



# REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRATUBA



Contrato: **064/2017**

Rodovia: **Estrada Municipal**

Trecho: **Entroncamento Rod. SC-390 até a UHE Machadinho**

**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA OBRAS DE  
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DA VIA DE LIGAÇÃO ENTRE A  
RODOVIA ESTADUAL SC-390 E A USINA HIDRELÉTRICA DE  
MACHADINHO LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PIRATUBA/SC**

**Relatório de Projeto Executivo**

**Setembro de 2017**



**MAIS ENGENHARIA INFRAESTRUTURA VIÁRIA EIRELI**

## Sumário

Dados Contratuais.....	4
1. APRESENTAÇÃO.....	5
2. LOCALIZAÇÃO.....	8
3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....	9
4. PLANILHA DE QUANTITATIVOS E SERVIÇOS.....	28
5. MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	29
6. CRONOGRAMA FÍSICO.....	30
7. ESTUDO TOPOGRÁFICO.....	31
5. ESTUDO GEOLÓGICO.....	32
5.1. Generalidades.....	32
5.2. Escopo de Trabalho e Metodologia Adotada.....	32
5.3. Aspectos geológicos e geomorfológicos do Estado de Santa Catarina.....	33
5.4. Geologia Regional.....	36
5.5. Geomorfologia.....	37
5.6. Pedologia.....	37
5.7. Ensaio de Solos locais.....	40
6. ESTUDO HIDROLÓGICO.....	41
6.1. Introdução.....	41
6.2. Tipo Climático.....	41
6.3. Pluviometria.....	42
6.4. Compilação dos Dados.....	44
6.5. Curvas de Intensidade Duração-Frequência.....	46
7. PROJETO GEOMÉTRICO.....	52
7.1. Introdução.....	52
7.2. Descrição da Rodovia.....	52
7.3. Caracterização da Rodovia.....	52
7.4. Seção Transversal.....	52
7.5. Projeto de Interseções.....	52
7.6. Características Técnicas.....	53
7.7. Fator de Desvio.....	54
8. PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	55
8.1. Objetivo.....	55
8.2. Projeto Geométrico.....	55
8.3. Estudos Geológicos e Geotécnicos.....	55
8.4. Projeto de Terraplanagem.....	55
8.5. Recomendações.....	56

9.	PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE .....	57
9.1.	Introdução.....	57
9.2.	Projeto de Drenagem Superficial.....	57
9.3.	Dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial.....	57
9.4.	Drenagem urbana.....	58
9.5.	Obras de Arte Corrente .....	60
10.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....	61
10.1.	Introdução.....	61
10.2.	Estudo de Tráfego.....	61
10.3.	Definição do CBR de projeto .....	61
10.4.	Dimensionamento da estrutura do pavimento .....	62
10.5.	Estrutura final do pavimento .....	65
10.6.	Solução proposta para a pavimentação da rodovia.....	65
11.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....	67
11.1.	Sinalização Horizontal .....	67
11.2.	Sinalização Vertical .....	72
11.3.	Dispositivos Auxiliares de Percurso.....	79
11.4.	Sinalização de Obra.....	80
12.	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO .....	81
13.1.	Areia: .....	81
13.2.	Materiais Pétreos.....	81
13.3.	Ensaio Pedreira .....	83
13.4.	Licenças Pedreira.....	84
14.	ESPECIFICAÇÕES: MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS .....	85
14.1	SERVIÇOS PRELIMINARES .....	85
14.2.	SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS .....	86
15.	TERMO DE ENCERRAMENTO.....	108

## Dados Contratuais

Edital: 081/2017

Contrato: **064/2017**

Ordem de Serviço: 31/07/2017

Objeto: “**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA OBRAS DE IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA COMPREENDENDO: Projeto geométrico, levantamento topográfico, sinalização viária e drenagem pluvial para pavimentação asfáltica em CAUQ da via de Ligação entre a Rodovia Estadual SC-390 até a Usina Hidrelétrica Machadinho localizada no Município de Piratuba com extensão estimada em 20,5 Km**”.

Fiscalização: Secretaria de Obras de Piratuba

Empresa: MAIS Engenharia Infraestrutura Viária Eireli

CNPJ/MF: 13.305.409/0001-68

Endereço: Rua Dr. Heitor Blum, 230 /Sala A – Estreito – Florianópolis – SC – CEP 88075-000

Equipe Técnica:

**Everson Luciano Silva**

Engenheiro Civil – Coordenador de Projeto

**Túlio Vieira da Silva**

Técnico em Agrimensura - Topógrafo

**Claudiomar Medeiros**

Desenho

O presente trabalho foi revisado em junho de 2019 pela empresa projetista sob responsabilidade da Engenheira Micheline Tomazoni Silva, Registro do CREA/SC 042.982-2, tendo sido alterados os projetos de drenagem e pavimentação, prevalecendo os demais.

Equipe Técnica Revisão 2019:

**Micheline Tomazoni Silva**

Engenheira Civil – Revisora do Projeto

**Claudiomar Medeiros**

Desenho

# 1. APRESENTAÇÃO

Piratuba é um município brasileiro do estado de Santa Catarina. Localiza-se a uma latitude 27°25'11" sul e a uma longitude 51°46'19" oeste, estando a uma altitude de 430 metros. Sua população estimada em 2011 é de 4.707 habitantes, segundo estimativa do IBGE, em uma área de 149,741 km<sup>2</sup>.

Piratuba conta com uma boa rede hoteleira e de restaurantes. Existem 14 hotéis e diversas outras alternativas de hospedagem.

Sua história foi iniciada com a construção da Estrada de Ferro São Paulo-Rio Grande, ligando o Sul do Brasil às regiões centrais do país, no início do Século XX, instalou-se às margens do rio do Peixe o primeiro povoado. Eram operários da empresa norte-americana Brazil Railway Company, a grande responsável pela obra da estrada de ferro. O trecho ferroviário cortando o território catarinense ao longo do leito do Rio do Peixe teve suas obras realizadas entre 1907 e 1910. Com a conclusão do traçado a partir de 1913 várias famílias, principalmente de origem alemã e italiana vindas do Vale dos Sinos e Região do Caí – a chamada Colônia Velha Gaúcha - chegaram à Estação Rio do Peixe, dando início ao desenvolvimento da Vila Rio do Peixe, que pertencia ao município de Campos Novos.

O pequeno vilarejo foi elevado à categoria de distrito em 1923, sendo reconhecido como Município em 1948, sua instalação com o nome de Piratuba aconteceu em 18 de fevereiro de 1949. A opção reverencia o mais antigo habitante desta região: O índio Guarani; que em sua língua, o Tupi-guarani, a denominação desta simpática cidade se traduz como ABUNDÂNCIA DE PEIXES. O município que por décadas teve sua economia baseada no transporte ferroviário de cargas, na exploração da madeira e na indústria frigorífica, com a estagnação dos meios acabara por inaugurar um novo período a partir de 1964, com a chegada da PETROBRAS, que, embora não encontrando o “ouro-negro”, descobriu um lençol de águas sulfurosas, numa profundidade de 674 metros, aflorando com a temperatura de 38,6 graus, dando início complexo termal formado pela COMPANHIA HIDROMINERAL DE PIRATUBA, criada em Março/75. Os anos seguintes trouxeram o desenvolvimento do Parque Termal, com a implantação da rede hoteleira levando ao surgimento do Turismo como base principal da economia local. Ao final da década de 90 a construção do complexo energético da Usina Hidrelétrica Machadinho, inaugurada em 2001.

O relevo da cidade é predominantemente montanhoso, sendo profundo e bem drenado e havendo boas condições físicas para um desenvolvimento radicular. É pouco susceptível à erosão e favorece ainda o uso de máquinas e implementos agrícolas. Em algumas partes do território municipal há ondulações mais fortes, sendo que essas áreas são mais sujeitas à erosão e a maiores impedimentos à mecanização da agricultura, principalmente quando o tipo de solo é o cambissolo, que apresenta pedras em sua composição. Apesar de grande parte da área do município apresentar relevo favorável à agricultura, os solos de Campos Novos são ácidos, em grande parte contaminados por alumínio trocável, e têm reduzida reserva de nutrientes, porém, quando manejados adequadamente, tornam-se adequados tanto para cultivos anuais quanto para menos intensivos, como a fruticultura, a pastagem e o reflorestamento.

A cidade pertence à região hidrográfica do rio Uruguai, que é uma das principais do país, com uma área de 385.000 km<sup>2</sup>, dos quais 174.612 km<sup>2</sup> situam-se dentro do Brasil, abrangendo 384 municípios dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina e o país vizinho, Uruguai. As principais cidades brasileiras localizadas na bacia são Lages e Chapecó (SC), Uruguaiana, São Borja, Bagé. A região hidrográfica do Uruguai apresenta um grande potencial hidrelétrico, com uma capacidade total de produção de 40,5 KW/km<sup>2</sup>, considerando os lados brasileiro e argentino, uma das maiores relações de energia/km<sup>2</sup> do mundo.

O junto ao Rio Uruguai encontra-se a Usina Hidrelétrica de Machadinho - Carlos Ermírio de Moraes (UHE Machadinho) está localizada na divisa dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Piratuba (SC) e Maximiliano de Almeida (RS). O empreendimento começou a operar em fevereiro de 2002, utilizando o potencial hidrelétrico do Rio Pelotas, principal afluente do Rio Uruguai, que forma uma das maiores bacias hidrográficas do Sul do Brasil.

Considerada um marco na história das hidrelétricas brasileiras, sua construção foi resultado do esforço conjunto de acionistas, dos parceiros em todas as fases do empreendimento, dos governantes e de uma equipe de profissionais que possibilitou sua construção em tempo recorde, com uma antecipação de 17 meses em relação ao cronograma original.

Com três unidades geradoras de 380MW, a UHE Machadinho tem potência instalada de 1.140MW, o que corresponde a cerca de 37% da demanda de energia do estado de Santa Catarina ou 23% do total consumido pelo estado do Rio Grande do Sul. Comparada a outros empreendimentos do setor, a capacidade de geração da UHE Machadinho é considerada elevada em relação à área de seu reservatório, que tem 500 quilômetros de perímetro e abrange, além de Piratuba e Maximiliano de Almeida, outros oito municípios: Capinzal, Zortéa, Celso Ramos, Campos Novos e Anita Garibaldi, em Santa Catarina, e Machadinho, Barracão e Pinhal da Serra, no Rio Grande do Sul.

O clima piratubense é classificado, segundo o IBGE, como subtropical mesotérmico brando superúmido (tipo *Cfa* segundo Köppen),<sup>[21]</sup> tendo temperatura média compensada anual em torno de 17 °C, sem estação seca e verões com temperaturas amenas.<sup>[22][23][24]</sup> Os índices de umidade relativa do ar (URA) compensada variam em média de 71% a 79%, com tempo de insolação de aproximadamente 2 360 horas/ano. O índice pluviométrico é de aproximadamente 1 830 milímetros (mm) anuais, regularmente distribuídas durante o ano.

A vegetação original e predominante no município é a mata dos pinhais ou mata das araucárias, apesar de que parte da mata nativa deu lugar à agricultura, às pastagens para o gado ou mesmo desmatada e mais tarde reflorestada, sendo que até a década de 1980 a indústria madeireira era uma das principais fontes de renda da região. Para a construção da Usina Hidrelétrica de Machadinho, por exemplo, houve necessidade do alagamento de vários trechos de florestas nativas, além de fazendas situadas ao redor do rio Uruguai.

Para combater o desmatamento e a devastação de áreas verdes a prefeitura e a administradora da UHE criaram programas como as Áreas de Preservação Permanente, que são faixas de vegetação existentes entre o reservatório da usina hidrelétrica e suas propriedades com largura entre 30 a 100 metros. As áreas desmatadas para a construção da usina estão sendo recuperadas e transformadas em mata ciliar.

Restam hoje alguns remanescentes de floresta ombrófila mista, que são as florestas de araucárias, além de campos formados por estratos de gramíneas, entremeadas por espécies arbustivas ou arbóreas e dispersos em florestas de galeria ou capões.<sup>[42]</sup> Na área do município já foram registradas 44 espécies de orquídeas e bromélias. Em relação a fauna há na área do município o registro de mais de 80 espécies de aves, Sobre a herpetofauna, há o registro das seguintes espécies, Lagartixa preta (*Tropidurus torquatus*), Cobra de vidro - (*Ophiodes striatus*), Lagarto teiú (*Tupinambis merianae*), Cobra cega (*Amphisbaena sp.*), Boipeva (*Waglerophis merremii*), Boipeva serrana (*Xenodon neuwiedii*), Cobra coral verdadeira (*Micrurus altirostris*), Cobra lisa (*Liophis miliaris*), Jararaca (*Bothrops jararaca*) e Cobra d'água (*Helicops infrataeniatus*).

## **A VIA**

A via a ser pavimentada, objeto do presente projeto, é composta por trecho de 20,5km entre a Rodovia Estadual SC-390, que liga o município de Piratuba a Capinzal, e a UHE Machadinho, que faz a divisa entre o estado de Santa Catarina e o Rio Grande do Sul, no município de Maximiliano de Almeida.

Originalmente a via servia como caminho de serviço as obras de implantação da usina, sendo sua estrutura projetada sobre solo compactado, base em brita graduada simples e tratamento superficial triplo (TST), apresentando boa capacidade de suporte, a qual deverá ser reaproveitada para redução de custos envolvidos.

A revitalização da via, não só propiciará um dos mais belos acessos ao estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, como formará um acesso adequado e seguro a cidade de Piratuba, incrementando não só turismo da cidade, com visitantes oriundos tanto do Rio Grande do Sul, como de outras regiões de Santa Catarina.

Mediante solicitação da Prefeitura de Piratuba, o trecho de 20,36km será dividido em 5 (cinco) lotes para contratação a saber:

- Lote I (Estaca 0+0,00 a 213+0,00): Da UHE Machadinho até a Linha São Paulo, com extensão de 4.260,00m;
- Lote II (Estaca 213+0,00 a 385+0,00): Da Linha São Paulo até a Zonalta, com extensão de 3.440,00m;
- Lote III (Estaca 385+0,00 a 656+0,00): Da Zonalta até a Entrada da Cidade (Pinheiro), com extensão de 5.420,00m;
- Lote IV (Estaca 656+0,00 a 781+0,000): Da Entrada da Cidade (Pinheiro) até Marianos, com extensão de 2.500,00m;
- Lote V (Estaca 781+0,00 a 1017+17,44): Marianos até o Entroncamento com a Rod. SC-390,00, com extensão de 4.737,44m.

## 2. LOCALIZAÇÃO



Figura 1 -Localização da Obra

### 3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO







































## 4. PLANILHA DE QUANTITATIVOS E SERVIÇOS

## 5. MEMÓRIA DE CÁLCULO

## 6. CRONOGRAMA FÍSICO

## 7. ESTUDO TOPOGRÁFICO

O Estudo Topográfico para elaboração do projeto de pavimentação da via, com extensão aproximada de 1.000,00 metros e 20m de largura para cada, foi elaborado com base nas determinações da Instrução de Serviço para Estudo Topográfico – IS-03/98 do DEINFRA e de acordo com a Norma Brasileira NBR 13.133/94, obedecendo às especificações para o levantamento planialtimétrico cadastral classe I PAC.

Foram realizados em todo o trecho o seguinte:

- Implantação de marcos de coordenadas básicas;
- Elaboração de poligonais fechadas dos marcos, de no máximo 2 km. Ao total foram 2 poligonais;
- Nivelamento e contranivelamento geométrico dos marcos que funcionarão, também, como RNs;
- Cadastro dos bordos da estrada existente, de casas, postes, etc.;
- Levantamento de seções transversais e pontos notáveis do terreno;
- Cadastro de propriedades e benfeitorias;
- Cadastro de cursos d'água e valas;
- Cadastro de cercas, muros, postes, meios fios, estrada existente, árvores protegidas por lei, etc.;
- Levantamento de bueiros existentes e dispositivos de drenagem;
- Levantamento das seções transversais de bueiros existentes;
- Locação dos furos de sondagem para os Estudos Geotécnicos.

Para a rede de coordenadas básicas foram implantados piquetes, sendo 5 (cinco) deles Inter visíveis, utilizando-se equipamento Estação Total.

As poligonais dos marcos foram calculadas no escritório, com verificação do erro linear e angular. Nos casos em que o erro se situou dentro da tolerância admitida, o mesmo foi distribuído segundo os padrões normais de topografia.

O nivelamento geométrico dos marcos de concreto foi feito com níveis de topografia de precisão, com a verificação de fechamento entre o nivelamento e o contranivelamento conforme a Instrução de Serviço IS 03.

Os demais serviços que compreenderam o levantamento planialtimétrico e cadastral, foram realizados com Equipamento RTK – GPS ou Estação Total, tomando como referencial de amarração os piquetes implantados. Através de um sistema de codificação todos os pontos notáveis do terreno e cadastrais foram levantados sendo conjuntamente confeccionado, no campo, um croqui que serviu de orientação ao cadista, no escritório, para a interpretação e o desenho desses elementos.

No escritório os dados coletados em campo foram “descarregados” no computador, e processados com o auxílio dos softwares Topograph e AutoCAD, e ainda o croqui de campo, obtendo-se o produto final do estudo topográfico, que foi a planta restituída altimétrica e cadastral da faixa da rodovia levantada, e que serviu de base para o desenvolvimento do Projeto Geométrico.

## 5. ESTUDO GEOLÓGICO

### 5.1. Generalidades

Neste tópico estão explicitadas e materializadas as informações geológicas obtidas nos trabalhos de análise, investigação e detalhamento da área de abrangência do projeto.

A área de interesse foi objeto do desenvolvimento de alguns estudos geológicos sistematizados de caráter regional em escalas diferentes, cuja síntese maior foi documentada e apresentada em 1987 através do trabalho “Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina”, que contém texto e mapa geológico do Estado em escala 1:500.000. Mais recentemente, Caruso Junior, F. também desenvolveu estudos sobre a geologia e sobre o potencial de recursos minerais da região sudeste do Estado de Santa Catarina, na região que inclui a superfície objeto da presente apreciação.

As informações exteriorizadas no presente estudo refletem as características topográficas, geológicas, hidrológicas, hidro geológicas, 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 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 e geotécnico.

### 5.2. Escopo de Trabalho e Metodologia Adotada

No que se refere as investigações geológicas, no desenvolvimento do projeto, foram utilizadas e empregadas a metodologia preconizada pelo DNER em seu Manual de Projeto de Engenharia Rodoviária-1974 e a Instrução de Serviço IS-04/98 do DER-SC, aplicáveis a Anteprojetos e Projetos de Engenharia Rodoviária, além de outras práticas de interesse dos estudos.

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 traçado e nas Investigações de Campo empreendidas.

Numa primeira etapa procurou-se estabelecer a configuração espacial das Formações Geológicas envolvidas, relacionando e correlacionando suas características intrínsecas com a geometria do traçado; 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 seleção de Locais passíveis de obtenção de materiais de construção.

A etapa seguinte constou do detalhamento da Geologia a nível Local, levando-se em conta as informações já obtidas preliminarmente e a complementação destas, através de estudos específicos, e análise de sondagens e ensaios disponíveis.

Foram observados e caracterizados os terrenos emergentes e sua morfologia; foram detalhadas as zonas de possíveis instabilidades potenciais ou reais, regiões de solos coluviais e/ou potencialmente instáveis e fundação de aterros; foram identificados e analisados os condicionamentos hidro geológicos possivelmente intervenientes e identificadas as possíveis áreas de ocorrência de materiais de construção.

### 5.3. Aspectos geológicos e geomorfológicos do Estado de Santa Catarina

O Estado de Santa Catarina segundo Scheibe (1986) e Silva & Bortoluzzi (1987) compreende de oeste para leste derrames de lavas básicas, intermediárias e ácidas correspondentes a Formação Serra Geral, ao pacote sedimentar de rochas gonduânicas, uma faixa de rochas ígneas e metamórficas, e os sedimentos recentes encontrados no litoral (Figura 2).



Figura 2 -- Geologia do Estado de Santa Catarina segundo Scheibe (1986)

De acordo com esses mesmos autores afloram no Estado os seguintes litotipos: migmatitos e granulitos do Arqueano; granitóides, rochas metassedimentares e metamórficas associadas de idade proterozóica; rochas sedimentares gonduânicas paleozóicas correspondentes a Bacia do Paraná; rochas basálticas, intermediárias e ácidas mesozóicas representadas pelo Planalto da Serra Geral; rochas alcalinas do final do Mesozóico e início do Terciário, as quais compreendem o Complexo Alcalino e, finalmente, os sedimentos do litoral, de idade cenozóica compreendendo a Planície Costeira. Os migmatitos, granulitos, granitóides e as metassedimentares e metamórficas associadas constituem o Escudo Catarinense.

Nesse sentido, do ponto de vista cronológico (**Tabela 1**), o Escudo Catarinense constituído por rochas arqueanas, proterozóicas e cambrianas compreende as rochas mais antigas do Estado (até  $\pm 550$  milhões de anos (MA) antes do presente (AP)), seguido das rochas sedimentares da Bacia do Paraná (entre 180 e 550 MA AP), dos basaltos da Serra Geral ( $\pm 130$  MA AP), das alcalinas do Domo de Lages ( $\pm 65-70$  MA AP) e dos depósitos sedimentares da Província Costeira do Período Quaternário (últimos 2 MA AP).

Tabela 1 -- Unidades litoestratigráficas do Estado de Santa Catarina, adaptado de Scheibe (1986), observando-se a formação Serra Geral.

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DE SANTA CATARINA				
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	Sedimentos Continentais Sedimentos Litorâneos	
		TERCIÁRIO	-----	
	MESOZÓICO	JURÓ-CRETÁCEO	Complexo Alcalino de Lages Complexo Alcalino de Anitápolis	
			Formação Serra Geral Formação Botucatu	GRUPO SÃO BENTO
	PALEOZÓICO	PERMIANO	Formação Rio do Rasto Formação Terezina Formação Serra Alta Formação Irati	GRUPO PASSA DOIS
			Formação Palermo Formação Rio Bonito	GRUPO GUATÁ
			Formação Rio do Sul Formação Mafra	GRUPO ITARARÉ
		CARBONÍFERO	Formação Campo do Tenente	
	PROTEROZÓICO	SUPERIOR	Formação Campo Alegre Formação Gaspar	GRUPO ITAJAÍ
		INFERIOR	COMPLEXO BRUSQUE	
ARQUEANO	COMPLEXO GRANULÍTICO			

Neste continente chamado Gondwana iniciou-se a formação de uma grande bacia sedimentar, dita intracratônica, e é hoje conhecida como Bacia do Paraná. Essa bacia compreende área de 1,6 milhões de Km<sup>2</sup>, compreendida entre os estados brasileiros de Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e nos países latinos: Uruguai e Argentina (Santa Catarina, 1986), representando a superposição de pacotes de sedimentos com aproximadamente 3.600 m de espessura, depositados no mínimo em três ambientes tectônicos, devido à dinâmica das placas tectônicas, tendo como resultado cinco sequências deposicionais principais.

Durante o período de formação da Bacia do Paraná houve diversos momentos de regressão e transgressão marinha sobre o continente, provocando a deposição de sedimentos continentais e marinhos de acordo com o sistema de falhas. Logo, abrigo um registro estratigráfico de milhões de anos da história geológica terrestre.

Ainda na Era Paleozoica, porém no Período Devoniano, os ciclos de transgressão marinha apresentam-se bem caracterizados, fato marcado pela aglutinação das placas tectônicas, as quais iriam formar no Período Carbonífero ( $\pm 300$  MA AP) o supercontinente Pangea (Silva & Bortoluzzi, 1987).

Ocorreu no Pangea, durante a Era Mesozoica - Período Jurássico, a formação do deserto Botucatu que se estendia por quase toda a região sul desse supercontinente, conformando um dos maiores desertos de que se tem registro na história terrestre. Tal designação deu nome à formação conhecida como Formação Botucatu, constituída por arenitos. Ao final desse período e início do Cretáceo ( $\pm 132$  MA AP) o Pangea inicia a sua fragmentação, também chamada de “Reativação Wealdeniana”, fato marcado pela formação de enormes fissuras e zonas de falha possibilitando o extravasamento de lavas, as quais depositaram-se sobre as areias do deserto Botucatu cobrindo grande parte da Bacia do Paraná e que representa a cobertura de toda a metade oeste do Estado de Santa Catarina.

