



INDIANÓPOLIS - PR, JUNHO DE 2023

REF.: Encaminhamento de Projeto

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA
ESTRADA CARIJÓS- INDIANÓPOLIS/PR

Vimos através do presente encaminhar Projetos de Implantação Pavimento para devida aprovação e autorização de licitação.

Sem mais para o momento, antecipamos nossos agradecimentos e colocamo-nos a disposição para os esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente.

JULIANO TREVISAN CORDEIRO
Prefeito do Município de Indianópolis-PR



PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM CBUQ

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA ESTRADA CARIJÓS- INDIANÓPOLIS/PR

Responsáveis Técnico:

- **Eng. Civil: Eng. Carlos E. F. Martins - CREA-PR: 151.971/D**
- **Eng. Civil: Mauricio Nunes – CREA-PR: 176.189/D**



MANEJO AMBIENTAL

Material decorrente das operações de desmatamento, destocamento e limpeza, executados dentro dos limites da área, é retirado e estocado de forma que, após a exploração do empréstimo, o solo orgânico seja espalhado na área escavada, reintegrando-o à paisagem.

As áreas de empréstimos, após a escavação, deverão ser reconstruídas com abrandamento dos taludes, de modo a suavizar contornos e reincorporá-las ao relevo natural, operação que é realizada antes do espalhamento do solo orgânico. Essas áreas deverão ser convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como os efeitos da erosão.

Não deverão ser explorados empréstimos em áreas de reservas florestais, ecológicas, de preservação cultural, ou mesmo, nas suas proximidades.

Os bota-foras, em alargamentos de aterros, deverão ser compactados com a mesma energia utilizada nos aterros. O tráfego de equipamentos e veículos de serviço deverá ser controlado para evitar a implantação de vias desnecessárias.

Durante a execução deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural do solo.

As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

Deverão ser tomadas providências visando à preservação do meio ambiente, para evitar erosões e consequente carreamento de material.

Após isso, também sabemos que a preservação do meio ambiente nos serviços de execução da pavimentação envolve o estoque e a aplicação de ligante betuminoso.

Deve-se adotar os cuidados seguintes:

- Evitar a instalação, de depósitos de ligante betuminoso, próxima a cursos d'água.
- Impedir o refugo de materiais já utilizados na faixa de domínio e áreas lindeiras adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental.
- Na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do canteiro de obras, recompondo a área afetada pelas atividades da construção. `

Para execução de revestimento betuminoso, do tipo concreto asfáltico usinado a quente, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de



usina dosadora e misturadora. Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

AGREGADOS

No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

LIGANTES BETUMINOSOS

Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

AS OPERAÇÕES EM USINAS MISTURADORAS A QUENTE ENGLOBAM

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;



- c) transporte e estocagem de filler;
- d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Agentes e fontes poluidoras	
Agente poluidor	Fontes poluidoras
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.
III. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura. São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

EM FUNÇÃO DESTES AGENTES, DEVEM SER OBEDECIDOS OS SEGUINTE PRINCÍPIOS:

Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.

Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversão e outras construções comunitárias.



Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

QUANTO À OPERAÇÃO

Instalar sistemas de controle de poluição do ar, constituídos por ciclones e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação vigente.

Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.

Enclausurar a correia transportadora de agregado frio.

Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera.

Manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO PROJETO

- Topografia Predominante

- Declividade baixa (0 a 10%)	Sim	<u>X</u>	Não
- Declividade média (10 a 30%)	Sim		Não <u>X</u>
- Declividade alta (30 a 60%)	Sim		Não <u>X</u>
- Declividade muito alta (> 60%)	Sim		Não <u>X</u>

- Tipo de solo

- Permeabilidade alta (> 60 l/m ² dia)	Sim		Não <u>X</u>
- Permeabilidade média (> 25 l/m ² dia e <60 l/m ² dia)	Sim	<u>X</u>	Não
- Permeabilidade baixa (<25 l/m ² dia)	Sim		Não <u>X</u>



IMPACTO AMBIENTAL

- Requer desmate Sim Não X

- Erosão do solo a jusante do lançamento do
emissário, se cabível Sim Não X

PROCEDIMENTO PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS

- Haverá reabilitação da área degradada Sim Não X

Em caso afirmativo, especificar com que espécies arbóreas ou gramíneas, discriminando as ações desenvolvidas: _____

- Haverá medidas para evitar o controle de erosão quando do lançamento do
emissário Sim Não X

A de galerias de águas pluviais e o emissário já são existentes. Sendo a captação da estrada em Caixas de Contenção.

- Serão adotadas medidas para evitar o lançamento de esgotos nos dispositivos de
drenagem: Sim Não X

- Haverá dispositivos de drenagem de águas pluviais existentes, associado no trecho a
ser pavimentado Sim X Não

Todo o trecho é provido de caixas de contenção em solo natural





DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

INTRODUÇÃO

Pretende-se pavimentar o contorno norte do município de Indianópolis, denominado Estrada Carijós. O pavimento a ser empregado é do tipo flexível.

MÉTODO DO DE DIMENSIONAMENTO

O método de dimensionamento do pavimento flexível a ser adotado é do DNER, também conhecido como método do Eng. Murillo Lopes de Souza, este o qual introduziu no Brasil, atualmente o mais usado, baseia-se no valor do CBR (*Método Califórnia Bearing Ratio*).

A capacidade do suporte do subleito e dos materiais granulares que compõem as diversas camadas do pavimento é feita pelo valor do CBR em corpos de prova deformados ou então moldados em laboratório.

