3	108,2	89	86,48	58,3
35	62,0	106,4	90	86,79	57,9
36	62,8	104,6	91	87,10	57,4
37	63,5	102,9	92	87,40	57,0
38	64,1	101,3	93	87,70	56,6
39	64,8	99,7	94	87,99	56,2
40	65,5	98,2	95	88,29	55,8
41	66,1	96,7	96	88,58	55,4
42	66,7	95,3	97	88,87	55,0
43	67,3	93,9	98	89,16	54,6
44	67,9	92,6	99	89,44	54,2
45	68,5	91,3	100	89,72	53,8
46	69,1	90,1	101	90,00	53,5
47	69,6	88,9	102	90,28	53,1
48	70,2	87,7	103	90,56	52,8
49	70,7	86,6	104	90,83	52,4
50	71,2	85,5	105	91,10	52,1
51	71,8	84,4	106	91,37	51,7
52	72,3	83,4	107	91,64	51,4
53	72,8	82,4	108	91,90	51,1
54	73,3	81,4	109	92,17	50,7
55	73,7	80,4	110	92,43	50,4
56	74,2	79,5	111	92,69	50,1
57	74,7	78,6	112	92,95	49,8
58	75,1	77,7	113	93,20	49,5
59	75,6	76,9	114	93,46	49,2
60	76,1	76,1	115	93,71	48,9
61	76,5	75,3	116	93,96	48,6
62	76,9	74,5	117	94,21	48,3
63	77,3	73,7	118	94,46	48,0
64	77,7	72,9	119	94,70	47,7
65	78,1	72,1	120	94,95	47,5
			240	116,53	29,1
			480	140,87	17,6
			840	162,53	11,6
			1440	185,07	7,7

2  
5  
A  
N  
O  
S

Quadro 6: Memória de cálculo - posto Modelo-SC

POSTO: MODELO

ISOZONA: D

TR - 100 anos					
Tempo ( min )	Precipitação ( mm )	Intensidade ( mm/h )	Tempo ( min )	Precipitação ( mm )	Intensidade ( mm/h )
10	36,6	219,7	6	22,66	226,6
11	39,3	214,4	66	94,32	85,7
12	41,8	208,8	67	94,80	84,9
13	44,1	203,4	68	95,27	84,1
14	46,2	198,0	69	95,74	83,3
15	48,2	192,8	70	96,21	82,5
16	50,1	187,8	71	96,67	81,7
17	51,9	183,1	72	97,12	80,9
18	53,6	178,5	73	97,57	80,2
19	55,2	174,2	74	98,02	79,5
20	56,7	170,1	75	98,46	78,8
21	58,2	166,2	76	98,90	78,1
22	59,6	162,4	77	99,33	77,4
23	60,9	158,9	78	99,75	76,7
24	62,2	155,5	79	100,18	76,1
25	63,4	152,3	80	100,60	75,4
26	64,6	149,2	81	101,01	74,8
27	65,8	146,2	82	101,42	74,2
28	66,9	143,4	83	101,83	73,6
29	68,0	140,7	84	102,23	73,0
30	69,1	138,1	85	102,63	72,4
31	70,1	135,6	86	103,02	71,9
32	71,1	133,3	87	103,42	71,3
33	72,0	131,0	35	75,47	129,4
34	73,0	128,8	70	96,21	82,5
35	73,9	126,6	105	109,92	62,8
36	74,8	124,6	140	120,36	51,6
37	75,6	122,6	175	128,85	44,2
38	76,5	120,7	210	136,06	38,9
39	77,3	118,9	245	142,34	34,9
40	78,1	117,2	280	147,91	31,7
41	78,9	115,4	315	152,93	29,1
42	79,7	113,8	350	157,51	27,0
43	80,4	112,2	98	107,51	65,8
44	81,1	110,7	99	107,86	65,4
45	81,9	109,2	100	108,21	64,9
46	82,6	107,7	101	108,56	64,5
47	83,3	106,3	102	108,90	64,1
48	84,0	104,9	103	109,24	63,6
49	84,6	103,6	104	109,58	63,2
50	85,3	102,3	105	109,92	62,8
51	85,9	101,1	106	110,25	62,4
52	86,5	99,9	107	110,59	62,0
53	87,2	98,7	108	110,92	61,6
54	87,8	97,5	109	111,24	61,2
55	88,4	96,4	300	150,84	30,2
56	89,0	95,3	600	182,15	18,2
57	89,5	94,3	900	202,04	13,5
58	90,1	93,2	1200	216,86	10,8
59	90,7	92,2	1500	228,76	9,2
60	91,3	91,3	1800	238,75	8,0
61	91,8	90,3	2100	247,38	7,1
62	92,3	89,4	2400	254,99	6,4
63	92,8	88,4	2700	261,80	5,8
64	93,3	87,5	3000	267,99	5,4
65	93,8	86,6	120	114,69	57,3
			240	141,49	35,4
			480	171,70	21,5
			840	198,57	14,2
			1440	226,56	9,4

100 ANOS

Quadro 8: Memória de cálculo - posto Modelo-SC

As tabelas a seguir apresentam o resumo dos valores calculados para o posto Modelo-SC.

Posto : MODELO SC Isozona : D

T ( anos )	ALTURA DA PRECIPITAÇÃO ( mm )								
	0,10 h	0,25 h	0,50 h	1 h	2 h	4 h	8 h	14 h	24 h
5	15,1	30,6	43,2	56,7	70,2	85,7	103,2	118,8	135,0
10	17,6	35,4	49,9	65,4	81,2	99,4	119,9	138,1	157,1
15	19,0	38,0	53,6	70,2	87,3	107,0	129,2	148,9	169,5
25	20,7	41,3	58,2	76,1	94,9	116,5	140,9	162,5	185,1
50	23,1	45,7	64,1	83,8	104,9	129,1	156,3	180,6	205,9
100	22,7	48,2	69,1	91,3	114,7	141,5	171,7	198,6	226,6

Fonte : Departamento Nacional de Minas e Energia Elétrica

Posto : MODELO SC Isozona : D

T ( anos )	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA ( mm/h )								
	0,10 h	0,25 h	0,50 h	1 h	2 h	4 h	8 h	14 h	24 h
5	151,1	122,3	86,4	56,7	35,1	21,4	12,9	8,5	5,6
10	176,0	141,5	99,8	65,4	40,6	24,9	15,0	9,9	6,5
15	189,8	152,1	107,2	70,2	43,7	26,8	16,1	10,6	7,1
25	207,3	165,3	116,3	76,1	47,5	29,1	17,6	11,6	7,7
50	230,6	182,6	128,2	83,8	52,4	32,3	19,5	12,9	8,6
100	226,6	192,8	138,1	91,3	57,3	35,4	21,5	14,2	9,4

Fonte : Departamento Nacional de Minas e Energia Elétrica

As Curvas de Intensidade-Duração-Frequência e Precipitação-Duração-Frequência são apresentadas a seguir.

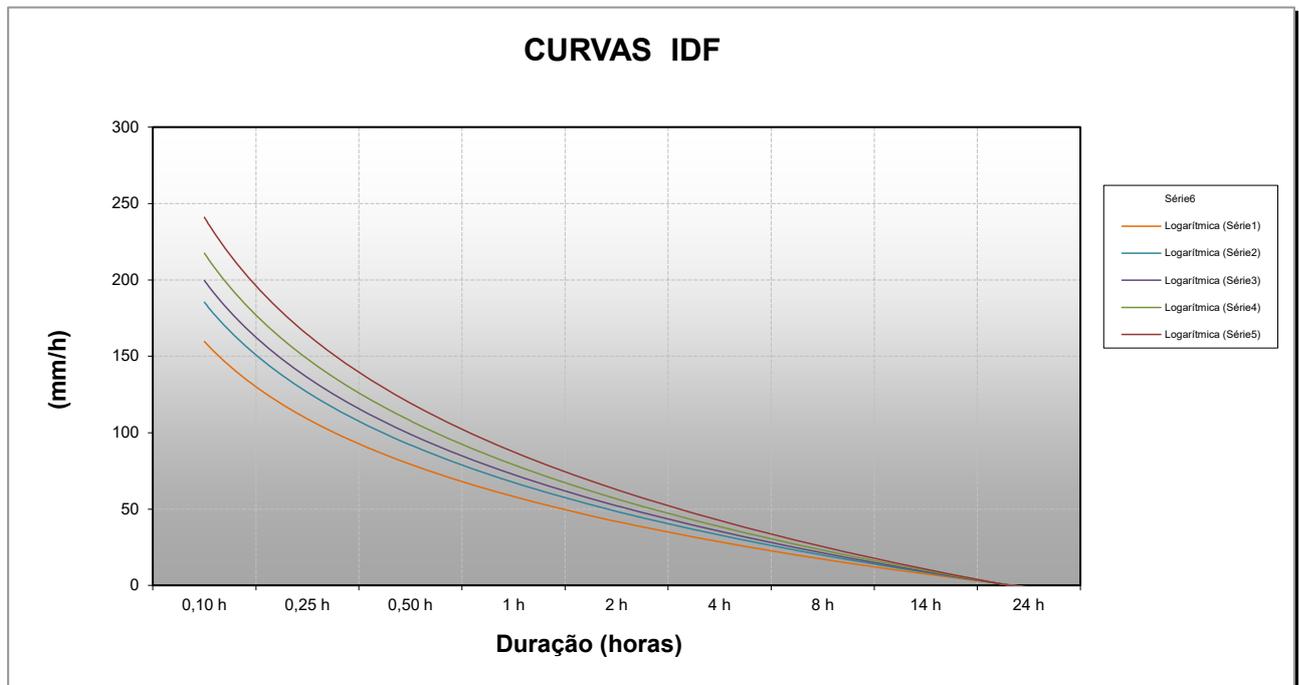


Gráfico 1: Curva de intensidade, duração e frequência referente ao Posto Modelo-SC

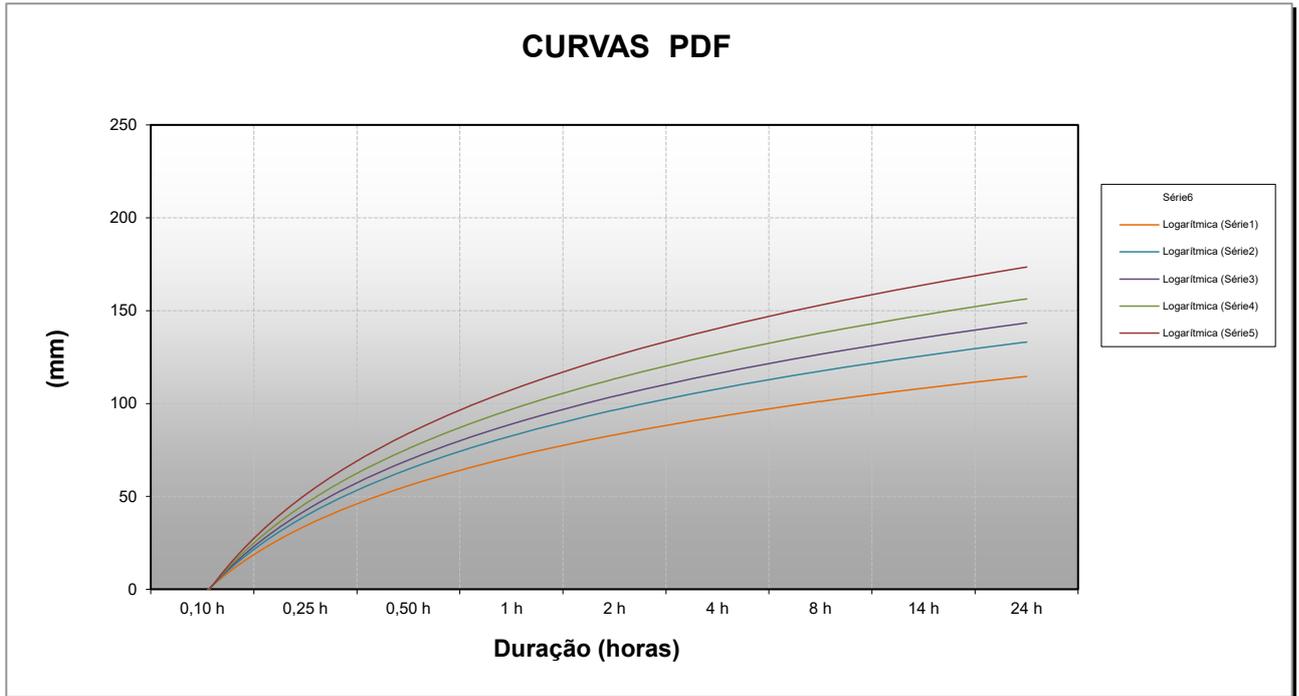


Gráfico 2: Curva de precipitação, duração e frequência referente ao Posto Modelo-SC

A seguir são apresentados os Gráficos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 contendo os Histogramas de Número de Dias de Chuvas, Número de dias de Chuvas Mínimos Mensais, Número de dias de Chuvas Máximos Mensais, Totais Mensais, Totais Mínimas Mensais, Totais Máximas Mensais e Máximas Mensais correspondentes ao posto Modelo-SC.

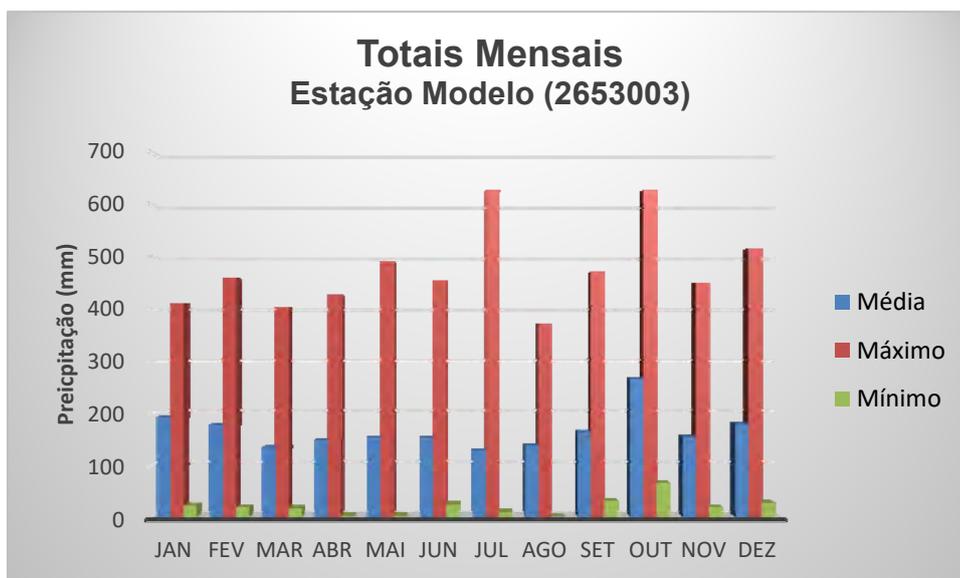


Gráfico 6: Precipitação total mensal - posto Modelo-SC

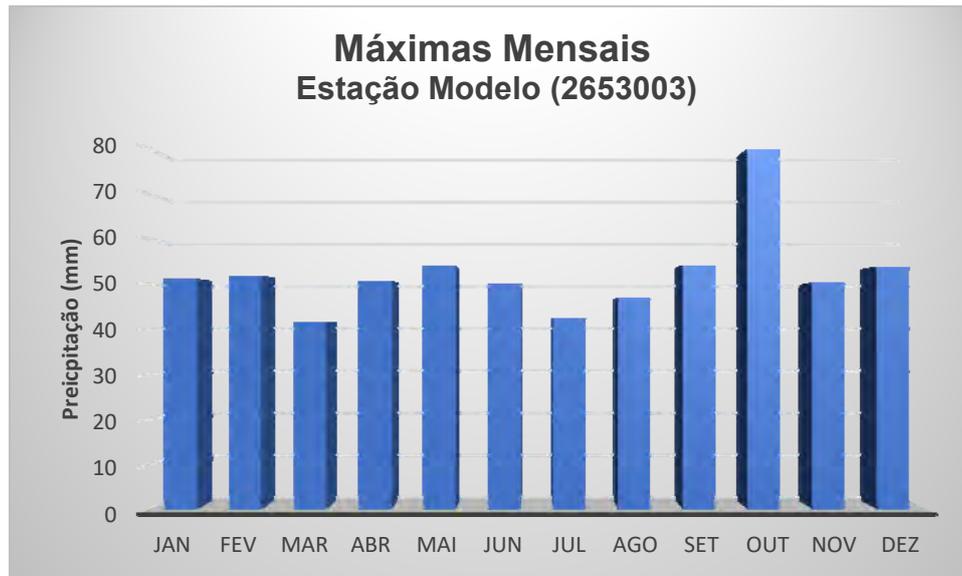


Gráfico 9: Precipitação máxima mensal - posto Modelo-SC

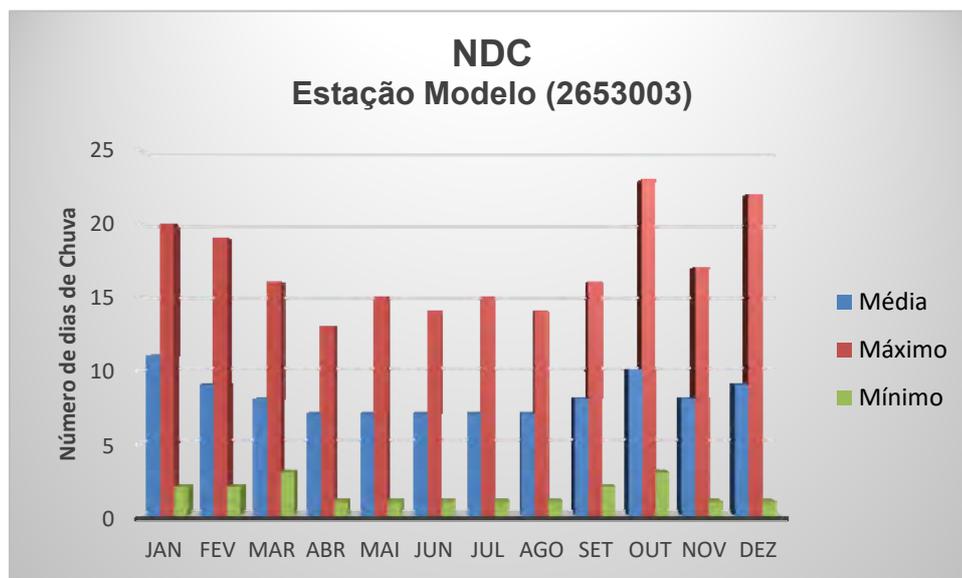


Gráfico 3: Número de dias chuvosos - posto Modelo-SC

### 2.5.6 Período de Recorrência

Foram adotados os seguintes valores de Tempo de Recorrência:

- ◆ Drenagem Profunda: 1 ano;
- ◆ Drenagem Superficial; 10 anos;
- ◆ Bueiros: 25 anos;
- ◆ Pontes: 100 anos

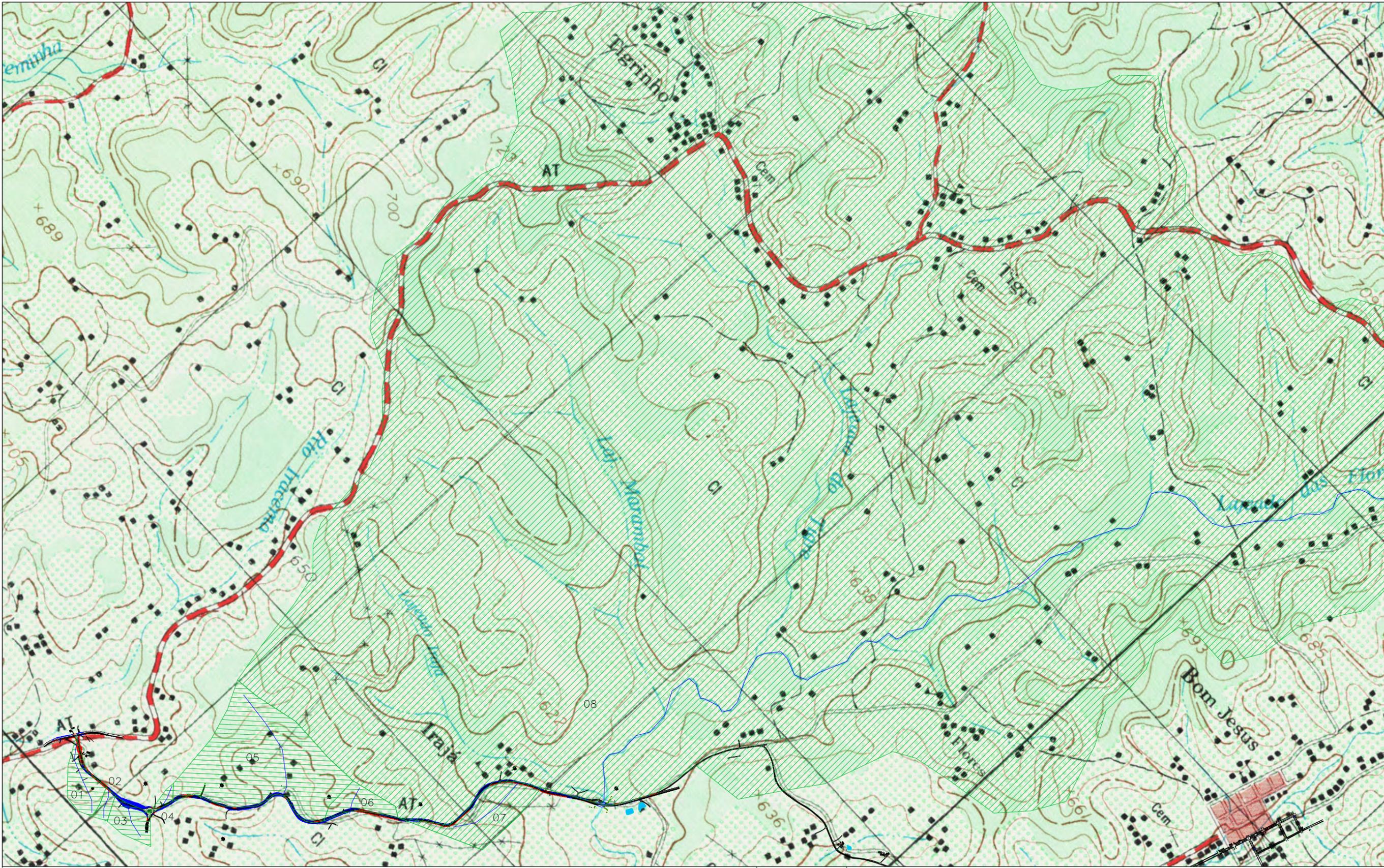


### **2.5.7 Caracterização das Bacias**

Para a individualização das bacias hidrográficas foi utilizada a carta topográfica folha SALTINHO-SG-22-Y-A-V-2. A carta topográfica analisada foi publicada na escala 1:50.000.

Para auxiliar a definição das características físicas das bacias, tais como configuração dos interflúvios, declividade do talvegue principal e das encostas, permeabilidade do solo, cobertura vegetal e armazenamento a montante, foram feitas observações “in loco”.

O mapa de bacias do trecho em estudo é apresentado a seguir.



OBSERVAÇÕES

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DO OESTE

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Rodovia: **Municipal**  
 Trecho: **Maravilha - Divisa com Bom Jesus do Oeste**

Escala: H=1:25000  
 V=1:2500  
 Data: **NOVEMBRO/2021**  
 Folha n°:

**ESTUDOS HIDROLOGICOS**  
**MAPA DE BACIAS - PLANTA**

HD-02

### 2.5.9 Tempo de Concentração

O Tempo de Concentração foi calculado pela expressão de Kirpich para bacias com áreas entre 0 e 4 km<sup>2</sup>:

$$t_c = \frac{10}{K} \frac{A^{0,3} L^{0,2}}{i^{0,4}}$$

Onde:

T<sub>c</sub> = Tempo de concentração, em minutos;

A = Área bacia em há;

L = Comprimento do talvegue principal, em m;

i = Declividade do talvegue principal em %;

K = Coeficiente adimensional dependente das características da bacia (tabela abaixo).

CARACTERÍSTICAS	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

Para as bacias localizadas ao longo da rodovia em estudo foi considerado o valor K de 4, terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média.

Para as obras de drenagem superficial, será utilizado o tempo de concentração igual a 6 minutos.

### 2.5.10 Determinação das Vazões

#### 2.5.10.1 Método Racional – Áreas < 10 km<sup>2</sup>

A vazão é expressa pela equação:

$$Q = \frac{CIA}{360} \text{ (m}^3 \text{/s)}$$

Onde:

Q = vazão em m<sup>3</sup>/s;

C = coeficiente de deflúvio;

I = intensidade da precipitação em mm/h.

