



**Identificação de Sistemas de Pesagem em Movimento**  
Convênio TT 102/2007

**OBRAS CIVIS – Volume 2**  
**Memória Justificativa do Projeto Básico da Pista Experimental**

Dezembro de 2008

**DNIT** Departamento Nacional de  
Infra-Estrutura de Transportes



Laboratório de Transportes e Logística



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA**

**NEP**

Núcleo de Estudos de Pesagem

---

Convênio 102/2007 DNIT / UFSC  
**IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PESAGEM EM MOVIMENTO**

**FICHA TÉCNICA**

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT**

Luiz Antonio Pagot  
Diretor Geral DNIT

Hideraldo Luiz Caron  
Diretor de Infra-Estrutura Rodoviária

Luiz Cláudio dos Santos Varejão  
Coordenador Geral de Operações Rodoviárias

João Batista Berretta Neto  
Coordenador de Operações

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL/DNIT/SC**

João José dos Santos  
Superintendente Regional de Santa Catarina

Edemar Martins  
Supervisor de Operações

Névio Antônio Carvalho  
Área de Engenharia e Segurança de Trânsito

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

Alvaro Toubes Prata  
Reitor

Carlos Alberto Justo da Silva  
Vice-Reitor

Edison da Rosa  
Diretor do Centro Tecnológico

Antonio Edésio Jungles  
Chefe do Departamento de Engenharia Civil

**LABORATÓRIO DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA - LABTRANS**

Amir Mattar Valente, Dr.  
Supervisor do Laboratório – LABTRANS/UFSC

**NÚCLEO DE ESTUDOS DE PESAGEM**

**EQUIPE TÉCNICA**

Valter Zanela Tani, Dr.  
Hélio Goltsman, Eng°. Eletrônico  
Márcio Roberto de Lima Paiva, Dr.  
Fernando da Rocha Pantoja, PhD.  
Flavio De Mori, Dr.  
Gustavo Garcia Otto, Eng°. Civil

**EQUIPE DE APOIO**

Daniel Moura Aragão, Administrador

---

---

**APRESENTAÇÃO**

---

## Apresentação

As Obras Civis necessárias a realização do experimento do projeto de Identificação de Sistemas de Pesagem em Movimento com Múltiplos Sensores, objeto do convênio TT 102/2007 firmado entre o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT e Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, demandaram a execução dos seguintes serviços:

- ⊙ Projeto Básico de Execução da Pista Experimental;
- ⊙ Memória Justificativa do Projeto Básico da Pista Experimental;
- ⊙ Orçamento do Projeto Básico da Pista Experimental;
- ⊙ Projeto de Sinalização da Pista Experimental: melhorias e orçamento;
- ⊙ Acompanhamento das Obras de Ampliação e Adequação da Pista Experimental;
- ⊙ Abrigo dos Sistemas de Coleta e Armazenamento de Dados

Estes serviços estão apresentados, respectivamente, nos Volumes de 1 a 6 do relatório Obras Civis. Os Volumes 1, 2 e 3 apresentam um conjunto de informações necessárias as obras de construção da pista experimental. Já o Volume 4 apresenta as melhorias e o novo orçamento do projeto de sinalização rodoviária da pista. Por sua vez o Volume 5 relata as visitas de acompanhamento das obras de construção da pista experimental e apresenta os ensaios e controle de obras dos materiais empregados no processo construtivo. Finalizando, o Volume 6 apresenta o projeto para a construção do abrigo dos sistemas de armazenamento de dados da pesagem dinâmica.

A construção da pista experimental para a realização de pesquisas de diferentes tecnologias para pesagem em movimento utilizando múltiplos sensores e do abrigo dos sistemas estão localizados:

Rodovia: BR-101/SC  
Trecho: Divisa PR/SC – Divisa SC/RS (Rio Mampituba)  
Segmento: Km 417,9 ao km 418,8  
PNV: 101BSC4270  
Lote: 29/SC

O Volume 2 – Memória Justificativa do Projeto Básico das obras civis contém as informações dos procedimentos adotados que justificam os dados de projeto adotados. Neste documento estão:

- ⊙ As justificativas e objetivos;
- ⊙ Os estudos:
  - Tráfego;
  - Topográficos;
  - Geológicos;
  - Geotécnicos;
  - Hidrológicos;
- ⊙ Os Projetos:
  - Geométrico;
  - Terraplenagem;
  - Pavimentação;
  - Sinalização;
  - Defensas.

## ÍNDICES

---

# ÍNDICE

Folha

<b><u>1.</u></b>	<b><u>APRESENTAÇÃO</u></b>	<b><u>4</u></b>
1.1.	ASPECTO	5
1.2.	JUSTIFICATIVA	7
1.3.	OBJETIVOS	8
1.4.	DURANTE A EXECUÇÃO	8
<b><u>2.</u></b>	<b><u>ESTUDOS</u></b>	<b><u>9</u></b>
2.1.	ESTUDOS DE TRÁFEGO	11
2.2.	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	24
2.3.	ESTUDOS GEOLÓGICOS	28
2.4.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	35
2.5.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	60
<b><u>3.</u></b>	<b><u>PROJETOS</u></b>	<b><u>69</u></b>
3.1.	PROJETO GEOMÉTRICO	71
3.2.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	77
3.3.	PROJETO DE DRENAGEM	82
3.4.	PROJETO PAVIMENTAÇÃO	88
3.5.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	93
3.6.	PROJETO DE DEFENSAS	96

## **1. APRESENTAÇÃO**

---

## 1.1. ASPECTO

CONSULTORA: **NEP – NÚCLEO DE ESTUDOS DE PESAGEM.**  
VOLUME: **3 - MEMÓRIA JUSTIFICATIVA – ACESSO AO POSTO DE PESAGEM**

PROJETO: **PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA – ACESSO AO POSTO DE PESAGEM**

RODOVIA: **BR-101/SC**  
TRECHO: **DIVISA PR/SC – DIVISA SC/RS (RIO MAMPITUBA)**  
SEGMENTO: **Km 417,9 Km 418,9**  
PNV: **101 BSC 4270**  
LOTE: **29/SC**

# MAPA DE SITUAÇÃO

## ACESSO AO POSTO DE ARARANGUÁ



Acesso ao Posto de Pesagem em Araranguá



## 1.2. JUSTIFICATIVA

Visando melhorar as condições das rodovias brasileiras e o controle na aferição de peso e dimensões de veículos de cargas, será testado na região de Araranguá um sistema que realiza estas medições a altas velocidades. Para que seja possível a implantação desta nova tecnologia, será construído um Acesso (alternativo) ao Posto de Pesagem, que funcionará exclusivamente para testes destas novas tecnologias.

Com base no projeto de duplicação da BR-101, a nova pista será destinada apenas ao uso de veículos de cargas. Com uma extensão de aproximadamente 600 metros será executadas toda em concreto asfáltico.

Diferentemente do que acontece hoje em dia, a implantação das novas tecnologias de pesagem em movimento levam em conta outros parâmetros importantes na destruição do pavimento, tais como o tipo de suspensão dos veículos. A pesagem estática não leva em consideração a dinâmica veículo/pavimento e, portanto, não capta a totalidade do efeito destes veículos no pavimento.

A independência do novo acesso em relação à pista duplicada é de fundamental importância. Como a faixa será de uso exclusivo para pesagem em movimento, poderá entrar em manutenção sem interferir no funcionamento do posto, e sem interferir no fluxo da rodovia. A funcionalidade do posto não é afetada, pois a atual agulha de entrada será mantida.

A construção do novo acesso se deve principalmente à instalação de equipamentos que necessitam de um pavimento livre de imperfeições e irregularidades. Durante a construção os equipamentos serão instalados e suas leituras deverão ser coletadas após a liberação da pista ao tráfego.

### **1.3. OBJETIVOS**

Através do convênio entre UFSC/DNIT será realizada a pesquisa que possui por objetivo principal a criação de um acesso independente, para testes de equipamentos capazes de medir pesos à velocidades elevadas.

### **1.4. DURANTE A EXECUÇÃO**

Para complementar o objetivo do estudo, relativo ao convênio UFSC/DNIT, observa-se a necessidade de instalação de sensores durante o processo de execução da estrutura do pavimento. Na interface de cada camada do pavimento (subleito/sub-base; sub-base/base; base/capa CBUQ) será posicionado sensores. Cujas responsabilidades estão a cargo do Núcleo de Estudos de Pesagem (NEP – UFSC).

## **2. ESTUDOS**

---

## **ESTUDOS DE TRÁFEGO**

---

## **2.1. ESTUDOS DE TRÁFEGO**

### **2.1.1. Introdução**

A finalidade dos Estudos de Tráfego é obter, por meio de métodos sistemáticos de coleta de dados, informações de cunho importante ao conhecimento do volume e composição da frota de veículos que trafegam pela via em estudo.

Em anexo a estas pesquisas, que fornecem os dados sobre o tráfego atual, e por meio de aplicações de fórmulas e estudos aprofundados, obtém-se o prognóstico da futura demanda de tráfego.

### **2.1.2. Características de Volume de Tráfego**

O volume de tráfego, que uma via apresenta como principal características que interessam ao projetista é a variação no espaço e no tempo. A variação espacial evidencia-se na distribuição desigual dos veículos nas faixas de tráfego, no caso de vias com quatro ou mais faixas, e na distribuição na quantidade de veículos em um sentido em relação ao sentido oposto da mesma via.

O volume de tráfego não se mostra uniformemente distribuído ao longo do dia e apreciação mais atenta torna patente a sua variação temporal que é distinta entre meses do ano, entre semanas do mês, entre dias da semana e mesmo entre intervalos de hora dentro da hora.

### **2.1.3. Características de Velocidade**

A qualidade do deslocamento de um veículo ao longo de uma via pode ser avaliada em função da velocidade que esse deslocamento se realiza ou em função de sua recíproca, o tempo de viagem.

As variáveis que influenciam a velocidade de um veículo podem ser associadas, entre outras causas, ao motorista, ao veículo, às condições de trânsito, à rodovia e às condições climáticas.

Os estudos de trânsito conduziram ao estabelecimento de vários tipos de velocidade de veículos que participam do fluxo viário e que são definidas a seguir:

- *Velocidade de Projeto*: é a velocidade selecionada para fins de projeto e correlações com os elementos de uma via, tais como curvatura, superelevação, distância de visibilidade e, sobretudo com aqueles em que a segurança dos usuários está vinculada;
- *Velocidade de Operação*: é a maior velocidade que um motorista pode viajar em dada via sob as condições existentes de tráfego sem que sejam excedidas, em nenhum momento, as velocidades seguras definidas pela velocidade de projeto, segmento por segmento;
- *Velocidade de Marcha*: é a velocidade de trânsito de veículos ou de uma determinada classe, em um segmento viários, ou seja, a distância percorrida pelos veículos dividida pelo intervalo de tempo consumido no percurso;
- *Velocidade Média de Marcha*: é o resultado da soma das distâncias percorridas pelo veículo dividida pela soma dos tempos consumidos no percurso.

#### **2.1.4. Níveis de Serviço**

Para as análises de capacidade foram identificadas as condições de operações que caracterizam seis Níveis de Serviços conforme metodologia adotada. As condições de liberdade operacional do tráfego podem ser consideradas iguais aos Níveis de Serviço A, B, C, D, E e F.

#### **2.1.5. Previsão da Demanda**

A metodologia para a determinação da atual e futura demanda de tráfego consiste basicamente na obtenção de alguns parâmetros, sendo eles:

- Volume Diário Médio Anual - VDMA;
- Volume Horário de Projeto - VHP;
- Volume Horário de 5 minutos;
- Taxa de Crescimento do Tráfego.

##### **2.1.5.1. Volume Diário Médio Anual**

O VDMA, Volume Diário Médio Anual, representa a média diária de veículos que utilizam uma determinada via ao longo de um ano. Esse número é na realidade um

conceito estatístico e identifica a média, isto é, a quantidade média provável de veículos por dia ao longo de um ano. A sua determinação é feita a partir de contagens efetuadas em períodos curtos e a expansão dos volumes é realizada com base em coeficientes de sazonalidade horária, semanal e mensal obtidos a partir de medições de tráfego realizadas em postos de contagens instalados na região.

O VDMA é determinado por meio da expressão:

$$VDMA = \frac{VD}{Ch \cdot Cs \cdot Cm}$$

onde:

VDMA = Volume diário médio anual

VD = Volume médio obtido na contagem de tráfego

Ch = Coeficiente de sazonalidade horária

Cs = Coeficiente de sazonalidade semanal

Cm = Coeficiente de sazonalidade mensal

#### **2.1.5.2. Volume Horário de Projeto**

O VHP, Volume Horário de Projeto é a intensidade de tráfego utilizada para a verificação da capacidade ao fluxo de veículos e, conseqüentemente, dimensionar a via, interseções e seus dispositivos. Para este trabalho, foi considerado o VHP como o correspondente a enésima hora de tráfego mais intenso no transcorrer de um ano.

A curva ajustada à série de pontos representados pelo par de coordenadas, hora de maior volume de tráfego no ano - coeficiente K apresenta ponto de inflexão com o menor raio de curvatura; a hora correspondente a este ponto é a enésima hora e o coeficiente K, o de projeto. A enésima hora referida, geralmente, é a 30ª, hora mais trafegada no ano.

O VHP é determinado pela expressão:

$$VHP = K \cdot VDMA$$

### **2.1.5.3. Volume Horário de 5 Minutos**

A habilidade de uma via ou uma interseção em acomodar satisfatoriamente, na concepção do usuário, determinando volume de tráfego depende não só da demanda, expressa em volume por hora, mas principalmente das flutuações de volume de curta duração dentro da hora no que diz respeito às magnitudes e seqüências dessas flutuações.

O volume Horário de 5 Minutos é determinado por meio da expressão:

$$VH_5 = \frac{VH}{12 \times FPH}$$

Onde:

VH5 = Volume Horário de 5 Minutos.

FPH = Fator de Pico Horário.

VH = Volume Horário.

### **2.1.5.4. Projeção de Tráfego**

As taxas de crescimento do tráfego são obtidas de estudos sócio-econômicos das regiões de origem e destino das viagens, proporcionalmente à participação no volume de veículos. Outro procedimento seria a obtenção das taxas pela análise da série histórica.

As projeções são realizadas pela aplicação da expressão:

$$V_n = V_0 (1 + i)^n$$

Onde:

Vn = Volume de tráfego no ano n.

Vo = Volume de tráfego no ano-base.

i = Taxa de crescimento de tráfego.

n = Número de anos transcorridos após o ano base.

## **2.1.6. Metodologia Empregada**

### **➤ Dados de Tráfego Existentes**

Com o objetivo de reunir dados disponíveis que pudessem formar um banco de dados conhecidos e confiáveis que permitisse identificar o comportamento do tráfego na região e facilitar a elaboração do Plano de contagem complementar, foi realizada uma pesquisa.

### **➤ Dados Disponíveis**

1. DNIT mantém um posto de contagem permanente próximo ao posto de Polícia Rodoviária no km 417,0
2. km 417,0 localiza-se no meio do segmento (km 418,0) correspondente ao Lote 09;
3. Contagem de Classificação de Veículos por número de eixos realizada em junho 1997:
  - por dia de semana e por sentido;
  - por faixa horária, por sentido e por dia da semana;
4. Contagem de Volume em 1994 e em 1995:
  - por mês e por sentido;
  - por faixa horária, por mês e por sentido;
  - por mês e por dia da semana;
5. Contagem de Volume em 1996 e em 1997, por mês;
6. Determinação de Volumes Horários Máximos para os anos de 1994, 1995 e 1996;
7. Dados de pesagens na Balança existente no km 418,0;

Apresenta-se nas Figuras 1 e 2, mapas com a posição dos locais de pesquisa de tráfego (postos de contagem) correspondente aos dados disponibilizados considerados.

Figura 1 - Mapa de Localização dos Postos das Pesquisas Volumétrica Classificatória.

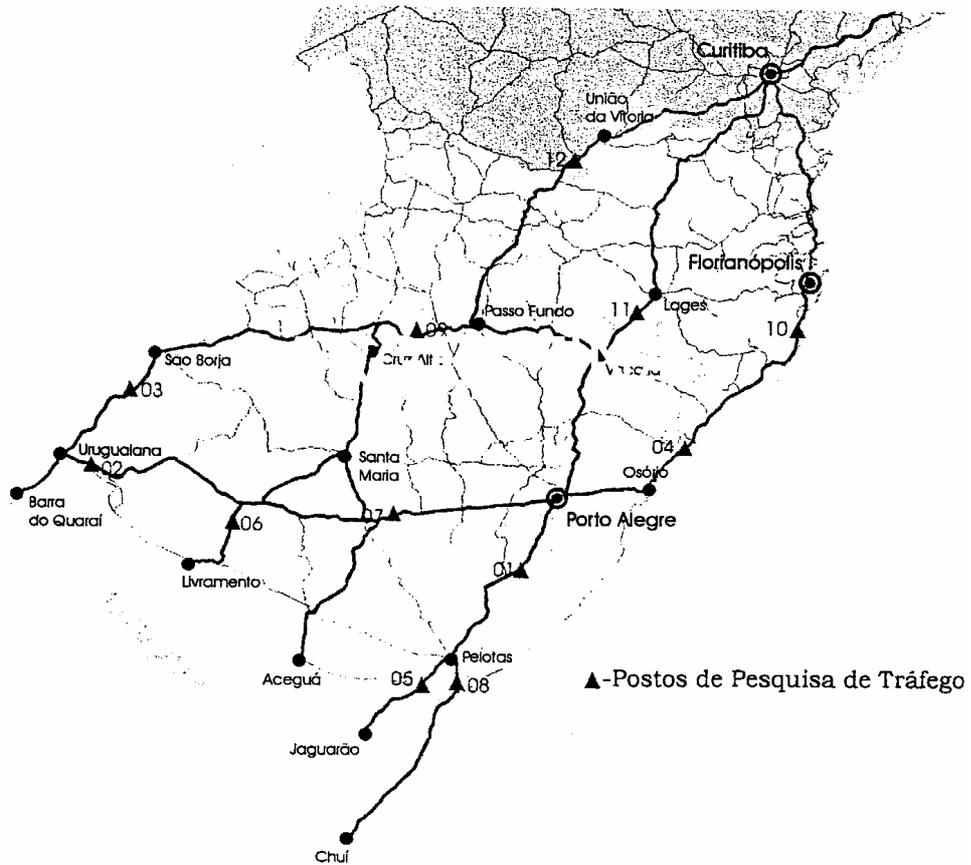
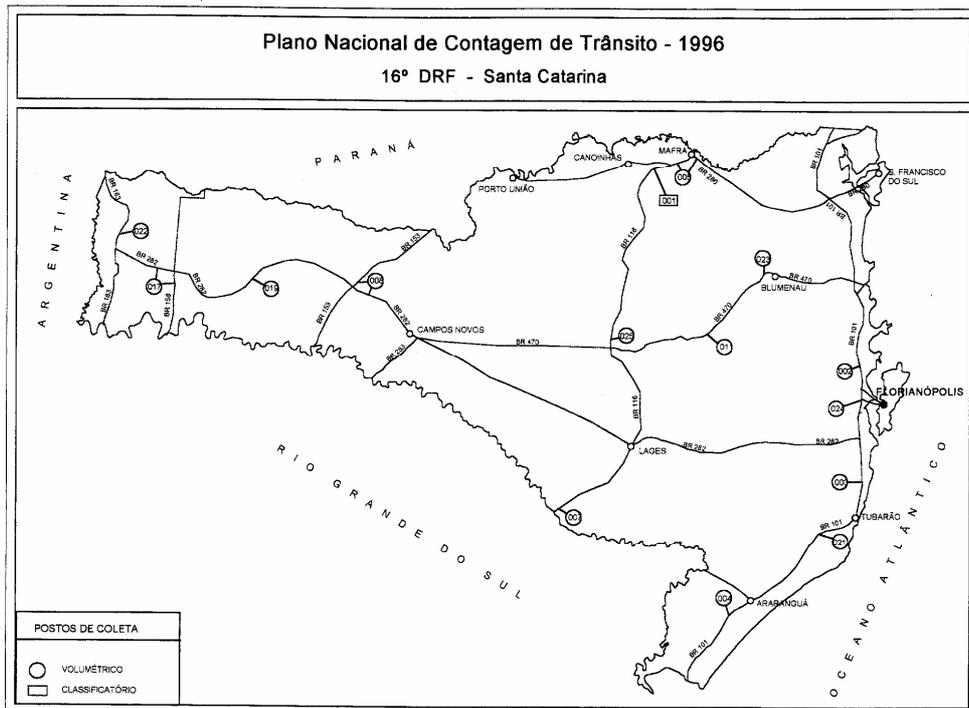


Figura 2 - Mapa do Plano de Contagem de Tráfego em Santa Catarina.