Esses sucessivos derrames de lavas de composição eminentemente básica, na sua sequência inferior, e ácida, na sequência superior, foram responsáveis pela formação das rochas que constituem a Formação Serra Geral, composta de rochas vulcânicas basálticas com intercalações de arenitos intertrapeanos, junto das efusivas ácidas e intermediárias. Além dos derrames, compõem essa formação as rochas de caráter hipoabissal tais como diques e sills de diabásio recortando as rochas mais antigas. Os derrames basálticos compreendem espessuras da ordem de 50m e recobrem 52% de todo o Estado catarinense.

No final do Período Cretáceo ( $\pm 65$  MA AP) o Pangea se divide definitivamente chegando ao modelo atual. A partir disso, a evolução da Bacia do Paraná está atrelada a abertura e desenvolvimento do oceano Atlântico.

Após essa breve caracterização da Bacia do Paraná no Estado de Santa Catarina, cabe também tratar da caracterização geomorfológica do mesmo, uma vez que os litotipos encontrados refletem no modelado terrestre, ou seja, na configuração da paisagem tal qual a conhecemos. Para a geomorfologia do território catarinense Rosa & Herrmann (1986) definiram 4 domínios geomorfológicos, 7 regiões geomorfológicas e 13 unidades geomorfológicas (**Tabela 2**).

*Tabela 2 - Domínios, regiões e unidades geomorfológicas do Estado de Santa Catarina, adaptado de SANTA CATARINA (1986).*

<b>Domínio</b>	<b>Região</b>	<b>Unidade</b>
Depósitos Sedimentares	Planícies Costeiras	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Planícies Litorâneas</li> <li>● Planície Colúvio-aluvionar</li> </ul>
<b>Bacias e Coberturas Sedimentares</b>	<b>Planalto das Araucárias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Planalto dos Campos Gerais</b></li> <li>● <b>Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai</b></li> <li>● Patamares da Serra Geral</li> <li>● Serra Geral</li> </ul>
	Depressão do Sudeste Catarinense	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Depressão da Zona Carbonífera Catarinense</li> </ul>
	Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Patamares do Alto Rio Itajaí</li> <li>● Planalto de Lages</li> </ul>
	Patamar Oriental da Bacia do Paraná	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Patamar de Mafra</li> </ul>
Faixa de Dobramentos Remobilizados	Escarpas e Reversos da Serra do Mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Serra do Mar</li> <li>● Planalto de São Bento do Sul</li> </ul>
Embasamentos em Estilos Complexos	Serras do Leste Catarinense	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Serras do Tabuleiro/Itajaí</li> </ul>

Peluso Jr. (1986) faz menção a duas regiões que caracterizam o território catarinense: região do planalto e região do litoral e encostas. Isto é, “um altiplano levemente inclinado para oeste e uma área que se desenvolve da borda do planalto até o mar”. Tais regiões são separadas pela serra do Mar e pela serra Geral, de onde diversas bacias de rios importantes iniciam seu curso dirigindo-se para o oceano Atlântico. As áreas de planalto caracterizam-se, principalmente, por modelados de dissecação provenientes de controle estrutural e do intenso trabalho erosivo da rede de drenagem (Horn Filho, 1997). Segundo esse mesmo autor, nas regiões do litoral e encostas ou conforme citado pelo mesmo nas terras baixas do Estado, tem-se modelado de cumulação resultante da ação fluvial, marinha, flúvio-marinha, lagunar, colúvio-aluvionar e eólica.

#### **5.4. Geologia Regional**

A geologia da área abrangida pela localidade onde está inserido o projeto, bem como do município de Piratuba, situado na porção Sul da Bacia Sedimentar do Paraná, é composta pelas seguintes formações:

- Formação Serra Geral
- Botucatu
- Formação Sedimentar do Grupo Passa Dois

O rio Uruguai, bem como os demais afluentes na região, apresenta vales fluviais sinuosos e encostas íngremes, com presença de seixos de basalto ao longo das calhas dos rios. O condicionamento dos cursos de água é decorrente de fraturamentos com direções preferenciais NW-NE.

Os basaltos e arenitos constituem-se em depósitos de água subterrânea de boa qualidade, e em alguns casos, como o da cidade, termais. Os primeiros são classificados como bicabornatadas sódicas e mistas, sendo a profundidade média destes poços de aproximadamente 100m. Os depósitos referentes aos arenitos chegam a profundidades para captação superiores a 500m.

Na crosta terrestre, com o passar do tempo, os ajustes naturais decorrentes da acomodação das camadas inferiores das rochas fazem com que, as mesmas, acumulem uma

série de tensões em função destes ajustes estruturais. Abalos sísmicos podem ocorrer em função da liberação de tais tensões. Na região em estudo, este evento é representado por falhamentos nas rochas, indicando que existem possibilidades, ainda que remotas, de ocorrerem sismos na região.

Essas formações geológicas propiciaram a constituição de solos, onde se desenvolveu a Floresta do Alto Uruguai (Floresta Estacional Decidual) e a Floresta Araucária (Floresta Ombrófila Mista).

## 5.5. Geomorfologia

No domínio morfoestrutural constituído por bacias de Cobertura Sedimentar, dividem-se em regiões de Planalto das Araucárias, Depressão do Sudeste Catarinense, Planalto Centro Oriental de Santa Catarina e Patamar Oriental da Bacia do Paraná. A região onde se encontra a Usina Hidrelétrica de Campos Novos e a área onde será realizada a reposição está sobre o Planalto das Araucárias.

O Planalto das Araucárias se subdivide em unidades geomorfológicas segundo os modelados que apresentam, quais sejam:

Planalto dos Campos Gerais, Modelados de Dissecação e Aplanamento, Planalto Dissecado do rio Iguaçu/rio Uruguai, Modelados de Dissecação, Patamares da Serra Gerais, Modelados de Dissecação e Aplanamento e Serra Geral com Modelados de Dissecação.

A área objeto do presente estudo está inserida na Unidade geomorfológica Planalto Dissecado do rio Iguaçu/Uruguai, onde a principal característica é que as drenagens são controladas pelo grande número de sulcos estruturais.

Os vales da região apresentam modelados de dissecação homogênea, com densidade de drenagem grosseira, com esta situação definindo a configuração dos vales, que se apresentam profundos com ombreiras escarpadas e trechos alternados entre retilíneos e meandrantos, características estas que se desenvolvem em função do forte controle estrutural que se verifica na área.

## 5.6. Pedologia

Os principais solos na área de influência do Projeto são os Cambissolos, Latossolos Bruno e Intermediário, Terra Bruna Estruturada e Intermediária, Litólicos, os quais ocorrem geralmente associados. São derivados de rochas efusivas da Formação Serra Geral, compreendendo toda a sequência de diferenciação, desde as de caráter básico (basalto) até as de natureza ácida (riolito, dacito e riodacito). Pelo novo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, definido pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e publicado pela EMBRAPA (1999) as 4 primeiras classes são respectivamente, Cambissolos, Latossolos, Nitossolos e Neossolos. Esses solos originalmente, na sua maior parte, eram recobertos por florestas, sendo que no último século ocorreu uma descaracterização da cobertura vegetal, ocorrendo nestes locais a realização da reposição da faixa ciliar. A seguir são apresentadas as principais características, e potencialidades destes solos.

### *Cambissolos*

Solos minerais não hidromórficos, com drenagem variando de acentuada até imperfeita com horizonte A seguido de B incipiente de textura franco-arenosa ou mais fina.

São solos desde raso a profundos, com sequência de horizontes A-Bi-C, com diferenciação de horizontes pouco aparente. O horizonte Bi apresenta variação de cores, porém os mais comuns são as cores amarelas brunadas.

A textura varia desde franco-arenosa até muito argilosa, sendo as texturas médias a argilosas as mais frequentes. Apresentam em geral elevados teores de silte e pequenas

variações textural ao longo do perfil, porém com uma discreta redução de argila a partir do horizonte A.

Estes solos ocorrem nas mais variadas condições climáticas e de relevo e são derivados de diversos materiais de origem. Em função disso, podem ser encontrados solos álicos e distróficos. No Vale do Rio Canoas são encontrados Cambissolos Eutróficos, com média e alta fertilidade em condições naturais. São bem a moderadamente drenados, pouco profundos a profundos, ocorrendo perfis rasos (< 50cm) ou muito profundos (> 200cm). A espessura do horizonte A também varia muito, via de regra entre 15 e 80cm.

São encontrados em situação de classe intermediária desde os Neossolos até Latossolos.

Em geral, apresentam bom potencial agrícola quando em condições de relevo pouco movimentado e sem restrição de drenagem. Já aqueles com altos teores de alumínio trocável quando corrigidos adequadamente, também são aptos à agricultura, a pesar de alguns requererem altas doses de corretivos. Quando ocorrem em relevos movimentados (ondulado a forte ondulado) apresentam menores profundidades do que aqueles que se formam em terrenos mais suaves e associado à pedregosidade, também apresentam grande restrição à mecanização. Em regiões de clima frio e úmido apresentam desvantagens para cultivos em grande escala, estando em grande parte ocupadas por vegetação natural, pastagens e reflorestamento. Os Cambissolos com média e alta fertilidade natural, são intensamente utilizados dentro de um sistema de agricultura familiar, principalmente com milho, feijão e pastagens.

#### *Latossolos*

Solos minerais não hidromórficos, com variação textural de argilosos a muito argilosos (com teores de argila próximos a 80%). Apresentam um horizonte A rico em matéria orgânica e o horizonte B latossólico de cor brunada.

Estes solos se desenvolvem em condições de clima subtropical a partir do material de origem compreendido por rochas efusivas em derrames basálticos variáveis, segundo Oliveira, 1992.

Apresentam sequência de horizontes A-Bw-C. Nos latossolos brunos o horizonte A típico é proeminente ou húmico. A distinção entre os horizontes B e C, mais avermelhados, é pouco evidente.

Apresentam estrutura prismática moderadamente desenvolvidos, apesar do alto teor de argila são porosos. São predominantemente álicos, com altos teores de alumínio trocável e  $Fe_2O_3$  relativamente elevado.

Estes solos ocupam normalmente as superfícies mais elevadas e aplainadas da região, constituídas por colinas de vertentes em centenas de metros e com declives normalmente compreendidos entre 3 e 8%, em relevo suave ondulado. Quando em relevos pouco declivosos, a principal limitação é a fertilidade, devido à baixa soma de bases e altos teores de alumínio trocável. No entanto, apresentam qualidades físicas com bom potencial agrícola, pois respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos. Pastagens e extração de madeira foram os aproveitamentos dados a esses solos, mais recentemente são utilizados com as culturas de trigo e soja e apresentam aptidão para a fruticultura, plantio de pinheiros e outras espécies florestais. Em maiores altitudes possui aptidão para fruteiras de clima temperado, especialmente a maçã.

#### *Nitossolos*

Solos com avançada evolução pedogenética, com horizonte B nítrico (reluzente) e com argila de atividade baixa, em sequência de qualquer A, sem gradiente textural, porém

com unidades estruturais que apresentam superfícies reluzentes relacionadas a cerosidade e ou superfícies de compressão.

Os Nitossolos são em geral moderadamente ácidos a ácidos com saturação de bases de baixa a alto, às vezes álicos. Em geral apresentam sérias restrições à atividade agrícola, devido à baixa fertilidade. Apresentam permeabilidade restrita e, em geral, ocorrem em terrenos movimentados, o que, associado às suas outras características, torna-o altamente suscetíveis à erosão e, em função do relevo apresenta limitações à mecanização. O principal uso recomendado é para preservação e cultivos permanentes.

### *Neossolos*

Esta classe é constituída por solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, geralmente são solos com sequência de horizontes A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C, sem requisitos para serem Chernossolos, Plintossolos, Vertissolos, Organossolos ou Gleissolos. Esta classe admite vários tipos de horizonte superficial e algumas vezes com horizonte B com expressão fraca dos atributos (cor, estrutura e acúmulo de minerais secundários), desde que não se enquadre em nenhum tipo de horizonte B diagnóstico.

Como apresentam no horizonte C rochas fragmentadas, apesar da pequena profundidade, permitem que as raízes das plantas penetrem nas fendas, indo buscar água e nutrientes em profundidades maiores que no solo propriamente dito.

Apresentam boa disponibilidade de nutrientes para as plantas, entretanto são recomendadas para reservas naturais e reflorestamentos, principalmente devido ao seu relevo bastante movimentado.

## 5.7. Ensaio de Solos locais

## 6. ESTUDO HIDROLÓGICO

### 6.1. Introdução

O Estudo Hidrológico foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-06 do DEINFRA/SC e teve por objetivo a obtenção dos parâmetros necessários ao dimensionamento dos dispositivos de drenagem do trecho em estudo.

A finalidade do Estudo Hidrológico está fundamentalmente ligada a definição dos elementos para permitir o Projeto das Estruturas de Drenagem, no que se refere ao local de implantação, tipo e dimensionamento hidráulico. Com este objetivo, procura-se analisar dados pluviométricos, a fim de estabelecer uma projeção para as precipitações sob certos critérios de projeto, como por exemplo, o tempo de recorrência de um valor máximo de chuva.

Nos trabalhos hidrológicos geralmente interessa não somente o conhecimento das máximas precipitações observadas nas séries históricas, mas, principalmente, prever com base nos dados observados, e valendo-se dos princípios de probabilidade, quais as máximas precipitações que possam vir a ocorrer em uma certa localidade, com determinada frequência.

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).

### 6.2. Tipo Climático

Pela aplicação do Sistema Köppen, que preconiza a utilização de médias e índices numéricos dos elementos temperatura e precipitação, a região em estudo se enquadra em climas do Grupo C - Mesotérmico, sendo subtropical, uma vez que a média das temperaturas mínimas estão abaixo de 18°C e acima de 3°C. Dentro do Grupo C, o clima da região central do estado de Santa Catarina pertence ao tipo úmido (f), sem estação seca distinta, uma vez que não há índice pluviométrico mensal inferior a 60mm.

Ainda dentro deste tipo, é possível distinguir, em função do fator altitude, dois subtipos:

- Subtipo a - de verão quente: característico de zona litorânea onde as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22°C e,
- Subtipo b - de verão fresco: característico de zonas mais elevadas.

Em função da descrição anterior, pode-se concluir que o clima na região segundo a classificação de Wladimir Köppen, é subtropical mesotérmico úmido, pertencente ao Grupo C e tipo Cfa.

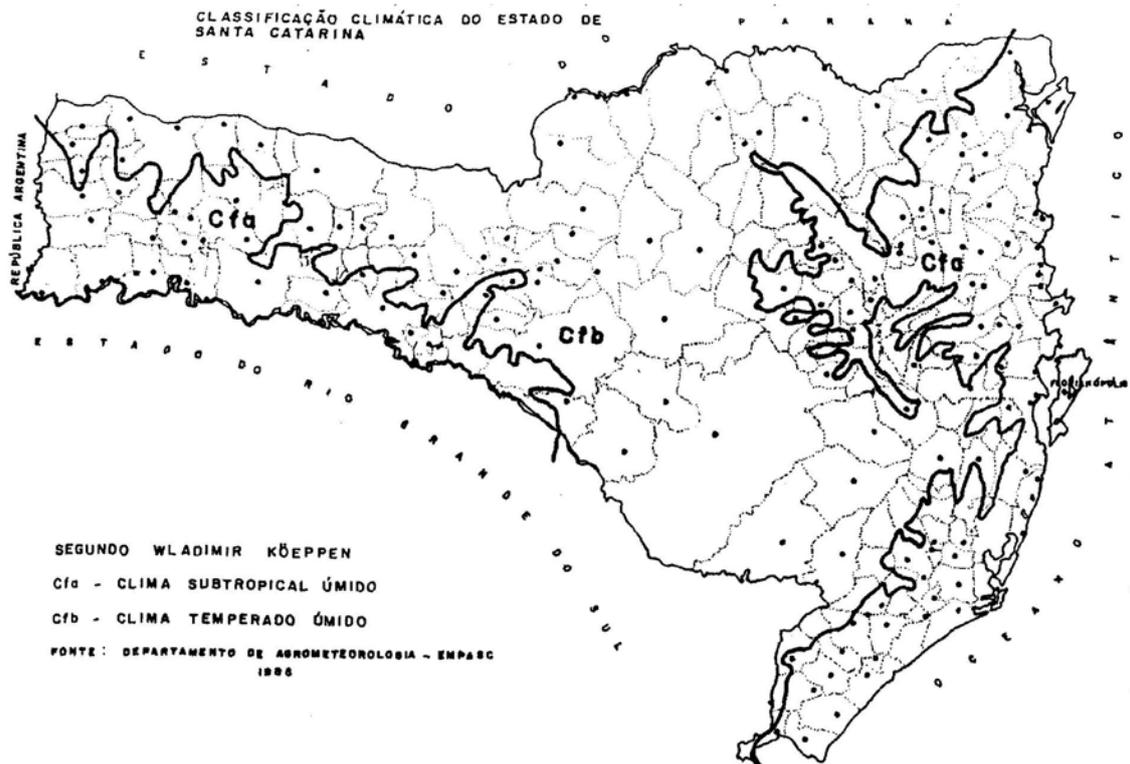


Figura 1 - Mapa de Classificação Climática de Santa Catarina segundo Köppen

### 6.3. Pluviometria

#### Pluviometria

##### Coleta de Dados

Para caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência na área em estudo, foram coletados dados da estação meteorológica de Campos Novos/SC (OMM: 83887) situado na cidade de Campos Novos, na latitude 27°38' S, longitude 51°20' W e altitude 946,67 metros, sendo o órgão responsável pela sua operação o EPAGRI/CIRAM.

A partir do processamento dos dados pluviométricos coletados pôde-se concluir que os meses de abril a agosto possuem índices pluviométricos menores, apresentando uma média mensal de 94,3mm. Já nos meses de setembro a março a precipitação média mensal é aproximadamente 65% maior, apresentando uma média de 134,12mm. A precipitação média anual resultou em 1.508,95mm.

*Tabela 1 – Valores Máximos Diários Anuais de Precipitação  
(Estação Meteorológica de Campos Novos).*

ANO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA 24 HS (mm)	ANO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA 24 HS (mm)
1969	94,70	1990	*
1970	99,00	1991	*
1971	99,00	1992	102,70
1972	88,60	1993	71,40
1973	80,70	1994	89,60
1974	62,20	1995	84,60
1976	61,80	1996	94,00
1977	115,20	1997	109,80
1978	74,20	1998	124,60
1979	51,00	1999	143,40
1980	75,30	2000	76,30
1981	81,00	2001	65,00
1982	64,20	2002	81,10
1983	102,40	2003	92,80
1984	*	2004	49,40
1985	66,80	2005	131,50
1986	*	2006	104,20
1987	*	2007	73,00
1988	64,00	2008	80,10
1989	79,00	2009	100,60

*Tabela 2 - Valores Médios de Precipitação Anuais  
(Estação Meteorológica de Campos Novos).*

ANO	NDCA	PMMA (mm)	Acumulado (mm)	ANO	NDCA	PMMA (mm)	Acumulado (mm)
1969	109	190,14	1.711,30	1990	*	*	*
1970	141	133,71	1.604,50	1991	*	*	*
1971	103	169,33	2.031,90	1992	100	189,13	2.269,50
1972	68	184,87	2.218,40	1993	120	182,79	2.193,50
1973	51	162,78	1.953,40	1994	56	188,13	2.257,50
1974	48	131,08	1.572,90	1995	34	142,52	1.710,20
1975	17	146,16	1.753,90	1996	90	184,53	2.214,30
1976	32	137,71	1.652,50	1997	78	224,46	2.693,50
1977	147	151,53	1.818,40	1998	103	239,99	2.879,90
1978	91	113,40	1.360,80	1999	28	138,83	1.665,90
1979	*	91,18	1.003,00	2000	138	198,65	2.185,10
1980	*	89,67	986,40	2001	33	94,15	376,60
1981	18	50,49	555,40	2002	165	188,73	2.264,80
1982	32	126,33	1.515,90	2003	118	153,71	1.844,50
1983	67	228,17	2.738,00	2004	129	137,53	1.650,40
1984	*	*	*	2005	122	196,61	2.359,30
1985	32	104,80	1.257,60	2006	119	129,00	1.548,00
1986	*	*	*	2007	154	189,21	2.270,50
1987	*	*	*	2008	137	170,11	2.041,30
1988	*	87,73	1.052,70	2009	162	180,68	2.168,10
1989	19	122,15	1.465,80				

#### 6.4. Compilação dos Dados

A partir dos dados obtidos durante a fase de coleta de dados, foram elaborados os gráficos do regime pluviométrico onde constam os histogramas das precipitações médias mensais anuais e do número de dias chuvosos anuais para o período de observação e que estão apresentados respectivamente nas figuras 2, 3 e 4.

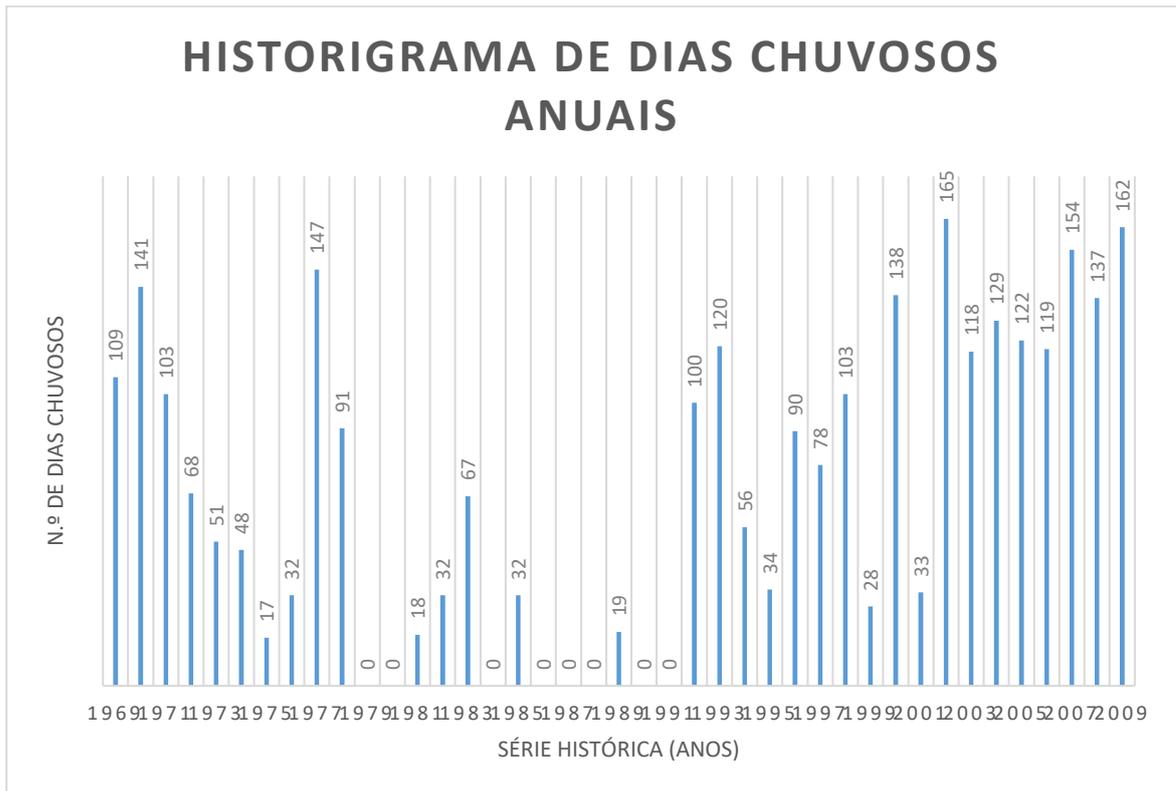


Figura 2 – Histograma de dias chuvosos anuais, estação de Campos Novos, período de monitoramento de 1969 a 2009, responsável: EPAGRI/CIRAM