A = Área da bacia em há

### 2.5.10.2 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C)

O coeficiente de escoamento superficial é por definição, a fração das precipitações que são escoadas na superfície do solo, o que é função do grau de impermeabilidade das bacias hidrográficas. Portanto, o coeficiente de escoamento superficial em estudo é fixado através dos dados de campo, complexos solo/vegetação. Utilizaram-se as tabelas disponíveis no Manual de Hidrologia Básica (2005) e Manual de Drenagem de Rodovias (2006), ambos desenvolvidos pelo DNIT, apresentadas a seguir.

Características da superfície	Coeficiente de escoamento
Revestimento de concreto de cimento portland	0,70 – 0,90
Revestimento betuminoso	0,80 – 0,95
Revestimento primário	0,40 – 0,60
Solos sem revestimento com baixa permeabilidade	0,40 – 0,65
Solos sem revestimento com permeabilidade moderada	0,10 – 0,30
Taludes gramados	0,50 – 0,70
Prados e campinas	0,10 – 0,40
Áreas florestais	0,10 – 0,25
Terrenos cultivados em zonas altas	0,15 – 0,40
Terrenos cultivados em vales	0,10 – 0,30

A seguir é apresentado o quadro resumo do cálculo de vazões.

### PLANILHA DE CÁLCULO HIDROLÓGICO

#### Método Racional

Nº da Bacia	Obra Existente		Área	Talvegue			K	Tempo de Concent.		Coeficiente Run off	Intensidade (mm/h)			Vazão (m³/s)			Obra Projetada		Solução	Hw	HW/D Projetado
				Compr.	Desn.	Decl.		min	hora		T ( anos )			T ( anos )			Tipo	Dimensão			
	Localização	Tipo/Dimens.	há	m	m	%			C	15	25	50	15	25	50						
1	227 +	5,00	2,6598	289,00	40,00	13,84	4,00	3,64	0,06	0,25	153,56	169,32	191,02	0,28	0,31	0,35	BSTC Ø	1,00 x	Construir BSTC Ø 1,00	1,00	1,00
2	234 +		8,3791	298,00	40,00	13,42	4,00	5,23	0,09	0,25	186,70	204,21	227,66	1,09	1,19	1,32	BSTC Ø	1,00 x	Construir BSTC Ø 1,00	1,00	1,00
3	286 +	10,00	82,5994	1.089,00	80,00	7,35	4,00	17,14	0,29	0,25	143,32	155,74	171,92	8,22	8,93	9,86	BSCC	2,00 x 2,00	Construir BSCC 2,00 x 2,00	2,00	1,00
4	332 +	10,00	7,3391	317,00	45,00	14,20	4,00	4,98	0,08	0,25	184,52	201,96	225,38	0,94	1,03	1,15	BSTC Ø	1,00 x	Construir BSTC Ø 1,00	1,00	1,00
5	342 +	15,00	2,2710	204,00	20,00	9,80	4,00	3,72	0,06	0,25	156,74	172,69	194,61	0,25	0,27	0,31	BSTC Ø	1,00 x	Construir BSTC Ø 1,00	1,00	1,00
6	355 +	15,00	2,3971	130,00	20,00	15,38	4,00	2,88	0,05	0,25	103,66	116,16	134,12	0,17	0,19	0,22	BSTC Ø	1,00 x	Construir BSTC Ø 1,00	1,00	1,00
7	387 +	17,00	90,6180	941,00	45,00	4,78	4,00	20,32	0,34	0,25	132,02	143,41	158,23	8,31	9,02	9,96	BSCC	2,00 x 2,00	Construir BSCC 2,00 x 2,00	2,00	1,00
8	428 +		52,3256	1.042,00	60,00	5,76	4,00	16,33	0,27	0,25	146,52	159,24	175,82	5,32	5,79	6,39	BTTC Ø	1,20 x	Construir BTTC Ø 1,20	1,20	1,00



### **2.5.11 Drenagem Superficial**

Para os dispositivos de drenagem superficial considerados no projeto, os cálculos foram realizados para um tempo de recorrência  $Tr = 10$  anos e uma duração de chuva de 10 minutos, cuja intensidade é de 143,7 mm/h, sendo determinadas as descargas específicas, por metro linear de dispositivo, objetivando o dimensionamento de seus comprimentos críticos.

Para tanto, consideraram-se as situações particulares das plataformas e os respectivos parâmetros geométricos. As obras de drenagem superficial são verificadas ou dimensionadas, basicamente, pela equação da continuidade, juntamente com a fórmula de Manning.



### **3. PROJETOS**



### **3.1 Projeto Geométrico**



### 3.1 Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico do trecho de Bom Jesus do Oeste até a divisa com Maravilha foi elaborado observando as recomendações do Termo de Referência e, no que coube, a IS-08: Instrução de Serviço para Projeto Geométrico do DEINFRA/SC.

#### 3.1.1 Diretrizes do Projeto

Totalizando 5.515,00 m de extensão, o Projeto Geométrico iniciou ao final do Projeto Executivo sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Maravilha, estaca 185, próximo à divisa com o referido município e se desenvolveu até o perímetro urbano do município de Bom Jesus do Oeste (inclusive).

Após a avaliação das informações obtidas nos estudos de tráfego, nos estudos geotécnicos, e de outras condicionantes como características naturais, tipo de ocupação do solo e custo de implantação, foi adotada para o projeto as características apontadas a seguir.

Em resumo, a rodovia apresenta a seguinte configuração:

- Velocidade regulamentar ..... 40 km/h
- Raio horizontal mínimo: ..... 250 m
- Rampa máxima: ..... 12%
- Pistas de rolamento (2 x 3,50m): ..... 7,00 m
- Acostamentos externos (2 x 1,50m): ..... 3,00 m
- Abaulamento transversal (ambos os lados): ..... 2,5%
- Superelevação máxima: ..... 8,0%
- Taludes de corte em solo: ..... 2:3 (h/v)
- Taludes de corte em rocha: ..... 1:4 (h/v)
- Taludes de Aterro: ..... 3:2 (h/v)

##### 3.1.1.1 Condicionantes

O projeto está inserido em uma região em que a topografia tem características de montanhosa, com presença de raros fragmentos florestais. Além disso, por meio dos estudos geotécnicos, constatou-se a presença de material rochoso no subleito (2ª. e 3ª. categorias) em alguns segmentos.



Predominantemente, a área cortada pelo projeto é ocupada por pequenas propriedades em que prevalece o cultivo de grãos. Seguindo às orientações da Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Oeste, desde os estudos preliminares, o projeto teve como premissa causar o menor impacto possível aos terrenos atingidos.

Diante desses elementos, obedecendo aos parâmetros mínimos estabelecidos, buscou-se a melhor adaptação possível à topografia e às propriedades. Para tanto, o traçado orientou-se pelos caminhos existentes, observou os limites dos terrenos, seguiu o divisor de águas, contornou grandes maciços e evitou talvegues elevados.

Os segmentos compreendidos entre as estacas 230 a 260 e 305 a 385, locais onde a geometria apresenta grandes alterações em relação ao traçado existente, contemplam aclives e declives acentuados com rampas de até 12%. Em função das condições de relevo, o traçado vertical destes segmentos apresentou rampas acentuadas proporcionando intervenções de terraplenagem de monta.

No entroncamento de acesso ao município de Modelo, localizado na estaca 355+0,00, foi projetada interseção do tipo canalizada.

Ainda, no final do trecho foi projetado um binário, conforme desejo das autoridades municipais, utilizando-se as ruas Irmão Ambrósio, Manoel Klauck, Nossa Senhora de Fátima e a rodovia SC-160 (sentido Saltinho).

### **3.1.2 Elementos do Projeto**

No Volume 2 - Projeto de Execução, as plantas e perfis do projeto são apresentados em formato A3, na escala horizontal 1:2000 e vertical 1:200. Já no Volume 4 são apresentados os elementos de locação, bem como as notas de serviço de pavimentação e de terraplenagem.



## **3.2 Projeto de Interseções**



## 3.2 Projeto de Interseções

### 3.2.1 Introdução

Para a elaboração do projeto de interseções, foram observadas as recomendações da Instrução de Serviço para Elaboração de Projeto Geométrico, IS-08/98, vigente na Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade – SIE.

Além das instruções presentes na IS-08/98, o Projeto de Interseções também observou o volume “Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE) – Interseções (DCE-I) – Parte 1: Interseções de Nível Único.

Importante ressaltar que o local da interseção foi apresentado e amplamente discutido com a Fiscalização no decorrer do desenvolvimento do projeto, culminando com a solução finalmente projetada.

### 3.2.2 Interseção Projetada

Foi projetada ao longo do trecho somente uma interseção, conforme descrito abaixo:

- Entroncamento da rodovia municipal (Maravilha – Bom Jesus do Oeste) com a estrada de acesso ao município de Modelo, estaca 355 do projeto desenvolvido.

Conforme já mencionado, a solução foi apresentada e amplamente discutida com a Fiscalização, a fim de indicar-se a implantação de interseção tecnicamente adequada e segura aos usuários, observando-se ainda, a questão dos custos envolvidos na implantação da mesma.

### 3.2.3 Descrição das interseções projetadas

- Entroncamento da rodovia municipal (Maravilha – Bom Jesus do Oeste) com a estrada de acesso ao município de Modelo, estaca 355 do projeto desenvolvido:

Atualmente, o acesso dos veículos a rodovia municipal (Maravilha – Bom Jesus do Oeste) se dá por duas vias, uma localizada na estaca 355 e outra na estaca 381. Importante ressaltar que no segmento compreendido entre essas estacas a geometria prevê rampa descendente da ordem de 12%. O projeto de interseção desenvolvido consiste em apenas uma interseção em nível único com leve esconsidade.



O layout dessa interseção apresenta formato tipo “Trevo Alemão” e foi desenvolvido no lado esquerdo do eixo projetado (estaqueamento crescente da rodovia municipal), sendo que a faixa de espera central foi implantada com 3,50 metros de largura e 140 metros de extensão. A referida faixa foi projetada com extensão superior a recomendada visto que esta interseção está posicionada em traçado curvilíneo.

Nesta interseção foi projetada um divisor de pista (gota) tipo pequeno e ilha triangular junto a cunha no acesso à interseção além de uma faixa de redução de velocidade com 60 metros de extensão.

No **Volume 2 – Projeto de Execução** são apresentados os desenhos relativos ao projeto das interseções, constando das plantas das mesmas e perfis dos respectivos ramos que as compõem.



### **3.3 Projeto de Terraplenagem**

### 3.3 Projeto de Terraplenagem

#### 3.3.1 Definições Básicas

Observando a IS-09/98 do DEINFRA, o Projeto de Terraplenagem foi elaborado a partir dos volumes escavados e os volumes de aterro, conjuntamente com a análise dos Estudos Geotécnicos para a classificação dos materiais ocorrentes. Outro subsídio importante foi o dimensionamento do pavimento, que estabeleceu as condições de resistência necessárias para o subleito.

O projeto da ligação entre a divisa com Maravilha até Bom Jesus do Oeste configura-se como implantação de via. Como a região em que está inserido apresenta topografia com características montanhosa, o terreno natural passará por algumas intervenções altimétricas para a adequação aos parâmetros geométricos mínimos estabelecidos.

Vale ressaltar que, em função da impossibilidade de execução de sondagens rotativas dentro do contrato, a determinação dos níveis dos materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias foi dada a partir dos perfis pedológicos identificados nas janelas abertas pela retroescavadeira quando da execução das sondagens de subleito. A ausência de sondagens especiais para determinação do RQD das rochas dificulta a correta indicação do real nível de transição entre os materiais que, portanto, deverá ser determinado quando da execução dos cortes, devendo a cubagem e medição ser acompanhada pela empresa supervisora.

Ademais, considerando-se a impossibilidade de se prever a condição de estabilidade de taludes em rocha sem a definição do RQD a partir de sondagens rotativas, a inclinação para os cortes em rocha indicada em projeto foi de 1:1 (h/v), em detrimento da razão usual de cortes em rocha de 1:8 (h/v), em função do risco de interceptação de maciços extremamente fraturados. Em síntese, a geometria dos taludes foi definida pelos estudos geotécnicos da seguinte forma:

- Taludes de corte em solo: 2:3 (h/v);
- Taludes de corte em rocha: 1:1 (h/v); e
- Taludes de aterro: 3:2 (h/v).

#### 3.3.2 Volumes de Terraplenagem

Os volumes de terraplenagem foram obtidos por meio de processamento eletrônico de dados. As planilhas de cálculos de volumes do eixo principal e da interseção é apresentada no Volume 5. Nelas constam as áreas de corte e de aterro das seções do terraplano, bem como os volumes parciais e acumulados dos materiais escavados e dos aterros.

O fator de correção dos volumes (adensamento + perda de transporte) não foi aplicado nessas planilhas, sendo devidamente aplicado durante o processo de distribuição de materiais.

Além dos volumes resultantes do projeto geométrico de terraplenagem citados, ao longo desse relatório serão descritos os demais volumes escavados necessários para a execução da terraplenagem do projeto rodoviário como todo. As tabelas a seguir apresentam, respectivamente, a síntese dos volumes totais escavados e da destinação destes materiais.

<b>Resumo do Volume</b>		
<b>Projeto de Implantação da Rodovia Municipal Maravilha - Bom Jesus do Oeste</b>		
<b>Segmento</b>	<b>Corte(m3)</b>	<b>Aterro (m3)</b>
Trecho Maravilha - Bom Jesus	31.415,510	63.210,400
Int 03 - Pista Rodovia	39.227,030	2.064,340
Int 03 - Ramo A	16,870	105,070
Int 03 - Ramo B	-	232,590
Int 03 - Acesso	276,560	133,760
Rua São João	576,510	199,160
<b>TOTAL</b>	<b>71.512,480</b>	<b>65.945,320</b>

### 3.3.3 Distribuição dos Volumes de Terraplenagem

Para a distribuição dos volumes de terraplenagem todos os intervalos de corte e aterro, tiveram seus volumes apropriados separadamente e definidos os respectivos centros de massa. Foram observadas as características geotécnicas dos solos a serem empregados, tendo em vista a expansão dos materiais e o ISC de projeto adotado no dimensionamento do pavimento.

Desta forma, foram utilizados para Corpo de Aterro materiais com ISC  $\geq 2\%$  e expansão  $< 4\%$ . O Corpo de aterro deverá ser executado com compactação de 100% do Proctor Normal. Para o Acabamento de Terraplenagem, foram utilizados materiais com expansão  $< 2\%$ , e ISC  $\geq 6\%$ , definidos com espessura de 0,60m, o acabamento de terraplenagem deverá ser compactado na energia equivalente a 100% do Proctor Intermediário e deverá ser executado em camadas de 0,20m.

Os fatores de compactação adotados no projeto estão listados a seguir e seguem as recomendações do DNIT.

- 1ª categoria (solo): 1,25
- 2ª categoria 1,25
- 3ª categoria (rocha) 0,75

Em síntese: o volume escavado de 1ª e 2ª categoria foi utilizado nos corpos de aterro. O empréstimo foi destinado para complementação dos volumes de corpo de aterro e acabamento de terraplenagem. O do volume de 3ª categoria foi destinada para estabilização da remoção do solo mole e bota fora. O volume de remoção de solo mole foi destinado para bota fora.

A Distribuição dos Materiais detalhada é apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução e ao final desse capítulo é apresentado o Resumo Geral.

### 3.3.4 Desmatamento e Limpeza do Terreno

Foi indicado o serviço de Desmatamento e Limpeza do Terreno em toda a extensão do projeto. A espessura da camada vegetal a ser removida utilizada no cálculo baseou-se nos resultados obtidos nos furos de sondagem.

### 3.3.5 Substituição de Subleito

Na tabela a seguir estão indicados os segmentos com necessidade de substituição do subleito.

Nome	Estacas		Rebaixo			Volume Total (m³)
	Inicial	Final	Comprimento	Largura	Espes.	
<b>EIXO PRINCIPAL</b>						
RS - 01	185	187	40,00	8,00	0,60	192
RS - 02	203	205	40,00	8,00	0,60	192
RS - 03	213	227	280,00	8,00	0,60	1.344
RS - 04	236	249	260,00	9,00	0,60	1.404
RS - 05	251	274	460,00	8,00	0,60	2.208
RS - 06	288	315	540,00	8,00	0,60	2.592
RS - 07	318	328	200,00	9,00	0,60	1.080
RS - 08	334	344	200,00	9,50	0,60	1.140
RS - 09	344	353	180,00	8,00	0,60	864
RS - 10	368	370	40,00	9,50	0,60	228
RS - 11	384	388	80,00	9,00	0,60	432
RS - 12	392	395	60,00	9,00	0,60	324
RS - 13	396	404	160,00	9,00	0,60	864
RS - 14	414	417	60,00	8,00	0,60	288
RS - 15	417	444	540,00	8,00	0,60	2.592

Por apresentar no mínimo  $ISC \geq 2\%$  e expansão  $< 4\%$  todo o material removido do subleito foi destinado para corpo de aterro.

### 3.3.6 Cortes em 2ª e 3ª Categorias

Ao longo do trecho foi procedida a escavação de material de 2ª e 3ª categoria somente em dois cortes.

Nome	Cortes				Centro de Massa		Volumes	
	Início		Fim		Estaca	Fração	Classificação do Material	
	Estaca	Fração	Estaca	Fração			2ª	3ª
C - 05	236		249	6,60	241			1.796
C - 11	356	10,00	368	10,00	363	10,00	11.164	11.163

### 3.3.7 Rebaixo em Rocha

Nos locais com ocorrência de materiais de 2ª ou 3ª categorias, foi apontado o rebaixamento do greide, da ordem de 0,40m, para o preenchimento do rebaixo com material inerte, indicado no projeto de drenagem.

Nome	Estacas		Rebaixo			Volume Total (m³)
	Inicial	Final	Comprimento	Largura	Espes.	
<b>LIGAÇÃO TRECHO: SC-492 - EIXO PRINCIPAL</b>						
RSCD - 01	236	249	260,00	12,45	0,40	1.295
RSCD - 02	357	369	240,00	12,45	0,40	1.195

### 3.3.8 Bota Fora

Todos os volumes de materiais escavados destinado ao bota-fora caracteriza-se por material de solo de baixa capacidade, solo mole e material de 3ª categoria.

Além deste volume, foi destinado o material resultante do serviço preliminar de desmatamento e limpeza do terreno. O bota-fora pode ser localizado pelo mapa apresentado no Volume 2 localizado a 1500 m da estaca 444, local definido pela Prefeitura Municipal.



3.3.9 Resumo Geral

A Distribuição dos Materiais detalhada é apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução. A seguir é apresentado o Resumo Geral.

RESUMO GERAL DA DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS													
TRANSPORTE (m)			ESCAVAÇÃO (m³)					ATERRO COMPACTADO (m³)					
INTERVALO	DMT		REABASTECIMENTO DO MATERIAL DO SUBLEITO	REABASTECIMENTO DO MATERIAL P/CAMADA DRENANTE	REMOÇÃO DE SOLO MOLE	TOTAL	ACAB. TERRAPLENAGEM	CORPO	BOTA-FORA	TOTAL			
1ª. CAT.	2ª. CAT.	3ª. CAT.	EMPRÉSTIMO				SOLO	ROCHA	SOLO	ROCHA			
0 < DMT ≤ 10	10		1.755	0		1.755	1.404			1.404			
51 < DMT ≤ 200	172		7.712	4.680		24.571	6.170	13.487		19.657			
201 < DMT ≤ 400	284		6.160	3.536		29.674	11.796	12.003		23.799			
401 < DMT ≤ 600	475		3.645	3.508	718	10.195	2.916	4.666	957	8.539			
601 < DMT ≤ 800	720		15.296	1.428		25.451	15.589	4.772		20.361			
801 < DMT ≤ 1.000	880	0		920		920			1.227	1.227			
1.001 < DMT ≤ 1.200	1.125	0	3.840	2.592		6.432	3.072	2.074		5.146			
1.201 < DMT ≤ 1.400	1.360	687	3.240			3.927	2.592	550		3.142			
1.401 < DMT ≤ 1.600	1.500	0				0							
1.601 < DMT ≤ 1.800	1.800	0				0							
1.801 < DMT ≤ 2.000	1.880	2.016				2.016			1.613	1.613			
2.001 < DMT ≤ 2.500	2.116	1.479				1.728	189	460	723	1.382			
2.501 < DMT ≤ 3.000	2.650		249			957			766	766			
3.001 < DMT ≤ 5.000	3.209					477			9.913	15.520			
5.001 < DMT ≤ 10.000	5.575					375				2.885			
10.001 < DMT ≤ 15.000	0					0				0			
<b>TOTAL</b>		<b>47.390</b>	<b>11.164</b>	<b>12.959</b>	<b>41.897</b>	<b>15.744</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>133.828</b>	<b>43.678</b>	<b>18.415</b>	<b>115.302</b>	
<b>PERCENTUAIS</b>		<b>35,41</b>	<b>9,34</b>	<b>9,68</b>	<b>31,31</b>	<b>11,76</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	<b>37,88</b>	<b>11,29</b>	<b>15,97</b>	<b>100,00</b>
<b>PARÂMETROS GEOTÉCNICOS PARA SELEÇÃO DOS MATERIAIS</b>													
MATERIAL NÃO ADEQUADO PARA TERRAPLENAGEM DEVERÁ SER NECESSARIAMENTE DESTINADO ABOTA-FORA													
MATERIAL NÃO ADEQUADO PARA SUBLEITO (DEVERÁ SER PROCEDIDA A SUA SUBSTITUIÇÃO)													
MATERIAL SATISFATORIO SOMENTE PARA UTILIZAÇÃO COMO CORPO DE ATERRO													
MATERIAL SATISFATORIO PARA UTILIZAÇÃO NO MOLO DOS ATERROS (MATERIAL CONFINADO)													
MATERIAL SATISFATORIO COMO SUBLEITO (NÃO HÁ NECESSIDADE DE SER SUBSTITUÍDO)													
MATERIAL INDICADO PARA EMPREGO COMO ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM DE CORTES E ATERROS													
							EXPANSÃO	%					
							CBR	%					
							VOLUME TOTAL DE ATERRO COMPACTADO:						
							VOLUME GEOMÉTRICO DE BOTA-FORA (80% PN):						
							VOLUME DE ATERRO DE ROCHA:						
							VOLUME GEOMÉTRICO DE ATERRO (100% PN):						
							VOLUME GEOMÉTRICO DE ATERRO (100% PI):						
							ESCAVAÇÃO MÉDIA P/km (m³/km):		25.836				
							EXTENSÃO DO TRECHO (Km):		5,18				
FATOR DE COMPACTAÇÃO:													
Solo 1,25													
Rocha 0,75													
GRAU MÍNIMO DE COMPACTAÇÃO (ENERGIA DO ENSAIO "PROCTOR NORMAL" PN)													
CORPO DOS ATERROS: 100% PN													
ACABAMENTOS DE TERRAPLENAGEM: 100% PI													



### **3.4 Projeto de Drenagem e OAC**



### 3.4 Projeto de Drenagem e OAC

#### 3.4.1 Introdução

O projeto de drenagem e OAC foi desenvolvido com os dados obtidos dos Estudos Hidrológicos, compreendendo o dimensionamento, a verificação hidráulica, a funcionalidade e o posicionamento dos diversos dispositivos.

Os dispositivos de drenagem tem como objetivo, captar e conduzir para local adequado toda a água que sob qualquer forma venha a atingir o corpo estradal.

A relação dos dispositivos de drenagem projetados é a seguinte:

- Obras de Arte Correntes;
- Sarjetas de Corte e Aterro;
- Valetas de Corte e Aterro;
- Entradas para Descidas D'Água;
- Descidas d'água de Corte e Aterro;
- Camada Drenante para Cortes em Rocha;
- Caixas Coletoras;
- Dissipadores de Energia;
- Terminais para drenos profundos.

Os dispositivos utilizados nos vários itens de serviço são os constantes do Álbum de Projetos Tipo do DNIT, para os que não constam neste álbum serão feitas especificações complementares e o detalhamento dos dispositivos serão apresentados no Volume 2.

#### 3.4.2 Obras de Arte Correntes

As Obras de Arte Correntes - OAC foram dimensionadas para operar como canal, com o tempo de recorrência de 15 anos (bueiros tubulares) e 25 anos (bueiros celulares) e operar como orifício com o tempo de recorrência de 25 anos (bueiros tubulares) e 50 anos (bueiros celulares).

No dimensionamento foram utilizados tabelas e ábacos elaborados pelo “ U.S. Bureau of Public Roads”.



O dimensionamento hidráulico das obras-de-arte correntes deu-se com base nas vazões calculadas para todas as bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado, com dados fornecidos pelos Estudos Hidrológicos.

Foram indicadas 8 obras para drenagem de grotas (Conforme Planilha de Cálculo Hidrológicos). Foi indicado o diâmetro mínimo de 1,00 m para as obras tubulares e seção de 2,00 x 2,00 m para os celulares.

