

**MUNICÍPIO**  
**DE**  
**CORDILHEIRA ALTA**

**Projeto:** Pavimentação asfáltica, ciclovia e passeios

**Local:** Trecho da Rodovia EMCA-015 e acessos  
à área industrial

## **MUNICÍPIO DE CORDILHEIRA ALTA**

**PROJETO:** Pavimentação asfáltica, ciclovia e passeio

**LOCAL:** Trecho da Rodovia EMCA-015 e acessos  
à área industrial

### **MEMORIAL DESCRITIVO**

O presente memorial descritivo refere-se à execução de pavimentação asfáltica, ciclovia e passeio na rodovia EMCA-015 e também da pavimentação asfáltica dos acessos às áreas industriais no entorno da mesma rodovia, sendo a pavimentação executada sobre terreno natural.

#### **• OBRAS A SEREM REALIZADAS NO EMPREENDIMENTO**

Serão realizados serviços de pavimentação asfáltica para trânsito de veículos e bicicletas, e passeios. Estes serviços serão descritos e orçados em separado, sendo divididos em quatro trechos. Abaixo estão listados os serviços que serão realizados por trecho.

##### **TRECHO 1**

A estrada municipal que liga o prolongamento da Rua Alberto Maggioni até a empresa localizada no final da via será pavimentada com revestimento asfáltico numa extensão de 492,20m. Serão realizados serviços relacionados à pavimentação de rodovias, tais como terraplenagem, obras de arte corrente, sinalização viária e também será construída uma galeria em substituição ao bueiro existente nas proximidades da estaca 15.

##### **TRECHO 2**

Outro trecho a ser pavimentado tem seu início no trecho já pavimentado da Rodovia EMCA-015 e dá acesso aos terrenos da área industrial. Neste trecho com extensão de 249,90m também serão realizados serviços de revestimento asfáltico na via, bem como os demais serviços relacionados, terraplenagem, obras de arte corrente e sinalização viária.

##### **TRECHO 3**

Este trecho é o prolongamento da Rodovia EMCA-015 e receberá maior infraestrutura que os demais e terá uma extensão de 651,50m. Serão realizados serviços de revestimento asfáltico da via, e demais serviços relacionados, terraplenagem, obras de arte corrente e sinalização viária. Nesta via será executada uma largura adicional no pavimento asfáltico que será destinada para a instalação de uma ciclovia. Na lateral esquerda da via será implantado um passeio em blocos de concreto, o qual contemplará faixa de serviço para comportar a arborização existente que será mantida sempre que possível, sinalização e também a faixa livre.

Neste trecho serão realizados serviços de terraplenagem indicados em projeto para que as obras possam ser realizadas, pois será feito o alargamento da pista em boa parte da extensão. Neste serviço de terraplenagem, deverão ser realizados serviços adicionais, tais como, demolição de cercas, relocação de postes de eletrificação, remoção de árvores de grande porte, construção de cercas do tipo gradil e cercas com tela soldada.

##### **TRECHO 4**

Este trecho é a Rodovia EMCA-015 que já está pavimentada no seu trecho inicial. Será realizada a ampliação da via na lateral esquerda para implantação de uma faixa compartilhada de ciclistas e pedestres. Como o terreno deverá ser adequado para as obras e esta ampliação da via terá meio-fio na lateral, para captação das águas pluviais serão instaladas bocas de lobo e uma galeria em tubos de concreto para o perfeito escoamento. Também ao longo da lateral serão executadas bocas de lobo para captação e despejo na lateral das águas pluviais. A sinalização viária existente na lateral esquerda deverá ser eliminada e será instalada novamente nas posições indicadas nos respectivos projetos, bem como a nova sinalização da faixa compartilhada.

No trecho inicial deste trecho, da estaca 0 até a estaca 5, extensão de 100,00 m, será feito um recapeamento da pista que está com pequenas imperfeições na superfície.

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### • SERVIÇOS PRELIMINARES

Dentre os serviços preliminares podemos destacar a mobilização das forças de trabalho até o local onde serão executados os trabalhos e a administração local da obra. Por ser uma obra de pequeno porte não se faz necessária a instalação de um canteiro e acampamento de obra próximo, porém é de suma importância prever os gastos com a mobilização e a administração local.

Também se deve levar em consideração custos relativos do encarregado geral da obra e do engenheiro responsável pela execução dos serviços executados.

Deverá ser instalada a placa referente ao convênio responsável pelo repasse como indicado abaixo no item “Placas da obra”.

### • DRENAGEM PLUVIAL

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

#### 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:   | 100,80 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.

### **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 revestida com grama em leiva para ambas as valetas. Os dispositivos escolhidos recebem 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.

### **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 com a seção triangular para corte em solo Tipo – II.

### **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 implantado 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. Os valores calculados para os dispositivos são apresentados a seguir.

I (m/m)	VPC / VPA			STC-I			Meio-fio		
	L (m)	150,00		L (m)	15,00		L (m)	7,00	
	P (m)	1,5314		P (m)	0,9126		P (m)	0,8807	
	A (m <sup>2</sup> )	0,32		A (m <sup>2</sup> )	0,0938		A (m <sup>2</sup> )	0,0388	
	R (m)	0,21		R (m)	0,103		R (m)	0,04	
	N	0,035		N	0,015		N	0,015	
	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	D (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	D (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	D (m)
0,005	0,228	0,71	47	0,097	1,04	160	0,022	0,55	77
0,010	0,323	1,01	67	0,137	1,46	226	0,031	0,77	109
0,015	0,396	1,24	82	0,168	1,79	277	0,038	0,94	134
0,020	0,457	1,43	94	0,194	2,07	320	0,044	1,09	154
0,025	0,511	1,60	105	0,217	2,32	358	0,049	1,22	173
0,030	0,559	1,75	115	0,238	2,54	392	0,054	1,34	189
0,035	0,604	1,89	124	0,257	2,74	424	0,058	1,44	204
0,040	0,646	2,02	133	0,275	2,93	453	0,062	1,54	218
0,045	0,685	2,14	141	0,291	3,11	480	0,066	1,64	232
0,050	0,722	2,26	149	0,307	3,28	506	0,069	1,72	244
0,055	0,758	2,37	156	0,322	3,44	531	0,072	1,81	256
0,060	0,791	2,47	163	0,337	3,59	555	0,076	1,89	267
0,065	0,824	2,57	170	0,350	3,73	577	0,079	1,97	278
0,070	0,855	2,67	176	0,364	3,88	599	0,082	2,04	289
0,075	0,885	2,76	182	0,376	4,01	620	0,085	2,11	299
0,080	0,914	2,86	188	0,389	4,14	641	0,087	2,18	309
0,085	0,842	2,94	194	0,401	4,27	660	0,090	2,25	318
0,090	0,969	3,03	200	0,412	4,39	679	0,093	2,31	327
0,095	0,996	3,11	205	0,424	4,52	689	0,095	2,38	336
0,100	1,021	3,19	210	0,435	4,63	716	0,098	2,44	345

### **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 fck > 15,0 MPa, conforme detalhe tipo apresentado no Projeto Executivo.

### **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 talwegues, 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 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 m³/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 m².

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.

### **Drenagem Subterrânea**

A drenagem subterrânea tem por finalidade remover as águas infiltradas no corpo estradai, bem como rebaixar o nível do lençol freático, evitando assim, que por ascensão capilar, a água subterrânea afete a estabilidade do subleito, comprometendo o desempenho do pavimento.

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

### **Cortes em solo**

O dreno projetado foi o Tipo I, com as dimensões de 0,50 m de largura e 1,50 m de profundidade. É constituído de um tubo de concreto perfurado de 0,20 m de diâmetro e tendo como material de enchimento a brita.

Este dreno deverá se localizar na extremidade da camada de sub-base, com desenvolvimento longitudinal, nos lados de montante das seções em corte. Para o deságue dos drenos, previu-se a implantação de saídas Tipo "L". Nos locais onde os drenos são interceptados por bueiros, as suas saídas se darão nestes, sendo em suas alas ou em caixas coletoras, conforme o caso.

### **Drenagem do Pavimento**

Nos pontos baixos do greide, e nos trechos com rampas superiores a 3,0%, com espaçamento médio de 200,00 m, o pavimento será drenado através de dreno transversal, com dimensões de 0,20 m de largura e 0,30 m de profundidade posicionados transversalmente, e com uma esconsidade de 15°.

### **Escavações**

Serão feitas as escavações necessárias para execução da alvenaria. Nos aterros deverá ser utilizado material isento de matéria orgânica, em camadas sucessivas de 20cm, molhadas e apiloadas, garantindo-se a estabilidade do terreno.

O sentido normal da escavação será sempre de jusante para montante. Quando a coesão do solo for muito baixa deverá ser efetuado escoramento de madeira para evitar o desmoronamento.

A reposição da terra na vala deverá ser executada da seguinte maneira: - Inicialmente deverá ser colocado material de granulometria fina de cada lado da canalização, o qual irá sendo cuidadosamente apiloado. Será conveniente tomar precauções de compactar todo solo até cerca de 60 cm acima do tubo, fazendo-se sempre esta compactação lateralmente ao tubo. Depois de 60 cm a terra será compactada em camadas de no máximo 20 cm.

A largura da vala será igual ao diâmetro externo do tubo acrescido de 60 cm para tubos de diâmetro de 30 cm e 40 cm, acrescido de 70 cm para diâmetros de tubos de 50 cm e 60 cm e acrescido de 1,0m para tubos de 80 cm e 1,0m de diâmetro.

A profundidade da tubulação será de no mínimo: 100cm para tubos de d=30cm e 40cm; de 120cm para tubos de d=60cm; de 160cm para tubos de d=80cm e de 200cm para tubos de d=100cm.

### **Alvenaria**

Serão executadas em tijolo maciço, nas dimensões de projeto. Os tijolos deverão ser molhados antes de sua colocação.

O assentamento será com argamassa 1:4 ou 1:5 com areia média e produto substituto da cal. As juntas terão espessura máxima de 15mm e rebaixadas a ponta de colher.

O assentamento da tubulação deverá ser feito sobre a argila compactada ou quando o solo for rochoso deverá ser realizado um colchão em areia ou pedrisco, para então assentar a tubulação.

### **Tubulação**

Os tubos em concreto simples utilizados na obra deverão ser da classe PS-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,30m, 0,40m e 0,50 m;

Os tubos em concreto armado utilizados na obra deverão ser da classe PA-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,60, 0,80, 1,00, 1,20, 1,50 m e 2,00m.

Os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

### **Órgãos complementares**

Os órgãos complementares da rede pluvial serão as bocas de lobo, caixas de ligação e a canalização do esgotamento das bocas de lobo. As bocas de lobo deverão ser executadas com dimensões que se possa ter acesso à tubulação para ser realizada a limpeza quando necessária. Quando se utilizar sistemas de drenagem sem poços de visita, a manutenção será feita pelas bocas de lobo das galerias, sendo que estas deverão ser executadas com as dimensões especificadas para as caixas de ligação anexas, com a grelha na parte superior.

Os dispositivos de boca de lobo e caixas de ligação serão executados com concreto armado com  $f_{ck} \geq 20,0 \text{ MPa}$  e terão o traço da argamassa de revestimento interno de 1:2:8 em cimento, cal e areia. A espessura do revestimento interno da boca de lobo e caixa de ligação será de no mínimo 1,5cm.

## **• SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM**

A pavimentação será executada sobre o leito original, e como o mesmo se apresenta na maior parte do trecho em condições favoráveis para a pavimentação, serão feitos apenas serviços para conformação da pista.

No trecho 3 serão realizados serviços maiores de aterro e cortes, pois é a via que terá também a ciclovia e o passeio.

As obras de terraplenagem deverão estar concluídas antes do início da construção do pavimento. Inicialmente será feita a marcação do serviço de terraplenagem conforme o projeto, para em seguida serem executados os serviços necessários.

### **Regularização do subleito**

A regularização resume-se em corrigir algumas falhas da superfície terraplenada, pois no final da terraplenagem já foram tomados todos os cuidados necessários ao bom acabamento da superfície e à compactação do subleito.

