



PREFEITURA MUNICIPAL

DE SALTINHO

Projeto Final De Engenharia

Projeto Executivo

PROJETO DE MELHORAMENTO

RODOVIA: Municipal

TRECHO: SC-160 - Santa Terezinha do Progresso

VOLUME 1: Memória Justificativa

SALTINHO

Agosto/2021

ÍNDICE

Capa	1
Índice	2
1. Apresentação	3
2. Estudos	5
2.1. Tráfego	5
2.1.1 Considerações Gerais	5
2.2. Geológico	5
2.2.1 Geologia Regional	5
2.2.2 Geomorfologia	6
2.2.3 Clima e Pluviometria	11
2.3. Topográfico	14
2.4. Hidrológico	16
2.5. Geotécnicos (Projeto)	23
3. Soluções Propostas	25
3.1. Projeto Geométrico	25
3.2. Projeto de Terraplenagem	27
3.3. Projeto de Pavimentação	29
3.4. Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes	31
3.5. Projeto de Obras Complementares	37
4. Meio Ambiente	39
4.1. Uso atual do solo	39
4.2. Análise dos impactos ambientais	39
4.2.1. Modulo paisagístico, especificações das espécies vegetais e seus quantitativos ...	40
5. Resumo das Quantidades	42
5.1. Quadro de Quantidades	42
6. Cronograma Físico	44
7. Relação de Equipamentos	45
Anexos	46

1. APRESENTAÇÃO

A rodovia municipal, no trecho entre a SC-160 em direção município de Santa Terezinha do Progresso, com extensão de 3,37 Km de extensão, pertence à malha rodoviária do município de Saltinho, está situada na região extremo oeste do Estado de Santa Catarina.

Os trabalhos apresentados representam os estudos e projetos desenvolvidos para a etapa do projeto executivo.

O projeto executivo de melhoramento da rodovia municipal, trecho especificado acima, é composto por:

- VOLUME 1: Memória Justificativa, Elementos de Locação e Projeto, Notas de Serviço, Cálculos de Volume, Planilhas de Cálculo Topográfico (A4);
- VOLUME 2: Projeto Executivo (A3).

MAPA DE SITUAÇÃO



MAPA GERAL E LOCALIZAÇÃO



2. ESTUDOS

2.1. ESTUDO DE TRÁFEGO

2.1.1. Considerações Gerais

O dimensionamento do pavimento levou em consideração as condições de tráfego atuais na rodovia e a sua geometria de implantação atual, tendo sido considerado $N < 10^6$ para o 10º ano do horizonte de projeto.

2.2. ESTUDO GEOLÓGICO

A obtenção de dados referentes à geologia regional foi feita com base na bibliografia existente sobre a região e descrição da geologia local, com base nas informações e observações “in loco”.

Também foram estudados os possíveis locais para obtenção de materiais de construção e suas respectivas potencialidades e restrições.

2.2.1 Geologia Regional

A coluna estratigráfica adotada, foi a apresentada no Mapa Geológico do estado de Santa Catarina, na escala 1:500.000, contido no “Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina”, coordenado por Luiz Carlos da Silva e Carlos Alfredo Bortoluzzi, DNOM-CPRM, Nº 1, publicado pelo Convênio DNPM – Séc. Ciência e Tecnologia, Minas e Energia, Florianópolis, 1987, conforme na tabela 1.

As unidades estratigráficas que apresentam interesse no projeto são a Formação Serra Geral e os sedimentos Quaternários, cujas características geológicas são apresentadas a seguir.

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

Está inserido na região Oeste Catarinense, em um Domínio Geológico em que é possível identificar o complexo de formas de relevo do modelado de Desnudação - Dissecção, acontecidos durante o tempo geológico, abrange parte do Planalto das Araucárias.

2.2.2 Geomorfologia

Geomorfologicamente a região em apreço, segundo o Atlas de Santa Catarina-1986, se distribui pelo domínio morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares, na região geomorfológica do Planalto das Araucárias, na unidade geomorfológica do Planalto Dissecado do Rio Iguaçu - Uruguai.

O relevo varia de suave com morros arredondados nos topos do planalto a fortemente ondulado junto as drenagens principais.

A erosão e decomposição diferencial das distintas unidades litológicas ressaltam os derrames, tendo as vertentes formas escalonadas em degraus.

As encostas naturais apresentam inclinações médias de 25° e cobertura variável de solo.

- **Formação Serra Geral**

A quase totalidade do oeste, meio oeste e extremo oeste do estado de Santa Catarina é recoberto por rochas, que fazem parte da Formação Serra Geral. Esta formação é caracterizada por derrames basálticos, com suas feições típicas, podendo ou não apresentar rochas vulcânicas ácidas em seu topo, constituídas por riocitos. Pode ocorrer também sob a forma de diques e sills de diabasio, distribuídos em todo o Estado. Dos 95.985 Km² da área do estado de Santa Catarina, 51,5% estão cobertos por derrames basálticos da Formação Serra Geral.

Pelo Mapa de Isópacas (anexos) constata-se que a espessura dos derrames basálticos é superior a 1.000 metros, no noroeste do estado, de Abelardo Luz à São Lourenço do Oeste e na região de São Joaquim, está entre 1.000 e 500 metros. Nas demais regiões sua espessura é inferior a 1.000m.

Tabela 1 - Coluna estratigráfica do Estado de Santa Catarina, segundo L.C. Silva e C.A. Bortolozzi - 1987

ERA	PERÍODO		ESTRATIGRAFIA	
CENOZÓICA	Quaternário		Sedimentos Continentais	
			Sedimentos Marinhos	
	Terciário		Formação Iquererim	
MESOZÓICA	Cretáceo Jurássico		Formação Serra Geral	
			Formação Botucatu	
	P E R M	Superior	Grupo Passa Dois	Formação Rio do Rastro
				Formação Terezina
				Formação Serra Alta
				Formação irati

PALEOZÓICA	E A N O	Médio	Super Grupo Tubarão	Grupo Guatá	Formação Palermo
		Inferior		Grupo Itareré	Formação Rio Bonito
	Carbonífero		Formação Furnas		Formação Rio do Sul
		Eco- Paleozóico		Suíte Intrusiva Subida	Formação Mafra
	Suíte Intrusiva Guabiruba		Formação Campo Tenente		
			Suíte Intrusiva Pedras Grandes		
	PROTEROZÓICA	Superior	Formação Campo Alegre	Formação Gaspar	Seq. Sedimentar Superior
Seq. Vulcânica Superior					
Seq. Sed. Intermediária					
Seq. Vulcânica Inferior					
Médio		Conglomerado Baú	Granito Valsungana		
	Inferior			Complexo Metamorfico	Brusque
ARQUEOZÓICA		Complexo Taboleiro		Núcleo Migmatítico Injeção Itapema	
				Núcleo Migmatítico Injeção São Fco do Sul	
				Faixa Granito-Gnáissica Sta Rosa Lima/Tijucas	
				Faixa Granito-Gnáissica Porto Belo	
				Faixa Granito-Gnáissica Garopaba	
				Faixa Granito-Gnáissica Itajaí = Faxinal	
Complexo Granulítico de Santa Catarina					

Fonte: SILVA, L. C. & BORTOLUZZI, C. A., 1987

Por ser o basalto uma rocha básica, sua lava apresenta grande fluidez, se espalhando por uma grande área, formando um lago de lava em fusão. Ao resfriar tende se formar uma sucessão de zonas com características estruturais e texturais distintas. V. Leinz (1949) estudando os

basaltos, estabeleceu a sucessão de eventos, bem como as características de cada uma das zonas formadas.

- **Caracterização Geológica da Zona Amigalóide-Vesicular do Derrame Basáltico**

A espessura da zona amigalóide é muito variável. Dependerá da velocidade de resfriamento do derrame, quantidade de vapor e gases, espessura do derrame. Comumente esta espessura varia de zero à 50% da espessura total do derrame.

Devido ao rápido resfriamento, parte superior tende a apresentar textura holohialina ou vítrea, podendo passar à microcristalina na porção méis interna do derrame. Sua estrutura fica caracterizada como amigalóide e ou vesicular, justamente devido a presença destas estruturas.

- **Caracterização Geológica da Zona Vítrea do Derrame Basáltico**

O rápido resfriamento, levará a formação de uma textura vítrea, ou seja, holohialina e por não aprisionar gases e não sofrer influência do fluxo da lava, sua estrutura tenderá a maciça ou isótopa.

O intenso fraturamento lhe confere boa permeabilidade, mas por apresentar pequena espessura, sua transmissibilidade tende ser reduzida.

- **Caracterização Geológica da Zona Tubular ou de Fraturamento Horizontal**

Sendo sua velocidade de resfriamento intermediária entre as demais zonas, sua textura mostrará um tamanho de grão intermediário. As texturas mais comumente apresentadas pela zona tubular correspondem a microcristalina.

Apesar do fraturamento ser provocado pelo fluxo da lava em resfriamento, sua estrutura apresenta ser maciça, quando a rocha se mostra inalterada, mas o pano fluidal pode ser evidenciado pela alteração da rocha.

Por ter espessura reduzida, pouco contribui para o armazenamento e fluxo da água no conjunto dos derrames.