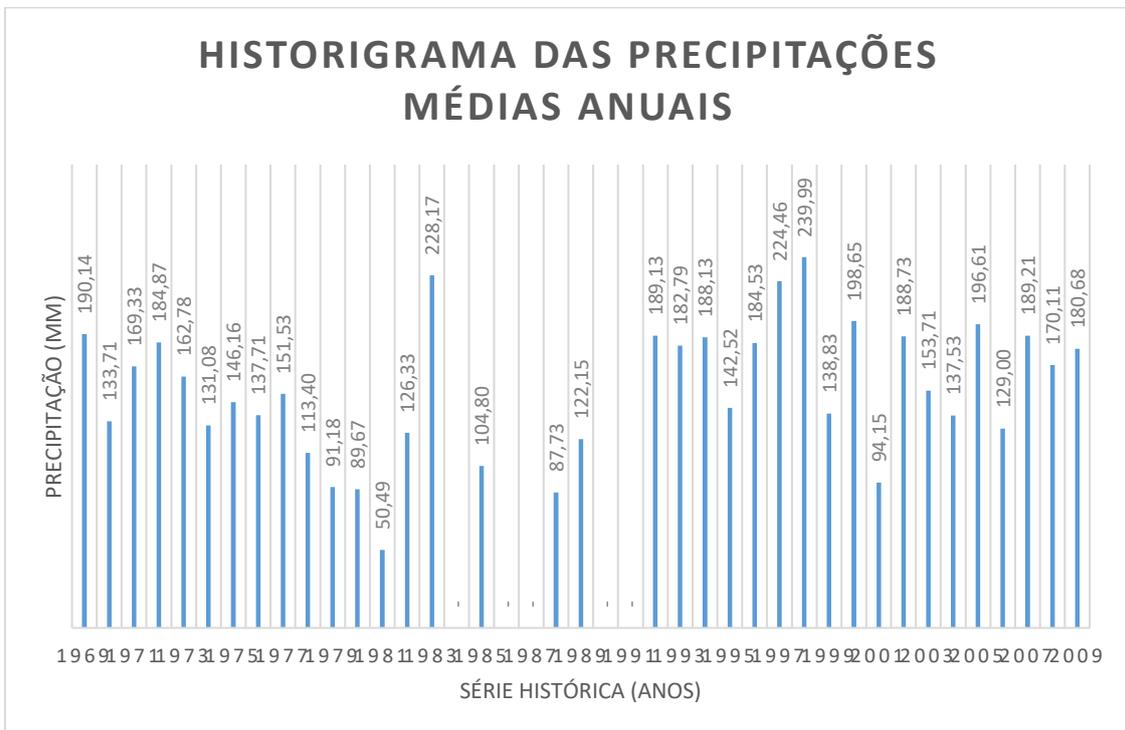


Figura 3 – Histograma Das precipitações médias anuais, estação de Campos Novos, período de monitoramento de 1969 a 2009, responsável: EPAGRI/CIRAM

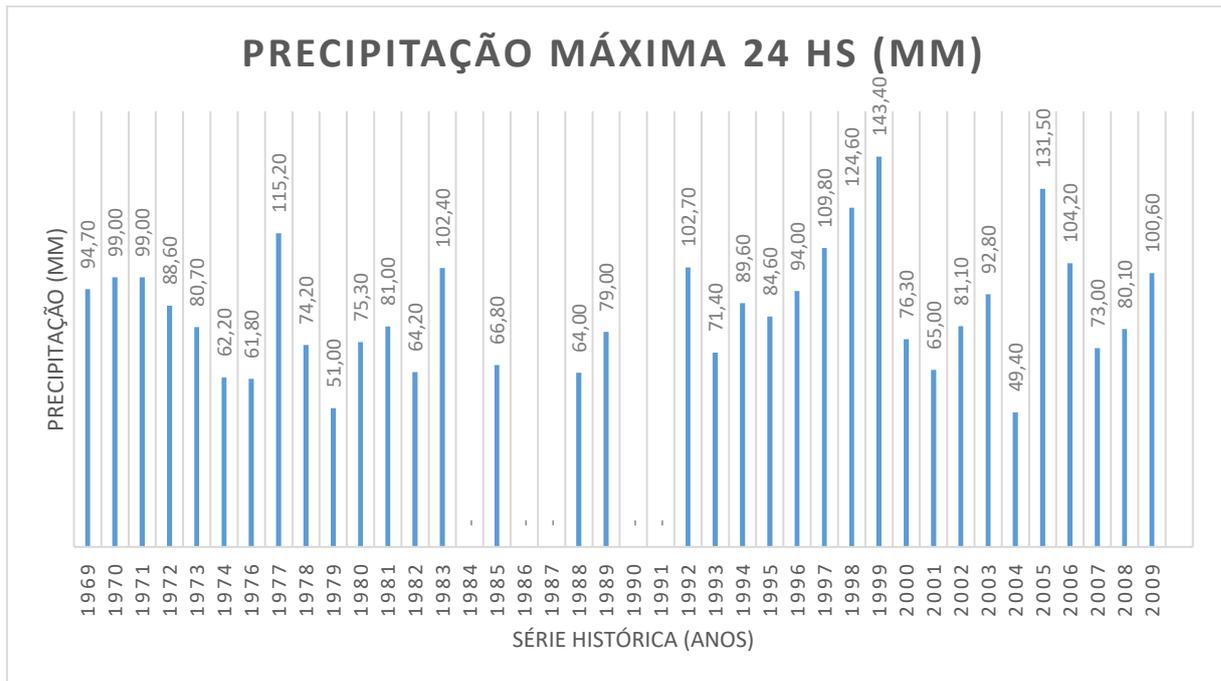


Figura 4 – Histograma das precipitações máximas em 24hs para série histórica, estação de Campos Novos, período de monitoramento de 1969 a 2009, responsável: EPAGRI/CIRAM

### 6.5. Curvas de Intensidade Duração-Frequência

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

A altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado foi definida através da equação proposta por Ven Te Chow, associado a lei de Gumbel. A transformação das alturas pluviométricas em períodos de menor duração foi feita segundo a metodologia proposta por Taborga Torrico. A curva de intensidade-duração-frequência é resultante dos dados que compõem a tabela 3.

A relação obtida por “Gumbel” supõe que existam infinitos elementos. Na prática, levou-se em consideração o número real de anos de observações utilizando-se a equação 1 proposta por Ven Te Chow:

$$H = X + K.S \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

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

X = altura pluviométrica média;

S = desvio padrão da série anual; e,

K = fator de frequência que depende do número de amostras e do período de recorrência (Tabela 5).

Tabela 3 -Valores de “K” segundo a Lei de Gumbel.

Nº de Eventos	TR- TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS							Nº de Eventos	TR- TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100		5	10	15	20	25	50	100
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,977	3,598	48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,290	2,898	3,501
36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588	49	0,821	1,469	1,830	2,090	2,287	2,894	3,496
37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579	50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571	51	0,818	1,464	1,924	2,083	2,280	2,885	3,486
39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563	52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481
40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554	53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474
41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547	54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,270	2,873	3,471
42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539	55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532	56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462
44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526	57	0,810	1,451	1,809	2,066	2,261	2,862	3,458
45	0,828	1,478	1,824	2,104	2,303	2,913	3,519	58	0,809	1,449	1,806	2,064	2,258	2,858	3,454
46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,908	3,513	59	0,808	1,448	1,804	2,061	2,256	2,855	3,450
47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,294	2,903	3,507	60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446

Para o posto pluviométrico de Campos Novos tem-se:

X = 126,00 mm

S = 43,741 mm

n (número de observações) = 40

$$H = 126,00 + 43,741 \cdot K \quad \text{Eq. (1)}$$

Da tabela 3 para n = 30 e os diversos tempos de recorrência, obtêm-se K para aplicação na equação 1, conforme resultados apresentados na tabela 2.

Tabela 4 - Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado.

ALTURA PLUVIOMÉTRICA Precipitações máximas de 1 dia		
TEMPO DE RECORRÊNCIA TR (ANOS)	FATOR DE FREQUENCIA (K)	PRECIPITAÇÃO MÁX. DIÁRIA H (mm)
5	0,843	162,87
15	1,871	207,84
25	2,338	228,27
50	2,957	255,34
100	3,571	282,20

Os valores calculados na tabela 4 correspondem a “precipitações máximas de 1 dia”.

Segundo Taborga, as alturas pluviométricas de 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária, e, para as alturas de 1 hora e 0,1 hora pode-se identificar as isozonas de características iguais, definidas por Taborga (Figura 5).

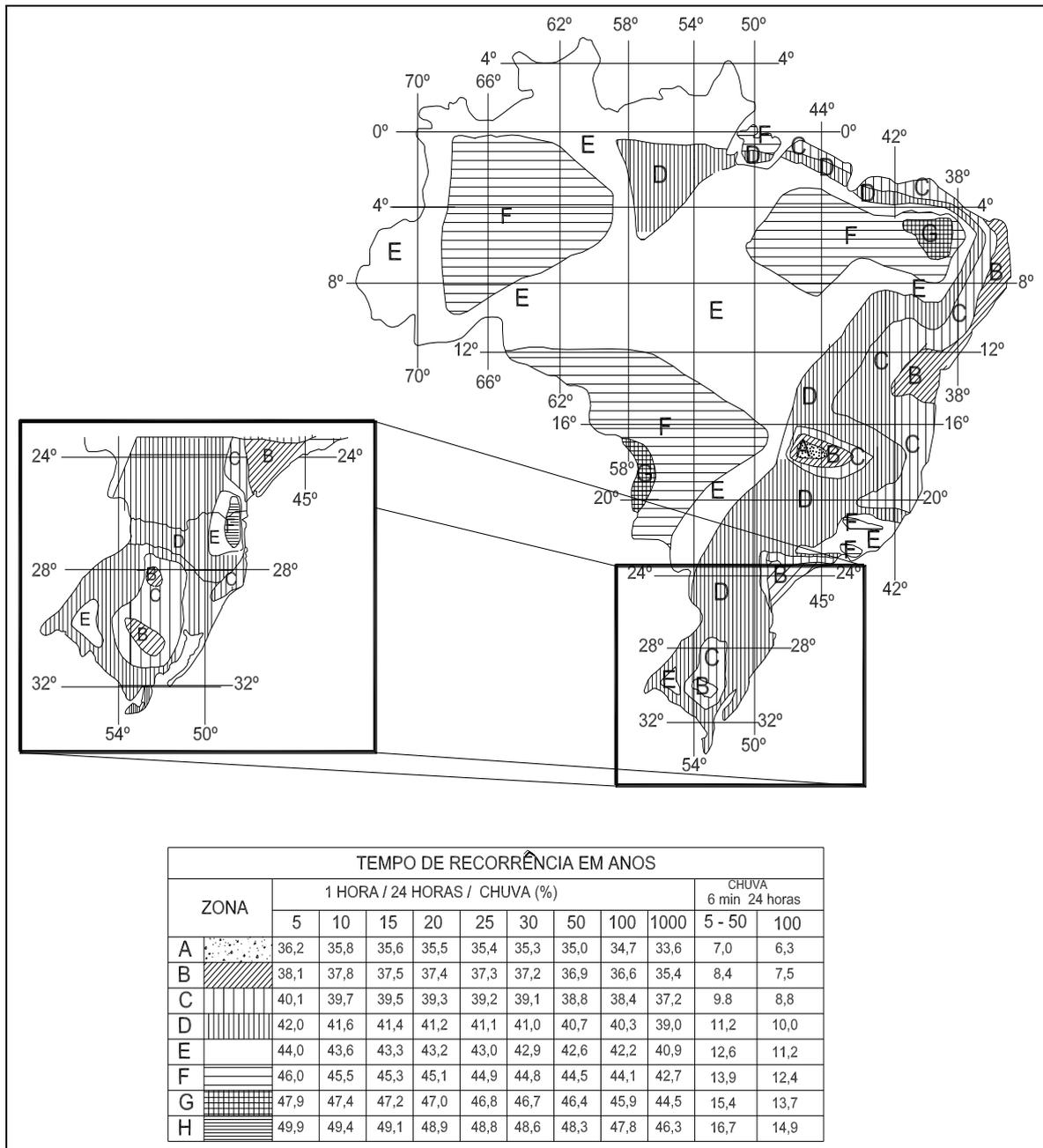


Figura 5 — Mapa de Isozonas proposta por Taborga Torrico.

A estação pluviométrica de Florianópolis situa-se na Isozona C conforme pode-se constatar na figura 5. Os fatores de conversão utilizados de acordo com método proposto por Taborga é apresentado na tabela 5.

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

<b>FATORES DE CONVERSÃO PARA CHUVAS DE 24H, 1,0H E 0,1H</b>			
<b>Isozona "D"</b>	<b>1 dia/24h</b>	<b>1h/24h (%)</b>	<b>0,1h / 24h (%)</b>
5	1,095	44,00	12,60
15	1,095	41,40	12,60
25	1,095	43,00	12,60
50	1,095	42,60	12,60
100	1,095	42,20	12,60

A tabela 6 apresenta as precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h, que são obtidas pelo produto da precipitação máxima diária (tabela 7) e o fator de conversão (tabela 5) para cada tempo de duração e período de recorrência correspondentes.

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

<b>FATORES DE CONVERSÃO PARA CHUVAS DE 24H, 1,0H E 0,1H</b>			
<b>Isozona "D"</b>	<b>24 h</b>	<b>1h</b>	<b>0,1 h</b>
5	162,87	71,66	20,52
15	207,84	86,05	26,19
25	228,27	98,15	28,76
50	255,34	108,78	32,17
100	282,20	119,09	35,56

A partir dos dados da tabela 4 definiu-se as equações que regem a altura pluviométrica em função do tempo de duração para os intervalos de 0,1h a 1,0h e 1,0h a 24h abaixo apresentada:

$$Y = \Delta t \times \text{LN}(0,1h) + 1h \text{ (Eq. 2)}$$

Onde:

- $\Delta t$  – Tempo de Duração (de 0,1 a 24 horas) referente ao tempo de referência analisado.
- 0,1h – Chuva ocorrida em 0,1 hora referente ao tempo de referência analisado.
- 1h – Chuva ocorrida em 1 hora referente ao tempo de referência analisado.

Com a utilização da equação acima apresentada determinou-se as alturas pluviométricas e intensidades de chuva para os diversos tempos de duração e períodos de recorrência conforme apresentados na tabela 7.

Tabela 3– Alturas (h) e intensidades (I) pluviométricas para diversos tempos de duração de chuva.

ALTURAS (H) E INTENSIDADES (I) PLUVIOMÉTRICAS PARA DIVERSOS TEMPOS DE DURAÇÃO DE CHUVA (TAB ORGA)										
T. DUR (H)	TR=10		TR=15		TR=25		TR=50		TR=100	
	h(mm)	I (mm/h)								
0,1	24,41	244,11	25,75	257,45	31,93	319,28	34,71	347,06	37,21	372,10
0,2	38,63	193,17	43,90	219,49	51,86	259,31	57,00	285,02	65,42	327,10
0,3	46,95	156,51	54,52	181,73	63,52	211,75	70,05	233,49	84,67	282,23
0,4	52,86	132,14	62,05	155,13	71,80	179,49	79,30	198,26	98,33	245,83
0,5	57,44	114,87	67,90	135,79	78,22	156,43	86,48	172,96	108,92	217,84
0,6	61,18	101,96	72,67	121,12	83,46	139,10	92,35	153,91	117,58	195,97
0,7	64,34	91,92	76,71	109,58	87,89	125,56	97,31	139,01	124,90	178,43
0,8	67,08	83,85	80,21	100,26	91,73	114,67	101,60	127,00	131,24	164,05
0,9	69,50	77,22	83,29	92,55	95,12	105,69	105,39	117,10	136,83	152,03
1	71,66	71,66	86,05	86,05	98,15	98,15	108,78	108,78	141,83	141,83
2	85,88	42,94	104,20	52,10	118,08	59,04	131,08	65,54	191,45	95,73
3	94,20	31,40	114,82	38,27	129,75	43,25	144,12	48,04	220,48	73,49
4	100,11	25,03	122,36	30,59	138,02	34,50	153,38	38,34	241,07	60,27
5	104,69	20,94	128,20	25,64	144,44	28,89	160,56	32,11	257,05	51,41
6	108,43	18,07	132,98	22,16	149,68	24,95	166,42	27,74	270,10	45,02
7	111,59	15,94	137,01	19,57	154,11	22,02	171,38	24,48	281,13	40,16
8	114,33	14,29	140,51	17,56	157,95	19,74	175,68	21,96	290,69	36,34
9	116,75	12,97	143,60	15,96	161,34	17,93	179,46	19,94	299,12	33,24
10	118,91	11,89	146,35	14,64	164,37	16,44	182,85	18,29	306,67	30,67
11	120,86	10,99	148,85	13,53	167,11	15,19	185,92	16,90	313,49	28,50
12	122,65	10,22	151,13	12,59	169,62	14,13	188,72	15,73	319,72	26,64
13	124,29	9,56	153,23	11,79	171,92	13,22	191,29	14,71	325,45	25,03
14	125,81	8,99	155,17	11,08	174,05	12,43	193,68	13,83	330,75	23,63
15	127,23	8,48	156,97	10,46	176,03	11,74	195,90	13,06	335,69	22,38
16	128,55	8,03	158,66	9,92	177,89	11,12	197,97	12,37	340,31	21,27
17	129,80	7,64	160,25	9,43	179,63	10,57	199,92	11,76	344,65	20,27
18	130,97	7,28	161,75	8,99	181,28	10,07	201,76	11,21	348,75	19,38
19	132,08	6,95	163,16	8,59	182,83	9,62	203,50	10,71	352,62	18,56
20	133,13	6,66	164,51	8,23	184,31	9,22	205,15	10,26	356,29	17,81
21	134,13	6,39	165,79	7,89	185,71	8,84	206,72	9,84	359,78	17,13
22	135,09	6,14	167,00	7,59	187,05	8,50	208,22	9,46	363,11	16,51
23	136,00	5,91	168,17	7,31	188,33	8,19	209,65	9,12	366,29	15,93
24	136,87	5,70	169,28	7,05	189,55	7,90	211,02	8,79	369,34	15,39

A curva de intensidade-duração-frequência é resultante dos dados que compõem a tabela 7. A figura 6 apresenta tal curva.

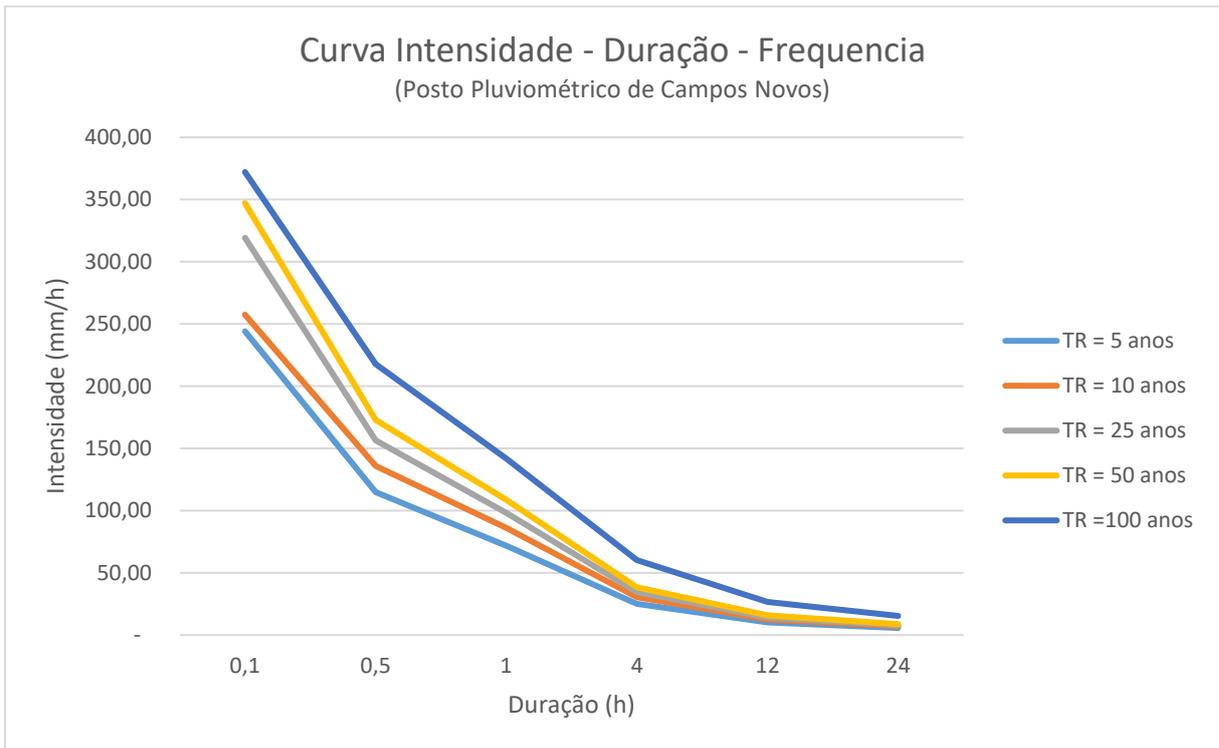


Figura 6 – Curva Intensidade-Duração-Frequência do posto pluviométrico de Campos Novos

## **7. PROJETO GEOMÉTRICO**

### **7.1. Introdução**

Para a elaboração do Projeto de pavimentação da Estrada Municipal, torna-se necessária sua adequação, aproveitando-se ao máximo o leito estradal existente, para a qual está sendo utilizada a metodologia prevista na Instrução de Serviço para a elaboração do Projeto Geométrico – IS-08/98 – do DER/SC.

A definição dos elementos geométricos, tais como categoria da rodovia, velocidade de projeto, seção transversal, raios e outros, foi obtida através das informações e indicações constantes nas diretrizes: DCE-R (Encadeamento funcional de Redes), DCE-S (Seções Transversais) e DCE-C (Condução do Traçado) editadas em dezembro de 1998.

### **7.2. Descrição da Rodovia**

O projeto, em um trecho único entre a UHE Machadinho e a Rodovia SC-390, deverá acompanhar o traçado da rodovia existente, efetuando a concordância da mesma com pontos de interesse para a municipalidade, sendo estes: UHE Machadinho, Linha São Paulo, Zonalta, Acesso ao Centro de Piratuba, Marianos e Rodovia SC-390.

Foram efetuadas melhoras na geometria da via onde possível, bem como condições técnicas de velocidade e declividade existentes, bem como transito da região.

### **7.3. Caracterização da Rodovia**

Com o objetivo de definir a categoria da via a ser implantada, foram seguidas as indicações das Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE), Parte: Encadeamento Funcional de Redes, DCE-R, editadas pelo DER/SC em 1998. Por se tratar de rodovia com função predominante de interligação regional, deve ser adotada a categoria “A-II”.

### **7.4. Seção Transversal**

A seção transversal a ser adotada para o projeto foi proposta em função do tráfego de veículos pesados, o qual é de média com 50 veículos/dia, sendo que para o trecho em estudo a DCE-S pede a adoção da SP 9,5, porém com 9,00m ao longo do trecho. Isto se deve ao fato de que a faixa de borda deve ter 0,25m de largura e faixa de rolamento 3,25m. A seção também prevê a implantação de banquetas pavimentadas com 1,00m de largura em ambos os lados da pista.

### **7.5. Projeto de Interseções**

Dentro do projeto serão incluídas quatro interseções ao longo do trecho sendo elas:

7.5.1 – Acesso a Zona Alta: Estaca 394+0,00

Interseção em nível, de acesso Simples de Conversão com Espera, tipo Alemão, com duas faixas de circulação de 3,25m e faixa central de espera, reversível, com largura de 3,50m, servindo um único acesso a localidade, a esquerda do estaqueamento.

7.5.2 – Acesso a Cidade (Pinheiro) – Estaca 627+10,00:

Interseção em nível, tipo rótula, com raio de 12,00m e largura de 5,50m de faixa de rotação, interligando a estrada municipal a cidade pelo lado esquerdo do estaqueamento junto a Avenida Frederico Laske.

### 7.5.3 – Acesso a Marianos: Estaca 766+0,00

Interseção em nível, de acesso Simples de Conversão com Espera, tipo Alemão, com duas faixas de circulação de 3,25m e faixa central de espera, reversível, com largura de 3,50m, servindo a sua direita de acesso a localidade de marianos e a esquerda a zona rural da cidade.

### 7.5.4 – Acesso a Rod. SC-390: Estaca 1017+17,44

Interseção em nível composta com execução de trevo alemão com conversão com Espera junto a Rod. SC-390, com duas faixas de circulação de 3,25m e faixa central de espera, reversível, com largura de 3,50m, e na área da Estrada municipal, a esquerda do estacionamento, tipo rótula, com raio de 12,00m e largura de 5,50m de faixa de rotação, interligando a estrada municipal a rodovia e com faixa única de acesso à Rodovia no sentido Capinzal.

## 7.6. Características Técnicas

Devido as condições locais de rodovia já implantada e premissas para execução da ponte, foram adotadas, com o objetivo de obter maior segurança e conforto aos usuários da via. Porém em alguns trechos as características existentes não atendem as exigências das diretrizes. Por este motivo deverá ser dada atenção especial no que tange a visibilidade mínima de parada, sendo que nos locais onde não houve a possibilidade de melhorar a mesma, deverão ser adotadas medidas compensatórias, reduzindo a velocidade e alertando os usuários.