No projeto das obras de arte correntes foram adotados os seguintes critérios:

- Altura mínima de 0,60 m de recobrimento acima da geratriz superior dos bueiros tubulares, esta altura de recobrimento foi adotada devido ao menor volume de tráfego nas ruas laterais;
- As bocas dos bueiros tubulares foram projetadas de acordo com os projetos tipo do DNIT;
- Em todos os casos, o apiloamento lateral e a compactação manual do material, foram previstos até a altura mínima de 0,60 m sobre a geratriz superior dos bueiros;
- Os tubos de concreto armado indicados foram do tipo ponta e bolsa, sendo que as respectivas classes seguem tabela da ABNT em função da altura de aterro – NBR 9794.

A seguir são apresentadas as formulações utilizadas para dimensionamento das obras de arte correntes.

Bueiros Tubulares sem carga hidráulica – regimes crítico e rápido:

$$Q = 1,533 \times D^{2,5}$$

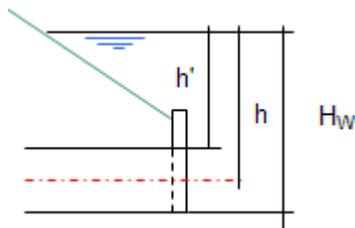
Bueiros Tubulares sem carga hidráulica – regime subcrítico:

$$Q = K_Q \times D^{8/3} \times \frac{I^{1/2}}{n}$$

O coeficiente  $K_Q$  é obtido na tabela dos “parcialmente cheios” apresentada a seguir.

Bueiros Tubulares com carga hidráulica:

Bueiro simples  $Q = 2,192 \times D^2 \sqrt{h}$



Bueiros Celulares sem carga hidráulica – regimes crítico e rápido:

$Q = 1,705B \times H^{1,5}$

Bueiros Celulares sem carga hidráulica – regime subcrítico:

Para bueiros celulares no regime subcrítico, o dimensionamento deve ser feito a partir da Curva  $KQ = g(d)$ , sendo:

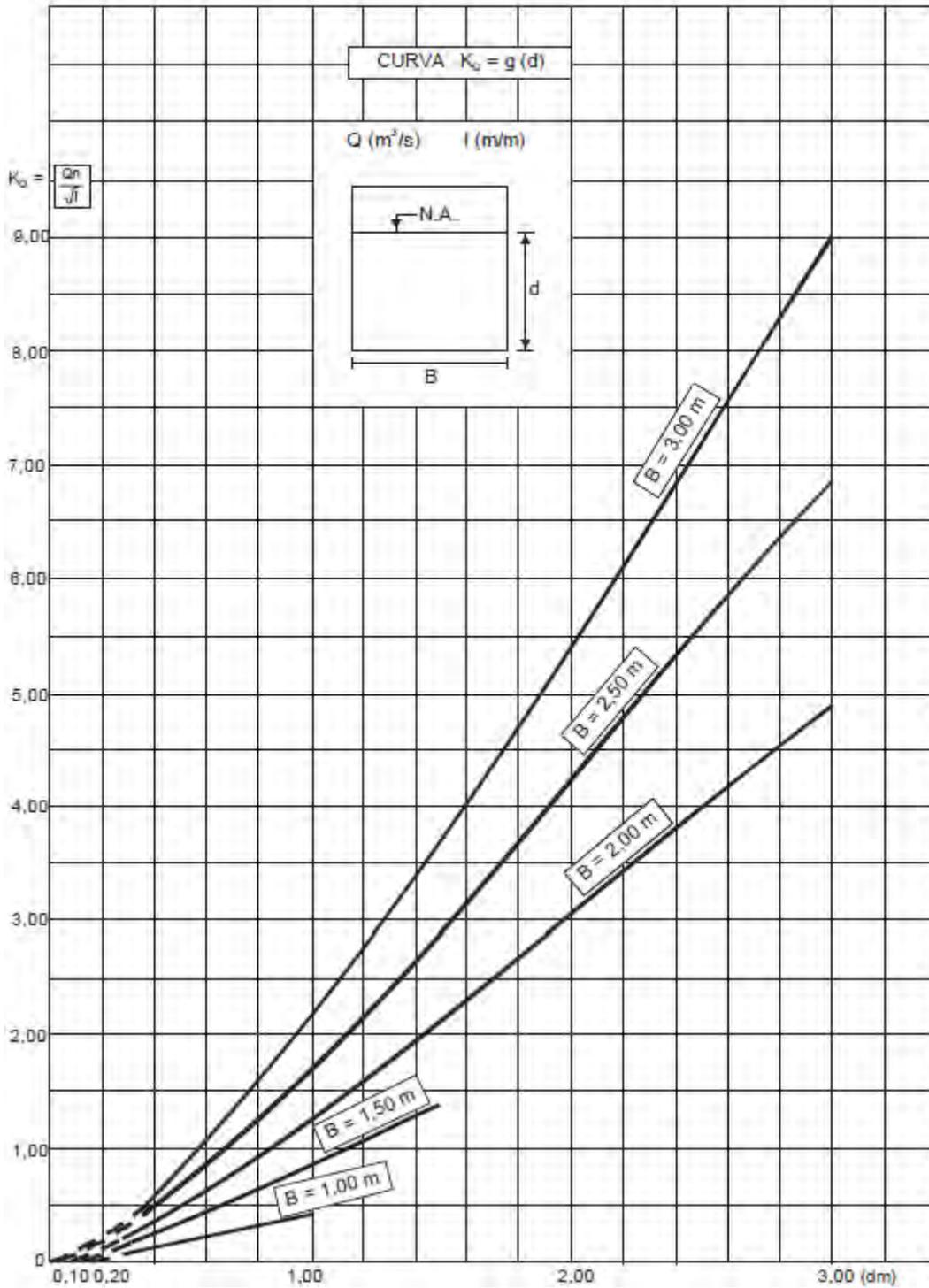
$$Q = K_Q \times \frac{I^{1/2}}{n}$$

O coeficiente  $KQ$  é obtido através da expressão:

$$K_Q = \frac{Q \times n}{I^{1/2}}$$

Munido do valor de  $KQ$ , consulta-se a curva apresentada a seguir para finalizar o dimensionamento.

Curva  $K_Q = g(d)$



Bueiros Celulares com carga hidráulica:

Bueiro simples  $Q = 2,791 \times B \times H \times \sqrt{h}$



B = Base, H = altura do bueiro e h = carga hidráulica

Foram calculadas as velocidades para as obras dimensionadas como bueiros de grotta e para os bueiros de greide e demais obras utilizou-se a vazão máxima de capacidade destas. A seguir é apresentado quadro contendo os valores obtidos.

### **3.4.3 Sarjetas de Corte e Aterro**

#### **3.4.3.1 Introdução**

Para os locais onde as seções transversais contemplam corte foi indicada a sarjeta tipo STC-02.

As sarjetas de aterro têm como objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento ou no talude do aterro, conduzindo-as ao local de deságue seguro.

Neste estudo visando a proteção do corpo do aterro indicou-se a implantação deste dispositivo nos pontos baixos do greide e nos aterros com alturas superiores a 3,00 m visando maior segurança do corpo estradal.

Foram utilizados para a proteção do corpo dos aterros o meios-fios MFC-01. Para os bordos externos das interseções e ilhas foram indicados os meios-fios MFC-05. Para a determinação dos comprimentos críticos foi considerada uma faixa de 1,00 m do acostamento como área de inundação, este critério foi adotado visando aumentar o comprimento crítico nestes locais reduzindo a necessidade do maior número de saídas. O acostamento possui 1,50 m de largura o que colabora para a utilização de parte dessa faixa sem colocar em risco a segurança da rodovia.

Conforme recomendado pelo DNIT foram verificados os locais de implantação de sarjeta de aterro onde a velocidade de escoamento da água no bordo da plataforma supera os valores suportados pelo material utilizado no corpo do aterro.

Para determinação da velocidade do escoamento utilizou-se a fórmula:

$$V = \frac{I^{3/10} \times K^{3/5} \times C^{2/5} \times i^{2/5} \times L^{2/5} \times (\alpha^2 + \beta^2)^{1/5}}{166,92 \times \beta^{2/5}}$$

Onde:

I = declividade da reta de maior declive

K = é o coeficiente de rugosidade de Strickler, tomado igual ao inverso do coeficiente de rugosidade de Manning.

C = coeficiente de escoamento, função do tipo de revestimento da rodovia

i = intensidade de precipitação em cm/h

L = largura do implúvio

$\alpha$  = declividade longitudinal da rodovia

$\beta$  = declividade transversal da plataforma da rodovia

### 3.4.3.2 Comprimento Crítico

Para a determinação do comprimento crítico, considerou-se a bacia de contribuição de sarjeta como sendo um paralelepípedo de altura igual à Precipitação Pluvial (P) com Largura de Implúvio (L) e Comprimento Crítico (d).

A Largura de Implúvio (L) é a projeção horizontal da largura de contribuição. O Comprimento Crítico (d) é definido como o comprimento máximo de utilização para a sarjeta para que não haja transbordamento d'água e/ou início de processo erosivo.

Para o cálculo do Comprimento Crítico, foi utilizado o Método de Equivalência de Vazões.

A vazão decorrente se precipitações pluviais é dada por:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{3.6}, \text{ onde:}$$

Q = Vazão, em m<sup>3</sup>/s;

i = Intensidade de precipitação, em mm/h;

A = Área da bacia, em km<sup>2</sup> (A = d x L);

C = Coeficiente de deflúvio;

Para A em m<sup>2</sup>, chega-se a :  $Q = \frac{C \times i \times d \times L}{3,6 \times 10^6}$  (Equação 1)

Tal vazão deverá ser equivalente à vazão Q' na sarjeta, onde Q está associado as equações de Manning da continuidade:

$$Q' = S V \text{ e } V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

$$Q' = \frac{S \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \text{ (Equação 2), onde:}$$

- Q' = Vazão máxima admissível, em m<sup>3</sup>/s;
- n = Coeficiente de rugosidade, cujo valor é 0,015 para sarjetas de concreto;
- S = área molhada da sarjeta, em m<sup>2</sup>
- I = declividade da sarjeta, em m/m.

Igualando-se as equações (1) e (2), tem-se:

$$\frac{C \times i \times d \times L}{3,6 \times 10^6} = \frac{S \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \qquad d = \frac{3,6 \times 10^6 \times S \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{i \times n \times C \times L}$$

A seguir são apresentadas as planilhas de cálculo do comprimento crítico:

LOCALIZAÇÃO (ESTACA A ESTACA)	LADO (E/D)	PROJETO TIPO	EXT. (m)	DECLIV. (%)	INTENS. (mm/h)	LARGURA IMPLÚVIO		C PONDERADO	VAZÃO (m3/s)	ÁREA (m2)	PERÍMETRO (m)	Rh	COEF. DE RUGOS.	CAPACIDADE DEVAZÃO	COMP. CRITICO
						L1 (0,90)	L2 (0,45)								
207 + 0,00 a 214 + 0,00	E	MFC-01	140,00	1,000	163,86	5,25		0,90	0,03	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	120,20
208 + 10,00 a 212 + 15,00	D	MFC-01	85,00	1,000	163,86	5,25		0,90	0,02	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	120,20
213 + 0,00 a 233 + 10,00	D	STC-02	410,00	1,000	163,86	10,50	4,00	0,78	0,21	0,150	1,186	0,13	0,015	0,25	491,65
236 + 5,00 a 249 + 15,00	E	STC-02	270,00	12,000	163,86	10,50	4,00	0,78	0,14	0,150	1,186	0,13	0,015	0,87	1703,13
251 + 10,00 a 259 + 0,00	E	STC-02	150,00	6,700	163,86	10,50	2,00	0,83	0,07	0,150	1,186	0,13	0,015	0,65	1383,27
259 + 0,00 a 273 + 0,00	E	STC-02	280,00	0,250	163,86	5,25	2,00	0,78	0,07	0,150	1,186	0,13	0,015	0,13	491,65
252 + 0,00 a 258 + 0,00	D	STC-02	120,00	6,700	163,86		2,00	0,45	0,00	0,150	1,186	0,13	0,015	0,65	15907,57
284 + 10,00 a 286 + 5,00	E	MFC-01	35,00	1,000	163,86	10,50		0,90	0,02	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	60,10
286 + 5,00 a 288 + 0,00	E	MFC-01	35,00	1,000	163,86	10,50		0,90	0,02	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	60,10
288 + 5,00 a 301 + 0,00	E	STC-02	255,00	6,190	163,86	5,25	2,00	0,78	0,07	0,150	1,186	0,13	0,015	0,63	2446,42
301 + 0,00 a 305 + 0,00	E	STC-02	80,00	2,010	163,86	10,50	2,00	0,83	0,04	0,150	1,186	0,13	0,015	0,36	757,65
305 + 0,00 a 315 + 0,00	E	STC-02	200,00	6,590	163,86	10,50	2,00	0,83	0,09	0,150	1,186	0,13	0,015	0,65	1371,86
314 + 5,00 a 318 + 15,00	E	MFC-01	90,00	5,060	163,86	6,25		0,90	0,02	0,043	1,586	0,03	0,015	0,06	227,11
319 + 15,00 a 323 + 0,00	E	STC-02	65,00	5,060	163,86	5,25	6,00	0,66	0,02	0,150	1,186	0,13	0,015	0,57	1675,67
323 + 0,00 a 328 + 0,00	E	STC-02	100,00	2,590	163,86	5,25	6,00	0,66	0,03	0,150	1,186	0,13	0,015	0,41	1198,84
318 + 0,00 a 323 + 0,00	D	STC-02	100,00	5,060	163,86	5,25	6,00	0,66	0,03	0,150	1,186	0,13	0,015	0,57	1675,67
323 + 0,00 a 325 + 15,00	D	STC-02	55,00	2,590	163,86	5,25	6,00	0,66	0,02	0,150	1,186	0,13	0,015	0,41	1198,84
326 + 0,00 a 329 + 0,00	D	MFC-01	60,00	1,000	163,86	5,25		0,90	0,01	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	120,20
329 + 0,00 a 334 + 15,00	D	MFC-01	115,00	1,000	163,86	5,25		0,90	0,02	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	120,20
328 + 0,00 a 334 + 0,00	E	MFC-01	120,00	1,000	163,86	5,25		0,90	0,03	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	120,20
329 + 10,00 a 334 + 0,00	D	SZC-02	90,00	1,000	163,86		8,00	0,45	0,01	0,080	0,770	0,10	0,015	0,12	718,73
332 + 0,00 a 333 + 15,00	E	SZC-02	35,00	2,500	163,86		8,00	0,45	0,01	0,080	0,770	0,10	0,015	0,19	1136,42
334 + 0,00 a 342 + 0,00	E	STC-02	160,00	12,000	163,86	5,25	4,00	0,71	0,05	0,150	1,186	0,13	0,015	0,87	2936,43
334 + 15,00 a 340 + 0,00	D	STC-02	105,00	12,000	163,86	5,25	4,00	0,71	0,03	0,150	1,186	0,13	0,015	0,87	2936,43
340 + 0,00 a 353 + 10,00	D	STC-02	270,00	1,000	163,86	5,25	4,00	0,71	0,08	0,150	1,186	0,13	0,015	0,25	847,67
356 + 15,00 a 369 + 15,00	D	STC-02	260,00	11,330	163,86		8,00	0,45	0,04	0,150	1,186	0,13	0,015	0,85	5171,56
356 + 15,00 a 369 + 10,00	E	STC-02	255,00	11,330	163,86	10,50	8,00	0,71	0,15	0,150	1,186	0,13	0,015	0,85	1426,64
360 + 5,00 a 368 + 0,00	D	SZC-02	155,00	11,330	163,86		8,00	0,45	0,03	0,080	0,770	0,10	0,015	0,40	2419,26
361 + 0,00 a 366 + 15,00	E	SZC-02	115,00	11,330	163,86		8,00	0,45	0,02	0,080	0,770	0,10	0,015	0,40	2419,26
370 + 0,00 a 378 + 10,00	E	MFC-01	170,00	11,330	163,86	10,50		0,90	0,07	0,043	1,586	0,03	0,015	0,09	202,29
371 + 0,00 a 378 + 10,00	D	SZC-02	150,00	11,330	163,86		8,00	0,45	0,02	0,080	0,770	0,10	0,015	0,40	2419,26
376 + 0,00 a 382 + 15,00	D	MFC-01	135,00	11,330	163,86	10,50		0,90	0,06	0,043	1,586	0,03	0,015	0,09	202,29
392 + 15,00 a 398 + 15,00	E	STC-02	120,00	12,000	163,86	5,25	2,00	0,78	0,03	0,150	1,186	0,13	0,015	0,87	3406,25
387 + 5,00 a 388 + 5,00	D	MFC-01	20,00	1,000	163,86	10,50		0,90	0,01	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	60,10
388 + 5,00 a 389 + 5,00	D	MFC-01	20,00	1,000	163,86	10,50		0,90	0,01	0,043	1,586	0,03	0,015	0,03	60,10
399 + 0,00 a 412 + 0,00	D	MFC-05/SCU	260,00	0,670	163,86	9,50		0,90	0,10	0,070	1,850	0,04	0,015	0,04	110,54
412 + 0,00 a 426 + 0,00	D	MFC-05/SCU	280,00	4,840	163,86	9,50		0,90	0,11	0,070	1,850	0,04	0,015	0,12	297,09
426 + 0,00 a 434 + 0,00	D	MFC-05/SCU	160,00	3,240	163,86	9,50		0,90	0,06	0,070	1,850	0,04	0,015	0,09	243,07
434 + 0,00 a 444 + 0,00	D	MFC-05/SCU	200,00	4,080	163,86	9,50		0,90	0,08	0,070	1,850	0,04	0,015	0,11	272,77
399 + 0,00 a 412 + 0,00	E	MFC-05/SCU	260,00	0,670	163,86	9,50		0,90	0,10	0,070	1,850	0,04	0,015	0,04	110,54
412 + 0,00 a 426 + 0,00	E	MFC-05/SCU	280,00	4,840	163,86	9,50		0,90	0,11	0,070	1,850	0,04	0,015	0,12	297,09
426 + 0,00 a 434 + 0,00	E	MFC-05/SCU	160,00	3,240	163,86	9,50		0,90	0,06	0,070	1,850	0,04	0,015	0,09	243,07
434 + 0,00 a 444 + 0,00	E	MFC-05/SCU	200,00	4,080	163,86	9,50		0,90	0,08	0,070	1,850	0,04	0,015	0,11	272,77
445 + 0,00 a 450 + 0,00	D	MFC-05/SCU	100,00	0,310	163,86	9,50		0,90	0,04	0,070	1,850	0,04	0,015	0,03	75,19
445 + 0,00 a 450 + 0,00	E	MFC-05/SCU	100,00	0,310	163,86	9,50		0,90	0,04	0,070	1,850	0,04	0,015	0,03	75,19



#### **3.4.4 Valetas de Proteção de Corte e Aterro**

Para o segmento onde será executada a obra as valetas de proteção foram projetadas com a finalidade de impedir que as águas procedentes das encostas de montante atinjam a rodovia, evitando erosões e desestabilização do talude de corte e aterro.

Adotou-se para o projeto de valeta de corte os seguintes tipos: VPC 04 (forma trapezoidal, revestida de concreto). Para o projeto de valeta de proteção de aterro adotou-se os tipos VPA – 04 (forma trapezoidal revestida de concreto). A escolha da valeta com forma trapezoidal deveu-se à sua melhor eficiência hidráulica.

Recomenda-se que sua localização seja a uma distância mínima de 3.00 m da linha de off-set, que o material removido na escavação seja apilado e depositado à jusante da valeta, formando com a mesma o coroamento de seu lado inferior.

Recomenda-se também a não fazer cantos com ângulos superiores a 45°, no caso de não ser possível deve-se colocar uma curva.

As águas coletadas pelas valetas serão conduzidas para o bueiro mais próximo, ou para a linha d'água mais próxima. Onde se projetou valeta revestida de concreto e o seu deságue será efetuado em solo natural, foi projetado dissipador de energia do tipo DES 03.

#### **3.4.5 Entradas para Descidas D'Água**

As entradas d'água são coletores das águas das sarjetas de aterro conduzindo-as para as descidas d'água. São utilizadas quando é atingido o ponto crítico da sarjeta, nos pontos baixos das curvas verticais côncavas e junto às pontes.

Foi utilizado para este projeto o tipo EDA-01 e EDA-02.

#### **3.4.6 Descidas D'água de Corte e Aterro**

São dispositivos que tem como objetivo, sempre que necessário, conduzir a água superficial ao longo dos taludes de corte e/ou aterro a um nível inferior.

Para as descidas d'água localizadas à jusante das entradas d'água foram utilizadas o projeto tipo DAR.



Para as descidas d'água localizadas à jusante dos bueiros foram utilizadas o projeto tipo DAD.

### 3.4.7 Camada Drenante para Cortes em Rocha

A camada drenante é utilizada em locais onde há presença de umidade em excesso no leito estradal, nos aterros sobre terrenos impermeáveis ou locais com cortes em rocha. Deverá ser executado com espessura de 40 cm em brita ao longo do comprimento de intervenção e com a largura do aterro, devem possuir inclinação suficiente a direcionar o escoamento aos drenos longitudinais.

São indicados drenos coletores de corte em rocha tipo DPR-02 de 0,40 x 0,40 m. São executados com brita revestidos com manta geotêxtil e com tubos de concreto ou PEAD corrugado.

### 3.4.8 Caixas Coletoras

As caixas coletoras têm por finalidade coletar as águas oriundas das sarjetas de corte, das descidas d'água dos cortes e talvegues, conduzindo-as para fora do corpo estradal através dos bueiros de greide ou bueiros de grota.

Foram projetados os seguintes tipos de caixas coletoras: CCS (para sarjeta).

### 3.4.9 Dissipadores de Energia

São dispositivos destinados a dissipar a energia do fluxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade de modo que não haja risco de erosão no final das saídas, descidas d'água, valeta de proteção e bueiros.

Foram utilizados no projeto, dissipadores padrão DNIT conforme os dispositivos:

- Sarjetas: DES – 02;
- Valetas: DES – 03;
- Descidas D'água Rápidas: DEB – 01;
- BSTC Ø 1,00: DEB – 05;
- BTTC Ø 1,20: DEB – 12;



### **3.4.10 Terminal de Drenos Profundos**

Os drenos profundos deverão, na transição corte/aterro, defletir-se de cerca de 45°, com raio de curvatura da ordem de 5 m, prolongando-se além do bordo da plataforma, de modo que o deságue se processe, no mínimo, a um metro do off-set. Para proteção da saída dos drenos foram projetadas bocas de saída de drenos de concreto do tipo BSD-02.

Nos corte extensos os drenos deverão ser ligados às caixas coletoras.



### **3.5 Projeto de Pavimentação**



### **3.5 Projeto de Pavimentação**

#### **3.5.1 Introdução**

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido visando à concepção e o dimensionamento da estrutura de um pavimento capaz de suportar a atuação das cargas do tráfego, através da indicação da espessura das camadas constituintes, materiais a serem empregados e técnicas mais recomendáveis de execução.

O projeto foi elaborado considerando uma estrutura de pavimento a fim de suportar os tráfegos atuantes em um horizonte de 10 anos.

#### **3.5.2 Metodologias Empregadas**

O dimensionamento do pavimento descrito abaixo segue as diretrizes contidas no Manual de Pavimentação do DNIT (publicação IPR-719, ano 2006) e consiste no estabelecimento de uma estrutura multicamadas que suporte os diversos esforços oriundos da ação do tráfego, além da ação deletéria das águas subsuperficiais e intempéries.

Basicamente, o dimensionamento de uma estrutura de pavimento é função de uma solicitação de tráfego e das características geotécnicas das suas camadas constituintes, incluindo o subleito.

#### **3.5.3 Parâmetros de Dimensionamento**

Os parâmetros adotados no cálculo da estrutura do pavimento são os seguintes:

##### **3.5.3.1 Número de Repetições do Eixo Padrão "N"**

O Número "N" representativo das repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2 tf, utilizado para o período de projeto de 10 anos, foi fornecido pelos Estudos de Tráfego, cujo valor é apresentado no quadro abaixo.

