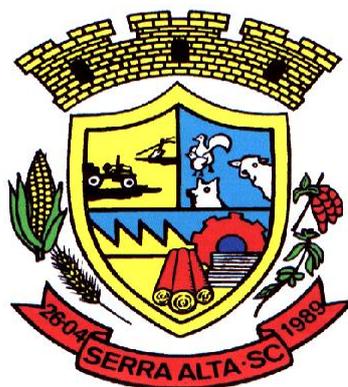


# ESTADO DE SANTA CATARINA



## MUNICÍPIO DE SERRA ALTA



**Projeto: Pavimentação Asfáltica  
Memorial descritivo**

**Local: Serra Alta – Rodovia EMSA-013  
Acesso à Linha Baesso**



## SUMÁRIO

<b>1.0 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.0 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.0 ESTUDOS REALIZADOS .....</b>	<b>4</b>
3.1. ESTUDO DE TRÁFEGO .....	4
3.1.1. <i>Tráfego futuro</i> .....	4
3.1.2. <i>Número "N"</i> .....	4
3.2. ESTUDO TOPOGRÁFICO .....	5
3.3. ESTUDO GEOLÓGICO .....	5
3.3.1. <i>Caracterização geológica da região</i> .....	5
3.3.2. <i>Caracterização geológica local</i> .....	6
3.3.3. <i>Fonte de materiais naturais para construção</i> .....	6
3.4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....	6
3.4.1. <i>Análise do estudo geotécnico</i> .....	6
<b>4.0 PROJETOS ELABORADOS .....</b>	<b>7</b>
4.1. PROJETO GEOMÉTRICO .....	7
4.2. PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	7
4.2.1. <i>Seção transversal tipo</i> .....	7
4.2.2. <i>Serviços de terraplenagem</i> .....	7
4.2.3. <i>Cortes</i> .....	7
4.2.4. <i>Aterros</i> .....	8
4.2.5. <i>Bota Fora</i> .....	8
4.2.6. <i>Determinação dos volumes</i> .....	8
4.2.7. <i>Distribuição dos volumes</i> .....	8
4.3. PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE .....	9
4.3.1. <i>Drenagem Superficial</i> .....	9
4.3.2. <i>Transposição de segmentos de sarjetas</i> .....	11
4.3.3. <i>Obras de Arte Correntes</i> .....	110
4.4. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	12
4.4.1. <i>Dimensionamento do pavimento flexível</i> .....	12
4.4.2. <i>Controle de qualidade</i> .....	15
4.4.3. <i>Especificações</i> .....	16
4.5. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES .....	16
4.5.1. <i>Sinalização viária</i> .....	16
4.5.2. <i>Sinalização vertical</i> .....	17
4.5.3. <i>Sinalização horizontal</i> .....	18
<b>ANEXOS .....</b>	<b>20</b>
<b>MEMÓRIA DE CÁLCULO .....</b>	<b>21</b>

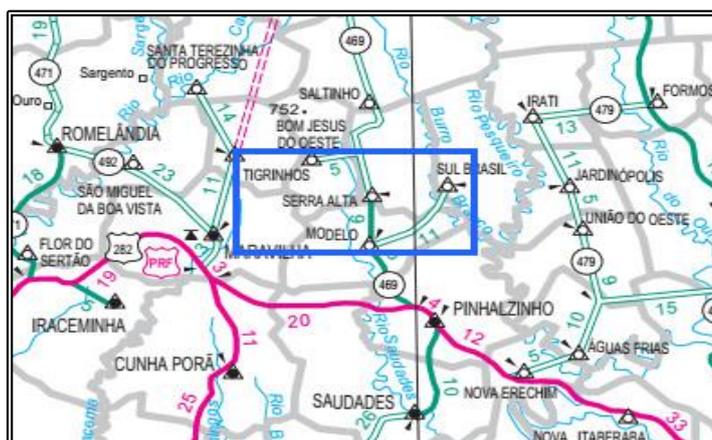
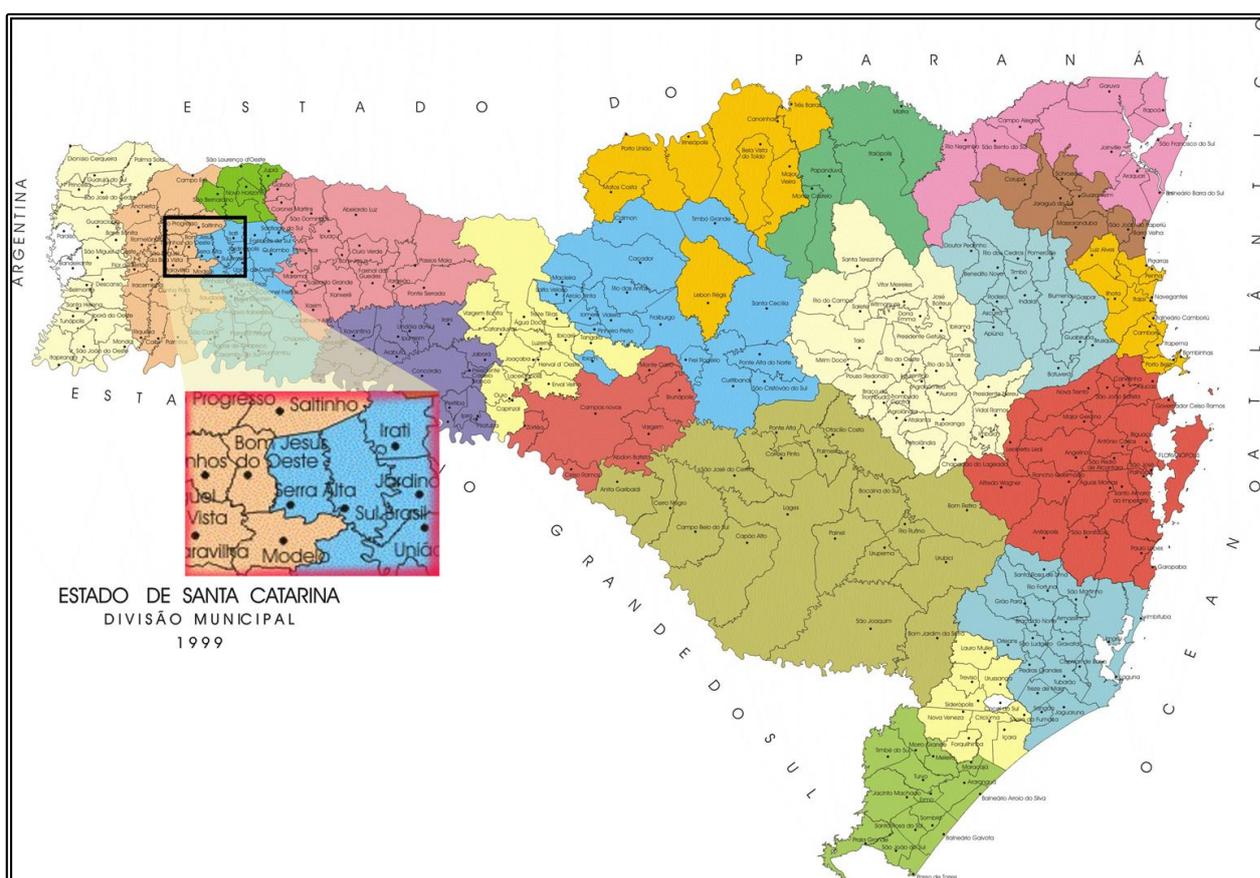
## 1.0 APRESENTAÇÃO