Apresentam-se três opções para dimensionamento do pavimento em função da capacidade de suporte do subleito, ou seja:

- a) Pelo próprio valor do CBR, ou IS CBR (índice de suporte correspondente ao CBR).
- b) Pelo valor do ISIG, ou seja, o valor do índice de suporte correspondente ao IG, dado por uma tabela que transcrevemos abaixo:

Índice de Grupo (IG)	Índice de Suporte IS _{IG}
0	20
1	18
2	15
3	13
4	12
5	10
6	9
7	8
8	7
9 a 10	6
11 a 12	5
13 a 14	4
15 a 17	3
18 a 20	2



c) Em função do IS, dado pelo valor médio do ISCBR e ISIG, com a condição que IS, CBR.

$$IS = \frac{IS_{CBR} + IS_{IG}}{2}$$

GRAUS MÍNIMOS DE COMPACTAÇÃO

Recomenda-se para o subleito e diferentes camadas granulares do pavimento, o seguinte:

- 20 cm superiores do subleito, o reforço do subleito e sub-base devem ser compactados a pelo menos 100%, com referência ao ensaio.
 - base deve ser compactada a pelo menos 100%.
 - estabilidade das misturas betuminosas é definida pelo ensaio Marshall.
 - tolera o emprego em bases de materiais com $CBR \geq 40$, desde que haja carência de materiais e o “período de projeto” corresponda a um número de operações o eixo padrão igual ou inferior a 10^6 .
 - recomenda-se em função do número de operações do eixo padrão, prevista para o “período de projeto”, as seguintes faixas da A.A.S.H.O.:

Superior a 10^8 – faixas A e C
Entre 10^6 e 10^7 – faixas A, B, C, e D
Inferior a 10^6 – faixas A, B, C, D, E e F

TRAFEGO

Como já dissemos, o pavimento é dimensionado em função do número equivalente de operações do eixo padrão durante o período de projeto escolhido, ou seja, o número N.

O número N é calculado pela formula:

$N = 365.P.Vm.(FE).(FC).(FR)$, em que

P – período do projeto em anos
Vm – volume médio diário de tráfego durante a vida do projeto
FE – fator de eixo
FC – fator de carga
FR – fator climático



Apresentamos como se calcula cada um desses elementos.

Valor P – É o período de projeto, normalmente tomado como igual a 20 anos, podendo, no entanto, em alguns casos, tomar-se uma vida de projeto menor.

Valor Vm – sendo V_0 o volume inicial de tráfego num sentido, e t a taxa de crescimento linear ao ano, e V_p o volume diário do tráfego no fim do período de projeto; P anos dado por $V_p = V_0 (1 + Pt)$, o volume médio diário de tráfego durante o período de projeto é igual a :

$$V_m = \frac{V_0(2 + Pt)}{2}$$

Sugere-se, no caso de deficiência de dados, um valor $t = 5\%$. Tendo-se o volume médio de tráfego durante o período de projeto, o volume total de tráfego – (durante o mesmo período, admitindo-se uma taxa de crescimento linear) – é igual a $365 \cdot P \cdot V_m$.

Fator de eixos (FE) – É um coeficiente que, multiplicado pelo número de eixos que circulam, dá o número equivalente do ponto de vista destrutivo de eixos padrões. Para cada eixo há um fator de equivalência do eixo padrão e que o autor chama FC_j .

A tabela abaixo dá os fatores de equivalência de operações entre eixos simples e tandem, com diferentes cargas, e o eixo padrão com carga de 8,2 t. sendo P_j a porcentagem de cada eixo, simples ou tandem, a equivalência de operações de cada eixo é obtida pelo produto $(P_j) \cdot (FC_j)$. O fator de carga (FC) é obtido pela somatória das equivalências de operações dividida por 100, ou

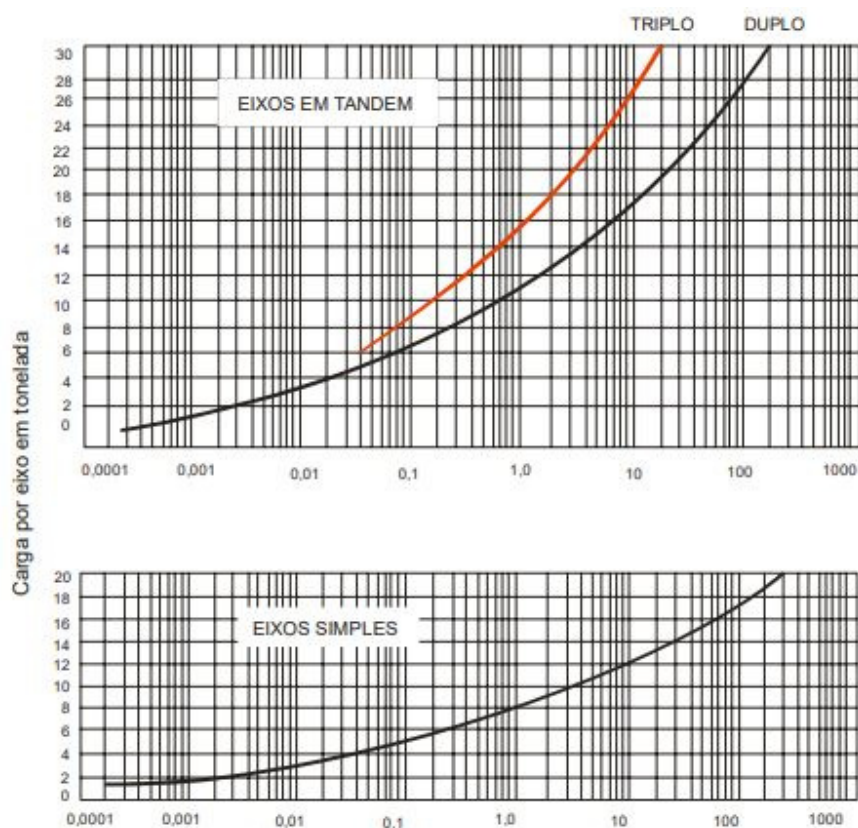
$$FC = \frac{(P_j) \cdot (FC_j)}{100}$$

Eixos Simples	Toneladas	Fator de Equivalência	Equivalência de Operações
(t)	(Pj)	(FCj)	(Pj) (FCj)
I	I	I	I
I	I	I	I
I	I	I	I
I	I	I	I
Eixo Tandem			
(t)	I	I	I
I	I	I	I



I	I	I	I
I	I	I	I
			(PJ) (FCj)

Chama-se Fator de Veículo (FV) ao produto do FE pelo FC, ou $FV = (FE).(FC)$.