ÚNICA CONSULTORES		CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO - FV			
CONDICÃO:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ônibus: 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança;</li> <li>• Carga: 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança, aplicando-se a tolerância de 5,00% do "PBT" apenas para os veículos "3C3" e "3S3" que excedem o limite legal de 45t.</li> </ul>			
Veículos-tipo	VMDA	FATOR DE VEÍCULO "USACE"		FATOR DE VEÍCULO "AASHTO"	
		FV <sub>i</sub>	VMDA <sub>i</sub> x FV <sub>i</sub> / $\sum$ VMDA <sub>i</sub>	FV <sub>i</sub>	VMDA <sub>i</sub> x FV <sub>i</sub> / $\sum$ VMDA <sub>i</sub>
2CB	9	3,567	0,050	2,722	0,038
2C	212	3,567	1,182	2,722	0,902
3C	197	8,827	2,711	1,970	0,605
4C	4	9,578	0,058	1,887	0,011
3C3	1	14,560	0,030	4,593	0,009
2S2	5	12,116	0,099	4,364	0,035
3S3	107	15,409	2,568	3,154	0,526
3S2S2	104	25,924	4,215	5,255	0,854
3S2C4	1	34,473	0,070	6,897	0,014
<b>Total</b>	<b>641</b>	-	<b>FV<sub>USACE</sub> = 10,983</b>	-	<b>FV<sub>AASHTO</sub> = 2,995</b>

ÚNICA CONSULTORES		PROJEÇÃO DO "VMDA" E DO NÚMERO "N"								
Ano	Volumens de Tráfego (VMDA)					Número "N"				Observações
	Veículos-tipo				Total	USACE		AASHTO		
	VL	VON	VC1	VC2		Ano a ano	Acumulado	Ano a ano	Acumulado	
2021	704	8	120	13	844	-	-	-	-	Pesquisa
2022	714	8	125	14	861	-	-	-	-	
2023	1 042	9	413	219	1 683	1,28E+06	1,28E+06	3,50E+05	3,50E+05	1º Ano
2024	1 058	9	431	229	1 727	1,34E+06	2,62E+06	3,66E+05	7,16E+05	
2025	1 074	9	450	239	1 772	1,40E+06	4,02E+06	3,82E+05	1,10E+06	
2026	1 090	9	470	250	1 819	1,46E+06	5,49E+06	3,99E+05	1,50E+06	
2027	1 106	10	491	261	1 867	1,53E+06	7,01E+06	4,16E+05	1,91E+06	
2028	1 123	10	512	273	1 917	1,59E+06	8,60E+06	4,34E+05	2,35E+06	
2029	1 139	10	535	285	1 969	1,66E+06	1,03E+07	4,53E+05	2,80E+06	
2030	1 157	10	558	298	2 023	1,74E+06	1,20E+07	4,73E+05	3,27E+06	
2031	1 174	10	583	311	2 078	1,81E+06	1,38E+07	4,94E+05	3,77E+06	
2032	1 191	10	609	325	2 136	1,89E+06	1,57E+07	5,16E+05	4,28E+06	10º Ano
Composição Percentual do Tráfego: 2023				Fatores de Veículo - FV		Fator Climático	Fator de Pista	<b>Observações Gerais:</b> VL: Passeio + Utilitário + Moto; VON: Ônibus; VC1: Caminhões; VC2: Reboque + Semi-reboque + CVC Ônibus: 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança; Carga: 100% da frota carregada nos limites máximos da Lei da Balança, aplicando-se a tolerância de 5% do "PBT" apenas para os veículos "3C3" e "3S3" que excedem o limite legal de 45t		
VL	VON	VC1	VC2	FV <sub>USACE</sub>	FV <sub>AASHTO</sub>	FR	FP			
61,92%	0,53%	24,55%	13,00%	10,983	2,995	1,00	0,50			
Composição Percentual do Tráfego: 2032				Taxas de Crescimento do Tráfego (%)						
VL	VON	VC1	VC2	VL	VON	VC1	VC2			
55,79%	0,49%	28,50%	15,22%	1,50	1,80	4,40	4,50			

→ Número "N" para o projeto de pavimentação é: 1,57 x 107, segmento compreendido entre estacas 185 a 444.

→ Para o segmento compreendido entre estacas 0 a 11+19,883, binário do perímetro urbano de Bom Jesus do Oeste, adotou-se número "N" igual a 7,85x106, ou seja, 50%

do tráfego previsto no cálculo do número "N" ( $1,57 \times 10^7$ ), pois a pista torna-se independente para cada sentido de tráfego (50% do tráfego para cada pista).

### 3.5.3.2 Subleito - ISCproj.

O ISC do subleito foi definido no âmbito dos Estudos Geotécnicos, a partir das análises dos valores obtidos em laboratório e apresentados no Volume 3B – Estudo Geotécnico, sendo:

- I.S.C. = 6%.

### 3.5.3.3 Coeficientes de Equivalência Estrutural

Os valores dos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais constituintes das camadas do pavimento, em relação à camada de base granular tomada com  $K = 1,00$  são os seguintes:

- Revestimento em CBUQ:  $K_r = 2,0$ ;
- Camada de base granular:  $K_b = 1,0$ ;
- Camada de sub-base granular:  $K_{sb} = 1,0$ .

### 3.5.4 Dimensionamento - Método do DNER (Método da Resistência)

Objetivando estabelecer o dimensionamento do pavimento foi utilizado o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER/DNIT, elaborado originalmente pelo Eng<sup>o</sup>. Murillo Lopes de Souza em 1961 e encontrado no Manual e Pavimentação do DNIT, publicação IPR-719 de 2006.

O método tem como base o trabalho "Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume", de autoria de W. J. Turnbull, C. R. Foster e R. G. Alvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA e de conclusões obtidas na pista experimental da AASHTO (AASHTO Road Test).

Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural, tomando por base os resultados obtidos na Pista Experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

A avaliação da capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo ensaio CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNIT em corpos-

de- prova moldados em laboratório, nas condições de massa específica aparente e umidade específica para o serviço no campo e submetidos a uma embebição durante quatro dias.

O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas “Especificações Gerais do DNIT”, recomenda-se que, o grau de compactação não seja inferior a 100%.

O método do DNIT observa que as espessuras recomendadas visam, especialmente, as bases de comportamento puramente granular e foram definidas pelas observações efetuadas, porém, é claro, ao dizer que é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária.

Após determinar a espessura total do pavimento ( $H_t$ ), em termos de material granular, e fixada a do revestimento ( $R$ ), procede-se ao cálculo das espessuras das demais camadas considerando-se os materiais disponíveis para cada uma delas e seus respectivos coeficientes de equivalência estrutural. As espessuras da base ( $B$ ), sub-base ( $h_{20}$ ) e do reforço do subleito ( $h_n$ ) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

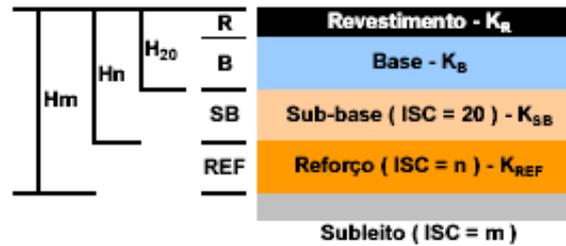
$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S + h_n \times K_{ref} \geq H_m$$

Onde:

- $R$  – espessura do revestimento (cm)
- $K_R$  – coeficiente de equivalência estrutural do revestimento
- $B$  – espessura da base (cm)
- $K_B$  – coeficiente de equivalência estrutural da base
- $h_{20}$  – espessura da sub-base (cm)
- $K_S$  – coeficiente de equivalência estrutural da sub-base
- $H_n$  – espessura do reforço (cm)
- $K_{ref}$  – coeficiente de equivalência estrutural do reforço
- $H_{20}$  – espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base
- $H_n$  – espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço
- $H_m$  – espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito

Esses parâmetros estão representados na figura a seguir.



Para fins de dimensionamento, o ISC da sub-base deve ser sempre considerado como igual a 20, mesmo que o material indicado para essa camada apresente valor de ISC superior.

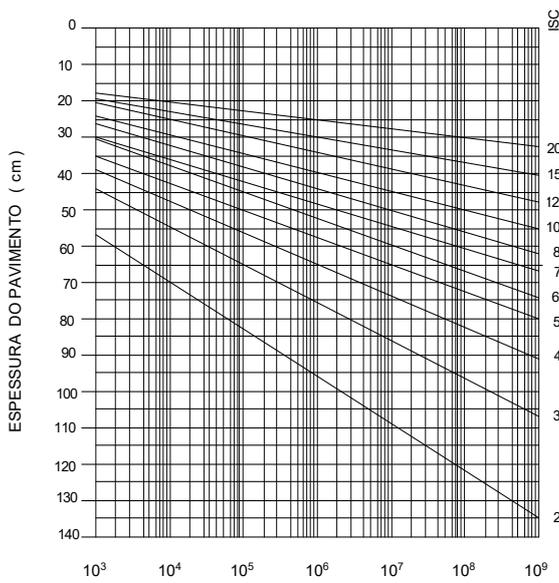
ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO	
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento asfáltico com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura

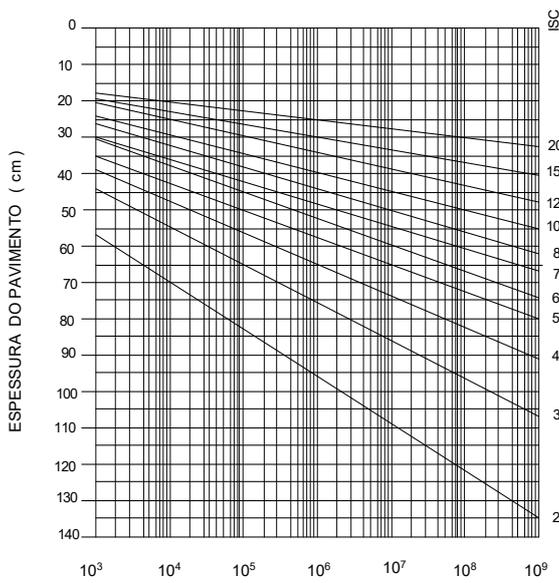
Tabela 32 - Espessura mínima de revestimento betuminoso (Manual de Pavimentação - 2006)

Para o segmento compreendido entre as estacas 185 a 444, o revestimento a ser adotado será de 10,0 cm em CBUQ de acordo com a recomendação da tabela acima, para o número "N" igual a  $1,57 \times 10^7$ .

Para o segmento compreendido entre as estacas 0 a 11+19,883 (binário do perímetro urbano de Bom Jesus do Oeste), o revestimento a ser adotado será de 7,5 cm em CBUQ de acordo com a recomendação da tabela acima, para o número "N" igual a  $7,85 \times 10^6$ .

A seguir são apresentados os esquemas gráficos do pavimento e parâmetros de dimensionamento.

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO PELO MÉTODO DO DNER ( ENGº MURILLO LOPES DE SOUZA )												
RODOVIA: MUNICIPAL												
TRECHO: DIVISA MARAVILHA - BOM JESUS DO OESTE												
SUBTRECHO: ESTACA 185 a ESTACA 444												
CARACTERÍSTICAS DO SUBLEITO		NÚMERO DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO <b><math>N = 1,57 \times 10^7</math></b> (NÚMERO "N" 10 ANOS)										
I.S.C. PROJETO	<b>6</b> %											
COMPONENTES DO PAVIMENTO												
REVESTIMENTO	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)											
BASE	Brita Graduada Simples (BGS)											
SUB-BASE	Macadame Seco (MS)											
REFORÇO	-											
CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO												
COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL												
	I.S.C.											
BASE	$K_B = 1,00$ <span style="float: right;">&gt;= 80%</span>											
SUB-BASE	$K_{SB} = 1,00$ <span style="float: right;">&gt;= 20%</span>											
REFORÇO	$K_{REF} =$ <span style="float: right;">-</span>											
REVESTIMENTO												
$K_R = 2,00$	ESPESSURA= 10,00 cm											
ESPESSURAS EQUIVALENTES												
 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>H_{20}</math></td> <td style="text-align: center;">29</td> </tr> <tr> <td><math>H_n</math></td> <td style="text-align: center;">59</td> </tr> <tr> <td><math>H_m</math></td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>			$H_{20}$	29	$H_n$	59	$H_m$	-				
$H_{20}$	29											
$H_n$	59											
$H_m$	-											
		OBSERVAÇÕES										
CÁLCULO DAS ESPESSURAS:												
1) $RK_R + BK_B \geq H_{20}$												
$10,00 \times 2,00 + B \times 1,00 \geq 29,00$												
$B \geq 29,00 - 20,00$												
$B \geq 9,00 \quad \longrightarrow \quad B = 15 \text{ cm}$												
2) $RK_R + BK_B + h_{20}K_S \geq H_n$												
$10,00 \times 2,00 + 15,00 \times 1,00 + h_{20} \times 1,00 \geq 59,00$												
$h_{20} \geq 59,00 - 35,00$												
$h_{20} \geq 24,00 \quad \longrightarrow \quad h_{20} = 25 \text{ cm}$												
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESPESSURAS ( cm )</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REVESTIMENTO</td> <td style="text-align: center;"><b>10,0</b></td> </tr> <tr> <td>BASE</td> <td style="text-align: center;"><b>15,0</b></td> </tr> <tr> <td>SUB-BASE</td> <td style="text-align: center;"><b>25,0</b></td> </tr> <tr> <td>REFORÇO</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </tbody> </table>	ESPESSURAS ( cm )		REVESTIMENTO	<b>10,0</b>	BASE	<b>15,0</b>	SUB-BASE	<b>25,0</b>	REFORÇO	-
ESPESSURAS ( cm )												
REVESTIMENTO	<b>10,0</b>											
BASE	<b>15,0</b>											
SUB-BASE	<b>25,0</b>											
REFORÇO	-											

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO PELO MÉTODO DO DNER ( ENGº MURILLO LOPES DE SOUZA )												
RODOVIA: MUNICIPAL												
TRECHO: DIVISA MARAVILHA - BOM JESUS DO OESTE												
SUBTRECHO: ESTACA 0 a ESTACA 11 + 19,883 (BINÁRIO DO P.U. BOM JESUS DO OESTE)												
CARACTERÍSTICAS DO SUBLEITO		NÚMERO DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO <b>N = 7,85x10<sup>6</sup></b> (NÚMERO "N" 10 ANOS)   ESPESSURA DO PAVIMENTO ( cm )  OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO de 18.000 lb. ( 8,2 t )										
I.S.C. PROJETO	<b>6</b> %											
COMPONENTES DO PAVIMENTO												
REVESTIMENTO	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)											
BASE	Brita Graduada Simples (BGS)											
SUB-BASE	Macadame Seco (MS)											
REFORÇO	-											
CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO												
COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL			I.S.C.									
BASE	$K_B = 1,00$		>= 80%									
SUB-BASE	$K_{SB} = 1,00$	>= 20%										
REFORÇO	$K_{REF} =$	-										
REVESTIMENTO		OBSERVAÇÕES										
$K_R = 2,00$	ESPESSURA= 7,50 cm											
ESPESSURAS EQUIVALENTES												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><math>H_{20}</math></td> <td style="text-align: center;">28</td> </tr> <tr> <td><math>H_n</math></td> <td style="text-align: center;">55</td> </tr> <tr> <td><math>H_m</math></td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	$H_{20}$	28	$H_n$	55	$H_m$	-					
$H_{20}$	28											
$H_n$	55											
$H_m$	-											
CÁLCULO DAS ESPESSURAS:												
1) $RK_R + BK_B \geq H_{20}$												
$7,50 \times 2,00 + B \times 1,00 \geq 28,00$												
$B \geq 28,00 - 15,00$												
$B \geq 13,00 \quad \longrightarrow \quad B = 15 \text{ cm}$												
2) $RK_R + BK_B + h_{20}K_S \geq H_n$												
$7,50 \times 2,00 + 15,00 \times 1,00 + h_{20} \times 1,00 \geq 57,00$												
$h_{20} \geq 55,00 - 30,00$												
$h_{20} \geq 25,00 \quad \longrightarrow \quad h_{20} = 25 \text{ cm}$												
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESPESSURAS ( cm )</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REVESTIMENTO</td> <td style="text-align: center;"><b>7,5</b></td> </tr> <tr> <td>BASE</td> <td style="text-align: center;"><b>15,0</b></td> </tr> <tr> <td>SUB-BASE</td> <td style="text-align: center;"><b>25,0</b></td> </tr> <tr> <td>REFORÇO</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </tbody> </table>	ESPESSURAS ( cm )		REVESTIMENTO	<b>7,5</b>	BASE	<b>15,0</b>	SUB-BASE	<b>25,0</b>	REFORÇO	-
ESPESSURAS ( cm )												
REVESTIMENTO	<b>7,5</b>											
BASE	<b>15,0</b>											
SUB-BASE	<b>25,0</b>											
REFORÇO	-											

### 3.5.5 Estruturas Adotadas para o Pavimento

#### 3.5.5.1 Segmento: estaca 185 a estaca 444

##### a) Pista de Rolamento

Considerando o dimensionamento e as orientações descritas no método acima relatado, adotou-se a seguinte estrutura para o pavimento, considerando um período de projeto de 10 anos:

- Revestimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) Borracha com espessura de 10,0 cm;
- Base: Brita Graduada (BG) com espessura de 15,0 cm;
- Sub-base: Macadame Seco (MS) com espessura de 25,0 cm.

Para a camada de revestimento está sendo previsto a execução em duas etapas, a fim de reduzir o impacto financeiro da obra, sendo:

- **1ª Etapa (período de 5 anos: 2023 a 2027)**

O número "N" previsto para o 5º ano após o ano de abertura ao tráfego (em 2023) é  $7,01 \times 10^6$  e recomenda uma espessura de CBUQ de 7,5 cm.

ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO	
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento asfáltico com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura

Tabela 32 - Espessura mínima de revestimento betuminoso (Manual de Pavimentação - 2006)

- **2ª Etapa (5 anos: 2028 a 2032)**

Para a 2ª etapa deverá ser executada a complementação do revestimento asfáltico, espessura de 2,5 cm, para que o pavimento tenha a espessura final dimensionada (10 cm).



É imprescindível a execução desta 2ª etapa, para que o pavimento tenha o desempenho previsto para os 10 anos de projeto, logo no final do 5º ano de vida do pavimento (2027).

## b) Acostamentos

Não se dispõe de uma metodologia específica para dimensionamento de estrutura de pavimento para os acostamentos, sendo que a espessura está, de antemão, condicionada à pista de rolamento, podendo ser feitas reduções de espessura, praticamente, apenas na camada de revestimento. A solicitação de cargas é, no entanto, diferente e pode haver uma solução estrutural diversa da pista de rolamento.

Está sendo previsto a seguinte estrutura para s acostamentos:

- Revestimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) Borracha com espessura de 4,0 cm;
- Base: Brita Graduada (BG) com espessura de 15,0 cm;

### 3.5.5.2 Segmento: estaca 0 a estaca 11+19,883 (Binário P.U. Bom Jesus do Oeste)

Considerando o dimensionamento e as orientações descritas no método acima relatado, adotou-se a seguinte estrutura para o pavimento, para um período de projeto de 10 anos:

- Revestimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) Borracha com espessura de 7,5 cm;
- Base: Brita Graduada (BG) com espessura de 15,0 cm;
- Sub-base: Macadame Seco (MS) com espessura de 25,0 cm.

Para a camada de revestimento está sendo previsto a execução em duas etapas, a fim de reduzir o impacto financeiro da obra, sendo:

- **1ª Etapa (período de 5 anos: 2023 a 2027)**

O número "N" previsto para o 5º ano após o ano de abertura ao tráfego (em 2023) é 3,51x106 (50% tráfego previsto para o 5º ano do segmento entre estacas 185 a 444, considerando a divisão do tráfego nas pistas do binário) e recomenda uma espessura de CBUQ de 5,0 cm.

<b>ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO</b>	
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento asfáltico com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura

Tabela 32 - Espessura mínima de revestimento betuminoso (Manual de Pavimentação - 2006)

- **2ª Etapa (5 anos: 2028 a 2032)**

Para a 2ª etapa deverá ser executada a complementação do revestimento asfáltico, espessura de 2,5 cm, para que o pavimento tenha a espessura final dimensionada (7,5 cm).

É imprescindível a execução desta 2ª etapa, para que o pavimento tenha o desempenho previsto para os 10 anos de projeto, logo no final do 5º ano de vida do pavimento (2027).

Os estacionamentos e a ciclovia terão a mesma estrutura da pista de rolamento, neste segmento (binário) por estar localizado totalmente dentro da cidade.

### 3.5.6 Sequência Construtiva do Pavimento

#### 3.5.6.1 Segmento entre estacas 185 a 398+17,672

##### a) Pista de Rolamento

É apresentada a seguir a sequência executiva do pavimento novo projetado para a 1ª etapa:

- Execução de regularização do subleito através de escarificação e compactação, numa espessura de 20 cm, na energia do proctor intermediário;
- Execução da camada de sub-base de macadame seco, numa espessura de 25 cm;
- Execução da camada de base de brita graduada simples, numa espessura de 15 cm, compactada na energia do proctor modificado;
- Execução de imprimação da camada de base;
- Execução de pintura de ligação da camada de base imprimada;
- Execução da camada de concreto betuminoso usinado a quente - faixa "B" (Binder), numa espessura de 4 cm;
- Execução de pintura de ligação sobre a camada de CBUQ - faixa "B" (Binder);



- Execução da camada de concreto betuminoso usinado a quente - faixa "C" (capa), numa espessura de 3,5 cm.

O pavimento da interseção de acesso ao município de Modelo terá a mesma estrutura da pista de rolamento.

#### **b) Acostamentos**

É apresentada a seguir a sequência executiva do pavimento novo projetado para os acostamentos:

- Execução de regularização do subleito através de escarificação e compactação, numa espessura de 20 cm, na energia do proctor intermediário;
- Execução da camada de base de brita graduada simples, numa espessura de 15 cm, compactada na energia do proctor modificado;
- Execução de imprimação da camada de base;
- Execução de pintura de ligação da camada de base imprimada;
- Execução da camada de concreto betuminoso usinado a quente - faixa "B" (Binder), numa espessura de 4 cm;

#### **3.5.6.2 Segmento entre estacas 398+17,672 a 444**

A estrutura do pavimento será a mesma para a pista de rolamento, estacionamento e ciclovia.

- Execução de regularização do subleito através de escarificação e compactação, numa espessura de 20 cm, na energia do proctor intermediário;
- Execução da camada de sub-base de macadame seco, numa espessura de 25 cm;
- Execução da camada de base de brita graduada simples, numa espessura de 15 cm, compactada na energia do proctor modificado;
- Execução de imprimação da camada de base;
- Execução de pintura de ligação da camada de base imprimada;
- Execução da camada de concreto betuminoso usinado a quente - faixa "B" (Binder), numa espessura de 4 cm;
- Execução de pintura de ligação sobre a camada de CBUQ - faixa "B" (Binder);
- Execução da camada de concreto betuminoso usinado a quente - faixa "C" (capa), numa espessura de 3,5 cm.

### 3.5.6.3 Segmento entre estacas 0 a 11+19,883 (Binário – P.U. Bom Jesus do Oeste)

A estrutura do pavimento será a mesma para a pista de rolamento, estacionamento e ciclovia.

- Execução de regularização do subleito através de escarificação e compactação, numa espessura de 20 cm, na energia do proctor intermediário;
- Execução da camada de sub-base de macadame seco, numa espessura de 25 cm;
- Execução da camada de base de brita graduada simples, numa espessura de 15 cm, compactada na energia do proctor modificado;
- Execução de imprimação da camada de base;
- Execução de pintura de ligação da camada de base imprimada;
- Execução da camada de concreto betuminoso usinado a quente - faixa "C" (capa), numa espessura de 5,0 cm.

As camadas de base e sub-base para o pavimento asfáltico serão compostas em camadas de brita graduada (compactada a 100% do Proctor Modificado) e macadame seco, respectivamente, únicas opções viáveis na região, em face da natureza dos solos ocorrentes não ensejar possibilidades de seu uso em camadas estruturais do pavimento, decorrente, mormente da baixa qualidade destes materiais.

### 3.5.7 Recomendações Executivas

O método faz as seguintes recomendações de caráter executivo:

- Todos os materiais do subleito que apresentam  $ISC < 6\%$  (ISCproj.) e/ou expansão  $> 2\%$  deverão ser substituídos por materiais com  $ISC > ISC$  de projeto e expansão  $\leq 2\%$ , determinado para o subleito;
- A menor espessura a ser adotada para as camadas granulares do pavimento é 15,0 cm;
- A espessura mínima e máxima de compactação de materiais granulares são, respectivamente, 10,0 cm e 20,0 cm;
- Para o macadame seco, devido a sua particularidade de execução, deverá seguir a especificação DEINFRA-SC-ES-P-03/15 – Camada de Macadame Seco.

### 3.5.8 Especificações Básicas de Materiais e Serviços



Sintetizam-se a seguir as características básicas dos materiais e serviços a serem empregados na execução do pavimento.