- **Caracterização Geológica da Zona Colunar de um Derrame Basáltico**

Por ser a última a resfriar, é a zona de maior grau de cristalização do derrame. Quanto mais espesso o derrame, maior será o grau de cristalização. Deste modo, sua textura pode variar entre equigranular fina a microcristalina, podendo ser holohialina para derrames de pequena espessura. Sua estrutura é maciça por não apresentar amígdalas, vesículas ou planos fluidais.

O fraturamento no sentido vertical gera prismas que tendem a forma hexagonal, devido à contração, verificada quando uma rocha homogênea resfria uniformemente.

Quando exposta na superfície, tende formar um relevo plano, limitado por encostas escarpadas. Sendo o derrame um “lago” de lava, o contato entre as diferentes zonas era comandado pela dissipação do calor, resultando uma superfície aproximadamente plana, próxima da horizontal. Por ser constituído por primas justapostas, colocadas verticalmente, as encostas tendem se mostrar escarpadas pela queda de prismas inteiros.

- **Caracterização Geológica dos Derrames Riódacíticos**

Os derrames ácidos riódacíticos ocorrem no topo dos derrames basálticos, em grandes altitudes, podendo ou não voltar a serem recobertos pelos derrames basálticos, é o último evento vulcânico da Formação da Serra Geral. Ocorrem no Estado de Santa Catarina com certa continuidade, na região noroeste, abrangendo os municípios de Abelardo Luz, Xanxerê, São Domingos, Xaxim, Marema, Chapecó, Pinhalzinho, Ponte Serrada, Água Doce, Catanduas, Iraní. Além desta região, ocorre ainda de modo isolado em São Joaquim, Urupema, Sul de Lages e Praia Grande.

- **Caracterização Geológica dos Sedimentos Quaternários**

Os Sedimentos Quaternários se caracterizam por serem inconsolidados e devido a seu ambiente de formação, tendem formar superfícies planas, de baixas cotas.

Na região, predominam os depósitos continentais relacionados a planícies com depósitos fluviais e aluvionares atuais, compreendendo cascalhos, assim, como argilas de planícies de inundação que podem ser encontrados nos vales dos inúmeros rios, que ocorrem na região.

- **Estratigrafia**

A estratigrafia da região é bastante simples, a unidade dominante é a Formação Serra Geral, constituída por derrames de lava basáltica com intercalações de arenito e de lava ácida.

A espessura total da sequência vulcânica na região é estimada entre 700,00 e 800,00 m, conforme dados da PETROBRAS, enquanto a espessura individual varia de centímetros até 100,00 metros, sendo a média estimada de 40,00 metros.

O embasamento dos derrames em todo o Sul do Brasil, é praticamente constituído pelas espessas camadas do Arenito Botucatu, e os depósitos recentes estão restritos às aluviões das planícies dos rios principais e aos depósitos de encosta.

Além dos derrames de lava, ocorrem na bacia numerosos diques, sistema de corpos tabulares paralelos com mergulho vertical, as espessuras destes diques variam de poucos centímetros até 1.000,00 m e alguns chegam a alcançar mais de 100 km de comprimento.

Os silis são intrusões tabulares horizontais cujas espessuras variam de poucos metros até 200,00 m, a área desses corpos é muito difícil de ser determinada.

- **Litologia**

Com relação à composição mineralógica Leins (1949) verificou que além das lavas básicas de composição toleítica, ocorrem rochas de natureza mais ácida e alcalina, às vezes com alta porcentagem de vidro.

Recentemente diversos trabalhos demonstram a ocorrência de dois tipos de lavas no Sul do país, sugerindo-se a seguinte sub-divisão:

a) Rochas Efusivas Básicas

O resfriamento das lavas processando-se da periferia para o interior do derrame dá origem à pelo menos três zonas litológicas distintas:

1. Região Central - resfriamento mais lento forma-se uma rocha compacta, microcristalina, denominada basalto denso, a cor varia de cinza a preta, ocupando dois terços da espessura total dos derrames normais.
2. No topo e na Base – resfriamento mais rápido forma-se o basalto vesículo-amigdaloidal, característico de aprisionamento dos elementos voláteis do magma, apresentado-se alterada com argilo-minerais expansivos.
3. As brechas constituem feições típicas de topo de derrame, caracterizadas por blocos de Basalto vesículo-amigdaloidal.

Finalmente podem ocorrer intercalações sedimentares entre os derrames, mais frequentemente de um arenito semelhante ao botucatu, que correspondia a principal rocha fonte na bacia.

b) Rochas Efusivas Ácidas

A sua principal característica reside na maior porcentagem em sílica em relação aos basaltos, possibilitando a formação de quartzo livre, que confere à rocha uma coloração cinza clara e recebem distintas designações dependendo da mineralogia e textura.

- **Estruturas**

Os derrames basálticos apresentam uma inclinação regional de 0,5° a 1,0° para Oeste em Direção ao eixo da Bacia Sedimentar.

O fraturamento regional tem como orientações preferenciais às direções N 10° - 30° W, N 50° - 70° E, N 10° - 30° e N 50° - 70° W, aparentemente associadas a um possível arqueamento regional.

- **Geologia Local**

Na região de Saltinho ocorrem regiões de planalto com solo espesso (cerca de 5,00 metros) e relativamente fértil que possibilita a exploração de lavouras.

A unidade litológica predominante no trecho é um basalto denso, de granulação fina e cor cinza a marrom, ocasionalmente basalto vesiculado-amigdalóides.

Nos afloramentos a rocha apresenta-se pouco alterada, sem evidências de desagregabilidade.

O capeamento de solo apresenta espessura variando desde centímetros até 3,00 m nos trechos de relevo mais movimentado, e não ultrapassa os 8,00 m no trecho de relevo ondulado.

- **Materiais Naturais de Construção**

Devido à monotonia geológica da região não existe variedade de materiais naturais com condições de emprego em construção e pavimentação rodoviária.

Os solos argilosos vermelhos com CBR DE 10% A 14% são bons para a construção de aterros e camadas finais de sub-leito.

Os rios da região não têm depósitos de areia, já que a litológica na região não favorece a formação deste tipo de material.

A rocha é praticamente o único material disponível na região que pode ser utilizado na construção de camadas de pavimento em forma de pedra britada.

2.2.3 Clima e Pluviometria

Para o estudo dos fatores intervenientes na formação do clima da região, foram utilizados dados relativos à precipitação, temperatura e elementos atmosféricos, obtidos junto a estação meteorológica de maior proximidade do local do empreendimento, que corresponde a estação da EPAGRI, situada na cidade de São Miguel do Oeste.

Tabela 2 - Localização geográfica da estação meteorológica de São Miguel do Oeste

	Latitude	Longitude	Altitude
São Miguel do Oeste (SC)	- 26°47'09''	- 53°30'13''	700,00 m

Fonte: Estação Meteorológica de São Miguel do Oeste

Segundo a classificação climática de Thornthwaite, o clima predominante na região é super úmido, mesotérmico, com pouco ou nenhum déficit de água e as quatro estações do ano bem definidas.

- **Temperatura**

A temperatura média nos meses de inverno, está entre 10° e 12°C, mas com inverno extremamente rigoroso, podendo chegar a temperatura próxima à -3° C. Nos meses de verão, a temperatura média é de 15° a 20°C. A temperatura média anual é de 15°C.

- **Ventos**

Os ventos nada mais são que o deslocamento das massas de ar. A região do empreendimento sofre influência das perturbações, devido principalmente a movimentações de massas de ar que atuam na região. No verão, devido ao aquecimento do continente acham-se enfraquecidos os anticlones semifixo do Atlântico e o anticlone da Antártida, evidenciando os ventos oceânicos fracos de regime depressionário. Com a aproximação da estação fria a massa tropical continental se enfraquece o que contribui para o avanço do anticlone do Atlântico para o continente, juntamente com o aumento das pressões do anticlone frio da Antártida, caracterizando os ventos da região, como predominância principal da direção SE e segunda predominância NE. A velocidade média anual na região é de 13,20 Km/h e a variação das médias mensais são apresentadas na tabela.

Tabela 3 – Média da velocidade dos ventos

	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
V[Km/h]	12,6	11,88	11,16	11,88	11,52	14,04	15,48	14,76	14,76	14,40	12,96	12,96

Fonte: Epagri de São Miguel do Oeste

- **Umidade Relativa do Ar**

A região se caracteriza por não haver déficit de umidade, sendo que, como constatado, a umidade relativa da região gira em torno de 70%.

Tabela 4 – Valores médios de umidade relativa do ar.

	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	Set.	out.	nov.	dez.
U[%]	75,40	79,10	78,10	78,70	78,10	79,50	74,20	69,70	72,40	74,10	68,70	69,90

Fonte: Epagri de São Miguel do Oeste

Com relação ao clima o que se pode dizer da região é que predomina tempo bom com dias ensolarados que são interrompidos por dias chuvosos decorrentes de frentes polares que se instalam especialmente nos períodos de inverno e início da primavera, e por dias de chuvas intensas, porém de curta duração, que decorrem de linhas de instabilidades tropical que se produzem notadamente no verão e final da primavera.

A precipitação total anual varia entre 1800mm/a a 2400mm/a com o predomínio dos valores situando-se entre 2000 e 2400mm/a.