O presente projeto contém as metodologias e critérios utilizados na elaboração do projeto e informações gerais para a execução da obra de pavimentação asfáltica da Rodovia EMSA-013, rodovia municipal que dá acesso à comunidade da Linha Baesso.

O projeto tem início na lateral da SC-160, junto ao conjunto industrial na chegada ao município. A rodovia municipal é denominada de EMSA-013. Este trajeto é o início do acesso à comunidade da Linha Baesso.

Neste trecho será executada uma pavimentação asfáltica com CBUQ sobre uma base granular. A extensão deste trecho é de 1.021,10 m.

## 2.0 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO



### 3.0 ESTUDOS REALIZADOS

#### 3.1. ESTUDO DE TRÁFEGO

O Estudo de Tráfego foi desenvolvido com base nas informações repassadas pela prefeitura municipal de Serra Alta e teve por objetivo caracterizar o tráfego existente e previsto para o trecho, durante toda a vida útil do projeto, fornecendo os parâmetros e embasamentos a serem empregados no dimensionamento das soluções de geometria, pavimentação, sinalização e outros.

Para a estimativa do volume de tráfego atual e futuro no trecho, foram tomados valores para o número de eixos padrão que circularão no trecho com base em outros projetos no município e região.

##### 3.1.1. Tráfego futuro

###### 3.1.1.1. Taxa de crescimento

Para a escolha da taxa de crescimento adotou-se o critério do DNIT, que admite taxas máximas de 4,0% para projetos de rodovias planejadas que irão atender áreas de expansão agrícola.

As taxas de crescimento adotadas foram:

- Veículos de Passeio: 2,0%
- Ônibus: 3,00%
- Veículos de carga: 4,00%

##### 3.1.2. Número "N"

###### 3.1.2.1. Cálculo do "N"

A determinação do número "N" - Número de Repetições do Eixo Padrão de 8,2 t, foi feita com base na expressão:

$$N = \frac{365 \cdot Fr \cdot \sum(V_i F_{vi})}{F_p}$$

Onde:

Fr = Fator Climático Regional = 1 (sugerido pelo manual do DNIT);  
Fp = Fator de pista = 2 (rodovia de 1 pista com 2 faixas de tráfego);  
Vi = Número de veículos da categoria "i";  
Fvi = Fator de equivalência de veículo da categoria "i" .

Para os Fatores de Equivalência de Veículo (Fvi), foram adotados os valores preconizados pela Gerência de Pavimentos do DEINFRA/SC, a saber:

- |                          |        |
|--------------------------|--------|
| • Automóveis             | 0,000  |
| • Ônibus                 | 0,790  |
| • Caminhões Simples      | 1,149  |
| • Caminhões Duplo        | 4,767  |
| • Reboque e Semi-Reboque | 12,078 |

A tabela seguinte apresenta o cálculo do número "N" (USACE) para a rodovia do projeto, com base nos dados acima e na projeção do tráfego desde 2020, considerado o ano de

abertura da rodovia com o pavimento concluído, até 2029, ano final para a vida útil do pavimento do trecho em estudo.

<b>ANO</b>	<b>O</b>	<b>CS</b>	<b>CD</b>	<b>S+SR</b>	<b>N – no ano</b>	<b>N – acumulado</b>
2020	4	18	4	0	$7,75 \times 10^3$	$7,75 \times 10^3$
2021	4	19	4	0	$8,05 \times 10^3$	$1,58 \times 10^4$
2022	4	20	5	0	$8,32 \times 10^3$	$2,41 \times 10^4$
2023	5	21	5	0	$8,50 \times 10^3$	$3,26 \times 10^4$
2024	5	23	5	0	$8,99 \times 10^3$	$4,16 \times 10^4$
2025	5	24	6	0	$9,49 \times 10^3$	$5,11 \times 10^4$
2026	5	25	6	0	$1,00 \times 10^4$	$6,11 \times 10^4$
2027	5	27	6	0	$1,06 \times 10^4$	$7,17 \times 10^4$
2028	6	28	7	0	$1,12 \times 10^4$	$8,29 \times 10^4$
2029	6	30	7	0	$1,18 \times 10^4$	$9,47 \times 10^4$

Foi adotado o número “N” com o valor de  $9,5 \times 10^4$ .