#### **a) Revestimento em CBUQ Convencional**

A camada de revestimento será em concreto betuminoso usinado a quente, utilizando-se CAP 50/70, sendo:

##### **a.1) Segmento entre estacas 185 a 398+17,672**

- A primeira camada em CBUQ – faixa "B" (binder), com 4,0 cm de espessura, para a pista de rolamento, acostamentos e em toda a área de pavimento da interseção à Modelo;
- A segunda camada em CBUQ – faixa "C" (capa), com 3,5 cm de espessura, para a pista de rolamento e em toda a área de pavimento da interseção à Modelo.

##### **a.2) Segmento entre estacas 398+17,672 a 444**

- A primeira camada em CBUQ – faixa "B" (binder), com 4,0 cm de espessura, para a pista de rolamento, estacionamento e nos segmentos de ciclovia;
- A segunda camada em CBUQ – faixa "C" (capa), com 3,5 cm de espessura, para a pista de rolamento, estacionamento e nos segmentos de ciclovia.

##### **a.3) Segmento entre estacas 0 a 11+19,883 (Binário – P.U. Bom Jesus do Oeste)**

- CBUQ – faixa "C" (capa), com 5,0 cm de espessura, para a pista de rolamento, estacionamento e nos segmentos de ciclovia.

Todos os serviços deverão seguir à DNIT 031/2006-ES - Concreto asfáltico.

#### **b) Pintura de Ligação**

Deverá ser executada pintura de ligação nas seguintes etapas:

- Segmento entre estacas 185 a 398+17,672: A primeira etapa sobre a camada de base imprimada e a segunda etapa sobre a camada de binder (antes da execução do CBUQ – faixa "C") somente na pista de rolamento e área de pavimento da interseção à Modelo;



- Segmento entre estacas 398+17,672 a 444: A primeira etapa sobre a camada de base imprimada e a segunda etapa sobre a camada de binder (antes da execução do CBUQ – faixa "C");
- Segmento entre estacas 0 a 11+19,883 (Binário - P.U. Bom Jesus do Oeste): sobre a camada de base imprimada.

Deverá ser, empregada emulsão asfáltica cura rápida tipo RR-2C, aplicada a uma taxa em torno de 0,5 l/m<sup>2</sup> de emulsão. A taxa real de aplicação deverá ser definida experimentalmente no canteiro de obras

Todos os serviços deverão seguir à especificação DNIT 145/2012-ES - Pintura de ligação com ligante asfáltico.

### **c) Imprimação**

A superfície da camada de base compactada, da pista de rolamento e acostamentos, deverá ser imprimada utilizando-se asfalto diluído de cura média tipo CM-30. Deverá ser executada com uma taxa de aplicação (aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas) de 1,2 l/m<sup>2</sup>, devendo ser determinada experimentalmente no canteiro da obra. Havendo algum impedimento para a aplicação imediata da imprimação esta poderá ser realizada em até 8 (oito) horas após o término da compactação da camada, desde que a superfície da mesma seja mantida dentro dos limites de umidade especificados.

Todos os serviços deverão seguir à especificação DNIT 144/2014-ES - Imprimação com ligante asfáltico.

### **d) Base de Brita Graduada Simples**

A camada de base será executada em brita graduada simples, enquadrada na faixa "C", executada em camada única com 15,0 cm de espessura, na pista de rolamento e acostamentos. A compactação deverá ser feita de modo a se obter um grau de compactação maior ou igual a 100% em relação à massa específica aparente máxima seca, obtida com a energia equivalente à do Proctor Modificado.

O material a ser utilizado na camada de base deverá ser atestado em laboratório para comprovação dos parâmetros mínimos estabelecidos pela especificação (de base), incluindo a definição da faixa de variação de umidade em relação à umidade ótima, para evitar queda abrupta do ISC (que deverá ser  $\geq 80\%$ ).



Todos os serviços deverão seguir à especificação DNIT 141/2010-ES - Base estabilizada granulometricamente.

#### **e) Sub-Base de Macadame Seco**

A camada de sub-base será de macadame seco, executada com 25,0 de espessura, somente na pista de rolamento, para o segmento entre estacas 185 a 444, e na largura total da plataforma, para o segmento entre estacas 0 a 11+19,883 (binário do P.U. Bom Jesus do Oeste).

Todos os serviços deverão seguir à especificação DEINFRA-SC-ES-P-03/15 – Camada de Macadame Seco.

#### **f) Regularização do Subleito**

O subleito deverá ser regularizado e compactado com a energia de referência do Proctor intermediário, nos cortes e aterros.

Todos os serviços deverão seguir à especificação DNIT 137/2010-ES - Regularização do subleito.

Durante a execução da terraplenagem, indica-se a remoção de materiais com ISC inferior ao ISCPROJ ( $\text{CBR} \geq 6\%$ ) e/ou expansão  $> 2\%$ , bem como a colocação de novos materiais atendendo aos requisitos citados anteriormente.

#### **g) Remoção do Pavimento Existente**

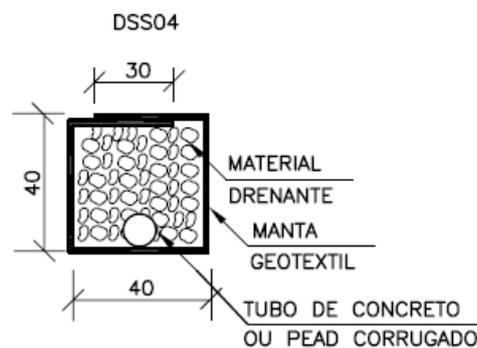
Para execução do pavimento projetado, no perímetro urbano de Bom Jesus do Oeste, deverá ser promovida a remoção do pavimento existente, no binário, entre as estacas 0 a 11+19,883, numa espessura de 47,5 cm.

### **3.5.9 Drenagem Sub-Superficial**

Em virtude da indicação de materiais britados nas camadas de base e sub-base, torna-se indispensável a execução de drenos de pavimento ao longo do trecho, em consonância com as normas técnicas de drenagem vigentes.

A adoção de macadame seco para a camada de sub-base e de brita graduada simples (BGS) para a camada de base acarreta um acréscimo na permeabilidade do pavimento, em razão das composições granulares características destes materiais. Em consequência, devem ser executados dispositivos de drenagem capazes de captar e escoar eventuais águas percoladas em tais camadas do pavimento.

Recomenda-se a implantação de drenos sub-superficiais sempre nos bordos mais baixos da nova pista, conforme Álbum de Projetos – Tipos de Dispositivos (publicação IPR-736, ano 2017), projeto padrão do DNIT DSS04.



Esse tipo de dreno alivia as tensões dentro da estrutura do pavimento, resultantes da percolação de água das chuvas e, com isso, garante um bom desempenho ao longo da vida útil prevista no projeto.

### 3.5.10 Origem dos Materiais a Serem utilizados

A seguir são relacionadas algumas fontes de materiais que poderão ser utilizadas na execução da obra. Vale ressaltar que o empreiteiro poderá escolher outras fontes, desde que atendidos os parâmetros técnicos exigidos e desde que as fontes disponham das devidas licenças ambientais. Cabe ressaltar que a seleção de outra fonte pelo empreiteiro, mesmo que mais distante da obra, não resultará, em nenhuma hipótese, em remuneração adicional em função da maior distância de transporte.

- Material pétreo: Pedreira Gaia, localizada no km 607 da BR-282, Maravilha-SC, a 21,39 km do canteiro de obras;
- Areia (para CBUQ): proveniente de Porto União-SC, distando 302,7 km da usina de asfalto, pela rodovia BR-282;
- Areia (para serviços diversos): proveniente de Porto União-SC, distante 313,39 km do canteiro de obras, pela rodovia SC-492;
- Material betuminoso (CAP 50/70): proveniente da cidade de Canoas-RS, a 516,7 km da usina de asfalto indicada;



- Materiais betuminosos (CM-30 e RR-2C): provenientes da cidade de Canoas-RS, a 526,39 km do canteiro de obras;
- Massa asfáltica: proveniente da usina de asfalto existente junto à Pedreira Gaia, distando, aproximadamente, 20,37 km do centro de gravidade da pista;
- Filler (cal CH-I): proveniente da cidade de Pântano Grande-RS, distando 516,7 km da usina de asfalto indicada.
- Cimento: proveniente da cidade de Itajaí/SC, distante 596,39 km do canteiro de obras.

### 3.5.11 Controle Deflectométrico

Além das especificações rotineiras estabelecidas pelo DNIT, as quais serão objeto de controle de campo, o controle deflectométrico de camadas visa garantir que a estrutura de pavimento apresente um comportamento mecânico/estrutural o mais próximo possível do previsto em projeto, a exemplo da capacidade de resistir aos esforços de tensões e deformações durante o período de projeto.

Para definição da deflexão admissível na superfície do revestimento, foi utilizada a equação tradicionalmente aceita na engenharia rodoviária e proposta por PREUSSLER E PINTO, no Método TECNAPAV:

$$\log(D) = 3,148 - 0,188 \log N$$

Onde:

- N = número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN acumulado para o período de projeto, calculado pela metodologia USACE ( $N = 1,57 \times 10^7$ );
- D = deflexão admissível na superfície do revestimento.

Utilizando-se a formula, tem-se:

- **D(admissível) =  $62 \times 10^{-2}$  mm** (para Número “N” =  $1,57 \times 10^7$  – estaca 185 a 444);

- **D(admissível) =  $71 \times 10^{-2}$  mm** (para Número “N” =  $7,85 \times 10^6$  – estaca 0 a 11+19,883 – binário de Bom Jesus do Oeste).

No quadro abaixo são definidas as deflexões máximas admissíveis para cada camada executada: após o atendimento do grau de compactação ( $\geq 100\%$ ) e da umidade ótima para cada camada do pavimento:

CAMADA	DEFLEXÃO MÁXIMA ( $\times 10^{-2}$ mm)	
	ESTACA 185 A 444	ESTACA 0 A 11+19,883 (BÍNÁRIO)
REVESTIMENTO CBUQ - FAIXA "C" – CAPA	60	70
REVESTIMENTO CBUQ – FAIXA "B" – BINDER	70	
BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES	90	100
SUB-BASE DE MACADAMENTE SECO	110	120
SUBLEITO (CBR $\geq 6\%$ )	130	140

Esse controle deflectométrico de campo deve ser feito camada a camada, sendo que a realização de uma cada superior àquela recém executada somente deve ser autorizada pela fiscalização após a confirmação do atendimento da deflexão de projeto.

Ressalta-se a importância do uso de equipamento tipo Viga Benkelman devidamente calibrado, bem como da observância ao método de ensaio ME-DNER 024/94 (Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman).

Para as camadas de base e regularização do subleito, o controle deflectométrico complementar o controle pelo grau de compactação (exigido pela especificação de base, do DNIT). A liberação de cada camada estará condicionada ao atendimento simultâneo dos resultados dos dois controles.

Para liberação da camada de macadame seco deve-se observar integralmente a especificação DEINFRA-SC-ES-P-03/15.

### 3.5.12 Especificações

As especificações para construção serão as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT / DEINFRA constantes abaixo:

- DNIT 137/2010-ES - Regularização do subleito;
- DEINFRA-SC-ES-P-03/15 – Camada de Macadame Seco;
- DNIT 141/2010-ES - Base estabilizada granulometricamente;



- DNIT 144/2014-ES - Imprimação com ligante asfáltico;
- DNIT 145/2012-ES - Pintura de ligação com ligante asfáltico;
- DNIT 031/2006-ES - Concreto asfáltico;
- EC-P-01 - Fornecimento e Transporte de Materiais Betuminosos;
- EC-P-02 - Remoção do Pavimento Existente;
- EC-P-03 - Bota-fora.

### 3.5.13 Quantitativos de Pavimentação

Os cálculos dos quantitativos, consumos de materiais e as distâncias médias de transportes são apresentados nos quadros seguintes, onde foram considerados:

- Para as larguras utilizadas nos quantitativos foram consideradas as superlarguras da pista de rolamento definidas na Nota de serviço do Projeto de Terraplenagem, calculando-se a média das superlarguras para os segmentos:
  - Segmento estaca 185 a 398+17,672: larguras calculadas a partir da nota de serviço, sendo que na interseção de acesso a Modelo (estaca 347 a 368+10,00) foi considerada a área lida no Projeto Geométrico;
  - Segmento estaca 398+17,672 a 444 (Perímetro Urbano de Bom Jesus do Oeste: segmentos em tangente, sem superlarguras;
  - Segmento estaca 0 a 5+13,04 e estaca 6+11,236 a 11+19,883 (Perímetro urbano de Bom Jesus do Oeste: segmentos em tangente, sem superlarguras.

DEMONSTRATIVO DO CONSUMO DE MATERIAIS									
RODOVIA: MUNICIPAL				SUBTRECHO:					
TRECHO: DIVISA MARAVILHA - BOM JESUS DO OESTE				LOTE:					
MATERIAIS		CONSUMO POR m <sup>3</sup>				CONSUMO POR t			
		UNIDADE	QUANTIDADE	UNIDADE	QUANTIDADE	UNIDADE	QUANTIDADE	UNIDADE	QUANTIDADE
Camada de Rolamento CBUQ - Faixa "C"	Brita	m <sup>3</sup>	1,0720	t	1,6080	m <sup>3</sup>	0,4467	t	0,6700
	Areia	m <sup>3</sup>	0,3872	t	0,5808	m <sup>3</sup>	0,1613	t	0,2420
	Filler (Cal CH-1)	m <sup>3</sup>	0,1120	t	0,0672	m <sup>3</sup>	0,0467	t	0,0280
	CAP-50/70	m <sup>3</sup>	-	t	0,1440	-	-	t	0,0600
BINDER CBUQ - Faixa "B"	Brita	m <sup>3</sup>	1,0549	t	1,5824	m <sup>3</sup>	0,4587	t	0,6880
	Areia	m <sup>3</sup>	0,3711	t	0,5566	m <sup>3</sup>	0,1613	t	0,2420
	Filler (Cal CH-1)	m <sup>3</sup>	0,0767	t	0,0460	m <sup>3</sup>	0,0333	t	0,0200
	CAP-50/70	-	-	t	0,1150	-	-	t	0,0500
Base	Brita Graduada Simples	m <sup>3</sup>	1,0000	t	2,3000	m <sup>3</sup>	0,4545	t	1,0000
Sub-base	Macadame Seco	m <sup>3</sup>	1,0000	t	2,2000	m <sup>3</sup>	0,4545	t	1,0000
CONSUMOS POR m <sup>2</sup>									
Imprimação	ADP CM-30	m <sup>3</sup>	0,0012	t	0,0012	m <sup>3</sup>		t	
Pintura de Ligação	Emulsão RR-2C	m <sup>3</sup>	0,0005	t	0,0005	m <sup>3</sup>		t	
DENSIDADES (t/m <sup>3</sup> )					TAXAS (l / m <sup>2</sup> )		DOSAGENS		
Brita	1,50	Emulsão RR-2C			1,00	Imprimação	Materiais	CBUQ	BINDER
Areia	1,50	CBUQ - Faixa "C"			2,40	1,2		Faixa C	Faixa B
Filler (Cal CH-1)	0,60	CBUQ - Faixa "B"			2,30	Pintura Ligação	Brita	67,00%	68,80%
Macadame Seco	2,20					0,5	Areia	24,20%	24,20%
Brita Graduada	2,30						Filler	2,80%	2,00%
CAP-50/70	1,00						CAP-50/70	6,00%	5,00%
ADP CM-30	1,00						TOTAL	100,00%	100,00%



## DEMONSTRATIVO DOS QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS DE:

RODOVIA: MUNICIPAL

SUBTRECHO:

LOTE:

TRECHO: DIVISA MARAVILHA - BOM JESUS DO OESTE

SEGMENTO:

Item Nº	Discriminação dos Serviços	Origem	Destino	Estaca de Acesso à Ocorrência	Segmento de Execução do Serviço		Extensão (m)	Largura (m)	Espessura (m)	Área de Aplicação (m²)	Taxa de Aplicação (l/m² ou kg/m² ou m³/m² ou %)	Volume (m³)	Densidade (t/m³)	Peso (t)	DMT				Momento de Transporte		Unidade	Quantidade		
					Entre Estacas										Da Fonte a Estaca de Acesso (A)	Da Estaca de Acesso ao Segmento (B)	No Segmento (C)	Final (A+B+C)	(m³xkm)	(txkm)				
					Inicial	Final																		
			TRANSPORTE DE ADP CM-30 (TANQUE - PISTA)											90,45				1,62		146,73	txkm	146,73		
6	PINTURA DE LIGAÇÃO		VIA PRINCIPAL (1ª PINTURA)	384 + 0,00	185 + 0,000	347 + 0,000	3.240,000	11,100		35.964,00	0,5 l/m²	17,98	1,00	17,98	0,00	0,74	1,62	2,36		42,44				
			VIA PRINCIPAL (2ª PINTURA)	384 + 0,00	185 + 0,000	347 + 0,000	3.240,000	8,100		26.244,00	0,5 l/m²	13,12	1,00	13,12	0,00	0,74	1,62	2,36		30,97				
			INTERSEÇÃO DE ACESSO A MODELO (1ª PINTURA)	384 + 0,00	347 + 0,000	368 + 10,000	430,000			7.200,00	0,5 l/m²	3,60	1,00	3,60	0,00	0,31	0,22	0,53		1,89				
			INTERSEÇÃO DE ACESSO A MODELO (2ª PINTURA)	384 + 0,00	347 + 0,000	368 + 10,000	430,000			7.200,00	0,5 l/m²	3,60	1,00	3,60	0,00	0,31	0,22	0,53		1,89				
			VIA PRINCIPAL (1ª PINTURA)	384 + 0,00	368 + 10,000	398 + 17,762	607,762	11,100		6.746,16	0,5 l/m²	3,37	1,00	3,37	0,00	0,00	0,15	0,15		0,51				
			VIA PRINCIPAL (2ª PINTURA)	384 + 0,00	368 + 10,000	398 + 17,762	607,762	8,100		4.922,87	0,5 l/m²	2,46	1,00	2,46	0,00	0,00	0,15	0,15		0,37				
			VIA PRINCIPAL (P.U. BOM JESUS DO OESTE) (1ª PINTURA)	384 + 0,00	398 + 17,762	432 + 5,000	667,238	13,000		8.674,09	0,5 l/m²	4,34	1,00	4,34	0,00	0,30	0,33	0,63		2,74				
			VIA PRINCIPAL (P.U. BOM JESUS DO OESTE) (2ª PINTURA)	384 + 0,00	398 + 17,762	432 + 5,000	667,238	13,000		8.674,09	0,5 l/m²	4,34	1,00	4,34	0,00	0,30	0,33	0,63		2,74				
			VIA PRINCIPAL (P.U. BOM JESUS DO OESTE) (1ª PINTURA)	384 + 0,00	432 + 5,000	444 + 0,000	235,000	15,000		3.525,00	0,5 l/m²	1,76	1,00	1,76	0,00	0,97	0,12	1,08		1,91				
			VIA PRINCIPAL (P.U. BOM JESUS DO OESTE) (2ª PINTURA)	384 + 0,00	432 + 5,000	444 + 0,000	235,000	15,000		3.525,00	0,5 l/m²	1,76	1,00	1,76	0,00	0,97	0,12	1,08		1,91				
			BINÁRIO (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	384 + 0,00	0 + 0,000	5 + 13,074	113,074	11,400		1.289,04	0,5 l/m²	0,64	1,00	0,64	0,00	1,81	0,06	1,87		1,20				
			BINÁRIO (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	384 + 0,00	5 + 13,074	6 + 11,236	18,162			750,00	0,5 l/m²	0,38	1,00	0,38	0,00	1,79	0,01	1,80		0,67				
			BINÁRIO (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	384 + 0,00	6 + 11,236	11 + 19,883	108,647	12,800		1.390,68	0,5 l/m²	0,70	1,00	0,70	0,00	1,68	0,05	1,73		1,21				
					TOTAL DE PINTURA DE LIGAÇÃO				5.419,883		116.104,94											m²	116.104,94	
					CONSUMO DE RR-2C											58,05							t	58,05
			TRANSPORTE DE RR-2C (TANQUE - PISTA)											58,05				1,56		90,44	txkm	90,44		
7	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - FAIXA "B" (BINDER)		VIA PRINCIPAL	185 + 0,00	185 + 0,000	347 + 0,000	3.240,000	11,100	0,04	35.964,00		1.438,56	2,30	3.308,69	17,41	0,00	1,62	19,03		62.964,33				
			INTERSEÇÃO DE ACESSO A MODELO	185 + 0,00	347 + 0,000	368 + 10,000	430,000			0,04	7.200,00		288,00	2,30	662,40	17,41	3,24	0,22	20,87		13.820,98			
			VIA PRINCIPAL	185 + 0,00	368 + 10,000	398 + 17,762	607,762	11,100		0,04	6.746,16		269,85	2,30	620,65	17,41	3,67	0,30	21,38		13.271,83			
			VIA PRINCIPAL (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	185 + 0,00	398 + 17,762	432 + 5,000	667,238	13,000		0,04	8.674,09		346,96	2,30	798,02	17,41	4,28	0,33	22,02		17.573,43			
			VIA PRINCIPAL (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	185 + 0,00	432 + 5,000	444 + 0,000	235,000	15,000		0,04	3.525,00		141,00	2,30	324,30	17,41	4,95	0,12	22,47		7.287,83			
					TOTAL DE CBUQ - FAIXA "B" (BINDER)				5.180,000		62.109,25		2.484,37			5.714,05							t	5.714,05
					CONSUMO DE CAP 50/70											285,70							t	285,70
			TRANSPORTE DO CBUQ - FAIXA "B" (BINDER) (USINA - PISTA)											5.714,05				20,11		114.918,40	txkm	114.918,40		
8	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - CBUQ - FAIXA "C" (CAPA)		VIA PRINCIPAL	185 + 0,00	185 + 0,000	347 + 0,000	3.240,000	8,100	0,035	26.244,00		918,54	2,40	2.204,50	17,41	0,00	1,62	19,03		41.951,56				
			INTERSEÇÃO DE ACESSO A MODELO	185 + 0,00	347 + 0,000	368 + 10,000	430,000			0,035	7.200,00		252,00	2,40	604,80	17,41	3,24	0,22	20,87		12.619,15			
			VIA PRINCIPAL	185 + 0,00	368 + 10,000	398 + 17,762	607,762	8,100		0,035	4.922,87		172,30	2,40	413,52	17,41	3,67	0,30	21,38		8.842,69			
			VIA PRINCIPAL (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	185 + 0,00	398 + 17,762	432 + 5,000	667,238	13,000		0,035	8.674,09		303,59	2,40	728,62	17,41	4,28	0,33	22,02		16.045,30			
			VIA PRINCIPAL (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	185 + 0,00	432 + 5,000	444 + 0,000	235,000	15,000		0,035	3.525,00		123,38	2,40	296,10	17,41	4,95	0,12	22,47		6.654,11			
			BINÁRIO (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	185 + 0,00	0 + 0,000	5 + 13,074	113,074	11,400		0,05	1.289,04		64,45	2,40	154,69	17,41	5,79	0,06	23,26		3.597,44			
			BINÁRIO (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	185 + 0,00	5 + 13,074	6 + 11,236	18,162			0,05	750,00		37,50	2,40	90,00	17,41	5,77	0,01	23,19		2.087,02			
			BINÁRIO (P.U. BOM JESUS DO OESTE)	185 + 0,00	6 + 11,236	11 + 19,883	108,647	12,800		0,05	1.390,68		69,53	2,40	166,88	17,41	5,66	0,05	23,12		3.859,03			
			TOTAL DE CBUQ - FAIXA "C" (CAPA)				5.419,883		53.995,69		1.941,30			4.659,11							t	4.659,11		
			CONSUMO DE CAP 50/70											279,55							t	279,55		
			TRANSPORTE DO CBUQ - FAIXA "C" (CAPA) (USINA - PISTA)											4.659,11				20,53		95.656,30	txkm	95.656,30		



### **3.6 Projeto de Sinalização**



### 3.6 Projeto de Sinalização

O Projeto de Sinalização compreende a implantação de toda sinalização viária, tanto provisória quanto definitiva, e foi desenvolvido de forma a oferecer condições de segurança e conforto ao usuário.

#### 3.6.1 Introdução

A sinalização da rodovia objetiva advertir, disciplinar, orientar e regulamentar o fluxo de veículos e pedestres através da locação adequada de dispositivos e inscrições no pavimento. Os mesmos informam ao usuário a maneira correta e segura de circulação nas vias, contribuindo dessa forma para a segurança e organização do trânsito automotivo e de pedestres. Para tal, fornece informações de modo a permitir a sua visualização e interpretação em tempo hábil para tomada de decisão dos usuários.

Compreende basicamente a sinalização horizontal, vertical e a sinalização de obras. Para elaboração do projeto, foram obedecidas as diretrizes e disposições da seguinte bibliografia:

- *CÓDIGO NACIONAL DE TRÂNSITO*, Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997;
- *MANUAL DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA – 2010* do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT;
- *MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO – 2007*, do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN;
- *MANUAL DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS E EMERGÊNCIAS – 1996*, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER;
- *DIRETRIZES PARA A MARCAÇÃO DE ESTRADAS (DME-1 e DME-2) – 2000*, do DEINFRA.