O trecho em pavimentação apresenta um perfil longitudinal com irregularidades na superfície, os pequenos aterros corrigem essas irregularidades, dando condições geométricas definidas ao subleito. Executando a regularização em pequenos aterros, permanece intacta a compactação já executada pelo tráfego por vários anos, evitando-se a escarificação de uma casca já consolidada.

A superfície do subleito deverá ser regularizada na largura de toda pista, de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal do projeto. Procede-se, então, à escarificação do material, e o seu umedecimento até o teor ótimo de umidade, determinado pelo ensaio de Proctor simples.

O esquema de palicação dos rolos compactadores segue a norma geral, da borda para o centro nos trechos em tangente, e do bordo interno para o externo, nas curvas. Nas zonas onde é impossível passar-se o compressor, a compressão deverá ser executada com soquetes manuais ou mecânicos.

Quando a camada de regularização apreender mais de 15 cm de espessura, a compressão deve ser iniciada com o rolo pé-de-carneiro, seguido pelo rolo de 3 rodas.

A compressão estará terminada quando for atingida 100% da densidade máxima, obtida pelo ensaio de Proctor normal.

Terminada a compressão, o acabamento deverá ser verificado por meio de réguas, devendo as saliências e reentrâncias serem corrigidas.

Sobre o subleito preparado, não será permitido trânsito, devendo a base e o pavimento asfáltico serem executados o mais rapidamente possível, para evitar danos por chuvas.

Onde o subleito não apresenta condições favoráveis à compactação como: baixo suporte, material saturado, etc., deverá o material existente ser retirado e substituído por material selecionado, de modo a conseguir-se um bom suporte.

### **Serviços de corte do terreno – taludes**

Nos cortes em solos finos e expansivos, o talude deve ter maior inclinação dos que nos solos estáveis, chegando a vertical em rocha sã. O talude pode sofrer desprendimento, escorregamento ou rastejo, provocados por inclinação inadequada, sobrecarga, excesso de umidade, fendas ou fraturas, escavações no pé do talude, altura excessiva ou baixo suporte dos solos de fundação.

Para grandes alturas, executam-se taludes escalonados, em que se praticam banquetas, com vistas à redução da velocidade das águas pluviais superficiais, para facilitar a drenagem e aumentar a estabilidade do maciço.

São pré-requisitos para execução dos cortes:

- As áreas a serem objeto de escavação devem apresentar-se conveniente desmatado e destocado e estando o respectivo entulho devidamente removido;
- Os segmentos em aterro, os bota-foras e praças para depósitos temporários que serão o destino dos solos escavados deverão estar devidamente desmatados, destocados, entre outras operações que os tornem aptos a receber os materiais provenientes do corte;
- As obras de arte correntes previstas nos segmentos em aterro que receberão o material do corte devem estar devidamente construídas;
- As marcações do eixo e dos off sets, bem como as referências de nível (RN) relacionadas com os segmentos interferentes com os serviços, devem, após as operações de desmatamento e destocamento, ser devidamente checadas e, se for o caso, revistas, de sorte a guardarem consonância com o Projeto Geométrico;
- As correspondentes fontes ou tomadas d'água indicadas no Projeto de Engenharia, devem estar, na forma devida, preparadas e equipadas, e em condições de funcionarem, regularmente, as operações de compactação dos aterros reportados.

Se for verificada ocorrência de rocha sã ou em decomposição, deve-se promover o rebaixamento do greide, da ordem de 40 cm, e o preenchimento do rebaixo com material inerte indicado. Se for verificada a ocorrência de solos de expansão maior que 2% e baixa capacidade de suporte – ISC, deve-se promover sua remoção, com rebaixamento de 60 cm. Em se tratando de solos orgânicos, o projeto ou sua revisão fixarão a espessura a ser removida. Em todos os casos, deve-se proceder à execução de novas camadas, constituídas de materiais selecionados.



Não deve ser permitida a presença de blocos de rocha nos taludes que possam colocar em risco a segurança do trânsito. Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados nos cortes, para a confecção das camadas superficiais da plataforma, deve ser procedido o depósito dos referidos materiais, para sua oportuna utilização.

Atendido o projeto e, desde que técnica e economicamente aconselhável, a juízo da Fiscalização, as massas em excesso, que resultariam em bota-foras, podem ser integradas aos aterros, constituindo alargamentos da plataforma, adoçamento dos taludes ou bermas de equilíbrio.

As massas excedentes que não tiverem aproveitamento devem ser objeto de deposição em bota-foras, de modo a não se constituírem em ameaça à estabilidade da rodovia e nem prejudicarem o aspecto paisagístico da região.

Os cortes em rochas (materiais de 3ª categoria) devem obedecer às seguintes regras de segurança:

- Estabelecer um horário rígido de detonação, e cumpri-lo à risca;
- Não trabalhar com explosivos à noite;
- Abrigar bem o equipamento e zelar pela proteção do pessoal contra os lançamentos da explosão;
- Avisar a comunidade local e ao tráfego usuário eventualmente existente sobre o período de detonação e colocar vigias para evitar a aproximação de pessoal estranho nas vizinhanças do corte na hora da explosão;

Nos cortes de altura elevada, em função do definido no projeto de engenharia, deve ser procedida a implantação de patamares, com banquetas de largura mínima de 3 m, valetas revestidas e proteção vegetal.

Nos cortes em que, eventualmente, vierem a ocorrer deslizamentos, devem ser executados o terraceamento e respectivas obras de drenagem dos patamares, bem como o revestimento das saias dos taludes, para proteção contra a erosão. Quando necessário, antes da aplicação do revestimento de proteção, a saia do talude deve ser compactada.

### **Compactação dos aterros**

Compactação é a operação por processo manual ou mecânico, destinada a reduzir o volume dos vazios de um solo ou outro material, com a finalidade de aumentar-lhe a massa específica, resistência e estabilidade.

A mecânica da compactação envolve os seguintes processos:

- Compactação por compressão – o esforço é proveniente da aplicação de uma força vertical, de maneira constante, o que provoca o deslocamento vertical do solo. Este deslocamento permite uma melhor arrumação das partículas, objetivando sempre a diminuição do volume de vazios;
- Compactação por amassamento – consiste na aplicação simultânea de forças verticais e horizontais provenientes do equipamento utilizado. Esta ação simultânea de forças é conseguida pelos rolos compactadores onde os esforços horizontais da tração são somados aos verticais do peso do rolo. Esse processo de compactação é o adequado para os solos coesivos. (rolo pé de carneiro, rolo de pneus etc.);
- Compactação por impacto – consiste na aplicação de forças verticais, provocando impacto sobre a superfície em que é aplicada, com repetição até de 500 vezes por minuto (compactador manual);
- Compactação vibração – quando a aplicação das forças verticais se dá com uma frequência de repetição acima de 500 golpes por minuto. Esse processo de compactação é o adequado para solos arenosos. (rolo liso vibratório).

### **Execução**

A execução propriamente dita do aterro envolve a descarga (lançamento do material pelo equipamento de transporte), o espalhamento em camadas, a homogeneização, o conveniente umedecimento ou aeração e a compactação dos materiais selecionados, procedentes de cortes ou empréstimos.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, todas devidamente compactadas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação, de acordo com o previsto no projeto de engenharia.

As espessuras das camadas compactadas devem ser limitadas:

- Para o corpo dos aterros, em 0,30 m;
- Para as camadas finais em 0,20 m.

A massa específica a ser atingida deve obedecer às seguintes regras:

- Para o corpo dos aterros, na umidade ótima  $\pm 3\%$ , obter a massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca, pela energia proctor normal;
- Para as camadas finais, obter massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca pela energia proctor intermediário.

Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados.

No caso de alargamento de aterros, sua execução obrigatoriamente deve ser procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes.

Sempre que possível, nos locais de travessia de cursos d'água ou passagens superiores, a construção dos aterros deve preceder a das obras de arte projetadas. Em caso contrário, todas as medidas de precaução devem ser tomadas, a fim de que o método construtivo empregado para a construção dos aterros de acesso não origine movimentos ou tensões indevidas em qualquer obra de arte.

A tabela abaixo resume as especificações numéricas exigidas na execução de aterros.

Camadas	Espessura compactada	Grau de compactação	ISC (%)	Expansão	Umidade ótima
do corpo	$\leq 30$ cm	100% PN	$\geq 2\%$	$\leq 4\%$	$\pm 3\%$
finais	$\leq 20$ cm	100% PI	melhor	$\leq 2\%$	$\pm 3\%$

#### Aterros com Materiais Rochosos

Em regiões onde houver ocorrência predominante de materiais rochosos, deve ser admitida a execução do corpo do aterro com o emprego dos mesmos materiais, conforme definido no projeto de engenharia, ou desde que haja conveniência, e a critério da fiscalização.

A execução deste serviço deve observar as diretrizes a seguir:

- O corpo dos aterros de rocha deve ser construído em camadas sucessivas, para toda a largura da seção transversal, com espessura máxima de 0,75 m. A maior dimensão de qualquer pedra utilizada deve ser, no máximo, igual a 0,60 m;
- A primeira camada deve ser executada mediante descarga da rocha no ponto mais baixo do trecho em execução e com utilização de trator de esteiras com lâmina para espalhamento do material na espessura indicada
- Cada camada subsequente deve ser construída a partir de uma extremidade, lançando-se a rocha no topo da camada em construção e, após, empurrando-se o material para frente com trator de lâmina, de tal modo que as pedras sejam acomodadas sobre a camada precedente;
- Os interstícios entre as pedras maiores devem ser preenchidos com pedras de menor tamanho e com fragmentos produzidos por essa operação e pela colocação de carregamentos sucessivos de material
- Os últimos 2,0 m do aterro devem ser executados em camada, cuja espessura não pode ser superior a 0,30 m nem conter pedras com dimensão superior a  $2/3$  da espessura da camada, devendo ser usados rolos vibratórios apropriados;
- A camada final deve ser constituída com granulometria tal que assegure uniformidade à superfície;
- Os materiais de dimensões maiores que as especificadas devem ser reduzidos por marroagem ou outros métodos.

### **Sub-base granular – Rachão**

Sobre o subleito preparado será executada uma sub-base com rachão na espessura de 30,0 cm que será travada com a camada final da base com brita graduada na espessura de 10,0 cm.

O rachão é uma camada do pavimento constituída pelo entrosamento de um agregado graúdo (pedra britada, escória ou cascalho) devidamente bloqueado e preenchido por agregado miúdo (britado ou natural) de faixa granulométrica adequada. A execução de sub-base com produto total de britagem primária, consistirá no fornecimento, espalhamento e rolagem dos materiais e compactação adequada.

O material que constituirá a referida sub-base deverá ser disposto uniformemente sobre o leito da estrada em camadas e espalhado de forma a evitar a segregação. As camadas com produto total de britagem primária devem ter um mínimo de 15cm para agregado de diâmetro de 4" ou 18cm na hipótese de 5". Em áreas inacessíveis ao equipamento usual de espalhamento e compactação, a camada poderá ser executada por processos especiais. Após o espalhamento, o material deverá ser compactado por meio de rolos de grelha e rolos vibratórios, ou ainda por outro equipamento que obtenha os mesmos resultados.

A compressão será executada com rolo de grelha pesando de 12 a 15 t ou rolo vibratório liso. A passagem deve ser feita em velocidade reduzida. Nos trechos em tangente, a compressão deve partir sempre das bordas para o eixo, e nas curvas, da borda interna para a externa. Em cada deslocamento do rolo compressor, a faixa anterior comprimida deve ser recoberta de, pelo menos, metade da largura da roda traseira do rolo. Após se obter-se a cobertura completa da área em compressão, será feita uma nova verificação do greide longitudinal e da seção transversal, efetuando-se as correções necessárias.

Quando a espessura da sub-base for de 0,20 m ou menos, o material que a constitui pode ser espalhado e compactado em uma única camada. Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 0,20 m, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo à espessura de 0,20 m. A espessura mínima de qualquer camada da sub-base será de 0,12 m após a compactação. O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio do Proctor Intermediário, sendo o  $ISC \geq 30\%$ .

### **Base granular – Brita graduada**

Para a base será feita uma camada estabilizada granulometricamente com brita graduada numa espessura de 10 cm, executada sobre a sub-base, devidamente regularizada e compactada.