### **3.2. ESTUDO TOPOGRÁFICO**

O estudo topográfico do trecho foi desenvolvido pela equipe de agrimensura da Amosc e abrangeu os seguintes serviços:

- Implantação de rede de marcos de coordenadas básicas;
- Elaboração de poligonais fechadas dos marcos;
- Nivelamento e contra-nivelamento dos marcos;
- Cadastro de propriedades e benfeitorias;
- Cadastro de cursos d'água e valas, cercas, muros, postes, meios fios, estrada existente, pontes, etc.;
- Levantamento de bueiros existentes e dispositivos de drenagem.

### **3.3. ESTUDO GEOLÓGICO**

Os estudos geológicos objetivam caracterizar o segmento sob o aspecto das ocorrências geológicas, identificar possíveis jazidas e pedreiras a serem utilizadas, além de fornecer subsídios para a elaboração dos projetos geométrico, de terraplenagem, drenagem, pavimentação e meio ambiente.

#### **3.3.1. Caracterização geológica da região**

O trecho em foco está localizado na Região Geográfica Meio Oeste do Estado de Santa Catarina, no Planalto Catarinense, desenvolvendo-se integralmente nos domínios da Formação Serra Geral.

A geologia do oeste de Santa Catarina é relativamente monótona, pois há uma nítida predominância das rochas constituintes da Formação Serra Geral. Esta formação se caracteriza por derrames basálticos com suas feições típicas, podendo apresentar ou não, no seu topo, rochas mais ácidas constituídas por riodacitos.

### **3.3.2. Caracterização geológica local**

O trecho inicia na lateral da SC-160 e desenvolve-se em região levemente ondulada. A elevação máxima de 645,00m ocorre na estaca 00+0,00m, e a menor elevação ocorre na estaca 51+1,10m, no final do trecho, com a cota de 584,65m.

A espessura de solo é pequena, variando de 0,50m a 2,00m, predominando o tipo argilo-siltoso ou argilo-arenoso, residual de rochas basálticas.

Na estrada existente os cortes são em sua maioria em seção mista, apresentam taludes em solo com alturas variáveis. Não há ocorrências de instabilidades de taludes ou encostas e nem problemas de fundações de aterros.

### **3.3.3. Fonte de materiais naturais para construção**

Na região do empreendimento existe local de materiais naturais com condições geotécnicas de emprego em construção e pavimentação rodoviária. A empresa executora poderá buscar também em outras regiões os materiais para os serviços da pavimentação da rodovia.

## **3.4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

Os estudos geotécnicos objetivam a identificação, a determinação das características físico-mecânicas e a classificação dos materiais constituintes dos cortes e outras ocorrências de materiais destinados aos serviços de terraplenagem e pavimentação, fornecendo ainda informações sobre a presença e altura do lençol freático, com vistas ao dimensionamento do pavimento e dispositivos de drenagem profunda.

### **3.4.1. Análise do estudo geotécnico**

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

A espessura de solo é pequena, variando de 0,50 a 2,00 m, apresentando pedregulhos, matacões e blocos em seu meio.

A região onde se desenvolve o trecho situa-se na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, no compartimento denominado Planalto Catarinense, modelado sobre rochas vulcânicas

A análise da observação do local permitiram concluir que predominam os solos argilo siltosos, com CBR adotado para o projeto com valor de 9,0%.

## **4.0 PROJETOS ELABORADOS**

Os serviços iniciais, corpos de bueiros simples em tubos de concreto, escavações e terraplenagens serão executadas e ou contratadas pelo Município estando estas etapas concluídas anteriormente aos serviços a serem executados pelo convênio junto ao MDR – Ministério de Desenvolvimento Regional. No presente memorial contam todas as etapas de projeto independentemente da origem dos recursos. A placa de obra será executada pelo município quando do início das obras relativas aos serviços com recursos oriundos do MDR.

### **4.1. PROJETO GEOMÉTRICO**

A rodovia projetada tem seu início junto à lateral da SC-160, chegando no município de Serra Alta, desenvolvendo-se para o leste.

O projeto geométrico da rodovia tem a extensão total de 1.021,10 metros, desenvolvendo-se do km 0 = 0 PP até o km 1 + 21,10m.

### **4.2. PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

O objetivo do projeto de terraplenagem é a distribuição dos volumes a serem movimentados para a implantação da rodovia, com a indicação dos locais de deposição dos materiais escavados, incluindo os locais de bota fora. Onde os principais tópicos a serem considerados na concepção do projeto foram a minimização e otimização de movimentos de terras, em consonância com a distribuição de volumes de forma a racionalizar a fase de construção e de se obter a camada final composta por material com índice de suporte compatível com o projeto de pavimentação.

#### **4.2.1. Seção transversal tipo**

No projeto desta rodovia, a plataforma foi contemplada com uma largura de 6,20 m, assim distribuída:

- Duas faixas de rolamento com 2,75 m cada;
- Folga de 0,35m para cada lado.

A declividade transversal, da pista de rolamento, em reta é de 2,00% e em curva a superelevação máxima será de 6,00%.

Os taludes adotados foram os seguintes:

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

#### **4.2.2. Serviços de terraplenagem**

Está prevista a execução de aterros em solos, em rocha e aterros mistos, os quais deverão atender a Especificação DEINFRA-SC-ES-T-05/92 - Aterros. As escavações de cortes deverão, por sua vez, atender a Especificação DEINFRA-SC-ES-T-03/92 - Cortes.

#### **4.2.3. Cortes**

Nos segmentos em cortes, classificados em 1a. categoria, com baixa capacidade de suporte, serão executados rebaixos de 0,60 m e preenchidos com material selecionado que

atenda o CBR de projeto.