2.3. ESTUDO TOPOGRÁFICO

O estudo topográfico foi desenvolvido seguindo a sequência abaixo descrita:

- Implantação de rede de marcos de coordenadas básicas;
- Transporte com GPS das coordenadas oficiais do IBGE para 6 dos marcos implantados, espalhados ao longo do trecho;
- Elaboração de poligonais fechadas dos marcos, de no máximo 2 km;
- Levantamento de seções transversais e pontos notáveis do terreno;
- Cadastro de cursos d'água e valas;
- Cadastro de muros, postes, meios fios, estrada existente, pontes etc.;
- Levantamento de bueiros existentes e dispositivos de drenagem;
- Levantamento planialtimétrico e cadastral de fontes de materiais de construção e materiais terrosos;
- Digitalização de dados de campo em computador;

Os acessos a propriedades, bem como os acessos de caminhos vicinais e de rodovias similares de baixo padrão de acabamento e pouca importância para o tráfego, sob o aspecto técnico são comparáveis aos entroncamentos.

Os levantamentos topográficos executados pela Empresa Agrimensura Serviços Topográficos Ltda.

Para referenciar e determinar as coordenadas planimétricas dos pontos de apoio, foi utilizado 02 GPS (Sistema de Posicionamento Global) geodésico L1,L2+L5 (dados pós-processados), e como ponto de referência PPP IBGE e como ponto de referência altimétrica o utilizado o MAPGEO2015 para cálculo da ondulação geoidal, para determinar a altitude

Para a determinação, de forma acurada, das coordenadas tridimensionais dos pontos implantados, optou-se pela ocupação desta estação a partir de um levantamento GPS, sendo empregado o posicionamento relativo com a técnica estática.

Para o levantamento planialtimétrico cadastral, optou-se pelo método de caminhamento com poligonal enquadrada, usando dois pontos de referência transportados por GPS no início e final das poligonais e com a Estação Total (S3 – TRIMBLE), por método de irradiação iniciou-se o levantamento.

Especificações Técnicas:

- Uma Estação Total (S3 – TRIMBLE), de precisão angular de $\pm 1''$ (um segundo) e linear de 1mm+1ppm.

- Dois Receptores GPS L1, 12+15 - Geodésico, marca Spectra e modelo SP80, de precisão linear de 3mm+3ppm.

Como produto desta etapa foram geradas umas soluções isoladas para cada linha de base, sendo os resultados obtidos no referencial horizontal SIRGAS2000 e vertical Imbituba -SC., abaixo as coordenadas dos marcos implantados:

Tabela 5 - Coordenadas dos RRNN de apoio

ID.	DESC.	Norte	Este	H (m)
M1	MC	7.058.571,958	293.821,646	792,049
M2	MC	7.058.705,812	293.712,781	793,449
M3	MC	7.058.753,806	292.535,205	627,872
M4	MC	7.058.831,692	292.456,911	610,028
M5	MC	7.059.088,303	290.951,295	542,723
M6	MC	7.059.010,080	290.845,451	536,511

2.4. ESTUDO HIDROLÓGICO

Visando a obtenção de elementos para o dimensionamento das obras de arte correntes e dos dispositivos de drenagem superficial e subterrânea na rodovia no que se relaciona à condução das águas provenientes do escoamento superficial para locais afastados do corpo estradal e a transposição de cursos de água permanentes ou temporários, foi desenvolvido o presente estudo.

Este estudo consiste na determinação do regime pluviométrico para a região atravessada pela rodovia, na caracterização fitogeomorfológica das bacias de contribuição e na obtenção das vazões de projeto para seção de controle.

Para tanto se fez necessário à obtenção de dados de pluviometria, aos quais se deram tratamento estatístico chegando assim às curvas de intensidade - duração - frequência.

Através de cartas topográficas do IBGE delimitou-se bacias e talvegues e determinou-se sua área, o comprimento do talvegue principal e a declividade.

Por último se fez um estudo da natureza e utilização do solo das bacias, para saber o quão impermeável ele se encontra.

Quanto às informações pluviométricas entre os postos meteorológicos da região com disponibilidade de dados foi selecionado o de Campo Erê, com melhor abrangência em relação ao trecho em estudo.

A partir das precipitações diárias para cada mês durante o período de observação, calculou-se a precipitação máxima, média e mínima mensal.

Os meses menos chuvosos vão de Abril a Agosto, com um pequeno aumento nos índices no mês de Junho, e o mês mais chuvoso é o de Outubro com uma média de 205,9 mm.

Com base nas precipitações diárias máximas mensais observadas determinou-se às diárias máximas anuais para o período, a partir destes valores calculou-se a média das máximas anuais.

Foram utilizados dados referentes a 30 anos cujo período corresponde aos anos de 1.970 a 1999.

Os resultados obtidos foram:

$$h_{\text{m}} = 107,51 \text{ mm}$$

$$\sigma = 28,91$$

$$n = 30$$

Para o cálculo da máxima precipitação de 1 dia, para tempos de recorrência de 10, 25, e 100 anos utilizou-se a equação de Vem Te Chow com os coeficientes de Gumbel.

$$h = \overline{h} + k_m * \sigma$$

Onde:

h = precipitação para o tempo de recorrência especificado

\overline{h} = precipitação média das máximas diárias

σ = desvio padrão das máximas

k_m = fator de frequência

Determinação das curvas de altura de chuva – duração

Nº anos observados: 30

Precipitação Média (mm): 107, 51

Desvio Padrão: 28, 91

TR = 10 ANOS	P 1 dia = 152,06		
Duração	Coefficiente	Prec. Total (mm)	Intensidade mm /h
0,1 h	0,112	18,65	186,48
1,0 h	0,416	69,26	69,26
24,0 h	1,095	166,50	6,94

TR = 25 ANOS	P 1 dia = 176,68		
Duração	Coefficiente	Prec. Total (mm)	Intensidade mm /h
0,1 h	0,112	21,67	216,68
1,0 h	0,411	79,52	79,52
24,0 h	1,095	193,47	8,06

As bacias hidrográficas de maior vulto foram delimitadas a partir de cartas do IBGE e as bacias menores foram definidas em fotos aéreas, a determinação das vazões dependeu da área de cada uma das bacias, para o que foram utilizados dois métodos:

- Bacias com áreas menores que 10 Km² a descarga foi calculada pela utilização do Método Racional.
- Bacias com áreas maiores que 10 Km² a descarga foi calculada pela utilização do HUST.

Tempo de recorrência ou frequência é o período máximo provável para um evento ser igualado ou superado.

Definidos os seguintes valores para tempos de recorrência:

- Obras de drenagem superficial : 10 anos
- Bueiros : 25 anos
- Pontes : 100 anos

O coeficiente de escoamento superficial é a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitada.

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

CARACTERISTICAS	VALORES DE C
Terreno Esteril Montanhoso – Material rochoso ou geralmente não poroso sem vegetação	0,80 A 0,90
Terreno Esteril Ondulado – material rochoso ou geralmente não poroso	0,60 a 0,80
Terreno Esteril Plano – material rochoso ou geralmente não poroso	0,50 a 0,70
Prados, Campinas e Terreno Ondulado	0,40 a 0,65
Matas Deciduas, Folhagem Caduca – matas e florestas de arvores.	0,35 a 0,60
Matas Coníferas, Folhagem Permanente	0,25 a 0,50
Pomares – plantações de arvores frutíferas com áreas abertas cultivadas	0,15 a 0,40
Terrenos cultivados, Zonas Altas	0,15 a 0,40
Fazendas, Vales e Terrenos Cultivados em plantações	0,10 a 0,30

Determinação das curvas de altura de chuva – duração

Nº anos observados: 30

Precipitação Média (mm): 107, 51

Desvio Padrão: 28, 91

TR = 10 ANOS	P 1 dia = 152,06		
Duração	Coeficiente	Prec. Total (mm)	Intensidade mm /h
0,1 h	0,112	18,65	186,48
1,0 h	0,416	69,26	69,26
24,0 h	1,095	166,50	6,94

TR = 25 ANOS	P 1 dia = 176,68		
Duração	Coefficiente	Prec. Total (mm)	Intensidade mm /h
0,1 h	0,112	21,67	216,68
1,0 h	0,411	79,52	79,52
24,0 h	1,095	193,47	8,06

O tempo de concentração é o tempo teórico que uma gota de chuva leva desde o ponto mais distante da bacia até o ponto de controle.

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

Onde:

A = área total da bacia em Km²

L = extensão do talvegue em Km

K = coeficiente tabelado

I = declividade do talvegue principal

t_c = tempo de concentração em horas

COEFICIENTE DE CARACTERIZAÇÃO DE BACIAS - K

CARACTERÍSTICAS	K
Terreno areno argiloso coberto de vegetação intensa, elevada absorção	2,0
Terreno argiloso coberto de vegetação intensa, absorção média apreciável	3,0
Terreno argiloso coberto de vegetação intensa, absorção média	4,0
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5,0
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	5,5

A expressão do Método Racional para o cálculo da vazão de bacias é a seguinte:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

Onde:

Q = descarga em m

C = coeficiente de escoamento superficial

i = precipitação com duração igual ao tempo de concentração da bacia em mm / h

A = área da bacia em há

Bacia de área mínima é aquela cuja contribuição resulta na máxima vazão capaz de escoar por um bueiro tubular de diâmetro igual a 0, 80 m.