Os materiais destinados à confecção da base devem apresentar composição granulométrica satisfazendo a faixa C do DNIT e apresentar Índice Suporte Califórnia –  $ISC \geq 60\%$ , e a expansão máxima será de 0,5%, com energia de compactação do Método B.

A execução da base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais realizados na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação e acabamento na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base será 10 cm, após a compactação.

## **• PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**

Para a execução da pavimentação asfáltica, deverá ser feita a utilização das normas criadas pelo DNIT. Para isto, devem ser analisados e definidos alguns pontos básicos, como por exemplo, o traço da mistura, a espessura do revestimento, o controle tecnológico dos procedimentos básicos de execução. Estas informações também podem ser visualizadas nas DNER-ME – Métodos de Ensaio.

### **Relatório do projeto**

O presente projeto de pavimentação asfáltica tem por objetivo conceber uma estrutura construída destinada a:

- Melhorar as condições de rolamento do tráfego, proporcionando economia, comodidade e segurança;
- Resistir e distribuir ao subleito (terreno de fundação do pavimento a ser construído) os esforços verticais oriundos do tráfego de veículos;

- Resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento;
- A princípio o pavimento será constituído das camadas, quais sejam:
  - SUB-BASE e BASE: camadas de material granular destinadas a resistir às deformações e distribuir os esforços verticais oriundos das tensões (pressões) dos veículos, e sobre as quais se executará a capa de rolamento. No presente projeto a sub-base será de pedra rachão e a base de brita graduada.
  - CAPA DE ROLAMENTO: camada composta de agregados e material betuminoso, tanto quanto possível impermeável e coesa, que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos e intempéries como água, vento, temperatura, atritos, impactos mecânicos e outros, destinada a resistir aos esforços tangenciais de cisalhamento, frenagem, aceleração movimentação centrífuga e outros.

Para este projeto optou-se pelo pavimento de concreto betuminoso asfáltico a quente – CBUQ, comumente utilizado nas obras de pavimentação urbana e rural de Santa Catarina, que vem apresentando um fator “custo x benefício” bastante apropriado para a maioria dos municípios de pequeno e médio porte do estado.

Sendo o pavimento constituído por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentadas sobre um semi-espaço infinito que é o subleito, o problema geral do dimensionamento deste tipo de pavimento consiste em considerar um ponto P qualquer do sistema, no subleito ou no pavimento, e determinar, para este ponto, quando o sistema é solicitado por uma carga de roda Q, o estado de tensão, a deformação e se vai, ou não, haver ruptura.

O sistema será considerado satisfatório, do ponto de vista do dimensionamento, quando não houver ruptura em nenhum ponto, ou quando a deformação máxima satisfizer os limites previamente fixados, sendo as espessuras das camadas aquelas necessárias e suficientes.

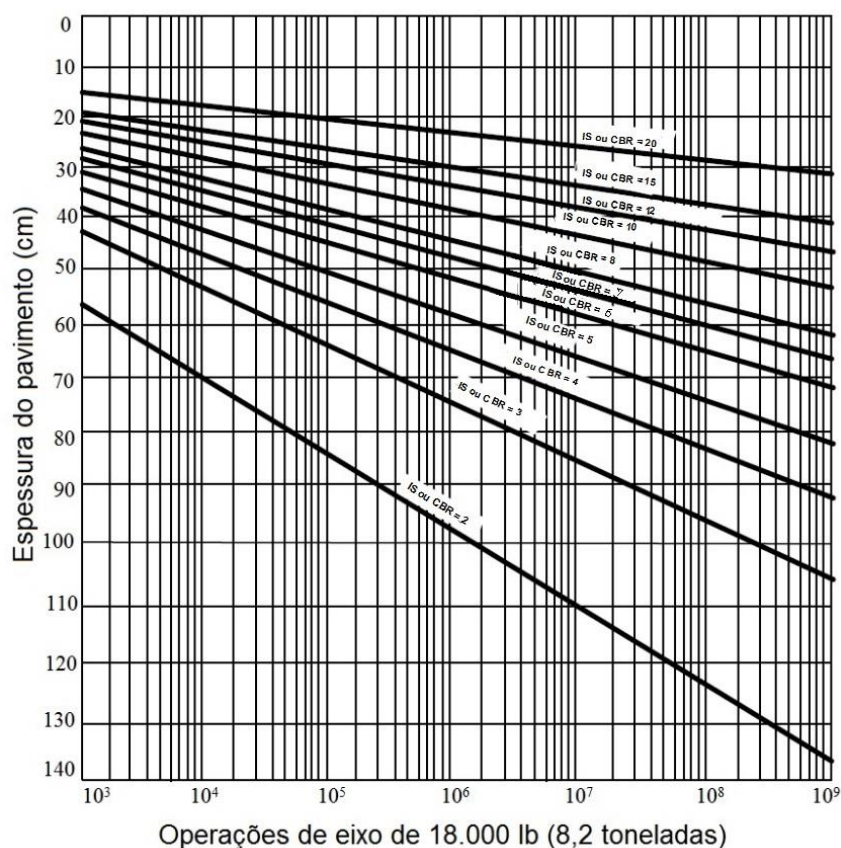
Este projeto tomará como referência o Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível do DNER/DNIT – 66/79.

### **Estudo de tráfego**

Com referência a este projeto, a pavimentação asfáltica será executada em área industrial, com predominância de tráfego de caminhões. Para que se possa sistematizar um procedimento de dimensionamento de pavimento flexível e utilizar o método citado, considerar-se-á a incidência de um número de solicitações de um eixo padrão de 8,2 toneladas devido ao tráfego (número N) que representa uma média adotada em ruas semelhantes ao presente projeto, ou seja,  $N=10^5$ .

### **Capacidade de suporte do subleito – CBR**

Neste projeto optou-se por adotar um valor de Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) do subleito considerando que o pavimento existente com revestimento em cascalho é existente e com muitos anos de tráfego sobre o mesmo e considerando que parte do revestimento será removido para abertura da pista e também para atingir as cotas necessárias. Portanto, o CBR mínimo do subleito adotado é de 5,0%.



*Ilustração 1: Ábaco para dimensionamento de espessuras de pavimentos*

#### **DIMENSIONAMENTO DA PAVIMENTAÇÃO**

**Espessura mínima de revestimentos betuminosos:**

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

*Ilustração 2: Espessuras mínimas da camada betuminosa. Fonte: DNIT (2006)*

Uma vez definidos os parâmetros N e CBR do subleito, pode-se dimensionar o pavimento através do ábaco de dimensionamento e das inequações abaixo:

$$R K_r + B K_b \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R K_r + B K_b + h_{20} K_s \geq H_n \quad (2)$$

**Onde:**

R = espessura do revestimento

B = espessura da base

H<sub>20</sub> = espessura de sub-base

K<sub>r</sub> = coeficiente estrutural do revestimento

K<sub>b</sub> = coeficiente estrutural do material da base (solo granular)

K<sub>s</sub> = coeficiente estrutural do material da sub-base (solo granular)

$h_{20}$  = espessura necessária acima da sub-base, admitindo material com CBR = 20%  
 $H_n$  = espessura necessária acima do sub-leito com CBR = n, no caso deste projeto n = 5%

#### Notas:

1 – Devido às condições de tráfego desta via, adotamos a proteção da camada granular ou capa de rolamento com CBUQ executada em uma camada com espessura de 5,0 cm. A camada betuminosa então será: R = 5,0cm.

2 – Para o revestimento adotado:  $K_r = 2,0$ ;

3 – Para solo granular:  $K_b$  e  $K_s = 1,0$

Componentes do Pavimento	Coefficiente K
Base ou revestimento do concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	0,77 a 1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm <sup>2</sup>	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 45 Kg/cm <sup>2</sup> e 28 Kg/cm <sup>2</sup>	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 28 Kg/cm <sup>2</sup> e 21 Kg/cm <sup>2</sup>	1,20

*Ilustração 3: Coeficiente de equivalência estrutural – K*

*Fonte: Manual de Técnicas de Pavimentação – Wlastermiller de Senço*

Portanto temos em (1):

$$R K_r + B K_b \geq H_{20}$$

No ábaco de dimensionamento para  $N = 10^5$  e CBR = 20%, obtemos:  $H_{20} = 20\text{cm}$

Substituindo, temos:

$$5 \times 2 + B \times 1 \geq 20\text{cm}$$

$$B \geq 10,0 \text{ cm}$$

A espessura da camada de base deve ser no mínimo de 10,0 cm. Será adotada base em brita graduada com espessura de 10 cm que é a espessura mínima preconizada.

Em (2) temos:

$$R K_r + B K_b + h_{20} K_s \geq H_n$$

No ábaco de dimensionamento para  $N = 10^5$  e CBR = 5%, obtemos:  $H_n = 50\text{cm}$

Substituindo, temos:

$$5 \times 2 + 10 \times 1 + h_{20} \times 1 \geq 50\text{cm}$$

$$h_{20} \geq 30\text{cm}$$

A espessura da camada de sub-base deve ser no mínimo de 30cm. Será adotada camada com espessura de 30cm.

#### RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Capa de rolamento em CBUQ = 5,0 cm

Base granular com brita graduada = 10,0 cm

Sub-base com pedra rachão = 30,0 cm

#### PROCESSO EXECUTIVO

##### Imprimação

Generalidades

A imprimação consiste numa pintura ligante, que recobre a camada da base, e tem por função proporcionar o fechamento e impermeabilização das camadas de suporte.

O material utilizado para a imprimação é derivado do petróleo, conhecido como asfalto diluído CM-30, a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 1,20 litros/m<sup>2</sup>.

A imprimação será executada após a base estar perfeitamente limpa e seca, utilizando-se para tal o caminhão espargidor.

### **Execução**

O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá também ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor.

A área a ser imprimada deve estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder ao serviço com a superfície molhada ou quando a temperatura do ambiente estiver inferior a 10° C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis.

A área que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada.

Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície imprimada.

### **Pintura de ligação**

#### **Generalidades**

A pintura de ligação consiste numa pintura ligante, que recobre a camada da base (calçamento), e tem por função proporcionar a ligação entre a camada de base (calçamento) e a capa de rolamento (CBUQ).

O material utilizado para a pintura de ligação é derivado do petróleo, conhecido como emulsão asfáltica RR-2C, a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 0,5 litros/m².

A pintura de ligação será executada após a base estar perfeitamente limpa e seca, utilizando-se para tal o caminhão espargidor.

### **Execução**

O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá também ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor.

A área a ser pintada deve estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder com o serviço com a superfície molhada ou quando a temperatura do ambiente estiver inferior a 10° C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis.

A área que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada.

Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície pintada.

### **Revestimento em concreto asfáltico**

#### **Generalidades**

Concreto asfáltico é um revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em uma usina adequada, de agregado mineral graduado, material de enchimento e material betuminoso, espalhado e compactado a quente sobre uma base pintada (pintura de ligação).

### **Materiais**

- Material Betuminoso

Deverá ser empregado como material betuminoso o cimento asfáltico de petróleo (CAP-50/70).

- Agregado Graúdo

O agregado graúdo deve ser de pedra britada, com partículas de forma cúbica ou piramidal, limpas, duras, resistentes e de qualidade razoavelmente uniforme. O agregado deverá ser isento de pó, matérias orgânicas ou outro material nocivo e não deverá conter fragmentos de rocha alterada ou excesso de partículas lamelares ou chatas.

- Agregado Miúdo

O agregado miúdo é composto de pedrisco e pó de pedra, de modo que suas partículas individuais apresentem moderada angulosidade, sejam resistentes e estejam isentas de torrões de argila ou outras substâncias nocivas.

- Composição da Mistura

O teor de asfalto será de 5,5%, sendo que a porcentagem de betume se refere à mistura de agregados, considerada como 100%.

### **Execução**

O revestimento será em CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente), e deve obedecer a faixa C especificada pelo DNIT.

O CBUQ será executado sobre a superfície após a realização da pintura de ligação. A massa asfáltica deverá deixar a usina a uma temperatura de no máximo 177° C, e chegar no local da obra a uma temperatura não inferior a 120° C. O transporte deste material deverá ser feito através da utilização de caminhões providos de caçamba metálica juntamente com lonas para a proteção e conservação da temperatura.