### **2.1.7. Plano de contagem de campo**

O plano apresentado contemplou a proposição da contagem volumétrica classificatória em campo, para a correta mensuração do tráfego pesado no segmento da rodovia.

Considerando-se os dados existentes disponibilizados e pesquisados, foi proposto esse Plano de Contagem, com a certeza de sua suficiência, para a precisa avaliação do tráfego incidente no segmento supra referido.

A disponibilidade de dados facilitou em muito a formulação do Plano, pois permitiu a determinação de fatores de Correção e de Fatores de Expansão.

O Plano de Contagem de Tráfego proposto e aceito, contemplou a implementação das pesquisas de campo abaixo descrita, cujo croqui de localização dos postos de contagem apresenta-se exposto na Figura 3.

#### **➤ Contagem Volumétrica Classificatória Direcional**

Contagens de 24 horas diárias por um período de 3 dias consecutivos (Quarta-feira, Quinta-feira e Sexta-feira) em uma interseção de 4 ramos ou 3 ramos, classificando os veículos em automóveis, ônibus e caminhões.

Postos de contagem:

- DR1 - km 412,2 (trevo principal de Araranguá e que coincide com o ponto de interseção da BR-101 com a SC-449);
- DR2 - km 426,8 (trevo de acesso a Turvo - entroncamento da BR-101 com a SC-285);

#### **➤ Contagem Volumétrica Classificatória Segmento**

Estas contagens seguem o mesmo procedimento do item anterior, com a diferença de se tratar de contagem em duas direções.

Postos de contagem:

- SG1 - km 418,0 - em frente à Balança do DNIT;
- SG2 - km 436,5 - perímetro urbano de Sombrio;

### 2.1.8. Determinação do tráfego médio diário anual (TMDA)

O Tráfego Médio Diário Anual - TMDA para o ano de 1998 foi determinado a partir das pesquisas de campo realizadas. Algumas contagens foram realizadas durante 3 dias de 24 horas diárias e outras, de apenas uma ou duas horas.

As contagens de 24 horas foram corrigidas através de dois fatores de correção:

- FCM - Fator de Correção do Mês de realização da pesquisa;
- FCS - Fator de Correção do dia da Semana.

Esses fatores foram obtidos das contagens realizadas pelo DNIT nos Postos 03 e 21 (média de ambos), do Plano Nacional de Contagem de Trânsito (dados disponibilizados). Os Fatores obtidos e utilizados foram:

- FCM = 1,247;
- FCS - quarta feira = 0,918;
- FCS - quinta feira = 0,870;
- FCS - sexta feira = 1,135;

Nas contagens de uma hora foram utilizados três fatores de correção:

- FCM - Fator de Correção do Mês de realização da pesquisa;
- FCS - Fator de Correção do dia da Semana;
- FCH - Fator de Correção do Horário da Pesquisa.

Os Fatores de Correção Mensal e Semanal foram os mesmos supracitados. Para o Fator de Correção Horária, cada posto teve seu próprio fator calculado de acordo com os postos DR1 ou DR2. Os dados de veículos foram transformados em TMDA, aplicando-se os fatores de correção acima mencionados.

O tráfego determinado pelo IME no Estudo de Pré-Viabilidade, leva em consideração análise dos dados existentes das contagens realizadas no Plano Nacional de Contagens de Trânsito e contagens complementares efetuadas. Considera ainda, o desvio do tráfego da BR 116 e a geração de tráfego do Mercosul.

As pesquisas realizadas apontaram tráfego muito semelhante ao considerado pelo IME, razão pela qual se optou pela utilização daquele determinado no Estudo de Pré-Viabilidade para o tráfego do segmento.



### 2.1.9. Determinação do tráfego futuro

O tráfego futuro foi determinado pela composição:

- Tráfego normal com crescimento natural;
- Tráfego desviado em função das melhorias efetuadas, principalmente com a duplicação;
- Tráfego decorrente do aumento de intercâmbio com os países do Mercosul.

As pesquisas efetuadas determinaram apenas o tráfego normal.

Com base no tráfego do ano base foi projetado o tráfego para o período de projeto de 10 anos (2003 – 2012), considerando-se uma taxa de crescimento anual de 3,8%.

Apresenta-se na Tabela 1 a planilha com a projeção do TDMA, calculada conforme os critérios supra-referidos.

**Tabela 1 - Projeção de Tráfego.**

Ano	Trecho: Araranguá - Ermo						
	CP	ON	Caminhões			Soma dos CM	Total dos veículos
			2 eixos	3 eixos	articulado		
2003	10257	578	921	2897	2610	6428	17263
2004	10647	599	956	3007	2709	6672	17919
2005	11052	622	993	3122	2812	6926	18600
2006	11472	646	1030	3240	2919	7189	19306
2007	11908	670	1069	3363	3029	7462	20040
2008	12360	696	1110	3491	3145	7746	20802
2009	12830	722	1152	3624	3264	8040	21592
2010	13317	750	1196	3762	3388	8346	22413
2011	13823	778	1241	3904	3517	8662	23263
2012	14349	808	1288	4053	3651	8992	24149

### 2.1.10. Determinação do parâmetro “N”

O Número “N” – Equivalente de Operações do Eixo Padrão (8,2 toneladas) foi determinado através da seguinte expressão:

$$N = 365 \times TMDA \times \overline{FV} \times FR \times FD$$

Onde,

365 = número de dias de um ano

TMDA = Tráfego Médio Diário Anual na rodovia (ônibus e caminhões)

FV = Fator de Veículos ponderado

FR = Fator Climático Regional (adotado = 1,0, conforme observação Apostila “TRÁFEGO” do Módulo I - Fundamentos - Prof. Marcílio Augusto Neves do Curso de Pós-Graduação em Pavimentação - Faculdade de Engenharia e Arquitetura da FUMEC - edição 1997.

FD = Fator Direcional (32% para carros de passeio e 45% para veículos comerciais, por ser pista dupla)

A expressão acima é decorrente do “Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis” do DNIT, elaborado em 1966 pelo Engenheiro Murilo Lopes de Souza e revisto em 1971.

Os fatores de veículos foram calculados a partir da campanha de pesagem realizada na própria rodovia sem consideração dos excessos de carga permitidas pela Resolução n.º 12/98 acrescidas de 7,5 %.

Os fatores de veículos considerados foram os seguintes:

**Tabela 2 - Fatores de veículos Individuais (AASHTO).**

VEÍCULO	PERCENTUAL %		FATOR DE VEÍCULO
	(1)	(2)	
Caminhão simples (2C)	13,1	14,0	0,12
Ônibus (2C)	8,2	8,3	0,28
Caminhão duplo (3C)	41,4	41,8	1,30
Reboque e semi-reboque (2S3, 3S3, 2S2, 3S2, 2C2 e 2S1)	37,3	35,9	2,85

**Tabela 3 - Fatores de Veículos Individuais (USACE).**

VEÍCULO	PERCENTUAL %		FATOR DE VEÍCULO
	(1)	(2)	
Caminhão simples (2C)	13,1	14,0	0,12
Ônibus (2C)	8,2	8,3	0,30
Caminhão duplo (3C)	41,4	41,8	6,29
Reboque e semi-reboque (2S3, 3S3, 2S2, 3S2, 2C2 e 2S1)	37,3	35,9	15,10

(1) Trecho: Araranguá – Ermo

(2) Trecho: Ermo - Sombrio

**2.1.11. Cálculo do Fator de Veículos Ponderado**

$$\overline{FV}(USACE) = \frac{578 \times 0,30 + 921 \times 0,14 + 2897 \times 6,29 + 2610 \times 15,10}{7006}$$

$$\overline{FV}(USACE) = 8,27$$

$$\overline{FV}(AASHTO) = \frac{578 \times 0,28 + 921 \times 0,12 + 2897 \times 1,30 + 2610 \times 2,85}{7006}$$

$$\overline{FV}(AASHTO) = 1,64$$

A seguir são apresentadas planilhas com o cálculo do número “N” para o período de projeto (2003 – 2012).

**Tabela 4 – Número N para Projeto pela USACE e AASHTO.**

Ano	USACE		AASHTO	
	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
2003	9,52x10 <sup>6</sup>	9,52 x10 <sup>6</sup>	1,89 x10 <sup>6</sup>	1,89 x10 <sup>6</sup>
2004	9,88x10 <sup>6</sup>	1,94 x10 <sup>7</sup>	1,96 x10 <sup>6</sup>	3,85 x10 <sup>6</sup>
2005	1,03 x10 <sup>7</sup>	2,97 x10 <sup>7</sup>	2,04 x10 <sup>6</sup>	5,89 x10 <sup>6</sup>
2006	1,07 x10 <sup>7</sup>	4,04 x10 <sup>7</sup>	2,11 x10 <sup>6</sup>	8,00 x10 <sup>6</sup>
2007	1,10 x10 <sup>7</sup>	5,14 x10 <sup>7</sup>	2,19 x10 <sup>6</sup>	1,02 x10 <sup>7</sup>
2008	1,15 x10 <sup>7</sup>	6,29 x10 <sup>7</sup>	2,28 x10 <sup>6</sup>	1,25 x10 <sup>7</sup>
2009	1,19 x10 <sup>7</sup>	7,48 x10 <sup>7</sup>	2,36 x10 <sup>6</sup>	1,48 x10 <sup>7</sup>
2010	1,23 x10 <sup>7</sup>	8,71 x10 <sup>7</sup>	2,45 x10 <sup>6</sup>	1,73 x10 <sup>7</sup>
2011	1,28 x10 <sup>7</sup>	9,99 x10 <sup>7</sup>	2,55 x10 <sup>6</sup>	1,98 x10 <sup>7</sup>
2012	1,33 x10 <sup>7</sup>	1,13 x10 <sup>8</sup>	2,64 x10 <sup>6</sup>	2,25 x10 <sup>7</sup>

## **ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

---

## **2.2. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

### **2.2.1. Considerações Gerais**

O Estudo Topográfico teve por finalidade fornecer a base cartográfica necessária à elaboração do Projeto do Acesso ao Posto de Pesagem, localizada próximo à Araranguá.

### **2.2.2. Extremidades do Segmento**

O acesso ao posto teve seu início no PP=5+600 e o seu fim no PF = estaca 6+519,67 localizado, estaqueamento baseado no projeto de duplicação da Br-101 já existente para este lote.. A extensão total do trecho resultou em 919,67 metros.

### **2.2.3. Levantamentos de Campo**

Tendo como base os marcos implantados ao longo do trecho, relacionados no final deste Estudo, foram implantadas poligonais de apoio para o levantamento planialtimétrico. Os marcos utilizados nas poligonais possuem coordenadas determinadas por GPS e nivelamento geométrico referenciado a rede do IBGE.

A partir das poligonais, foi executado levantamento planialtimétrico por meio de irradiação. A altimetria desenvolveu-se de forma a caracterizar uma nuvem de pontos cotados na área de interesse, identificando todos os pontos notáveis na área: estradas, bueiros, espigões, talvegues, meios-fios e divisas de propriedades.

### **2.2.4. Nivelamento e Contranivelamento**

Foram nivelados e contranivelados todos os pontos, da poligonal e auxiliares, utilizados para as irradiações. O nivelamento foi referenciado a rede do IBGE.

No segmento correspondente o eixo foi locado de 20 em 20 m, a partir do qual foram levantadas as seções transversais a nível. No segmento correspondente à Linha Geral as seções transversais foram geradas a partir da planimetria.

### **2.2.5. Implantação de Referências de Nível**

Foi realizada a implantação de uma referência de nível de concreto, as quais estão relacionadas em ordem crescente no final deste estudo.

### 2.2.6. Levantamentos Planialtimétricos

Foram levantados planos cotados com malha de 20 m ou menos conforme as necessidades do estudo nos locais de interseções, de

conexões com ruas e de jazidas, abrangendo áreas de levantamentos necessárias à compatibilidade dos detalhes dos estudos executados.

### 2.2.7. Batimetrias

Para complementação dos estudos hidrológicos desenvolvidos foram determinadas por nivelamento geométrico as cotas de máxima cheia, cotas a montante e a jusante da ponte existente com finalidade de se obter a declividade da lâmina d'água.

### 2.2.8. Tolerâncias

**Tabela 5 - Tabela de Tolerâncias.**

	TOLERÂNCIAS
Distâncias	$td \geq 0,5 k$
Ângulos	$tx \leq 3\Delta\sqrt{n}$
Nivelamentos	$t_{hu} \geq 2 \text{ cm/km}$
	$t_{ha} \leq 12,5 \sqrt{k}$

Onde,

$td$  = tolerância em metros

$tx$  = tolerância em segundos

$t_{hu}$  = tolerância máxima em um quilômetro

$t_{ha}$  = tolerância máxima acumulada em milímetros

$k$  = distância medida ou nivelada em quilômetros

$\Delta$  = erro médio cometido na medida de um ângulo (20'')

$n$  = número de estações e transposições do aparelho

Segue, abaixo, relação dos marcos, coordenadas LTM, ao longo do trecho levantado:

**Tabela 6 - Relação dos marcos no trecho de instalação .**

<b>MARCO</b>	<b>COORDENADA ESTE</b>	<b>COORDENADA NORTE</b>	<b>COTA</b>
M453	197133,751	1793674,993	
M454	195860,735	1792369,993	27,0449

**Tabela 7 – Relação dos pontos das poligonais.**

<b>ESTAÇÃO</b>	<b>COORDENADA ESTE</b>	<b>COORDENADA NORTE</b>
E7	197789,730	1794468,534
E8	197101,152	1793704,147
E9	196496,468	1793034,517
E10	196173,858	1792699,680

**Tabela 8 – Relação de referencias de nível.**

<b>RN</b>	<b>ESTACA</b>	<b>DISTÂNCIA AO EIXO</b>	<b>LADO</b>	<b>COTA</b>
24V	5+000	39,50	LD	16,848
12	6+016,18	29,71	LD	26,651
13	6+500	24,71	LE	27,087
14	7+004,90	31,83	LD	27,739

## **ESTUDOS GEOLÓGICOS**

---

## **2.3. ESTUDOS GEOLÓGICOS**

### **2.3.1. Introdução**

Neste tópico estão explicitadas e materializadas as informações geológicas obtidas dos trabalhos de análise, investigação e detalhamento da área de abrangência do projeto, compreendida entre os do Km 416,6 ao Km 417,5, nas proximidades da Balança localizada em Araranguá.

As informações exteriorizadas na presente apreciação refletem as características topográficas, geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas, geotécnicas e ambientais de caráter regional e local, obtidas da análise de elementos cartográficos, aerofotogramétricos e sensoriais, cartas temáticas, documentos, projetos e trabalhos executados sobre a região de interesse e da observação e do reconhecimento de campo levadas a efeito.

Tais levantamentos, desenvolvidos em paralelo, estão concomitante e intimamente ligados aos demais estudos específicos do projeto de engenharia, como os estudos de traçado, hidrológico, geotécnico.

### **2.3.2. Escopo de Trabalho e Metodologia**

As fases do Estudo Geológico e Investigação, correlatas, estão resumidas nas atividades desenvolvidas na Coleta, Análise e Pesquisa de Dados existentes sobre a região e a superfície de interesse propriamente dita; na Interpretação Aerofotogramétrica do segmento objeto do novo traçado e nas Investigações de Campo, empreendidas em duas etapas distintas: uma de caráter Preliminar e outra de Anteprojeto.

Na etapa preliminar procurou-se estabelecer a configuração espacial das formações geológicas envolvidas, relacionando e correlacionando suas características intrínsecas com a geometria do traçado e a futura implantação da obra; procurou-se promover a interação das interfaces Geologia-Clima, envolvendo as questões e os aspectos Geomorfológicos, de Cobertura Vegetal e Solos; projetou-se a determinação dos Pontos Críticos e empreendeu-se a primeira Seleção de Locais passíveis de obtenção de materiais de construção.

Foram observados e caracterizados os terrenos emergentes e sua morfologia, com vistas a implantação da melhor alternativa de traçado; foram detalhadas as zonas de

possíveis instabilidades potenciais ou reais, regiões de solos coluviais e/ou potencialmente instáveis e fundação de aterros; foram identificados condicionamentos hidrogeológicos possivelmente intervenientes e detalhado as áreas de ocorrência de materiais de construção.

Tais informações estão materializadas em um texto abrangente da geologia, contendo conclusões e recomendações à implantação, com a suficiência, dependente das características dos Estratos e Litótipos envolvido com o segmento em estudo e requerido pela obra.

### **2.3.3. Estudos Gerais no Trecho**

O traçado do acesso ao posto, em Araranguá, localizada no extremo sul catarinense, assenta-se sobre sedimentos da planície costeira, que foram construídas durante o Cenozóico, mediante a acumulação de sedimentos de origem continental, transicional e marinha.

O ambiente geológico regional onde está inserido o contexto da BR-101, está relacionado com as planícies costeiras que foram construídas durante o Cenozóico, mediante a acumulação de sedimentos de origem continental, transicional e marinha, em paleo-reentrâncias da zona costeira, controladas por antigas direções estruturais do embasamento cristalino, retrabalhados por diversos ciclos de transgressão e regressão, decorrentes das oscilações do nível do mar, ocorridas no quaternário.