Conforme preconiza a IS-08, foram determinados os dados demonstrados na tabela a seguir para avaliação da geometria. Os resultados são os seguintes:

Extensão (km)	20,5
Curvacidade (°/km)	45
Active / declive (m/km)	10,97

As características técnicas sugeridas para o projeto estão definidas a seguir:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	TRECHO: UHE Machadinho a Rod. SC-390
Extensão	20,5 km
Categoria da Rodovia	A-II
Velocidade de projeto	60 Km/h
Largura da faixa de rolamento	3,25m
Faixa de borda	0,25m
Banqueta pavimentada	1,00m
Plataforma de terraplenagem	13,00m
Raio Mínimo horizontal	80,00m
Raio Mínimo vertical côncava	461,00m
Raio Mínimo vertical convexa	393,00m
Declividade longitudinal máxima	10,61%
Largura da Faixa de domínio	Não delimitada
Inclinação transversal da pista	2,50%

### 7.7. Fator de Desvio

A qualidade de trânsito de uma rodovia pode ser determinada pelas velocidades de trânsito e pelo fator de desvio, o qual é definido pela DCE-R, como sendo a relação entre a distância pela estrada e a distância em linha reta entre o ponto de origem e o de destino.

Um fator de desvio alto normalmente significa maior desperdício de terreno, custo de construção mais elevado, tempo de percurso maior e custo operacional mais elevado.

O fator de desvio para a estrada em projeto é de 1,05 e situa-se na faixa vantajoso, o que demonstra a coerência geométrica dentro das possibilidades e o bom aproveitamento da estrada existente, como pode ser visto na tabela a seguir:

<b>FAIXA</b>	<b>FATOR DE DESVIO</b>
Vantajoso	1,0 – 1,25
Aceitável	1,25 – 1,5
Menos vantajoso	1,5 – 1,75
Desvantajoso	>1,75

## 8. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

### 8.1. Objetivo

Para a elaboração de Pavimentação da Estrada Municipal, torna-se necessária a adequação parcial do traçado da mesma, o qual objetiva a orientação dos serviços da terraplenagem e distribuição de materiais. A seguir apresenta-se as diretrizes básicas que nortearão este projeto.

### 8.2. Projeto Geométrico

Em função das características técnicas, operacionais e geométricas, fora definida uma plataforma de terraplenagem de 13,00 metros de forma a atender aos requisitos de projeto. Após definido geometricamente em planta e perfil o traçado do trecho em questão procedeu-se a gabaritação das seções transversais para definição de cortes e aterros.

### 8.3. Estudos Geológicos e Geotécnicos

Através dos Estudos Geológicos Geotécnicos foram definidos os seguintes parâmetros:

- Horizontes dos materiais classificando-os em 1a, 2a e 3a categoria.
- Taludes de corte e aterro:
  - Corte: 1:1 (H:V) em materiais classificados em 1a e 2a, com banquetas a cada 6,00 metros de altura de corte. 1:4 (H:V) em materiais de 3a categoria. A largura das banquetas será de 5,00 m.
  - Aterro: 3:2 (H:V) em todos os materiais, com banquetas a cada 8,00 m de altura de aterro e a largura da banquetas igual a 3,00 m.
- Aplicação de materiais de compensação corte/aterro.
- Capacidade de suporte de materiais de subleito.

### 8.4. Projeto de Terraplanagem

#### Cortes

Para a execução dos cortes, deverão ser tomados cuidados e precauções conforme preconiza a Especificação DER-SC-ES-T-05/92.

Num estudo comparativo entre a execução dos aterros com material proveniente de jazidas próximas aos mesmos e com material oriundo de cortes distantes, optou-se pela utilização do material dos cortes pois apresentou pequena diferença no custo, além de apresentar a facilidade de execução, menor impacto ambiental e a redução do volume de "Bota- fora".

#### Aterros

Para a execução de aterros, deverão ser tomados os seguintes cuidados e precauções conforme preconiza a Especificação DER-SC-ES-T-05/92:

Quando o terreno natural apresentar declividade transversal superior a 15% serão adotadas as seguintes providências:

- Para declividade entre 15% e 25%, escarificação do terreno natural na profundidade mínima de 0,15m;

- Para declividade superior a 25%, a construção obrigatória de degrau, disposto longitudinalmente ao longo de toda seção transversal do aterro, com largura na ordem de 3,00 m e declividade suave para o lado do montante.
- No caso de aterros, de pequenas alturas assentes sobre rodovias existentes, deverá ser executada a escarificação do leito da mesma, na profundidade de 0,15 m.

Para as camadas finais dos aterros, de acordo com os estudos realizados com materiais de cortes para compensação em aterros, pelo Estudo Geotécnico, foram previstas duas situações:

- a) materiais de cortes que atendem o ISC de projeto previsto para as camadas finais de aterro serão executados com a energia de 100% do Proctor Normal (método de ensaio DNER-ME 47/64).
- b) estão previstos nas compensações longitudinais, corte/aterro, nos casos em que os materiais dos cortes estiverem abaixo da ISC de projeto, estes materiais serão utilizados somente para corpo de aterro, e nas camadas finais, materiais que atendem o ISC de projeto.

Devido as características da região, bem como históricos de cheias da região, o corpo de aterro deverá ser executado em material pétreo (rocha). Os fragmentos de rocha não devem ser possuir dimensões superiores a 75 cm, os fragmentos de rocha que ultrapassem esta dimensão devem ser reduzidos de tal forma que seus fragmentos maiores não ultrapassem a 75 cm. Não devem ser admitidos fragmentos de rochas de estratificação lamelar, facilmente fragmentáveis.

Os aterros constituídos de fragmentos de rochas devem ter em sua constituição rochas em toda a largura do aterro, por camadas sucessivas de no máximo 1,0 m de espessura. Os últimos 2,0 m de aterro devem ser executados em camadas de no máximo 0,30 m de espessura.

Os aterros devem ser executados descarregando-se o material rochoso sobre o terreno e posteriormente sobre a camada já construída, espalhado com trator de lâmina na espessura indicada, de maneira que os blocos maiores de rocha fiquem colocados na parte inferior e os vazios entre as pedras de maior dimensão sejam preenchidos por pedras menores. Devem ser compactados por meio de rolos vibratórios.

A maior dimensão de qualquer bloco de pedra, em qualquer caso deve ser inferior a 75 % da espessura da camada. Todos os blocos que não preencham esta condição devem ser fragmentados ou, a critério da fiscalização, removidos para fora da área de aterro e depositados em local aprovado.

## **8.5. Recomendações**

Deverão ser seguidas as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DER-SC no que couber e as Especificações Complementares que fazem parte integrante deste Projeto.

## 9. PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE

### 9.1. Introdução

Os estudos realizados para definição do Projeto de Drenagem e Obras de Arte Corrente do trecho da Estrada Municipal, tiveram como objetivo a adequação do trajeto existente com o escoamento natural das águas. Visando minimizar os impactos nos processos naturais e garantir a integridade física da via. Por tratar-se de um trajeto já existente os bueiros foram avaliados quanto a sua capacidade hidráulica para manutenção das obras existentes que atendem a vazão de projeto.

### 9.2. Projeto de Drenagem Superficial

Para conduzir e adequar o escoamento superficial com a rodovia no ambiente, utilizou-se os dispositivos de drenagem superficial apresentados no Manual de Projetos Tipo de Drenagem – DER/SC.

Os dispositivos de drenagem superficial foram posicionados considerando observações de campo e análises das seções transversais do segmento. Desta análise verificou-se a necessidade de:

- Sarjetas de corte;
- Caixas de Captação de sarjeta.

### 9.3. Dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial

O dimensionamento dos dispositivos de condução da água superficial, foi elaborado através da determinação dos comprimentos críticos, para tanto, utilizou-se o Método Comparativo<sup>1</sup> que consiste na comparação entre a descarga de projeto ( $Q_p$ ), calculada pelo Método Racional, e a capacidade de vazão do dispositivo, calculada pelas equações de Manning e da continuidade, como descrito abaixo.

$$Q_p = \frac{C \cdot i \cdot A}{(36 \cdot 10^4)} \quad (1)$$

Onde:

$Q_p$ : Descarga de projeto [m<sup>3</sup>/s];

$i$ : Intensidade de precipitação [cm/h];

$A$ : Área de Contribuição [m<sup>2</sup>]; e

$C$ : coeficiente de escoamento superficial médio.

- Equação de Manning:  $V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$  (2)
- Equação da Continuidade:  $V = Q / A'$  (3)

Igualando (2) e (3), temos:

$$Q = 1/n \times A' \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (4)$$

Onde:

$V$ : Velocidade do escoamento [m/s];

$R$ : Raio hidráulico [m];

$I$ : Declividade do dispositivo de condução [m/m];

$n$ : Coeficiente de rugosidade de Manning [s/m<sup>1/3</sup>]; e  
 $A'$ : Área molhada da seção do dispositivo [m<sup>2</sup>].

Comprimento crítico:

Para determinação do comprimento crítico, faz-se a comparação entre as equações (1) e (4), onde:  $A = L \times d$ ,  $L$  é a largura de contribuição e da distância longitudinal, temos:

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

$$d = \frac{36 \times 10^4 \times A' \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{(C \times i \times L \times n)} \quad (5)$$

Com base na equação (5), determinou-se o ábaco para a sarjeta de corte Tipo I utilizada neste projeto, que relacionam o comprimento crítico ( $d$ ), a largura de contribuição ( $L$ ) e declividades longitudinais ( $I$ ) existentes no trecho projetado.

O Ábaco para verificação dos comprimentos críticos das sarjetas de corte é apresentado na figura 11.1 a seguir.

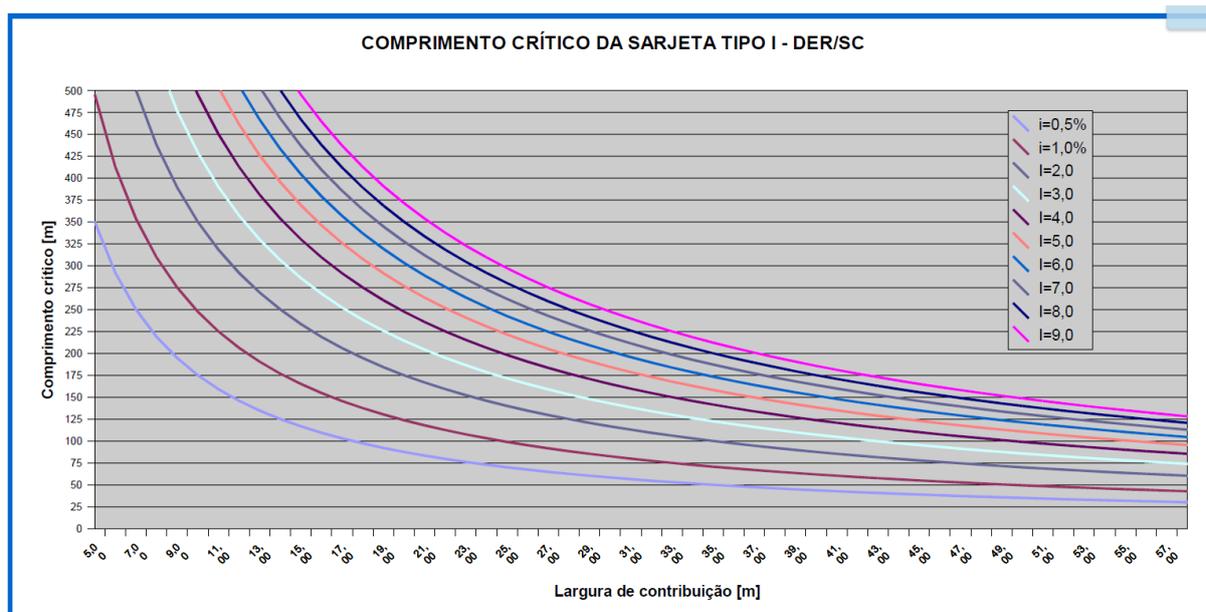


Figura 3 – Ábaco para verificação dos comprimentos críticos das Sarjetas de Corte

#### 9.4. Drenagem urbana

##### Galerias de águas pluviais

Projetou-se redes de drenagem pluvial utilizando para captação da água as caixas coletoras com boca de lobo para canteiro central, caixas coletoras com boca de lobo, caixas coletoras para canaleta e caixas coletoras para canaleta com boca de lobo, localizadas de acordo com as superelevações da pista, e obedecendo os pontos de saída resultantes dos comprimentos críticos do meio-fio de concreto simples.

As águas provenientes da drenagem urbana serão captadas por caixas coletoras e por sarjetas, quando houver necessidade de coletar as águas dos taludes de corte.

Projetou-se ao longo do trecho caixas coletoras com boca de lobo normais. As caixas coletoras com boca de lobo, foram projetadas de forma que a tubulação longitudinal seja disposta sob a calçada, dando espaço para a execução do dreno ao seu lado e sob o bordo da pista.

Salienta-se que a execução das tubulações de concreto armado, que localizarem-se sob a pista devem ser sobre um lastro de concreto e sob a calçada sobre um lastro de brita.

Para o dimensionamento das galerias utilizou-se a vazão obtida através do método racional. O diâmetro da galeria foi calculado pela Fórmula de Manning.

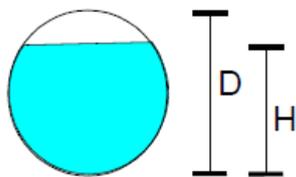
### Dimensionamento hidráulico das galerias

O dimensionamento foi elaborado seguindo a metodologia dos dispositivos de drenagem, utilizando a fórmula de Manning aliada a equação da continuidade, conforme apresentado no item Drenagem superficial.

A máxima vazão do tubo se verifica com a tubulação funcionando a uma relação de  $h/D$  de aproximadamente 0,93, onde  $h$  é a altura da lâmina d'água e  $D$  o diâmetro da tubulação.

Desta relação obtemos:

$$\frac{H}{D} = 0,93$$



$$A = 0,7642 * D^2$$

$$R = 0,2922 * D$$

Utilizando a fórmula de Manning (1) e a Equação da Continuidade (2) onde:

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

$$V = Q/A' \quad (2)$$

E substituindo (1) em (2), obtemos:

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

Utilizando os valores da relação acima:

$$D \geq \frac{0,739 \times Q_p \cdot 3^8}{i^{3/16}}$$

Onde:

$D$  diâmetro mínimo da galeria (m);

$Q_p$  vazão de projeto ( $m^3/s$ );

$i$  declividade longitudinal da galeria (%).

O cálculo da galeria pluvial resultou em aumento das travessias de 60cm para travessias ao longo do trecho de forma a dar vazão as sarjetas existentes, com manutenção das pré-existentes.

### 9.5. Obras de Arte Corrente

A verificação dos bueiros foi efetuada no Estudo Hidrológico para as vazões de projeto ( $Q_p$ ) referente a um tempo de retorno  $TR=25$  anos.

Como o escoamento da rodovia é essencialmente superficial, havendo apenas adequação do trecho, foram utilizadas tubulações apenas para desague das sarjetas implantadas/adequadas.

## 10. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 10.1. Introdução

Este relatório refere-se ao Projeto de Pavimentação parcial da Estrada Municipal, Trecho: Entroncamento Rod. SC-390 até a UHE Machadinho, cujo objetivo é a substituição de tratamento superficial existente, já desgastado, por revestimento asfáltico, sendo considerado neste tópico o estudo das diferentes alternativas para implantação do pavimento viáveis do ponto de vista técnico e econômico, o dimensionamento da estrutura e a definição final da solução proposta para a pavimentação do trecho.

### 10.2. Estudo de Tráfego

O presente projeto não contempla a realização de um estudo de tráfego, desta forma o número de solicitações equivalente ao eixo padrão de 8,2 tf (N8,2) durante o período de projeto foi estimado a partir de informações locais de tráfego e com o emprego das metodologias da AASHTO. O período de projeto é de 20 anos.

A tabela 1 apresenta o valor do número de solicitações equivalentes segundo as metodologias empregadas.

SEGMENTO	LOCALIZAÇÃO (Estaca)	COMP. (m)	NÚMERO N (Metodologia AASHTO)
1	0+0,00 a 213+0,00	4.260,00	$6,0 \times 10^6$
2	213+0,00 a 385+0,00	3.440,00	$6,0 \times 10^6$
3	385+0,00 a 656+0,00	5.420,00	$6,0 \times 10^6$
4	656+0,00 a 781+0,00	2.500,00	$6,0 \times 10^6$
5	781+0,00 a 1017+17,44	4.737,44	$6,0 \times 10^6$

Tabela 4 - Estimativa do número de solicitações de projeto

### 10.3. Definição do CBR de projeto

Para a definição do CBR de projeto, procedeu-se a análise estatística dos valores de capacidade de suporte do material existente ao longo da via obtidos nos ensaios realizados com o material coletado em campo.

Foram analisados apenas os valores considerados possíveis de utilização na camada final de terraplenagem (expansão menor que 2,0%). O CBR de projeto é definido de acordo com a seguinte expressão, considerando nível de confiança de 90%:

$$CBR_{proj} = CBR_{médio} - \frac{1,29 \times Desvio}{N^{0,5}}, \text{ onde:}$$

- CBR<sub>médio</sub> = média aritmética = 8,58%
  - Desvio = desvio padrão = 0,31
  - N = número de determinações = 5
- Obtendo-se, desta forma: CBR<sub>projeto</sub> = **8,40%**

Desta forma:

$$CBR_{proj} = \frac{(8,48+8,58+8,27+8,69+9,10)}{5} - \frac{1,29 \times 0,31}{5,0^{0,5}} = \mathbf{8,40\%}$$

#### 10.4. Dimensionamento da estrutura do pavimento

No dimensionamento da estrutura de pavimento, definiu-se as espessuras das camadas com o emprego do Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER. A escolha pelo emprego deste método se deve por este ser fundamentado na capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes do pavimento através dos valores de CBR, valores estes disponíveis para execução do projeto. Este método tem se mostrado eficiente em várias estruturas de pavimentos de rodovias projetadas e executadas ao longo dos anos.

Os dados para o dimensionamento da estrutura do pavimento segundo o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER estão apresentados na tabela 12.

SEGMENTO	LOCALIZAÇÃO (Estaca)	COMP. (m)	CBR projeto (%)	N
1	0+0,00 a 213+0,00	4.260,00	8,40	$6,0 \times 10^6$
2	213+0,00 a 385+0,00	3.440,00	8,40	$6,0 \times 10^6$
3	385+0,00 a 656+0,00	5.420,00	8,40	$6,0 \times 10^6$
4	656+0,00 a 781+0,00	2.500,00	8,40	$6,0 \times 10^6$
5	781+0,00 a 1017+17,44	4.737,44	8,40	$6,0 \times 10^6$

Tabela 2 – Dados para o dimensionamento do pavimento segundo o Método do DNER

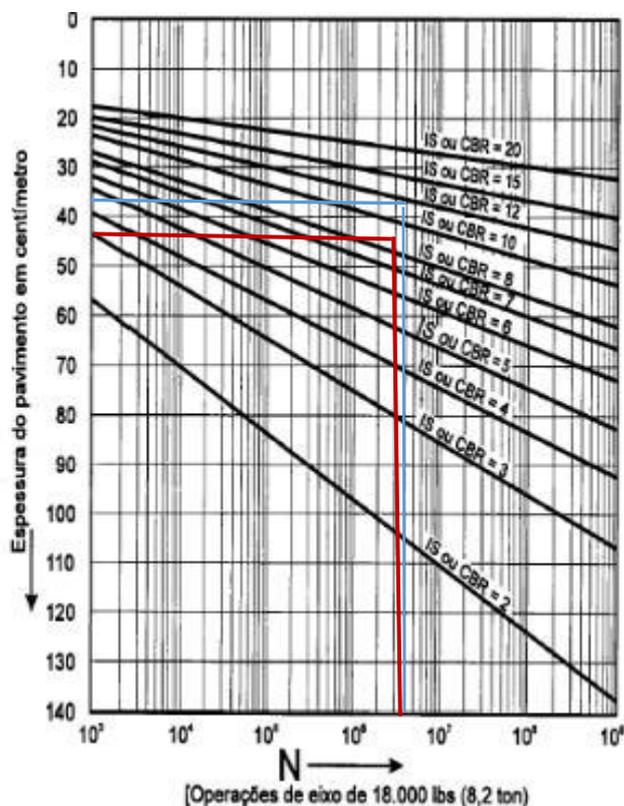
Conforme orientações da metodologia adotada, o gráfico da Figura 1 nos dá a espessura total do pavimento, em função de N e de I.S. ou C.B.R.; a espessura fornecida por este gráfico é em termos de material com  $K = 1,00$ , isto é, em termos de base granular. Entrando-se em abscissas, com o valor de N, procede-se verticalmente até encontrar a reta representativa da capacidade de suporte (I.S. ou C.B.R.) em causa e, procedendo-se horizontalmente, então, encontra-se, em ordenadas, a espessura do pavimento, resultando neste caso em 45 cm valor este a ser adotado no presente projeto.

Componentes do pavimento	Coefficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
-Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a $45 \text{ kg/cm}^2$	1,70
-Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre $45 \text{ kg/cm}^2$ e $28 \text{ kg/cm}^2$	1,40
-Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre $28 \text{ kg/cm}^2$ e $21 \text{ kg/cm}^2$	1,20

Tabela 5 - Coeficientes estruturais

Os coeficientes estruturais são designados, genericamente por:

Revestimento : KR  
 Base : KB  
 Sub-base : KS  
 Reforço : KRef



— IS Sub-base ( $h_{20}$ )  
 — IS Terreno local ( $h_n$ )

Figura 4 - Espessura total do Pavimento

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão. As espessuras a seguir recomendadas, visam, especialmente, as bases de comportamento puramente granular e são definidas pelas observações efetuadas.

A tabela 4, apresentada a seguir aponta espessuras mínimas de revestimento indicadas em função de N para diversos casos:

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Tabela 4 – Espessura mínima de revestimento

Salientamos ainda que, conforme normativas vigentes, espessura mínima a adotar para compactação de camadas granulares é de 10 cm, a espessura total mínima para estas camadas, quando utilizadas, é de 15 cm e a espessura máxima para compactação é de 20 cm.

A Figura 2 apresenta simbologia utilizada no dimensionamento do pavimento, Hm designa, de modo geral, a espessura total de pavimento necessário para proteger um material com C.B.R. ou I.S. = CBR ou IS = m, etc., hn designa, de modo geral, a espessura de camada do pavimento com C.B.R. ou I.S. = n, etc.

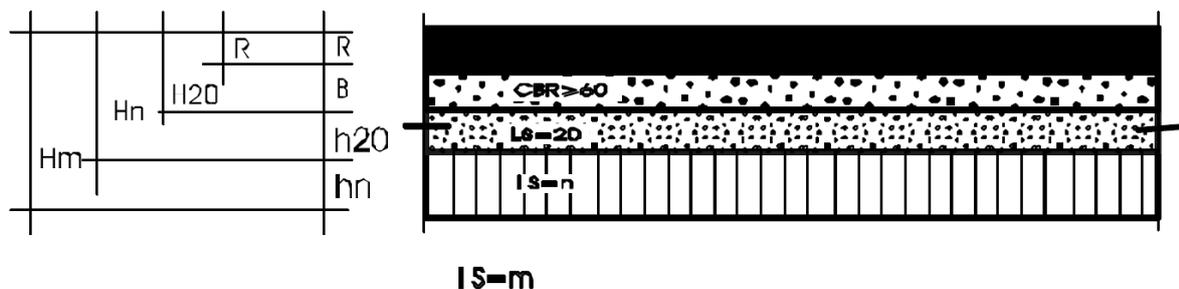


Figura 2 – Camadas e simbologia de dimensionamento do pavimento

Mesmo que o C.B.R. ou I.S. da sub-base seja superior a 20, a espessura do pavimento necessário para protegê-la é determinada como se esse valor fosse 20 e, por esta razão, usam-se sempre os símbolos, H20 e h20 para designar as espessuras de pavimento sobre sub-base e a espessura de sub-base, respectivamente.

Os símbolos B e R designam, respectivamente, as espessuras de base e de revestimento.