A aplicação do CBUQ sobre a pista deverá ser realizada através da vibroacabadora (camadas com espessura de acordo com o determinado em projeto). A rolagem deverá ser feita com a utilização do rolo pneumático e o fechamento com o rolo liso (tandem).

A rolagem deve ser iniciada à temperatura de 120°C e encerrada sem que a temperatura caia abaixo de 80°C. A compactação deverá ser iniciada nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro, de modo que os rolos cubram uniformemente em cada passada pelo menos a metade da largura de seu rastro da passagem anterior. Nas curvas, a rolagem deverá progredir do lado mais baixo para o lado mais alto, paralelamente ao eixo da guia e nas mesmas condições do recobrimento do rastro.

Os compressores não poderão fazer manobras sobre a camada que está sofrendo rolagem. A compressão requerida em lugares inacessíveis aos compressores será executada por meio de soquete manual ou placa vibratória.

As depressões ou saliências que aparecerem após a rolagem deverão ser corrigidas pelo afrouxamento e compressão da mistura até que a mesma adquira densidade igual ao material circundante.

### **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.

## **• PLACAS DA OBRA**

### **– PLACA DO CONVÊNIO**

Conforme previsto em contrato e orientações, todas as obras deverão possuir placas indicativas em conformidade com cores, medidas, proporções e demais orientações contidas no manual do convênio e deverão ser confeccionadas em chapas planas, com material resistente às intempéries,



metálicas galvanizadas ou de madeira compensada impermeabilizada, com a pintura a óleo ou esmalte, condicionando-se os desembolsos à verificação do cumprimento dessas exigências.

As placas serão afixadas pelo agente promotor/mutuário, em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização das placas, e deverão ser mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras, substituindo-as ou recuperando-as quando verificado o seu desgaste ou a sua precariedade, ou ainda por solicitação.

As placas devem ter sempre o formato retangular na proporção de 4 para 3. O tamanho e as medidas não poderão ser inferiores aos das outras diferentes placas presentes na obra, respeitadas, no mínimo, as dimensões de 2,00m X 1,50m.

#### **– PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA RUA**

Serão colocadas placas de identificação do nome das ruas no início e final do trecho a ser pavimentado.

##### **Características da placa e poste**

- Poste: Deve ser em tubo de aço carbono 1010/1020 com diâmetro externo de 60,3mm, com espessura de 2,25mm, comprimento total de 3,5m, galvanizado à fogo e com dispositivo anti-giro. Deve ser fixado com 0,5m de profundidade diretamente ao solo, sendo que o passeio dará a firmeza necessária para não ocorrer a inclinação do poste.

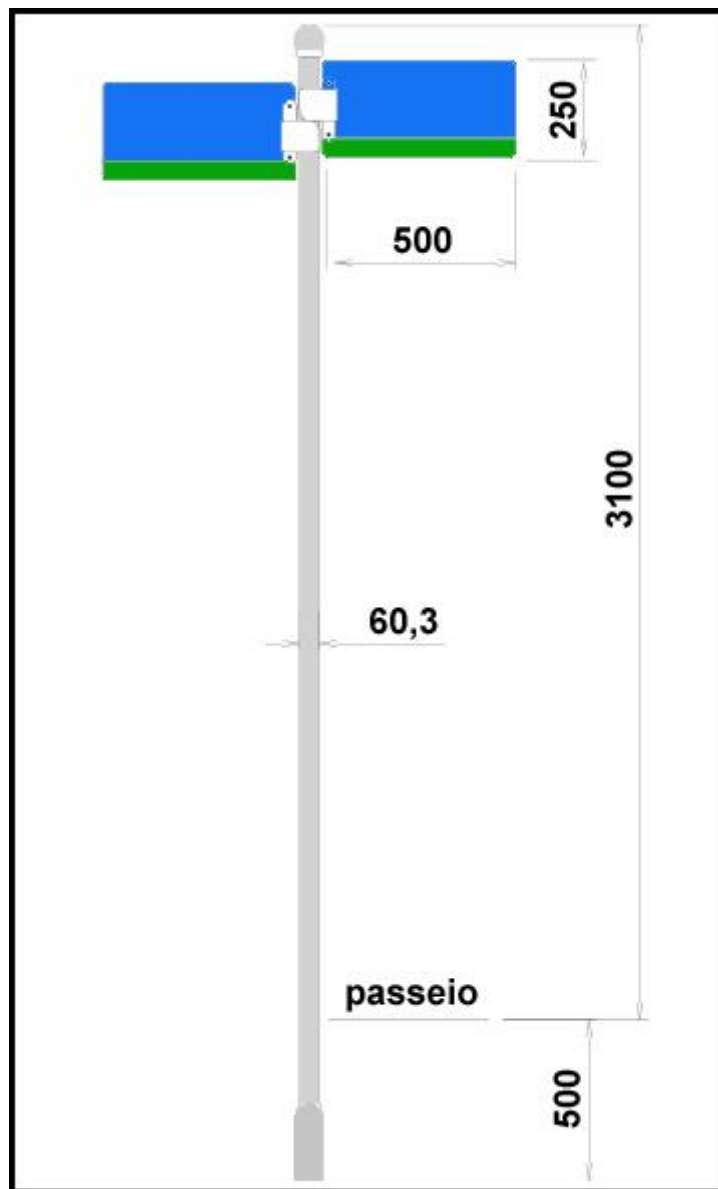
- Placas de nomenclatura: As placas de nomenclatura de vias públicas devem ter 0,5m de largura por 0,25m de altura e 1,25mm de espessura, devendo ser confeccionadas em aço carbono 1010/1020, galvanizadas e com vincos dispostos longitudinalmente a fim de evitar a flambagem. Devem ser pintadas na cor azul e com informações em vinil adesivo branco.

- Braçadeiras: As placas de nomenclatura devem ser fixadas ao poste por meio de braçadeiras fundidas em alumínio.

- Acabamento superior: Na parte superior do poste deve haver uma peça para fechamento e acabamento do poste, podendo ser de aparência esférica ou plana, tendo a finalidade de evitar a entrada de água no poste.



*Ilustração 1: Detalhe da placa*



*Ilustração 2: Detalhe do poste (medidas em mm)*

- **SINALIZAÇÃO VERTICAL**

Serão instaladas placas de sinalização novas e mesmo onde as mesmas já existam, serão substituídas por placas novas.

Serão colocadas placas de sinalização vertical nos pontos indicados em projeto, de acordo com as medidas e indicações constantes no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I – “Sinalização Vertical de Regulamentação” e Volume II – “Sinalização Vertical de Advertência”.

As placas serão de chapas metálicas com espessura de 2,0mm e o poste de sustentação será de aço galvanizado de diâmetro DN50 (DE60,3mm) e com dispositivo antigiro.

Os postes serão fixados no solo em buraco feito previamente nas dimensões de 30x30x50cm e após o poste estar devidamente aprumado será colocado no fundo da vala uma camada de concreto de 20,0cm e o restante do buraco preenchido com cascalho e parte do solo escavado.

**PINTURA DAS PLACAS DE SINALIZAÇÃO**

Como as placas serão em chapa galvanizada, isto é, um metal não-ferroso, necessitam ser tratadas adequadamente para promover a aderência das tintas.

Como as chapas saem da fábrica com uma camada de proteção, normalmente à base de óleos minerais. Esta camada precisa ser removida, pois é antiaderente por natureza. Com o passar do tempo,

se a superfície estiver exposta ao tempo, esta camada se desgasta e por isso se diz que galvanizado envelhecido pode ser pintado. Só que junto com a camada de óleo, se perdeu também um pouco a camada de zinco que é a proteção do aço abaixo dela.

Outro problema do galvanizado é a saponificação do filme acima dele, pois zinco é um metal alcalino. Em outras palavras: se pintar galvanizado com tinta esmalte e/ou sintética (alquídicas em geral), sem o uso de um primer adequado, o próprio zinco provocará a degradação da tinta e em pouco tempo começará a descascar.

Primeiramente é necessário proceder a uma boa limpeza para remover óleos e outros contaminantes. Em seguida é necessário aplicar um primer adequado. Em se tratando de aço galvanizado, o mais adequado é a aplicação de um primer à base de epóxi ou de PU-epóxi em espessura de 25 a 40 micrometros, preferentemente à pistola para garantir uma camada uniforme.

Após a secagem da superfície a placa é pintada com tinta esmalte sintético automotivo.

### DISPOSIÇÕES GERAIS

É um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de placas, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, mediante símbolos e/ou legendas conhecidas e legalmente instituídas. As placas, classificadas de acordo com as suas funções, são agrupadas em um dos seguintes tipos de sinalização vertical:

- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;
- Sinalização de Indicação.

#### – SINALIZAÇÃO DE REGULAMENTAÇÃO

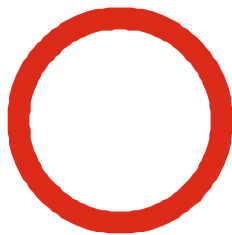
Tem por finalidade informar aos usuários das condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e seu desrespeito constitui infração.

**Observação:** Todas as placas deverão ter sua pintura realizada com tinta refletiva.

#### Forma e cores

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, nas seguintes cores:

Cores:



Obrigação



Proibi o

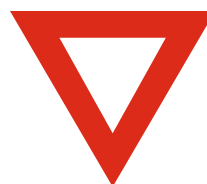
Fundo: Branco  
Tarja: Vermelha  
Orla: Vermelha  
Símbolo: Preto  
Letras: Pretas

Constituem exceção quanto a forma, os sinais "Parada Obrigatória" - R-1 e "D  a Preferência" - R-2, com as seguintes características:



R-1

Cores:  
Fundo: Vermelho  
Letras: Brancas  
Orla Interna: Branca  
Orla Externa: Vermelha



R-2

Cores:  
Fundo: Vermelho  
Letras: Brancas

## **– SINALIZAÇÃO DE ADVERTÊNCIA**

Tem por finalidade alertar aos usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Suas mensagens possuem caráter de recomendação.

### **Forma e cores**

A forma padrão do sinal de advertência é quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical, nas seguintes cores:



Cores:

Fundo: Amarelo.

Orla Interna: Preta.

Orla Externa: Amarela.

Símbolo e/ou Legenda: Pretos.

### **DIMENSÕES**

As dimensões serão aquelas indicadas em prancha própria, podendo mudar para valores maiores até o limite constante no manual indicado acima.

Para a adoção das dimensões das placas para o presente projeto será considerado que a região é área urbana, pois a área se encontra dentro do perímetro urbano, portanto, as medidas serão as indicadas abaixo em área urbana.

#### **Dimensões mínimas**

##### **a) PLACAS COM FORMA CIRCULAR**

Área Urbana:

Diâmetro - 0,400 m

Tarja - 0,040 m

Orla - 0,040 m

Área Rural - estrada:

Diâmetro - 0,500 m

Tarja - 0,050 m

Orla - 0,050 m

##### **b) PLACAS COM FORMA OCTOGONAL - R-1**

Área Urbana:

Lado - 0,250 m

Orla Interna Branca - 0,020 m

Orla Externa Vermelha - 0,010 m

Área Rural - estrada:

Lado - 0,350 m

Orla Interna Branca - 0,028 m

Orla Externa Vermelha - 0,014 m

##### **c) SINAL DE FORMA QUADRADA**

Área Urbana:

Lado - 0,450 m

Orla Externa - 0,009 m

Orla Interna - 0,018 m

Área Rural - estrada:

Lado - 0,500 m

Orla Externa - 0,010 m

Orla Interna - 0,020 m

Obs.: O aumento no tamanho dos sinais implicará em variações proporcionais de orlas e símbolos.

## • SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

É um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias.

Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação.

### **Características**

Diferentemente dos sinais verticais, a sinalização horizontal mantém alguns padrões cuja mescla e a forma de colocação na via definem os diversos tipos de sinais.

### **Padrão e traçado**

Seu padrão de traçado pode ser:

- Contínua: são linhas sem interrupção pelo trecho da via onde estio demarcando; podem estar longitudinalmente ou transversalmente opostas à via;
- Tracejada ou Seccionada: são linhas seccionadas com espaçamentos de extensão igual ou maior que o traço;
- Símbolos e Legendas: são informações escritas ou desenhadas no pavimento indicando uma situação ou complementando sinalização vertical.