Define o fator de veículos como sendo um coeficiente, que multiplicado pelo número de veículos que circulam, obtendo-se o número equivalente de eixos padrões.

Fator climático (FR) – com a finalidade de levar em conta a variação de umidade dos materiais que constituem o pavimento, durante as diversas estações do ano, que se traduz pela variação da capacidade de suporte destes materiais, o número equivalente de operações do eixo padrão durante o período de projeto escolhido deve ser multiplicado por um coeficiente, designado como FR, que depende da altura média anual de chuva em mm. São sugeridos para o Brasil os seguintes fatores climáticos regionais, em função da altura média anual de chuva em mm:

Altura Anual de Chuva (mm)	Fator Climático Regional (FR)
------------------------------	---------------------------------



Até 800	0,70
Entre 800 e 1500	1,40
Maior que 1500	1,70

O **fator climático** a adotar é dado por uma média ponderada dos diferentes coeficientes, levando em conta o intervalo de tempo em que ocorrem.

COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Os coeficientes de equivalência estrutural, para os diversos materiais que constituem um pavimento flexível, foram adotados com base nos resultados da Pista Experimental da A.A.SW.H.O. com modificações julgadas do lado da segurança.

Tais coeficientes são fornecidos na tabela abaixo:

Componentes do Pavimento	Coeficiente K
1- Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
2 – Base ou revestimento pré-misturado a quente de graduação densa	1,70
3 - Base ou revestimento pré-misturado a frio de graduação densa	1,40
4 - Base ou revestimento por penetração	1,20
5 – Base granular	1,00
6 – Sub – Base granular	0,77
7 – Reforço do subleito	0,71
8 – Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias > 45kgf/m ²	1,70
9 – Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias entre 45 e 35kgf/m ²	1,40
10 – Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias < 35kgf/m ²	1,00

De acordo com as camadas que se estiver considerando, esses coeficientes são designados respectivamente por k_r – para o revestimento, k_{sb} – para a sub base e k_{ref} – para o reforço.

ESPESSURA DO REVESTIMENTO

A espessura mínima do revestimento (R_{min}) é uma função do numero N de operação do eixo padrão durante o período de projeto, em termos de concreto betuminoso ou material com $k_r = 2,00$; é a da tabela abaixo:



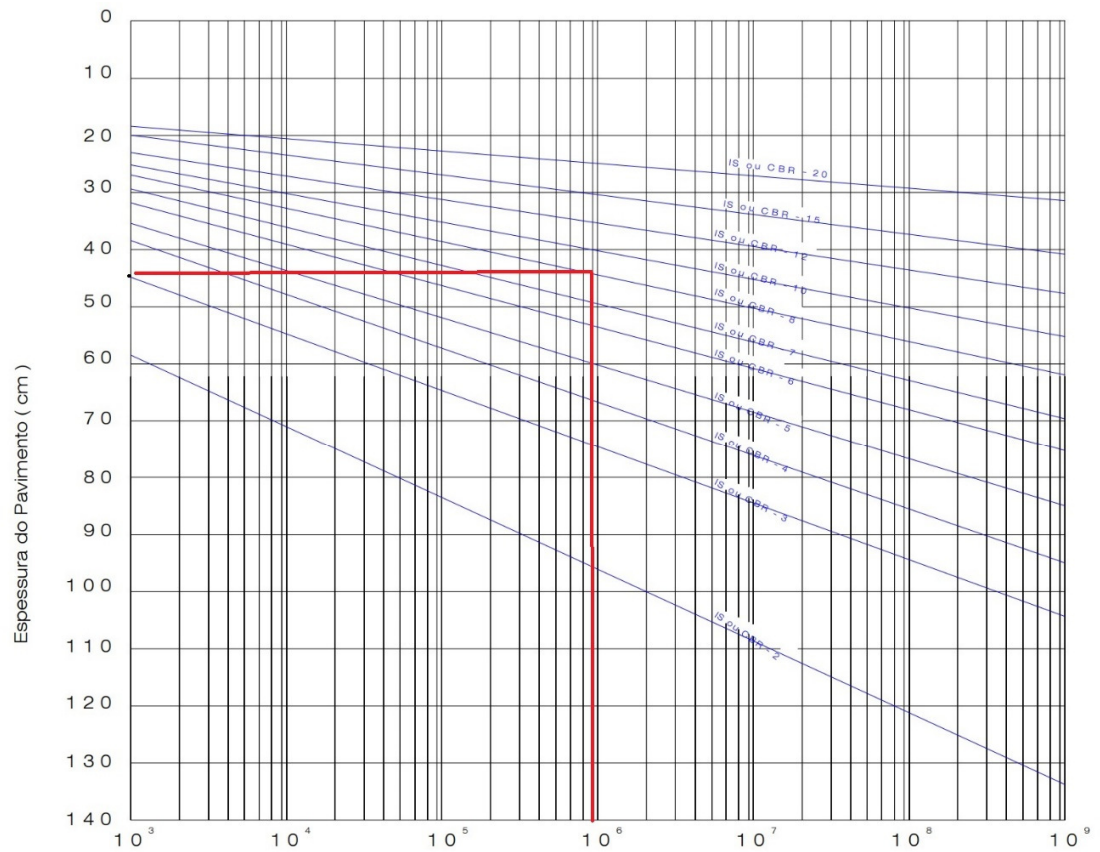
N	R mínimo (cm)
10^6	Tratamentos superficiais betuminosos
De 10^6 a 5×10^6	5,0
De 5×10^6 a 10^7	7,5

Quando se desejar adotar outro tipo de revestimento, que não o concreto betuminoso, k o valor de R_{\min} indicado na tabela acima deve ser multiplicado por: $2/K_r$

DIMENSIONAMENTO

Através do gráfico da figura abaixo se tem a espessura total do pavimento, em função do numero N e do valor do IS ou CBR do subleito, em termos de pavimento em centímetros. Entrando-se com o numero N, levanta-se uma perpendicular ate encontrar a reta que representa o valor do ID ou CBR do subleito em causa, e procede-se horizontalmente, ate o eixo das ordenadas, onde se lê a espessura total em termos de base granular ($K = 1$). Essa espessura e designada por H_m sendo o índice m o valor do CBR ou IS do subleito; em seguida, com o valor do IS ou CBR da camada de reforço, designada pelo índice n, determina-se a espessura acima do reforço; com o valor do CBR da sub-base, tomando sempre como igual a 20 (mesmo que seja maior), determina-se a espessura combinada da base + revestimento, em termos de material granular ($K=1$). A espessura do revestimento é dada em função do numero N, como visto na tabela do item **espessura do revestimento**, e é designada por R. A espessura da base é designada por B.