Uma vez determinadas as espessuras Hm, Hn, H20, pelo gráfico da Figura 43, e R pela tabela apresentada, as espessuras de base (B), sub-base (h20) e reforço do subleito (hn), são obtidas através de cálculo pelo software DIMPAV da Prefeitura de São Paulo:

#### Dimensionamento Escolha o material

Camada	Material	Esp. (cm)	CBR (%)	Heq (cm)	K	K x H	$\sum K \times H$	$\sum K \times H \geq Heq$	Obs.
Revestimento	Concreto Asfáltico Usinado a Quente	5,0			2,0	8,0			
Base Simples	Brita Graduada Simples	15,0			1,0	15,0	10,0		
Base Mista	Não Aplicável								
	Não Aplicável								
Sub-Base	Brita Graduada Simples	17,0	30,0	26,0	1,0	17,0	26,0	OK	
Reforço	Não Aplicável								
Subleito			8,4	42,4			43,0	OK	

### 10.5. Estrutura final do pavimento

Para definição da estrutura final proposta, considerou-se a espessura mínima de 20,0cm de base de brita graduada e 20,0cm de sub-base, com aproveitamento da estrutura existente e aplicação de macadame em eventuais alargamentos. A tabela 5 apresenta a estrutura final do pavimento.

CBR SUBLEITO (%)	ESPESSURA DAS CAMADAS (cm)		
	REVESTIMENTO	BASE	SUB-BASE
8,40	5,0	15,0	20,00

Tabela 5 – Estrutura final do pavimento

### 10.6. Solução proposta para a pavimentação da rodovia

#### Pista

A pista será pavimentada em CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado a Quente) com espessura de 4,0cm, sobre uma camada de base de 15,0 cm e uma sub-base pré-existente de 20cm.

#### Banqueta pavimentada / faixa de múltiplo uso

Ao longo do trecho será executada uma banqueta pavimentada, cujo revestimento será em CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado a Quente), com espessura de 4 cm, como continuidade da camada intermediária da pista, existindo degrau entre a pista e o acostamento.

SEGMENTO (Estaca)	COMP. (m)	ESPESSURA DAS CAMADAS (cm)		
		REVEST.	BASE	SUB-BASE*
0+0,00 a 213+0,00	4.260,00	5,0	15,0	20,00
213+0,00 a 385+0,00	3.440,00	5,0	15,0	20,00
385+0,00 a 656+0,00	5.420,00	5,0	15,0	20,00
656+0,00 a 781+0,00	2.500,00	5,0	15,0	20,00
781+0,00 a 1017+17,44	4.737,44	5,0	15,0	20,00

Tabela 6 – Estrutura proposta para a execução da banqueta pavimentada

(\*) Onde existe base existente, a mesma será mantida e servirá de sub-base, sendo que apenas em alargamentos (refúgios, trevos, etc.) deverá ser considerada a aplicação de sub-base em macadame seco.

#### Interseções

Ao longo do trecho fora projetada 1 interseção cujas estrutura do pavimento está apresentadas na tabela 7.

INTERSEÇÃO (Estaca)	ESPESSURA DAS CAMADAS (cm)		
	REVESTIMENTO	BASE	SUB-BASE
394+0,00	5,0	15,0	20,00
627+0,00	5,0	15,0	20,00
766+0,00	5,0	15,0	20,00
1017+0,00	5,0	15,0	20,00

Tabela 7 – Estrutura de pavimento das interseções.

#### Especificações

As especificações dos serviços de pavimentação são apresentadas na tabela 19.

<b>SERVIÇO</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO</b>
Regularização do subleito	DEINFRA/SC – ES-P-01/2016
Camada de macadame seco	DEINFRA/SC – ES-P-03/2015
Base de brita graduada	DEINFRA/SC – ES-P-11/2016
Imprimação asfáltica	DEINFRA/SC – ES-P-04/2015
Pintura de Ligação	DEINFRA/SC – ES-P-04/2015
Camada Asfáltica em CAUQ	DEINFRA/SC – ES-P-05/2016

Tabela 8 – Especificações dos Serviços de Pavimentação

## 11. PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA

O Projeto de Sinalização e Dispositivos de Segurança Rodoviária foi concebido de acordo com o que preceituam os seguintes documentos:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito / CONTRAN/DENATRAN. 2º edição. Ministério das Cidades, 2007.
- Diretrizes para a Marcação de Estradas - DME-2 - DEINFRA
- Manual de Sinalização Rodoviária / Rio de Janeiro, 2010 – DNIT.
- Código de Trânsito Brasileiro – Lei no. 9.503, de 23/09/97 (DOU 24/09/97 – Retif. DOU 25/09/97).
- Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias / Rio de Janeiro, 2010 – DNIT.
- Diretrizes para Marcação de Estradas (DME) – DER-SC, 2000.
- Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários – DNIT.
- Instruções de Serviço para Projeto de Sinalização (IS 215).

### 11.1. Sinalização Horizontal

#### *Introdução*

A Sinalização Horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento.

Duas funções primordiais da Sinalização Horizontal são de extrema importância para segurança do usuário: a primeira reside na capacidade de transmitir informações e advertências sem que o mesmo desvie sua atenção da rodovia e a segunda, está em orientá-lo no período noturno e sob condições adversas climáticas (chuva, neblina), proporcionando, através das marcações e dos dispositivos auxiliares, a delimitação das faixas de tráfego, bem como do próprio corpo estradal.

A Sinalização Horizontal utilizada neste Projeto é composta por marcações e dispositivos auxiliares implantados no pavimento, atendendo as finalidades básicas de Canalização dos fluxos de tráfego e reforço e complementação da sinalização vertical, principalmente de regulamentação e de advertência; e em alguns casos, único tipo de sinalização regulamentar (proibição) adequada ou possível de ser utilizada.

Ressalta-se, com estas ponderações, a impossibilidade de liberação de trechos em obras ou recém concluídos, sem a execução da Sinalização Horizontal.

#### *Tipos de Sinais no Pavimento*

São apresentados a seguir, os tipos de sinais utilizados no presente projeto, bem como suas características principais. Outras informações são fornecidas nas pranchas do Volume 1: Projeto de Execução, no item Projeto de Sinalização.

#### *Marcações*

As marcações no pavimento são constituídas por linhas (longitudinais, transversais ou diagonais), contínuas ou descontínuas, símbolos e legendas, pintadas com tinta refletiva nas cores branca ou amarela.

A cor branca é utilizada para marcações em faixas separadoras de fluxos de mesmo sentido, enquanto que a amarela para fluxos de sentidos opostos.

#### *Linhas Longitudinais*

As linhas longitudinais têm a função de definir os limites da pista de rolamento, de orientar a trajetória dos veículos, ordenando-os por faixas de tráfego, e, ainda, a função de regulamentar as possíveis manobras laterais ou mudanças de faixa.

A classificação das linhas longitudinais, de acordo com sua função no projeto, é a seguinte:

- Linhas Demarcadoras de Faixas de Tráfego;
- Linhas de Proibição de Ultrapassagem;
- Linhas de Proibição de Mudança de Faixa;
- Linhas de Bordo da Pista;
- Linhas de Continuidade, e
- Linhas de Canalização

<b>LINHAS LONGITUDINAIS</b>	
Demarcadoras de Faixa de Tráfego	Divide fluxos de mesmo sentido de circulação onde a mudança de faixa é permissível
Proibição de Ultrapassagem	Divide fluxos de tráfego de sentidos contrários onde a ultrapassagem é proibida para os dois sentidos de circulação
Proibição de Mudança de Faixa	Divide fluxos de mesmo sentido de circulação onde a mudança de faixa é proibida
Bordo de Pista	Estabelece o limite da pista de tráfego com o acostamento, canteiro central, etc.
Continuidade	Dá prosseguimento a linha de bordo de pista, mantendo o alinhamento da pista de tráfego quando ocorrem acessos na rodovia
Canalização	Utilizada para delimitação de área neutra/zebrada (não trafegável). Utilizada nas variações de largura de pista (segmentos de teiper) e comprimento dado pela seguinte fórmula: fórmula: $L=0,6 * V * \Delta l$ Onde: L = comprimento do teiper (M); V = velocidade de percurso (km/h); e $\Delta l$ = variação de largura (M)

*Tabela 8 - Definições de linhas longitudinais*

### *Linhas Transversais*

As linhas transversais têm a função de complementar os sinais de regulamentação relacionados com a redução de velocidade ou parada dos veículos.

### *Linhas de retenção*

Com a finalidade de complementar e reforçar a regulamentação de parada obrigatória – código R-1, as Linhas de Retenção estão posicionadas transversalmente à pista para a qual elas se aplicam, ocupando toda a sua largura, ao lado do correspondente sinal de regulamentação.

Quando colocadas em cruzamento de pista, elas se situam de forma paralela à via a ser cruzada, com afastamento mínimo 0,60m e máximo de 5,00m, do bordo daquela via.

A Linha de Retenção é contínua, pintada na cor branca, com largura de 0,40 m.

### *Linhas de Travessia de Pedestres*

As Linhas de Travessia de Pedestres são marcações dispostas transversalmente ao eixo da via, com a finalidade de conduzir os pedestres através de um percurso mais

seguro, e, de advertir aos motoristas para a existência de pontos estabelecidos para essa travessia.

São compostas por linhas de cor branca, paralelas entre si e ao eixo da via, com largura e espaçamento entre elas de 0,40m, comprimento de 4,00m distando 1,60m das Linhas de Retenção e se estendendo pelo acostamento até a calçada.

### *Áreas Zebradas*

As Áreas Zebradas têm como finalidade básica preencher áreas pavimentadas não trafegáveis, decorrentes de canalizações de fluxos divergentes ou convergentes, ou ainda de estreitamentos e alargamentos de pista (áreas neutras) e delimitadas ao menos por uma linha de canalização.

Essas áreas neutras são pintadas com linhas diagonais de acordo com o sentido do tráfego, de tal forma a conduzir o veículo para a pista trafegável, e formando um ângulo, igual ou próximo de 45°, com a linha de canalização que lhe é adjacente.

Quando a área a ser demarcada possuir forma irregular e atender a mais de um fluxo adjacente, são estabelecidos eixos auxiliares a partir dos quais são distribuídas as linhas diagonais, nesse caso, formando sempre que possível com estes eixos, um ângulo próximo de 45°.

### *Setas*

As setas são marcações que suplementam as mensagens dos sinais de pré-indicação, antecipando aos usuários os movimentos que deverão realizar, as direções a serem seguidas, e o seu posicionamento na pista, permitindo assim ordená-los nas faixas de rolamento e canalizar o fluxo de tráfego em locais com ampliação ou redução do número de faixas e, de modo geral, nas aproximações de interconexões, interseções e retornos.

As setas classificam-se, conforme sua função em:

- Setas Indicativas de Movimento;
- Seta Indicativa de Mudança Obrigatória de Faixa.

### *Setas indicativas de movimento*

As setas indicativas de movimento são utilizadas nas aproximações de interconexões, interseções e retornos, orientando o usuário quanto ao seu posicionamento para realização, naqueles locais, dos movimentos de conversão, retorno e manutenção da trajetória.

De acordo com cada um desses movimentos há, portanto, uma seta característica como pré-sinalização, pintada na cor branca.

Há sempre uma seta para cada faixa de rolamento, disposta segundo o sentido do fluxo ao qual é dirigida sua mensagem e aplicada no centro da faixa, formando-se assim fileiras de tantas setas, paralelas, quanto forem as faixas de rolamento.

### *Seta indicativa de mudança obrigatória de faixa*

A Seta Indicativa de mudança obrigatória de faixa tem seu uso reservado para redução na largura da pista. Ela é aplicada nas faixas de trânsito a serem suprimidas, indicando o movimento a ser feito pelo usuário em direção à faixa adjacente, tendo em vista o término da que ele trafega.

A cor utilizada é a branca e as dimensões, bem como o formato da Seta Indicativa de Mudança Obrigatória de Faixa, estão apresentadas em legenda específica no Volume I: Projeto de Execução.

### *Símbolos*

Os Símbolos são marcações no pavimento utilizadas para alertar os usuários quanto à existência de vias preferenciais ou de cruzamentos ferroviários adiante, reforçando

e complementando a sinalização vertical de advertência, ou ainda para alertar quanto à ocorrência de faixas exclusivas para a circulação de um determinado tipo de veículo.

Os Símbolos são classificados quanto as suas funções e características, em:

- Símbolo de Dê a Preferência;
- Símbolo de Faixa Exclusiva.

### Legendas

As legendas são marcações no pavimento, compostas de letras e algarismos, utilizadas para complementar e reforçar a sinalização vertical, orientando, advertindo e regulamentando condições particulares de operação que o usuário terá adiante, do tipo:

Curva perigosa, travessia de pedestre, cruzamento com via preferencial, etc.

A sua importância reside no fato de que o usuário não precisa desviar a atenção da pista de rolamento para receber a mensagem. As legendas são na cor branca, com as alturas dos caracteres estabelecidas em função da velocidade de operação, conforme a tabela a seguir:

Velocidade de Operação (Km/h)	Altura da Letra ou Número (m)
$V \leq 40$	1,60
$40 \leq V \leq 80$	2,40
$V > 80$	4,00

Tabela 9 – Relação Velocidade de Operação x Altura de Caracteres

Os caracteres utilizados possuem espaçamento pré-estabelecido, conforme as tabelas a seguir:

ESPAÇAMENTO ENTRE LETRAS (cm)			
LETRA PRECEDENTE	LETRA SEGUINTE		
	A, J, T, V, W, Y	B, D, E, F, H, I, K, L, M, N, P, R, U	C, G, O, Q, S, X, Z
A, L, T, V, W, Y	3	10	10
B, D, G, O, Q, R, S	10	12	10
C, E, F, K, X, Z	7	10	10
H, I, J, M, N, U	10	12	12
P	3	12	10

Tabela 10 – Espaçamento entre letras

ESPAÇAMENTO ENTRE NÚMEROS (cm)			
NÚMERO PRECEDENTE	NÚMERO SEGUINTE		
	1, 5	2, 3, 6, 8, 9, 0	4, 7
1	12	12	10
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0	12	10	10
4, 7	10	10	3

Tabela 11 – Espaçamento entre números

### Legendas de Regulamentação

- “PARE”

### Dispositivos Auxiliares

Os dispositivos auxiliares de sinalização horizontal são constituídos por superfícies refletivas aplicadas ao pavimento da rodovia, dispostas geralmente sobre as linhas longitudinais, com o objetivo de delimitar a pista, as faixas de rolamento e as áreas

zebradas, permitindo ao usuário melhores condições de operação, principalmente em locais com ocorrência de neblina, altos índices pluviométricos ou mesmo, no período noturno.

Os dispositivos auxiliares são as Tachas e os Tachões, possuindo a forma quadrada ou retangular. Tanto as Tachas como os Tachões podem ser monodirecionais (com elemento refletivo em somente uma face) ou bidirecionais (com elementos refletivos em ambas as faces) e são dispostas neste Projeto, conforme as regras apresentadas adiante.

### *Tachas*

#### a) Linhas de Bordo da Pista

Tachas bidirecionais brancas, espaçadas a cada:

- 8,00m – trecho geral;
- 4,00m – nas obras de arte ou obstáculos (150 m para cada lado).

#### b) Linhas de Eixo para divisão de fluxos de sentidos opostos

Tachas bidirecionais amarelas, espaçadas a cada:

- 8,00m – trecho geral;
- 4,00m – nas obras de arte ou obstáculos (150 m para cada lado).

#### c) Linhas de Restrição para divisão de fluxos de mesmo sentido (terceira faixa):

Tachas bidirecionais brancas com elementos reflexivos com na cor branca voltada para o sentido do trânsito ao qual o elemento se encontra e vermelho para o sentido oposto, espaçadas a cada 8m.

### *Tachões*

Além das funções descritas para as Tachas, os Tachões atendem com bastante eficácia quando utilizados como elemento canalizador do fluxo, graças a sua forma e dimensões, causando considerável desconforto para sua transposição.

São utilizados principalmente nas Linhas de Canalização de áreas de narizes, podendo ser do tipo bidirecional ou monodirecional, conforme se situem entre áreas de mesmo sentido ou com sentido oposto de tráfego.

Neste projeto são indicados tachões bidirecionais.

<b>SITUAÇÃO A VENCER</b>	<b>TIPO/COR</b>	<b>ESPAÇAMENTO</b>
Normal	Seguem a cor das linhas de canalização, sendo bidirecionais caso amarelas ou monodirecionais brancas	2,0m
Trechos de proibição de ultrapassagem com histórico de desobediência por parte dos usuários e segmentos caracterizados como críticos em termos de acidentes	Bidirecionais amarelas	4,0m

*Tabela 12 – Aplicação de tachões*

### **Material Recomendado**

A NORMA DNIT 100/2009 – ES no Quadro abaixo sugere a escolha do tipo de material a ser empregado na sinalização horizontal e sua provável vida útil:

VOLUME DE TRÁFEGO	PROVÁVEL VIDA ÚTIL DA SINALIZAÇÃO	MATERIAL
≤2.000	1 ano	Estireno / Acrilado ou Estireno Butadieno
2.000 – 3.000	2 anos	Acrílica
3.000 – 5.000	3 anos	Termoplástico Tipo “spray”
>5.000	5 anos	Termoplástico Tipo Extrudado

Tabela 13 – Materiais de sinalização horizontal

Seguindo a especificação de serviço DER-SC-OC-03/92, o Deinfra tem utilizado em suas obras, visando garantir as indispensáveis qualidades de durabilidade e refletividade em qualquer tempo, a tinta do tipo a base de resina acrílica. Para inspeção e amostragem, das tintas, deverá ser obedecida a **EB 2162** da ABNT. Esta tinta acrílica é composta por micro esferas de vidro retro refletivas a serem utilizadas poderão ser de dois tipos:

- Tipo IB - *misturada à tinta na máquina;*
- Tipo IIA - *aplicada por aspersão, quando da aplicação da tinta.*

Para inspeção e amostragem, dos micros esferas de vidro retro refletivas, deverá ser obedecida a **EB 1241** da ABNT.

## 11.2. Sinalização Vertical

### Introdução

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

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

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

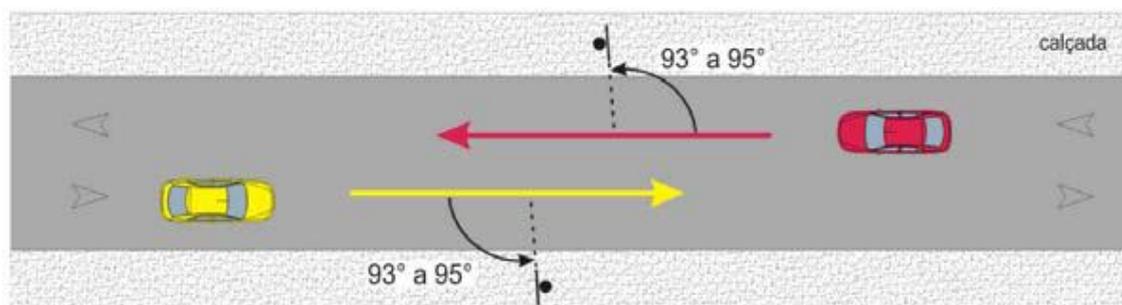


Figura 5 – Angulação de placas de sinalização vertical

Pelo mesmo motivo, os sinais são inclinados em relação à vertical, para frente ou para trás, conforme a rampa seja ascendente ou descendente, também no valor de  $\pm 3^\circ$ .

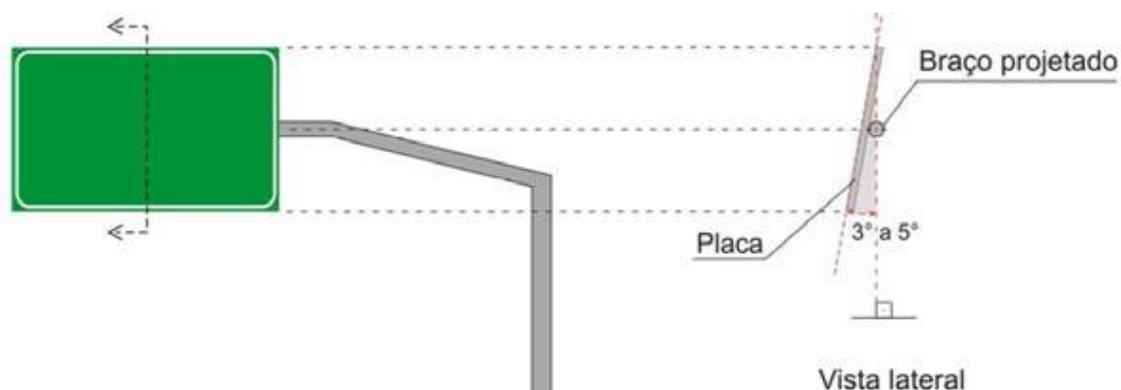


Figura 6 – Aplicação de placas em pórticos

A altura e o afastamento lateral das placas de sinalização estão especificados de acordo com o tipo de via, urbana ou rural, e são apresentados a seguir:

### Vias Urbanas

A borda inferior da placa colocada lateralmente à via deve ficar a uma altura livre mínima de 2,10m em relação à superfície da calçada. Para as placas suspensas sobre a pista, a altura livre mínima deve ser de 4,60m, a contar da borda inferior. Em vias com frequente tráfego de veículos com cargas especiais, a altura livre deve ser de 5,50m.

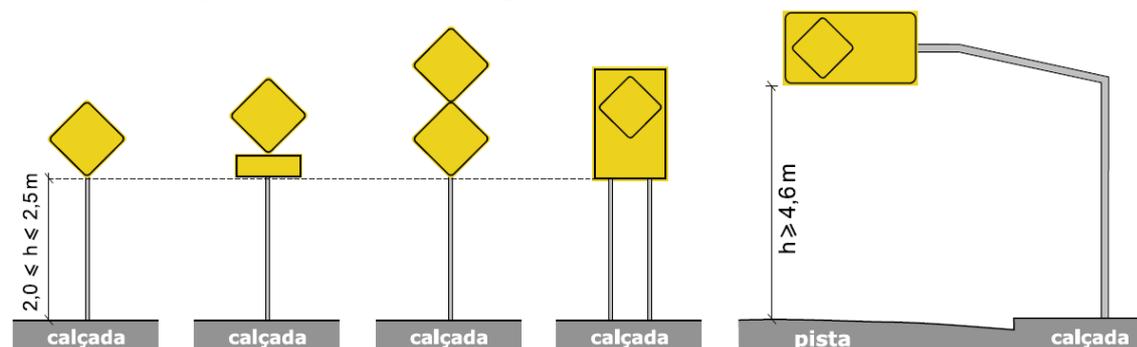


Figura 3 – Altura livre para Placas de Advertência

O afastamento lateral medido entre a borda lateral da placa e a borda da pista deve ser, no mínimo, de 0,30m para trechos retos da via e de 0,40m para trechos em curva.

No caso de placas suspensas, devem ser considerados os mesmos afastamentos definidos acima, medidos entre o suporte e a borda da pista.



Figura 4 – Afastamento lateral para Placas de Advertência

Para canteiro central e calçada que não comportem os afastamentos laterais mínimos devido ao comprimento da placa, esta deve ser colocada a uma altura mínima de 4,60m em relação à superfície da pista ou suspensa sobre a via.

### Sinais de Regulamentação

Os sinais de regulamentação possuem formato circular, com fundo na cor branca e uma borda vermelha.

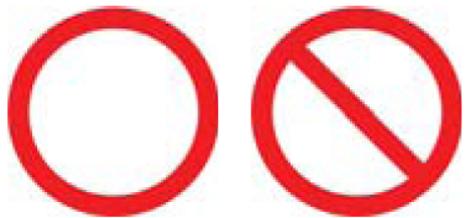
Forma		Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO      PROIBIÇÃO	Fundo	Branca	
	Símbolo	Preta	
	Tarja	Vermelha	
	Orla	Vermelha	
	Letras	Preta	

Figura 5 – Esquema de cores para placas de regulamentação.

Têm por objetivo notificar o usuário sobre as restrições, proibições e obrigações que governam o uso da via e cuja violação constitui infração prevista no Código Brasileiro de Trânsito.

Devem ser sempre observadas as dimensões mínimas estabelecidas por tipo de via conforme tabelas a seguir:

VIA	DIÂMETRO (m)	TARJA (m)	ORLA (m)
<b>Urbana (de trânsito rápido)</b>	0,75	0,075	0,075
<b>Urbana (demais vias)</b>	0,50	0,050	0,050
<b>Rural (estrada)</b>	0,75	0,075	0,075
<b>Rural (rodovia)</b>	1,00	0,100	0,100

Tabela 14 – Dimensões mínimas de placas de regulamentação

No presente projeto foi utilizado como diâmetro o valor de 0,80 metros, pois este valor além de garantir o diâmetro mínimo para uma estrada Rural, ele está presente no quadro de preços do DEINFRA.