Nos segmentos em cortes, classificados em 3a. categoria, serão executados rebaixos de 0,30 m os quais serão preenchidos com material selecionado do próprio corte.

#### **4.2.4. Aterros**

Nos aterros com pequena altura, assente sobre a rodovia existente, deverá ser executada a escarificação do subleito na profundidade de 0,15 m.

Nos alargamentos de aterros existentes, ou aterros em meia encosta, deverão ser executados denteamentos (escalonamentos) objetivando a consolidação adequada do novo aterro com o já executado.

Os aterros em rocha serão construídos em camadas sucessivas, com espessura máxima de 0,70 m, com pedra de diâmetro máximo igual a 0,60 m. Os 0,90 m finais deverão ser executados em camadas de no máximo 0,30 m de espessura, com pedras de diâmetro inferior a 0,20 m.

As camadas finais dos aterros deverão ser feitas com material dos cortes que atendam o CBR de projeto.

#### **4.2.5. Bota Fora**

Os materiais em excesso que foram destinados a bota-foras serão depositados em áreas que não prejudiquem o aspecto paisagístico e as normas de proteção ambiental. Poderão, também, serem utilizados para conformar ou revestir os acessos a distritos e a propriedades, caso tenham com diâmetro inferior a 20 cm.

#### **4.2.6. Determinação dos volumes**

Os volumes de cortes e aterros foram elaborados com elementos do projeto geométrico, através de programas computacionais, utilizando a metodologia da soma das áreas pela semi-distância.

#### **4.2.7. Distribuição dos volumes**

A distribuição dos volumes foi elaborada visando à minimização das distâncias de transporte, levando em consideração as características geotécnicas dos materiais e o emprego dos mesmos na construção dos aterros.

Foi adotado um coeficiente de relação volume de corte / volume de aterro de 1,30 para materiais de primeira e de segunda categoria. Este coeficiente absorve a variação de massa específica entre o solo no estado natural e o solo compactado e é conhecido por empolamento.

Especial atenção deverá ser dada à origem dos materiais a serem utilizados nas camadas superiores dos aterros, para que fique garantido o CBR mínimo adotado para o projeto do pavimento.

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

O projeto de drenagem visa a definição dos dispositivos de coleta e condução das águas superficiais e subterrâneas, para resguardar o corpo estrada da ação das mesmas.

#### 4.3.1. Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo captar e interceptar as águas que precipitam sobre o corpo estradal, taludes e áreas que a eles convergem, conduzindo-as para locais de deságue seguro, sem causar erosão nas áreas vizinhas ou comprometer a estabilidade do maciço.

As vazões de contribuição foram determinadas através do método racional, adotando-se os parâmetros a seguir:

- asfalto e concreto: C = 0,90
- talude gramado: C = 0,70
- área entre offset e valeta de coroamento: C = 0,50
- período de recorrência para bueiros tubulares: 25 anos
- período de recorrência para bueiros celulares: 25 anos
- período de recorrência para demais dispositivos: 10 anos
- tempo de concentração: 6 minutos
- intensidade de precipitação para Tr = 10 anos: 161,80 mm/h.

Na determinação da capacidade de vazão utilizou-se a fórmula de Manning, aliada à equação da continuidade.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{i_L}$$

onde:

- V = velocidade, em m/s;
- n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;
- R = raio hidráulico, em m;
- $i_L$  = declividade longitudinal, em m/m;

$$Q = V \times A$$

onde:

- Q = vazão afluente, em m<sup>3</sup>/s;
- V = velocidade, em m/s;
- A = área da seção molhada, em m<sup>2</sup>.

Adotou-se, para o presente projeto, coeficiente de rugosidade n = 0,014, tanto para superfícies revestidas em concreto quanto asfaltadas.

#### **4.3.1.1. Valeta de Proteção**

As valetas de proteção têm por objetivo proteger os taludes de corte e de aterro da ação das águas que a eles convergem.

Foi adotada a seção transversal trapezoidal do Álbum de Projetos Tipo de Drenagem do DEINFRA, revestida com grama em leiva para ambas as valetas.

Os dispositivos escolhidos recebem, no Álbum de Projetos de Drenagem do DEINFRA/SC, a denominação VPC (corte), VPA (aterro), com seção trapezoidal, taludes 1 (H) : 1 (V), largura da base 0,40 m e altura de 0,40m.

##### **a) Corte**

As valetas de proteção de corte têm a função de interceptar e conduzir as águas que demandam aos taludes de corte para locais adequados, tais como talvegues, valas ou bueiros. Esses dispositivos são posicionados a uma distância mínima de 3,00 m do offset.

Quando houver necessidade de declividades mais suaves, para evitar erosão na valeta, esta será progressivamente afastada da crista do corte.

##### **b) Aterro**

As valetas de proteção de pé de aterro têm a função de proteger o talude de aterro da erosão. São recomendadas quando a declividade transversal do terreno natural está voltada em direção ao talude. São posicionadas a 1,00 m do offset, de forma a coletar e conduzir as águas para locais que não tragam prejuízo aos taludes.

#### **4.3.1.2. Sarjetas**

As sarjetas foram projetadas ao longo dos cortes para drenar as águas precipitadas sobre a plataforma e taludes de corte. Sua seção é triangular e seu revestimento em concreto.

Foi adotada para a sarjeta em concreto, a seção triangular para corte em solo Tipo – I e Tipo – II, do álbum de Projetos Tipo de Drenagem do DEINFRA.

#### **4.3.1.3. Dimensionamento de valetas e sarjetas**

O dimensionamento hidráulico das valetas, sarjetas e meios-fios foi elaborado com o emprego da fórmula de Manning, associada à Equação da Continuidade. Consiste em determinar a extensão máxima admissível sem que ocorra o transbordamento, ou seja, o comprimento crítico.