O quadro geológico recente, que vislumbramos localmente nos afloramentos das barrancas do Rio Araranguá e da Laje, escavações clandestinas de exploração de areia e alguns cortes de estradas e acessos secundários, permite ter uma visão ampliada, onde diversas bacias hidrográficas conviveram com sistemas lagunares e antigas reentrâncias do oceano no continente.

Estas reentrâncias e sistemas lagunares foram parcialmente isolados do oceano por barreiras arenosas múltiplas apoiadas em altos do embasamento, construída pela dinâmica costeira no decorrer de importantes variações do nível do mar durante o quaternário.

A parte interna e mais continental das planícies de inundação das grandes bacias hidrográficas, como é o caso do Rio Araranguá, é marcada por vales de fundo plano, preenchidos por sedimentos fluviais grosseiros, mais próximos da Serra Geral, que se

intercalam com depósitos coluvionares de encosta acumulados no piemonte, compondo um amplo sistema de leques aluviais coalescentes, que nas suas porções distais mais próximas do oceano, se interdigita com sedimentos marinhos e lagunares.

Apoiado sobre os sedimentos do sistema de leques aluviais ocorrem restos de um pacote de areias litorâneas. Pertencem a um terraço marinho, muito dissecado, constituído por areias quartzosas, de cores amarelo acastanhadas até avermelhadas, muitas vezes enriquecidas em matriz secundária composta por argilas e óxidos de ferro.

Os sedimentos mais antigos que ocorrem na região foram depositados no final do Paleozóico, com mais de 230 milhões de anos de idade. São atribuídos à Formação Rio do Rasto - Grupo Passa Dois, e estão relacionados com depósitos de planície costeira de um antigo mar interno. São siltitos, argilitos e arenitos finos esverdeados, arroxeados e avermelhados, com representação local de bancos calcíferos, às vezes oolíticos, por vezes com abundantes fragmentos de conchas.

Na porção superior da Formação Rio do Rasto, depósitos fluviais, compreendendo arenitos avermelhados, arroxeados, amarelados e esbranquiçados, intercalam-se em argilitos e siltitos avermelhados, arroxeados.

No local de estudo observamos a alternância de depósitos paludais argilo-turfosos e argilosos, relacionados com redes de drenagens atuais, aluviões arenosos e argilo-arenosos, de idade recente, além de colinas reliquiárias e terrenos mais altos retrabalhados de sedimentos arenosos relacionados com antigos cordões litorâneos.

Tabela 9 - Coluna Estratigráfica da Era Cenozóica ( DNPM-SC, CARUSO,F.J.,1995)

PERÍODO	TERM.	FÁCIES	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	
QUATERNÁRIO	HOLOCENO	SISTEMA LAGUNA-BARREIRA IV	Fácies Eólica	Areias quartzosas, finas a muito finas, esbranquiçadas, bimodais, às vezes c/ dunas de grande envergadura.
			Fácies Paludais	Turfas ou depósitos de lamias muito ricas em matéria orgânica, geralmente relaciona-se a depósitos paleolagunares.
			Fácies Lamosa de Fundo Lagunar	Sedimentos lamosos, finamente laminados, bioturbados, eventualmente intercalados por finas camadas de areia, podem estar associados à ocorrência de vasas de diatomáceas.
			Fácies Areno-lamosa de Fundo Lagunar	Sedimentos areno-lamosos relacionados às fácies transtransicionais, que ocupam profundidades intermediárias do corpo lagunar.
			Fácies Arenosa de Fundo Lagunar	Sedimentos arenosos que ocupam as porções lagunares mais rasas do flanco oceânico
			Fácies Arenosa de Praia Lagunar	Sedimentos arenosos maduros, sob o ponto de vista mineralógico e textural, nas áreas do flanco oceânico, e imaturos no flanco continental. Interdigitam-se com fácies lagunares e fluviais.
			Fácies Flúvio-delta-lagunares	Camadas alternadas de areias, de granulometria variada e lamias.
			Fácies Arenosa de leques de sobrelavagem.	Camadas arenosas de granulometria média a grosseira eventualmente c/ estratíf. plano-paralela ou ondul. de pequeno porte. Relacionam-se a sedimentos transportados por fluxo de alta energia, em períodos de tempestade.
			Fácies Residuais Transgressivas	Depósitos de biodetritos carbonáticos, originados no decorrer das fase de subida relativa do nível do mar, por ocasião do retrocesso das linhas de costa oceânica e lagunar, fazendo com que o avanço das praias permitisse retrabalhamento pelas ondas de depósitos pré-existentes, em ambos os domínios.
			Fácies de canais de Marés.	Areais grosseiras e médias, ricas em biodetritos, típicas de canais de interligação entre o oceano e a laguna, que transicionam para o interior desta.
			Fácies de deltas de maré enchente	Areias de granulometria média, com estratificações cruzadas tabulares, inclinadas em direção ao continente.
	Fácies praias marinhas	Areias quartzosas, finas a médias, bem selecionadas, com estratificação plano-paralela com mergulho suave p/mar.		
	PLEISTOCENO SUPERIOR	SISTEMA LAGUNA - BARREIRA III	Fácies Eólica	Areias quartzosas finas a muito finas, de coloração amarelo acastanhado até avermelhado, muitas vezes c/ matriz secundária c/ argilas e óxidos de ferro, eventualmente arenitosferruginosos.
Fácies praias marinhas			Areias quartzosas, médias até muito finas, de coloração amarelo claro até acastanhado, eventualmente c/ estrat. cruzada acanalada, espinhas de peixes e tubos fósseis.	
TERCIÁRIO/ QUATERNÁRIO PLEOCENO AO HOLOCENO	SISTEMAS DE LEQUES ALUVIAIS	Fácies Fluviais De Canais Meandrantés	Areias e lamias resultantes do retrabalhamento, por ação fluvial dos pacotes sedimentares colúvio-aluvionares.	
		Fácies proximais de encostas	Cascalhos, areias e lamias, resultantes da ação de processos gravitacionais e aluviais que ocorrem nas proximidades das encostas do embasamento.	

#### **2.3.4. Estudos de Jazidas**

Foram estudadas 2 jazidas de solos e ambas foram indicadas para uso:

##### **➤ Jazida de Solo 01**

Os citados sedimentos arenosos, podem ser bem observados nos cortes e taludes das escavações que empreiteiras e moradores realizaram na região de Mato Alto, em Araranguá, visando a exploração de areia fina para aterro e construção civil, localizado a cerca de 600 metros a oeste-noroeste do Km 415 da BR-101. Esta área foi estudada e indicada como potencial jazida de solo JS-01, visando ser fornecedora de areia fina com silte e argila, e bastante oxidada, para aterro, e areia fina quartzosa mais límpida para aproveitamento nas futuras obras de duplicação.

Os trabalhos iniciais de caracterização da jazida de solo JS-01 demonstraram que o material superficial, composto de areia fina avermelhada/amarronada com silte/argila e óxidos é adequada para aterros. A camada superficial possui até 5,0 metros de espessura. A área já explorada possui aproximadamente 11 hectares.

A área bloqueada como JS-01 neste estudo possui 26 hectares. Considerando uma espessura aproveitável de 3,0 metros pode-se ter volumes superiores a 780.000 m<sup>3</sup>. Esta área possui diversos proprietários e a extração de material para aterro e areia está parcialmente em atividade na porção norte da escavação.

##### **➤ Jazida de Solo JS-02**

Outra jazida estudada localiza-se no Km 428, denominada de Jazida de Solo JS-02. Ali a área já foi parcialmente explorada, sendo o material utilizado para o antigo aterro da rodovia. Esta área degradada, com cerca de 4,0 hectares distando cerca de 150 metros a oeste da rodovia.

Esta jazida JS-02 possui características geológicas semelhantes à jazida 01. São bancos arenosos retrabalhados, com capeamento arenoso fino marrom-avermelhado oxidado com espessuras aproveitáveis de 2,5 a 3,5 metros, já excluindo-se a camada de solo orgânico e o substrato arenoso mais esbranquiçado e friável. A área degradada possui aproximadamente 4,0 hectares.

A área passível de aproveitamento JS-02 supera os 20,0 hectares. Se estipularmos uma média de 3,0 metros de espessura teremos volumes superiores a 600.000

m3. A área passível de lavra está, segundo o “overlay” do DNPM de 16/06/1998, entre uma área não onerada e a área 95/815049.

**Tabela 10 - Resumo das Jazidas Prioritárias para Utilização.**

<b>Nº DA JAZIDA</b>	<b>LOCALIZAÇÃO E DISTÂNCIA DO EIXO DA BR-101</b>	<b>TIPO DE MATERIAL</b>	<b>UTILIZAÇÃO PREVISTA</b>	<b>VOLUME DISPONÍVEL ESTIMADO M<sup>3</sup></b>	<b>PASSIVO AMBIENTAL</b>
JS-01 Mato Alto	Km 415 600 m a oeste da rodovia	Solo arenoso fino avermelhado	aterro	780.000	PA-04
JS-02 Sanga da Toca	Km 428 150 m a oeste da BR-101	Solo arenoso Fino avermelhado	aterro	600.000	PA-10
Seixeiras do rio Manoel Alves	Km 412 9,0 Km a oeste de Araranguá	Seixos Predominantes de basaltos	Diversos usos como pedra britada, etc.	Britadores artesanais Jazidas com vários titulares	---
Pedreiras de Maracajá	8,0 Km ao norte de Araranguá	Rocha basáltica / diabásio	Diversos usos como pedra britada.	Saibrita 6.000.000 m <sup>3</sup> e Setep 1.600.000 m <sup>3</sup>	---

## **ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

---

## **2.4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

### **2.4.1. Introdução**

Os estudos geotécnicos desenvolvidos objetivaram a identificação das características e classificação dos materiais ocorrentes, partindo de subsídios fornecidos pelos Estudos Geológicos e pelo Projeto Geométrico.

Estes estudos foram realizados visando proporcionar aos demais projetos, conhecimento da trabalhabilidade dos materiais, características dos materiais constituintes dos aterros, fundação destes e das obras de arte especiais, bem como permitir uma avaliação qualitativa e quantitativa dos materiais ocorrentes na região, passíveis de utilização na construção da obra.

### **2.4.2. Metodologia**

#### **➤ Serviços Executados**

A metodologia empregada no desenvolvimento dos estudos geotécnicos constou das seguintes etapas de trabalho:

- Inspeção de campo pela equipe de geotecnia;
- Reconhecimento das fontes de materiais locais;
- Elaboração da programação de sondagem;
- Execução de sondagens, coletas de amostras e ensaios “*in situ*”;
- Execução dos ensaios de laboratório, com as amostras coletadas do subleito e jazidas.

#### **➤ Equipamentos Utilizados**

Para os estudos do subleito “*in situ*”, além dos veículos e pessoal necessários, foram utilizados os seguintes equipamentos pertinentes aos serviços de campo:

- Equipamento necessário para a realização de sondagens diretas do tipo “furo” e “poço”; escavadeiras, trados helicoidais, pás e picaretas;
- Equipamento para a realização de sondagens:

1. a percussão (SPT), rotativas e penetrômetro dinâmico leve (DPL) - para identificação da estratigrafia.
2. a cone sul-africano para correlações com CBR.

Das amostras coletadas e processadas no laboratório da projetista, foram executados ensaios de cisalhamento direto, de sedimentação, e ensaios de caracterização completa, abrangendo granulometria por peneiramento, índices de consistência, densidade, umidade, compactação, expansão e CBR. Para os agregados foram executados ensaios de abrasão Los Angeles, durabilidade, adesividade e índice de forma. Diretamente “in situ” foram executados ensaios de dissipação.

➤ **Métodos**

- DIN 4094 - Norma alemã para exploração por ensaios penetrométricos
- MB-3406 - Ensaio de penetração de cone "in situ" (CPT)
- MB-12/80 - Execução de sondagens de simples reconhecimento de solos
- Demais Métodos normalizados pelo DNIT.

**2.4.3. Estudos do Subleito**

➤ **Geologia Regional**

O ambiente geológico regional está relacionado com as planícies costeiras construídas durante o Quaternário, mediante a acumulação de sedimentos de origem continental, transicional e marinha, controladas por antigas direções estruturais do embasamento cristalino, retrabalhados por diversos ciclos de transgressão e regressão do mar.

➤ **Geologia Local**

A rodovia BR-101, mais precisamente na região de Araranguá, desenvolve-se predominantemente sobre terrenos arenosos finos a muito finos, de coloração esbranquiçada a amarelo-acastanhada, até a avermelhada. Relacionadas com a rede local de drenagem, em vários locais depositam-se sedimentos mais ricos em argilas e matéria orgânica, relacionados com os mais antigos sedimentos arenosos finos. No segmento correspondente ao Contorno de Araranguá nas várzeas encontram-se solos aluvionares

constituídos por solos hidromórficos argilosos moles a muito moles. Argila preta orgânica mole, areias finas fofas e misturas compostas destes solos, são depositadas acima de camadas profundas com melhor resistência, compostas de argila arenosa fina cinza esverdeada, areia fina marrom, areia grossa e pedregulhos.

#### **2.4.4. Ocorrência De Materiais Para Construção**

##### **➤ Caixas de Empréstimos de solos**

Em função da inexistência de cortes relevantes ao longo do trecho, somente foi prevista uma caixa de empréstimo dentro da faixa de domínio, localizada no segmento do Contorno de Araranguá. Deste modo o material necessário para a execução dos aterros será proveniente de jazidas de solos localizadas fora da faixa de domínio, a seguir discriminadas.

##### **➤ Jazidas de Solos**

Foram escolhidas duas jazidas de solo para atender todo o trecho. Ambas as Jazidas JS1 como a JS2 podem ser usadas para a construção da pista.

##### **a) JS-01**

- Identificação

O material ocorrente foi identificado como areia argilosa fina, cor amarelada. Segundo a classificação T.R.B trata-se de material A2-4 em todas as amostras ensaiadas, com média de 11 % do material passando na peneira #200.

- Resultado dos Ensaio

Após o tratamento estatístico foram obtidos os seguintes resultados:

$$N=8$$

$$\overline{ISC} = 15,2$$

$$\sigma = 3,46 \%$$

$$ISC = 11 \%$$

Os valores dos parâmetros de consistência LL e IP não foram determinados em função da característica do próprio material.

A expansão é praticamente nula, variando entre 0,00 % e 0,10%.

11,5%. A umidade natural situa-se entre 7,3% e 16,2% e a umidade ótima entre 7,1% e

Ângulo de atrito =  $31^\circ$

Coesão = 7,7 kPa

**b) JS-02**

- Identificação

O material ocorrente foi identificado como areia argilosa, cor avermelhada. Segundo a classificação T.R.B. trata-se de material A2-4 e A2-6, com média de 17 % do material passando na peneira #200.

- Resultado dos Ensaio

Após o tratamento estatístico obtiveram-se os seguintes resultados:

$N=6$

$\overline{ISC} = 18,1$

$\sigma = 2,55 \%$

ISC=16 %

Os valores dos parâmetros de consistência LL e IP foram obtidos em 2 casos, com valores máximos de 26% e 7% respectivamente.

A expansão varia entre 0,00 % e 0,10%.

A umidade natural situa-se entre 9,1% e 21,4% e a umidade ótima entre 10,4% e 13,4%.

Ângulo de atrito =  $36^\circ$

Coesão = 5,3 kPa

➤ **Jazidas de Areia**

O material arenoso a ser utilizado na execução da obra, poderá ser obtido no Rio Uruçanga, nas proximidades do Morro da Fumaça, aproximadamente a 50,0 Km ao norte Araranguá.

Trata-se de areia de excelente qualidade, de origem granítica, com possibilidade de atender às exigências granulométricas necessárias.

➤ **Ocorrência de rocha**

Para extração do material pétreo a ser utilizado na obra foi indicada a ocorrência JP-01, já explorada anteriormente, localizada 3,3 km à direita do Km 24+680 da rodovia, com volume utilizável superior à 470.000 m<sup>3</sup>, cujas características técnicas são apresentadas a seguir:

- Classificação petrográfica: Basalto
- Abrasão “Los Angeles”: 19,8%
- Durabilidade com sulfato de sódio: 4% de perda na fração miúda e 10,5% na fração graúda.
- Adesividade: Satisfatória com 0,4% de aditivo Betudope.
- Índice de Forma: 0,702

Os laudos de sondagem encontram-se disponíveis na seqüência do estudo geotécnico, assim como as tabelas resumos dos ensaios.

#### **2.4.5. Interpretação dos Ensaios**

Com base nos elementos geométricos e nos estudos desenvolvidos durante a fase preliminar do projeto, programou-se um detalhamento dos estudos dos terrenos de fundação dos aterros, visando a obtenção de parâmetros para a análise da estabilidade dos taludes dos aterros e do recalque dos mesmos.

Procedeu-se a investigações geotécnicas complementares, onde foram realizadas nas áreas pré-escolhidas, sondagens a penetração estática e sondagens a percussão.

Na seqüência deste estudo encontram-se disponíveis para análise os laudos de sondagem, relatório dos ensaios do subleito bem como os ensaios relativo aos materiais das jazidas JS1 e JS2.

#### **2.4.6. Cálculo do índice de Suporte do Subleito**

A construção do acesso ao posto que está sendo toda a camada final de terraplenagem será executada com materiais das duas jazidas indicadas JS-01 e JS-02 que apresenta índice de suporte de 11% e 16% respectivamente.

Deste modo, de forma conservadora, adotou-se o valor de IS<sub>Cp</sub>=11% o menor dentre os 2 valores avaliados.

RODOVIA: BR - 101/SC

TRECHO: DIVISA PR/SC - DIVISA SC/RS

SUB TRECHO: TIJUCAS (RIO INFERNINHO) DIVISA SC/RS (RIO MAMPITUBA)

LOTE:

NOME DO(S) PROPRIETÁRIO(S): ANDRINO Z. MARTINS, ANTÔNIO Z. DE SOUZA, FRANKILIN PINHEIRO E CLÁUDIO A. MARTINS.