Além da forma e cores mencionadas, os sinais de regulamentação possuem o símbolo ou legenda na cor preta e, ainda, uma tarja diagonal vermelha quando indicar proibição.

As exceções são o sinal de Parada Obrigatória que, além da forma octogonal e fundo na cor vermelha, possui legenda em letras brancas, e o sinal de Dê a Preferência, que se destaca pela forma triangular.

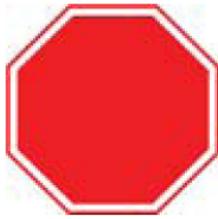
Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Vermelha
		Letras	Branca
	R-2	Fundo	Branca
		Orla	Vermelha

Figura 6 – Esquema de cores para placas de regulamentação.

As dimensões dos sinais são ditadas principalmente pela velocidade de operação da via, de forma a possibilitar ao usuário a percepção, legibilidade e compreensão das mensagens neles inculcadas. Desta forma, o usuário consegue realizar a manobra em um tempo hábil e com segurança.

Para este projeto foi utilizado como valores para o lado das placas ortogonais 0,33 metro, pelos mesmos critérios justificados para o diâmetro das placas de regulamentação no formato circular.

#### Posicionamento Transversal

Quanto ao posicionamento transversal, os sinais de regulamentação estão posicionados à margem direita da rodovia, a uma distância segura, porém dentro do cone visual do motorista e frontais ao fluxo de tráfego.

#### Posicionamento Longitudinal

O posicionamento longitudinal dos sinais de regulamentação ao longo da via, depende da distância de visibilidade necessária para sua visualização e pelo tipo de situação que se está regulamentando, onde cada caso é estudado separadamente.

Por sua vez, a distância de visibilidade necessária para a visualização do sinal é composta pela distância percorrida na velocidade de operação da rodovia, correspondente ao tempo de percepção e reação, acrescida da distância que vai desde o ponto limite do campo visual do motorista até o sinal.

A tabela apresentada a seguir relaciona distâncias de visibilidade para as velocidades de operação mais adotadas, considerando um tempo de percepção e reação de 3,0 segundos.

Velocidade de Operação (Km/h)	Dist. Mínima de Visibilidade (m)
40	60
60	80
80	95
100	115
110	125

Tabela 15 – Distância de visibilidade para placas de sinalização

Os sinais de regulamentação são classificados de acordo com suas características funcionais:

- Obrigação;
- Restrição;
- Proibição; e
- Permissão.

Os sinais de regulamentação empregados no presente Projeto, no que se refere à forma geométrica, composição gráfica e, principalmente, condição de aplicação ao longo da rodovia, seguem rigorosamente as regras de uso constantes no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN/DENATRAN, 2007 e no Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT, 2010.

### **Sinais de Advertência**

Os sinais de advertência possuem forma quadrada e estão dispostos com uma das diagonais na vertical. A cor de fundo é o amarelo com o símbolo ou legenda na cor preta.

Forma	Cor	
		Fundo
Símbolo		Preta
Orla interna		Preta
Orla externa		Amarela
Legenda		Preta

Figura 7 – Esquema de cores para placas de advertência.

Os sinais de advertência são utilizados para informar o usuário sobre situações adiante que requeiram maior atenção de sua parte. As medidas a serem tomadas, vão desde um estado de alerta, para uma situação eventual, a uma operação mais complexa de direção, redução de velocidade ou até uma parada do veículo.

Entre as situações permanentes que requerem cuidados especiais, e, neste Projeto, são sinalizadas com placas de advertência, estão as seguintes:

- Curvas;
- Interseções; e
- Ocorrência de locais onde há redução de velocidade ou parada do veículo.

As dimensões dos sinais de advertência dependem das características da via, principalmente da velocidade de operação, de forma a possibilitar ao usuário a percepção, legibilidade e compreensão das mensagens. Desta forma estas placas terão lado igual a 0,80 m, de acordo com o preconiza o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, 2007-DENATRAN/CONTRAN.

VIA	Lado Mínimo (m)	Orla externa mínima (m)	Orla interna mínima (m)
<b>Urbana (de trânsito rápido)</b>	0,450	0,009	0,018
<b>Urbana (demais vias)</b>	0,500	0,010	0,020
<b>Rural (estrada)</b>	0,600	0,012	0,024
<b>Rural (rodovia)</b>	0,300	0,006	0,012

Tabela 16 – Dimensões mínimas para placas de advertência

Quanto ao posicionamento lateral e longitudinal as condições são similares aos sinais de regulamentação. Uma característica importante é quanto à distância mínima do sinal

até o local da advertência, para o qual se está chamando a atenção do usuário, e varia conforme as seguintes condições:

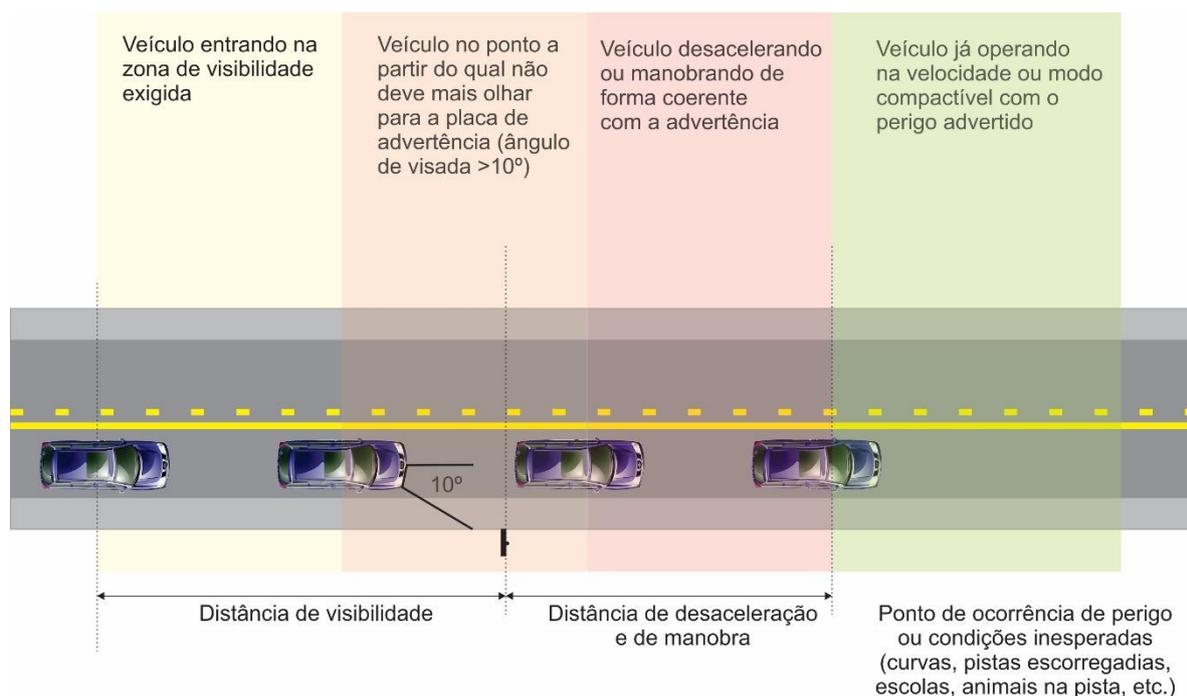


Figura 8 – Condições de visibilidade.

**Condição A** – necessidade de um tempo extra para avaliação e julgamento da situação que está sendo advertida e que normalmente envolvem manobras mais complexas de direção, não só individuais, como em conjunto com outros veículos;

**Condição B** – necessidade de desaceleração até uma determinada velocidade que permita a passagem em segurança pelo local da advertência;

**Condição C** – necessidade de parada do veículo.

Na tabela a seguir, estão apresentados os valores mínimos de distância em metros, entre o sinal e o local de advertência para cada uma das três condições citadas:

Velocidade Aproximação (km/h)	Distância de desaceleração e/ou manobra – (m):												
	Veloc. km/h	zero	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
40	Distância (m)	31	29	23	14	-							
50		48	46	41	31	17	-						
60		69	68	62	52	39	21	-					
70		95	93	87	77	64	46	25	-				
80		123	122	116	106	93	75	54	29	-			
90		156	154	149	139	125	108	87	62	33	-		
100		193	191	185	176	162	145	123	98	69	37	-	
110		232	231	226	216	203	185	164	139	110	77	41	-
120		278	276	270	260	247	230	208	183	154	122	85	44

Tabela 17 – Distância mínima de desaceleração ou manobra

## Sinais de Indicação

Os sinais de indicação têm como finalidade principal orientar os usuários da via no curso de seu deslocamento, fornecendo-lhes as informações necessárias para a definição das direções e sentidos a serem por eles seguidos, bem como as informações quanto às distâncias a serem percorridas.

Os sinais de indicação informam, ainda, quanto à existência de serviços ao longo da via e mensagens educativas ligadas à segurança rodoviária.

Quanto ao formato e cores utilizadas as placas indicativas são geralmente retangulares com o lado maior na horizontal, sendo em fundo verde e as legendas, setas e diagramas na cor branca. As exceções são os sinais de identificação de rodovia, que possuem forma própria e os sinais de serviços auxiliares em fundo azul, com o lado maior do retângulo normalmente na vertical.

As placas são compostas pelos seguintes elementos:

- Legendas
- Orlas e tarjas
- Setas
- Pictogramas
- Símbolos
- Diagramas

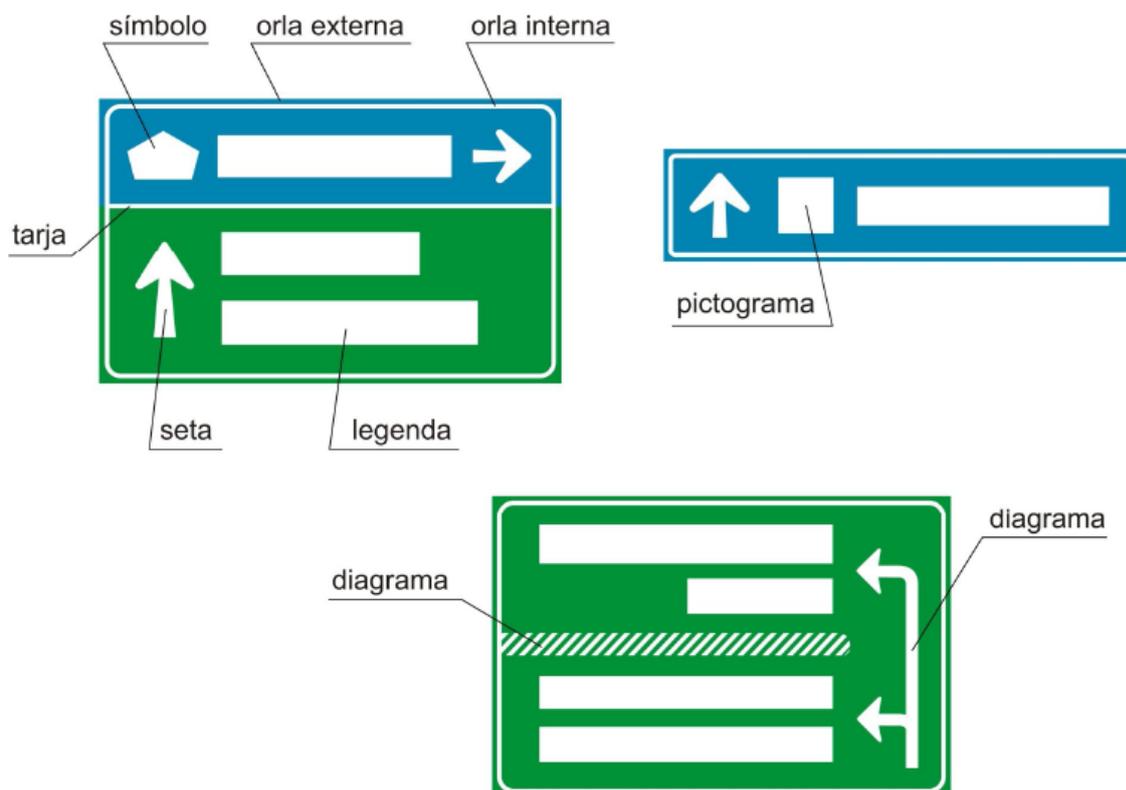


Figura 9 – Esquema de cores para sinais de indicação.

### Posicionamento Transversal

O posicionamento transversal dos sinais de indicação segue as mesmas regras aplicadas aos sinais de regulamentação e advertência. Diante de circunstâncias especiais são adotados os pórticos e semipórticos.

As placas de identificação quilométrica **devem** ser implantadas com no mínimo 0,50m e no máximo 1,00m de altura, a contar da borda inferior da placa à superfície da pista

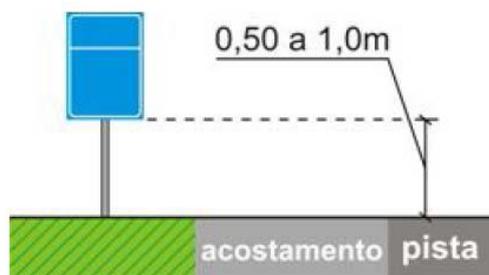


Figura 10 – Posicionamento transversal das placas de identificação quilométricas.

#### *Posicionamento Longitudinal*

Os sinais de indicação são posicionados longitudinalmente na rodovia conforme a necessidade de manter o usuário suficientemente informado e orientado no que se refere à sua localização, origem – destino do percurso, direção a seguir e serviços essenciais disponíveis na rodovia.

As normas utilizadas quanto ao posicionamento longitudinal, para cada tipo de sinal de indicação, obedecem ao procedimento contido no Manual de Sinalização do DNIT.

### **11.3. Dispositivos Auxiliares de Percurso**

Os Dispositivos Auxiliares de Percurso têm a função de orientar o usuário, ressaltando os pontos da via que apresentam maiores riscos. São utilizadas as mesmas cores dos Sinais de Advertência: fundo amarelo e símbolos pretos, com exceção dos balizadores.

#### *Marcadores de Obstáculo*

Os Marcadores de Obstáculo são indicados para assinalar obstruções situadas na via ou a ela adjacentes. No presente Projeto, o seu uso é de extrema importância para ressaltar os pontos de divisão de sentidos por canteiros nas interseções.

Possuem a forma retangular, com o lado maior posicionado na vertical e dimensões 0,30 x 0,90m. As faixas pretas sobre fundo amarelo têm largura de 10,0 cm (dez centímetros) e são posicionadas a 45° apontando para baixo no lado correspondente à passagem do tráfego.

#### **Material das Placas**

##### *Chapas*

As placas de sinalização lateral de regulamentação, advertência e indicativa, deverão ser confeccionadas em chapas de aço 16 galvanizado, laminado à frio, de alta resistência mecânica à corrosão atmosférica, com exceção para placas indicativas, de regulamentação de velocidade, educativas ou ainda ambientais com dimensões de 3,00 x 1,50 ou maiores, quando a chapa a ser utilizada será a de aço nº 18.

Nos pórticos e semipórticos, serão utilizadas chapas de alumínio com espessura mínima de 1,5mm.

##### *Película Refletiva*

Serão utilizadas Placas de Sinalização Totalmente Refletivas com película do tipo Grau Alta Intensidade para fundo, símbolos, orlas, letras, números, setas e pictogramas.

##### *Semipórticos*

Nos Semipórticos serão utilizadas Placas de Sinalização Totalmente Refletiva com película do tipo Grau Diamante para sinais, símbolos, orlas, letras, números, setas e pictogramas. Para o fundo, película do tipo Grau Alta Intensidade.

#### *Fixação*

A fixação das placas de sinalização será através de moldura de dimensões ½" x 2", em cruz para as placas redondas e quadradas.

Os postes em aço galvanizado. O poste deverá ter tamanho suficiente que permita enterrar 0,75m sua base e mantenha altura mínima de 1,20m da placa em relação ao solo, ou 2,0 em relação ao passeio.

As placas (painéis) com área maior que 4,00 m<sup>2</sup> serão fixadas em perfis de aço com seção transversal tipo "I", com bitolas de 4" (considerado para placas com 4,00m<sup>2</sup><Área<8,00m<sup>2</sup>) e de 5" (considerado para placas com Área => 8,00m<sup>2</sup>). Em casos especiais deverá ser analisada a utilização de perfil de 6". São fixados deixando-se 1,20 m de altura livre e concretando-se 1,20 m de profundidade.

A estrutura de contraventamento dos painéis é também em aço (placas em chapa de aço). Poderá ser em cantoneira de aço ou em tubo de metalon (com seção quadrada).

Os semipórticos serão compostos de uma coluna de sustentação também de aço galvanizado, de 10" de diâmetro e 7,00 m de altura, com fundação em base de concreto. Nesta coluna se apoia uma viga em dois perfis "U" eletricamente soldados (3/16"x 6"x 10"altura e 6,00 m compr.), vazado, de aço galvanizado e flanges para junções com mão francesa de aço galvanizado de 2" de diâmetro de 2,50m colocada formando um ângulo de 45º com a coluna e a viga, fixada por meio de 6 (seis) parafusos, porcas e arruelas por extremidade. Na viga será fixada placa de sinalização por meio de parafuso, porcas e arruelas galvanizadas.

#### **11.4. Sinalização de Obra**

Projeto de Sinalização de Obras deverá ser fundamentado no Manual de Sinalização de Obras e Emergências / Brasília, 2010 – DNIT, publicação está voltada especificamente para obras rodoviárias onde estão sendo executados pavimentos novos, restauração de pavimentos antigos, reparos em situações de emergências e obras de arte.

A Sinalização das Obras da Rodovia visa à segurança do usuário e do pessoal da obra, quando em serviço, sendo constituída de Sinalização Horizontal, Vertical, bem como, Dispositivos de Canalização e Segurança.

Para cumprir com os objetivos a que se propõe, a Sinalização de Obras a ser implantada servirá para:

- Advertir com a devida antecedência para a existência de obras ou situações de emergência adiante, e a forma como se apresentará na pista de rolamento;
- Regulamentar a velocidade e diversas variáveis determinantes para se obter uma fluidez segura;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à determinada obra, reduzindo o risco de acidentes e congestionamentos indesejáveis; e
- Fornecer informações precisas, objetivas e padronizadas aos usuários da Rodovia.

Os custos deverão estar inclusos no BDI da construtora, não sendo objeto de medição em separado.

A sinalização de obras está apresentada no Volume I: Projeto de Execução elaborada com base no MANUAL DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS E EMERGÊNCIAS EM RODOVIAS – 2010, do Departamento Nacional de Infra Estrutura de Transportes – DNIT.

## 12. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Devido as características locais e restrições ambientais, apresentamos as seguintes fontes para obtenção de materiais de construção:

### 13.1. Areia:

Em função da dificuldade local na obtenção de areia, deverá ser utilizado para os pontos necessários, o pó de pedra obtido do processo de britagem junto a pedreira indicada, SBM – Sul Brasileira de Mineração Ltda.

### 13.2. Materiais Pétreos

Devido a ocupação urbana e problemas ambientais, torna-se difícil a indicação de locais para a instalação de novas pedreiras. Por esta razão, fora cadastrada a pedreira comercial mais próxima com capacidade técnica/productiva para atendimento a demanda de materiais necessários a esta obra, abaixo indicada

#### SBM - Sul Brasileira de Mineração Ltda.

A Pedreira pertencente a empresa SBM - Sul Brasileira de Mineração Ltda. está situada a 63 km da obra. Localizada na Rodovia BR-470, Km 371, bairro Fazenda Boa Vista, na cidade de Campos Novos/SC, conforme croquis de localização abaixo (figura 1):

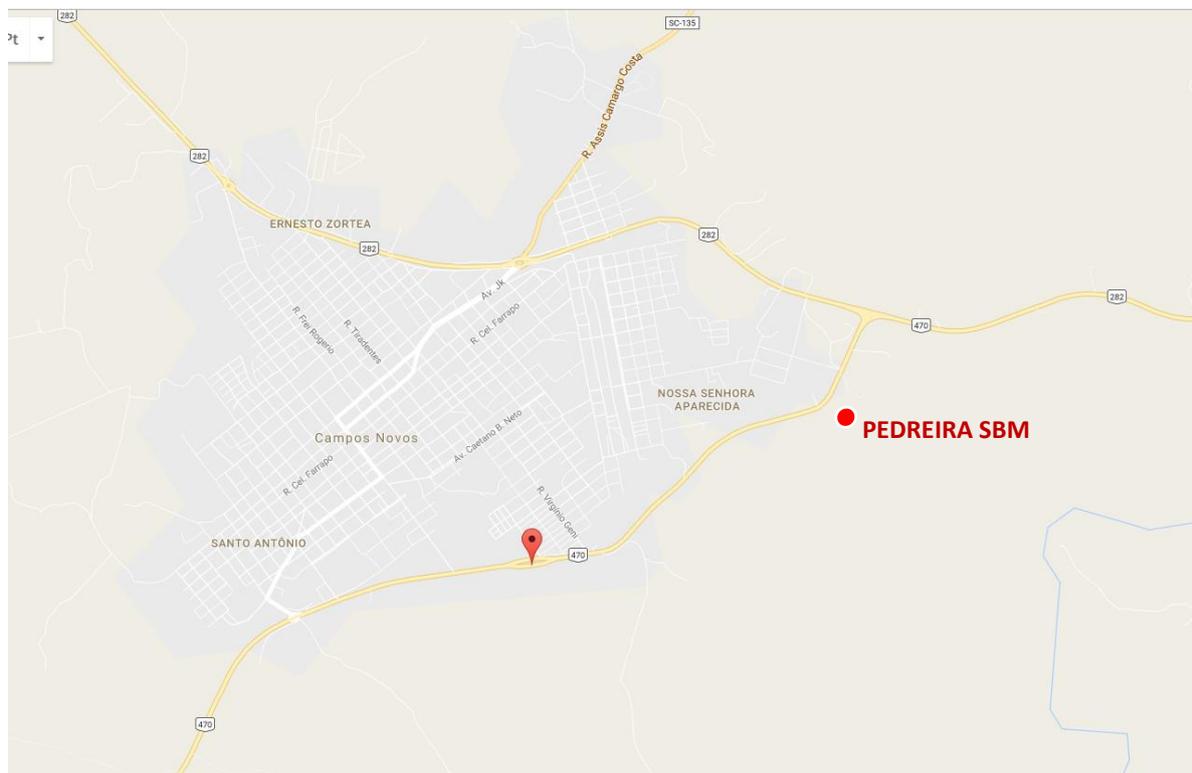


Figura 1- Localização Pedreira SBM



Figura 7- Vista aérea da área de lavra

Esta pedreira explora um granito grosseiro, cinza claro, isótropo.

Em anexo seguem ensaios realizados nas dependências do Laboratório de Pavimentação da UFSC e nos laboratórios próprios desta empresa:

### 13.3. Ensaio Pedreira

#### 13.4. Licenças Pedreira

## 14. ESPECIFICAÇÕES: MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS

### 14.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

#### 14.1.1. Mobilização

A empreiteira contratada deverá tomar todas as providências relativas à mobilização de equipamentos, mão de obra e materiais necessários ao início dos serviços. No final da obra, a Empreiteira deverá promover a desmobilização de sua estrutura operacional, removendo todas as instalações de canteiros de serviços e acampamento, equipamentos, edificações temporárias, sobras de material de qualquer espécie, deixando toda a área completamente limpa.

As ligações de água e luz provisórias serão de responsabilidade e correrão por conta da CONTRATADA. As ligações provisórias serão providenciadas pela CONTRATADA com tempo hábil junto aos órgãos competentes, bem como o seu pedido de desligamento quando da conclusão.

A CONTRATADA deverá providenciar instalações para depósito de materiais e ferramentas, sanitários e vestiários para os operários, e refeitório com local para cozinha, caso as refeições sejam feitas no próprio canteiro de obras.

Todas essas dependências deverão ser adequadas com o que é estabelecido na Norma Regulamentadora de Segurança do Trabalho NR-18, aprovada pela portaria 3.214 do Ministério do Trabalho.

As providências e as medidas necessárias, quanto à remoção dos detritos e da terra imprópria; procedentes da limpeza do terreno devem ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO. O entulho não deve ser lançado dentro do recinto da obra ou em áreas adjacentes. O canteiro da obra deve ser previamente organizado e, na medida do possível, mantido limpo.