#### 3.6.2 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal é constituída basicamente de pinturas e inscrições no pavimento, tais como linhas de demarcação de fluxo, canalizações, sinais, símbolos e legendas. São contemplados também os dispositivos auxiliares, como tachas e tachões.

No projeto foram utilizados diversos tipos de marcações longitudinais e transversais na pista, em suas faixas e bordos, utilizando-se de linhas de proibição de mudança de pista, linhas demarcadoras de faixas e linhas de bordo de pista.

A orientação do tráfego veicular foi determinada através de canalizações, pinturas de setas, dizeres e zebrações, executados nas cores branca ou amarela.



O padrão de cores utilizado respeita o disposto no Manual de Sinalização Rodoviária, conforme o Padrão Munsell de tonalidades, indicado no quadro a seguir:

Cor	Tonalidade
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5

As características adotadas nos dispositivos da sinalização horizontal, tais como larguras de faixa, comprimentos, cadência, entre outros, foram definidos em função da velocidade diretriz e volume de tráfego da via conforme orientação da bibliografia já citada.

Deste modo, as linhas de bordo de pista (LBO) serão executadas na cor branco, em faixa contínua, com 0,10m de largura.

As linhas que delimitam as faixas de aceleração, desaceleração e refúgios de ônibus - linhas de continuidade (LCO), deverão ser na cor branco com 1,00m de pintura, espaçadas de 1,00m e espessura igual a 0,10m.

Já as linhas demarcadoras de faixa de tráfego em zonas de ultrapassagem - linhas simples tracejadas (LFO-2) serão segmentadas na cor amarela, com 2,00m de pintura, espaçadas de 2,00m. Deverão ter largura de 0,10m.

A proibição de ultrapassagem é caracterizada por linhas paralelas contínuas de cor amarela - linhas duplas contínuas (LFO-3) e linha simples contínua (LFO-1), com largura de 0,10m. Tais áreas foram projetadas sempre que a distância de visibilidade for inferior à distância mínima de ultrapassagem permitida para a classe da rodovia, no caso 160,00m, conforme o Manual de Sinalização de Trânsito 2007 - CONTRAN. Nos locais que antecedem uma linha de proibição de ultrapassagem, deverá ser executada linha de advertência também segmentada – linha contínua/segmentada (LFO-4) na cor amarela, com 2,00m de pintura, espaçadas em 2,00m.

Na região das interseções será prevista pintura de faixas, áreas de zebrações, setas, dizeres, entre outros dispositivos sinalizadores que serão detalhados em planta.

Os dispositivos auxiliares utilizados referem-se a tachas e tachões, sendo esses dispositivos delineadores constituídos de superfícies refletoras, aplicadas a suportes de pequenas dimensões, de forma retangular, fixadas ao pavimento por meio de pinos.



Deverão ser fixadas tachas brancas monodirecionais com elemento refletivo branco no sentido do fluxo sobre as linhas de borda de pista de trânsito, com distância de fixação acompanhando as tachas do eixo. No eixo da pista deverão ser fixadas tachas amarelas bidirecionais com espaçamento de 8,00m. Sobre as linhas simples tracejadas em faixas de aceleração e desaceleração, deverão ser implantadas tachas brancas monodirecionais, com espaçamento de 2,00m. Nas interseções serão fixados tachões amarelos bidirecionais e monodirecionais.

### 3.6.3 Sinalização Vertical

Abrange basicamente o emprego de símbolos e palavras colocadas em placas na posição vertical implantadas lateralmente nas bordas da rodovia. E tem com finalidade regulamentar o uso da via, prevenir ou advertir a respeito das condições da mesma, informar o usuário a respeito da orientação direcional dos serviços e outros equipamentos disponíveis ao longo do trecho, além de educar o usuário da mesma.

A sinalização vertical tem por finalidade a regulamentação do uso da via, a advertência para situações potencialmente perigosas ou problemáticas do ponto de vista operacional, o fornecimento de indicações, orientações e informações aos usuários, além de mensagens educativas, com as seguintes características:

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

Deverão ser implantadas placas confeccionadas com material de poliéster reforçado com fibra de vidro, possuindo espessura igual ou superior a 2,3 milímetros. Suas características são dadas conforme a norma técnica da ABNT, NBR 13.275 - “Chapas planas de poliéster reforçado com fibra de vidro para confecção de placas de sinalização – Requisitos e métodos de ensaio” e NBR 14.644:2007 – “Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos”.

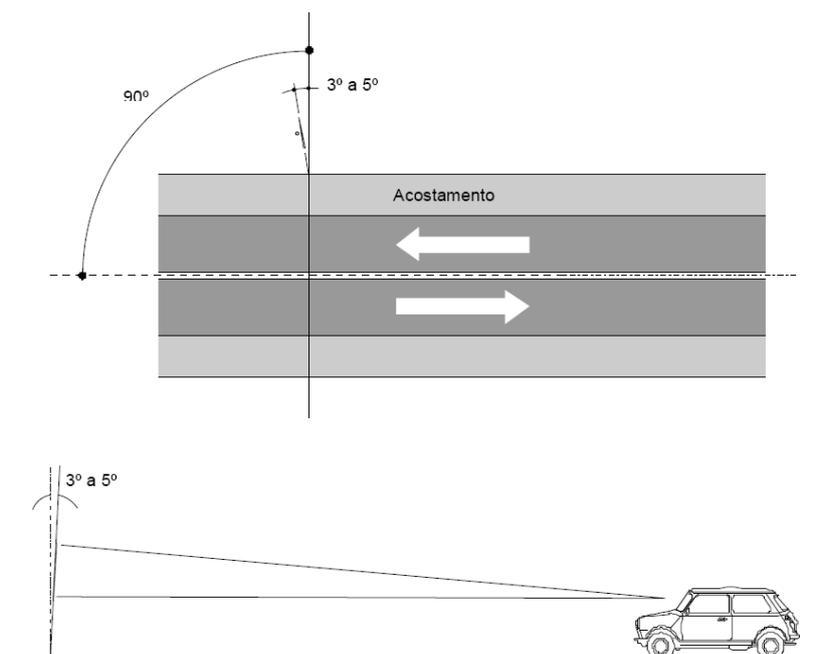
A estrutura das placas deverá receber reforço em quadros de madeira. Em tais placas deverão ser aplicado acabamento conforme alternativas constantes na especificação citada.

Deverão ser aplicadas películas refletivas de alta intensidade para formação de módulos, números, símbolos e letras que cada tipo exige, conforme norma técnica citada anteriormente.

As placas deverão ser implantadas lateralmente a pista de rolamento após a banquetta pavimentada (acostamento) e dentro do campo visual dos motoristas, afastadas da pista condicionadas pelos fatores segurança e visibilidade.

O afastamento lateral mínimo, medido entre a borda lateral da placa e a plataforma pavimentada, é de 1,20m. As placas devem ser fixadas numa altura igual a 1,20m entre o nível da pista e a borda inferior da placa.

Também se deve garantir uma pequena deflexão horizontal e vertical, em relação à direção ortogonal do sentido de fluxo, da ordem de 3° a 5°, conforme a **Figura 3.6.1**.



**Figura 3.6.1 - Deflexões das placas (Fonte: Manual de Sinalização Rodoviária 2010 – DNIT)**

A fixação das placas de sinalização no trecho rural, reforçadas através de moldura de madeira de dimensões  $\frac{1}{2}'' \times 2''$ , em cruz para as placas redondas e quadradas, se fará em postes de madeira de lei de seção quadrada de  $3'' \times 3''$  (com cantos biselados). Esses postes deverão ter comprimento suficiente que permita um engastamento de 0,80 metros no solo para sua fixação.

As molduras e os postes de madeira, antes de utilizados, deverão ser tratados com óleo queimado. Os postes deverão, posteriormente, ser pintados na cor branca, em duas aplicações.

As placas indicativas de quilometragem deverão ser dispostas ao longo da rodovia no trecho rural, a cada quilômetro, posicionando as de quilometragem com números pares à direita e as com números ímpares à esquerda, orientando-se no sentido crescente de estaqueamento.

As cores das placas deverão estar de acordo com o CÓDIGO NACIONAL DE TRÂNSITO.



### 3.6.3.1 Sinalização de regulamentação

Essas placas são destinadas à regulamentar o tráfego, impondo limitações, restrições ou proibições de maneira clara e precisa. Deve-se atentar ao fato que tal sinalização deve ser instalada em locais de fácil visualização. O não cumprimento das mesmas constitui em infrações, puníveis de acordo com o Código Nacional de Trânsito.

A velocidade máxima permitida, definida em função do tipo da via e condições geométricas, é de 50km/h nos trechos rurais, estando regulamentadas através de placas de velocidade máxima permitida (R-19).

As placas de regulamentação apresentam-se na forma circular, com diâmetro de 1 metro. Nas vias que dão acesso a rodovia, apresentam-se na forma triangular e ortogonal, com lado igual a 1 metro e 0,41m, respectivamente.

### 3.6.3.2 Sinalização de advertência

As placas de advertência têm por finalidade alertar ao usuário quanto a situações de perigo em potencial existentes na via ou na sua vizinhança, com o intuito de induzir o condutor a reduzir a velocidade e/ou aumentar a segurança.

As placas apresentam-se na forma quadrada, com 0,60m de lado e retangular. Essas últimas são compostas pelas placas de advertência por legenda, com informações não previstas nas placas de advertência padrão.

### 3.6.3.3 Dispositivos auxiliares de percurso

Os dispositivos auxiliares de percurso objetivam alertar os motoristas nos casos que envolvem risco de acidentes e em trajetos noturnos ou com visibilidade prejudicada devido a condições adversas de tempo. Esses dispositivos possuem as mesmas cores dos Sinais de Advertência (amarelo e preto), uma vez que servem de alerta aos usuários.

Os delineadores encontram-se aplicados no lado externo das curvas acentuadas, sendo que a distância entre dois delineadores consecutivos foi obtida pela seguinte expressão:

$$d = \sqrt{R}$$

Onde R = raio da curva

### 3.6.3.4 Sinalização de indicação

As placas indicativas fornecem aos usuários informações úteis para o seu deslocamento, informando os destinos conforme as respectivas faixas de trânsito e suas restrições. Indicam também o início de perímetro urbano e os serviços auxiliares como postos de abastecimento, pontos de ônibus e áreas de estacionamento. Os sinais educativos servem para instruir o usuário quanto ao seu comportamento e conduta no trânsito ao longo da rodovia.

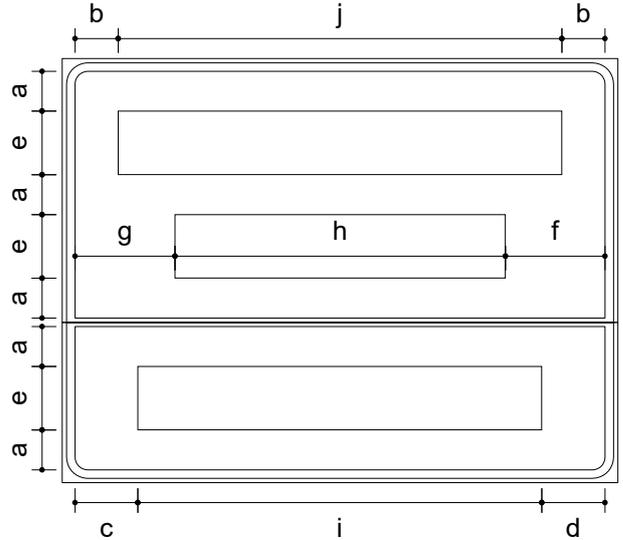
As placas deverão ser retangulares com a altura das letras de 150 mm. As placas com indicação quilométrica, ou marcos quilométricos, possuem dimensões de 0,50 x 0,67 m.

O padrão de cores respeita o disposto no Manual de Sinalização Rodoviária, conforme o Padrão Munsell de tonalidades, indicado no quadro a seguir:

Cor	Tonalidade
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Preta	N 0,5
Verde	10 G 3/8
Azul	5 PB 2/8
Marrom	5 YR 6/14

A seguir serão apresentadas as diagramações das placas indicativas, conforme preconiza o Manual de Sinalização Rodoviária, cujas dimensões variam em função das informações contidas.

IN-9



Dimensões: 1,3 x 1,0 m

Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
94	101	147	148	150	233	234	773	945	1038

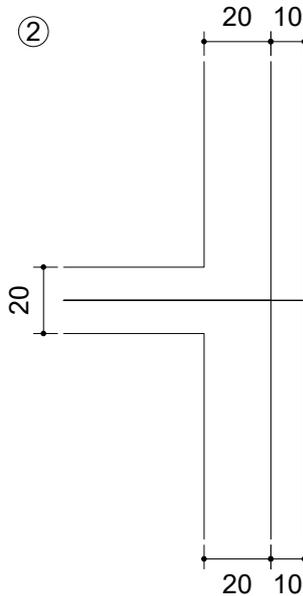
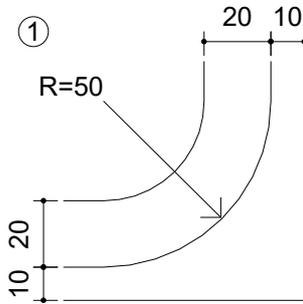


Fundo: Amarelo  
Tarja: Preto  
Borda: Amarelo

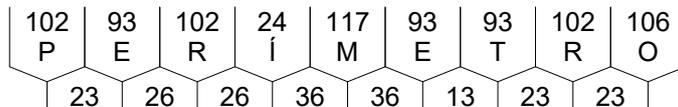


Fundo: Amarelo  
Tarja: Preto  
Borda: Amarelo

Contornos: (mm)

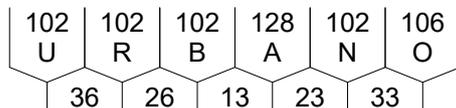


Fonte: Serie D  
Altura: 150  
Cor: Preto



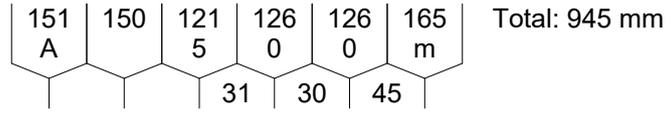
Total: 1038 mm

Fonte: Serie D  
Altura: 150  
Cor: Preto



Total: 773 mm

Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Preto



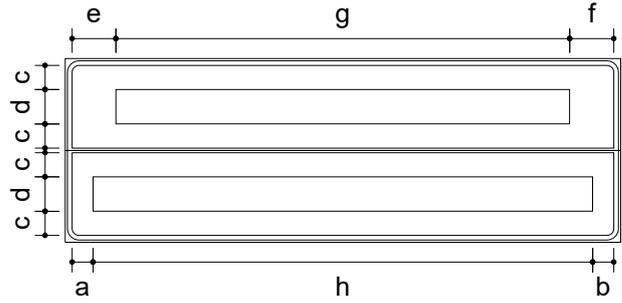
IN-10



Dimensões: 2,4 x 0,8 m

Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h
90	91	105	150	189	190	1961	2159



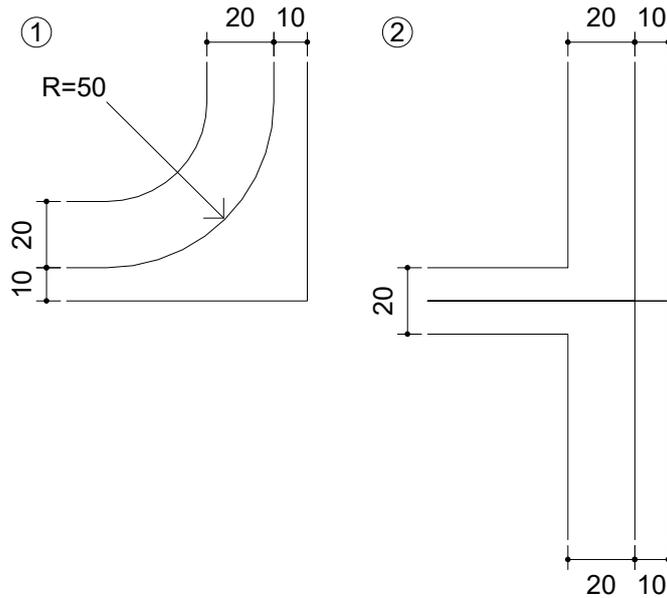
PERÍMETRO URBANO

Fundo: Azul  
Tarja: Branco  
Borda: Azul

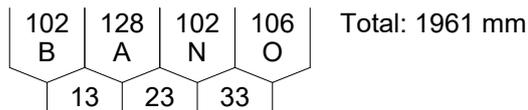
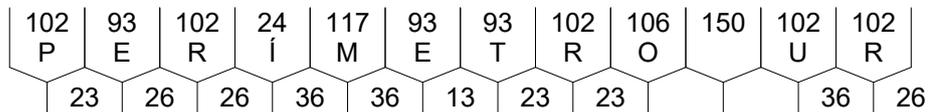
B. Jesus do Oeste

Fundo: Azul  
Tarja: Branco  
Borda: Azul

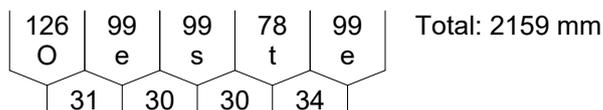
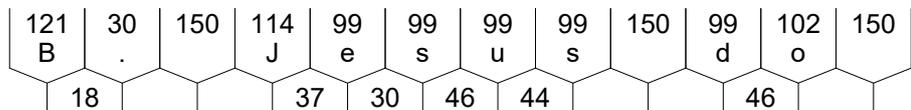
Contornos: (mm)



Fonte: Serie D  
Altura: 150  
Cor: Branco



Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco



IN-11

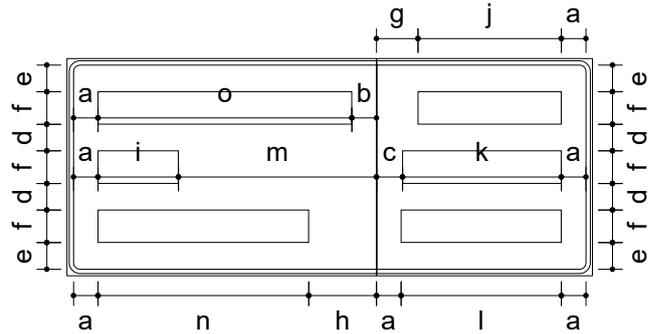


Dimensões: 2,4 x 1,0 m

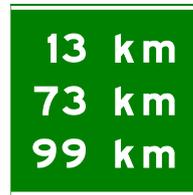
Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
112	113	119	122	123	150	189	310	367	655	725	732	905	962

o
1159

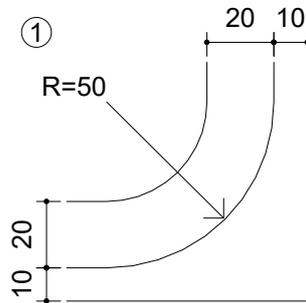


Fundo: Verde  
 Tarja: Branco  
 Borda: Verde

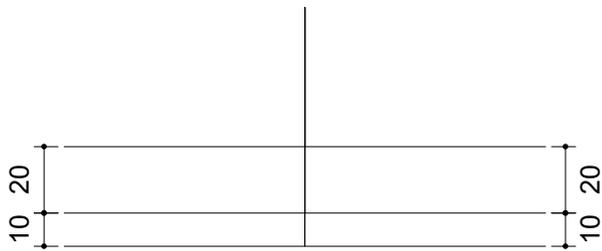


Fundo: Verde  
 Tarja: Branco  
 Borda: Verde

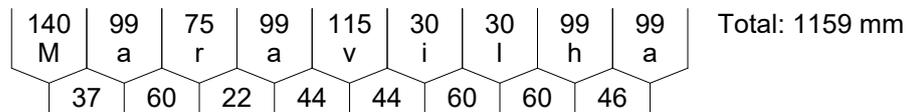
Contornos: (mm)



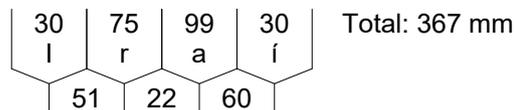
②



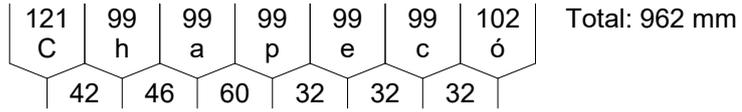
Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



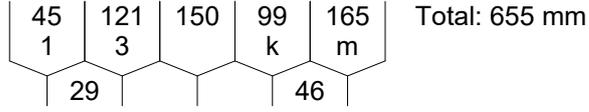
Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



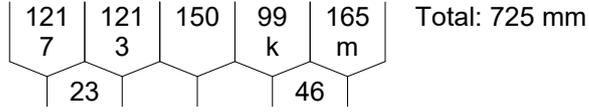
Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



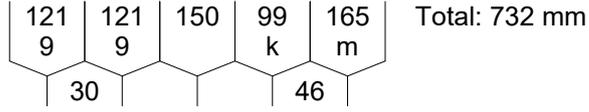
Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



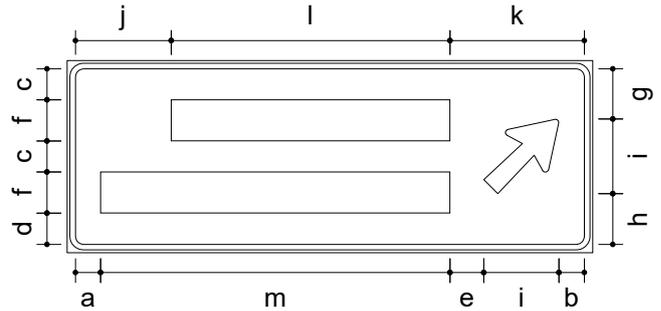
Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



IN-12



Dimensões: 1,9 x 0,7 m

Tabela de cotas: (mm)

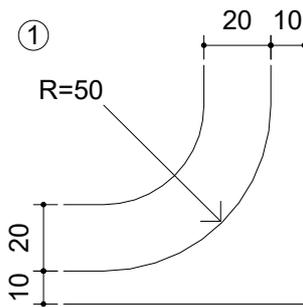
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
91	92	113	114	122	150	183	185	272	346	486	1008	1263



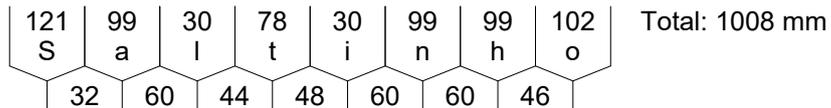
Fundo: Verde  
 Tarja: Branco  
 Borda: Verde

Seta: Tipo S2 / Cor: Branco

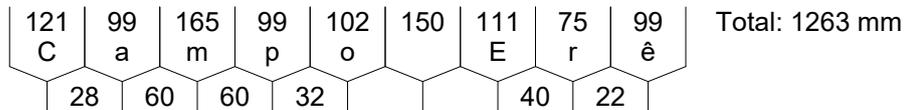
Contornos: (mm)



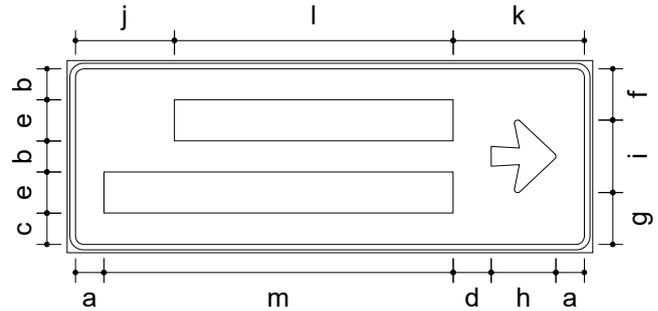
Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



IN-13



Dimensões: 1,9 x 0,7 m

Tabela de cotas: (mm)

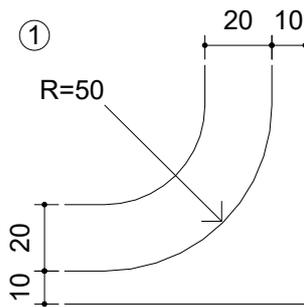
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
103	113	114	137	150	187	189	234	264	358	474	1008	1263



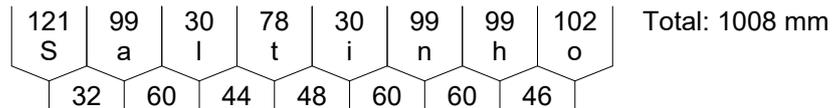
Fundo: Verde  
 Tarja: Branco  
 Borda: Verde