BENFEITORIAS EXISTENTES: 2 BARRACAS

ESTADO DE EXPLORAÇÃO: JÁ EXPLORADO

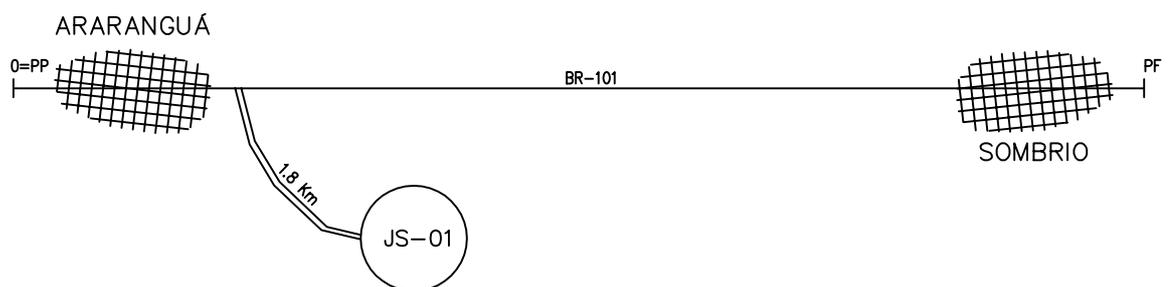
TIPO DE VEGETAÇÃO: PASTO

TIPO DE MATERIAL: SOLO ARENOSO

VOLUME ESTIMADO: 239.182m<sup>3</sup>

ESTUDO: JAZIDA DE SOLO JS-01

### CROQUI DE SITUAÇÃO



OBS.: A DISTÂNCIA ENTRE A BR-101 E A JS-01 É DE 1,8 Km NÃO PAVIMENTADOS.

RODOVIA: BR - 101/SC

TRECHO: DIVISA PR/SC - DIVISA SC/RS

SUB TRECHO: TIJUCAS (RIO INFERNINHO) DIVISA SC/RS (RIO MAMPITUBA)

LOTE: 09 (Km 417,9 - Km 418,8)

NOME DO(S) PROPRIETÁRIO(S): MANOEL JOÃO DE SOUZA, VALDOMIRO A. CÂNDIDO E ROSÂNGELA DOS SANTOS MATEUS.

BENFEITORIAS EXISTENTES: --

ESTADO DE EXPLORAÇÃO: JÁ EXPLORADO

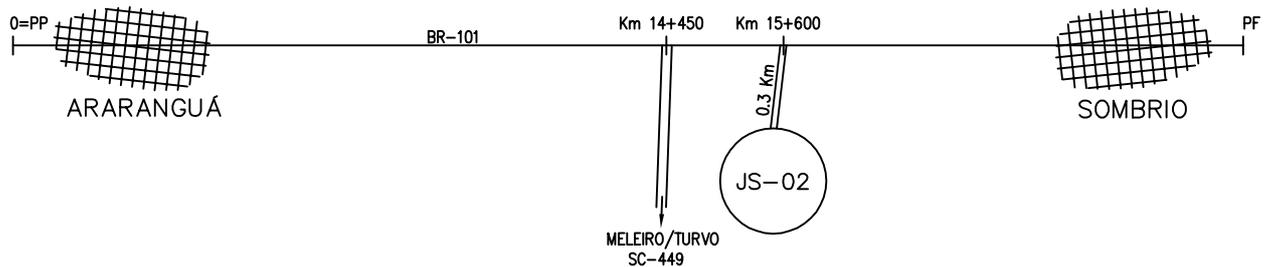
TIPO DE VEGETAÇÃO: PASTO

TIPO DE MATERIAL: SOLO ARENOSO

VOLUME ESTIMADO: 539.362m<sup>3</sup>

ESTUDO: JAZIDA DE SOLO JS-02

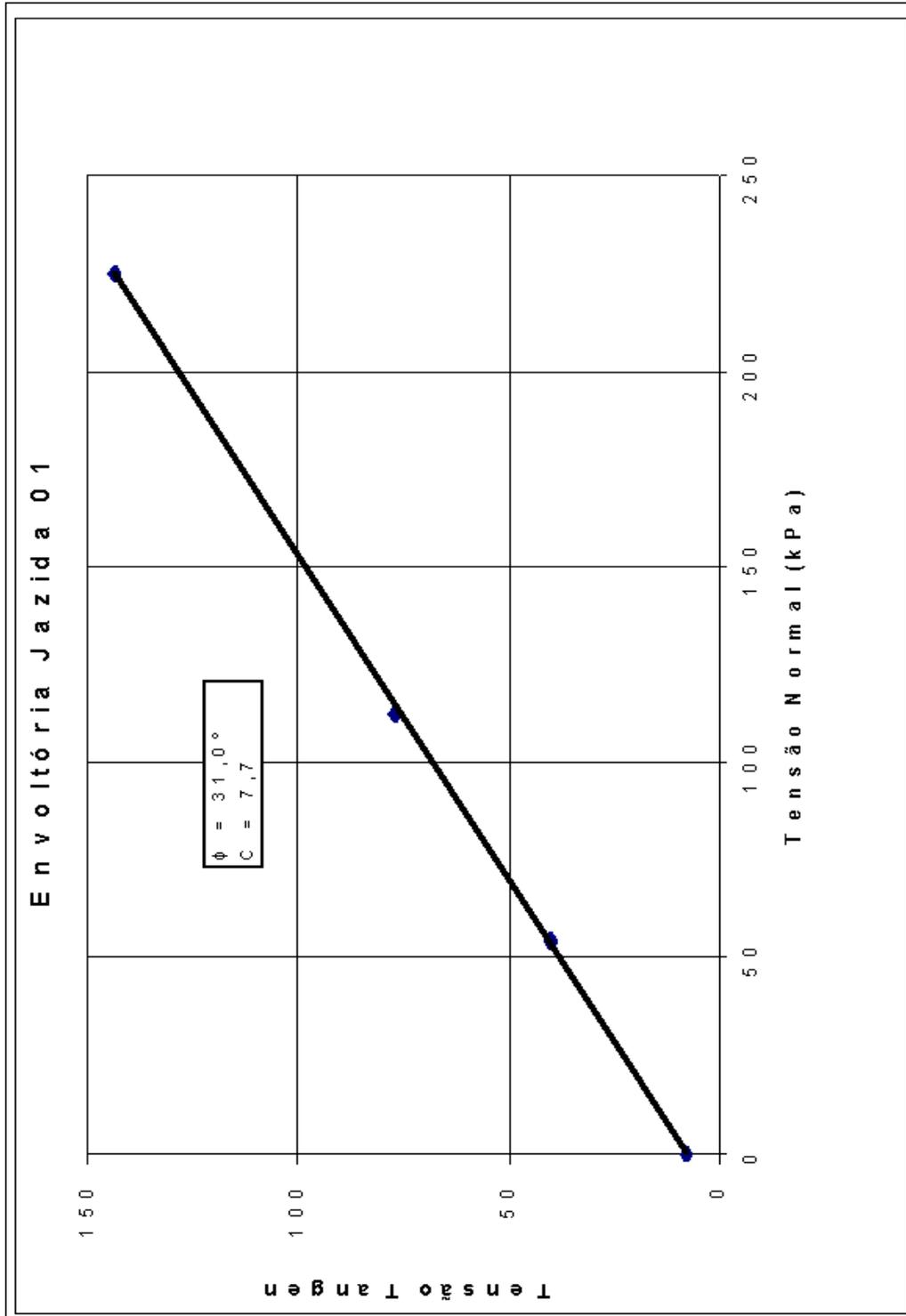
### CROQUI DE SITUAÇÃO



OBS.: A DISTÂNCIA ENTRE A BR-101 E JS-02 É DE 0,3 Km NÃO PAVIMENTADOS.

# ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

OBRA: BR - 101 - Araranguá / SC  
LOCAL DA COLETA: Jazida 01  
DATA: 26/08/99

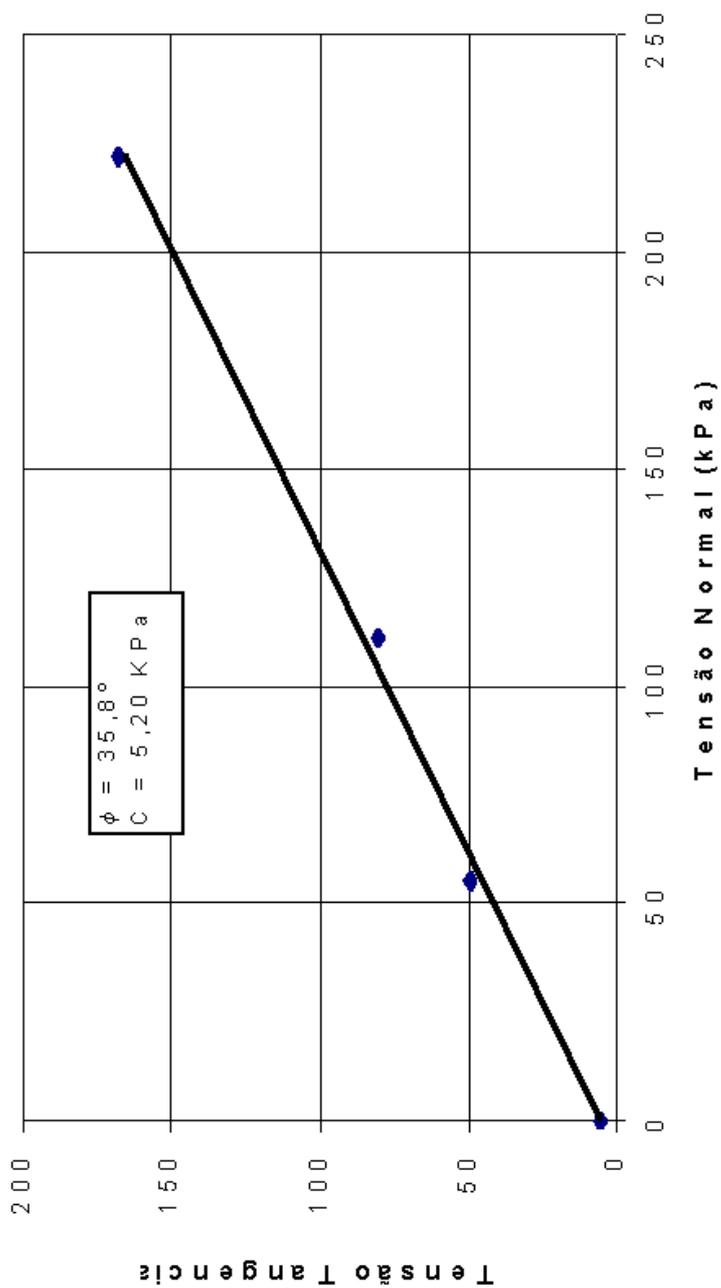




## ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

OBRA: BR - 101 - Araranguá / SC  
LOCAL DA COLETA: Jazida 02  
DATA: 26/08/99

### Envolória Jazida 02



## ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

**RODOVIA:** BR 101 **TRECHO:** Divisa PR/SC - Divisa SC/RS Araranguá - Sombrio  
**ESTUDO:** Jazidas

Referência		Jazida 01			Jazida 02		
Corpo de prova		1	2	3	1	2	3
Tensão aplicada	kPa	50	100	200	50	100	200
Data		26/8/1999	26/8/1999	27/8/1999	27/8/1999	27/08/199	27/8/1999
<b>Índices Físicos</b>							
Massa	g	424,008	424,008	410,800	456,808	437,808	415,108
Volume	cm <sup>3</sup>	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52	208,52
Densidade (g )	gf/cm <sup>3</sup>	2,033	2,033	1,970	2,191	2,100	1,991
Umidade (w)	%	11,31	11,29	11,41	13,57	13,32	14,33
Massa esp. seca (g d)	cm <sup>3</sup>	1,83	1,83	1,77	1,93	1,85	1,74
Massa esp. dos grãos (g s)	gf/cm <sup>3</sup>	2,666	2,666	2,666	2,690	2,690	2,690
Índice de vazios (e)							
<b>Parâmetros de Resistência</b>							
Ângulo de Atrito (f)	°		31,0			35,8	
Coessão (c)	kPa		7,7			5,2	

<b>CONE SUL AFRICANO (DCP)</b>											
Rodovia: BR 101						Trecho: Divisa PR / SC - Divisa SC / RS					
Data: Out/98						Subtrecho: Araranguá - Sombrio					
Estudo: Subleito											
ESTACA (km)	LADO	AFAST. (m)	CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3		
			DE	A	ISC (%)	DE	A	ISC (%)	DE	A	ISC (%)
5 + 720	D	8,00	0,00	0,44	3	0,44	0,71	5			
5 + 920	E	8,00	0,00	0,69	4						
6 + 320	E	8,00	0,00	0,52	3	0,52	0,70	7			
6 + 520	D	8,00	0,00	0,45	12	0,45	0,62	19			
6 + 720	E	8,00	0,00	0,38	4	0,38	0,71	7			

<b>BOLETIM DE SONDAGEM</b>												
Rodovia: BR 101						Trecho: Divisa PR/SC - Divisa SC/RS			Subtrecho: Araranguá - Sombrio			
Estudo: Subleito												
Registro	Estaca progressiva		Configuração da terraplenagem	Camada		Posição em relação ao eixo	Afastamento do eixo	Profundidade programada	Ensaio a realizar	Ferramenta utilizada	Nível d'água	Identificação quanto a textura e cor
	Km			De	Até		m	m			m	
ST-9	5	+ 590	C	0,00	1,50	EIXO		2,00	CC	ST	NFE	Areia escura
				1,50	2,00							Turfa
ST03	6	+ 120	A	0,00	0,30	LD	8,00		CC	ST		Areia com matéria orgânica
				0,30	0,60							Areia marrom com pedra
				0,60	1,10							Areia marrom variegada com amarelo
ST02	6	+ 700	A	0,00	0,80	LE	12,00	3,00		PN		Areia fina, cinza amarelado
				0,80	3,00							Areia fina, amarelada. Solo firme.
PN03	7	+ 120	A	0,00	1,00	LE	8,00	1,00	CC	PN		Areia marrom com pedra

## ENSAIOS DE SEDIMENTAÇÃO

**Rodovia:** BR-101

**Trecho:** Divisa PR/SC - Divisa SC/RS

Araranguá - Sombrio

**Estudo:** Jazidas

Registro de Laboratório		13	14	15	16	17	18	19				
Amostra		JS-01/A	JS-01/B	JS-01/C	JS-01/D	JS-02/A	JS-02/B	JS-02/D				
Jazida		1	1	1	1	2	2	2				
Camada		m	0,00-5,00	0,00-5,00	0,00-2,00	0,00-2,00	0,00-3,50	0,00-2,00	0,00-2,00			
Granulometria (% Passante nas Peneiras)	2 "	%										
	1 "	%										
	3/8 "	%										
	n ° 4	%										
	n ° 10	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			
	n ° 40	%	99,8	99,8	99,6	99,8	95,0	95,1	96,9			
	n ° 200	%	12,1	16,1	10,8	20,7	17,2	30,6	26,4			
(0,074-0,050)	%	4,14	3,93	4,15	17,22	1,34	19,90	4,15				
Silte	%	0,00	4,49	0,00	0,68	2,74	1,87	4,78				
Argila	%	7,93	7,65	6,60	2,81	13,10	9,12	17,49				
IS	%	17,0	22,2	13,4	10,0	21,3	20,5	20,5				
Classificação Resiliente			I	I	I	I	I	I	I			

Solo Tipo I: Bom comportamento quanto a resiliência

Solo Tipo II: Comportamento regular quanto a resiliência

Solo Tipo III: Comportamento ruim quanto a resiliência. Evita o emprego em camadas de pavimento

			QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS											
			Rodovia: BR 101			Trecho: Divisa PR/SC - Divisa SC/RS				Subtrecho: Araranguá - Sombrio				
			Estudo: Jazidas											
Registro de Laboratório			17	18	19	33	34	35	36	37	28	29	30	
Furo			JS-02/A	JS-02/B	JS-02/C	JS-02/1	JS-02/2	JS-02/3	JS-02/4	JS-02/5	JS-02/6	JS-02/7	JS-02/8	
Jazida nº			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Local a ser explorada				x		x	x	x	x	x	x	x	x	
Camada		m	0,0 - 3,5	0,0 - 2,0	0,0 - 2,0	0,20 - 3,00	0,20 - 4,00	0,10 - 3,00	0,10 - 3,00	0,10 - 3,00	0,10 - 3,00	0,10 - 2,00	0,10 - 3,00	
Umidade Natural		%				14,50	12,40	15,50	13,60	18,30	11,6	21,4	17,0	
Granulometria (% Passante nas Peneiras)	2 "		%											
	1 "		%											
	3/8 "		%											
	n ° 4		%											
	n ° 10		%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	n ° 40		%	95,0	96,7	96,9	95,6	95,7	94,9	95,1	95,3	93,9	94,1	94,3
	n ° 200		%	17,2	7,8	26,4	21,6	19,3	26,4	28,3	25,7	20,1	20,7	23,1
Limite de Liquidez		%	NP	NP	NP	NP	NP	26	NP	NP	22	26	26	
Índice de Plasticidade		%	NP	NP	NP	NP	NP	7	NP	NP	5	7	5	
Índice de Grupo			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Classificação T.R.B			A-2-4	A-3	A-2-4	A2-4	A2-4	A2-6	A2-4	A2-4	A2-6	A2-6	A2-6	
D <sub>máx</sub>		g/cm <sup>3</sup>	1,921	1,877	1,861	1,830		1,825			1,864			
h <sub>ót</sub>		%	10,4	12,2	13,4	13,2		13,0			12,0			
N ° de Golpes	Expansão		%	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0			0,0		
	ISC		%	22,5	21,0	20,5	17,0		17,7			18,5		
	IS		%	22,5	21,0	20,5	17,0		17,7			18,5		

		<b>QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS</b>						
		Rodovia: BR 101			Trecho: Divisa PR/SC - Divisa SC/RS			
		Estudo: Jazidas						
Registro de Laboratório		31	32	ST99	ST100	ST97	ST98	ST101
Furo		JS-02/9	JS-02/10	JS-02/11	JS-02/12	JS-02/13	JS-02/14	JS-02/15
Jazida nº		2	2	2	2	2	2	2
Local a ser explorada		x	x	x	x	x	x	x
Camada	m	0,10 - 2,00	0,10 - 2,00	0,00 - 4,00	0,00 - 4,00	0,00 - 4,00	0,00 - 4,00	0,00 - 4,00
Umidade Natural	%	9,10	12,2					
Granulometria (% Passante nas Peneiras)	2 "	%						
	1 "	%						
	3/8 "	%						
	n ° 4	%						
	n ° 10	%	100,0	100,0	100,0	100,0		
	n ° 40	%	93,5	94,4	96,3	96,9		
	n ° 200	%	15,3	25,3	17,1	14,6		
Limite de Liquidez	%	NP	NP	NP	NP			
Índice de Plasticidade	%	NP	NP	NP	NP			
Índice de Grupo		0	0					
Classificação T.R.B		A2-4	A2-4					
	D <sub>máx</sub>	g/cm <sup>3</sup>			1760	1728		
	h <sub>ót</sub>	%			15,3	16,4		
N ° de Golpes	12	Expansão	%			0	0	
		ISC	%			14,0	28,0	
		IS	%			14,0	28,0	

		QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS												
		Rodovia: BR-101			Trecho: Div. PR/SC - Div. SC/RS				Segmento: Km 411 - Km 437 Contorno Oeste de Araranguá					
		Estudo: Jazidas												
Registro de Laboratório			ST92	ST95	JS-01A	JS-01B	JS-01C	JS-01D	J09-1	J09-2	J09-6	J09-7	J10-3	
Jazida			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Camada		m	0,00 - 4,00	0,00 - 3,50	0,00 - 5,00	0,00 - 5,00	0,00 - 2,00	0,00 - 2,00	0,10 - 2,00	0,20 - 3,00	0,10 - 3,00	0,10 - 4,00	0,20 - 3,00	
Umidade Natural		%							12,7	16,2	13,0	12,6	11,0	
Granulometria (% Passante nas Peneiras)	2 "	%												
	1 "	%												
	3/8 "	%												
	n ° 4	%												
	n ° 10	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
	n ° 40	%	99,6	98,4	99,8	99,8	99,6	99,8	99,85	99,89	99,90	99,81	99,86	
	n ° 200	%	15,1	11,3	12,1	16,1	10,8	6,7	13,27	24,41	28,62	18,76	20,88	
Limite de Liquidez		%	NP	NP	IND	IND	IND	IND	NP	22,0	NP	NP	NP	
Índice de Plasticidade		%	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	2,0	NP	NP	NP	
Índice de Grupo					0,0	0,0	0,0	0,0	NP	0,0	NP	NP	NP	
Classificação T.R.B					A2-4	A2-4	A2-4	A-3	A2-4	A2-6	A2-4	A2-4	A2-4	
D máx		kg/m <sup>3</sup>	1828	1695	1848	1883	1813	1787	1778			1825	1877	
h ót		%	11,2	9,7	9,4	9,6	8,0	7,1	7,8			9,6	11,5	
N ° de Golpes	Expansão		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	
	ISC		%	16,5	11,0	17,0	25,0	13,4	10,0	13,2			20,0	11,7
	IS		%	16,5	11,0	17,0	22,5	13,4	10,0	13,2			20,0	17,7

		QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS									
		Rodovia: BR-101			Trecho: Div. PR/SC - Div. SC/RS			Segmento: Km 411 - Km 437 Contorno Oeste de Araranguá			
		Estudo: Jazidas									
Registro de Laboratório			J10-4	J10-8	J10-9						
Jazida			1	1	1						
Camada		m	0,10 - 2,00	0,10 - 4,00	0,20 - 3,00						
Umidade Natural		%	7,9	10,3	7,3						
Granulometria (% Passante nas Peneiras)	2 "	%									
	1 "	%									
	3/8 "	%									
	n ° 4	%									
	n ° 10	%	100,0	100,0	100,0						
	n ° 40	%	99,83	99,82	99,84						
	n ° 200	%	10,57	19,44	11,19						
Limite de Liquidez		%	NP	NP	NP						
Índice de Plasticidade		%	NP	NP	NP						
Índice de Grupo			NP	NP	NP						
Classificação T.R.B			A2-4	A2-4	A2-4						
D <sub>máx</sub>		kg/m <sup>3</sup>			1814						
h <sub>ót</sub>		%			9,7						
N ° de Golpes	Expansão		%		0,0						
	ISC		%		16,2						
	IS		%		16,2						

## BOLETIM DE SONDAGEM

Rodovia: BR 101

Trecho: Divisa PR/SC - Divisa SC/RS

Subtrecho: Araranguá - Sombrio

Estudo: Jazidas

Registro	Jazida	Configuração da terraplanagem	Camada		Posição em relação ao eixo	Afastamento do eixo	Profundidade programada	Ensaio a realizar	Ferramenta utilizada	Nível d'água	Identificação quanto a textura e cor
			De	Até		m	m			m	
J09/1	1		0,00	0,10			2,00	*	ST		Camada Vegetal
			0,10	2,00							
J09/2	1		0,00	0,20					ST		Camada Vegetal
			0,20	3,00			3,00	*			
J09/6	1		0,00	0,10			3,00		ST		Camada Vegetal
			0,10	3,00				*			
J09/7	1		0,00	0,10			4,00	*	ST		Camada Vegetal
			0,10	4,00							
J10/3	1		0,00	0,20			3,00		ST		Camada Vegetal
			0,20	3,00				*			
J10/4	1		0,00	0,10			2,00		ST		Camada Vegetal
			0,10	2,00				*			
J10/8	1		0,00	0,10			4,00		ST		Camada Vegetal
			0,10	4,00				*			

## BOLETIM DE SONDAGEM

**Rodovia:** BR 101

**Trecho:** Divisa PR/SC - Divisa SC/RS

**Subtrecho:** Araranguá - Sombrio

**Estudo:** Jazidas

Registro	Jazida	Configuração da terraplanagem	Camada		Posição em relação ao eixo	Afastamento do eixo	Profundidade programada	Ensaio a realizar	Ferramenta utilizada	Nível d'água	Identificação quanto a textura e cor
			De	Até		m	m			m	
J10/9	1		0,00	0,20			3,00		ST		Camada Vegetal
			0,20	3,00				*			Areia, amarelo escuro
JS-2A	2		0,00	3,50				*	PP		Solo arenoso fino vermelho variegado com marrom com silte, argila e óxidos
JS-2B	2		0,00	2,00				*	ST		Solo arenoso fino vermelho variegado. Cor marrom com silte, argila e óxidos
JS-2C	2		0,00	3,00				*	PP		Solo arenoso fino vermelho variegado. Cor marrom com silte, argila e óxidos
J11/1	2		0,00	0,10			3,00	*	ST		Camada vegetal
			0,10	3,00							Argila arenosa, amarelada
J11/2	2		0,00	0,10			2,00	*	ST		Camada vegetal
			0,10	2,00							Areia argilosa avermelhada
J12/3	2		0,00	0,20			3,00	*	ST		Camada vegetal
			0,20	3,00							Areia fina argilosa, avermelhado

## BOLETIM DE SONDAGEM

Rodovia: BR 101

Trecho: Divisa PR/SC - Divisa SC/RS

Subtrecho: Araranguá - Sombrio

Estudo: Jazidas

Registro	Jazida	Configuração da terraplanagem	Camada		Posição em relação ao eixo	Afastamento do eixo	Profundidade programada	Ensaio a realizar	Ferramenta utilizada	Nível d'água	Identificação quanto a textura e cor
			De	Até		m	m			m	
J12/4	2		0,00	0,20			4,00	*	ST		Camada vegetal
			0,20	4,00							Areia argilosa fina, avermelhada
J12/5	2		0,00	0,10			3,00	*	ST		Camada vegetal
			0,10	3,00							Areia argilosa fina, avermelhada
J11/6	2		0,00	0,10			3,00	*	ST		Camada vegetal
			0,10	3,00							Areia argilosa, avermelhada
J11/7	2		0,00	0,10			2,00	*	ST		Camada vegetal
			0,10	2,00							Areia argilosa, avermelhada
J11/8	2		0,00	0,10			2,00	*	ST		Camada vegetal
			0,10	2,00							Areia argilosa, avermelhada
J12/9	2		0,00	0,10			3,00	*	ST		Camada vegetal
			0,10	3,00							Areia fina argilosa, avermelhada
J12/10	2		0,00	0,10			3,00	*	ST		Camada vegetal
			0,10	3,00							Argila arenosa, avermelhada

O símbolo de \* significa jazida investigada mas não indicada no projeto

## BOLETIM DE SONDAGEM

**Rodovia:** BR 101

**Trecho:** Divisa PR/SC - Divisa SC/RS

**Subtrecho:** Araranguá - Sombrio

**Estudo:** Subleito

Registro	Estaca progressiva	Configuração da terraplenagem	Camada		Posição em relação ao eixo	Afastamento do eixo	Profundidade programada	Ensaio a realizar	Ferramenta utilizada	Nível d'água	Identificação quanto a textura e cor
	Km		De	Até		m	m			m	
ST-91	5 + 590	C	0,00	1,50	EIXO		2,00	CC	ST	NFE	Areia escura
			1,50	2,00							Turfa
ST031	6 + 120	A	0,00	0,30	LD	8,00		CC	ST		Areia com matéria orgânica
			0,30	0,60							Areia marrom com pedra
			0,60	1,10							Areia marrom variegada com amarelo
ST028	6 + 700	A	0,00	0,80	LE	12,00	3,00		PN		Areia fina, cinza amarelado
			0,80	3,00							Areia fina, amarelada. Solo firme.
PN036	7 + 120	A	0,00	1,00	LE	8,00	1,00	CC	PN		Areia marrom com pedra

**RODOVIA:** BR – 101/SC

**TRECHO:** DIVISA PR/SC – DIVISA SC/RS

**SUB TRECHO:** TIJUCAS (RIO INFERNINHO) DIVISA SC/RS (RIO MAMPITUBA)

**LOTE:** 09 (Km 411 – Km 437)

**NOME DO(S) PROPRIETÁRIO(S):** BALTAZAR ANTÔNIO DA SILVA

**BENFEITORIAS EXISTENTES:** NENHUMA

**ESTADO DE EXPLORAÇÃO:** JÁ EXPLORADA

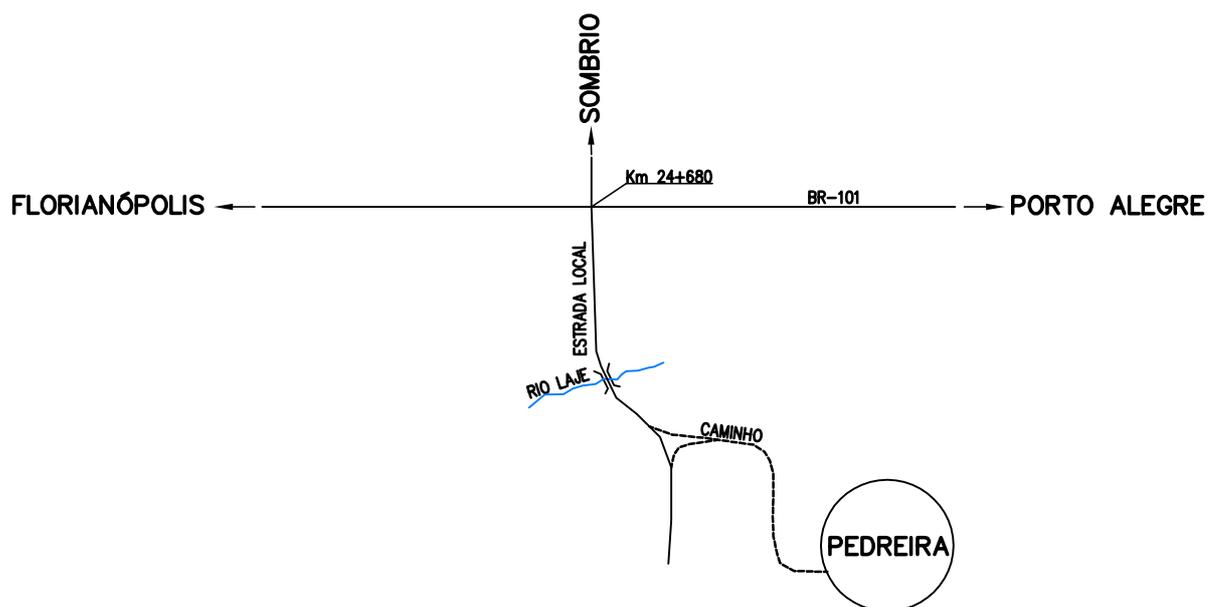
**TIPO DE VEGETAÇÃO:** MATO

**TIPO DE MATERIAL:** BASALTO COMPACTO MUITO DURO DE COR CINZA ESCURO

**VOLUME ESTIMADO:** 470.604m<sup>3</sup>

**ESTUDO: OCORRÊNCIA DE ROCHA**

**CROQUI DE SITUAÇÃO**



OBS.: A DISTÂNCIA ENTRE A PEDREIRA E A BR-101 É DE 3,3Km, SENDO 1,1Km PAVIMENTADOS E 2,2 NÃO PAVIMENTADOS.

# ÍNDICE DE FORMA

**RODOVIA:** BR 101

**TRECHO :** Divisa PR/ SC - Divisa SC/ RS Araranguá - Sombrio

**ORIGEM:** Pedreira de Sombrio

**DATA:** 16/10/1998

GRADUAÇÃO	CRIVOS CIRCULARES		PESO DAS FRAÇÕES DAS AMOSTRAS (g)	CRIVOS REDUTORES				% RETIDA	
	(mm)			CRIVO I	RETIDO	CRIVO II	RETIDO	CRIVO I	CRIVO II
	PASSANDO	RETIDO		(mm)	(g)	(mm)	(g)		
	76,0	63,5	3.006,0	38,0	1.032,0	25,0	1.482,0	34,3	49,3
	63,5	50,0	3.040,0	32,0	1.380,0	21,0	1.376,0	45,4	45,3
	50,0	38,0	3.022,0	25,0	1.898,0	17,0	826,0	62,8	27,3
	38,0	32,0	3.002,0	19,0	2.010,0	12,7	724,0	66,9	24,1
	TOTAL							209,4	143,0
ÍNDICE DE FORMA: 0,702									



## ABRASÃO "LOS ANGELES"

**RODOVIA:** BR-101

**TRECHO:** Div. PR/SC-Div. SC/RS. Araranguá - Sombrio

**ORIGEM:** Pedreira de Sombrio

**DATA:** out/98

### ESPECIFICAÇÕES

PENEIRAS		PESO E GRADUAÇÃO DA AMOSTRA DO ENSAIO em gramas						
PASSADO	RETIDA	A	B	C	D	E	F	G
3"	2,5"					2.500		
2,5"	2"					2.500		
2"	1,5"					5.000	5.000	
1,5"	1"	1.250					5.000	5.000
1"	3/4"	1.250						5.000
3/4"	1/2"	1.250	2.500					
1/2"	3/8"	1.250	2.500					
3/8"	N.º 3			2.500				
N.º 3	N.º 4			2.500				
N.º 4	N.º 8				5.000			
TOTAL		5.000	5.000	5.000	5.000	10.000	10.000	10.000
N.º DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12

PERDA MÁXIMA TOLERÁVEL: Base e Sub-Base 50% Revestido 40%

### REGISTRO DO ENSAIO

FAIXA								
PENEIRAS								
PASSADO	RETIDA							
3"	2,5"							
2,5"	2"							
2"	1,5"							
1,5"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"							
1/2"	3/8"							
3/8"	N.º 3							
N.º 3	N.º 4							
N.º 4	N.º 8							
TOTAL Pi		5000,1						
RETIDO		4007,2						
PERDA (%)		19,8						

# DURABILIDADE

**RODOVIA:** BR 101

**TRECHO :**

Divisa PR/ SC - Divisa SC/ RS

Araranguá - Sombrio

**ORIGEM:** Pedreira de Sombrio

**DATA:** 16/10/1998

FRAÇÕES		PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE PERDA	GRANULOMETRIA	PERDA PONDERADA
GRAÚDO	1 1/2" - 1"	1492,0	1450,0	2,81	17,9	0,50
	3/4" - 1/2"	990,0	894,0	9,70	49,1	4,76
	3/8" - 4	300,0	286,0	4,67	33,0	1,54
% DE PERDA TOTAL DO AGREGADO GRAÚDO						6,50
MIÚDO	3/8" - 4	100,1	93,7	6,29	29,6	1,86
	4 - 8	100,0	96,5	3,50	12,8	0,45
	8 - 16	100,2	95,8	4,19	11,4	0,48
	16 - 30	100,0	93,1	6,90	8,8	0,61
	30 - 50	100,0	92,4	7,60	8,0	0,61
% DE PERDA TOTAL DO AGREGADO MIÚDO						4,00
% DE PERDA TOTAL (AGREGADOS MIÚDO E GRAÚDO)						10,5

## **ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

---

## 2.5. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### 2.5.1. Introdução

A finalidade dos Estudos Hidrológicos está fundamentalmente ligada a definição dos elementos necessários ao Projeto das Estruturas de Drenagem, no que se refere ao local de implantação, tipo ou dimensionamento hidráulico. Com este objetivo, procura-se analisar dados pluviométricos, a fim de estabelecer uma projeção para as precipitações.

Nos trabalhos hidrológicos, é indispensável não apenas o conhecimento das máximas precipitações observadas nas séries históricas, mas, principalmente, a previsão das máximas precipitações, com a respectiva frequência, que possam vir a ocorrer na região transposta pela rodovia.

As grandezas características da precipitação, como a intensidade, a duração e a frequência, variam de local para local, de acordo com a latitude, altitude, tipo de cobertura, topografia e época do ano. Em razão disso, os dados pluviométricos de longas séries de observações devem ser analisados estatisticamente e não podem ser extrapolados de uma região para outra (BACK 1995).

### 2.5.2. Dados Utilizados

Para a realização dos estudos hidrológicos foram utilizados os dados das estações hidrometeorológicas apresentadas na Tabela 11 seguinte:

**Tabela 11 - Estações Hidrometeorológicas Utilizadas.**

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	TIPO	RIO	ENTIDADE	ÁREA DE DRENAGEM (KM <sup>2</sup> )	PERÍODO
02849004	Taquaruçu	Pluviométrico	-	DNAEE	-	1946 a 1997
02849012	Araranguá	Climatológico	-	INEMET	-	1926 a 1980
84820000	Forquilha	Fluviométrico	Mãe Luzia	DNAEE	523	1942 a 1997
84950000	Taquaruçu	Fluviométrico	Itoupava	DNAEE	898	1942 a 1997
84520000	Anitápolis	Fluviométrico	Braço do Norte	DNAEE	380	1944 a 1997
84560000	São Ludgero	Fluviométrico	Braço do Norte	DNAEE	1692	1939 a 1997
84580000	Rio do Pouso	Fluviométrico	Tubarão	DNAEE	2739	1939 a 1997
84600000	Armazém	Fluviométrico	Capivarí	DNAEE	773	1942 a 1997

Na realização dos estudos foram também utilizadas as cartas topográficas do IBGE, em escala 1:50.000, correspondentes as Folhas de Araranguá, Turvo e Sombrio. Foram também utilizadas publicações especializadas do IBGE, o Manual de Hidrologia do DNIT e estudos hidrológicos anteriores efetuados na região pela ECL - Engenharia, Consultoria e Economia S.A.

### 2.5.3. Caracterização Climática da Região

O trecho estudado caracteriza-se por ser uma região praticamente plana, possuindo uma vegetação rasteira tipicamente litorânea, com uso do solo para agricultura predominantemente temporária.

O clima da região pode ser classificado como mesotérmico brando, superúmido sem seca e do tipo Temperado, com uma temperatura média anual de aproximadamente 19° C e uma precipitação total anual média de 1270 mm.

A Tabela 12 apresenta os dados climatológicos mensais característicos da região estudada, obtidos da estação climatológica de Araranguá.