Assim, para extensões maiores que o limite admissível deve ser implantada uma saída ou um dispositivo de captação para esgotamento das valetas, sarjetas e meios-fios.

Com base nas características físicas das seções das valetas, sarjetas e meios-fios e considerando uma largura de contribuição, calculou-se a capacidade (vazão máxima de escoamento), a velocidade e comprimento crítico para várias inclinações longitudinais.

Para tanto, foi adotado o coeficiente de Manning para revestimento de concreto,  $n=0,015$ . A velocidade limite para o escoamento em dispositivos com revestimento em concreto é 4,0 m/s.

As fórmulas empregadas no cálculo da vazão máxima, da velocidade e comprimento crítico dos das valetas, sarjetas e meios-fios são apresentadas a seguir. Para o cálculo do comprimento crítico, usou-se a fórmula do Método Racional, onde "d" é o comprimento

crítico e L a largura máxima da área de contribuição. Adotou-se, também, o coeficiente de escoamento superficial da área de contribuição como sendo  $c=0,90$ .

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$
$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$
$$d = 36 \times 10^4 \times \frac{Q}{c \times i \times L}, \text{ onde:}$$

- Q = vazão máxima admissível (m<sup>3</sup>/s);
- A = área molhada (m<sup>2</sup>);
- R = raio hidráulico (m);
- I = declividade longitudinal (m/m);
- n = coeficiente de rugosidade;
- V = velocidade de escoamento (m/s);
- d = comprimento crítico (m);
- c = coeficiente de escoamento da área de contribuição;
- i = intensidade pluviométrica (cm/h); e
- L = largura máxima da área de contribuição (m).

Admitiu-se um tempo de concentração de 6 minutos e período de recorrência de 10 anos, resultando, assim, uma intensidade pluviométrica de  $i=16,18$  cm/h.

#### 4.3.2. Transposição de segmentos de sarjetas

Nos locais onde existem acessos secundários que coincidam com segmentos das sarjetas foram projetadas as transposições.

As transposições serão executadas com tubos de 0,30 m de diâmetro, envelopado com concreto  $f_{ck} > 11,0$  MPa.

#### 4.3.3. Obras de Arte Correntes

Os bueiros têm por objetivo permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural ou por quaisquer dispositivos de drenagem, de um lado para o outro do corpo estradai.

Deste modo, o sistema de drenagem aqui proposto consiste na condução das águas providas de talvegues, sarjetas e valetas até as caixas coletoras ou bocas, onde serão captadas e conduzidas, através de bueiros para deságue em local apropriado.

Foram projetados, também, bueiros de greide ao longo do trecho. Sua função é a de captar as águas provenientes dos dispositivos de drenagem superficiais e profundos, conduzindo estas águas para locais apropriados.

No projeto foram previstos bueiros tubulares e/ou celulares com dimensões variadas sendo estas, de acordo com as descargas das bacias hidrográficas calculadas nas

planilhas de dimensionamento hidrológico.

O dimensionamento hidráulico para a verificação da capacidade das obras existentes foi feito com o emprego da fórmula de Manning, aliada à equação da continuidade:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{i_L}$$

$$Q = V \times A$$

onde:

- V = velocidade, em m/s;
- Q = vazão afluente, em m<sup>3</sup>/s;
- n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;
- R = raio hidráulico, em m;
- $i_L$  = declividade longitudinal, em m/m;
- A = área da seção molhada, em m<sup>2</sup>.

Adotou-se coeficiente de rugosidade  $n = 0,017$ , para considerar o aumento da rugosidade com o passar dos anos e lâmina de no máximo 70% da altura da seção de vazão.

O dimensionamento geométrico foi feito com base no levantamento topográfico das seções transversais no local de cada uma das obras.

#### 4.4. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de pavimentação teve por objetivo a definição da seção transversal do pavimento, bem como o estabelecimento do tipo do pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes e especificando valores mínimos e/ou máximos das características físicas e mecânicas desses materiais.

##### 4.4.1. Dimensionamento do pavimento flexível

O dimensionamento do pavimento foi elaborado pelo Método da Resiliência Tecnapav - Revisão 1994, proposta pelos Engenheiros Salomão Pinto e Ernesto Preussler.

Os parâmetros adotados no dimensionamento dos pavimentos são os seguintes:

**Número N:** os parâmetros de tráfego "N" (número de operações equivalentes do eixo padrão de 8,2 tf) foram fornecidos pelo estudo de tráfego, onde para o 10º ano de vida da rodovia tem-se:

$$\text{Número N} = 9,5 \times 10^4$$

**Resistência do subleito:** foi adotado para a resistência do subleito ao longo de todo o trecho o valor de CBR = 9,0 %:

**Altura total do pavimento:** Calculado pela expressão abaixo

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$

Dados:  $N = 9,5 \times 10^4$   
 $CBR = 9,0 \%$   
 $H_t = 37,00 \text{ cm}$  (calculado = 36,27 cm)

**Deflexão de projeto:** Utilizando-se a expressão abaixo para a deflexão admissível

$$\log \bar{D} = 3,148 - 0,188 \log N \quad D_p \leq \bar{D}$$

Dados:  $N = 9,5 \times 10^4$   
 $D_{adm} = 163,0 \times 10^{-2} \text{ mm}$   
 $D_p = 150 \times 10^{-2} \text{ mm}$

**Espessura mínima da camada betuminosa:** Sendo o material do subleito do tipo III

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_p} + 0,972 \times I_1 + 4,101 \times I_2$$

<i>Constantes relativas à Resiliência do Solo</i>		
<b>Tipo de Subleito</b>	$I_1$	$I_2$
I	0	0
II	1	0
III	0	1