Seta: Tipo S3 / Cor: Branco

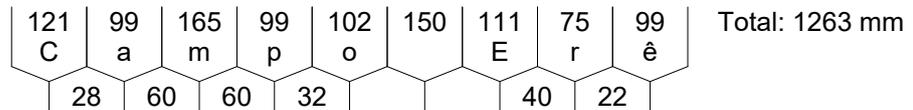
Contornos: (mm)



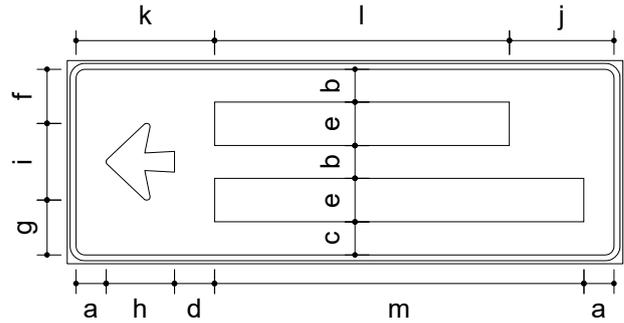
Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



IN-14



Dimensões: 1,9 x 0,7 m

Tabela de cotas: (mm)

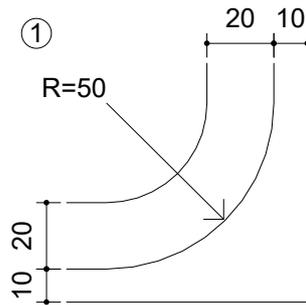
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
103	113	114	137	150	187	189	234	264	358	474	1008	1263



Fundo: Verde  
 Tarja: Branco  
 Borda: Verde

Seta: Tipo S3 / Cor: Branco

Contornos: (mm)



Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco

121	99	30	78	30	99	99	102	Total: 1008 mm
S	a	l	t	i	n	h	o	
32	60	44	48	60	60	46		

Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco

121	99	165	99	102	150	111	75	99	Total: 1263 mm
C	a	m	p	o	E	r	ê		
28	60	60	32			40	22		

IN-16



Dimensões: 2,0 x 0,7 m

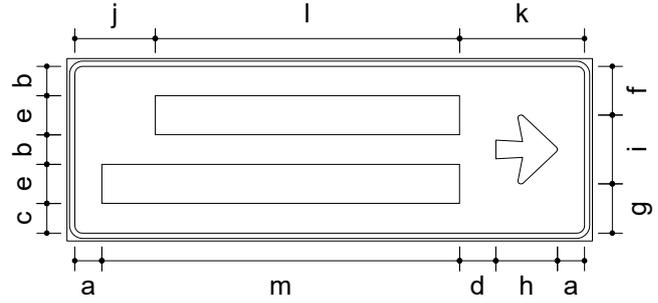


Tabela de cotas: (mm)

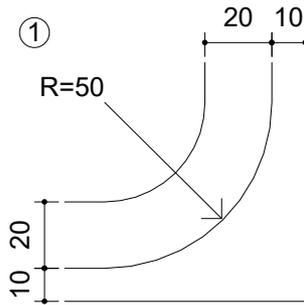
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
103	113	114	138	150	187	189	234	264	306	475	1159	1362



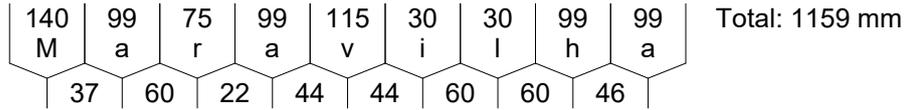
Fundo: Verde  
 Tarja: Branco  
 Borda: Verde

Seta: Tipo S3 / Cor: Branco

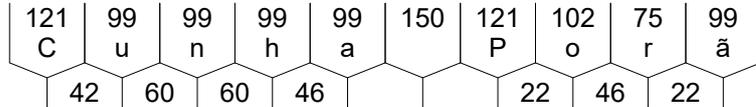
Contornos: (mm)



Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco

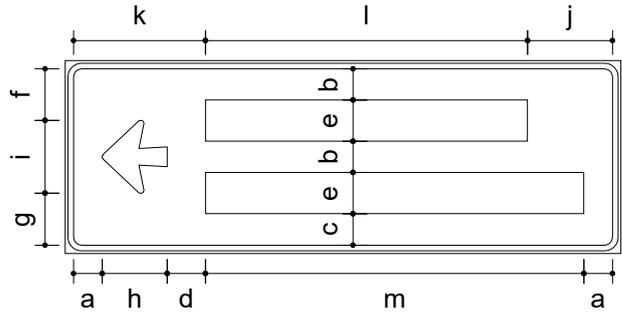


Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



Total: 1362 mm

IN-17



Dimensões: 2,0 x 0,7 m

Tabela de cotas: (mm)

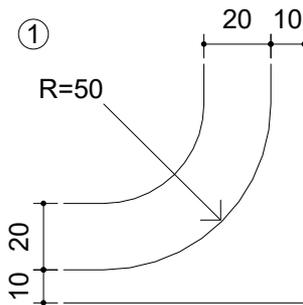
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
103	113	114	138	150	187	189	234	264	306	475	1159	1362



Fundo: Verde  
 Tarja: Branco  
 Borda: Verde

Seta: Tipo S3 / Cor: Branco

Contornos: (mm)



Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco

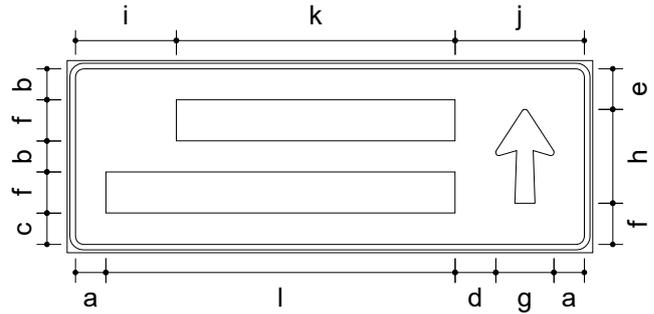
140	99	75	99	115	30	30	99	99	Total: 1159 mm
M	a	r	a	v	i	l	h	a	
37	60	22	44	44	60	60	46		

Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco

121	99	99	99	99	150	121	102	75	99
C	u	n	h	a		P	o	r	ã
42	60	60	46			22	46	22	

Total: 1362 mm

IN-18



Dimensões: 1,9 x 0,7 m

Tabela de cotas: (mm)

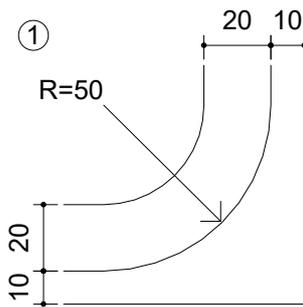
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
110	113	114	147	148	150	210	342	365	467	1008	1263



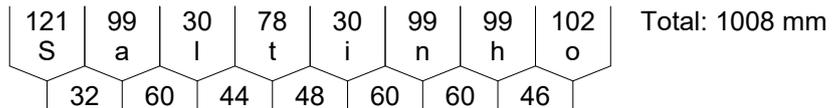
Fundo: Verde  
 Tarja: Branco  
 Borda: Verde

Seta: Tipo S2 / Cor: Branco

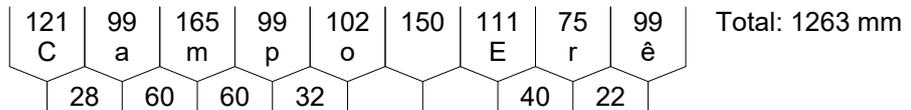
Contornos: (mm)



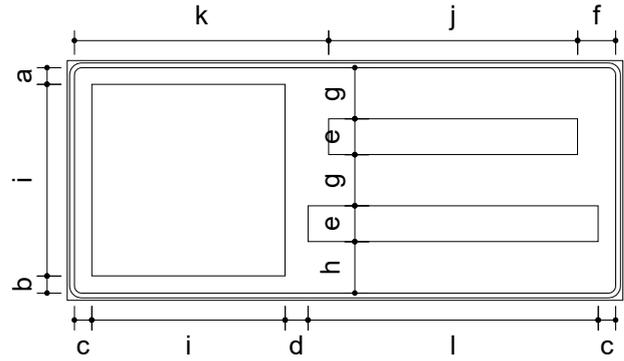
Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



A-32.59



Dimensões: 2,3 x 1,0 m

Tabela de cotas: (mm)

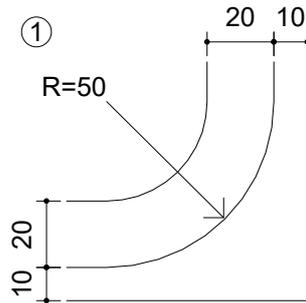
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
69	71	72	95	150	157	213	214	800	1031	1052	1201



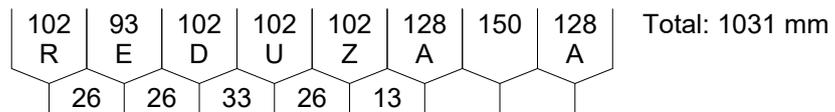
Fundo: Amarelo  
 Tarja: Preto  
 Borda: Amarelo

Símbolo: A-32

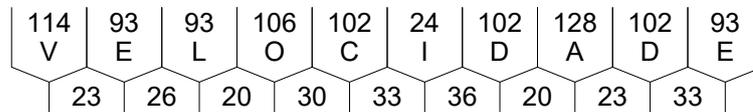
Contornos: (mm)



Fonte: Serie D  
 Altura: 150  
 Cor: Preto

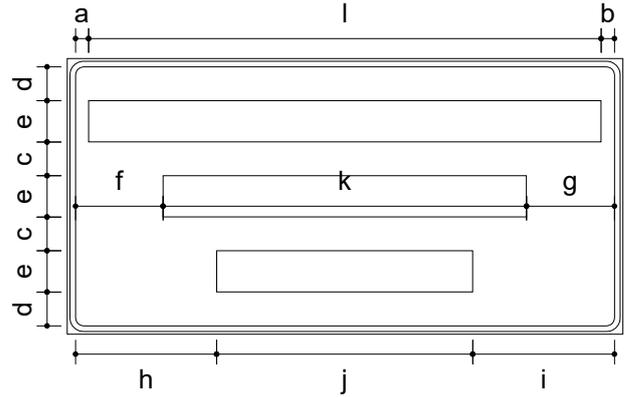


Fonte: Serie D  
 Altura: 150  
 Cor: Preto



Total: 1201 mm

A-59.5



Dimensões: 2,0 x 1,0 m

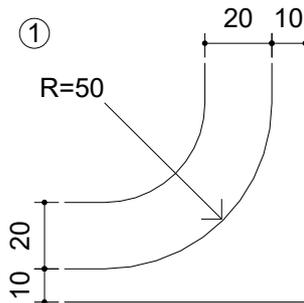
Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
47	48	122	123	150	315	317	508	510	922	1308	1845

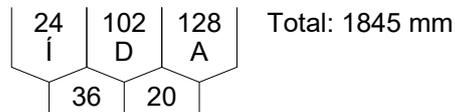
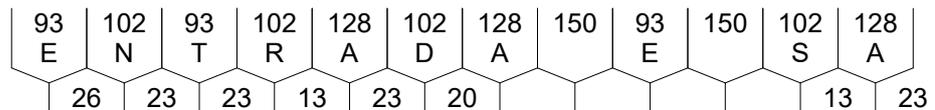


Fundo: Amarelo  
 Tarja: Preto  
 Borda: Amarelo

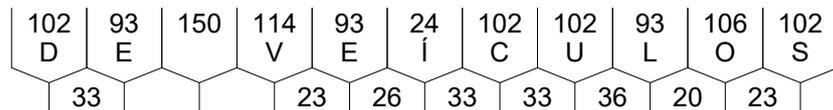
Contornos: (mm)



Fonte: Serie D  
 Altura: 150  
 Cor: Preto

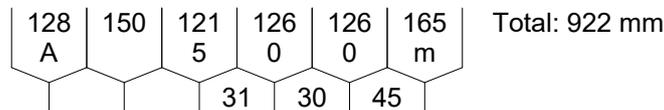


Fonte: Serie D  
 Altura: 150  
 Cor: Preto



Total: 1308 mm

Fontes:  
 Serie D: A  
 Serie E(m): 500m  
 Altura: 150  
 Cor: Preto



Total: 922 mm

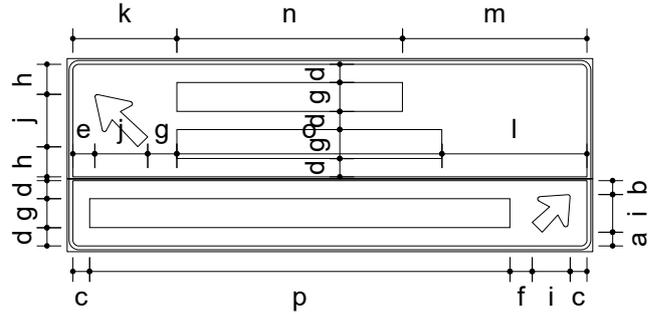
IN-19



Dimensões: 2,7 x 1,0 m

Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
71	72	86	94	112	114	150	155	195	272	534	744	947	1159
o	p												
1362	2159												



Fundo: Verde  
Tarja: Branco  
Borda: Verde

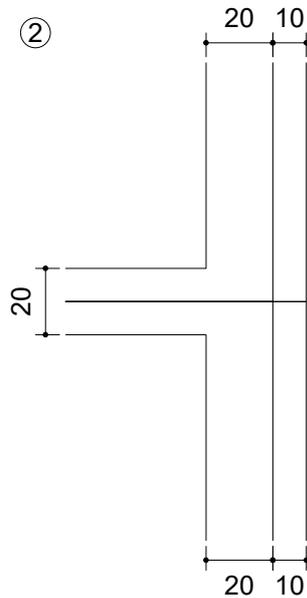
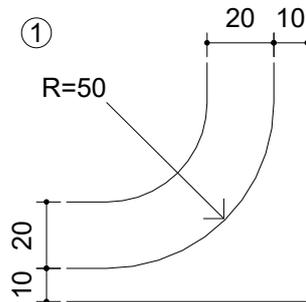
Seta: Tipo S2 / Cor: Branco



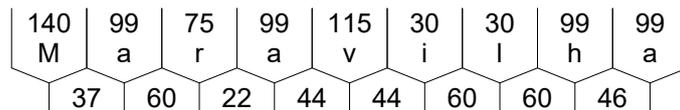
Fundo: Verde  
Tarja: Branco  
Borda: Verde

Seta: Tipo S1 / Cor: Branco

Contornos: (mm)

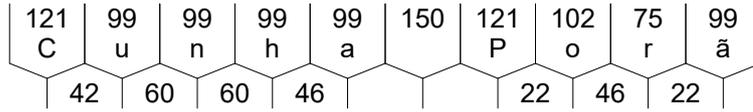


Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco



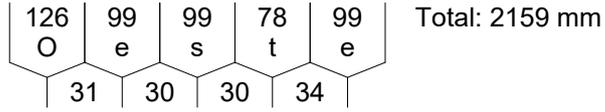
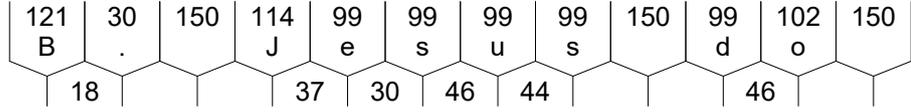
Total: 1159 mm

Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



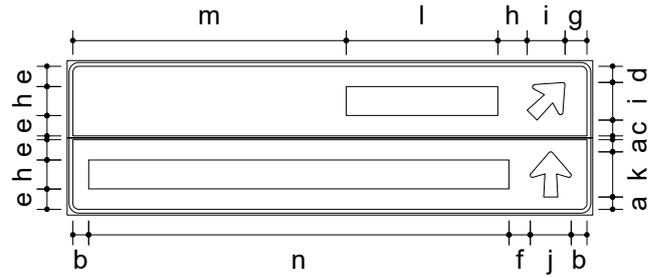
Total: 1362 mm

Fonte: Serie E(m)  
 Altura: 150  
 Cor: Branco



Total: 2159 mm

IN-20



Dimensões: 2,7 x 0,8 m

Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
63	81	82	83	105	109	112	150	195	210	234	779	1404	2159



Fundo: Verde  
Tarja: Branco  
Borda: Verde

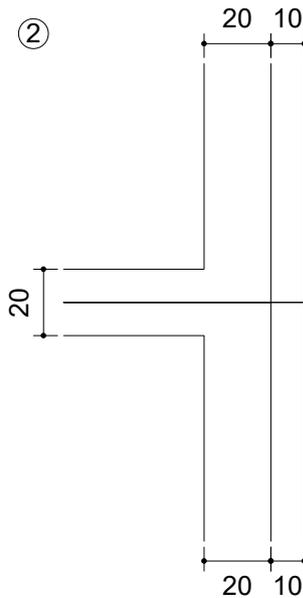
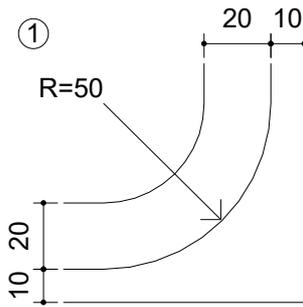
Seta: Tipo S1 / Cor: Branco



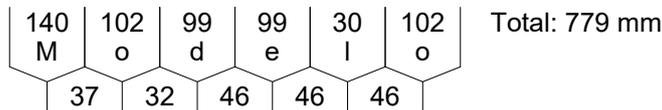
Fundo: Verde  
Tarja: Branco  
Borda: Verde

Seta: Tipo S1 / Cor: Branco

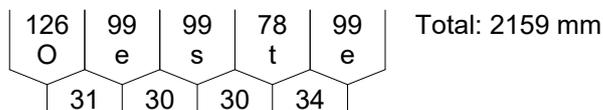
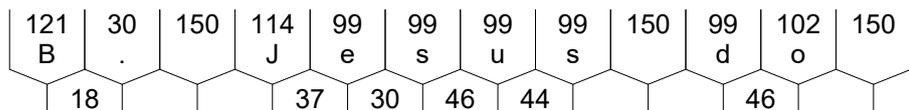
Contornos: (mm)



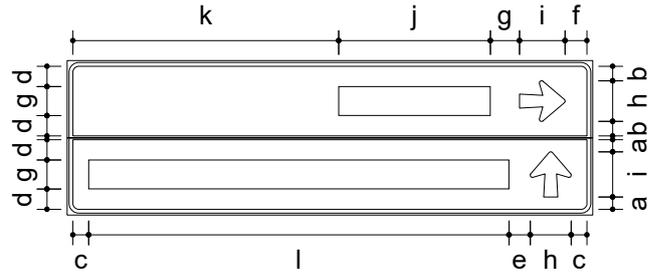
Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco



Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco



IN-21



Dimensões: 2,7 x 0,8 m

Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
63	75	81	105	109	112	150	210	234	779	1365	2159



Fundo: Verde  
Tarja: Branco  
Borda: Verde

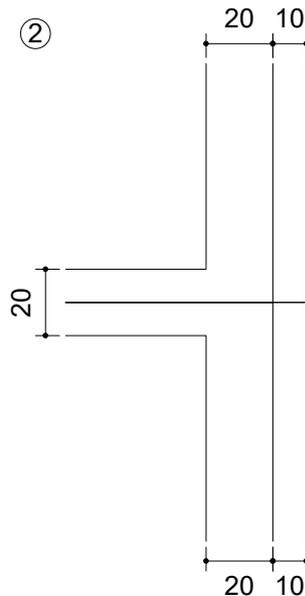
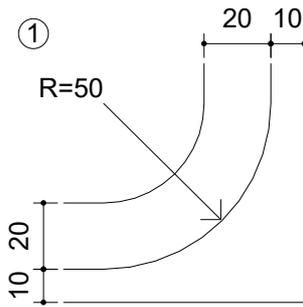
Seta: Tipo S1 / Cor: Branco



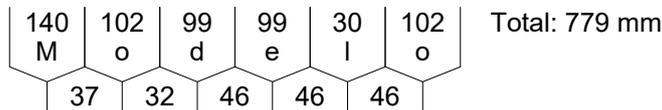
Fundo: Verde  
Tarja: Branco  
Borda: Verde

Seta: Tipo S1 / Cor: Branco

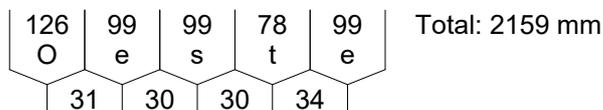
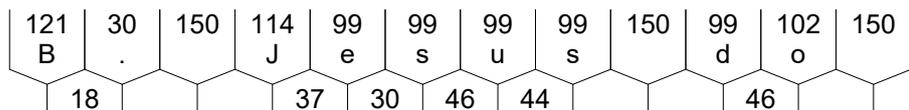
Contornos: (mm)



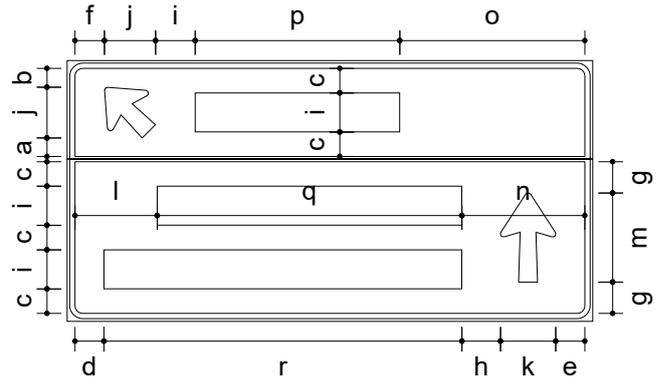
Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco



Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco



IN-22



Dimensões: 2,0 x 1,0 m

Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
71	72	94	110	111	112	120	147	150	195	210	313	342	468
o	p	q	r										
704	779	1159	1362										



Fundo: Verde  
Tarja: Branco  
Borda: Verde

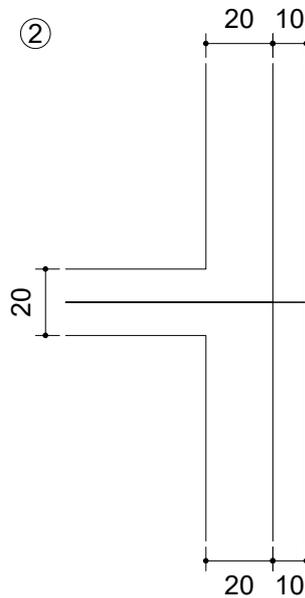
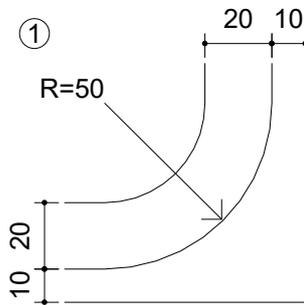


Fundo: Verde  
Tarja: Branco  
Borda: Verde

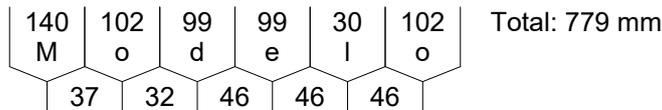
Seta: Tipo S1 / Cor: Branco

Seta: Tipo S2 / Cor: Branco

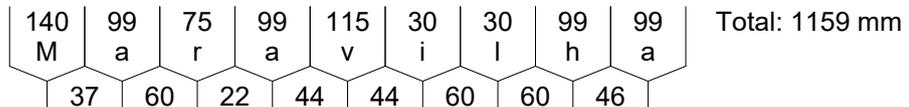
Contornos: (mm)



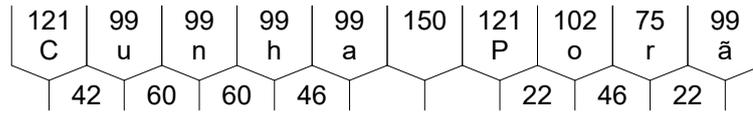
Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco



Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco

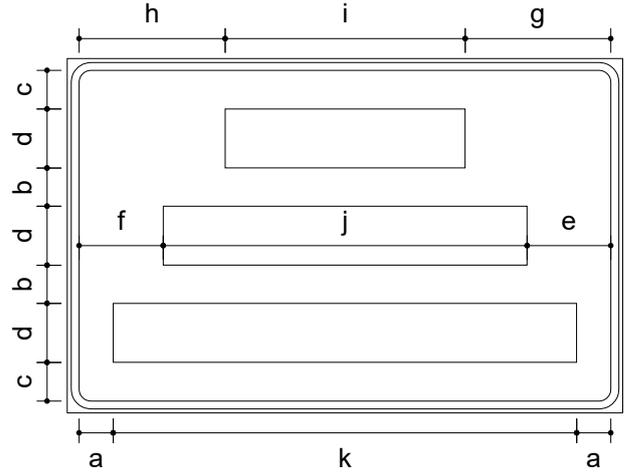


Fonte: Serie E(m)  
Altura: 150  
Cor: Branco



Total: 1362 mm

ED-01



Dimensões: 1,4 x 0,9 m

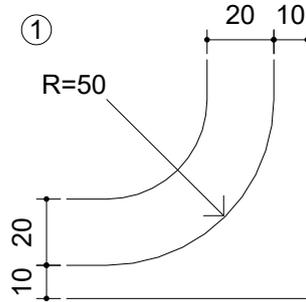
Tabela de cotas: (mm)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
86	97	98	150	211	212	367	368	605	917	1168

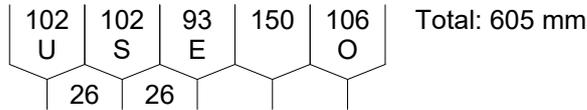


Fundo: Branco  
 Tarja: Preto  
 Borda: Branco

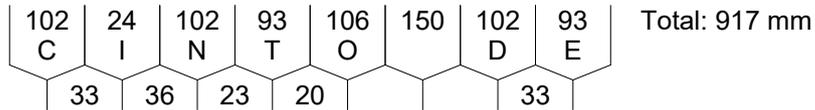
Contornos: (mm)



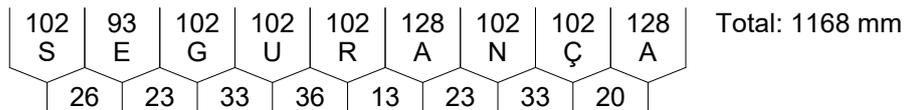
Fonte: Serie D  
 Altura: 150  
 Cor: Preto



Fonte: Serie D  
 Altura: 150  
 Cor: Preto



Fonte: Serie D  
 Altura: 150  
 Cor: Preto





### 3.6.4 Apresentação do projeto

No Volume 2 – Projeto Executivo, o projeto é apresentado em formato A3. As pranchas contêm, basicamente, os seguintes elementos:

- Planta com a locação dos elementos de sinalização;
- Detalhes dos elementos de sinalização;
- Notas de Serviço;
- Quadro com a listagem das placas;
- Quadro Resumo.