**Tabela 12 - Dados Climatológicos Característicos da Região.**

VARIÁVEL	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
TEMP MAX (°C)	27,0	29,0	26,0	24,0	23,0	20,0	19,0	16,0	21,0	24,0	25,0	27,0	23,4
TEMP MIN (°C)	20,0	22,0	19,0	18,0	14,0	11,0	11,0	15,0	16,0	18,0	18,0	21,0	16,9
TEMP MED (°C)	23,3	23,2	22,4	19,5	17,0	15,2	14,4	15,2	16,5	18,4	20,3	22,2	18,9
INSOLAÇÃO (h)	6,0	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,9
EVPT (mm)	119,0	113,0	99,0	69,0	49,0	38,0	35,0	41,0	52,0	69,0	89,0	109,0	886,0
EVAPO (mm)	124,0	123,0	114,0	87,0	60,0	45,0	40,0	43,0	55,0	72,0	93,0	115,0	971,0
CHUVA (mm)	139,3	148,2	143,3	86,7	83,3	89,8	93,4	123,9	133,4	116,3	107,8	109,5	1374,4
UMIDADE RELATIVA (%)	75,0	79,0	81,0	81,0	80,0	83,0	82,0	84,0	81,0	84,0	80,0	79,0	80,8

Obs.: EVAPO - Evaporação  
EVTP - Evapotranspiração potencial

#### 2.5.4. Precipitações

O regime pluvial da região estudada foi definido com base nos dados de precipitações totais diárias observados na estação pluviométrica de Taquaruçu. As características resultantes são próprias de uma região de transição, com uma precipitação total média anual de aproximadamente 1.374 mm, variando, no período analisado, entre um máximo de 2.021 mm ocorrido no ano de 1983 e um mínimo de 760 mm no ano de 1968.

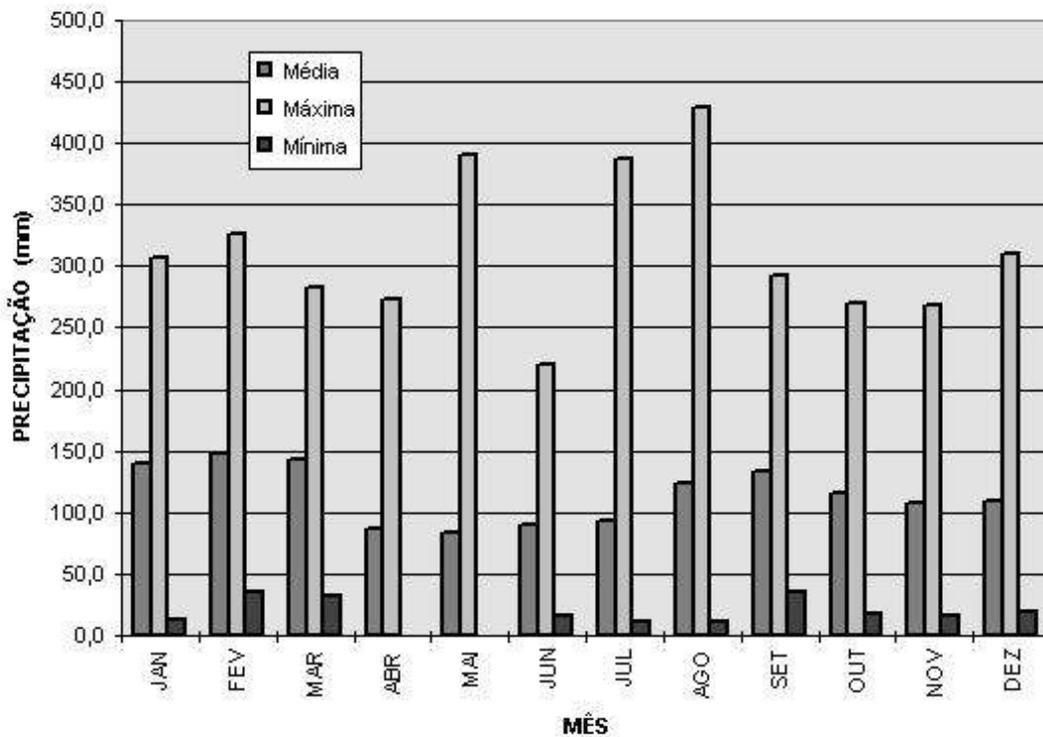
Em relação a variação sazonal, as precipitações totais médias mensais de longo período indicam dois períodos mais úmidos (os trimestres de janeiro a março e de agosto a outubro), e dois períodos mais secos, sendo que o mês de fevereiro é o mês com maior pluviosidade e o mês de maio o mais seco.

Os totais médios mensais, conforme mostrados na

Tabela 13 e no histograma da Figura 5, variaram entre um mínimo de 83,3 mm em maio e um máximo de 148,2 mm em fevereiro. A máxima precipitação total mensal registrada no período de dados registrados foi de 430,0 mm, ocorrida em agosto de 1965.

**Tabela 13 – Precipitações Totais Médias Na Região de Araranguá.**

MÊS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (MM)	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA (MM)	PRECIPITAÇÃO MÍNIMA (MM)
JAN	139,3	306,6	13,4
FEV	148,2	325,6	36,0
MAR	143,3	282,8	32,0
ABR	86,7	273,4	0,0
MAI	83,3	391,0	0,0
JUN	89,8	219,5	15,4
JUL	93,4	388,2	10,6
AGO	123,9	430,0	12,0
SET	133,4	293,0	35,4
OUT	116,3	269,4	17,6
NOV	107,8	268,2	16,4
DEZ	109,5	310,4	19,0
ANUAL	1.374	2.021	760



**Figura 4 - Chuvas Totais Mensais na Região de Araranguá.**

Quanto ao número de dias chuvosos na região estudada, a média indica uma ocorrência em torno de 7 (sete) dias por mês. A Tabela 1 apresenta os valores médios e máximos mensais de dias com chuva na região estudada. A Figura 5 mostra também um histograma com estes valores.

**Tabela 14 – Número de Dias Chuvosos na Região Estudada.**

MÊS	NÚMERO DE DIAS COM CHUVA	
	MÉDIO	MÁXIMO
JAN	9	19
FEV	9	19
MAR	9	17
ABR	6	12
MAI	6	14
JUN	6	12
JUL	6	19
AGO	7	14
SET	8	16
OUT	8	18
NOV	7	16
DEZ	8	14
ANUAL	89	125

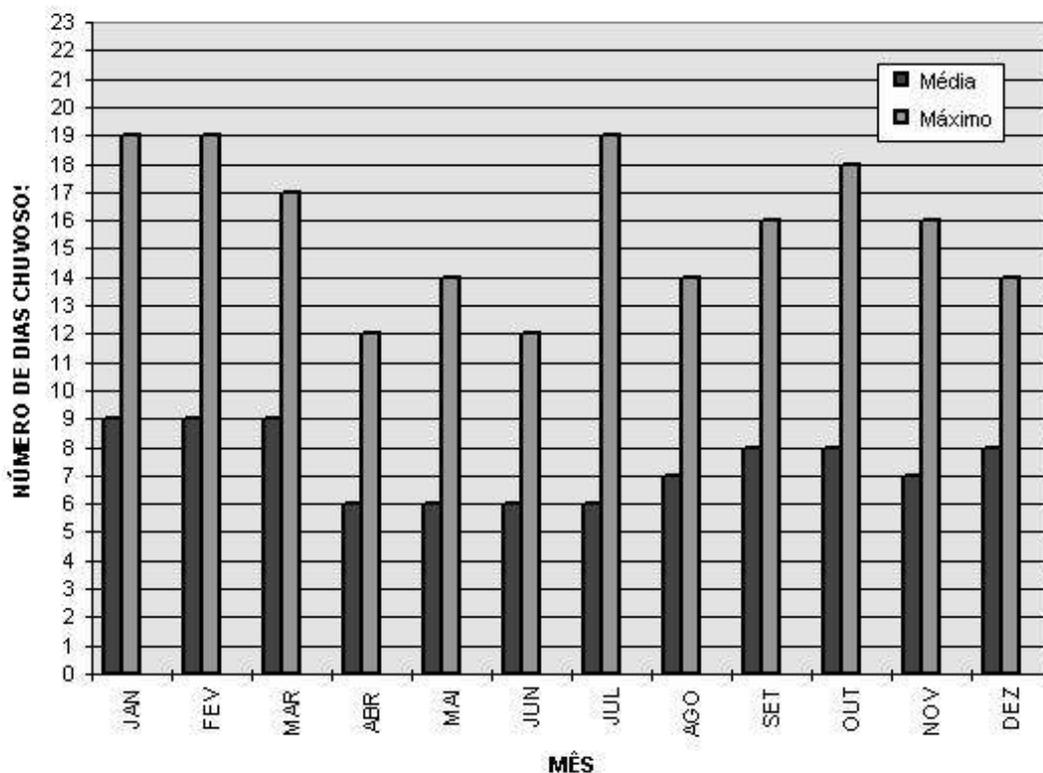


Figura 5 - Número de dias com chuvas na região de Araranguá.

Tabela 15 - Precipitações Máximas Anuais para a duração de um dia na estação pluviométrica de Taquaruçu.

ANO	CHUVA (MM)	ANO	CHUVA (MM)	ANO	CHUVA (MM)
1953	47,4	1968	45,8	1983	131,4
1954	43,8	1969	64,8	1984	71,6
1955	48,4	1970	79,2	1985	90,3
1956	47,6	1971	94,8	1986	115,0
1957	88,8	1972	70,8	1987	57,0
1958	79,2	1973	70,6	1988	84,2
1959	59,2	1974	90,6	1989	97,0
1960	79,4	1975	79,8	1990	68,4
1961	66,8	1976	92,8	1991	76,8
1962	91,8	1977	101,4	1992	60,0
1963	80,0	1978	51,9	1993	58,8
1964	72,6	1979	83,9	1994	63,0
1965	85,2	1980	61,2	1995	150,4
1966	78,0	1981	137,4	1996	64,0
1967	93,2	1982	68,8	1997	69,8

A partir dos dados observados na estação pluviométrica de Taquaruçu, foi obtida uma série de chuvas totais diárias máximas anuais para o período de 1953 a 1997, que são mostrados na Tabela 15. Os dados desta série foram submetidos a uma análise de

frequência de chuvas máximas, considerando as distribuições de probabilidade Log-Normal 2, Log-Normal 3, Gumbel, Pearson 3, Log-Pearson 3 e Exponencial 2.

As distribuições foram ajustadas à série de descargas máximas anuais através do método dos momentos e do método da máxima verossimilhança. Para determinar a distribuição de probabilidade que apresentou a melhor aderência aos dados observados, foram calculados os erros padrão da estimativa para cada ajuste pelos métodos citados através da seguinte expressão:

$$E = [0,5\sum_{i=1,n}(P_{oi} - P_{ci})^2]^{0,5}$$

Onde,

$P_{oi}$  = chuvas máximas observadas;

$P_{ci}$  = chuvas máximas calculadas pela distribuição ajustada.

A distribuição de probabilidade selecionada foi a distribuição Gumbel ajustada pelo método dos momentos, pois apresentou o menor erro padrão da estimativa. Considerou-se também os estudos realizados pela ELETROBRÁS, que recomendam a utilização das distribuições Gumbel e Exponencial 2, em estudos estatísticos de eventos extremos, por serem consideradas as distribuições de probabilidade mais “robustas” e confiáveis.

A Figura 5 mostra a curva de frequência de chuvas totais diárias máximas anuais para a região do município de Araranguá, ajustada para a distribuição Gumbel. A Tabela 16 apresenta os valores das chuvas totais diárias para diferentes tempos de recorrência para a região de Araranguá.

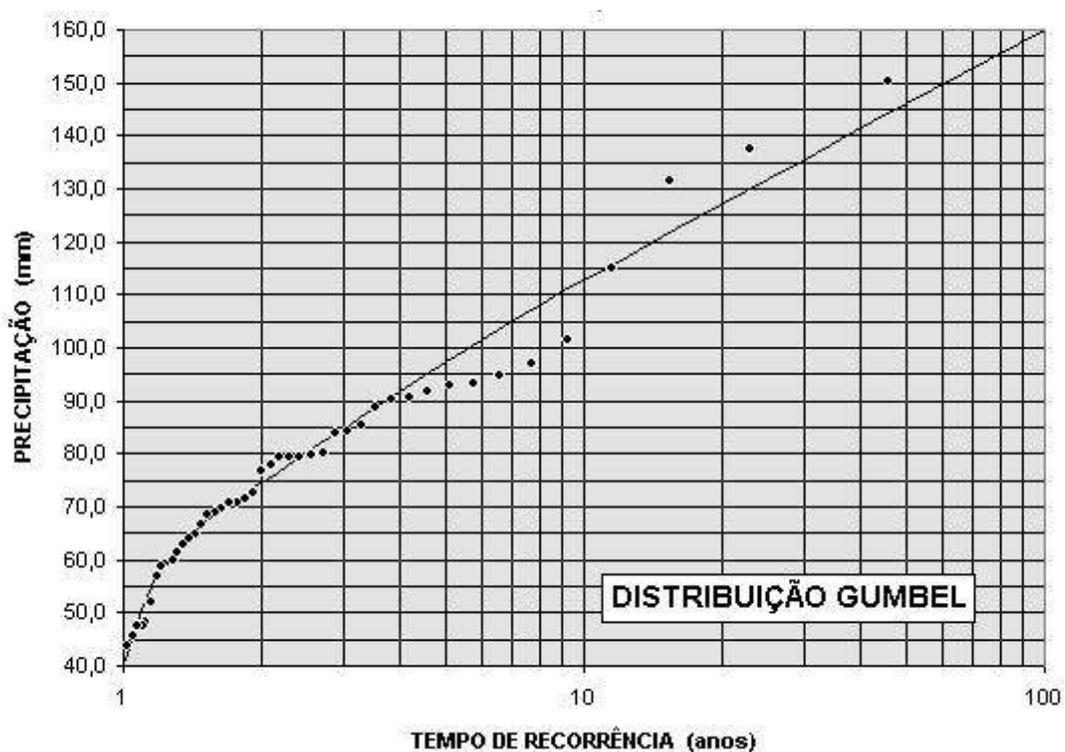


Figura 6 - Curva de Frequência de chuvas máximas totais diárias em Taquaraçu.

Tabela 16 - Precipitações Máximas Totais Diárias Esperadas (mm).

TEMPO DE RECORRÊNCIA (ANOS)	PRECIPITAÇÃO (MM)
2	74,4
5	97,4
10	112,6
25	131,8
50	146,0
100	160,1
250	178,7
500	192,8
1000	206,8

Em termos de chuvas intensas de curta duração (inferiores a 24 horas), importantes para o dimensionamento de obras de drenagem pluvial, foi determinada com base na curva de frequência de chuvas totais diárias para a região estudada, uma equação de chuvas intensas, que é mostrada abaixo:

$$P = \frac{1071,95 \times TR^{0,1512}}{(D + 13,06)^{0,7813}}$$

onde,

$P$  = precipitação em mm/hora

$TR$  = tempo de recorrência em anos

D = duração da chuva em minutos;

Esta equação de chuvas intensas foi determinada através do método de Torrico, conforme descrito por Silva<sup>1</sup>.

A Figura 04 apresenta um gráfico com as curvas de precipitação x duração para diferentes tempos de recorrência, obtidas a partir da equação acima apresentada.

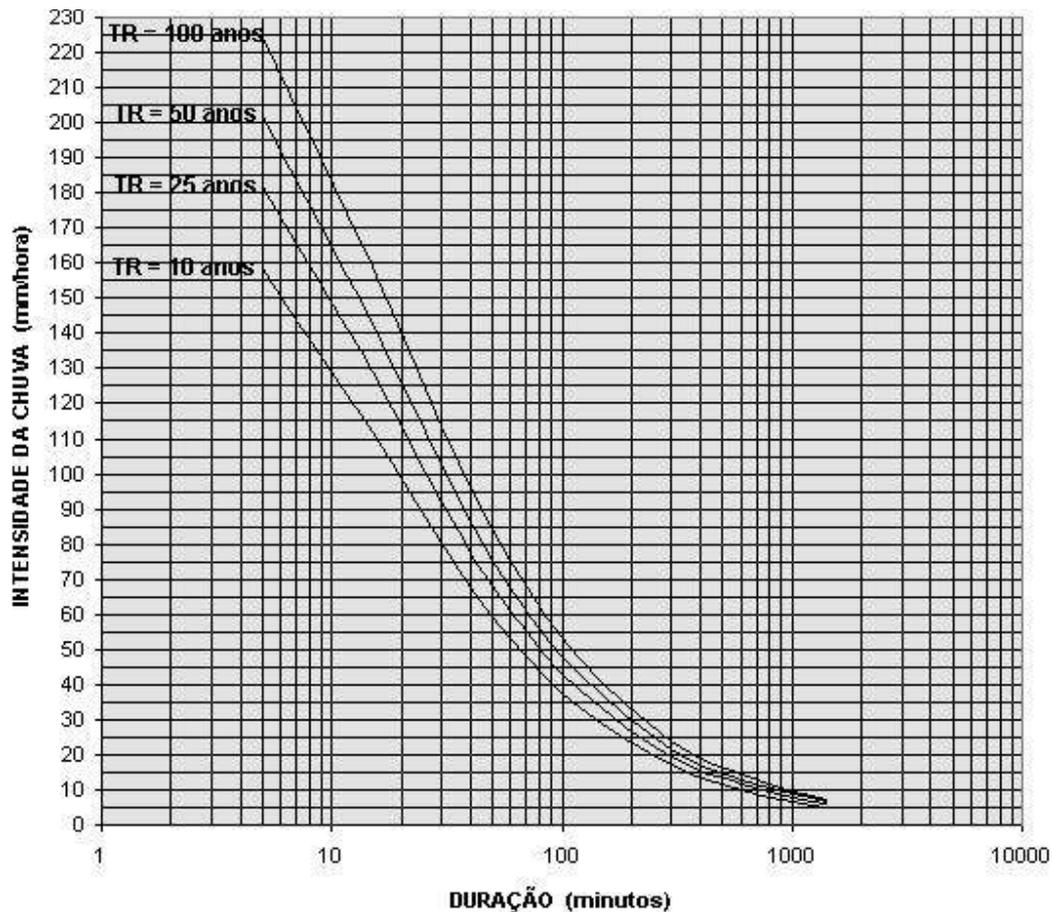


Figura 7 - chuvas Intensas na Região de Araranguá.

### 2.5.5. Cálculo de Vazões Máximas

Foi utilizado o Método Racional para bacias com área até 10,0 km<sup>2</sup>.

$$Q_r = \frac{C \times i \times A}{6}$$

---

<sup>1</sup> Silva, J. T. N., Kern, R., Henrique, M. L., "Comparação de Chuvas Intensas Obtidas a Partir de Pluviogramas e pelo Método Empírico das Isozonas", Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vol. 2, Pg. 249 a 259, Foz do Iguaçu, 1989.

Onde,

$Q_T$  = vazão de cheia ( $m^3/s$ ) para um período de recorrência de T anos.