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

Onde :

$$C = 0,30$$

$$TR = 25 \text{ anos}$$

$$Tc = 6 \text{ minutos}$$

$$i = 216,68 \text{ mm/h}$$

$$Q = 0,880 \text{ (capacidade de escoamento de bueiro de } D = 0,80 \text{ m)}$$

Com base nestes parâmetros chegou-se ao seguinte resultado:

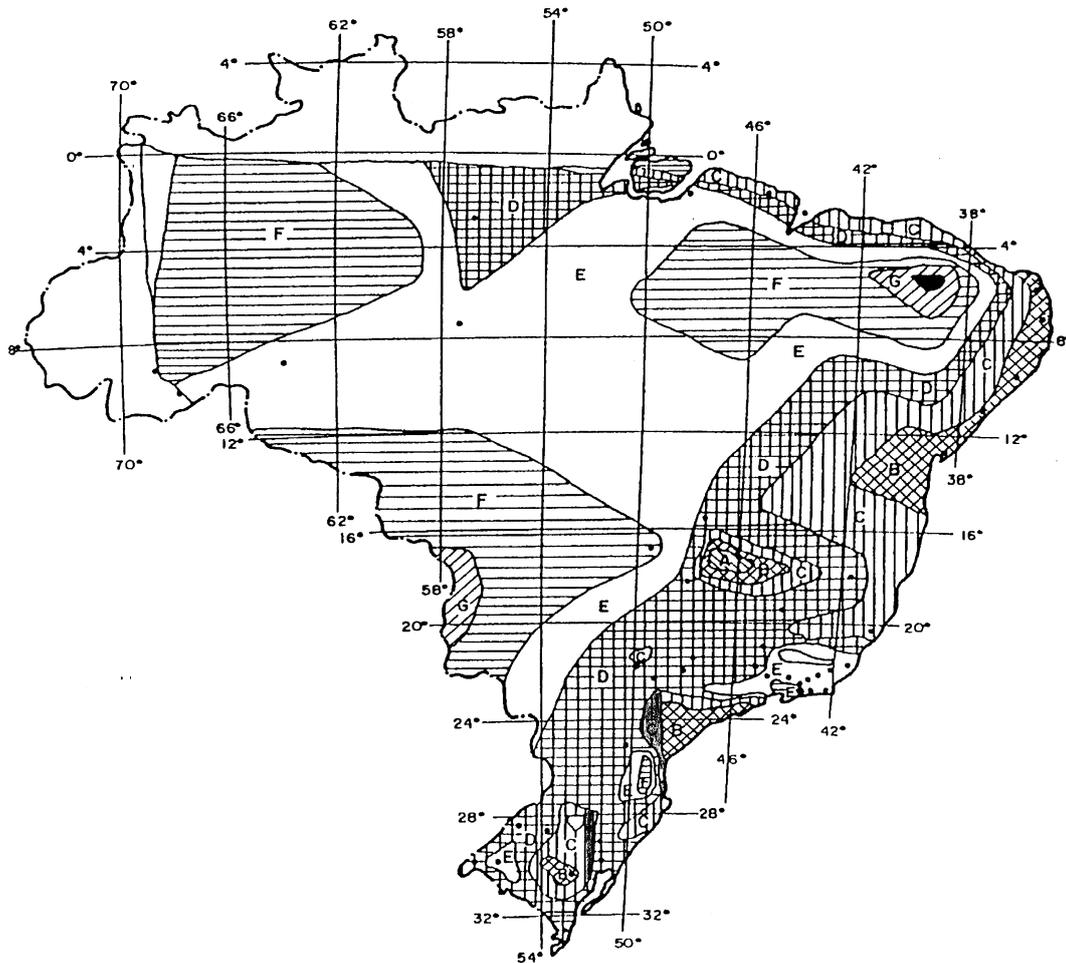
$$A \text{ ----- Área Mínima} = 4,87 \text{ ha.}$$

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA

Duração: TR = 10 anos TR = 25 anos TR = 100 anos

Horas	Minutos	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)
0,1	6	18,65	186,48	21,67	216,68	23,34	233,35
0,3	18	41,17	137,23	47,42	158,07	54,81	182,70
0,4	24	47,39	118,48	54,52	136,30	63,49	158,73
0,5	30	52,75	105,50	60,65	121,30	70,98	141,96
0,8	48	63,84	79,80	73,33	91,66	86,47	108,09
1,0	60	69,26	69,26	79,52	79,52	94,04	94,04
1,5	90	78,74	52,49	90,63	60,42	107,63	71,75
2,0	120	85,98	42,99	99,11	49,56	117,99	59,00
2,5	150	91,96	36,78	106,12	42,45	126,55	50,62
3,0	180	96,78	32,26	111,77	37,26	133,47	44,49
6,0	360	117,16	19,53	135,65	22,61	162,66	27,11
12,0	720	140,67	11,72	163,20	13,60	196,35	16,36
16,0	960	151,20	9,45	175,54	10,97	211,43	13,21
20,0	1200	159,93	8,00	185,77	9,29	223,94	11,20
24,0	1440	166,50	6,94	193,47	8,06	233,35	9,72

MAPA DE ISOZONAS DO BRAZIL



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS												
ZONA	1 HORA / 24 HORAS DE CHUVA										6 min. 24 h.	CHUVA
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A	36.2	35.8	35.6	35.5	35.4	35.3	35.0	34.7	33.6	32.5	7.0	6.3
B	38.1	37.8	37.5	37.4	37.3	37.2	36.9	36.6	35.4	34.3	8.4	7.5
C	40.1	39.7	39.5	39.3	39.2	39.1	38.8	38.4	37.2	36.0	9.8	8.8
D	42.0	41.6	41.4	41.2	41.1	41.0	40.7	40.3	39.0	37.8	11.2	10.0
E	44.0	43.6	43.3	43.2	43.0	42.9	42.6	42.2	40.9	39.6	12.6	11.2
F	46.0	45.5	45.3	45.1	44.9	44.8	44.5	44.1	42.7	41.3	13.9	12.4
G	47.9	47.4	47.2	47.0	46.8	46.7	46.4	45.9	44.5	43.1	15.4	13.7
H	49.9	49.4	49.1	48.9	48.8	48.6	48.3	47.8	46.3	44.8	16.7	14.9

2.5. ESTUDO E PROJETO GEOTÉCNICO

Em conformidade com a Instrução de Serviço 07 / 98 DER, o Estudo Geotécnico foi elaborado a partir dos seguintes tópicos:

- Análise do estudo geológico;
- Inspeção geotécnica de campo;
- Investigações geotécnicas.

A estratigrafia da região é bem simples, a unidade dominante é a Formação Serra Geral, constituída por derrames de lava basáltica com intercalações de arenito e derrames de lava acida, a espessura total da sequência vulcânica na região é estimada entre 700,00 m e 800,00 m enquanto a espessura média dos derrames é estimada entre 30,00 m e 50,00 m.

Os depósitos recentes estão restritos às aluviões das planícies dos rios principais e depósitos de encosta.

A unidade litológica predominante no trecho é um basalto denso, de granulação fina e cor cinza e marrom, ocasionalmente ocorrem basaltos vesículo – amidaloidais.

Nos afloramentos a rocha apresenta-se pouco alterada, sem evidências de desagregabilidade, porém fraturada, com cerca de três a cinco fraturas por metro.

O capeamento de solo apresenta espessura variando desde cerca de 3,00 m nos trechos de relevo mais movimentado, até 5,00 a 8,00 m nos trechos de relevo ondulado.

- **Investigação geotécnica para projeto de terraplenagem:**

Sondagem do sub leito se deu com investigação visual para identificação de eventuais pontos de ocorrências de solos compressíveis, pontos de ocorrências de instabilidade de taludes e encostas e classificação dos materiais a serem escavados.

O subleito da rodovia existente apresenta predominância de solos dos grupos A-7-5 e A-7-6 segundos a classificação H.R.B., com os seguintes valores em média:

- **Granulometria**

% passando na peneira nº 10 = 88

% passando na peneira nº 40 = 82

% passando na peneira nº 200 = 74

IP - Índice de Plasticidade : 20%

Índice Suporte Califórnia Característico: 10%

Ao longo do trecho aparentemente não há ocorrências de solos moles, e a concentração de materiais de construção são limitados à rocha para produção de agregados e solo para execução de terraplenagem.

A classificação dos materiais para efeito de escavação foi realizada levando em consideração a visualização dos taludes e da plataforma da estrada existente, bem como os resultados das sondagens e do estudo geológico.

- **Investigação geotécnica para projeto de Pavimentação:**

A pedreira por já ter sido objeto de exploração, com sucesso em trechos rodoviários na região não foram objeto de investigações geotécnicas mais detalhadas.

- **Pedreira P1**

Pedreira comercial localizada no Município de Saltinho, nas proximidades da SC-160.

- **Pedreira Santa Rita (Zandavalli Britados).**

Localizada na rodovia SC-160, a uma distância de aproximadamente 3,0 km do município de Saltinho-SC.

Esta pedreira comercial explora o Basalto da Formação Serra Geral nas formas do chamado rachão, brita, pedrisco e pó de pedra.

A distância do PF da rodovia é de 3,3 km de estrada sem pavimentação e 1 km de estrada pavimentada.

3. SOLUÇÕES PROPOSTA

3.1. PROJETO GEOMÉTRICO

A extensão total projetada é de 3,37 km, enquadrando-se na classe municipal, adotando-se como velocidade de projeto 40 Km/h.

A velocidade admissível em estrada de duas pistas do grupo A de acordo com conhecimentos atuais deverá ser calculada pela equação: $V_{adm} = V_p + 20 \text{ Km/h}$.

O trecho possui seção transversal da plataforma composta de duas faixas de rolamento com 3,00 m de largura cada uma e faixas de segurança pavimentadas com 0,15 m de largura.