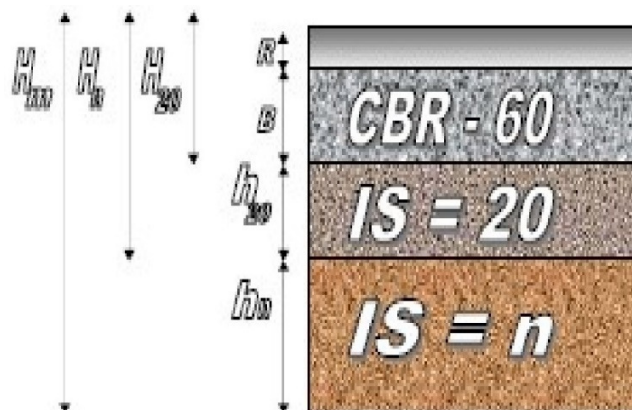
As espessuras a adotar a após a substituição do material, com $K = 1$, por outros materiais constituintes do pavimento e designadas respectivamente por R, revestimento, B – base, h_{20} – espessura da sub-base, h_n – espessura do reforço, são calculadas pelas inequações como ilustra a figura abaixo.



$$RK_r + BK_b \geq H_{20}$$

$$RK_r + BK_b + h_{20}K_{SB} \geq H_n$$

$$RK_r + BK_b + h_{20}K_{SB} + h_n \cdot K_{ref} \geq H_n$$





REVESTIMENTO BETUMINOSO

Adotaremos revestimento do tipo C.B.U.Q. com espessura média de 3,0 cm logo pela tabela: $K_r = 2,00$.

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Levantamentos estatísticos, comprovaram um volume inicial de veículos ($V_0 = 42$ unidades), distribuídos em carros de passeio e caminhonete, caminhões leves, caminhões médios, caminhões pesados, semi-reboque e reboques. Pela amostragem de 100 unidade de que trafegava, encontrou-se a seguinte situação:

Veículos com 2 eixos – 99%
Veículos com 3 eixos – 0,5%
Veículos com 5 eixos – 0,5%

Estimando-se os pesos dessa unidade, encontrou-se a seguinte distribuição de carga por eixo.

EIXO SIMPLES (t)	PERCENTAGEM (%)
<5	92
7	6
8,5	1
EIXOS TANDEM	
20	0,5
25	0,5

NUMERO DE SOLICITAÇÕES DO EIXO PADRÃO DE 8,2 TONELADAS (N)

$$N = 365 \cdot P \cdot V_m \cdot F_c \cdot F_e \cdot F_r$$

Valor de P.

Adotaremos um período de 10 anos.

$$P = 10$$

Cálculos de V_m :

Levantamentos estatísticos, comprovam um volume inicial de veículos ($V_0 = 42$) e uma taxa de crescimento linear de 5% ($t = 5\%$)



$$V_m = V_0 (2 + P \cdot t) / 2$$
$$V_m = 52,50 \text{ veículos}$$

Cálculo de Fe

$$F_e = \% \text{ de eixos} = 0,99 \cdot 2 + 0,05 \cdot 3 + 0,05 \cdot 5 = 2,38$$

Calculo de Fc.

EIXO SIMPLES (t)	%	FATOR DE EQUIVALENCIA	EQUIVALENCIA DE OPERAÇÕES
<5	92	0,08	7,36
7	6	0,8	4,8
8,5	1	1,1	1,1
EIXO TANDEM(t)			
20	0,50	25	12,5
25	0,50	60	30
		$\Sigma_{eq.de operações}$	55,76

$$F_c = \text{equivalente de operações} / 100$$

$$F_c = 55,76 / 100 = 0,5576$$

Calculo de Fr:

Precipitação anual media de chuva = 750mm

No entanto, no Brasil adota-se Fr = 1,00

Então:

$$N = 365 \cdot P \cdot V_m \cdot F_c \cdot F_e \cdot F_r$$

$$N = 365 \cdot 10 \cdot 52,5 \cdot 0,5576 \cdot 2,38 \cdot 1,0$$

$$N \cong 0,25 \times 10^6$$

CALCULO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS

As espessuras são calculadas pelas inequações

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

$$R \times K_r + B \times K_b + h_{20} \times K_{sb} \geq H_n$$



REVESTIMENTO BETUMINOSO

Adotaremos revestimento do tipo C.B.U.Q. com espessura média de 3,5 cm logo pela tabela: $K_r = 2,00$.

ESPESSURA BASE

Adotaremos a base do tipo brita graduada, tendo em vista que o subleito é de solo argiloso, logo pela tabela $K_b = 1,0$.

Espessura da base:

Como $N \approx 10^6$ teremos $H_{20} = 30$

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

$$5,00 \times 2,00 + B \times 1,0 \geq 30$$

$$B \geq 20,00 \text{ cm}$$

Adotaremos espessura da Base = 20 cm

SUB BASE

A sub base será executada com material importado de jazidas $IS \geq 20$, do tipo estabilizada granulometricamente, tendo assim pela tabela $K_{sb} = 0,77$.