A = área da bacia em ha

i = intensidade de precipitações em mm/min obtida através da equação

$$i = \frac{17,86 \times T_r^{0,1512}}{(T_c + 13,06)^{0,7813}}$$

C = coeficiente de escoamento adimensional adotado igual a 0,7 no Contorno de Araranguá por se tratar de região em fase de urbanização, e igual a 0,3 no restante do trecho.

### **2.5.5.1. Determinação das Descargas para Obras de Drenagem Superficial**

Na determinação da descarga de contribuição necessária para a verificação das obras de drenagem superficial (meios-fios e/ou banquetas dos aterros), foi considerado o caso mais desfavorável, ou seja, foi considerado um subtrecho em aterro e em curva, com 400 m de extensão, de tal maneira que toda a pista de rolamento e os acostamentos passam a contribuir para os meios-fios e/ou banquetas.

Para o cálculo da descarga foi utilizado o método racional, considerando um coeficiente de “run off” (C) médio de 0,80. Os outros dados utilizados foram os seguintes:

Comprimento do aterro = 0,400 km;

Largura = 0,011 km;

Área de contribuição = 0,044 km<sup>2</sup>;

Intensidade da chuva = 158,3 mm/hora .

A intensidade da chuva foi calculada para um tempo de recorrência de 10 anos e um tempo de concentração de 5 minutos.

Utilizando a fórmula racional:

$$Q_p = 0,2777CIA = 0,2777 \times 0,80 \times 158,3 \times 0,0044 = 0,155 \text{ m}^3/\text{s}$$

Desta forma, a descarga média por metro linear de rodovia contribuindo para os meios-fios e/ou banquetas será:

$$Q_m = 0,155/400 = 0,00039 \text{ m}^3/\text{s}.$$

### **3. PROJETOS**

---

### **3.1 PROJETO GEOMÉTRICO**

---

### **3.1. PROJETO GEOMÉTRICO**

O Projeto Geométrico foi desenvolvido com base nas características técnicas preconizadas pelas Normas do DNIT, contidas no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – Edição 1999, bem como foram considerados os elementos básicos fornecidos pelo Plano Funcional da Rodovia, pelos Estudos de Tráfego, Topográficos, Geotécnicos e demais projetos correlacionados.

#### **3.1.1. Características Técnicas e Operacionais da Rodovia**

O projeto executado é compatível com o Plano Funcional e os Estudos de Tráfego elaborados preliminarmente, conforme critérios e conceitos das Normas do DNIT.

De forma geral, no desenvolvimento do projeto foram considerados basicamente o aspecto funcional da rodovia, a redução do impacto ambiental e a minimização dos custos de implantação obedecendo, no entanto, às limitações técnicas pré-determinadas.

A rodovia, em função de sua classe funcional e volumes de tráfego, foi classificada em características técnicas de Classe I-A, segundo classificação das Normas do DNIT.

O projeto desenvolvido com base no projeto de duplicação indicando alargamento de um lado da plataforma. Atravessa relevos planos e em função das características adotadas, fornece condições geométricas para o desenvolvimento de velocidade diretriz respectiva de 80 km/h no segmento considerado.

A pista está localizada antes do Posto de Pesagem, quando considerado o sentido Florianópolis – Araranguá, ao lado direito da rodovia, devido a sua extensão ser de apenas 600 metros não possui curvas significativas. Quanto ao projeto em perfil, foi mantido o greide do projeto de duplicação, com exceção da via marginal que devido ao projeto teve seu greide elevado, esse detalhe do projeto está melhor descrito abaixo.

### **3.1.2. Projeto Planialtimétrico**

O projeto em planta foi elaborado com base nas ortofotocartas obtidas para o trecho e consistiu do lançamento do eixo da rodovia e marginais com auxílio de dados geométricos do Projeto de Duplicação existente, resultando na definição analítica de seus pontos por coordenadas.

O segmento do posto de pesagem teve seu projeto realizado com base no projeto de duplicação. Sendo assim, o mesmo foi projetado paralelamente ao eixo de projeto da rodovia.

Em vista dos limites das informações obtidas nas ortofotocartas e na busca de maior precisão altimétrica, com auxílio de uma Estação Total e poligonal de apoio implantada convenientemente na área, amarradas ao sistema local de coordenadas do projeto, foram nivelados diversos pontos ao longo de todo o trecho na extensão da faixa de domínio, de forma a se obter um plano cotado com medições diretas de campo na área de interesse do projeto.

O projeto altimétrico, foi baseado nos perfis longitudinais dos eixos correspondentes, levantados através do plano cotado referido. Consistiu então do lançamento do greide pavimentação da superfície da camada situada imediatamente antes do revestimento final em CBUQ, no eixo de projeto da rodovia.

#### **3.1.2.1. Projeto Planimétrico**

O projeto planimétrico da rodovia, desenhado em escala 1:2000, está apresentado em pranchas tamanho A-3 no Volume 2 e contém os seguintes elementos:

- Base Cartográfica do tipo ortofotocarta, representando a região do projeto.
- Alinhamento dos eixos de projeto da rodovia assinalados de 20 em 20 metros, numerados a cada 100 metros e definidos pelas seguintes quilometragens progressivas:
- Rodovia: km 5+600=PP a km 6+519,67=PF;
- Marcos que representam os vértices de uma poligonal a ser utilizada na materialização do eixo para construção, contendo suas cotas e coordenadas;

- Rumos verdadeiros dos alinhamentos;
- Representação das curvas de nível, equidistantes de 1 metro, sendo as curvas de nível mestras de 5 em 5 metros;
- Representação dos bordos da plataforma e as projeções dos “off-sets” hachureados, com convenções diferenciando cortes e aterros;
- Cotas e posições das RNs;
- Faixa de domínio.

### **3.1.2.2. Projeto Altimétrico**

Após a definição dos elementos planimétricos do projeto da rodovia, com a caracterização geométrica do eixo, em planta, pode-se partir para a definição dos elementos geométricos, segunda outra dimensão, visando ao dimensionamento do greide da rodovia no plano vertical. Para o presente caso o greide foi mantido igual ao projeto da duplicação já existente para o local. O projeto altimétrico, desenhado nas escalas 1:200 (V) e 1:2000 (H), são apresentados em pranchas A-3 no Volume 2, contém:

- Desenho do perfil longitudinal dos terrenos e o traçado dos respectivos greides nos eixos de projeto, com as características de implantação retro-mencionadas;
- Percentagem das rampas e seus comprimentos;
- Comprimento das projeções horizontais das curvas de concordância vertical (Y);
- Cotas do PIV, PCV e PTV de cada curva vertical;
- Comprimento da flecha (e) e raios mínimos das curvas verticais;
- Estaqueamento representado por quilometragem progressiva.

### **3.1.3. Seção Transversal**

Estabelecida à geometria dos elementos longitudinais da rodovia, com o projeto do eixo e do greide, resta fixar as características dos elementos constituintes das seções transversais, para que se possa definir geometricamente a seção transversal da rodovia em qualquer ponto ao longo do eixo, ensejando a completa caracterização espacial da rodovia. As seções transversais a cada estaca, foram desenhadas em escala 1:200, com identificação completa da plataforma, taludes, e demais elementos.

### 3.1.3.1. Características da Seção Transversal

A seção transversal tipo para o presente caso, foi desenvolvida com o objetivo de não reformular ao projeto original da pista existente na duplicação e manter constantes suas dimensões ao longo da implantação.

Sendo assim houve no segmento estudado um aproveitamento da pista existente e manutenção do respectivo greide. O projeto de seção transversal da rodovia apresenta uma plataforma de terraplenagem composta por um alargamento de 6,60 m ao lado direito do eixo da rodovia.

As principais dimensões dos elementos geométricos da seção transversal projetada para a extensão referida, são visualizadas na tabela a seguir:

**Tabela 17 - Seções Transversais.**

<b>Elementos</b>	<b>Declividade (%)</b>	<b>Largura (m)</b>
Folga lateral em aterros	-	1,00
Acesso ao Posto	1	3,60
Pista de rolamento	2	2x7,20
Acostamentos internos	2	2x1,40
Acostamento externo direito	5	3,00
Acostamento externo esquerdo	5	3,00
Faixa de segurança	2	3,00
Barreira tipo New Jersey	-	0,60
Defensa metálica seção "w" simples	-	0,75
Plataforma de terraplenagem em aterros	2	31,80
Faixa de domínio	-	60,00

### 3.1.4. Via Marginal

Devido à implantação da pista, localizada no lado direito da rodovia nas proximidades da Balança, será necessário uma alteração no projeto inicial de duplicação da rodovia BR-101.

A construção do acesso acarretará na elevação do greide da via marginal, devido a proximidade entre ambas. Como consequência dessa elevação, temos a eliminação da ciclovia, pois o talude final deve ser enquadrado dentro do faixa de domínio do DNIT, que no caso é de 30 metros para ambos os lados, valor obtido em relação ao eixo.

Serão contabilizadas no projeto de terraplagem os custos relativos a elevação do greide, guardrails e demais implantações que alterem os custos do projeto inicial de duplicação.

As seções de terraplanagem estarão presentes no Volume 2 – Projeto Básico de Execução, contemplando a elevação do greide na via marginal.

## **3.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

---

## **3.2. PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

O Projeto de Terraplenagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a localização, determinação e distribuição dos volumes dos materiais destinados à conformação da plataforma da rodovia em duplicação de acordo com o projeto geométrico e especificações vigentes, tendo como referência os elementos básicos obtidos através dos estudos geológicos e projeto geométrico. Desta forma os estudos geológicos forneceram indicações quanto a:

- Natureza e origem geológica da rocha a ser encontrada;
- Taludes a serem adotados;
- Classificação presumível dos materiais a serem escavados.

Dos estudos geotécnicos foram obtidas as características físicas dos solos dos cortes e empréstimos. Do projeto Geométrico foram obtidos:

- A definição de posicionamento do acesso e do acostamento em relação ao eixo da via;
- As alturas dos aterros, as profundidades de cortes, as áreas das seções transversais, de estaca à estaca, as indicações de escalonamento de taludes de cortes, onde necessários; as indicações de denteamento para incorporar um novo aterro ao existente.

### **3.2.1. Perfil Geotécnico**

O desenho do Projeto Geométrico em perfil, é representado com base no furo de sondagem localizado no Km 5+590, 6+120 e 6+700 , indicando-se as camadas constituintes segundo a classificação T.R.B.

No Volume 2 – Projeto Básico de Execução encontra-se detalhado o Perfil Geotécnico elaborado especificamente para ilustrar os estratos. As ocorrências de materiais classificáveis foram representadas através de convenções próprias e diferenciadas.

### **3.2.2. Fundação de Aterros**

Os estudos geotécnicos realizados ao longo do trecho, não acusaram a existência de solo mole em nenhum ponto. Como todo o trecho é composto por areia não haverá problemas maiores quanto a fundação de aterro.

### ➤ **Denteamento da saia do aterro existente**

A simples compactação do aterro da nova pista sobre a saia do aterro atual, nos segmentos com previsão de alargamento da plataforma existente, apresenta alguns inconvenientes de natureza técnica, tais como:

- A existência de uma camada vegetal de compactação e espessura variáveis contendo raízes e vegetação.
- A existência de uma espessura de material com baixo índice de compactação na base da camada vegetal.
- Estas situações que podem apresentar alguma variação de local para local, contribuindo de forma relevante para:
- Geração de uma superfície inclinada com elevada permeabilidade em razão dos vazios;
- Percolação e acumulação de água proveniente de superfícies não impermeabilizadas;
- Geração de um plano preferencial de rompimento do novo aterro, com o comprometimento do tráfego.

### **3.2.3. Taludes de Aterros**

Tendo em vista a obtenção de um equilíbrio técnico-econômico e a consagração em projetos rodoviários de taludes em solos com inclinação de 1,5(H:1(V) nos aterros foram adotadas essa inclinação para os terraplenos da rodovia.

### **3.2.4. Seções transversais tipo de Terraplenagem**

A seção transversal no segmento correspondente a implantação do acesso apresenta uma plataforma de terraplenagem com 31,80 metros de largura e uma faixa de domínio de 60,0 metros.

A inclinação transversal, no trecho em tangente é de 2% simétricas em relação ao eixo da pista.

No Volume 2 - Projeto Básico de Execução, encontram-se detalhadas todas as seções adotadas, com os elementos que as definem.

### 3.2.5. Volumes de Escavação e Dados Complementares

Os volumes a movimentar foram calculados com auxílio de computação eletrônica. Estes cálculos possibilitaram o conhecimento dos seguintes elementos:

- Volume de aterros, remoção da camada vegetal, denteamentos, volumes das camadas finais de aterros e volumes totais acumulados;

#### ➤ **Coeficiente de Empolamento**

O coeficiente de empolamento é obtido pela seguinte expressão:

$$E = \frac{DL}{DI}$$

Onde,

E = coeficiente de empolamento;

DL = densidade máxima do material, em laboratório;

DI = densidade “in situ” do material. Em função das características dos materiais ocorrentes, este coeficiente foi considerado uniforme em todo o trecho de projeto, adotando-se o critério abaixo indicado para a determinação.

Obteve-se a relação DL / DI em todos os pontos onde foram determinadas densidade in “situ” dos materiais.

Em seguida, calcularam-se a média e o desvio-padrão dos valores obtidos. O valor calculado como representativo para o coeficiente de empolamento foi a soma do valor médio e o desvio-padrão, acrescido de 10% para compensar eventuais perdas de materiais, adotando-se um coeficiente de empolamento de 1,40 para o cálculo dos volumes.

#### ➤ **Bota-foras**

Os volumes resultantes da escavação dos denteamentos dos aterros deverão ser transportados para as jazidas de solo indicadas no projeto, para recomposição ambiental das mesmas, em função da construção de vias marginais ao longo do trecho, que impossibilita o espalhamento deste material dentro da faixa de domínio.

### 3.2.6. Notas de Serviço de terraplenagem

As Notas de Serviço de Terraplenagem foram calculadas segundo as instruções do Projeto Geométrico e são apresentadas no Volume 3.

### 3.2.7. Quantidades

As planilhas de cálculo que deram origem à determinação dos volumes de terraplenagem são apresentadas no Volume 3 – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes. As tabelas a seguir relacionam as principais quantidades resultantes do Projeto de Terraplenagem.

**Tabela 18 – Tabela Resumo da Terraplenagem.**

DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	COEFICIENTE DE HOMOGENEIZAÇÃO	VOLUMES (M <sup>3</sup> )	
			GEOMÉTRICO	EMPOLADO
MATERIAL UTILIZADO NO ATERRO				
Camadas inferiores	1. <sup>a</sup> Categoria	1,4	10.120,453	14.168,634
Volume utilizado nas camadas inferiores			10.120,453	14.168,634
Camadas finais	1. <sup>a</sup> Categoria	1,4	2.788,477	3.903,87
Volume utilizado nas camadas finais			2.788,477	3.903,87
<b>VOLUME UTILIZADO NOS ATERROS</b>			<b>12.908,93</b>	<b>18.072,502</b>
<b>VOLUME TOTAL DE TERRAPLENAGEM</b>			<b>16.491,614</b>	<b>23.088,26</b>

**Tabela 19 - Volume de Compactação.**

DESCRIÇÃO	COMPACTAÇÃO	SEÇÃO DE PROJETO
Camadas finais 20 cm	1. <sup>a</sup> Categoria	1.302,874
Camadas finais 40 cm	1. <sup>a</sup> Categoria	1.755,603
Camadas inferiores	1. <sup>a</sup> Categoria	10.120,453
<b>TOTAL</b>		<b>12.908,93</b>

**Tabela 20 - Resumo das quantidades.**

DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
Escavação, carga, transporte e descarga de material de 1. <sup>a</sup> Categoria.	m <sup>3</sup>	16.491,614
Execução de Aterros:		
- Espalhamento e compactação a 100% do Proctor intermediário nos aterros de solos.	m <sup>3</sup>	1.032,874
- Espalhamento e compactação a 100% do Proctor Normal nos aterros de solos.	m <sup>3</sup>	1.755,603
- Espalhamento e compactação a 95% do Proctor Normal nos aterros de solos.	m <sup>3</sup>	10.120,453

### **3.3 PROJETO DE DRENAGEM**

---

### **3.3. PROJETO DE DRENAGEM**

#### **3.3.1. Introdução**

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

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

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

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

#### **3.3.2. Drenagem Superficial**

##### **3.3.2.1. Objetivos**

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

O sistema de drenagem superficial foi projetado de forma a proporcionar um rápido escoamento das águas pluviais que incidem sobre a pista e terrenos marginais, bem

como, disciplinar o escoamento de pequenos cursos d'água e conduzi-los para local de deságüe seguro.

### **3.3.2.2. Dimensionamento dos Dispositivos de Drenagem Superficial**

O sistema de drenagem superficial foi projetado de forma a permitir um escoamento rápido das águas pluviais que incidem sobre as pistas e terrenos marginais, bem como disciplinar o escoamento dos cursos de água que tendem a atravessar a rodovia.

O sistema de drenagem superficial para o acesso ao posto de pesagem se resume a sarjetas e canaletas.

#### **➤ Sarjetas de Canteiro**

As sarjetas dos canteiros localizados entre o acesso e a via margem terão formas trapezoidais, serão em concreto e projetados de forma a drenar as áreas do mesmo e da pista da rodovia e via marginal adjacentes.

O dimensionamento desses canais consistiu na determinação da vazão de contribuição, não devendo o nível da água atingir valores previamente estabelecidos. Quando houve superação da capacidade hidráulica, pontos baixos ou final de canteiro foram projetadas caixas coletoras.

As sarjetas indicadas para o respectivo trecho são do tipo SCC-04, para o trecho do km 6+300 ao km 6+180 e SCC 05, para o trecho do km 5+660 ao km 4+480.