Dados:  $D_p = 150 \times 10^{-2} \text{ mm}$   
 $I_1 = 0$   
 $I_2 = 1$   
 $H_{cb} = 5,0 \text{ cm}$  (valor adotado para o projeto) (calculado 3,75 cm)

**Coefficiente estrutural do revestimento betuminoso:**

<i>Coefficiente Estrutural para Camadas Betuminosas</i>					
<b>Tipo de Subleito</b>	<b>10<sup>4</sup></b>	<b>10<sup>5</sup></b>	<b>N 10<sup>6</sup></b>	<b>10<sup>7</sup></b>	<b>10<sup>8</sup></b>
<b>I</b>	4,0	4,0	3,4	2,8	2,8
<b>II</b>	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8
<b>III</b>	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Sendo: Subleito do tipo III  
 N = 9,5 x 10<sup>4</sup>  
 Ve = 2,0

**Altura da camada granular:**

$$H_{CB} \times V_E + H_{CG} = H_t \therefore H_{CG} \leq 35\text{cm}$$

Sendo: Hcb = 5,0 cm  
 Ve = 2,0  
 Ht = 37,0 cm  
 Hcg = 27,0 cm

Aplicando os parâmetros e as características dos materiais no método de projeto adotado, considerando as probabilidades do subleito ser do Tipo III, adotaram-se as espessuras das camadas constituintes do pavimento constantes no quadro abaixo.

<b>TIPO DE SOLO</b>	<b>Dp (10<sup>-2</sup> mm)</b>	<b>CBRp (%)</b>	<b>Ht (cm)</b>	<b>Hcb (cm)</b>	<b>Ve</b>	<b>Hcg (cm)</b>
<b>III</b>	<b>150</b>	<b>9,0</b>	<b>37</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>27</b>

Sendo:

Dp = Deflexão de projeto, 10<sup>-2</sup> mm  
 CBRp = Índice suporte Califórnia de projeto, %  
 Ht = Espessura total da camada, cm  
 Hcb = Espessura mínima da camada betuminosa, cm  
 Ve = Valor estrutural da camada betuminosa, cm  
 Hcg = Espessura da camada granular, cm

Considerando o dimensionamento acima, adotou-se a seguinte estrutura

- **Revestimento:** Concreto Asfáltico – 5,0 cm
- **Travamento:** Brita graduada – 10,0 cm
- **Base:** Camada de pedra rachão – 22,0 cm

#### **4.4.2. Controle de qualidade**

Após a execução da camada final de terraplenagem deverá ser realizado um controle para a aferição do índice de suporte efetivamente alcançado, de forma a garantir que o índice de Suporte de Projeto do pavimento foi alcançado ao longo do subleito da rodovia.

De posse dos dados de acompanhamento dos valores de índice de suporte efetivamente alcançados ao final da implantação da terraplenagem, deverá ser procedida uma reavaliação no dimensionamento do pavimento, com base nos mesmos procedimentos utilizados neste projeto. Se houver mudança significativa, o dimensionamento do pavimento deverá ser adequado para se ajustar ao novo valor do índice de Suporte de Projeto.

Indica-se, também, como forma de garantia da qualidade dos serviços, a execução de controle deflectométrico com viga Benkelman sobre a superfície acabada.

A deflexão de projeto na camada de revestimento é de  $90 \times 10^{-2}$  mm.

#### **4.4.3. Critérios de medição**

Os serviços serão medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

- a) O concreto asfáltico será medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista.
- b) O transporte do concreto asfáltico efetivamente aplicado será medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço;
- c) Nenhuma medição será processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

#### **4.4.4. Fiscalização do pavimento asfáltico**

Todos os materiais utilizados na fabricação de Concreto Asfáltico (Insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer às especificações em vigor, sendo eles o cimento asfáltico de petróleo - CAP e os agregados (DNIT 031/2006 – ES).

De acordo com o DNIT um dos ensaios deve ser o de controle da quantidade de ligante na mistura. Devem ser efetuadas extrações de asfalto a cada 700 m<sup>2</sup> de pista, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053). A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância máxima de  $\pm 0,3\%$ .

Também deverá ser feito o ensaio de controle das características da mistura. Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNER-ME043). Os resultados obtidos deverão ser comparados com os parâmetros especificados em projeto.

O controle do grau de compactação - GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura. Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto da mistura.

Ensaio de Granulometria conforme DNER-ME 083). A curva granulométrica deve manter-se

contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.

Também deverá ser verificada a espessura da camada e para isso deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos; antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de  $\pm 5\%$  em relação às espessuras de projeto. Pare este ensaio deverão ser coletados no mínimo de 6 pontos.

Após a execução de todos os ensaios descritos acima a empresa executora deverá realizar o laudo técnico. O laudo técnico deverá ser realizado por empresa idônea e deverá ser acompanhado de ART do profissional responsável pelo serviço.

#### **4.4.5. Especificações**

As especificações para construção serão as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DEINFRA-SC (DER-SC) e Especificações Complementares (EC), constantes abaixo.

- DER-SC-ES-P- 01/92 - Regularização do Subleito;
- DER-SC-ES-P- 02/92 - Camadas Estabilizadas Granulometricamente;
- DER-SC-ES-P- 03/92 - Camada de Macadame Seco;
- DER-SC-ES-P- 04/92 - Pinturas Asfálticas;
- DER-SC-ES-P- 05/92 - Camadas de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente.

#### **4.5. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

O Projeto de Obras Complementares compreende a implantação de toda sinalização viária, tanto provisória quanto definitiva, os equipamentos como abrigos para passageiros nos refúgios das paradas de ônibus, além das interferências e remanejamento das redes de serviços públicos, como relocação de postes, redes de água, telefonia, etc., caso seja necessário.