### **Cores**

A sinalização horizontal se apresenta em cinco cores:

- Amarela: utilizada na regulação de fluxos de sentidos opostos, na delimitação de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada e na marcação de obstáculos;
- Vermelha: utilizada na regulação de espaço destinado ao deslocamento de bicicletas leves (ciclovias). Símbolos (Hospitais e Farmácias/cruz);
- Branca: utilizada na regulação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais, de trechos de vias, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas; utilizada na regulação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais, de trechos de vias, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas;
- Azul: utilizada nas pinturas de símbolos em áreas especiais de estacionamento ou de parada para embarque e desembarque;
- Preto: utilizada para proporcionar contraste entre o pavimento e a pintura.

### **Classificação**

A sinalização horizontal é classificada em:

- Marcas longitudinais;
- Marcas transversais;
- Marcas de canalização;
- Marcas de delimitação e controle de Estacionamento e/ou Parada;
- Inscrições no pavimento.

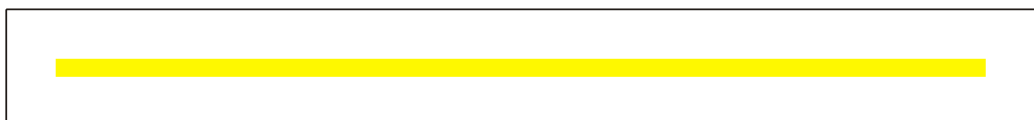
### **Marcas longitudinais**

Separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada ao rolamento, a sua divisão em faixas, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo de um tipo de veículo, as reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem.

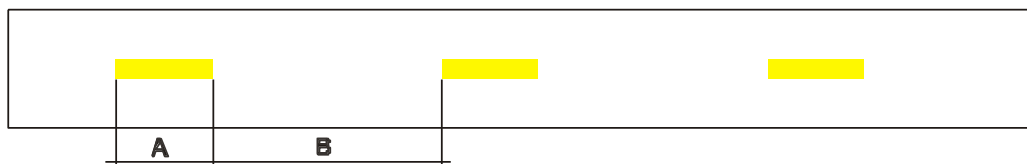
De acordo com a sua função as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

a) LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS OPOSTOS (COR AMARELA):

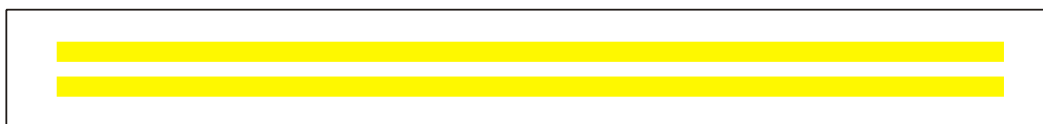
#### **SIMPLES CONTÍNUA**



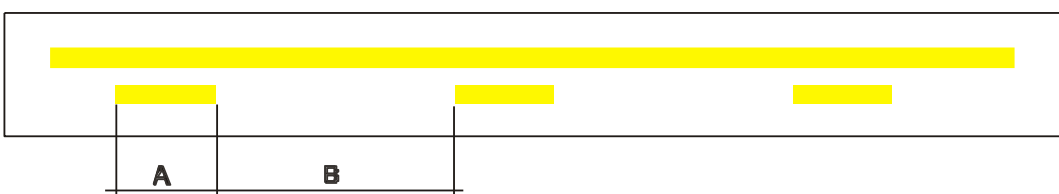
### SIMPLES SECCIONADA



### DUPLA CONTÍNUA

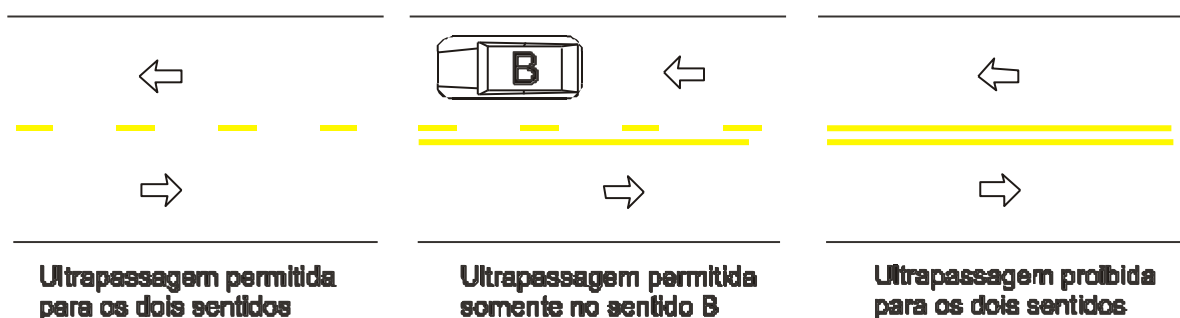


### DUPLA CONTÍNUA / SECCIONADA



- Largura das Linhas: 0,10 m;
- Distância entre as Linhas (quando for o caso de faixa dupla): 0,10 m;

Exemplos de Aplicação:



Será pintada uma faixa longitudinal contínua demarcando a lateral da pista com faixa na cor branca e largura de 0,10m, afastada 0,10m da lateral do asfalto e uma faixa igualmente contínua separando a pista dos veículos da ciclovia, onde também serão colocados os segregadores. A pintura da linha central longitudinal de divisão de fluxo será amarela, contínua e com largura de 0,10m. Será pintada também uma faixa de pedestre para travessia da via, ligando o passeio até a empresa existente no trajeto do trecho 3.

Ao longo da ciclovia será pintada uma faixa longitudinal segmentada na cor branca, com largura de 0,10m, para divisão dos dois fluxos. A cada 100,0m será feita a pintura indicando a ciclovia e o sentido do fluxo.

Junto à ciclovia será instalado um segregador produzido em resina de poliéster, nas dimensões de 490x170x85mm. O segregador serve para separar a ciclovia da via automotiva, isolando parte da pista. Serão fixados por pinos de segurança e cola epóxi. O segregador será instalado a cada 2,0m e fixado na lateral da faixa longitudinal branca.

## • PASSEIOS EM BLOCOS DE CONCRETO

Apenas o passeio ao longo da lateral direita da via será pavimentado, na largura indicada, em blocos de concreto tipo “paver”, com resistência mínima de 35MPa, espessura de 6,00 (seis) centímetros e dimensões de 10 cm x 20 cm. Estes blocos serão assentados sobre camada de pó de pedra com espessura de, no mínimo 5 (cinco) centímetros, após regularização e compactação mecânica do leito do passeio. Após a colocação dos blocos os mesmos receberão compactação com compactador tipo “sapo” manual. O rejuntamento dos blocos será feito com areia fina, no sistema de varrição manual.

Em cada esquina e em outros locais projetados, serão construídas rampas de acessibilidade física, sendo estas equipadas com piso podotátil de conformidade com a ABNT NBR 9.050/2020 e ABNT NBR 16.537/2016. A construção de passeios e elementos de acessibilidade física obedecerá ao padrão municipal, observadas as normas e legislação pertinente.

A estrutura de pavimento intertravado apresenta inúmeras propriedades, citadas a seguir:

- Permitem a utilização imediata do pavimento;
- Impedem a transmissão e o aparecimento na superfície do pavimento de eventuais trincas das camadas de base;
- Tem a capacidade de manter a continuidade do pavimento mesmo quando sujeitos a acomodações do subleito;
- Permitem fácil reparação quando ocorre assentamento do subleito que comprometa a capacidade estrutural do pavimento;
- Há facilidade de acesso às instalações de serviços subterrâneas e posterior reparo, sem marcas visíveis;
- Permitem a reutilização das peças de concreto;
- São de fácil execução;
- As peças de concreto são de alta qualidade, o que lhes confere durabilidade e resistência à abrasão;
- Requerem pouca ou nenhuma manutenção;
- Não exigem mão-de-obra especializada e nem de equipamentos especiais, o que permite criar várias frentes de trabalho e economia de tempo de construção;
- Os materiais utilizados na construção chegam à obra já prontos para aplicação, sem necessidade do emprego de processos térmicos ou químicos;
- Podem ter simultaneamente grande capacidade estrutural e valor paisagístico;
- Facilitam a incorporação de sinalização horizontal pela utilização de peças coloridas;

### **Camada de pó de pedra**

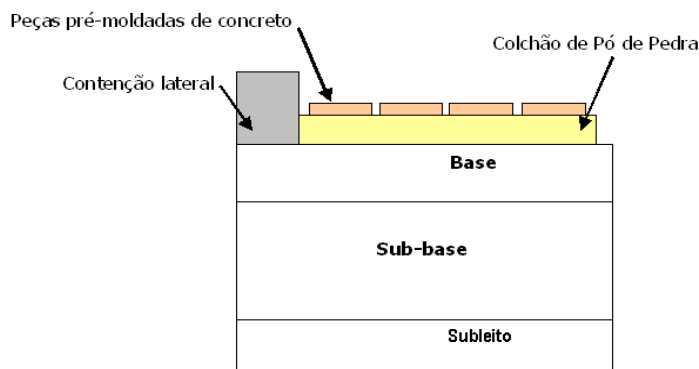
A camada de pó de pedra tem a função de proporcionar regularidade final ao pavimento, acomodando, quando necessário, as possíveis variações dimensionais de altura das peças pré-moldadas e irregularidade da camada de base. As principais funções do colchão de pó de pedra são:

- Durante a compactação das peças de concreto, parte do colchão deverá ser capaz de preencher as juntas na parte inferior das peças iniciando o processo de intertravamento;
- Fornecimento de um suporte homogêneo para as peças assentadas evitando a concentração de tensão em uma determinada área que poderia causar deterioração ao pavimento;
- Fornecimento de uma superfície lisa onde as peças serão assentadas;
- Acomodamento das possíveis diferenças de espessuras das peças e desníveis da base permitindo a regularização final do pavimento;
- Ligação entre as peças de concreto e a base do pavimento, atuando como uma barreira de proteção à propagação de fissuras às camadas inferiores do pavimento.

Deve-se ressaltar que o material utilizado no colchão não deverá perder estabilidade quando estiver saturado de água. O desempenho final do pavimento depende diretamente da metodologia de execução desta camada, bem como da correta especificação do tipo de pó de pedra a ser utilizado, isto é, o pó de pedra deve ser o mais homogêneo possível não devendo ter em seu percentual de peso mais que 10% de partículas finas.

A espessura e a qualidade do pó de pedra utilizado influem diretamente no desempenho final do pavimento. Uma outra característica que influencia negativamente no desempenho do colchão é a

presença de frações muito finas de pedra. A presença de partículas finas pode resultar um endurecimento excessivo da camada do colchão de pó de pedra, além de provocar a perda de rejuntamento, entre as peças de concreto, causando um desnível e flutuação entre as peças, comprometendo totalmente o intertravamento das peças de concreto. A maioria dos problemas, relatados pela literatura, nos pavimentos intertravados estão direta ou indiretamente relacionados com a qualidade ou má execução do colchão de pó de pedra ou de areia e rejuntamento das peças de concreto. Para o projeto está sendo especificada uma espessura compactada de, no mínimo, 5 cm (cinco centímetros) de pó de pedra.



#### **Preparo da base**

O solo que receberá o novo pavimento deverá ser regularizado até a cota necessária, para que após a colocação das camadas superiores o nível final seja atingido corretamente. Após, será nivelado e compactado manualmente com soquete, mantendo-se os devidos caimentos.

Sobre o solo nivelado e compactado, será aplicada uma camada drenante de brita 1 de espessura 3,0 cm, espalhada em camada uniforme, também compactada manualmente com soquete. Esta camada drenante poderá ser dispensada caso o terreno não tenha problemas recorrentes de umidade devido à topografia do terreno no entorno.

Sobre a camada de brita nivelada, ou sobre o solo compactado, caso a camada drenante for dispensada, será aplicada uma camada de pedrisco de 5,0 cm, também nivelada e compactada com compactador de placas vibratórias.

#### **Pisos com bloco retangular de concreto**

Os blocos a serem empregados, serão de concreto vibro-prensado, conforme as normas 9.781/2013 e 9.050/2015 da ABNT e nas dimensões e modelos conforme projeto. Com espessura de 6,0 cm e resistência mínima de 35,0 MPa.