### **3.7 Projeto de Obras Complementares**

### 3.7 Projeto de Obras Complementares

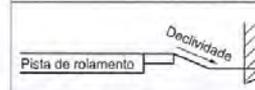
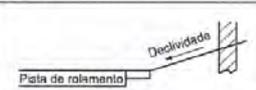
O Projeto de Obras Complementares compreende a implantação de equipamentos como defensas metálicas semi-maleáveis juntamente com seus terminais, cercas em locais em que não existiam ou serão substituídas, recuperação de áreas degradadas, passeios e o remanejamento das redes de serviços públicos, adutora de água e postes de energia elétrica, que causam interferência na obra.

#### 3.7.1 Defensas Metálicas Semi-maleáveis

As defensas têm como objetivo evitar que veículos desgovernados se projetem para fora da plataforma da rodovia. O projeto de defensas metálicas segue as diretrizes estabelecidas pela NBR 15.486/2016 e tem como objetivo atuar na segurança viária, com o intuito de reduzir a severidade dos impactos ao conter e redirecionar os veículos desgovernados. Neste projeto estão sendo utilizadas defensas semi-maleáveis, posicionadas em função das curvas horizontais perigosas, taludes de aterros ou meias encostas altas e cabeceiras da ponte.

Um dos conceitos de indicação de defensas é a Zona Livre – ZL, no qual define a existência de uma faixa além do bordo de pista, sem obstáculos ou taludes críticos. Assim, o condutor de um veículo desgovernado terá condições de recuperar o controle antes de se chocar com uma situação de risco. A ZL é definida de acordo com a velocidade de projeto, declividade lateral e VDM, conforme tabela a seguir.

**Cálculo da Zona Livre**

Velocidade de projeto km/h	VDM	Declividade lateral					
							
		1V:6H ou mais plano	1V:5H a 1V:4H	1V:3H	1V:3H	1V:5H a 1V:4H	1V:6H ou mais plano
60	< 750	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	b	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0
	750 – 1500	3,0 – 3,5	3,5 – 4,5	b	3,0 – 3,5	3,0 – 3,5	3,0 – 3,5
	1500 – 6000	3,5 – 4,5	4,5 – 5,0	b	3,5 – 4,5	3,5 – 4,5	3,5 – 4,5
	> 6000	4,5 – 5,0	5,0 – 5,5	b	4,5 – 5,0	4,5 – 5,0	4,5 – 5,0
70 - 80	< 750	3,0 – 3,5	3,5 – 4,5	b	2,5 – 3,0	2,5 – 3,0	3,0 – 3,5
	750 – 1500	4,5 – 5,0	5,0 – 6,0	b	3,0 – 3,5	3,5 – 4,5	4,5 – 5,0
	1500 – 6000	5,0 – 5,5	6,0 – 8,0	b	3,5 – 4,5	4,5 – 5,0	5,0 – 5,5
	> 6000	6,0 – 6,5	7,5 – 8,5	b	4,5 – 5,0	5,5 – 6,0	6,0 – 6,5
90	< 750	3,5 – 4,5	4,5 – 5,5	b	2,5 – 3,0	3,0 – 3,5	3,0 – 3,5
	750 – 1500	4,5 – 5,0	6,0 – 7,5	b	3,0 – 3,5	4,5 – 5,0	4,5 – 5,0
	1500 – 6000	5,0 – 5,5	7,5 – 9,0	b	4,5 – 5,0	5,0 – 5,5	5,0 – 5,5
	> 6000	6,5 – 7,5	8,0 – 10,0 <sup>a</sup>	b	5,0 – 5,5	6,0 – 6,5	6,5 – 7,5
100	< 750	5,0 – 5,5	6,0 – 7,5	b	3,0 – 3,5	3,5 – 4,5	4,5 – 5,0
	750 – 1500	6,5 – 7,5	8,0 – 10,0 <sup>a</sup>	b	3,5 – 4,5	5,0 – 5,5	6,0 – 6,5
	1500 – 6000	8,0 – 9,0	10,0 – 12,0 <sup>a</sup>	b	4,5 – 5,5	5,5 – 6,5	7,5 – 8,0
	> 6000	9,0 – 10,0 <sup>a</sup>	11,0 – 13,5 <sup>a</sup>	b	6,0 – 6,5	7,5 – 8,0	8,0 – 8,5

Fonte: NBR 15.486/2016

Em curvas horizontais com raios menores que 900m, a zona livre deverá ser ajustada utilizando-se fatores de correção em função da velocidade e do raio de curva.

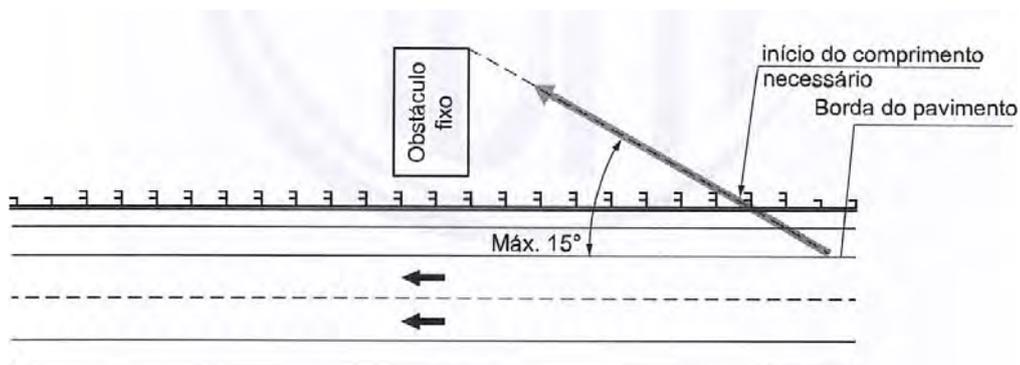
**Fator de Correção da Curva Horizontal (Kcz)**

Raio m	Velocidade de projeto km/h					
	60	70	80	90	100	110
900	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
700	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3
600	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4
500	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
450	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5
400	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	-
350	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	-
300	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	-
250	1,3	1,3	1,4	1,5	-	-
200	1,3	1,4	1,5	-	-	-
150	1,4	1,5	-	-	-	-
100	1,5	-	-	-	-	-

NOTA Os fatores de correção são aplicados somente para a área externa das curvas. Curvas com raio maior que 900 m não necessitam de ajuste.

Quando não for possível cumprir essas ZL's, deverá ser implantada uma linha de defesa metálica, com o objetivo de proteger o condutor do risco de impacto.

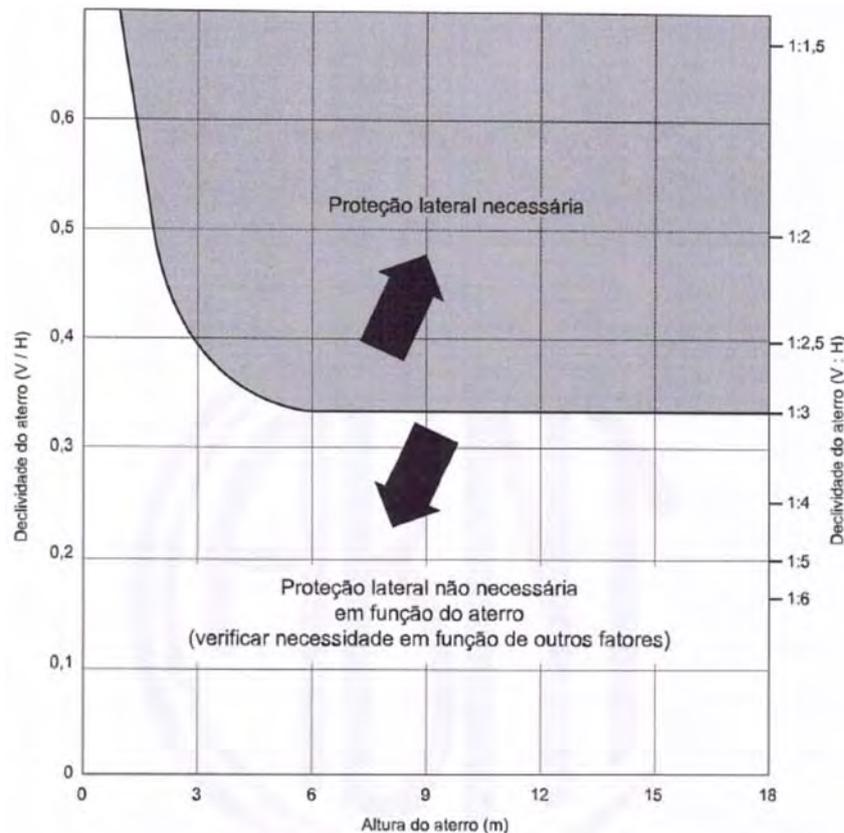
Para obstáculos isolados, o comprimento da defesa deve ser calculado para que intercepte a trajetória do veículo desgovernado, considerando um ângulo de saída de no máximo de 15°, conforme figura abaixo.



Fonte: NBR 15.486/2016

A altura dos taludes e a declividade lateral são os fatores básicos a serem considerados na determinação da necessidade de proteções laterais. Os aterros com mais de 1,5m de altura e com talude com declividade maior que 1:3, deverão ser tratados com defensas, em toda a extensão do talude crítico, de acordo com o item 4.2 da NBR 15.486/2016 apresentado abaixo:

### Necessidade de Proteção Lateral em Função do Talude



### 3.7.2 Conexões e terminais para defensas metálicas

O sistema de contenção deve ser introduzido e encerrado com segurança, de modo a minimizar os impactos dos veículos.

Para ser considerado seguro, um terminal não pode penetrar, fazer saltar ou capotar um veículo que impacte frontalmente ou em ângulo. O início do terminal deve estar apropriadamente ancorado para que possua as mesmas características de redirecionamento que o sistema de contenção a que está acoplado, quando impactado lateralmente, e ser capaz de desenvolver a tensão total para prover o redirecionamento.

Foram indicados dois tipos de terminais para as defensas, sendo o terminal abatido afastado enterrado no terreno e o terminal ancorado em talude.



Nos locais onde a velocidade diretriz indicada se compreende menor ou igual a 60km/h, a NBR 15.486/2016 permite que seja utilizado o terminal abatido afastado enterrado no terreno.

Nas situações onde a velocidade se indica maior ou igual a 60km/h, utiliza-se o terminal absorvedor de energia, seguindo as orientações da norma. Ressalta-se que a velocidade diretriz de projeto é de 40 km/h, dessa forma não há previsão para utilização desse tipo de dispositivo.

Sempre que possível, quando o dispositivo de contenção se encontra próximo a um talude de corte é permitido que se faça a ancoragem nesse talude, utilizando-se o terminal ancorado em talude de corte.

Os dispositivos de contenção lateral a serem implantados junto as cabeceiras da ponte sobre o Rio Jundiá estão contemplados no projeto, Entroncamento rodovia SC-492 - Divisa Bom Jesus do Oeste, sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Maravilha.

A execução das defensas metálicas deverá respeitar as disposições diretrizes da norma técnica “NBR 6971:2012 - Defensas Metálicas – Projeto e implantação”. A localização das defensas poderá ser visualizada através das plantas presentes no Volume 2.

### **3.7.3 Cercas**

Conforme informado no projeto geométrico, seguindo às orientações das Prefeituras Municipais de Maravilha e Bom Jesus do Oeste, o projeto teve como premissa causar o menor impacto possível aos terrenos atingidos. Entretanto, em diversos locais ao longo do projeto houve a necessidade de ajustes de terraplenagem, ora realizando escavação, ora realizando aterro. Em função disso os offset's, acabam adentrando as propriedades lindeiras, gerando a necessidade de remoção/remanejamento ou ainda a implantação de novas cercas delimitadoras de propriedades.

As cercas serão executadas em obediência ao padrão vigente do DEINFRA/SC, sendo constituídas por quatro fios de arame farpado n° 14 espaçados de 0,40m a partir de 0,10m do topo do suporte. O arame empregado para os fios horizontais deverá ser arame farpado de aço zincado, de dois fios, com características fixadas pelo nome NBR-6317 da ABNT.

Os moirões serão prismas de seção quadrada, de concreto armado, executados com concreto fck=15 MPa. Deverão ter ranhuras horizontais na face de concreto em contato com os fios de arame, de 1cm de largura, espaçadas de 0,35m a partir de 0,10m da extremidade superior.



Os moirões de suporte terão 9cm de lado com 2,10m de altura e serão armados longitudinalmente com quatro barras de aço CA-50, de diâmetro 4,8mm, dispostos junto aos vértices de seção transversal, com estribos de arame liso nº 14 a cada 0,35 m.

Os moirões esticadores terão 15cm de lado com 2,10m de altura e serão armados longitudinalmente com quatro barras de CA-60, de diâmetro 6,4 mm, dispostos junto aos vértices de seção transversal, com estribos de aço CA-60 de 4,8mm de diâmetro.

### **3.7.4 Recuperação de áreas degradadas**

A implantação do empreendimento irá gerar novas conformações paisagísticas marcadas pela presença de taludes desprovidos de cobertura vegetal sujeitos a processos erosivos, pela descaracterização do relevo e por alteração no curso da drenagem natural, entre outros efeitos ambientais. Para minimizar os impactos ocasionados será necessário promover a recomposição vegetal nos taludes onde ocorrerem serviços de terraplenagem.

As atividades de recomposição vegetal de áreas degradadas integram o local do canteiro de obras, os bota-foras, os empréstimos laterais, além dos taludes de corte e aterro e os canteiros das interseções.

- 18.574 m<sup>2</sup> de hidrossemeadura para bota-foras, canteiro de obras, taludes de corte e aterro e empréstimos laterais;
- 110 m<sup>2</sup> de grama em placa para os canteiros da interseção.

### **3.7.5 Passeios**

Na travessia urbana está sendo previsto a implantação de passeio para facilitar o deslocamento dos pedestres, já que nesses pontos há uma considerável movimentação de veículos e pessoas em função das casas que existem ao longo da travessia. Os passeios, projetados em ambos os lados da rodovia, apresentam espessura de 5cm de concreto (20Mpa) e 5cm de brita graduada, assentado sobre subleito compactado.

### **3.7.6 Remoção e realocação de rede de serviço público**

As interferências foram verificadas a partir dos levantamentos topográficos e cadastros de campo feitos pela equipe de topografia, além das observações realizadas através das visitas técnicas efetuadas pelos engenheiros da Consultora.



Especificamente em relação às redes de água e esgoto, observamos que a consultora entrou em contato com as Prefeituras Municipais de Maravilha/Bom Jesus do Oeste para solicitar os respectivos cadastros, a fim de considerar eventuais interferências com as obras projetadas.

Através do engenheiro Rogério, fomos informados que existe uma adutora de água implantada no lado esquerdo da pista existente, desde a ponte sobre o rio Jundiá, indo até as proximidades da estaca 240. A partir dessas informações nota-se que, em função das melhorias geométricas propostas, a referida adutora causará interferência durante as obras. Importante registrar que, de acordo com o engenheiro Rogério, não existe o cadastro (projeto As Built) da rede de água. Orienta-se que antes do início das obras seja realizado contato prévio com a empresa responsável pela adutora de água.

Ainda em relação as interferências com rede de serviço público, devido as melhorias geométricas projetadas na travessia urbana de Bom Jesus do Oeste, o segmento entre as estacas 399 e 444 contemplará seção transversal com 20 metros de largura, fazendo com que 16 (dezesesseis) postes de energia elétrica sejam atingidos e conseqüentemente tenham que ser remanejados.



## **3.8 Componente Ambiental**



### **3.8 Componente Ambiental**

O Componente Ambiental é apresentado separadamente, em anexo do Volume 1 – Memória Justificativa, mais especificamente no denominado **Anexo 1A – Componente Ambiental**.



### **3.9 Cadastro de Desapropriação**



### **3.9 Cadastro de Desapropriação**

O Cadastro de Desapropriação é apresentado em volume específico, denominado **Volume 5 – Cadastro de Desapropriação**.



## **4 ANEXOS**



## **4.1 Documentação do Contrato**



**CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº. 116/2021 DE 12 DE AGOSTO DE 2021  
PRIMEIRO TERMO ADITIVO AO CONTRATO Nº. 99/2021 DE 05 DE JULHO  
DE 2021.**

**CONTRATANTE: MUNICÍPIO DE BOM JESUS DO OESTE**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrito no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica sob o nº. 01.594.009/0001-30, com Prefeitura localizada à Avenida Nossa Senhora de Fátima, 120, Centro, nesse ato representado pelo Excelentíssimo Senhor Prefeito Airton Antonio Reinehr, brasileiro, casado, inscrito no Cadastro da Pessoa Física sob o nº. 569.504.709-91, residente e domiciliado à Rua Eduardo Sehnem, 365, Centro, no Município de Bom Jesus do Oeste - SC.

**CONTRATADA: ÚNICA CONSULTORES DE ENGENHARIA LTDA**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica sob o nº. 02.001.296/0001-90, localizada à Rua Miguel Daux, 105, Coqueiros, no Município de Florianópolis - SC, nesse ato representada pelo Senhor **GILBERTO BLEGGI DA SILVA**, brasileiro, casado, inscrito no Cadastro da Pessoa Física sob o nº. 637.048.389-34, residente e domiciliado à Rodovia Rafael da Rocha Pires, 4.003, Sambaqui, no Município de Florianópolis – SC.

As partes acima identificadas de comum acordo e com amparo legal na Lei Federal n. 14.133, de 1º de abril de 2021, c/c o Processo de Dispensa por Limite de Valor n. 1679/2021 (art. 75, I) e orçamento previamente apresentado, em regime de Empreitada por Preço Global, resolvem contratar o objeto do presente pelas seguintes cláusulas:

**CLÁUSULA PRIMEIRA – DA ALTERAÇÃO DO OBJETO**

Contratação de empresa especializada para execução de: a) Elaboração de projeto de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Bom Jesus do Oeste/SC até a divisa com o Município de Maravilha/SC, com uma extensão de aproximadamente de 6 km, compreendendo a elaboração dos seguintes projetos básicos: terraplenagem, obras de arte corrente e drenagem, pavimentação, sinalização, meio ambiente, desapropriação e obras complementares.

**CLÁUSULA SEGUNDA – DO ADITIVO DE VALOR A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS**

Fica aditivado o valor de R\$ 18.000,00 (dezoito mil reais), passando o novo valor do contrato para R\$ 99.500,00 (noventa e nove mil e quinhentos reais), pelos serviços no Município de Bom Jesus do Oeste – SC, bem como, no escritório sede da empresa, no Município de Florianópolis – SC, a razão da adição de valores se dá pela razão que a empresa elaborara o projeto de engenharia não mais o anteprojeto de engenharia, o qual não vinha mais sendo aceito pelo estado para a liberação de recursos.



### **CLAUSULA TERCEIRA – PRAZO**

Fica aditivado o prazo de 90 (noventa) dias, passando para o prazo final de conclusão um total de 150 (cento e cinquenta) dias, contados a partir da Ordem de Serviço.

### **CLAUSULA QUARTA– FORMA DE PAGAMENTO**

Fica alterada a forma de pagamento, passando a ser efetuado da seguinte forma:

- 20% com a entrega do Relatório de Andamento 1
- 25% com a entrega do Relatório de Andamento 2
- 25% com a entrega do Relatório de Andamento 3
- 30% com a entrega do Final do Projeto

### **CLAUSULA QUINTA - DAS CONDIÇÕES GERAIS**

Ficam mantidas e ratificadas as demais cláusulas do contrato administrativo nº. 099/2021 de 05 de julho de 2021, ora aditado.

E por assim acordos estarem, assinam o presente termo aos representantes das partes contratantes, juntamente com as testemunhas abaixo.

MUNICIPIO DE BOM JESUS DO OESTE, Estado de Santa Catarina, aos 12 de agosto de 2021.

#### **IVANOR BELOLLI**

Prefeito em exercício do Município de Bom Jesus do Oeste/SC

#### **ÚNICA CONSULTORES DE ENGENHARIA LTDA**

Gilberto Bleggi da Silva

#### **Testemunhas:**

##### **1. ELTON HENRIQUE DA SILVA**

Secretário do DMER

##### **2. SIDNEI LUIZ WALKER**

Secretário de Administração e Fazenda



## **4.2 Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)**



1. Responsável Técnico

**PAULO HENRIQUE QUIUMENTO VELLOSO**

Título Profissional: Engenheiro Civil

RNP: 2503048510  
Registro: 082750-0-SC

Empresa Contratada: UNICA CONSULTORES DE ENGENHARIA LIMITADA

Registro: 047273-0-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Oeste/SC  
Endereço: Av. Nossa Sra. de Fátima

CPF/CNPJ: 01.594.009/0001-30  
Nº: 120

Complemento:

Bairro: centro

Cidade: BOM JESUS DO OESTE

UF: SC

CEP: 89873-000

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 99.500,00

Honorários:

Ação Institucional:

Contrato: 116/2021 Celebrado em: 05/07/2021

Vinculado à ART:

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Oeste/SC  
Endereço: Bom Jesus do Oeste até divisa com Maravilha

CPF/CNPJ: 01.594.009/0001-30  
Nº: s/n

Complemento:

Bairro: s/b

Cidade: BOM JESUS DO OESTE

UF: SC

CEP: 89873-000

Data de Início: 07/07/2021

Data de Término: 07/02/2022

Coordenadas Geográficas:

Código:

Finalidade:

4. Atividade Técnica

Coordenação

Projeto

Estudo

**Rodovia**

Dimensão do Trabalho:

6,00

Quilômetros(s)

5. Observações

Projeto executivo de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Bom Jesus do Oeste/SC até a divisa com o Município de Maravilha/SC, com extensão de aproximadamente de 6,00 km

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das 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 15/09/2021: TAXA DA ART A PAGAR  
Valor ART: R\$ 233,94 | Data Vencimento: 27/09/2021 | Registrada em: 15/09/2021  
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número: 14002104000442995

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, 15 de Setembro de 2021

PAULO HENRIQUE QUIUMENTO VELLOSO

007.773.759-82

Contratante: Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Oeste/SC

01.594.009/0001-30



## **5 TERMO DE ENCERRAMENTO**

## 5. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente documento, intitulado **Volume 1 – Memória Justificativa** é parte integrante do **Projeto Executivo de engenharia para implantação de pavimentação asfáltica entre Bom Jesus do Oeste/SC até a divisa com o Município de Maravilha/SC, com extensão de, aproximadamente, de 6,0 km, desenvolvido através do Contrato Administrativo n. 116/2021, firmado entre a Prefeitura de Bom Jesus do Oeste e a empresa Única Consultores de Engenharia Ltda., sendo composto por 189 (cento e oitenta e nove) páginas, as quais foram numeradas sequencialmente.**



---

Eng.º Paulo Henrique Quiumento Velloso

Coordenador Geral

CREA/SC 082.750-0

Florianópolis, novembro de 2021