##### **4.5.1. Sinalização viária**

O projeto de sinalização foi elaborado atendendo as seguintes diretrizes e disposições:

- DIRETRIZES DE MARCAÇÃO DE ESTRADAS Partes 1 e 2 - 1999, do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina - DEINFRA;
- CÓDIGO NACIONAL DE TRÂNSITO, Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997;
- MANUAL DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA - 1999 do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER, atual DNIT;
- MANUAL DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS E EMERGÊNCIAS - 1996, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER, atual DNIT;
- Especificação de Serviço ES-OC-03/92 - - 1999, do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina - DER/SC, atual DEINFRA.

A sinalização da rodovia consiste num sistema que objetiva principalmente, em favor da segurança dos usuários, despertar e estimular a acuidade sensorial, aumentando principalmente, a capacidade visual do usuário, com o fim de captar a tempo de discernir, os elementos que compõem as situações de cada instante durante o uso da rodovia.

A sinalização compreende basicamente a sinalização rodoviária definitiva e a sinalização de obras no trecho rural, e a sinalização viária no segmento urbano quando existir.

A sinalização de obras se faz necessária em função dos desvios e interrupções de meia pista, além de sinalização provisória para que no transcorrer da obra as partes prontas

sejam sinalizadas.

Os elementos que fazem parte desta sinalização são representados, quer pelo balizamento da pista em toda sua extensão através da sinalização horizontal, quer pelos indicadores dos pontos fundamentais de mudança de direção, de obstáculos ou de outros riscos que estejam expostos os usuários e veículos, quer pelos indicadores de opções ou de restrições obrigatórias, quer ainda pela sinalização vertical.

#### **4.5.2. Sinalização vertical**

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

As placas deverão ser confeccionadas em chapas metálicas preta laminada a frio, recozimento azul, dureza T-415 com laminados de envergamento SMG bitola 18, em rolo ou em chapa, pintadas com primers.

A pintura das placas deverá ser feita com tinta à base de poliuretano para metais, nas cores indicadas. Finalmente, serão aplicadas películas refletivas de alta intensidade para formação de módulos, números, símbolos e letras que cada tipo exige.

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

Na rodovia projetada o afastamento mínimo recomendado é de 2,00 m entre borda da pista de rolamento e a borda lateral da placa, medidos horizontalmente. As placas devem ser fixadas numa altura igual a 1,20 m entre o nível da pista e a borda inferior da placa.

A fixação das placas de sinalização no trecho rural, através de moldura de madeira de dimensões 1/2"x2", em cruz para as placas redondas e quadradas, se fará em postes de madeira de lei de seção quadrada de 3"x3" (com cantos biselados). Estes postes deverão ter comprimento suficiente que permita enterrar 0,75 metros no solo para sua fixação.

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

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

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

#### ***Sinalização de regulamentação***

São destinadas à regulamentação do tráfego, impondo limitações, restrições e proibições. O não cumprimento das mesmas constitui em infrações, puníveis de acordo com o Código Nacional de Trânsito.

A velocidade máxima permitida definida em função do tipo da via e condições geométricas é de 40 km/h.

As placas de regulamentação a serem implantadas de forma circular deverão ter diâmetro de 0,75 m, as de forma triangular lado igual a 0,70 metros. Por vezes a placa de regulamentação pode ser conjugada com uma placa de advertência com texto de tamanho

2,50 x 1,00 m tendo, neste caso, seu diâmetro reduzido para 0,60 metros. As placas octogonais a serem implantadas nas vias que dão acesso à rodovia deverão ter lado igual a 0,35 metros.

### ***Sinalização de advertência***

As placas de advertência têm por finalidade alertar ao usuário para situações de perigo em potencial existentes na rodovia ou nas suas vizinhanças.

As placas deverão ser quadradas de 0,60 x 0,60 metros. Quando compostas deverão ser de 2,50 x 1,00 metros, sendo que o sinal de advertência, neste caso, deverá ser de 0,55 x 0,55 metros.

### ***Sinalização de indicação***

As placas indicativas têm por finalidade identificar as rodovias e de subministrarem aos usuários informações úteis para o desenvolvimento da viagem, indicando, também os serviços auxiliares como postos de abastecimento, pontos de ônibus e áreas de estacionamento e turística.

As placas serão retangulares 0,60 x 1,00 m, 2,00 x 1,00 m, 2,00 x 0,50 m.

### ***Sinalização educativa***

A sinalização educativa serve para instruir o usuário quanto ao seu comportamento e conduta no trânsito ao longo da rodovia. O formato deste tipo de placa é retangular, 2,00 x 1,00 m.

#### **4.5.3. Sinalização horizontal**

A sinalização horizontal se compõe basicamente da pintura de linhas (faixas) de demarcação, sinais, símbolos, palavras e legendas aplicadas diretamente, mediante pintura sobre o pavimento, e elementos separadores de tráfego como tachas refletivas, se necessário.

#### ***Pintura sobre o pavimento***

A marcação das faixas de tráfego visa regulamentar a circulação, advertir o usuário e ordenar os fluxos de tráfego, através de delimitação das mesmas, separando sentidos opostos, demarcando limites extremos e regulamentando manobras de mudança de faixa de tráfego. Além de realçarem e delimitarem a presença de obstáculos ou áreas onde a presença de veículos é indesejada; servem ainda como referência ao posicionamento dos veículos na pista.

As linhas de limitação de pistas de trânsito serão executadas na cor branca-neve, em faixa contínua, com 0,10 m de largura, pintada a 0,05 m da borda da pista. Junto aos acessos e refúgios as linhas de borda serão segmentadas, com 1,0 m de pintura espaçadas de 1,0 m.

As linhas de condução serão contínuas na cor amarela e com largura de 0,10 m. As linhas de condução em faixa adicional, quando houver, deverão ser na cor branca-neve com 3,0 m de pintura espaçados de 6,0 m e espessura igual a 0,10 m.