Os cortes de peças para encaixes de formação dos desenhos no piso deverão ser perfeitos. Em caso de discordância entre o projeto e o executado, o profissional responsável pelo projeto terá o direito de solicitar a remoção de qualquer parte ou mesmo o todo dos pavimentos para que sejam recolocados, por conta da empresa executora. Se durante a locação houver quaisquer discordâncias com o projeto, estas deverão ser sanadas previamente ao assentamento.

O nivelamento superior das peças deverá ser perfeito, sem a existência de desníveis, degraus ou ressalto. Também deverão ser observados e obedecidos os desenhos apresentados em projeto, principalmente na formação das rampas para portadores de necessidades especiais e curvaturas de esquinas.

Para conter os blocos no alinhamento interno será utilizado o assentamento da camada com as peças transversalmente ao alinhamento predial, aumentando assim a resistência ao deslizamento dos mesmos.

Para evitar irregularidades na superfície, não se deve transitar sobre a base antes do assentamento dos blocos.

#### **Assentamento dos blocos:**

- Aplainamento da superfície com uso de régua de nivelamento, após o que a área não pode mais ser pisada;



- Disposição dos blocos de concreto conforme o desenho do projeto e colocação de uma camada de areia fina por cima (que será responsável pelo rejunte) e nova compactação, cuidando para que os vãos entre as peças sejam preenchidos pela areia;
- O excesso de areia é eliminado por varrição.

#### **Acessibilidade e rampas de acesso aos passeios**

A largura e a cor das faixas que compõem uma sinalização tátil direcional devem ser constantes. A sinalização tátil de alerta utilizada nas mudanças de direção deve possuir a mesma cor da sinalização tátil direcional. Se houver variação de cor do piso adjacente nos diferentes ambientes pelos quais passa a sinalização tátil direcional, deve ser utilizada uma única cor que contraste com todas elas ao mesmo tempo.

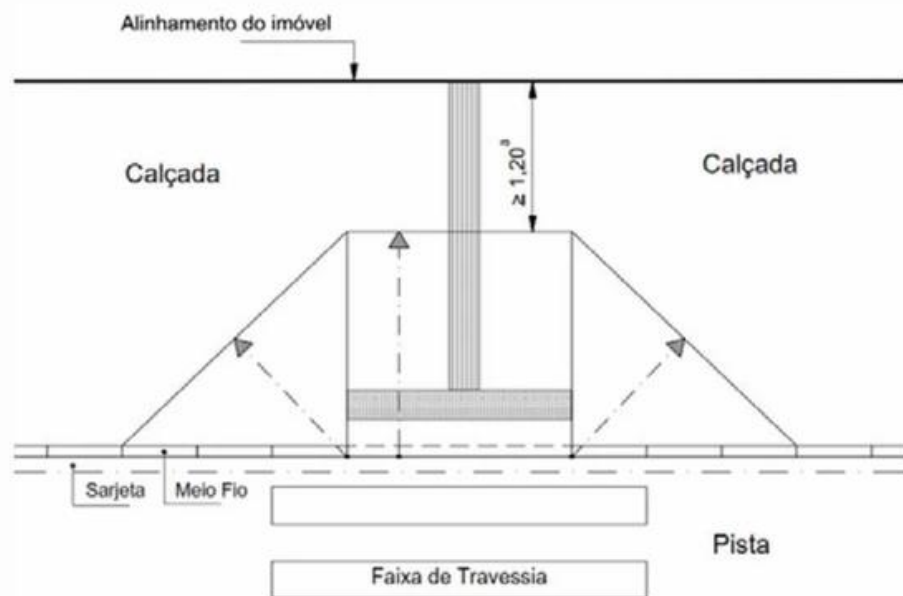
Deverão ser executadas rampas de acesso aos passeios de acordo com detalhes constantes nos desenhos da prancha de sinalização viária e/ou pavimentação dos passeios.

Nos passeios existentes o mesmo será rebaixado como também o meio-fio para dar acesso à rampa. Nos locais em que o meio-fio será executado este deverá ser feito de acordo com as medidas e posições indicadas.

A rampa será feita com blocos de concreto, como descrito nos serviços dos passeios.

Os rebaixamentos de calçadas devem ser construídos na direção do fluxo da travessia de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33 % (1:12) no sentido longitudinal da rampa central e na rampa das abas laterais. A largura mínima do rebaixamento é de 1,50 m. O rebaixamento não pode diminuir a faixa livre de circulação, de no mínimo 1,20 m, da calçada.

O modelo abaixo é indicado para passeios com largura suficiente de tal forma que além da rampa ainda tenha a largura mínima de 1,20m para a faixa de circulação.



onde

- <sup>a</sup> Em casos excepcionais, desde que justificado, admite-se a largura mínima de 0,90 m.

**Figura 94 – Rebaixamento de calçada – Vista superior**

O modelo de rampa abaixo é indicado para passeios com largura insuficiente, onde além da rampa não tenha a largura mínima de 1,20m para a faixa de circulação.



onde

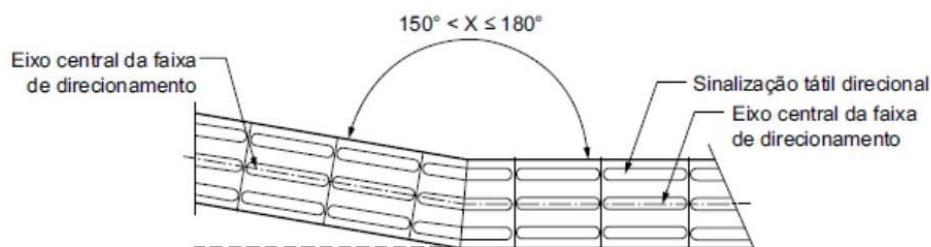
- a Inclinação da rampa,  $i \leq 8,33 \%$
- b Em casos excepcionais, desde que justificado, admite-se a largura mínima de 0,90 m

**Figura 97 – Rebaixamentos de calçadas estreitas – Exemplo – Vista superior**

#### Mudanças de direção nos passeios

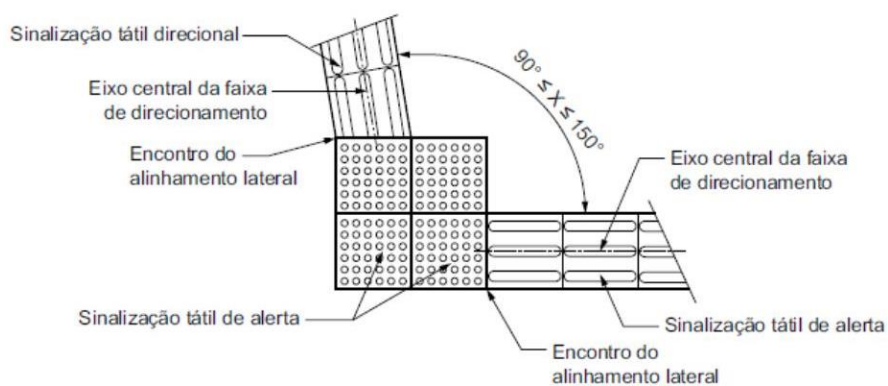
Quando houver a necessidade de realizar indicação de mudança de direção na sinalização tátil direcional, deve-se executar como indicado abaixo. Se ocorrerem outras situações, verificar a norma respectiva.

Quando houver mudança de direção com ângulo entre  $150^\circ$  e  $180^\circ$  não há necessidade de se utilizar sinalização tátil de alerta.



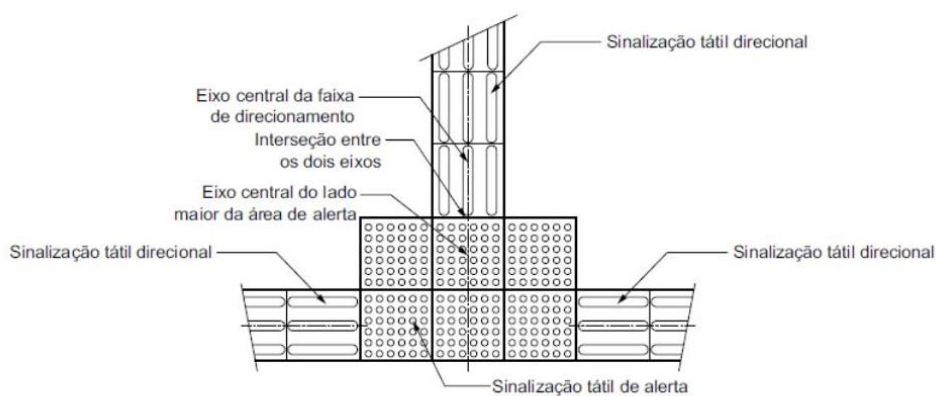
**Figura 46 – Mudança de direção  $150^\circ < X \leq 180^\circ$**

Indicação de sinalização quando houver mudança de direção com ângulo entre  $90^\circ$  e  $150^\circ$ .



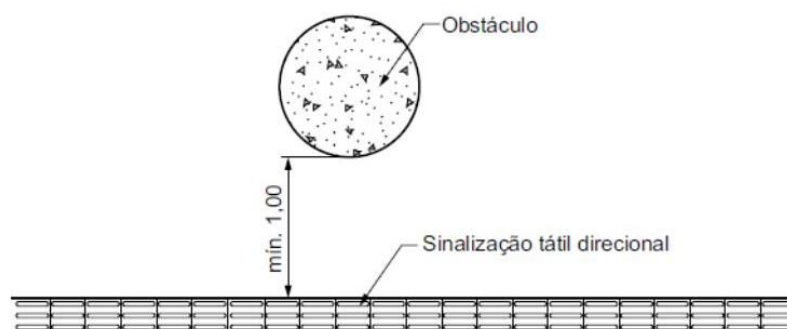
**Figura 47 – Mudança de direção –  $90^\circ \leq X \leq 150^\circ$**

Indicação de sinalização quando houver encontro de três faixas direcionais ortogonais.



**Figura 48 – Encontro de três faixas direcionais ortogonais**

Indicação do afastamento mínimo entre a sinalização tátil e obstáculos.



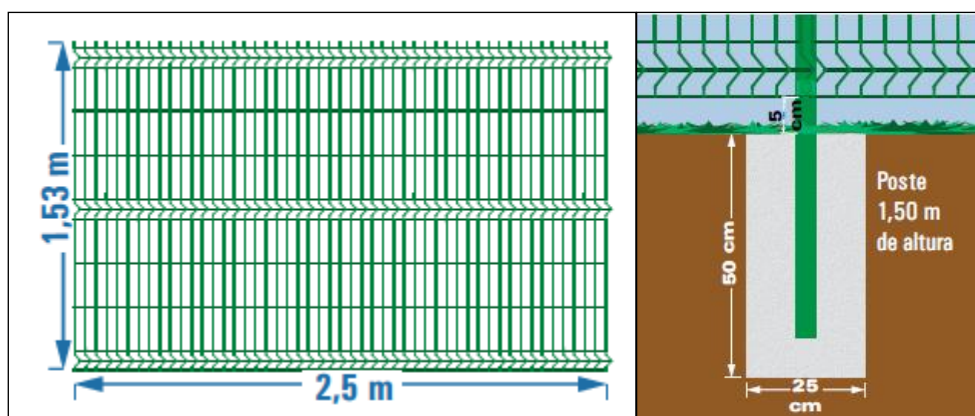
**Figura 58 – Distância mínima entre a sinalização tátil direcional e obstáculos**

## • GRADES E CERCAS

No trecho 3 serão realizados serviços de instalação de cercas em tela soldada e grades. As grades são confeccionadas com arame de aço galvanizado por imersão a quente, eletrossoldado e revestido com PVC de alta aderência. As telas são fabricadas com arame de aço de baixo teor de carbono, galvanizado, crimpado, eletrossoldado e revestido com PVC de alta aderência, oferecendo maior proteção contra as intempéries.