#### 14.1.2. Locação da Obra

Quanto à LOCAÇÃO DA OBRA, a CONTRATADA deverá verificar todas as locações indicadas nas peças gráficas de modo a antever a possibilidade de ocorrências de distorções no levantamento topográfico utilizado para elaborar o projeto. Em caso de dúvidas, deverá consultar a FISCALIZAÇÃO.

O canteiro de serviços deverá ser construído, em local destinado a este fim devidamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO. As instalações do canteiro, bem como a limpeza constante da obra, serão de responsabilidade da CONTRATADA.

#### 14.1.2.3. Serviços Topográficos

Os serviços topográficos compreendem a locação do eixo do traçado, seu nivelamento e seccionamento transversal, a marcação e nivelamento dos "offsets", bem como alocação de todos os demais serviços previstos para a execução da obra. Os controles geométricos que serão realizados visando aferir os resultados obtidos pela contratada e que pressupõem a utilização de tais serviços serão conduzidos em conformidade com os termos e condições estabelecidos.

## 14.2. SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS

Cada início de trabalho só será realizado após autorização da Fiscalização da Secretaria de Infraestrutura que fornecerá a Ordem de Serviço.

Após a conclusão de cada serviço, a medição dos trabalhos será aferida pela fiscalização, e caberá à empresa **CONTRATADA** fornecer relatório fotográfico dos locais trabalhados com fotos que definam o “ANTES” e o “DEPOIS” dos mesmos. O relatório fotográfico de cada medição deverá ser apresentado em folha A4 com no máximo 06 (seis) fotos coloridas por página, encadernada em espiral, capa transparente de plástico e folha de rosto informando os dados da empresa e dos trabalhos, acompanhada do resumo da medição dos mesmos.

A contratada deve possuir as ferramentas, maquinários e veículos necessários à execução dos serviços, conforme segue:

## LIMPEZA DO TERRENO

### ESCOPO:

A limpeza do terreno compreenderá os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza, bem como a remoção do solo vegetal na espessura média de 0,20 m, ou conforme exigido no projeto de terraplanagem, dentro dos limites compreendidos pelos *offsets* necessários à implantação do projeto.

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza objetivam a remoção, da área em questão, de todas as obstruções naturais ou artificiais porventura existentes, tais como: árvores, arbustos, tocos, raízes, entulhos lixo, etc.

### EQUIPAMENTOS:

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados, completadas com o emprego de serviços manuais. O equipamento será função de densidade e tipo de vegetação local e dos prazos exigidos à consecução da obra.

### EXECUÇÃO:

- a) O desmatamento, destocamento e limpeza compreendem as operações de derrubada, remoção das árvores, tocos e suas raízes, e escavação do solo vegetal;
- b) Entulho ou material proveniente do desmatamento e destocamento será removido para fora da área. O material proveniente do solo vegetal será removido ou estocado para posterior utilização, de acordo com a necessidade da obra, sendo os locais de estocagem determinados pela mesma.
- c) A área mínima, na qual as referidas operações serão executadas em sua plenitude, será compreendida entre as estacas dos *offsets*;
- d) Deverão ser preservados os elementos de composição paisagística que a Fiscalização julgar necessários;
- e) Nenhum movimento da terra poderá ser iniciado enquanto as operações de desmatamento, destocamento e limpeza nas áreas devidas não tenham sido totalmente concluídas.

### CONTROLE:

O controle das operações de desmatamento, destocamento e limpeza e remoção do solo vegetal serão feitos por apreciação dos serviços, por parte da gerencia da obra.

## MOVIMENTO DE TERRAS

A CONTRATADA deverá regularizar o terreno nas cotas estabelecidas em projeto, devendo executar as escavações e aterros necessários para a execução das obras. Para a realização de aterros haverá rigorosa e adequada preparação do terreno, especialmente a retirada de eventual vegetação e/ou restos de demolições existentes.

Os aterros devem ser executados com solos de boa qualidade, isentos de material orgânico e entulhos. O aterro deverá ser executado em camadas de, no máximo, 20 cm, sendo a espessura de cada camada controlada por meio de pontaletes de madeira.

A umidade do solo será mantida próxima de 3% da ótima dentro da curva Proctor. As camadas devem manter homogeneidade tanto no que se referem à umidade quanto ao material empregado. A compactação deverá atingir um grau de compactação de, no mínimo 95% com referência ao ensaio de compactação normal de solos, especificado na NBR-7182/1986.

## CORTES, ESCAVAÇÕES E TRANSPORTE

### GENERALIDADES:

As operações de corte compreendem:

- a) Escavação dos materiais constituintes do terreno natural (isento do solo vegetal) até os greides de terraplenagem indicados no projeto;
- b) Transporte dos materiais escavados para aterro ou bota-foras;
- c) Eventuais retiradas de camadas de má qualidade (solos moles) visando ao preparo das fundações dos aterros. Esses materiais serão transportados para locais previamente indicados pela Fiscalização, de modo a não causar transtorno à obra.
- d) Escavação de valetas provisórias de proteção das cristas de corte e saias de aterro.

### MATERIAIS:

Os materiais ocorrentes nos cortes serão classificados em conformidade com as seguintes definições:

#### *Materiais de Primeira Categoria*

Compreende solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados e blocos de rocha, com diâmetro máximo igual a 0,50 m, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.

#### *Materiais de Segunda Categoria (eventuais)*

As sondagens e levantamentos no imóvel não apresentam indícios de materiais dessa natureza, porém por questão técnica os classificaremos no presente item para o caso de eventuais ocorrências.

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha não alterada cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Estão incluídos nesta classificação, os blocos de rocha, de volume inferior a 4,0 metros cúbicos e os matacões ou pedras de diâmetro compreendido entre 0,50 e 1,60 metros.

#### *Materiais de Terceira Categoria (eventuais)*

As sondagens e levantamentos no imóvel não apresentam indícios de materiais dessa natureza, porém por questão técnica os classificaremos no presente item para o caso de eventuais ocorrências.

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,60 ou de volume igual

ou superior a 4,00 metros cúbicos, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processe somente com o emprego contínuo de explosivos.

#### EQUIPAMENTOS:

A escavação de cortes será executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados que possibilitem a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida. A seleção do equipamento obedecerá às seguintes indicações:

Poderão ser empregados tratores, equipamentos com lâminas, escavo transportadores, ou escavadores conjugados com transportadores diversos. A operação incluirá, complementarmente, a utilização de tratores e moto niveladoras, para escarificação, manutenção de eventuais caminhos de serviço e áreas de trabalho, além de tratores para a operação de "pusher";

#### EXECUÇÃO:

- a) A escavação de cortes subordinar-se-á aos elementos técnicos fornecidos ao Executante e em conformidade com os desenhos de projeto;
- b) A escavação será procedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento, limpeza e remoção do solo vegetal;
- c) O desenvolvimento da escavação se procederá mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão transportados para constituição dos aterros, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuadas nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, ou através de critérios estabelecidos pela Fiscalização;
- d) Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados nos cortes, para a confecção das camadas superiores das plataformas, será efetuado o depósito dos referidos materiais para sua oportuna utilização;
- e) As massas em excesso (bota-foras) deverão ser transportadas para locais previamente indicados pela gerência da obra, devidamente licenciados;
- f) Os derramamentos resultantes das operações de transporte ao longo ou através de qualquer via pública, deverão ser removidos imediatamente pela Executora.
- g) Os taludes dos cortes deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, projeções e inclinações de conformidade com o projeto. Qualquer alteração da inclinação projetada somente poderá ser efetuada desde que a nova solução proposta não comprometa a estabilidade do maciço ou de construções vizinhas.
- h) Nos pontos de passagem de corte para aterro, será exigida, precedente deste último, a execução de degraus até profundidade tal que se evite a ocorrência de recalques diferenciais, prejudiciais às plataformas;
- i) Qualquer excesso de escavação, desmoronamento ou depressão deverá ser preenchido com material devidamente compactado e de qualidade adequada a critério da Fiscalização;
- j) As valetas de proteção das cristas de corte e saís de aterro deverão ser executadas simultaneamente com os serviços de terraplanagem nos locais indicados pela Fiscalização.

#### CONTROLE:

O acabamento das plataformas de corte será efetuado mecanicamente, de forma a alcançar-se as conformações das secções transversais de terraplanagem admitidas às seguintes tolerâncias:

- a) Variação de cotas máximas de  $\pm 0,10$ m, com relação às indicadas no projeto;
- b) Variação máxima de largura  $\pm 0,10$  m, para os limites externos das plataformas, não se admitindo variação para menos.
- c) O acabamento do greide da rua terá uma tolerância na variação das cotas, em relação ao projeto de  $\pm 0,05$  m.

#### ATERROS / COMPACTAÇÃO

#### GENERALIDADES:

As operações de aterro compreendem:

- a) Descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração e compactação dos materiais oriundos de corte, para a construção de corpo de aterro, até 0,40 m, abaixo da cota correspondente ao greide de terraplenagem. As condições a serem obedecidas para a compactação serão objeto do item específico que se segue;
- b) Descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração e compactação dos materiais selecionados oriundos de cortes, para a construção de camada final de aterro até a cota correspondente ao greide de terraplenagem. As condições a serem obedecidas para a compactação serão objeto do item que se segue;
- c) Eventuais descarga e espalhamento de materiais inertes (areias e/ou rachão) destinados a substituir os materiais de qualidade inferior (solos brejosos), removidos das fundações dos aterros;
- d) Eventuais reaterros de valetas provisórias de proteção de cristas de cortes e saias de aterro.

#### MATERIAIS:

Os materiais deverão ser selecionados dentre os de 1ª e 2ª categoria, atendendo à qualidade e à destinação prevista pela Fiscalização.

Os solos para os aterros deverão ser isentos de materiais orgânicos micáceas e diatomáceas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas.

A camada final dos aterros deverá ser constituída de solos selecionados, dentre os melhores disponíveis. Não será permitido o uso dos solos com expansão maior do que 2%, a não ser que a Fiscalização assim o determine.

#### EQUIPAMENTOS:

A execução dos aterros deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados atendidas as condições locais e a produtividade exigida.

Na construção dos aterros poderão ser empregados tratores de lâmina, escavo transportadora, rolos lisos, de pneus, pés de carneiro, estáticos ou vibratórios.

#### EXECUÇÃO:

- a) A execução dos aterros subordinar-se-á aos elementos técnicos fornecidos ao Executante de conformidade com os desenhos de projeto;
- b) A operação será precedida da execução dos serviços de desmatamento, de destocamento, limpeza e remoção de solo vegetal;
- c) No caso de aterros assentes sobre encostas com inclinações transversais acentuadas (+/30%) deverão as mesmas ser escarificadas com um trator de lâmina, produzindo ranhuras, acompanhando as curvas de nível;

Nota: se a natureza de solo condicionador a adoção de medidas especiais para a solidarização do aterro ao terreno natural, poderá se exigir a execução de degraus ao longo da área a ser aterra. Este procedimento deve ser sempre adotado quando for implantado taludes nas proximidades das encostas.

d) O lançamento do material para a construção dos aterros, dever ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura prevista na seção e em extensão tais que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto nestas especificações. Para o corpo de aterro, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar de 0,30m Para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar de 0,20m.

e) Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas. Para o corpo de aterros, deverão estar na umidade ótima, com tolerância de +/3%, até se obter a massa específica aparente máxima seca correspondente a 95% da massa específica aparente máxima seca, do ensaio DNERME4764 (Proctor Normal). Para as camadas finais, aquela massa específica aparente seca deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima seca do referido ensaio. Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação de máxima de espessura deverão ser escarificados, homogeneizados, de acordo com a massa específica aparente seca exigida;

- f) Os taludes dos aterros deverão apresentar após as operações de terraplanagem as inclinações previstas nos desenhos de projeto;
- g) Quando necessário, os taludes de aterro deverão ter seu “offset” aumentado na largura até 3,00m, para melhor compactação e posterior corte do excedente, retornando a geometria prevista no projeto.
- h) Para a construção de aterros assentes sobre eventuais solos de fundação de baixa capacidade de suporte, deverá ser prevista a remoção destes últimos, com respectiva substituição por camada de material inerte cuja superfície acabada atinja no mínimo a cota do lençol freático;
- i) Durante a construção, os serviços já executados deverão ser mantidos com boa conformação e permanente drenagem superficial.

#### CONTROLES:

O acabamento da plataforma de aterro será efetuado mecanicamente, de forma a alcançar-se as conformações previstas nas seções de projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:

- a) Variação de cotas máximas de  $+0,10$  m, com relação às indicadas no projeto;
- b) Variação máxima de largura de  $+0,10$  m, para os limites extremos, para plataformas, não se admitindo variação para menos;
- c) O acabamento do greide das ruas terá uma tolerância na variação das cotas, em relação ao projeto, de  $+0,10$  m.

## OBRAS DE PROTEÇÃO CONTRA EROSÃO

### GENERALIDADES:

São consideradas obras de proteção contra erosão a todas aquelas necessárias à proteção dos taludes tanto dos cortes como dos aterros, através de revestimentos vegetais. Tais revestimentos podem ser processados através de plantio de gramíneas, sob três modalidades, a saber:

- Enleivamento;
- Mudas;
- Hidro-semeadura

### EXECUÇÃO:

#### *Enleivamento*

Para tanto devem ser utilizadas placas com espessura mínima de 8 (oito) centímetros que por sua vez serão fixados nos taludes através de estacas de madeira.

Precedem a estes serviços os de preparo dos taludes com solo vegetal de boa qualidade, devidamente adubado.

O solo vegetal em questão será aquele resultante da limpeza e estocagem especificados anteriormente.

#### *Mudas*

Neste caso as mudas devem ser plantadas individualmente sobre os taludes devidamente preparados.

#### *Hidro-semeadura*

Trata-se de regar o talude com sementes diluídas em água.

Nos três casos, o revestimento vegetal deverá ser executado imediatamente após a execução dos taludes e conservado em bom estado até o recebimento definitivo da obra.

### EQUIPAMENTOS:

Na execução deste serviço, poderão ser utilizados carros pipas, caminhões basculantes, compressores, bombas e outros.

## **DRENAGEM**

### **Abertura das Cavas:**

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser adequados aos tipos de escavação. Para a escavação mecânica de valas, poços e cavas de profundidade de até 4,00 metros, serão utilizadas retroescavadeiras. Para acerto final da vala, pode-se utilizar escavação manual. A escavação mecânica de valas, poços e cavas com profundidade superior a 4,00 metros deverão ser feitas com escavadeira hidráulica ou a cabo. Se a CONTRATADA não dispuser de tal equipamento, a FISCALIZAÇÃO, poderá permitir o uso de retroescavadeira. Nesse caso os recursos utilizados para se atingir a profundidade desejada não serão remunerados pela CONTRATANTE.

Durante a execução dos serviços, a CONTRATANTE poderá exigir remoção ou substituição de qualquer equipamento que não corresponda à produção inicialmente proposta, ou que não satisfaça a qualquer exigência destas ESPECIFICAÇÕES.

Antes de iniciar a escavação, a CONTRATADA deverá fazer pesquisas de interferências, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes e outros elementos e/ou estruturas que estejam na área atingida pela escavação ou próximas à mesma.

Junto às valas, a CONTRATADA deverá manter livres as grelhas, tampões e bocas de lobo das redes de serviços públicos, de modo a evitar danos e entupimentos.

Mesmo autorizada à escavação, todos os danos causados a propriedades públicas ou privadas, bem como danos ou remoções de pavimentos além das larguras especificadas, serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

### *Regularização do fundo da vala, poços e cavas:*

Quando a escavação atingir a cota indicada em projeto, será feita a regularização e a limpeza do fundo da vala, poços ou cavas.

Quando o greide final de escavação estiver situado em terreno cuja capacidade de suporte não for suficiente para servir como fundação direta, a profundidade de escavação deverá ser aumentada o suficiente para comportar um colchão de material, que poderá ser de lastro de pedra britada ou pulmão, ou ainda um berço de concreto, definidos em projeto ou a critério da FISCALIZAÇÃO. Em todos os casos, o greide final encontra-se definido em projeto.

### *Material proveniente da escavação:*

O material escavado que for, a critério da CONTRATANTE, apropriado para utilização no aterro/reaterros, será depositado ao lado da vala, poços ou cavas, a uma distância equivalente à profundidade de escavação. Caso contrário, o material escavado será transportado para área de depósito, a ser designada pela CONTRATANTE.

### *Excesso de Escavação:*

A CONTRATADA será responsável por qualquer excesso de escavação. Também será de responsabilidade da CONTRATADA todo e qualquer desmoronamento, ruptura hidráulica de fundo da vala, causados por deficiência de escoramento ou por ficha inadequada.

### *Carga, transporte e Descarga:*

No que se refere à carga, transporte e descarga de solos, rochas ou entulhos para utilização em serviços ou colocação em bota-fora, ao iniciar o serviço, a CONTRATADA deverá apresentar:

- Definição dos equipamentos para carga, transporte, descarga e espalhamento, quando necessário, dos materiais provenientes de escavação e/ou demolição (entulho);
- Definição das áreas de depósitos de materiais escavados ou de entulhos e bota-fora com a fixação não só dos taludes e volumes a serem depositados, mas também dos caminhos e das distâncias de percurso.

Durante a execução dos serviços, poderá a FISCALIZAÇÃO exigir a remoção e substituição de qualquer equipamento que não corresponda aos valores de produção propostos inicialmente.

Os materiais aproveitáveis serão armazenados em local apropriado, de modo a evitar a sua segregação.

Qualquer tipo de material remanescente será levado e espalhado em bota-fora em local devidamente licenciado indicado pela CONTRATANTE.

A CONTRATADA tomará todas as precauções necessárias para que os materiais estocados em local apropriado ou espalhados em bota-foras, não causem danos às áreas e/ou propriedades circunvizinhas, por deslizamento, erosões, etc. Para tanto, deverá a CONTRATADA manter as áreas de estocagem convenientemente limpas e drenadas.

Na conclusão dos trabalhos, se ainda sobrarem materiais nas áreas de depósito, a critério da CONTRATANTE, esses depósitos passarão a funcionar como bota-foras ou as sobras serão levadas pela CONTRATADA e espalhadas nos bota-foras já existentes. As superfícies finais dos depósitos deverão estar limpas, convenientemente drenadas e em boa ordem.

#### *Caixas de Captação*

As caixas coletoras serão executadas em alvenaria de blocos de concreto, paredes simples, rebocadas internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, e fundo em concreto simples e laje/tampa de concreto armado, servindo estas de condutoras entre a pista e a tubulação de desague.

A altura mínima entre tampa e fundo da caixa deverá ser de 0,90 metros e terá rebaixo de 0,20 metros no fundo para depósito e retenção de areia.

#### *Alas para Bueiros*

Os pontos de desague dos bueiros deverão ser protegidos por meio de alas em concreto simples (podem ser utilizados blocos de concreto preenchidos, conforme anuência da fiscalização).

As mesmas deverão ser executadas conforme peças gráficas constantes do projeto de drenagem, nas dimensões apresentadas, confeccionadas em concreto com resistência mínima de  $F_{ck}=15\text{Mpa}$ .

#### *Bueiros Tubulares de Concreto (BSTC)*

Os bueiros tubulares de concreto deverão ser locados de acordo com os elementos especificados no projeto.

Para melhor orientação das profundidades e declividade da canalização recomenda-se a utilização de gabaritos para execução dos berços e assentamento através de cruzetas.

Os bueiros deverão dispor de seção de escoamento seguro dos deflúvios, o que representa atender às descargas de projeto calculadas para períodos de recorrência preestabelecidos.

Para o escoamento seguro e satisfatório o dimensionamento hidráulico deverá considerar o desempenho do bueiro com velocidade de escoamento adequada, cuidando ainda, evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no corpo estradal, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

No caso de obras próximas à plataforma de terraplenagem, a fim de diminuir os riscos de degradação precoce do pavimento e, principalmente, favorecer a segurança do tráfego, os bueiros deverão ser construídos de modo a impedir, também, a formação de película de água na superfície das pistas, favorecendo a ocorrência de acidentes.

#### Materiais

Os tubos de concreto para bueiros de grota e greide deverão ser do tipo e dimensões indicadas no projeto e ter encaixe tipo macho e fêmea, obedecendo às exigências da ABNT NBR 8890/03, tanto para os tubos de concreto armado quanto para os tubos de concreto simples.

Particular importância será dada à qualificação da tubulação, com relação à resistência quanto à compressão diametral, adotando-se tubos e tipos de berço e reaterros das valas como o recomendado. O concreto usado para a fabricação dos tubos será confeccionado de acordo com as normas NBR 6118/03, NBR 12655/96, NBR 7187/03 e DNER-ES 330/97 e dosado experimentalmente para a resistência à compressão (fck min) aos 28 dias de 15 MPa.

O encaixe entre as tubulações será executado por meio de manta geotêxtil (BIDIM ou similar – Especificação OP40), de modo a atingir toda a circunferência da tubulação a fim de garantir a sua estanqueidade.

#### Execução

Para a execução de bueiros de greide com tubos de concreto deverá ser adotada a seguinte sistemática:

Interrupção da sarjeta ou da canalização coletora junto ao acesso do bueiro e execução do dispositivo de transferência para o bueiro, como: caixa coletora, caixa de passagem ou outro indicado.

Escavação em profundidade que comporte o bueiro selecionado, bem como reforço do terreno, garantindo inclusive o recobrimento da canalização.

Execução de lastro de brita devidamente compactado de forma a garantir a estabilidade da fundação e a declividade longitudinal indicada.

Colocação, assentamento e proteção de encaixes de tubo com manta geotêxtil.

#### EQUIPAMENTOS

Os equipamentos a serem utilizados para a execução dos serviços de drenagem podem ser manuais ou mecânicos, mediante a utilização racional de equipamentos adequados que possibilitem a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.

#### CONTROLE

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de  $\pm 10\%$  em relação à espessura de projeto.

#### *Sarjetas Triangulares de Concreto (STC-01)*

Sarjetas são dispositivos de drenagem que se aplicam a cortes, aterros e canteiros centrais, de seção triangular e geralmente construídos no terreno natural em concreto simples. A função básica das sarjetas é transportar longitudinalmente ao eixo dos logradouros as águas pluviais entre dois pontos determinados pelo projeto de drenagem.

Para o presente projeto, será executada a Sarjeta Triangular de Concreto Padrão DNIT STC-01, com largura de 1,25m, altura de 0,25m e espessura de 8cm, a ser executada em concreto  $FCK \geq 20\text{Mpa}$ .

A execução das sarjetas de corte deverá ser executada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa.

Deverá ser iniciada pelo preparo e regularização da superfície de execução. Esta etapa será executada mediante operações manuais que envolverão cortes e/ou aterros de forma a se atingir a geometria projetada para cada dispositivo. Os materiais empregados nesta etapa serão os próprios solos existentes no local, ou mesmo material excedente da pavimentação. De qualquer modo, a superfície deverá resultar firme e bem desempenada.

As guias de madeira que servirão de referência para a concretagem serão colocadas segundo a seção transversal de cada dispositivo, espaçadas de 2,0m.

A concretagem envolverá o seguinte plano executivo:

- Lançamento de concreto com  $fck \geq 20\text{Mpa}$ , em panos alternados;
- Espalhamento e acabamento do concreto mediante emprego de ferramentas manuais, em especial régua que, apoiada nas duas guias adjacentes, permitirá a conformação da sarjeta à seção pretendida;
- Retirada das guias dos panos concretados, tão logo se constate o suficiente endurecimento do concreto aplicado;
- Espalhamento e acabamento do concreto nos panos intermediários, utilizando-se como apoio para a régua de desempenho o próprio concreto dos panos anexos.

A sexta guia de cada segmento só será retirada após a concretagem dos dois panos anexos. Em seu lugar será executada uma junta de dilatação, vertendo-se cimento asfáltico previamente aquecido. Desta forma, resultarão juntas espaçadas a cada 12,0m.

As sarjetas serão medidas, de acordo com o tipo empregado, pela determinação da extensão efetivamente executada em metros lineares.

#### *Drenos (DPS X e DPS XVI)*

Drenos são dispositivos instalados nas camadas subjacentes dos pavimentos de cortes ou aterros que, liberando parte da água retida, aliviam as tensões e propiciariam a preservação desses pavimentos.

Para o presente projeto foram adotados drenos cegos e com tubos, transversais e longitudinais respectivamente.