ESPESSURA DA SUB-BASE

Como o solo natural de subleito tem um $IS \approx 16$, pelo ábaco teremos $H_n = 30 \text{ cm}$

$$R \times K_r + B \times K_b + h_{20} \times K_{sb} \geq H_n$$

$$3,0 \times 2,0 + 20,0 \times 1,0 + h_{20} \times 0,77 \geq 30$$

$$h_{20} \geq 20,00$$

Adotaremos espessura de regularização e compactação subleito = 15 cm



DESTA FORMA O PAVIMENTO SERÁ CONSTITUÍDO DE

- **Sub- Base com material de jazida grau de compactação á 100% PN**
- **Base de Brita Graduada espessura mínima de 20 cm**
- **Capa asfáltica de CBUQ com espessura mínima de 3,50 cm.**



NOTAS GERAIS

Aterro: Na execução do corpo dos aterros não é permitido o uso de solos de baixa capacidade de suporte ($ISC < 2\%$) e expansão maior do que 4%.

A camada final dos aterros deve ser constituída de solo selecionado na fase de projeto, dentre os melhores disponíveis, os quais são objeto de especificações complementares indicadas no projeto. Não é permitido o uso de solos com expansão maior do que 2%.

Para o corpo dos aterros a espessura da camada compactada não deve ultrapassar 0,30 m. Para as camadas finais essa espessura não deve ultrapassar 0,20 m.

O grau de compactação mínimo, em cada uma das camadas de 20 cm, obtido através do ensaio DNER-ME 092/94, é de 100% em relação à massa específica aparente máxima seca obtida em laboratório pelo ensaio DNIT 164-ME, considerando a energia normal ou a energia intermediária.

Teor de umidade situado na faixa de $\pm 3\%$ para as duas primeiras camadas, e $\pm 2\%$ para a camada superficial, em relação à umidade ótima do ensaio DNER-ME 129/94.

Corpo do Aterro: Grau de compactação mínimo de 95% em relação à massa específica aparente máxima seca do ensaio DNIT 165-ME (energia normal), cuja espessura máxima por camada compactada deve ser igual a 30 cm

Teor de umidade situado na faixa de $\pm 3\%$ em relação à umidade ótima do ensaio DNIT 164-ME.

Densidade adotada para CBUQ foi $2,34 \text{ t/m}^3$ por se tratar do valor máximo esperado para a densidade de uma mistura no teor ótimo da dosagem pelo Método Marshall, quando são consideradas misturas asfálticas densas, sob teores de ligante em torno de 5% em peso. Para este projeto foram utilizados teores de ligante conforme tabela abaixo



PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

REMOÇÃO DA CAMADA SUPERFICIAL 0,15 CM

Consiste na escavação, remoção e transporte de toda camada vegetal e materiais orgânicos encontrados dentro da plataforma de terraplenagem, com acréscimo de 0,5 m de cada lado para maior segurança em termos de contaminação do subleito, mais a vantagem executiva do excesso lateral.

A presença de matéria orgânica, ainda que em baixa proporção é prejudicial ao desempenho do solo como material empregado na construção. Aumenta o limite de liquidez (LL) e o índice de plasticidade (IP), resultando na diminuição da resistência ao cisalhamento do solo e da capacidade de suporte, além do aumento da expansão volumétrica (inchamento). O solo adquire comportamento elástico e alta compressibilidade o que torna impróprio para as obras rodoviárias. Todas as árvores e tocos de árvores que se encontrem dentro dos off-sets deverão ser destocadas.

Os equipamentos utilizados serão: motoniveladora, pá carregadeira, ferramentas manuais diversas e caminhões basculantes.

Corte e aterro seguindo-se o greide de terraplenagem previamente marcado. Havendo necessidade de material para complementamos o greide projetado, este serviço será efetuado com material de jazida, previamente escolhido e que apresenta as características geomecânicas necessárias para servir de corpo de aterro. Este solo será compactado em camadas, nunca superiores a 20cm, observando-se a umidade do solo com tolerância de mais ou menos 3% da umidade ótima do material empregado. A energia de compactação utilizada será a normal, não podendo ser inferior a 100%PN.

REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO A 100% P.N

Subleito é definido como sendo o semi-espço que constitui o terreno de fundação do pavimento. Sobre o subleito será assentada a camada do pavimento projetado, por isto, se exige que o mesmo seja capaz de suportar sua parcela dos esforços decorrentes do tráfego. Em nosso caso, o subleito é composto por material de jazida com ISC (Índice Suporte Califórnia),



compatível com a necessidade de suporte, compactado a 100% do proctor Normal, com variação de umidade em torno de 1,5 %.

Os equipamentos utilizados serão: Motoniveladora, Rolos Compactadores, Pá carregadeira, Ferramentas manuais diversas e Caminhões Basculantes.

COMPACTAÇÃO DE ATERROS A 100% P.N.

Sobre o subleito remanescente devidamente compactado será efetuado aterro com material proveniente de jazida de boa qualidade, com umidade ótima e compactação a energia de 100% do Proctor Normal, devendo após sua compactação ser regularizado de forma a permitir que a camada seguinte possa ser executada com espessura constante.

A presença de matéria orgânica, ainda que em baixa proporção, é prejudicial ao desempenho do solo como material empregado. Aumenta o Limite de Liquidez (LL) e o Índice de Plasticidade (IP), resultando na redução da resistência ao cisalhamento do solo e de sua capacidade de suporte, além da ocorrência de expansão volumétrica (inchamento). O solo adquire comportamento elástico e compressibilidade alta, tornando-o impróprio para obra.

O material selecionado também deverá estar isento de lixiviado (areia), muito comum nesta região de solo arenoso devido a perda da fração argilosa do solo, restando apenas a fração arenosa, sem coesão e de capacidade de suporte nula.

Os equipamentos utilizados serão: caminhão-tanque irrigador, rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado, trator agrícola, grade de disco e caminhões basculantes.

BASE DE BRITA GRADUADA À 100%

A camada de base será executada em Brita Graduada com espessura de 20 cm, e grau de compactação 100% PN e faixa granulométrica compatível com a exigida pelo DER-PR/DNIT.

Os equipamentos utilizados serão: Caminhão-Tanque Irrigador, Rolos Compactadores tipo liso, Motoniveladora, Rolos Compactadores Pneumáticos de Pressão Regulável, Ferramentas Manuais e Caminhões Basculantes.