A proibição de ultrapassagem é caracterizada por faixas contínuas de cor amarela, com largura de 0,10 m e foram projetadas sempre que a distância de visibilidade for inferior a distância mínima de ultrapassagem permitida para a classe da rodovia em projeto. A distância entre as linhas duplas de condução será de 0,12 m.

#### **4.5.3.1. Sinalização de obras**

A sinalização de obras é de fundamental importância na prevenção de acidentes, devendo ela advertir o motorista quanto a situação, com a necessária antecedência, regulamentar a velocidade e outras condições que se façam necessárias, canalizar e ordenar o fluxo de modo a evitar dúvidas ao condutor e minimizar congestionamentos.

Para desempenhar estas funções a sinalização de obra deverá sempre apresentar boa visibilidade e legibilidade, além de estar adaptada às características da obra. Outro ponto fundamental no bom funcionamento é a credibilidade da sinalização de obras. Assim sendo, é de fundamental importância que a sinalização seja retirada imediatamente após o término da obra.

#### **4.5.3.2. Sinalização provisória**

A sinalização provisória será executada, durante a fase de obras, se necessário, nos trechos com revestimento acabado a cada 3 km. Será constituída de sinalização horizontal executada na linha de limitação de faixa de trânsito e terá 10 centímetros de largura. Quando segmentada, de acordo com o projeto final, será com 3 metros de pintura espaçados de 9 metros, de forma a ser sobreposta pela pintura horizontal definitiva.

O material a ser utilizado será de menor duração, uma vez que tem caráter provisório, mas deverá ter os mesmos índices de retro reflexão que a pintura horizontal definitiva.

Chapecó, janeiro de 2020.

## **ANEXOS**

## MEMÓRIA DE CÁLCULO

O presente memorial de cálculo refere-se ao levantamento dos quantitativos físicos do projeto de pavimentação asfáltica do presente projeto. Os levantamentos foram feitos levando-se em consideração os dados dos projetos gráficos anexos.

### – Serviços iniciais e administração da obra

Placa da obra =  $2,0 \times 1,25 = 2,50 \text{ m}^2$

Transporte dos equipamentos = 10 equipamentos x 3 horas/equip = 30,00 horas

### – Obras de arte corrente

Bueiro simples com tubo de concreto  $d=0,60\text{m} = 20,0 \text{ m}$

Boca BSTC  $d=0,60\text{m}$  escondidade  $0^\circ = 2 \text{ un}$

Sarjeta triangular em concreto tipo I = 240,0 m

Sarjeta triangular em concreto tipo II = 150,0 m

Caixa coletora de sarjeta com grelha de ferro = 2 un

### – Base e camada asfáltica

#### Preparo da base – largura de 8,0m:

Retaludamento de cortes em material de 1ª. cat =  $750,0\text{m} \times 1,4\text{m} \times 1,5\text{m} = 1.575,00 \text{ m}^3$

Regularização em compactação do subleito:  $458,00 \times 7,70 + 563,10 \times 8,20 = 8.143,20 \text{ m}^2$

Sub-base de pedra rachão: área da via x 0,22 m =  $1.021,10 \times 7,2 \times 0,22 = 1.617,40 \text{ m}^3$

Transporte – DMT 10 km (densidade  $1,55 \text{ t/m}^3$ ) =  $1.617,40 \times 1,55 \times 10 = 25.069,70 \text{ t} \times \text{km}$

Base - travamento com brita graduada: área da via x 0,10 m =  $1.021,10 \times 6,20 \times 0,10 = 633,10 \text{ m}^3$

Transporte – DMT 10 km (densidade  $1,65 \text{ t/m}^3$ ) =  $633,10 \times 1,65 \times 10 = 10.446,10 \text{ t} \times \text{km}$

Imprimação – asfalto diluído CM-30: área da via =  $1.021,10 \times 6,2 = 6.330,80 \text{ m}^2$

#### Camada asfáltica – largura de 7,0m e espessura de 5,0cm:

Área de pavimentação com CBUQ:  $1.021,10 \times 5,50 = 5.616,00 \text{ m}^2$

Pintura de ligação – Emulsão asfáltica RR-2C: área da via =  $1.021,10 \times 5,5 = 5.616,00 \text{ m}^2$

Concreto betuminoso usinado quente: área da via x 0,05 =  $5.616,00 \times 0,05 = 280,80 \text{ m}^3$

Transporte – DMT 20 km (densidade  $2,50 \text{ t/m}^3$ ) =  $280,80 \times 2,50 \times 20 = 14.040,00 \text{ t} \times \text{km}$

Carga, manobra e descarga de mat. betuminoso a quente =  $280,80 \times 2,50 = 702,00 \text{ t}$

#### Ensaio e laudos técnicos do pavimento asfáltico

Ensaio de determinação do teor de Betume – CAP (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 8 ensaios

Ensaio de Controle do grau de compactação (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 8 ensaios

Ensaio Marshall – Mistura Betuminosa a Quente (3 ensaios por jornada de 8 horas) – 9 ensaios

Ensaio de granulometria do agregado (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 8 ensaios

### – Sinalização viária

Faixa longitudinal contínua lateral (branco) =  $1.021,0 \times 0,10 \times 2 = 204,20 \text{ m}^2$

Faixa longitudinal contínua central (amarelo) =  $1.021,0 \times 0,10 = 102,10 \text{ m}^2$

Placas de regulamentação octogonais de parada obrigatória (Lado=0,35m) = 1 un

Placas de regulamentação circulares de velocidade máxima (40km) (Diâmetro=0,75m) = 4 un

Placas de regulamentação circulares de proibido ultrapassar (Diâmetro=0,75m) = 6 un

Placas de advertência quadradas (Lado=0,60m) = 4 un