Os drenos deverão ser instalados durante o desenvolvimento da camada final de terraplenagem, sendo que o fechamento das valas só poderá ser realizado após vistoria e a comprovação da operacionalidade dos drenos instalados por meio de inspeção visual.

Durante todo o tempo de construção deverão ser mantidos tamponamentos dos tubos e a proteção das camadas filtrantes e de envolvimento dos tubos de modo a impedir o entupimento das canalizações e a colmatação do material permeável.

Todo material utilizado deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

Deverão ser realizados ensaios e estudos indicadores da textura e da granulometria dos materiais, que comprovem o atendimento a Norma DNIT 016/2006-ES.

Os drenos deverão ser construídos cumprindo-se as seguintes etapas:

- a) A abertura das valas deve atender as dimensões estabelecidas no projeto tipo adotado;
- b) No caso de drenos transversais, as valas deverão ser abertas seguindo as retas de maior declive, nas seções indicadas em projeto;
- c) Para os drenos longitudinais as valas deverão ser abertas no sentido de jusante para montante, paralelas ao eixo na posição indicada no projeto;
- d) A declividade longitudinal mínima do fundo das valas deverá ser de 1%;
- e) Deverá ser utilizado um processo de escavação compatível com a dificuldade de extração do material local;
- f) A disposição do material escavado será feita em local próximo aos pontos de passagem, de forma a não prejudicar a configuração do terreno e o escoamento das águas superficiais;
- g) O preenchimento das valas deverá ser no sentido de montante para jusante, com os materiais especificados no projeto;
- h) O espalhamento do material granular no preenchimento das valas deverá ser feito em camadas com espessuras máximas de 30cm, com o agregado na umidade indicada no projeto e adensado com rolos vibratórios ou placas metálicas vibratórias manuais;
- i) Nos drenos em que serão utilizados tubos, deverá ser preparada uma camada de 10cm de espessura de material filtrante no fundo da vala, devidamente compactada, para assentamento do tubo e posterior preenchimento da vala, tomando-se especial cuidado com a utilização de compactadores para manutenção da integridade dos tubos;
- j) A colocação da manta sintética será por meio de fixação nas paredes das valas e na superfície anexa ao creno com grampos de ferro de 5mm, dobrados em forma de “U”, sendo executados os procedimentos anteriores conforme tipo do dreno e posterior dobragem e costura da manta com sobreposição transversal de 20cm, completando o envelopamento. A sobreposição da manta nas emendas longitudinais deverá ter, pelo menos, 20cm com uso de costura ou 50cm sem costura.

A medição dos drenos será por metro linear executado em conformidade com o projeto, incluindo o fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à sua execução.

As escavações de valas serão medidas pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material e medindo-o em metros cúbicos.

As bocas de saída serão medidas, pela determinação do número de unidades executadas.

## PAVIMENTAÇÃO

### *Regularização do Subleito:*

É a operação destinada a conformar o leito estradal, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterro de até 20 cm de espessura. O que exceder a 20 cm será considerado como terraplenagem.

Para o presente projeto, consideramos a regularização e compactação de base existente como parte integrante do item, de forma a atender as premissas de projeto.

A regularização é uma operação que será executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

Os equipamentos indicados para execução dos serviços são: moto niveladora pesada, com escarificador, carro pipa com distribuidor de água, rolos compactadores tipo liso vibratório e pneumático.

A área mínima objetivada será aquela necessária à execução da obra.

### *Camada de Macadame Seco*

A sub-base ou camada de macadame seco é constituída por agregados graúdos, naturais ou britados, e será aplicada nos alargamentos de pista.

Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação.

Camada de bloqueio ou isolamento é a parte inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,04 m após a compactação, constituídos por finos da britagem, aplicada nos casos que a camada subjacente ao macadame seco é constituída por solos com mais de 35% passando na peneira 200.

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

A camada de sub-base em macadame seco só pode ser executada quando a camada subjacente estiver liberada, quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base ou base de macadame seco.

Durante todo o tempo de execução da camada, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição excessiva de finos, os quais, acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de trincas, escorregamentos e deformações no revestimento.

Quando se desejar camadas de bases ou sub-bases de espessura superior a 20 cm, os serviços devem ser executados em mais de uma camada de espessuras iguais.

No caso de construção em meia pista, é obrigatório o uso de formas ao longo do eixo da estrada, as formas devem ser metálicas ou de madeira, tendo estas últimas espessuras de no mínimo 5 cm.

### *Camada de Isolamento ou Bloqueio*

A camada de isolamento aplica-se aos casos em que o macadame seco é executado diretamente sobre o material que apresente mais do que 35%, em peso, passando na peneira de abertura de 0,074 mm, nº 200. Sua execução tem por objetivo evitar que o agregado graúdo penetre no material subjacente e que, como consequência, os finos existentes sejam bombeados e venham a contaminar a camada ao executar.

Esta camada deve ser executada na largura da pista e deve possuir espessura de 4,0 cm após a compactação, com tolerância de mais um centímetro.

O espalhamento do material de bloqueio deve ser executado por motoniveladora. A acomodação da camada deve ser feita pela compactação, com emprego de rolo estático liso, preferencialmente, em uma ou, no máximo, duas coberturas.

#### *Camada de Agregado Graúdo*

O agregado graúdo deve ser espalhado em uma camada uniformemente distribuída, obedecendo aos alinhamentos e perfis projetados. A espessura solta dos agregados deve ser constante e suficiente para que seja obtida a espessura especificada após compactação.

O espalhamento pode ser feito com motoniveladora ou trator de esteira com lâmina. Após o espalhamento do agregado graúdo, deve-se executar a verificação do greide e da seção transversal com cordéis ou gabaritos; caso ocorra deficiência ou excesso de material, deve-se efetuar a correção pela adição ou remoção do material. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo, sendo vetado o uso de agregado miúdo.

Efetuada as correções necessárias, deve ser obtida a acomodação do material graúdo, previamente ao lançamento do material de enchimento, pela passagem do rolo liso sem vibrar.

#### *Operações de Enchimento e Acabamento*

O material de enchimento, o mais seco possível, e obedecendo a da faixa granulométrica especificada, deve ser espalhado com motoniveladora sobre a camada de agregado graúdo, de modo a preencher os vazios deste já parcialmente compactado.

Após a distribuição do material de enchimento, a camada deve ser compactada com uso de rolo liso vibratório, para forçar a penetração do material nos vazios do agregado graúdo.

Nos trechos em tangente, a compactação deve partir sempre das bordas para o eixo, e, nas curvas, da borda interna para a externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente compactada.

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação, ou onde seu emprego não seja recomendável, a compactação requerida deve ser feita com compactadores portáteis, manuais ou sapos mecânicos.

A aplicação do material de enchimento deve ser feita uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial.

Logo após a completa compactação da camada, deve ser feita nova verificação na superfície para verificar a ocorrência de excesso ou deficiência de material de enchimento. Constatado o excesso ou falta de finos, deve-se realizar as correções necessárias da seguinte forma:

- se houver deficiência de finos, deve-se processar o espalhamento da segunda camada de material de enchimento;

- se houver excesso de finos, deve-se processar a remoção do material excedente por meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares, tais como: pá, enxada, rastelo ou vassoura mecânica.

A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco.

#### *Controle da Execução*

O controle da execução da sub-base ou base de macadame seco deve ser realizado através de inspeção visual, com:

- a) verificação da uniformidade e espessura da camada de bloqueio, em cada faixa compactada;

- b) verificação das condições de compactação do macadame seco é efetuada visualmente, em cada faixa compactada;

- c) constatação de que eventuais pontos fracos, observados após a liberação do tráfego, foram corrigidos.

### *Controle de Geométrico e de Acabamento*

#### Controle de Espessura e Cotas

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m e, devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

A espessura da camada e a diferença de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal a cada 20 m, conforme nota de serviço.

#### Controle da Largura e Alinhamento

A verificação do eixo e bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m.

#### Controle do Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície devem ser verificadas visualmente.

#### Deflexões

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (D0) da camada a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga *Benkelman*, conforme DNER ME 024(7), ou FWD – *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273(8).

### *Base em Brita Graduada Simples*

Camada de pavimentação destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito, sendo a mesma executada com uma mistura realizada em usina de produtos de britagem de rocha sã que, nas proporções adequadas, resulta no enquadramento em uma faixa granulométrica contínua que, corretamente compactada, resulta em um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

Não será permitida a execução de serviços desta natureza em dias de chuva.

Os trabalhos serão iniciados pelo preparo da superfície – A superfície a receber a camada de base de brita graduada simples deve estar totalmente concluída, ser previamente limpa, mediante a utilização de vassoura mecânica, isenta de pó ou quaisquer outros agentes prejudiciais, além de ter recebido aprovação prévia da Fiscalização.

A mistura deve ser espalhada na pista observando-se os seguintes procedimentos:

a) A definição da espessura da mistura solta deve ser obtida a partir da observação criteriosa de panos experimentais, previamente executados. Após a compactação, essa espessura deve permitir a obtenção da espessura definida no projeto;

b) A distribuição da mistura deve ser feita com vibroacabadora, capaz de distribuí-la em espessura uniforme, sem produzir segregação, e de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se a conformação pela atuação da motoniveladora exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação;

c) A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 10 a 20 cm.

Não há no presente projeto dimensões superiores as especificadas na alínea c, porém, caso torne-se necessário em campo, se desejar executar camada de espessura superior a 20 cm, a mesma deve ser subdividida em duas camadas para efeito de execução, respeitando-se os limites mínimo e máximo indicados.

A compactação do material deve ser executada obedecendo-se aos seguintes procedimentos:

a) A variação do teor de umidade admitida para o material, para início da compactação, é de  $\pm 1,0\%$  em relação à umidade ótima de compactação. A determinação da umidade deve ser feita pelo método DNER-ME 052/94, para cada 100 m de pista. Não deve ser permitida

a correção de umidade na pista. Caso sejam ultrapassadas as tolerâncias indicadas o material deve ser substituído.

- b) Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos, de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para se atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação, sempre que houver variação no material ou alteração do equipamento empregado. A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando-se pelos bordos. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir dos dois bordos para o centro, em percursos equidistantes da linha base (eixo). Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma que cada percurso cubra metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir do bordo mais baixo para o mais alto, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente. Nas partes adjacentes ao início e ao fim da base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for desejável, tais como cabeceiras de pontes, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

Os serviços aceitos devem ser medidos de acordo com os critérios seguintes:

A base deve ser medida em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista, conforme seção transversal de projeto, incluindo mão de obra, materiais, equipamentos e encargos, além das operações de limpeza e expurgo de ocorrências de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento na pista.

No cálculo dos valores dos volumes devem ser consideradas as larguras e espessuras médias obtidas no controle geométrico.

### *Imprimação Asfáltica*

Consiste na imprimadura betuminosa, compreendendo material, mão-de-obra, equipamentos, transporte e execução, por m<sup>2</sup> executado.

Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder à varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

Antes da aplicação do ligante betuminoso a pista será levemente umedecida.

Aplica-se, a seguir, o ligante betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em meia pista, executando a imprimação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego é condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de evitar a superposição ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, colocam-se faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o

término da aplicação do ligante betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida.

A taxa média de aplicação é de 1,20 litros por metro quadrado.

A medição deste item se dará em metros quadrados, mediante levantamento geométrico de área.

#### *Fresagem*

Este serviço consiste na remoção, por meios mecânicos, de camada asfáltica danificada (indicadas em projeto ou conforme orientações da fiscalização) sem, no entanto, danificar sua base. A altura média de fresagem, para encaixe de pista junto a Rod. SC-390 e ao encontro com a UHE Machadinho deverá ficar em até 5 cm.

Previamente ao início dos serviços, deverão ser demarcados os perímetros das áreas degradadas a serem fresadas, cuidando-se que estas áreas apresentem configuração de quadriláteros, observando-se as profundidades de corte indicadas em projeto.

A fresagem do revestimento, na espessura recomendada pelo projeto, deve ser iniciada na borda mais baixa da faixa de tráfego, com a velocidade de corte e avanço regulados a fim de produzir granulometrias adequadas, se necessário, de agregados que eventualmente sejam utilizados em reciclagem.

No decorrer do processo de fresagem deve ser observado o jateamento contínuo de água, para resfriamento dos dentes da fresadora e controle da emissão de poeira.

Durante a operação, o material fresado deve ser elevado pelo dispositivo tipo esteira, que faz parte da fresadora, para a caçamba do caminhão e transportado para o local indicado pela FISCALIZAÇÃO (para reaproveitamento ou bota-fora).

Os locais de bota-fora devem ser indicados pela FISCALIZAÇÃO ou pela construtora, com aprovação do primeiro, e em conformidade com a Resolução CONAMA nº307/2002.

Os pontos que sofreram intervenção da fresagem devem ser limpos, preferencialmente por vassouras mecânicas, podendo ser usados também, processos manuais. Recomenda-se que em seguida a limpeza seja aplicado jato de ar comprimido ou água, para finalizar a limpeza.

As áreas fresadas não devem permanecer abertas por mais de 3 (três) dias sem o devido recobrimento.

A pista fresada só deverá ser liberada ao tráfego se não oferecer perigo aos usuários, isto é, se o logradouro estiver livre de materiais soltos ou de problemas decorrentes da fresagem, tais como degraus, ocorrência de buracos e descolamento de placas.

Deverá ser feito tratamento da superfície fresada onde permaneçam buracos ou desagregações. Nestas ocorrências devem ser executados os serviços de reparos que se considerem necessários, em conformidade com as normas específicas para remendos profundos.

Os serviços executados em cada área tratada, considerando-se as profundidades de corte estabelecidas em projeto, devem encontrar-se dentro da média aritmética de  $\pm 10\%$ , em relação à espessura prevista no projeto. A declividade transversal, em pontos isolados, poderá diferir em até 20% da inclinação estabelecida em projeto, não se admitindo, porém, depressões que propiciem o acúmulo de água.

Após a limpeza deverá ser executada pintura de ligação e recobrimento com asfalto dentro dos parâmetros estabelecidos anteriormente.

A medição será executada em metros quadrados, conforme projeção das áreas fresadas.

#### *Pintura de Ligação*

Consiste em uma pintura de emulsão asfáltica com RR-2C sobre camada de base coesiva ou revestimento asfáltico anterior à execução de uma camada asfáltica qualquer, objetivando promover condições de aderência entre as camadas.

A taxa média de aplicação é de 0,50 litros por metro quadrado.

A medição deste item se dará em metros quadrados, mediante levantamento geométrico de área.

#### *Camada Asfáltica Usinada a Quente*

É um revestimento flexível, resultante da mistura asfáltica a quente, em usina apropriada, utilizando material asfáltico ligante, obtido mediante processo via úmida, agregado mineral graduado e material de enchimento; espalhada e compactada a quente.

Para o presente projeto fora dimensionada uma capa asfáltica com espessura de 8 cm sobre a base preparada.

Todos os materiais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNIT.

A composição do concreto asfáltico deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria e aos percentuais de ligante betuminoso, conforme Norma DNER-ME 083/98 – FAIXA IV-B, considerando-se a utilização de CAP-50/70 empregando-se uma taxa de 6,0% do peso da mistura.

O agregado utilizado na mistura deverá a norma anteriormente citada na seguinte composição para faixa especificada:

<b>Série ASTM</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Faixa IV-B</b>	<b>Tolerâncias</b>
2"	50,800	-	-
1 ½"	38,100	100	± 7%
1"	25,400	95 - 100	± 7%
¾"	19,100	80 - 100	± 7%
½"	12,700	-	± 7%
3/8"	9,500	45 - 80	± 7%
n.º4	4,800	28 - 60	± 5%
n.º10	2,000	20 - 45	± 5%
n.º40	0,420	10 - 32	± 5%
n.º80	0,180	8 - 20	± 3%
n.º200	0,075	3 - 8	± 2%

Todos os equipamentos, antes do início da execução da obra deverão ser examinados pela fiscalização, devendo estar em perfeitas condições de uso e estar adequado aos locais de instalação da obra.

O transporte de materiais deverá ser feito em caminhões basculantes protegidos por lonas impermeáveis para proteção da mistura asfáltica.

O concreto asfáltico somente deverá ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10°C, não devendo ser distribuído em dias de chuva ou quando a superfície apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.

Antes de iniciar a construção da camada de concreto asfáltico, a superfície subjacente deve estar limpa e pintada ou imprimada.

Deverão ser respeitadas as espessuras constantes nas peças gráficas (seção tipo).

A temperatura de aquecimento do asfalto empregado, deve estar compreendida entre 170 a 180 °C, não excedendo a 180°C.

A produção do concreto asfáltico deve ser efetuada em usina apropriada, conforme especificado pela Norma DNIT 112/2009-ES. A Usinagem do concreto asfáltico deverá ser realizada entre 165 e 180°C.

A compactação será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista, sendo que cada passada do rolo compactador deve ser sobreposto pela seguinte em, pelo menos, metade da largura rolada. Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém rolado.

A abertura do trânsito sobre o revestimento recém acabado deve ser feita somente após o seu resfriamento total.

Todos os materiais serão examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e terão que satisfazer as especificações em vigor.

A medição deste item se dará em toneladas, conforme levantamento das áreas fresadas e de capeamento asfáltico nas suas respectivas espessuras.

Salienta-se que deverá ser disponibilizado a qualquer momento, quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO, os tickets de balança e ou notas fiscais com os pesos das cargas utilizadas no local.

## SERVIÇOS COMPLEMENTARES

### *Meio Fio de Concreto Pré-moldado*

As peças serão de concreto armado pré-moldadas ou moldadas *In loco*, obedecendo as dimensões transversais especificadas em projeto. As peças devem apresentar seção uniforme, superfície lisa, sem falhas de concretagem ou danos devido ao transporte e manuseio e executadas antes do início de qualquer pavimentação. As peças serão, se necessário, rejuntadas com argamassa cimento-areia na proporção 1:3. Nos casos em que o projeto exigir formas curvas que não sejam possíveis de executar com peças pré-moldadas, o meio-fio será executado *In loco* com as mesmas dimensões de espessura e altura do usual. O acabamento do meio-fio será feito por meio de caiação.

## SINALIZAÇÃO VIÁRIA

### *Sinalização Horizontal de Eixos e Bordos*

Consiste na pintura com material acrílico, aplicado a frio, que propicie sua duração pelo período mínimo de 2 (dois anos), junto ao eixo e bordos conforme projeto de sinalização viária.

### *Sinalização Horizontal (Setas, dizeres, zebrados e Faixas de Pedestre)*

#### *Pintura*

Consiste na pintura com tinta acrílica, aplicada a frio, nas cores amarela ou branca, com espessura de 3 mm, de setas, dizeres, zebrados e faixas de pedestres conforme projeto de sinalização.

#### *Tachões*

A presente especificação, tem por objetivo, fixar as características técnicas e condições mínimas, para fornecimento e colocação de tachões refletivos com pinos nas vias pavimentadas.

Os tachões com elementos refletivos, são dispositivos de sinalização horizontal, que têm como função básica a canalização de tráfego, cuja implantação espaçada e sequencial, visa delimitar uma linha, que caracterize condições de restrição parcial, quanto a sua ultrapassagem. Utilizados também na necessidade de redução da velocidade de aproximação em pontos estratégicos das faixas de rolamento das vias.

Deverão ser peças confeccionadas em resina de poliéster ou sintética de alta resistência mecânica, com cargas minerais não reativos. Devem possuir pinos externos de fixação zincados e com rosca ancorada. Os elementos refletivos deverão ser de acrílico e lhe dar características retro-refletoras mono ou bidirecionais. O corpo deverá suportar uma compressão mínima de ruptura de 40.000 Kgf, no momento da primeira trinca.

O pino de fixação deverá ser constituído de parafusos de rosca completa, aço 1010/1020, com proteção contra a oxidação.

O catadióptrico /elemento Refletivo deverá ser constituído por elementos refletivos de acrílico prismático com refletância mínima de 1000 mcdlx -1 m -2 para a cor branca.

A cola para Fixação no Pavimento deverá ser constituída de material sintético pré-acelerado, a base de resinas de poliéster de cura rápida e oferecer perfeita aderência dos dispositivos ao pavimento de concreto ou asfáltica, sendo que seu tempo de secagem não poderá ser superior a 45 minutos.

As dimensões recomendadas são as seguintes:

Tachão: Largura: 230 a 250mm

Comprimento: 140 a 160mm

Altura: 40 a 55mm

Refletivo: Área mínima do refletivo: 40,00cm<sup>2</sup>

O formato externo do corpo deverá prever condições de limpeza dos elementos refletivos pela ação do tráfego e das chuvas.

O pino de fixação deverá ter cabeça arredondada, embutida no corpo do tachão, para que uma eventual quebra o mesmo não se torne agressivo ao tráfego.

A parte do pino de fixação a ser embutida no solo deverá ser rosqueada para aumentar sua aderência ao mesmo.

Os elementos refletivos deverão ser perfeitamente embutidos no corpo do tachão.

O corpo deverá ser apresentado na cor amarela permanente ou branco conforme projeto de sinalização.

O refletivo poderá ser branco, amarelo ou ainda vermelho, conforme solicitado.

Caso este não seja mencionado especificamente deverá ser amarelo.

O material fornecido e implantado segundo a presente especificação, deverá ser garantido contra:

1. Perda acentuada de refletividade ao longo de sua vida útil.
2. Quebras por 2 (dois) anos, sob condições normais de instalação e uso.

3. Soltura por 2 (dois) anos, excetuando-se os casos decorrentes de deterioração, ruptura ou arrancamento do pavimento.

#### *Tachinhas*

Devem ser fornecidas e instaladas tachas refletivas confeccionadas em ABS bidirecionais, com pino de aço para fixação, na cor branca e/ou amarela nas dimensões 100 x 100 x 19 mm. Estas deverão ser instaladas nas laterais da via e seu eixo, próximas ao acostamento, delimitando a pista de rolagem, sendo fixadas conforme projeto de sinalização.

#### *Fornecimento e Instalação de Sinalização Vertical*

A sinalização vertical será efetivada através da disposição de placas, com posicionamento e dimensões definidas, transmitindo mensagens, símbolos e/ou legendas normalizadas.

Seus objetivos são: a regulamentação das limitações, proibições e restrições que governam o uso da rodovia, advertir sobre situações de perigo que não sejam perceptíveis por si só, bem como indicar direções, pontos de interesse, etc., de forma a prestar auxílio ao motorista em seu deslocamento.

As placas são projetadas e locadas de forma tal que permitam sua imediata visualização e compreensão, observando-se cuidadosamente os requisitos de cores, dimensões e posições.

Todos os sinais devem ser implantados formando um ângulo aproximadamente reto com a direção do trânsito a que se destinam.

Nos segmentos curvos, a posição deve ser determinada em função da linha descrita pelo trânsito e não pelo bordo da pista de rolamento.

Os sinais devem normalmente ficar na vertical. Em rampas, devem ser convenientemente inclinados para frente ou para trás, conforme a rampa for ascendente ou descendente de modo a melhorar a refletividade.

Recomenda-se a adoção de placas com superfícies refletorizadas, por apresentarem a facilidade de transmitir a mensagem de dia e de noite, além de proporcionarem melhor visibilidade à distância.

Todas as placas foram projetadas obedecendo rigorosamente os critérios prescritos pelo Código Nacional de Trânsito e pelo Manual de Sinalização do DENATRAN.

## 15. TERMO DE ENCERRAMENTO

Finaliza aqui o Relatório do “ **PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA OBRAS DE IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIA COMPREENDENDO: Projeto geométrico, levantamento topográfico, sinalização viária e drenagem pluvial para pavimentação asfáltica em CAUQ da via de Ligação entre a Rodovia Estadual SC-390 até a Usina Hidrelétrica Machadinho localizada no Município de Piratuba com extensão estimada em 20,5 Km**”, contemplando os serviços de terraplenagem, drenagem, pavimentação, sinalização viária e complementares, contemplando 108 páginas.

Florianópolis/SC, 29 de setembro de 2017.

***Everson Luciano Silva***

Engenheiro Civil

Reg. CREA/SC 043.931-0

O presente trabalho foi revisado em junho de 2019 pela empresa projetista sob responsabilidade da Engenheira Micheline Tomazoni Silva, Registro do CREA/SC 042.982-2, tendo sido alterados os projetos de drenagem e pavimentação, prevalecendo os demais.

Florianópolis/SC, 16 de julho de 2019.

***Micheline Tomazoni Silva***

Engenheira Civil

Reg. CREA/SC 042.982-2