### Grades

As grades serão em painéis de 2,5m por 1,53m de altura, na cor verde. A malha será de 5x20cm e o diâmetro do fio de 4,3mm. Os painéis serão fixados em postes sem base, que serão chumbados no chão (detalhe abaixo), através de fixadores com parafusos de inox. Os postes são fabricados com aço zincado por imersão a quente e revestidos com PVC de alta aderência, interna e externamente. A altura do poste será de 2,00m, e a seção do poste será de 4,0x6,0cm e espessura mínima de 1,5mm. Nas extremidades dos postes deverá ser colocada uma tampa de polipropileno com anti UV, para evitar a entrada de água e proteção solar. O poste sem base para aparafusar deve ser chumbado em concreto ou baldrame. Para a perfeita fixação no concreto, o poste possui uma perfuração na ponta inferior para transpassar um ferro transversal.



*Medidas do painel e sugestão para fixação do poste no terreno.*

O espaçamento entre os postes será de 2,52m, 2,0cm a mais que a largura do painel. Se necessário, para instalação de painéis com menor dimensão, o corte do painel deve ser em medida múltipla de 5 cm, correspondendo à largura da malha, com a adição de 2,0cm para obter o espaçamento adequado entre os postes.

Em terrenos com desnível a instalação poderá ser realizada com degraus, instalação de forma escalonada. Neste tipo de instalação o poste a ser usado deve ter uma medida superior, evitando assim que a ponta superior da grade fique solta. A altura dos degraus deve ter no máximo 25,0cm.

Os fixadores são fabricados em nylon com proteção anti UV, para maior resistência à danos provocados pela exposição solar, com resistência de 200 kg. São fixados com parafusos de inox. Após ser parafusado o fixador recebe uma tampa de acabamento.

### Cercas em tela soldada

As telas são fabricadas com arame de aço de baixo teor de carbono, galvanizado, crimpado, eletrossoldado e revestido com PVC de alta aderência, oferecendo maior proteção contra as intempéries. A tela terá malha de 100x50mm e fio de 2,5mm. A altura da tela será de 1,50m em rolos de 25,0m. Serão utilizados postes retos de 3,00m. Todo material será na cor verde.

Os postes e as escoras deverão ser em aço galvanizado e revestidos com PVC de alta aderência, interna e externamente. Os postes serão de 2" e as escoras de 1 ½". As escoras têm a finalidade de ancorar os postes e devem ser utilizadas a cada 25,0m de instalação e nos pontos de mudança de direção.

A instalação deverá seguir as instruções do fornecedor, mas principalmente em relação ao alinhamento e ao tracionamento da tela. Confirmar o perfeito alinhamento da tela antes de proceder à

tração da mesma. Utilizar preferencialmente o esticador que prende todos os fios horizontais ao esticar a tela, para que todos os fios sejam esticados ao mesmo tempo. Assim que a tela estiver tracionada, fixar a tela aos postes intermediários com arame BWG 14.

Caso ao final da instalação ainda fiquem áreas com ondulação visível, utilizando o alicate de crimpagem, realizar o tensionamento nestas regiões, dando o acabamento necessário.

## MEMORIAL DE CÁLCULO

Abaixo estão levantados os quantitativos referentes ao orçamento deste projeto. O presente memorial de cálculo refere-se ao levantamento dos quantitativos físicos do projeto de pavimentação asfáltica com CBUQ.

- **Serviços preliminares – todo empreendimento**

Placa da obra:  $2,0 \times 1,5 = 3,00 \text{ m}^2$   
Transporte de equipamentos e veículos: 30 horas  
Serviços topográficos para pavimentação: 600 horas  
Mão-de-obra do encarregado geral da obra: 600 horas  
Mão-de-obra do engenheiro da obra: 240 horas

➤ **TRECHO 1**

- **Drenagem pluvial e obras de arte corrente**

Sarjeta triangular tipo I:  $63 + 95 = 158,00 \text{ m}$   
Sarjeta triangular tipo II: 278,00 m  
Dreno profundo tipo I:  $278 + 63 + 95 = 436,00 \text{ m}$   
Caixa coletora: 3  
Transposição de acesso de veículos com tubo de 0,30m: 8,00 m  
Galeria celular em concreto pré-moldado 2,0x1,5m: 10,000 m

- **Terraplenagem e pavimentação asfáltica**

**Limpeza do terreno**

Remoção de cerca com mourões de madeira: 170,00 m  
Retirada de árvores de grande porte: 40 un

**Preparo do sub-leito**

Regularização e compactação do subleito:  $492,2 \times 9 = 4.429,80 \text{ m}^2$

**Preparo da sub-base – Rachão**

Área de sub-base:  $492,2 \times 8,20 = 4.036,00 \text{ m}^2$   
Sub-base de pedra rachão: área da via  $\times 0,30 \text{ m} = 4.036,00 \times 0,30 = 1.210,80 \text{ m}^3$   
Transporte (DMT 10km, densidade  $1,55 \text{ t/m}^3$ ) =  $1.210,8 \times 10 \times 1,55 = 18.767,40 \text{ t km}$

**Preparo da base – Brita graduada**

Área:  $492,2 \times 7,6 = 3.740,70 \text{ m}^2$   
Base – travamento com brita graduada:  $3.740,70 \times 0,10 = 374,10 \text{ m}^3$   
Transporte (DMT 10km, densidade  $1,65 \text{ t/m}^3$ ) =  $374,1 \times 10 \times 1,65 = 6.172,60 \text{ t km}$   
Imprimação – asfalto diluído CM-30: área da base =  $3.740,70 \text{ m}^2$

**Camada de rolamento**

Área de pavimentação asfáltica:  $492,2 \times 6,6 = 3.248,50 \text{ m}^2$   
Pintura de ligação – emulsão asfáltica RR-2C: área da via =  $3.248,50 \text{ m}^2$   
Concreto betuminoso usinado quente: área da via  $\times 0,05 = 3.248,50 \times 0,05 = 162,40 \text{ m}^3$   
Transporte – DMT 10km =  $162,40 \times 2,5 \times 10 = 4.060,00 \text{ t km}$   
Carga, manobra e descarga de material betuminoso a quente =  $162,40 \times 2,5 = 406,00 \text{ t}$

**OBS:** As usinas de CBUQ consideradas na DMT foram a CONCISA, localizada em Nova Itaberaba (20km) e a BRITTER, localizada em Chapecó (8,0km).

- **Ensaio e laudos técnicos do pavimento asfáltico**

Ensaio de determinação do teor de Betume – CAP (um ensaio a cada 700 m<sup>2</sup>) – 5 ensaios  
Ensaio de Controle do grau de compactação (um ensaio a cada 700 m<sup>2</sup>) – 5 ensaios  
Ensaio Marshall – Mistura Betuminosa a Quente (3 ensaios por jornada de 8 horas) – 6 ensaios  
Ensaio de granulometria do agregado (um ensaio a cada 700 m<sup>2</sup>) – 5 ensaios

- **Sinalização viária**

**Horizontal**

Faixa longitudinal contínua central amarela =  $490 \times 0,10 = 49,00 \text{ m}^2$   
Faixa longitudinal contínua lateral branca =  $(509 + 488) \times 0,10 = 99,70 \text{ m}^2$   
Pintura de dizeres “PARE” e faixa transversal na cor branca:  $1 \times 9,0 \text{ m}^2 = 9,00 \text{ m}^2$

**Vertical**

Placas de regulamentação octogonais de parada obrigatória (Lado=0,25m) = 1  
Placas de regulamentação circulares de velocidade máxima (40km) (Diâmetro=0,50m) = 3  
Placas de regulamentação circulares de proibido ultrapassar (Diâmetro=0,50m) = 2

➤ **TRECHO 2**

- **Drenagem pluvial e obras de arte corrente**

Sarjeta triangular tipo I: 190,00 m  
Valeta trapezoidal: 50,00 m  
Dreno profundo tipo I: 277,00 m  
Caixa coletora: 5  
Transposição de acesso de veículos com tubo de 0,30m: 16,00 m

- **Terraplenagem e pavimentação asfáltica**

**Preparo do sub-leito**

Regularização e compactação do subleito:  $249,9 \times 9 = 2.249,10 \text{ m}^2$

**Preparo da sub-base – Rachão**

Área de sub-base:  $249,9 \times 8,20 = 2.049,20 \text{ m}^2$   
Base de pedra rachão: área da via  $\times 0,30 \text{ m} = 2.049,20 \times 0,30 = 614,80 \text{ m}^3$   
Transporte (DMT 10km, densidade  $1,55 \text{ t/m}^3$ ) =  $614,80 \times 10 \times 1,55 = 9.529,40 \text{ t km}$

**Preparo da base – Brita graduada**

Área:  $249,9 \times 7,6 = 1.899,20 \text{ m}^2$   
Sub-base – travamento com brita graduada:  $1.899,20 \times 0,10 = 189,90 \text{ m}^3$   
Transporte (DMT 10km, densidade  $1,65 \text{ t/m}^3$ ) =  $189,90 \times 10 \times 1,65 = 3.133,40 \text{ t km}$   
Imprimação – asfalto diluído CM-30: área da base =  $1.899,20 \text{ m}^2$

**Camada de rolamento**

Área de pavimentação asfáltica:  $249,9 \times 6,6 = 1.649,30 \text{ m}^2$   
Pintura de ligação – emulsão asfáltica RR-2C: área da via =  $1.649,30 \text{ m}^2$   
Concreto betuminoso usinado quente: área da via  $\times 0,05 = 1.649,30 \times 0,05 = 82,50 \text{ m}^3$   
Transporte – DMT 10km =  $82,50 \times 2,5 \times 10 = 2.062,50 \text{ t km}$   
Carga, manobra e descarga de material betuminoso a quente =  $82,50 \times 2,5 = 206,20 \text{ t}$

**OBS:** As usinas de CBUQ consideradas na DMT foram a CONCISA, localizada em Nova Itaberaba (20km) e a BRITTER, localizada em Chapecó (8,0km).

- **Ensaio e laudos técnicos do pavimento asfáltico**

Ensaio de determinação do teor de Betume – CAP (um ensaio a cada 700 m<sup>2</sup>) – 2 ensaios  
 Ensaio de Controle do grau de compactação (um ensaio a cada 700 m<sup>2</sup>) – 2 ensaios  
 Ensaio Marshall – Mistura Betuminosa a Quente (3 ensaios por jornada de 8 horas) – 3 ensaios  
 Ensaio de granulometria do agregado (um ensaio a cada 700 m<sup>2</sup>) – 2 ensaios

- **Sinalização viária**

**Horizontal**

Faixa longitudinal contínua central amarela =  $249,00 \times 0,10 = 24,90 \text{ m}^2$   
 Faixa longitudinal contínua lateral branca =  $(254 + 254) \times 0,10 = 50,80 \text{ m}^2$   
 Pintura de dizeres “PARE” e faixa transversal na cor branca:  $1 \times 9,0 \text{ m}^2 = 9,00 \text{ m}^2$

**Vertical**

Placas de regulamentação octogonais de parada obrigatória (Lado=0,25m) = 1  
 Placas de regulamentação circulares de velocidade máxima (40km) (Diâmetro=0,50m) = 1

➤ **TRECHO 3**

- **Drenagem pluvial e obras de arte corrente**

Bueiro simples em tubo de concreto d=80cm: 18,0 m  
 Boca de bueiro em pedra argamassada d=80cm = 2 un  
 Bueiro simples em tubo de concreto d=120cm: 18,0 m  
 Boca de bueiro em pedra argamassada d=120cm = 2 un  
 Sarjeta triangular tipo I: 75,00 m  
 Sarjeta triangular tipo II:  $130 + 255 = 385,00 \text{ m}$   
 Dissipador de energia para saída de sarjetas e valetas: 3 un  
 Dreno profundo tipo I:  $130 + 167 + 40 + 255 = 592,00 \text{ m}$   
 Boca de saída para dreno – tipo BSD I (DNIT): 4 un

- **Terraplenagem e pavimentação asfáltica**

**Limpeza do terreno**

Remoção de cerca com mourões de madeira: 860,00 m  
 Retirada de árvores de grande porte: 30 un

**Escavação e aterro – Serviço de abertura e nivelamento da cancha**

Escavação inclusive carga, descarga e transporte de material de 1ª cat DMT 800m (trecho entre a estaca 0 e 15): 750,00 m<sup>3</sup>  
 Aterro compactado em corpo do aterro com materiais rochosos de maior tamanho para nivelamento da via (trecho a esquerda na estaca 0): 320,00 m<sup>3</sup>  
 Aterro compactado em pedra rachão para nivelamento da via (trecho adjacente à estaca 15): 900,00 m<sup>3</sup>