Devido ao ofuscamento à noite e devido ao perigo do cansaço, o comprimento máximo das tangentes, com inclinação longitudinal constante não deverá ultrapassar 20 vezes a velocidade de projeto adotada.

As inclinações longitudinais devem ser as menores possíveis, por motivos de segurança do tráfego, da redução de custos de operação e da qualidade do fluxo do trânsito.

A declividade transversal da pista de rolamento em tangente e das faixas de segurança é 2,5%, necessária para o escoamento das águas da pista de rolamento.

Nos segmentos em curva, quando necessário a largura da plataforma é acrescida de superlargura e a inclinação transversal varia em função do raio horizontal e da velocidade, sendo adotada como máxima 4%.

Ao se movimentar na curva as rodas traseiras de um veículo descrevem um raio menor do que as rodas dianteiras.

Haverá necessidade de um alargamento de pista em relação à largura em tangente, para o projeto será adotada uma superlargura conforme projeto.

Ao longo do trecho foram projetados refúgios para parada de ônibus e eventuais paradas de veículos, a relação dos locais onde estes refúgios serão implantados apresenta-se no Quadro A procurou-se localizá-los preferencialmente próximos de acessos a propriedades e aglomerados de residências, procurando também locais de fácil implantação.

Os refúgios foram projetados com 2,80 m de largura e 70,00 m de comprimento (Tipo 1), a serem executados em alargamento das faixas de segurança.

- **LOCALIZAÇÃO DOS REFÚGIOS**

Lado Esquerdo (Km)	Tipo
0 + 700m a 0 + 770m	1
1 + 750m a 1 + 820m	1
2 + 330m a 2 + 400m	1

Quanto aos acessos secundários à rodovia, estes terão tratamento de acordo com a classe de via secundária, o tipo e o volume de tráfego da mesma.

Nos acessos à localidades e no acesso a uma propriedade, serão adotados acesso TIPO I.

- **LOCALIZAÇÃO DE ACESSOS**

- **TIPO I**

Lado Esquerdo	Lado Direito
Km 3 + 237,50m	Km 1 + 510m
Est. 161 + 17,50m	Est. 75 + 10,00m

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO PROJETO GEOMÉTRICO

CARACTERÍSTICAS	TRECHO
Extensão	3.376,288 mts
Categoria da Rodovia	Municipal
Velocidade de Projeto	40 Km / h
Largura da Faixa de Rolamento	3,00 m
Largura da Banqueta Pavimentada	0,15 m
Plataforma de Terraplenagem	6,30 m
Inclinação Transversal da Pista	2,5 %
Inclinação Transversal Máxima	4,0 %

3.2. PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O objetivo do Projeto de Terraplanagem é a distribuição dos volumes a serem movimentados para a pavimentação da rodovia, com a indicação dos locais de deposição dos materiais escavados, incluindo os locais de bota fora.

Na concepção do projeto foram levados em consideração os seguintes itens:

- Minimização e otimização de movimento de terras;
- Distribuição de volumes de forma a racionalizar a fase de construção;
- No caso de aproveitamento da plataforma existente os alargamentos de corte e aterros deverão ser feitos para um só lado.

A plataforma de terraplanagem tem a largura definida em 6,30 m e para os segmentos com curva horizontal é acrescida de superlargura posicionada no bordo interno da curva.

As declividades transversais da pista de rolamento e faixas de segurança serão de 2,5%.

Os taludes adotados foram os seguintes:

Corte em solo ou em alteração de rocha	:	1 (V) : 1 (H)
Corte em rocha ou rocha alterada	:	4 (V) : 1 (H)
Valetões Laterais	:	1 (V) : 4 (H)
Aterros em solo	:	1 (V) : 1,5 (H)

Os volumes de cortes e aterros foram obtidos utilizando a metodologia da soma das áreas pela semidistância, e a classificação dos materiais foi feita por inspeção visual no campo.

A distribuição de volumes foi elaborada visando minimizar as distâncias de transporte, levando em consideração às características geotécnicas dos materiais e o emprego dos mesmos na construção de aterros, adotou-se um coeficiente de relação volume de corte / volume de aterro de 1,35 para materiais em solo, o qual absorve a variação de massa específica entre o solo no estado natural e o solo compactado e as perdas nas espessuras de limpeza, e de 1,0 para materiais rochosos.

Especial atenção deverá ser dada a origem dos materiais a serem utilizados nas camadas superiores de aterros, para que fique garantido o CBR mínimo adotado para o projeto de pavimentação da rodovia em questão.

Os materiais em excesso que foram destinados à bota – foras serão depositados em áreas que não prejudiquem o aspecto paisagístico e as normas de proteção ambiental.

- **Relação de Cortes em Rocha na Rodovia :**

Estaca	Volume (m ³)	Classificação
CR1 16 + 0m - 18 + 0m	98,65	100% Rocha
CR2 52 + 0m - 54 + 0m	4,81	100 % Rocha
CR3 62 + 0m - 67 + 0m	159,52	100 % Rocha
CR4 132 + 0m - 135 + 0m	147,00	100 % Rocha
CR5 147 + 0m - 150 + 0m	81,51	100 % Rocha

- **Relação de serviços de Limpeza na Rodovia:**

Km	Área
0 + 000m - 3 + 376,288m	A = 9.855,00 m ²

Em alguns trechos será removida uma faixa de 2 metros de largura e 1 metro de profundidade de material de subleito com reduzida capacidade de suporte, sendo feito reforço com material rochoso proveniente do corte em rocha no trecho especificado.

- **Relação de trechos de remoção de material e reposição em rocha na Rodovia :**

Estaca	Lado	Volume (m ³)
83 + 0m - 95 + 0m	LE	480,00
115 + 0m - 126 + 0m	LE	440,00
163 + 0m - 168 + 16,288m	LE	233,00

- **Resumo da Movimentação de Terras:**

SERVIÇOS	QUANTIDADES
Desmatamento e Limpeza do Terreno	9.855,00 m ²
Cortes	
Material classificado em 1 ^a e 2 ^a Categoria	6.553,75 m ³
Material classificado em 3 ^a Categoria	491,49 m ³
Aterros	
Em solo 100% PN	4.218,00 m ³

Os Bota Foras foram localizados em alargamentos dos aterros existentes melhorando as condições de segurança e atendendo as normas ambientais.

3.3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O pavimento foi dimensionado pelo Método de Pavimentos Flexíveis do DNIT, para um período de 10 anos.

Os parâmetros utilizados foram:

- Parâmetro de tráfego: $N < 10^6$
- Índice de Suporte Característico do Sub Leito - $ISCp = 10 \%$
- As camadas do pavimento serão constituídas com os seguintes materiais:

REVESTIMENTO : Betuminoso (CAUQ)

BASE : Macadame Seco e Brita Graduada

ALTERNATIVA DE PAVIMENTO:

Para a camada de revestimento adotou-se a espessura mínima de 0,05m.

- **Km 0 à Km 3 + 376,288m**

Na camada de Sub – Base e Base foi adotada uma camada de brita graduada com espessura de 10 cm e camada de macadame seco com espessura de 15 cm.

- **Km 0 à Km 3 + 376,288m**

As especificações para construção serão as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do SIE – SC.

Materiais utilizados na obra:

MATERIAIS	DISTÂNCIA DE TRANSPORTE
Areia de Porto União Rio Iguaçu	362, 000 km
Cimento Asfáltico de Petróleo Cap - 20	567, 000 km Araucária PR
Asfalto Diluido CM – 30	567, 000 km Araucária PR
Emulsão Asfáltica RR – 2C	557, 000 km Campo Largo PR

Ao final da execução da terraplenagem deverá ser realizado um controle do índice de suporte efetivamente alcançado nas camadas finais, garantindo o sub-leito ao longo da rodovia de acordo com o projeto previsto.

Indica-se também como forma de garantia da qualidade dos serviços a execução de controle através de VIGA BENKELMAN sobre a superfície acabada do sub-leito, na camada de macadame seco e no revestimento final.

Materiais Pétreos

Considerando-se que se trata de um trecho com extensão relativamente pequena, com somente 3+376,288 metros, é pouco viável economicamente a instalação de uma pedra especificamente para a construção do trecho.

Devido aos elevados custos de implantação e instalação, além da agressão ambiental que uma nova pedra provoca, procurou-se na região uma pedra comercial em operação que pudesse fornecer o material britado adequado a construção da rodovia.

Como sugestão de pedra pode-se utilizar a Pedreira Santa Rita (Zandavalli Britados), localizada na Rodovia SC-160, a uma distância de aproximadamente 3,0 km do município de Saltinho-SC.

Esta pedra comercial explora o Basalto da Formação Serra Geral. A distância até o trecho é de 1 Km de estrada pavimentada e 3,3 Km de estrada sem pavimentação.

3.4. PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES

Objetiva definir os dispositivos de coleta e condução das águas superficiais que precipitam sobre o corpo da estrada, bem como sobre taludes.

Para o trecho foram projetados os seguintes dispositivos:

- Bueiros circulares com dissipador de energia;
- Bueiro celular;
- Sarjetas triangulares de concreto TIPO I;
- Descidas d'água em aterro;
- Caixa coletora de sarjeta;
- Drenos longitudinais profundos TIPO 50x80;
- Drenos rasos transversais TIPO IX;
- Valeta de condução;
- Travessia sobre sarjeta;
- Valeta de coroamento – crista de corte.