IMPRIMAÇÃO COM EAI

Sobre a base será executada imprimação com impermeabilizante EAI (Emulsão Asfáltica para Impermeabilização de Bases), de forma a aumentar a coesão da superfície de base, promover condições de aderência entre o revestimento e a base; e impermeabilizar a base, devendo ser executada logo após sua conclusão, isenta de pó e outros materiais nocivos à boa fixação do impermeabilizante sobre a mesma.

PINTURA DE LIGAÇÃO RR-1C

Antes da aplicação da capa asfáltica e após a cura da imprimação, será efetuada a pintura de ligação com RR-1C, com caminhão tipo espargidor com taxa de aplicação em torno de 0,5 l/m² a 0,88 l/m², tomando-se os cuidados de limpeza.

Quando a taxa preconizada é de 0,5l/m² de emulsão, é comum adicionar-se água, como processo construtivo, já que a aplicação em pequenas quantidades, somente de emulsão propicia dificuldades executivas.

CAPA ASFÁLTICA EM C.B.U.Q.

Será efetuada uma camada de concreto betuminoso usinado à quente, que é uma mistura à quente de agregados miúdos, graduados e material betuminoso, sobre o pavimento já devidamente limpo. Usando-se para tal, equipe composta de motoniveladora, rolos compactadores tipo liso e pneumático, possibilitando assim um bom acabamento e resistência ao tráfego.

O método consiste no transporte da massa através de caminhões basculantes da usina até sua aplicação, devidamente cobertos com lona. Depois de aplicada com a vibro acabadora, deverão ser utilizados os rolos pneumáticos e lisos até a perfeita compactação do material.

Para a camada de rolamento faixa Granulométrica adotada é a faixa C do DNIT 031/2006, e o teor de projeto deve ser determinado através da dosagem marshall, e também da densidade máxima da Mistura Betuminosa pelo método de Rice (AASHTO T - 209).

Levando também em consideração da curva granulométrica e absorção do agregado, adota-se a formula Duriez (Santana, 1993), que consiste do cálculo da superfície específica dos agregados a partir da proporção dos diversos tamanhos de partícula devidamente ponderada.



Sendo Assim.

Meio da Curva Granulométrica (FAIXA C DNIT 031/2006)

1"	100%
3/4"	100%
1/2"	90%
3/8"	80%
Nº 4	58%
Nº 10	36%
Nº 40	17%
Nº 80	10%
Nº 200	6%

Tabela Formula Duriez.

Tendo em vista os dados da Formula Duriez e também os dados mineralógicos das Pedreiras da Região.

O Teor deve estar dentro de um intervalo de 4,6% a 4,82%, foi utilizado 4,82% para capa

Ressaltando que o mesmo deve estar dentro das características Marshall (DNER-ME 043) da Especificação de Serviço NORMA DNIT 031/2006 –ES.

DRENAGEM SUPERFICIAL

Em sequência ao serviço de compactação do subleito, faz-se a execução dos serviços de drenagem superficial da pista, compreendido por caixas existentes em solo natural.



PLANTIO DE GRAMA EM PLACAS

Deverá ser plantado grama do tipo “mato grosso”, em placas. As dimensões são apresentadas no memorial de cálculo e detalhamento anexo.



CONTROLE DE QUALIDADE E CONDIÇÕES DE RECEBIMENTOS

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNER, e considerado de acordo com as especificações em vigor. Qualquer camada deverá ter a forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal típica, estabelecidos no projeto.

A tolerância para efeito de aceitação ou rejeição da camada executada é de 4 mm para mais ou menos das cotas verticais para ela estabelecidas no projeto.

NORMA DNIT 031/2006 – ES

PENEIRAS		% EM MASSA, PASSANDO			
ASTM	mm	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 – 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 – 100	95 – 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 – 65	45 – 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 – 50	28 – 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 – 40	20 – 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 – 30	10 – 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 – 20	8 – 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 – 8	3 – 8	2 - 10	± 2%
UTILIZAÇÃO COMO		LIGAÇÃO (BINDER)	LIGAÇÃO OU ROLAMENTO	ROLAMENTO	ROLAMENTO

- As porcentagens de betume referem-se ao peso total da mistura;
- Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras não deverá ser inferior 4% do total;
- Pelo menos 50% do material passando na peneira nº 200 deverá ser constituído de filler mineral, no caso de mistura para a camada de rolamento;
- O diâmetro máximo do agregado deverá ser igual ou inferior a 2/3 (dois terços) da espessura



da camada acabada.





ANEXO II



nº de golpes em cada face do corpo de prova	50 para tráfego médio	75 para tráfego pesado
Estabilidade (Kg), apenas p/camada de rolamento	Mínima 500	Mínima 750
Fluência; apenas p/camada de rolamento	8 a 16	

Porcentagem de vazios: Camada de Rolamento Camada Intermediária	3% - 5%
Relação betume-vazios Camada de Rolamento Camada Intermediária	75% - 85% 65% - 72%

O controle constará de:

a) para asfaltos diluídos:

um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol para todo carregamento que chegar à obra; um ensaio do ponto de fulgor para cada 100 toneladas; e um ensaio de destilação para cada 100 toneladas.

b) para alcatrões:

um ensaio de viscosidade Engler para todo carregamento que chegar à obra; e um ensaio de destilação para cada 500 toneladas.



CONTROLE DE TEMPERATURA

A temperatura de aplicação deve ser a estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso.

CONTROLE DE QUANTIDADE

Será feito mediante a pesagem do caminhão distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método, admite-se seja feito por um dos modos seguintes:

- a) coloca-se na pista uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do caminhão distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso usado; ou
- b) utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do caminhão distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

PINTURA DE LIGAÇÃO (DNER ES-P 15/71):

Consiste a pintura de ligação na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução de um revestimento e a camada subjacente.

MATERIAIS

Todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DNER. Podem ser empregados os materiais betuminosos seguintes:

- a) cimento asfáltico de penetração tipo 50/70;
- b) asfaltos diluídos, tipos EAI, CR-2 a CR-4 e CM-2 a CM-4;
- c) alcatrão, tipos AP-4 a AP-12; e
- d) emulsões asfálticas, tipos RR-1, RR-2, RR-1C, RR-1K e RR-2K.