**Preparo do sub-leito**

Regularização e compactação do subleito:  $651,5 \times 14 = 9.121,00 \text{ m}^2$

**Preparo da sub-base – Rachão**

Área de sub-base:  $651,5 \times 13,00 = 8.469,50 \text{ m}^2$   
 Sub-base de pedra rachão: área da via  $\times 0,30 \text{ m} = 8.469,50 \times 0,30 = 2.540,80 \text{ m}^3$   
 Transporte (DMT 10km, densidade 1,55t/m<sup>3</sup>) =  $2.540,80 \times 10 \times 1,55 = 39.382,40 \text{ t km}$

**Preparo da base – Brita graduada**

Área:  $651,5 \times 9,90 = 6.449,80 \text{ m}^2$   
 Base – travamento com brita graduada:  $6.449,80 \times 0,10 = 645,00 \text{ m}^3$   
 Transporte (DMT 10km, densidade 1,65t/m<sup>3</sup>) =  $645 \times 10 \times 1,65 = 10.642,50 \text{ t km}$   
 Imprimação – asfalto diluído CM-30: área da base = 6.449,80 m<sup>2</sup>

**Camada de rolamento**

Área de pavimentação asfáltica:  $651,50 \times 9,1 = 5.928,60 \text{ m}^2$



Pintura de ligação – emulsão asfáltica RR-2C: área da via = 5.928,60 m<sup>2</sup>  
Concreto betuminoso usinado quente: área da via x 0,05 = 5.928,60 x 0,05 = 296,40 m<sup>3</sup>  
Transporte – DMT 10km = 296,40 x 2,5 x 10 = 7.410,00 t x km  
Carga, manobra e descarga de material betuminoso a quente = 296,40 x 2,5 = 741,00 t

#### **Meio-fio moldado no local**

Comprimento: 651,50 m

**OBS:** As usinas de CBUQ consideradas na DMT foram a CONCISA, localizada em Nova Itaberaba (20km) e a BRITTER, localizada em Chapecó (8,0km).

- **Ensaio e laudos técnicos do pavimento asfáltico**

Ensaio de determinação do teor de Betume – CAP (um ensaio a cada 700 m<sup>2</sup>) – 8 ensaios  
Ensaio de Controle do grau de compactação (um ensaio a cada 700 m<sup>2</sup>) – 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 m<sup>2</sup>) – 8 ensaios

- **Sinalização viária**

#### **Horizontal**

Faixa longitudinal contínua central amarela = 640 x 0,10 = 64,00 m<sup>2</sup>

Faixa longitudinal contínua lateral branca = (651 + 651) x 0,10 = 130,20 m<sup>2</sup>

Faixa longitudinal segmentada central branca (ciclovía) relação 1:2= 651/3 x 0,10 = 21,70 m<sup>2</sup>

#### **Faixa de pedestre – largura da via de 9,10m**

Área de uma faixa pedestre (12 x 3m x 0,4m) e linhas de retenção (5,8 + 2,5 + 3,8) x 0,40m = 14,40 + 4,80 = 19,20 m<sup>2</sup> por faixa / linha de retenção

Pintura de faixa de pedestre na cor branca: 2 faixas x 19,20 = 38,40 m<sup>2</sup>

Pintura indicativa na ciclovía com cor branca (ciclista e seta): 12 unidades = 24,00 m<sup>2</sup>

#### **Vertical**

Placas de regulamentação circulares de velocidade máxima (40km) (Diâmetro=0,50m) = 4

Placas de regulamentação circulares de proibido ultrapassar (Diâmetro=0,50m) = 4

Placas de advertência quadradas de faixa de pedestre (Lado=0,50m) = 4

#### **Diversos**

Segregador (49x17x8,5cm) com pinos para fixação com cola: 320 unidades

- **Passeios em blocos de concreto**

#### **Rodovia EMCA-015 – Largura de 2,50 m**

Comprimento total = 651,50 m

Área bruta do passeio (calçada e meio-fio) = 651,50 x 2,50 = 1.628,80 m<sup>2</sup>

Área de passeio (blocos de concreto + área gramada) = 651,5 x 2,4 = 1.563,60 m<sup>2</sup>

Regularização e compactação do subleito para execução do passeio (área sob os blocos de concreto) = 1.563,60 – 360,00 = 1.203,60 m<sup>2</sup>

Lastro de brita 1 com espessura de 3,0cm = 1.203,6 x 0,03 = 36,10 m<sup>3</sup>

Guia para contenção do bloco no alinhamento predial e nas faixas gramadas = 651,50 + 570,00 = 1.221,50 m

#### **Faixas de serviço gramadas**

Quantidade de faixas gramadas: 100 unidades

Comprimento a ser consideradas para as faixas gramadas: 100 un x 4,0 m = 400,00 m

Área de faixas de serviço gramadas = 100 x 4 x 0,9 = 360,00 m<sup>2</sup>

#### **Blocos de concreto podotáteis**

Área de faixa de placa podotátil direcional = 640,3 x 0,40 = 256,10 m<sup>2</sup>

Área de faixa de placa podotátil de alerta das rampas = 2 rampas x (2 x 1,5 x 0,40 + 2,0 x 0,4) = 4,00 m<sup>2</sup>

#### **Blocos de concreto 10x20x6cm cinza natural**

Área de blocos = 1.203,60 – (256,10 + 4,00) = 943,50 m<sup>2</sup>

- **Grades e cercas**

**Grade com altura de 1,53 m**

Comprimento: 300,00 m

Painéis (2,50x1,53m), malha 5x20cm – fio 4,3mm – verde: 120 un

Poste sem base, altura de 2,0m, seção 4x6cm e espessura de 1,5mm – verde: 123 un

Fixador com parafuso de inox e tampa – verde: 500 un

**Cerca em tela soldada**

Comprimento: 250,00 m

Tela em rolo de 25m, malha 100x500mm, fio 2,5mm, altura de 1,5m – verde: 250 m

Poste reto de 2", altura de 3,0m, com tampa – verde: 84 un

Poste para escora de 1 ½", altura de 2,50m, com ponta – verde: 16 un

Arame galvanizado revestido BWG 12 – verde: 50 kg

➤ **TRECHO 4**

- **Drenagem pluvial e obras de arte corrente**

Escavação mecânica de vala em solo = comprimento de tubo d=80 x 2,8m³ + comprimento de tubo d=60 x 1,44m³ + comprimento de tubo d=40 x 1,0m³ + comprimento de tubo d=30 x 0,7m³ + 1,0m³ por boca de lobo e caixa de ligação ou caixa coletora = 155x1,0 + 5x1,0= 160,00 m³

Reaterro de vala compactado com "sapo" com material reaproveitado sem controle de compactação (volume escavado – volume da tubulação e equipamentos) = 160 – 5 – 155x0,2 = 124,00 m³

Boca de lobo em galeria de 40cm = 5

Tubo concreto simples 40cm = 80 + 60 + 5 + 5 + 5 = 155,00 m

- **Terraplenagem e pavimentação asfáltica**

**Escavação e aterro – Serviço de abertura e nivelamento da cancha**

Escavação inclusive carga, descarga e transporte de material de 1ª cat DMT 800m (trecho próximo à estaca 5): 360,00 m³

**Preparo do sub-leito**

Regularização e compactação do subleito: 492,5 x 3,5 = 1.723,80 m²

**Preparo da sub-base – Rachão**

Área de sub-base: 492,5 x 3,3 = 1.625,20 m²

Sub-base de pedra rachão: área da via x 0,30 m = 1.625,20 x 0,30 = 487,60 m³

Transporte (DMT 10km, densidade 1,55t/m³) = 487,6 x 10 x 1,55 = 7.557,80 t km

**Preparo da base – Brita graduada**

Área: 492,5 x 2,8 = 1.379,00 m²

Base – travamento com brita graduada: 1.379,0 x 0,10 = 137,90 m³

Transporte (DMT 10km, densidade 1,65t/m³) = 137,90 x 10 x 1,65 = 2.275,40 t km

Imprimação – asfalto diluído CM-30: área da base = 1.379,00 m²

**Camada de rolamento**

Área de pavimentação asfáltica: 492,5 x 2,5 = 1.231,20 m²

Pintura de ligação – emulsão asfáltica RR-2C: área da via = 1.231,20 m²

Concreto betuminoso usinado quente: área da via x 0,05 = 1.231,20 x 0,05 = 61,60 m³

Transporte – DMT 10km = 61,60 x 2,5 x 10 = 1.540,00 t x km

Carga, manobra e descarga de material betuminoso a quente = 61,60 x 2,5 = 154,00 t

**Meio-fio moldado no local**

Comprimento: 492,50 m

**OBS:** As usinas de CBUQ consideradas na DMT foram a CONCISA, localizada em Nova Itaberaba (20km) e a BRITTER, localizada em Chapecó (8,0km).

- **Recapeamento do asfalto existente – Trecho estaca 0 até estaca 5**

**Camada de rolamento – espessura 4,0cm**

Área de pavimentação asfáltica:  $100,0 \times 6,5 = 650,00 \text{ m}^2$   
Pintura de ligação – emulsão asfáltica RR-2C: área da via =  $650,00 \text{ m}^2$   
Concreto betuminoso usinado quente: área da via  $\times 0,04 = 650,00 \times 0,04 = 26,00 \text{ m}^3$   
Transporte – DMT 10km =  $26,00 \times 2,5 \times 10 = 650,00 \text{ t} \times \text{km}$   
Carga, manobra e descarga de material betuminoso a quente =  $26,00 \times 2,5 = 65,00 \text{ t}$

- **Ensaio e laudos técnicos do pavimento asfáltico**

Ensaio de determinação do teor de Betume – CAP (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 2 ensaios  
Ensaio de Controle do grau de compactação (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 2 ensaios  
Ensaio Marshall – Mistura Betuminosa a Quente (3 ensaios por jornada de 8 horas) – 3 ensaios  
Ensaio de granulometria do agregado (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 2 ensaios

- **Sinalização viária**

**Horizontal**

Faixa longitudinal contínua central amarela (trecho do recapeamento) =  $100,00 \times 0,10 = 10,00 \text{ m}^2$   
Faixa longitudinal contínua lateral branca =  $(492,5 + 100) \times 0,10 = 59,20 \text{ m}^2$   
Pintura indicativa na ciclovia com cor branca (pedestre): 5 unidades =  $10,00 \text{ m}^2$   
Pintura indicativa na ciclovia com cor branca (ciclista e seta): 10 unidades =  $20,00 \text{ m}^2$

**Vertical**

Placas de regulamentação circulares de velocidade máxima (40km) (Diâmetro=0,50m) = 1  
Placas de regulamentação circulares de proibido ultrapassar (Diâmetro=0,50m) = 2  
Placas de regulamentação circulares de posição do ciclista e pedestre (Diâmetro=0,50m) = 2  
Placas de advertência quadradas de curva acentuada à direita (Lado=0,50m) = 1

**Diversos**

Segregador (49x17x8,5cm) com pinos para fixação com cola: 246 unidades

Chapecó, 25 de maio de 2021.

---

Fernando L. Becker  
Engenheiro Civil – Crea/SC 21.266-9

## DECLARAÇÃO

Eu, Fernando L. Becker, autor das planilhas orçamentárias do empreendimento de Pavimentação asfáltica e passeio da rodovia EMCA-015, declaro que os quantitativos e custos constantes das planilhas orçamentárias, estão compatíveis com os quantitativos do projeto de engenharia e os custos da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), mantida e divulgada, na internet, pela Caixa Econômica Federal.

Chapecó, 25 de maio de 2021.

---

Fernando L. Becker  
Engenheiro Civil – Crea/SC 21.266-9

## DECLARAÇÃO

Eu, Fernando L. Becker, autor do projeto de Sinalização Viária do empreendimento de Pavimentação asfáltica e passeio da rodovia EMCA-015, declaro que os projetos estão de acordo com os manuais “Sinalização vertical de regulamentação”, “Sinalização vertical de advertência” e “Sinalização horizontal” do CONTRAN/DENATRAM, as normas da ABNT e do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

Chapecó, 25 de maio de 2021.

---

Fernando L. Becker  
Engenheiro Civil – Crea/SC 21.266-9