A drenagem subterrânea ou profunda tem por finalidade remover as águas infiltradas no corpo da rodovia, bem como rebaixar o nível do lençol freático evitando que, por ascensão capilar, a água subterrânea afete a estabilidade do sub-leito, comprometendo o desempenho do pavimento.

Assim para a interceptação, coleta e remoção das águas subterrâneas foram projetados drenos longitudinais e transversais.

Foi adotada a solução de dreno longitudinal profundo nos locais indicados em projeto, com as dimensões de 0,50m de largura e 0,80m de profundidade.

Os drenos ficarão posicionados sob o bordo do pavimento, dispostos longitudinalmente e afastados do eixo 3,50m.

Nos pontos indicados em projeto foram utilizados os drenos rasos transversais de base do Tipo IX, com enchimento de pedra britada, tendo 0,40 m de altura e 0,50 m de largura.

- **Drenos Longitudinais Profundos:**

Trecho (Estaca)	Lado	Tipo	Comprimento
0 + 0 m - 4 + 0 m	LD	50x80	80,00 m
16 + 0 m - 27 + 0 m	LD	50x80	220,00 m

29 + 0 m - 38 + 0 m	LD	50x80	180,00 m
39 + 0 m - 54 + 0 m	LD	50x80	300,00 m
55 + 0 m - 63 + 0 m	LD	50x80	160,00 m
98 + 0 m - 103 + 0 m	LD/LE	50x80	200,00 m
131 + 0 m - 148 + 10 m	LE	50x80	350,00 m
155 + 0 m - 158 + 0 m	LE	50x80	60,00 m

- **Drenos Rasos Transversais de Base :**

Estaca	Tipo	Comprimento
68 + 0 m	IX	11,00 m
77 + 10 m	IX	9,00 m
158 + 0 m	IX	13,00 m

- **Valeta de Condução:**

Trecho (Estaca)	Lado	Comprimento
0 + 0 m - 4 + 0 m	LE	80,00 m
6 + 0 m - 10 + 0 m	LE	80,00 m
29 + 0 m - 34 + 0 m	LE	100,00 m
45 + 0 m - 49 + 0 m	LE	80,00 m
50 + 0 m - 54 + 0 m	LE	80,00 m
70 + 0 m - 76 + 0 m	LE	120,00 m
77 + 0 m - 80 + 10 m	LE	70,00 m
144 + 0 m - 148 + 10 m	LD	90,00 m
159 + 0 m - 162 + 0 m	LE	60,00 m

Para a coleta de águas superficiais e do pavimento foram projetados dispositivos de concreto, no caso de sarjetas com seção triangular do Tipo I.

Para coeficiente de escoamento superficial adotou-se o valor médio de $C = 0,90$.

Para a intensidade pluviométrica admitiu-se um tempo de concentração de 6 minutos e período de recorrência 10 anos, resultando $i = 17,60$ cm/h.

Para área de contribuição adotou-se:

Talude de corte:	2,50 m
Folga da Plataforma:	0,50 m
Faixa de segurança pavimentada:	0,15 m
Pista:	3,00 m
Total :	6,15 m

TIPO DE SARJETA	Área da Seção Plena	Perímetro Molhado	Raio Hidráulico
Triangular	0,0938 m ²	0,9126 m	0,1027 m

CAPACIDADE DE VAZÃO E COMPRIMENTO CRÍTICO DE SARJETAS

I	Q	D
(M/M)	(M ³ / S)	(M)
0,005	0,097	297
0,010	0,137	420
0,015	0,168	514
0,020	0,194	594
0,025	0,217	664
0,030	0,238	727
0,040	0,275	840
0,045	0,292	891
0,050	0,307	939
0,055	0,322	985
0,060	0,337	1029
0,065	0,350	1071
0,070	0,364	1111

- **Sarjetas Triangulares de Concreto :**

Trecho (Estaca)	Lado	Tipo	Comprimento
0 + 0 m - 4 + 0 m	LD	I	80,00 m
4 + 10 m - 15 + 15 m	LD	I	225,00 m
15 + 15 m - 27 + 10 m	LD	I	235,00 m
29 + 0 m - 38 + 0 m	LD	I	180,00 m
39 + 0 m - 49 + 0 m	LD	I	200,00 m
50 + 0 m - 54 + 0 m	LD	I	80,00 m
55 + 0 m - 63 + 10 m	LD	I	170,00 m
65 + 0 m - 75 + 0 m	LD	I	200,00 m

77 + 0 m - 84 + 0 m	LD	I	140,00 m
82 + 0 m - 94 + 0 m	LE	I	240,00 m
98 + 0 m - 103 + 0 m	LD/LE	I	200,00 m
104 + 0 m - 108 + 0 m	LE	I	80,00 m
109 + 0 m - 111 + 0 m	LE	I	40,00 m
113 + 0 m - 121 + 0 m	LE	I	160,00 m
122 + 0 m - 128 + 0 m	LE	I	120,00 m
131 + 0 m - 138 + 0 m	LE	I	140,00 m
138 + 0 m - 148 + 10 m	LE	I	210,00 m
150 + 0 m - 154 + 0 m	LE	I	80,00 m
155 + 0 m - 158 + 0 m	LE	I	60,00 m
164 + 0 m - 168 + 16,288 m	LD	I	96,288 m

Para o cálculo das capacidades das descidas d'água adotadas, usou-se uma fórmula empírica baseada em experiências de laboratório, embora existam outros métodos mais precisos, este se mostra satisfatório e está a favor da segurança:

$$Q = 2,07 \times L^{0,9} \times H^{1,6}$$

Q = descarga de projeto a ser conduzida pela descida d'água m³ / s

L = largura da descida d'água m

H = altura média das paredes laterais da descida d'água m

Aplicando as várias larguras de vertedouro (L) definida em função do dimensionamento da obra, podemos construir planilha contendo os valores da área de contribuição para seu Tipo de dispositivo.

Dispositivo	Obra	Largura do Vertedor (m)	Bacia de Contribuição (Km ²)
DDA - 2	BSTC 0,80	0,90	0,065
	BSTC 1,00	1,10	0,080

- **Descida D'água para Aterros :**

Estaca	Lado	Comprimento
--------	------	-------------

15 + 15 m	LE	4,00 m
54 + 4 m	LE	4,00 m
130 + 0 m	LD	4,00 m
138 + 0 m	LD	4,00 m
148 + 10 m	LD	4,00 m

No projeto foram previstos bueiros tubulares de diferentes seções transversais de acordo com as descargas das bacias hidrográficas, em meia encosta íngreme ou em seção mista de terraplenagem, projetar caixas coletoras à montante do bueiro e quando o terreno à jusante apresentar forte declividade prever enrocamento na saída para evitar erosões.

• **Obras de Arte Correntes – Bueiros (com dissipador de energia)**

Nº	Estaca	Tipo	Diâm. (m)	Esc. (°)	Decl. (%)	Compr.(m)		Cota Soleira		OBS
						Esq.	Dir.	Mont.	Jus.	
01	4 + 2 m	BSTC 0,40 m	0,40	0	2,0	5,00	5,00	790,60	790,40	Executar
02	15 + 15 m	BSTC 0,80 m	0,80	0	2,0	4,50	3,50	776,20	776,04	Executar
03	27 + 13 m	BSTC 0,40 m	0,40	30	2,0	5,00	5,00	742,00	741,80	Prolongar 3m lado dir.
04	28 + 0 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	2,2	4,00	5,00	739,90	739,70	Executar
05	34 + 10 m	BSTC 0,40 m	0,40	0	2,2	4,00	5,00	725,60	725,40	Executar
06	38 + 7 m	BSTC 0,80 m	0,80	0	2,2	5,00	4,00	715,20	715,00	Executar
07	49 + 3 m	BSTC 0,60 m	0,60	25	0,9	5,00	5,00	682,60	681,70	Prolongar 1m lado esq. / 1m lado dir.
08	54 + 4 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	3,3	5,00	4,00	666,40	666,10	Executar
09	63 + 13 m	BSTC 0,80 m	0,80	0	2,5	4,00	4,00	644,20	644,00	Executar
10	75 + 0 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	2,4	8,00	9,00	609,90	609,50	Executar
11	76 + 10 m	BSTC 1,00 m	1,00	0	11,0	5,00	5,00	606,60	605,50	Prolongar 1m lado dir.
12	81 + 10 m	BSTC 0,40 m	0,40	0	2,9	4,00	3,00	613,30	613,10	Existente - Manter
13	81 + 10 m	BSTC 0,80 m	0,80	0	2,0	5,00	5,00	612,20	612,00	Executar
14	95 + 4 m	BSTC 0,40 m	0,40	15	3,3	4,00	5,00	627,60	627,30	Prolongar 3m lado dir.
15	103 + 0 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	3,3	4,00	5,00	624,90	624,60	Executar
16	108 + 0 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	3,3	4,00	5,00	620,10	619,80	Executar (Substituir)
17	111 + 10 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	2,2	4,00	5,00	619,10	618,90	Executar

18	121 + 0 m	BSTC 0,80 m	0,80	0	2,5	4,00	4,00	606,40	606,20	Executar
19	128 + 10 m	BSTC 0,40 m	0,40	0	2,9	3,00	4,00	596,60	596,40	Existente - Manter
20	130 + 0 m	BSTC 0,40 m	0,40	20	2,7	5,00	6,00	594,00	593,70	Prolongar 7m lado dir.
21	138 + 0 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	2,5	4,00	4,00	576,40	576,20	Executar
22	148 + 10 m	BSTC 0,60 m	0,60	20	2,2	4,00	5,00	555,40	555,20	Executar
23	156 + 0 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	5,0	4,00	4,00	539,80	539,40	Existente - Manter
24	157 + 0 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	2,5	4,00	4,00	535,90	535,70	Executar
25	162 + 0 m	BSTC 0,60 m	0,60	0	2,9	4,00	3,00	534,70	534,50	Executar (Substituir)

BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO

• **Remoção de Bueiros**

Estaca	Tipo	Comprimento(m)	OBS
108 + 0 m	BSTC 0,40 m	9,00	JUNTO AO ACESSO LADO ESQ.
111 + 10 m	BSTC 0,40 m	7,00	JUNTO AO ACESSO LADO ESQ.
162 + 0 m	BSTC 0,40 m	7,00	JUNTO AO ACESSO LADO ESQ.

BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO

No projeto foram previstos pontos para transposição da rodovia pelos animais, tratando-se de bueiros tubulares, conforme detalhamento no projeto.

• **Passadores de animais**

Nº	Estaca	Tipo
01	28 + 5 m	BSTC 2,00 m (executar)
02	49 + 10 m	BSTC 2,00 m (executar)
03	77 + 0 m	BSTC 2,00 m (executar)
04	95 + 0 m	BSTC 2,00 m (executar)
05	112 + 10 m	BSTC 2,00 m (executar)
06	128 + 5 m	BSTC 2,00 m (executar)
07	154 + 0 m	BSTC 2,00 m (executar)

• **Obras de Arte Correntes – Galeria**

Nº	Estaca	Tipo	Dim. (m)	Esc. (°)	Decl. (%)	Compr.(m)		Cota Soleira		OBS
						Esq.	Dir.	Mont.	Jus.	
01	158 + 0 m	BTCC	2,00 x 2,00	12	2,5	7,00	13,00	528,50	528,00	Executar

BTCC - BUEIRO TRIPLO CELULAR DE CONCRETO

- Valeta de Coroamento - Crista de Corte:**

Trecho (Estaca)	Lado	Comprimento
0 + 0 m - 3 + 10 m	LD	70,00 m
5 + 0 m - 9 + 10 m	LD	90,00 m
18 + 0 m - 21 + 10 m	LD	70,00 m
22 + 0 m - 25 + 0 m	LD	60,00 m
26 + 10 m - 33 + 0 m	LD	130,00 m
39 + 0 m - 41 + 0 m	LD	40,00 m
43 + 0 m - 45 + 0 m	LD	40,00 m
49 + 0 m - 51 + 0 m	LD	40,00 m
55 + 0 m - 57 + 0 m	LD	40,00 m
58 + 0 m - 61 + 0 m	LD	60,00 m
136 + 0 m - 140 + 0 m	LE	80,00 m

- Caixas coletora de sarjeta**

Estaca	Lado	Altura (m)
15 + 15 m	LD	2,00
138 + 0 m	LE	2,00

- Travessia sobre sarjeta**

Estaca	Lado	Comprimento (m)
78 + 00 m	LD	18,00

3.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O projeto compreende os serviços de sinalização horizontal e vertical, calçadas e abrigo de passageiros.

Atenção especial foi dada na sinalização de travessia da comunidade onde se procurou limitar a velocidade e dar condições seguras para os pedestres.

A sinalização de regulamentação objetivou informar o usuário as limitações, proibições e restrições impostas pela concepção da via para o uso seguro dela.

Nos locais onde se julgou necessário chamar a atenção do usuário para uma situação potencialmente perigosa, em função das características da rodovia e da urbanização existente, prevista ou planejada, foi prevista a sinalização de advertência.

Objetivou a sinalização de indicação, que também engloba a indicação de serviços auxiliares e turísticos, orientar o usuário oferecendo as informações necessárias para que, a mesma possa definir direção e sentido a serem seguidos, de forma a chegar no destino desejado e também informar as distâncias a serem percorridas nos diversos segmentos do seu trajeto.

O projeto de sinalização contempla também a necessidade de implantação de outros dispositivos auxiliares e de grande importância à segurança, como tachinhas e tachões.

As tachinhas são dispositivos delineadores constituídos de superfícies refletoras, empregadas para a melhoria da visibilidade, e os tachões para orientar o trânsito na rodovia em locais de transposição proibidas.

No eixo serão usadas tachinhas amarelas bi – refletivas a cada 8,00 mts e branca bi refletivas nos bordos a cada 16,00 mts.

Os tachões serão usados no eixo da rodovia para delimitar as pistas, também para efeito de segurança na passagem urbana da rodovia e como restrições nos acessos ao longo da rodovia.

A sinalização horizontal deverá ser executada com tinta a base de resina acrílica na espessura de 0,6 mm com aplicação de microesfera de vidro.

No eixo tinta amarela e nos bordos tinta branca contínua.

São locais de implantação de abrigos de passageiros, os seguintes:

LOCAL	TIPO
Km 0 + 740m LE	Abrigo de Passageiros 2m x 3m
Km 1 + 780m LE	Abrigo de Passageiros 2m x 3m
Km 2 + 360m LE	Abrigo de Passageiros 2m x 3m

No contexto da execução das obras, o controle dos processos erosivos é fundamental para evitar focos de degradação e requer a adoção de cuidados operacionais, que procurem evitar ao máximo a sua ocorrência, particularmente em situações que envolvam os taludes de cortes e aterros. Para tanto será empregada hidrossemeadura para estabilização dos taludes.

- **Hidro-semeadura**

Km	Área
Distribuída pelo trecho todo do Km 0 + 00 a 3 + 376,288m LD/LE	8.440,00 m ²

- **Tachões**

Trecho	Local	Comprimento
Km 0 + 00 a 0 + 100m	Eixo	100 m
Km 1 + 380m a 1 + 480m	Eixo	100 m
Km 1 + 520m a 1 + 600m	Eixo	80 m
Km 3 + 100m a 3 + 220m	Eixo	120 m

- **Lombadas**

Estaca
92 + 0m (Km 1 + 840m)
118 + 0m (Km 2 + 360m)
167 + 0m (Km 3 + 340m)

- **Defensas**

Estaca	Lado	Comprimento
76 + 5m a 77 + 5m	LD	20 m
78 + 10m a 79 + 10m	LD	20 m
157 + 15m a 158 + 15m	LD/LE	40 m

4. MEIO AMBIENTE

4.1 USO ATUAL DO SOLO

Entre o Km 0 + 000 e o Km 3 + 376,288m o trecho apresenta um relevo que vai de ondulado a fortemente ondulado.

Nas áreas adjacentes a rodovia há a presença de pequenas propriedades agrícolas com pequenas culturas como, milho, soja e pastagem, além de atividade agropecuária.

As sedes das propriedades estão localizadas nas proximidades da rodovia, observando-se ainda alguns bosques de mata nativa nos locais mais acidentados.

4.2 ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Nos estudos realizados definiu-se que, sempre que possível, o leito da rodovia existente será aproveitado no projeto de implantação e pavimentação do segmento.

A coerência ambiental do empreendimento tem como objetivo principal à integração da rodovia ao ambiente a qual ela pertence.

Nesse projeto são especificadas e quantificadas as espécies a serem usadas nos serviços de proteção ambiental para proteção do corpo estradal e minimizar os impactos negativos que serão gerados na execução da obra.

No atendimento à proteção foi incluído um conjunto de programas ambientais que tem como objetivos básicos:

- O controle de processos erosivos;
- A proteção aos corpos hídricos;
- A segurança e o conforto dos usuários da rodovia;
- O controle da degradação e do uso do solo;
- A preservação da paisagem natural;

No contexto da execução das obras, o controle dos processos erosivos é fundamental para evitar focos de degradação e requer a adoção de cuidados, que procurem evitar a sua ocorrência em situações que envolvam:

- **Obras de terraplenagem**

Execução de aterros, cortes, valetas laterais e bota – fora.

Adoção para os taludes de cortes, aterros e valetas, de conformação geométrica compatível com os materiais e de proteção vegetal, aplicando-se hidrossemeadura para a proteção das superfícies expostas à ação de águas pluviais.

- **Obras de drenagem**

Dispositivos físicos de drenagem como bueiros, sarjetas, descidas d'água, valetas, com a finalidade de controlar o fluxo das águas pluviais superficiais.

Promover a proteção vegetal com a ajuda de Bambu – Vara de Pescar (*Phillostachys aurea*) próximas aos corpos hídricos, procurando evitar o assoreamento e a erosão do solo.

- **Obras de paisagismo**

Com a finalidade de oferecer aos usuários uma visão agradável da rodovia, procurando valorizar a vegetação existente e a paisagem natural em si.

Auxiliar na manutenção e no enriquecimento da cobertura vegetal ao longo da faixa de domínio.