A taxa de aplicação será função do tipo de material betuminoso empregado, devendo-se situar-se em torno de 0,5 litro / m².

EQUIPAMENTOS

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem para o início do serviço.

Para a varredura da superfície a receber a pintura de ligação, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

A distribuição do ligante deve ser feita por caminhões equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os caminhões distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor natural para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

EXECUÇÃO

Após a perfeita conformação geométrica da camada que irá receber a pintura de ligação, procede-se à varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente.

Aplica-se a seguir, o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. O material

betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva, ou quando esta estive iminente.

A temperatura de aplicação do material betuminoso deve ser fixada para cada tipo, em função da relação temperatura-viscosidade. Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidade, recomendadas para o espalhamento, são de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol, para cimento asfáltico e asfaltos diluídos; 6 a 20 graus, Engler, para alcatrões; e de 25 a 100 segundos, Saybolt-Furol, para emulsões asfálticas.

Deve-se executar a pintura de ligação na pista inteira, em um mesmo turno de trabalho, e deixá-la fechada ao trânsito, sempre que possível. Quando isto não foi possível, deve-se trabalhar em meia pista, fazendo-se a pintura de ligação da adjacente, logo que a pintura permita sua abertura ao trânsito.

A fim de evitar a superposição ou excesso de material nos pontos inicial e final das aplicações, devem-se colocar faixas e papel, transversalmente, na pista de modo que o material betuminoso comece e cesse de sair da barra de distribuição sobre essas faixas, as quais, a seguir, são retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser logo corrigida

Antes da aplicação do material betuminoso, no caso de bases de solo-cimento, ou concreto magro, a superfície da base deve ser irrigada, a fim de saturar os vazios existentes, não se admitindo excesso de água sobre a superfície. Essa operação não é aplicável quando se empregam materiais betuminosos com temperaturas de aplicação superiores a 100°C.

CONTROLE

CONTROLE DE QUALIDADE

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNER e considerado de acordo com as especificações em vigor. Este controle constará de:

a) para asfaltos diluídos:

um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol para todo carregamento que chegar à obra; e um ensaio de destilação para cada 100 toneladas. b) para cimentos asfálticos:

um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol para todo carregamento que chegar à obra; e um ensaio de espuma para todo carregamento que chegar à obra.

c) para alcatrões:

um ensaio de viscosidade Engler para todo carregamento que chegar à obra (alcatrões tipos AP-4 a AP-6);

um ensaio de flutuação para todo carregamento que chegar à obra (alcatrões tipos AP-7 a AP-12); e

um ensaio de destilação para cada 500 toneladas.

d) para emulsões asfálticas:

um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol para todo carregamento que chegar à obra; um ensaio de resíduo por evaporação para todo carregamento que chegar à obra; um ensaio de peneiramento para todo carregamento que chegar à obra; e um ensaio de sedimentação para cada 100 toneladas.

CONTROLE	DE
TEMPERATURA	

A temperatura de aplicação deve ser estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso.

CONTROLE	DE
QUANTIDADE	

Será feito mediante a pesagem do caminhão distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método, admite-se seja feito por um dos modos seguintes:

- a) coloca-se na pista uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do caminhão distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso usado; ou
- b) utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do caminhão distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

CONTROLE DE UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO

A uniformidade depende do equipamento empregado na distribuição. Ao se iniciar o serviço, deve ser realizada uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se



possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga pode ser feita fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha colocada abaixo da barra distribuidora, para recolher o ligante betuminoso.

JUSTIFICATIVA DA ADOÇÃO DO CBUQ (CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE).

Segundo o Método de Projeto de Pavimento Flexíveis do DNER ME-667/22 de 1981 indica-se coeficientes estruturais (Kr) de 2,00 para o C.B.U.Q. e 1,20 para Revestimentos Betuminosos por penetração. Desta forma percebe-se que o próprio método indica uma resistência estrutural aproximadamente 67% maior para o C.B.U.Q. se comparado com outras técnicas de revestimento betuminoso por penetração.

Desta forma, justifica-se o uso do revestimento em C.B.U.Q de maneira a se prever um menor número possível de intervenções, uma vez que se pode inferir que o C.B.U.Q. pode atingir uma vida útil em média 67% maior que os revestimentos betuminosos por penetração.

CONTROLE TECNOLÓGICO

É obrigatório, por determinação do Gestor, a apresentação de laudo Técnico de Controle Tecnológico, e os respectivos resultados dos ensaios realizados em cada etapa dos serviços conforme exigências normativas do DER/DNIT, os quais deverão ser entregues a PREFEITURA juntamente com o **último BM** – Boletim de Medição.

SINALIZAÇÃO

Todas as sinalizações (vertical e horizontal) deverão atender as especificações do Contran.

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Para a sinalização horizontal serão utilizadas tinta nas cores BRANCA e AMARELA, conforme indicações em projeto, à base de resina

acrílica, com características quantitativas e qualitativas que atendam aos limites de tolerância especificados na norma EB-2162 da ABNT.

Deverão ser fixadas placas de trânsito nas vias pavimentadas, conforme detalhe em anexo. As cores, materiais, formas e dimensões estão indicadas na seção dedicada ao projeto de sinalização de trânsito.

A sinalização vertical tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotar comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientar os usuários da via.

A sinalização vertical é classificada segundo sua função, que pode ser de:

- regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que governam o uso da via;

- advertir os condutores sobre condições com potencial risco existentes na via ou nas suas proximidades, tais como escolas e passagens de pedestres;

- indicar direções, localizações, pontos de interesse turístico ou de serviços e transmitir mensagens educativas, dentre outras, de maneira a ajudar o condutor em seu deslocamento.

Todos os símbolos e legendas devem obedecer a diagramação dos sinais contida no MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO definido pelo CONTRAN em 2007 e devem

estar de acordo com o Decreto-lei nº 62.127, de 16 de janeiro de 1968, que aprova o regulamento do Código Nacional de Trânsito.

PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

A sinalização vertical de regulamentação tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais. Assim, o desrespeito aos sinais de

regulamentação constitui infrações, previstas no capítulo XV do Código de Trânsito Brasileiro - CTB.

Características dos Sinais de Regulamentação

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

PLACAS DE ADVERTÊNCIA

A sinalização vertical de advertência tem por finalidade alertar aos usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacentes a ela, indicando a natureza dessas situações à frente, quer sejam permanentes ou eventuais.

Características dos Sinais de advertência

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

A pintura de faixas deverá ser por processo de “spray”, através de equipamentos mecânicos pneumáticos apropriados. As demarcações das

pinturas deverão ser precedidas de rigorosa limpeza e secagem das superfícies a serem sinalizadas. A tinta pode ser aplicada em espessuras, quando úmida, variável de 0,4mm a 0,6mm. A tinta aplicada deverá recobrir perfeitamente o pavimento e apresentar, após secagem, aspecto uniforme, acabamento fosco, características anti-derrapantes (tipo casca de ovo), sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil. Deve ainda manter integralmente a sua coesão e cor após a sua aplicação no pavimento.

DA REFLETORIZAÇÃO

A refletorização das faixas será devida à aspersão de micro-esferas de vidro (processo “DROP-ON”) espalhadas homogeneamente logo após a aplicação da tinta, devendo respeitar a seguinte proporção: mínimo de 200 (duzentas) micro-esferas para cada m² de tinta aplicada.

As características, bem como a composição granulométrica das micro-esferas utilizadas na refletorização, devem estar adequadas aos limites previstos na norma EB- 1241 da ABNT.

SINALIZAÇÃO VERTICAL

Deverão ser fixadas placas de trânsito nas vias pavimentadas, conforme detalhe em anexo. As cores, materiais, formas e dimensões estão indicadas na seção dedicada ao projeto de sinalização de trânsito.

AMARELA, UTILIZADA PARA:

- Separar movimentos veiculares de fluxos opostos;
- Regular ultrapassagem e deslocamento lateral;
- Delimitar espaços proibidos para estacionamento e/ou parada;
- Demarcar obstáculos transversais à pista (lombada).

BRANCA, UTILIZADA PARA:

- Separar movimentos veiculares de mesmo sentido;
- Delimitar áreas de circulação;
- Delimitar trechos de pistas, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais;
- Regularizar faixas de travessias de pedestres;
- Regularizar linha de transposição e ultrapassagem;
- Demarcar linha de retenção e linha de “Dê a preferência”;
- Inscrever setas, símbolos e legendas.

VERMELHA, UTILIZADA PARA:

- Demarcar ciclovias ou ciclofaixas;
- Inscrever símbolo (cruz). Azul, utilizada como base para:
- Inscrever símbolo em áreas especiais de estacionamento ou de parada para embarque e desembarque para pessoas portadoras de deficiência física.

PRETA, UTILIZADA PARA:

Proporcionar contraste entre a marca viária/inscrição e o pavimento, (utilizada principalmente em pavimento de concreto) não constituindo propriamente uma cor de sinalização.

A utilização das cores deve ser feita obedecendo-se aos critérios abaixo e ao padrão Munsell indicado ou outro que venha a substituir, de acordo com as normas da ABNT.

COR	TONALIDADE
AMARELA	10 YR 7,5/14
BRANCA	N 9,5
VERMELHA	7,5 R 4/14
AZUL	5 PB 2/8
PRETA	N 0,5

MATERIAIS

Diversos materiais podem ser empregados na execução da sinalização horizontal. A escolha do material mais apropriado para cada situação deve considerar os seguintes fatores: natureza do projeto (provisório ou permanente), volume e classificação do tráfego (VDM), qualidade e vida útil do pavimento, frequência de manutenção, dentre outros.

Na sinalização horizontal podem ser utilizadas tintas, massas plásticas de dois componentes, massas termoplásticas, plásticos aplicáveis a frio, películas pré-fabricadas, dentre outros. Para proporcionar melhor visibilidade noturna a sinalização horizontal deve ser sempre retrorrefletiva.

GARANTIAS

Fica estabelecido, o compromisso do FORNECEDOR com a Contratante, de garantir, pelo prazo de 02 (dois), anos a partir da entrega dos conjuntos, PLACAS / SISTEMA DE FIXAÇÃO, a qualidade do produto, suas características físico- construtivas e de acabamento. Em caso de surgimento de defeitos apontados pela Contratante, o fornecedor deverá repor, sem ônus para o contratante, todo o lote (em se tratando de vício de confecção) ou individualmente (em se tratando de defeito pontual ou localizado). O fornecedor assumirá integral responsabilidade por extravios ou danos

sofridos no transporte, qualquer que seja a causa. As despesas com o transporte, impostos e seguros, correrão por conta do fornecedor.

POSICIONAMENTO NA VIA

A regra geral de posicionamento das placas de sinalização consiste em colocá-las no lado direito da via no sentido do fluxo de tráfego que devem regulamentar, exceto nos casos previstos neste Manual. As placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via. Esta inclinação tem por objetivos assegurar boa visibilidade e leitura dos sinais, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de faróis de veículos ou de raios solares sobre a placa.

SUPORTE DAS PLACAS

A placas serão fixadas a tubos de aço de 2", com 2 barras metálicas de perfil "U" e braçadeiras de 2" galvanizadas, e unidas à chapa através de fita adesiva de dupla face. Os parafusos para fixação das braçadeiras e perfis aos tubos (postes de 2") deverão ser de aço inoxidável 3/8"x2". Desta forma nenhuma chapa será perfurada para passagem de parafusos de fixação, impedindo desta forma o aparecimento dos processos de corrosão



eletrolítica. A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente à via, deve ficar a uma altura livre entre 2,0 e 2,5 metros em relação ao solo, inclusive para a mensagem complementar, se esta existir. As placas assim colocadas se beneficiam da iluminação pública e provocam menor impacto na circulação dos pedestres, assim como ficam livres do encobrimento causado pelos veículos.