Dimensionamento da seção SCC-04. Cálculo da velocidade e capacidade de vazão da sarjeta:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n} \quad (\text{Fórmula de Manning}) \quad n = 0,015 \quad (\text{concreto})$$

$$S = \frac{(0,70 + 1,40) \cdot 0,35}{2} = 0,37 \text{ m}^2 \quad P = 1,69 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = 0,217 \quad R = 0,217 \text{ m}$$

$$V = \frac{0,217^{2/3} \cdot i^{1/2}}{0,015} \quad V = 24,07 \cdot i^{1/2}$$

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 8,91 \cdot i^{1/2}$$

Onde,

Q= Vazão Máxima admitida pela sarjeta em m<sup>3</sup>/s;

n = coeficiente de rugosidade em função do tipo de revestimento da sarjeta;

R = raio hidráulico em m;

I = declividade longitudinal da sarjeta em m/m;

A = área da seção da sarjeta em m<sup>2</sup>;

**Tabela 21 - Comprimento crítico conforme a variação da declividade, para a seção SCC-04.**

%	Declividade (m/m)	Veloc. Fluxo (m/s)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Comprim. Crítico
<b>0,100%</b>	<b>0,0010</b>	0,762	0,280	<b>748,68</b>
<b>0,300%</b>	<b>0,0030</b>	1,320	0,485	<b>1296,75</b>
<b>1,000%</b>	<b>0,0100</b>	2,411	0,886	<b>2367,53</b>
<b>1,500%</b>	<b>0,0150</b>	2,953	1,085	<b>2899,62</b>
<b>2,000%</b>	<b>0,0200</b>	3,409	1,253	<b>3348,19</b>
<b>2,500%</b>	<b>0,0250</b>	3,812	1,401	<b>3743,39</b>
<b>3,000%</b>	<b>0,0300</b>	4,176	1,535	<b>4100,68</b>
<b>3,500%</b>	<b>0,0350</b>	4,510	1,658	<b>4429,24</b>
<b>4,000%</b>	<b>0,0400</b>	4,822	1,772	<b>4735,05</b>

Dimensionamento da seção SCC-05 Cálculo da velocidade e capacidade de vazão da sarjeta:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot I^{1/2}}{n} \text{ (Fórmula de Manning)}$$

$$n = 0,015 \text{ (concreto)}$$

$$S = \frac{(0,70 + 1,40) \cdot 0,50}{2} = 0,53^2$$

$$P = 1,92\text{m}$$

$$R = \frac{A}{P} = 0,273$$

$$R = 0,273 \text{ m}$$

$$V = \frac{0,273^{2/3} \cdot I^{1/2}}{0,015}$$

$$V = 28,06 \cdot I^{1/2}$$

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 14,87 \cdot I^{1/2}$$

Onde,

Q= Vazão Máxima admitida pela sarjeta em m<sup>3</sup>/s;

n = coeficiente de rugosidade em função do tipo de revestimento da sarjeta;

R = raio hidráulico em m;

I = declividade longitudinal da sarjeta em m/m;

A = área da seção da sarjeta em m<sup>2</sup>;

**Tabela 22 - Comprimento crítico conforme a variação da declividade, para a seção SCC-05.**

%	Declividade (m/m)	Veloc. Fluxo (m/s)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Comprim. Crítico
<b>0,100%</b>	<b>0,0010</b>	0,888	0,466	<b>1245,70</b>
<b>0,300%</b>	<b>0,0030</b>	1,538	0,807	<b>2157,62</b>
<b>1,000%</b>	<b>0,0100</b>	2,808	1,474	<b>3939,26</b>
<b>1,500%</b>	<b>0,0150</b>	3,439	1,805	<b>4824,58</b>
<b>2,000%</b>	<b>0,0200</b>	3,971	2,085	<b>5570,95</b>
<b>2,500%</b>	<b>0,0250</b>	4,440	2,331	<b>6228,51</b>
<b>3,000%</b>	<b>0,0300</b>	4,863	2,553	<b>6822,99</b>
<b>3,500%</b>	<b>0,0350</b>	5,253	2,758	<b>7369,67</b>
<b>4,000%</b>	<b>0,0400</b>	5,616	2,948	<b>7878,51</b>

#### ➤ **Canaleta de canteiro**

Nos trechos onde não haveria espaço suficiente para instalação de sarjetas de canteiro, foram projetadas canaletas de canteiro, mais precisamente nos trecho do km 6+180 ao km5+660.

□ Cálculo da velocidade e capacidade de vazão da canaleta

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n} \quad (\text{Fórmula de Manning}) \quad n = 0,015 \text{ (concreto)}$$

$$A = 0,40 \cdot 0,50 = 0,2 \text{ m}^2 \quad P = 1,40 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = 0,143 \quad R = 0,143 \text{ m}$$

$$V = \frac{0,143^{2/3} \cdot i^{1/2}}{0,015} \quad V = 18,22 \cdot I^{1/2}$$

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 3,64 \cdot I^{1/2}$$

Onde,

Q= Vazão Máxima admitida pela sarjeta em m<sup>3</sup>/s;

n = coeficiente de rugosidade em função do tipo de revestimento da sarjeta;

R = raio hidráulico em m;

I = declividade longitudinal da sarjeta em m/m;

A = área da seção da sarjeta em m<sup>2</sup>.

**Tabela 23 - Comprimento crítico conforme a variação da declividade para canaletas.**

Declividade (%)	Declividade (m/m)	Veloc. Fluxo (m/s)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Comprim. Crítico
<b>0,100%</b>	<b>0,0010</b>	0,576	0,115	<b>307,90</b>
<b>0,150%</b>	<b>0,0015</b>	0,706	0,141	<b>377,10</b>
<b>0,200%</b>	<b>0,0020</b>	0,815	0,163	<b>435,44</b>
<b>0,250%</b>	<b>0,0025</b>	0,911	0,182	<b>486,84</b>
<b>0,300%</b>	<b>0,0030</b>	0,998	0,200	<b>533,30</b>
<b>0,350%</b>	<b>0,0035</b>	1,078	0,216	<b>576,03</b>
<b>0,400%</b>	<b>0,0040</b>	1,152	0,230	<b>615,80</b>
<b>0,450%</b>	<b>0,0045</b>	1,222	0,244	<b>653,16</b>
<b>0,500%</b>	<b>0,0050</b>	1,288	0,258	<b>688,49</b>
<b>1,000%</b>	<b>0,0100</b>	1,822	0,364	<b>973,67</b>
<b>1,500%</b>	<b>0,0150</b>	2,231	0,446	<b>1192,50</b>
<b>2,000%</b>	<b>0,0200</b>	2,576	0,515	<b>1376,98</b>
<b>2,500%</b>	<b>0,0250</b>	2,881	0,576	<b>1539,51</b>
<b>3,000%</b>	<b>0,0300</b>	3,156	0,631	<b>1686,45</b>
<b>3,500%</b>	<b>0,0350</b>	3,408	0,682	<b>1821,58</b>

### **3.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

---

## 3.4. PROJETO PAVIMENTAÇÃO

### 3.4.1. Introdução

Os estudos geotécnicos para o projeto de pavimentação compreendem o o subleito e ocorrências de materiais para a pavimentação.

O estudo do subleito de estradas de rodagem com terraplanagem concluída tem como objetivo o reconhecimento dos solos visando a caracterização das diversas camadas e o posterior traçado dos perfis dos solos para efeito do projeto de pavimento.

O estudo de ocorrências de materiais para a pavimentação tem como objetivo o reconhecimento e a caracterização dos materiais de jazidas como fonte de matéria-prima para a utilização na construção das diversas camadas de reforço do subleito, sub-base, base e revestimentos de acordo com o projeto do pavimento.

Sendo assim com base nos estudos geotécnicos e de ocorrência de jazidas, foram adotados parâmetros de materiais utilizados e localizados no trecho, que serviriam de base aos projetos de pavimentação.

Em função da solução adotada de alargamento da plataforma existente, no fechamento da análise e detalhamento do projeto foi efetuada a compatibilização entre as soluções estabelecidas para o pavimento novo nos alargamentos da pista para duplicação.

### 3.4.2. Parâmetros de Tráfego

O pavimento é dimensionado em função do número de equivalentes (N) de operações de um eixo tomado como padrão, durante o período de projeto escolhido.

Sendo assim, conforme metodologia apresentada no item 2.1 - Estudos de Tráfego determinou-se o número “N” – Equivalente de Operações do Eixo Padrão (8,2 toneladas), por acumulação sucessiva ao longo do período de projeto equivalente a 10 anos para o caso em estudo.

$$N(AASHTO) = 2,25 \times 10^7$$

$$N(USACE) = 1,13 \times 10^8$$

### 3.4.3. Dimensionamento da Estrutura do Pavimento

Para o dimensionamento da estrutura do novo pavimento a ser implantado no alargamento da pista existente, foi aplicado o Método da Resiliência, com os dados de entrada indicados a seguir:

- Subleito: tipo I,  $ISp = 11,0\% = CBR$ ;
- Número “N” =  $1,13 \times 10^8$  ( USACE );
- Espessura total de pavimento requerida:  
 $Ht = 77,67 \cdot (N)^{0,0482} \cdot (CBR)^{-0,598} = 45,2 \text{ cm}$ ;
- Deflexão de projeto ( $Dp = 0,94 \cdot Da$ )  
 $\log Da = 3,148 - 0,188 \log N$   
 $Da = (43,27 \times 10^{-2} \text{ mm})$ ;  
] Adotado  $Dp = 0,94 \cdot Da = 40,70 \times 10^{-2} \text{ mm}$ ;
- Espessura mínima teórica da camada betuminosa  
 $Hcb = -5,737 + 807,961 (Dp)^{-1} + 0,972 \cdot I1 + 4,101 \cdot I2$   
 $I1 = I2 = 0$  e  $Hcb = 14,11 \text{ cm}$ ; adotado  $Hcb = 15,0 \text{ cm}$ ;
- Valor estrutural da camada betuminosa (VE)  
Valor recomendado no método = 2,8; valor adotado = 2,0;
- Espessura da camada granular  
 $Hcb \times 2,0 + Hcg = Ht = 45,2$   
 $Hcg > 15,20 \text{ cm}$ .

Adotado  $Hcg = 38,0$  centímetros, composto por 18,0 cm de base de brita graduada sobre 20,00 centímetros de sub-base de macadame seco.

Portanto, a estrutura do pavimento novo será a indicada no esquema apresentado a seguir para a pista principal.

### 3.4.4. Verificação das soluções Estabelecidas pela Aplicação da Análise Mecânica.

Os métodos podem ser completados, contudo, por análises que permitam considerar –se, no dimensionamento, o problema do trincamento por fadiga das camadas asfálticas nos pavimentos flexíveis, e das camadas cimentadas, nos pavimentos semi-rígidos.

### 3.4.4.1. Valores Admissíveis

Deformação específica de tração admissível no fundo do revestimento de concreto betuminoso (CBUQ) -  $\epsilon_t$

$$N = 0,0685 \cdot (\epsilon_t)^{-5,671} \cdot (MR)^{-2,363} \text{ (Fórmula da Shell)}$$

Para  $N = 2,25 \times 10^7$  (AASHTO) e  $MR = 568.934 \text{ lb/pol}^2$  ( $40.000 \text{ kgf/cm}^2$ )

$$\text{Então: } (\epsilon_t)_a = 1,26 \times 10^{-4}$$

Tensão de compressão sobre o subleito -  $\sigma_v$

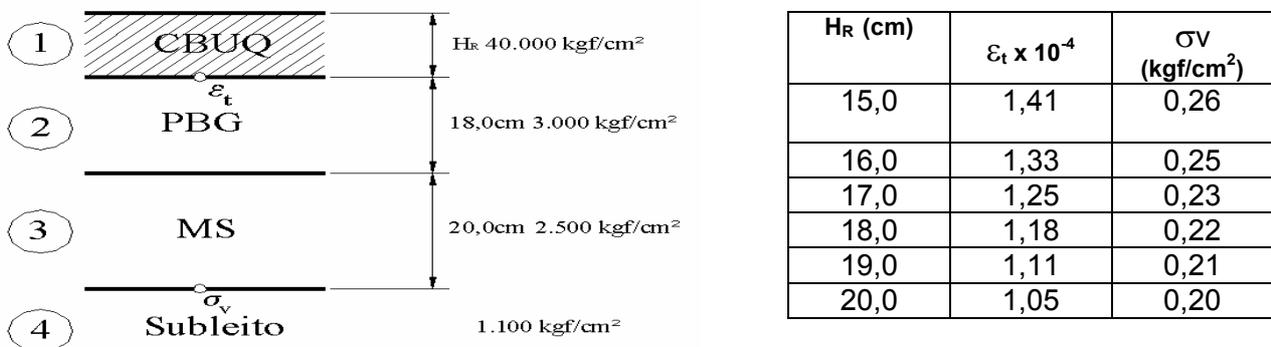
$$\sigma_v = 0,006 (MRSL) \times (1 + 0,7 \cdot \log N)^{-1} \text{ (Expressão de Heukelom e Klomp)}$$

$$= 1,13 \times 10^8 \text{ (USACE) e } MRSL = 110 \text{ Mpa: } \sigma_v = 0,09 \text{ Mpa}$$

$$\text{Então: } (\sigma_v)_a = 0,9 \text{ kgf/cm}^2$$

### 3.4.4.2. Pavimento Novo da Via Principal

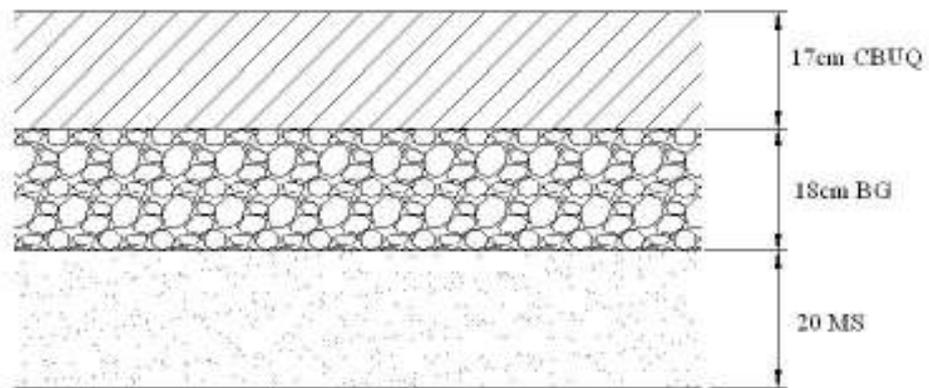
Para N Resultados Obtidos (ELSYM5)



A solução que prevê  $H_R=17,0$ cm, em concreto betuminoso usinado a quente, atende a análise mecânica.

Considerando a severidade da solitação do tráfego da rodovia BR-101 ao longo do trecho em estudo, será adotada para o revestimento da pista de rolamento concreto betuminoso usinado a quente com espessura de 17,0 cm, decorrente da análise mecânica, em lugar dos 15,0 cm decorrentes do método TECVAPAV.

Portanto, será adotada a solução final indicada a seguir para o pavimento novo da pista principal.



**Figura 8 - Estrutura Final do Pavimento a ser implantado na pista de acesso a Balança em Araranguá.**

### **3.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

---

## **3.5. PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

### **3.5.1. Introdução**

O projeto de sinalização fornece a disposição adequada dos vários elementos empregados para regular o trânsito da Rodovia, de forma a indicar aos usuários a forma correta e segura de circulação, a fim de evitar acidentes e demoras desnecessárias.

Nesta fase do projeto foram estabelecidos os padrões e critérios sobre o emprego dos dispositivos a serem utilizados na sinalização horizontal (posicionamentos e dimensões das faixas, linhas e setas), na sinalização vertical (placas e suportes) e nos dispositivos auxiliares (tachas, tachões, etc.).

Os procedimentos seguidos para elaboração do projeto obedeceram as Instruções de Serviço de nº19 e 20 bem como o Manual de Sinalização Rodoviária, do DNIT, além do novo código Nacional de Trânsito e outras especificações regulamentares (Resoluções do CONTRAN) vinculadas ao assunto em referência.

A sinalização projetada é apresentada sobre o projeto planimétrico da rodovia, com o posicionamento de todos os elementos de sinalização previstos para a pista teste. Os desenhos são apresentados no Volume 2 – Projeto Básico de Execução.

### **3.5.2. Sinalização Vertical**

A sinalização vertical resultou na aplicação de placas fixadas sobre suportes de madeira ou pórticos em pontos adequados da rodovia.

A fim de proporcionar um fluxo de veículos com segurança e garantir obediência à sinalização, evitou-se o excesso de informações de difícil assimilação. O projeto foi elaborado com moderado emprego de sinais de regulamentação e advertência e flexibilidade na escolha dos sinais de indicação.

As dimensões das placas foram fixadas em função do número de caracteres contidos no caso de sinais de indicação para atender à velocidade diretriz da Rodovia.

### **3.5.3. Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal consistiu na indicação de pintura de faixas, zebrados, setas e símbolos sobre o pavimento, além da colocação de tachas refletivas.

A pintura zebrada deverá obedecer às dimensões do projeto tipo com 0,30 m de largura e 1,20 m de espaçamento, será branco-neve.

### **3.5.4. Tachões Refletivos**

Serão empregadas tachas refletivas mono-direcionais brancas nos bordos conforme detalhado no Volume 2.

### **3.5.5. Sinalização de Obras**

Deverão ser seguidas as normas contidas no Manual de Sinalização do DNIT, sendo que a utilização de sinais não incluídos no mesmo deverá ser submetida previamente à Fiscalização e aprovação da autoridade de trânsito.

No volume 2 – Projeto Básico de Execução são apresentados “projetos-Tipo” de dispositivos a serem utilizados para a sinalização de obras.

### **3.6 PROJETO DE DEFENSAS**

---

## 3.6. PROJETO DE DEFENSAS

### 3.6.1. Introdução

A colocação de defensas em estradas com duas pistas de mesmo nível e com o canteiro estreito, possui maior necessidade conforme a curvatura do traçado. Para manter então um nível de segurança adequado para estradas com baixo volume de tráfego, justificam-se o uso de defensas. Muitas instalações de nível mais baixo e até mesmo algumas vias expressas têm acostamentos parciais a esquerda com menos de 3 metros de largura. Seguindo uma linha de raciocínio semelhante justificam-se defensas para um TMD de 40.00 e canteiro de 3 metros, bem como TMD de 20.000 e canteiro central de 1,5 metros.

No caso especificado no projeto, a necessidade de um dispositivo de proteção é essencial, uma vez que o acesso estará no mesmo nível da via marginal, sendo separada apenas por um acostamento de 3 metros mais uma distancia de 1 metro até o inicio da pista na via marginal.

Mesmo em condições rodoviárias excelentes e com canteiros centrais estreitos e grande volume de tráfego, embora as justificativas específicas para a sua instalação não sejam de uso geral. O estabelecimento de justificativas deve basear-se em pesquisas, bem como na experiência prática dos diversos departamentos de estradas.

### 3.6.2. Defesa metálica

A defesa escolhida para na separação do acesso e da via marginal foi a seção universal “W” de chapa prensada metálica também conhecida como “defensa tipo viga”. O projeto de colocação da defesa tem seu inicio no quilômetro 5 + 680 e fim no quilômetro 6 + 300.

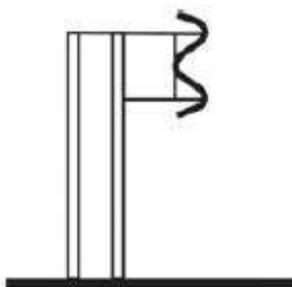


Figura 9 - Defesa metálica simples seção "W" .

Na Figura 9 pode-se observar o modelo da defesa a ser utilizada no projeto do acesso ao posto de pesagem.

Como pode ser observada na figura, a defesa a ser utilizada será dupla, e deverá ser instalada na totalidade do encontro entre 3ª faixa e via marginal. Possuirá distância entre eixos de 620 metros.

O início e o final da defesa serão fixados em blocos de ancoragem, capazes de suportar um possível impacto de um veículo com a barreira metálica. Esta ancoragem será feita de concreto Portland e foi projetada para este caso em específico.