A implantação deste programa é estruturada com base nos seguintes elementos básicos:

4.2.1. Modulo paisagístico, especificações das espécies vegetais e seus quantitativos

Projeto para os refúgios laterais para abrigo de passageiros com 70 metros de comprimento:

Nome Comum	Científico	Espaçamento	Quantidade
Manacá da Serra	<i>Tibouchina mutabilis</i>	7,00 m	06
Palmeira Imperial	<i>Areca olearacea jacq.</i>	6,00 m	04
Estrelítzia-Ave do paraíso	<i>Strelitzia reginae</i>	7,00 m	09
Bulbine	<i>Bulbine frutescens</i>	0,40 m	45
Gramma esmeralda		-	110m ²

- **Hidrossemeadura:**

Consiste no revestimento vegetal dos solos expostos resultantes das obras de implantação e pavimentação da rodovia pelo processo hidromecânico de uma massa pastosa composta por fertilizantes, sementes, camada protetora, adesivos e matéria orgânica.

- **Programa de Recuperação de Áreas Degradadas:**

Consiste em um conjunto de medidas destinadas ao licenciamento e reabilitação ambiental de áreas de apoio às obras, considerando-se os canteiros de obra, as jazidas e caixas de empréstimo e os caminhos de serviço, para obtenção de materiais de construção, e os bota foras de materiais em excesso, que deverão ter as condições originais alteradas.

Dentre as principais medidas recomendadas para a recuperação ambiental das áreas e sua proteção contra processos erosivos destacam-se o revestimento vegetal nos bota foras do projeto.

Como a rodovia tem sua implantação aproveitando a estrada existente e as instalações de britagem e asfalto serão comerciais devidamente adequadas o impacto ambiental em questão será bem reduzido.

- **Programa de Redução de Desconforto e Acidentes:**

A implementação das ações e atividades previstas estará a cargo da Construtora, inseridas no Plano de Execução das Obras a ser submetido à fiscalização da Prefeitura Municipal.

Procedimentos vinculados à sinalização que deverá atender às Normas, devendo o tráfego ser controlado por sinais de regulamentação, advertência e identificação.

- **Canteiros de Obras:**

Não obstante as instalações de Canteiros de Obras consistirem obras temporárias, o seu potencial de geração de alterações no ambiente, especialmente quanto a poluição das águas e do solo, torna necessária a adoção de medidas preventivas visando diminuir os efeitos causados.

5. RESUMO DAS QUANTIDADES

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALTINHO		
PROJETO DE MELHORAMENTO		
RODOVIA MUNICIPAL		
TRECHO DA SC-160 EM DIREÇÃO A SANTA TEREZINHA DO PROGRESSO		
EXTENSÃO DE 3,376 KM		
QUADRO DE QUANTITATIVOS		
DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANTIDADE
TERRAPLENAGEM		
Desmatamento e limpeza do terreno - condição 1	m ²	9.855,00
Escavação, carga e transporte de solos - DMT até 2 km	m ³	7.707,00
Escavação, carga e transporte de rocha - DMT até 2 km	m ³	492,00
Compactação de aterros a 100% Proctor Normal	m ³	4.218,00
Reforço do subleito com material de jazida	m ³	1.153,00
PAVIMENTAÇÃO		
Regularização do Sub Leito a 100% do Proctor Normal	m ²	22.617,00
Camada de Macadame Seco com pedra rachão e=15cm	m ³	3.291,00
Transporte de Macadame Seco (rachão), DMT até 30km(d=1,55t/m ³)	t.km	25.505,00
Camada de Brita Graduada e=10cm	m ³	2.195,00
Transporte de Brita Graduada, DMT até 30km (d=1,65t/m ³)	t.km	18.109,00
Imprimação com Asfalto Diluído CM-30	m ²	21.942,00
Pintura de Ligação com Emulsão Asfáltica RR-2C	m ²	21.942,00
Camada de Concreto Asfáltico a Quente - CAUQ	t	2.745,00
Transporte de Massa Asfáltica	t.km	82.350,00
DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES		
Escavação de valas p/drenagem profunda em mat. 1ª Cat.	m ³	564,00
Escavação de valas p/drenagem profunda em mat. 2ª Cat.	m ³	62,00
Sarjeta triangular de concreto tipo I	m	2.937,00
Valeta de condução	m	760,00
Valeta de coroamento - crista de corte	m	720,00
Travessia sobre sarjeta em acesso secundário	m	18,00
Dreno tipo IX – execução	m	33,00
Dreno tipo 0,50 m x 0,80 m com brita	m	1.550,00
Escavação mecânica de valas p/OAC em 1ª categoria	m ³	800,00
Escavação mecânica de valas p/OAC em 2ª categoria	m ³	90,00
Reaterro e apiloamento em camadas de 20 cm	m ³	520,00
Remoção de bueiro d=0,40m	m	23,00

Corpo de BSTC de D = 0,40m	m	32,00
Corpo de BSTC de D = 0,60m	m	96,00
Corpo de BSTC de D = 0,80m	m	43,00
Corpo de BSTC de D = 1,00m	m	1,00
Corpo de BSTC de D = 2,00m	m	70,00
Corpo de BTCC de 2,00m x 2,00m	m	20,00
Boca para BSTC de d= 0,40 m	ud	14,00
Boca para BSTC de d= 0,60 m	ud	24,00
Boca para BSTC de d= 0,80 m	ud	10,00
Boca para BSTC de d= 1,00 m	ud	2,00
Cabeceira para BTCC de 2,00m x 2,00m	ud	2,00
Dissipador de energia	ud	25,00
Caixa coletora p/ sarjeta diam. 0,60m e H = 2,00 m	ud	2,00
Descida d'água em aterros	m	20,00
SINALIZAÇÃO		
Pintura de Faixa Horizontal Branca refletiva - e=10cm	m ²	691,00
Pintura de Faixa Horizontal Amarela refletiva - e=12cm	m ²	405,00
Pintura de inscrições na pista - cor branca	m ²	39,00
Placas de Sinalização D = 0,80 m - totalmente refletiva	ud	13,00
Placas de Sinalização 0,80 x 0,80 m - totalmente refletiva	ud	21,00
Placas de Sinalização 1,00 x 2,00 m - totalmente refletiva	ud	6,00
Placas de Sinalização 0,50 x 2,00 m - totalmente refletiva	ud	1,00
Placas de Sinalização Octogonais L = 33 cm - totalmente refletiva	ud	2,00
Placa de parada de ônibus 0,60 x 1,00 m - totalmente refletiva	ud	3,00
Fornecimento e colocação de Tachinhas Bi Refletivas	ud	840,00
Fornecimento e colocação de Tachões Bi Refletivos	ud	67,00
OBRAS COMPLEMENTARES		
Abrigo para passageiros Tipo DETER	ud	3,00
Defensa metálica	m	80,00
Calçada em concreto - e=10cm - armado	m ²	37,12
Reaterro de calçada, canteiros e sarjetas	m ³	10,00
Cerca metálica de proteção para passagem de pedestres h=2,00m	m ²	45,00
MEIO AMBIENTE		
Hidrossemeadura	m ²	8.440,00
Enleivamento grama esmeralda	m ²	330,00
Fornecimento e plantio de mudas de Manacá da Serra	ud	18,00
Fornecimento e plantio de mudas de Palmeira Imperial	ud	12,00
Fornecimento e plantio de mudas de Estrelítzia-Ave do paraíso	ud	27,00
Fornecimento e plantio de mudas de Bulbine	ud	135,00

6. CRONOGRAMA FÍSICO

CÓDIGO	SERVIÇOS								
		30	60	90	120	150	180	210	240
1	MOBILIZAÇÃO								
	Instalação de Canteiro	=====							
	Instalação de Britagem	=====							
	Instalação de Usina	=====							
2	TERRAPLENAGEM	=====							
3	DRENAGEM		=====						
4	PAVIMENTAÇÃO			=====					
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES					=====			
6	SINALIZAÇÃO							=====	
7	MEIO AMBIENTE							=====	
RODOVIA : MUNICIPAL									
TRECHO : SC-160 EM DIREÇÃO A SANTA TEREZINHA DO PROGRESSO									

7. RELAÇÃO DO EQUIPAMENTO MÍNIMO

Em conformidade com os serviços a serem executados e com as quantidades previstas, foi estabelecida a relação do equipamento mínimo necessário para a execução da obra no prazo estabelecido no cronograma físico.

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICA	QUANTIDADE
Trator de Esteiras	180 HP	01
Escavadeira Hidráulica	99 HP	01
Carregadeira Frontal de Pneus	170 HP	01
Motoniveladora	127 HP	01
Rolo liso vibratório autopropelido	127 HP	01
Rolo pé de carneiro vibratório autopropelido	127 HP	01
Rolo compactador liso tandem	44 HP	01
Rolo de pneus autopropelido	127 HP	01
Vibroacabadora para Concreto Asfáltico	100 TH	01
Conjunto de Britagem	80 – 100 TH	01
Usina de Asfalto	60 – 80 TH	01
Usina de Solos	100 TH	01
Caminhão Pipa	127 HP	01
Caminhão Basculante	127 HP	04
Caminhão Carrocera	127 HP	01
Caminhão Espargidor	5.700 l	01
Vassoura Mecânica		01
Grade de Discos		01
Trator de Pneus	105 HP	01
Compressor de Ar	750 pcm	01
Betoneira	320 l	01
Laboratório de Solos, Betume e Concreto		01
Viga Benkelmann		01
Sonda Rotativa para corpos de prova de asfalto		01

ANEXOS

- 1.** Estaqueamento;
- 2.** Curvas Horizontais;
- 3.** PIH;
- 4.** PIV + Curvas;
- 5.** Nota de serviço Terraplenagem da Pista Simples - Seções Transversais;
- 6.** Poligonal;
- 7.** Poligonal 1;
- 8.** Volume.