

DIMENSIONAMENTO

PAVIMENTO

1 - INTRODUÇÃO

As ruas, deste projeto, constituem itinerário de caminhões, ônibus e veículos mais leves, tanto comerciais como de passeio.

As ruas a serem pavimentadas estão implantadas sobre leito arenoso natural.

Para o dimensionamento do pavimento foi utilizado o método desenvolvido pelo Eng. Murilo Lopez de Souza -1966- Método de projetos de Pavimentos Flexíveis.

2 - PARÂMETRO DE TRÁFEGO

A definição do parâmetro de tráfego (número "N") foi baseada numa medição de tráfego estimativa, que nos permitiu saber o número de veículos que transitam nas vias. Foi adotado como valores iniciais um volume médio diário de tráfego nos dois sentidos, de 100 (cem) veículos, sendo a taxa de crescimento anual de 5% (cinco por cento) ao ano para um período de 10 anos (período P=10).

Destes veículos 90 % (Noventa por cento) são de 02 (dois) eixos e 10% (dez por cento) são de 03 (três) eixos.

A composição de tráfego é a que segue:

EIXOS SIMPLES (TON)	PERCENTAGEM
<5	81
7	10
9	3
11	2
13	2
15	1
EIXOS TANDEM (TON)	PERCENTAGEM
19	1
% total	100

O volume diário inicial de tráfego em um só sentido é:

$$V_0 = \frac{100}{2} = 50$$

O volume médio de tráfego será, portanto,

$$V_m = \frac{50 \times (2 + 0,05 \times 10)}{2} = 62,5$$

Adotado, $V_m = 63$

O fator entre eixos é dado por

$Fe = n^\circ \text{ de eixos} \times \% \text{ de ocorrência}$

$$Fe = 2 \times 0,9 + 3 \times 0,1 = 2,1$$

Determinação do Fator de Carga:

EIXO SIMPLES (t)	PERCENTAGEM	FATOR DE EQUIVALÊNCIA	EQUIVALÊNCIA DE OPERAÇÕES
<5	81	<0,1	
7	10	0,5	5
9	3	2	6
11	2	4	8
13	2	10	20
15	1	30	30
EIXOS TANDEM (t)			
19	1	20	20
100 F. C.			89

Fator de Carga = 0,89

Dada a natureza arenosa do sub-leito o fator climático regional foi fixado em $Fr=1$, atendendo as mais recentes recomendações dos principais órgãos rodoviários do país.

Sendo assim:

$$N = 365 \times P \times V_m \times Fe \times F_c \times Fr$$

$$N = 365 \times 10 \times 63 \times 2,1 \times 0,89 \times 1 = 429.776,55$$

Onde:

N = número de passadas do eixo padrão (8,4 ton);

P = período de projeto

V_m = volume de tráfego no período de projeto

Fe = fator de eixo;

Fc= fator de carga;
Fr= fator climático regional

Assim, $N = 4,29 \times 10^5$

3 - RESISTÊNCIA DO SUB-LEITO

Para definição do índice de suporte do sub-leito das avenidas a serem pavimentadas, procedeu-se uma criteriosa inspeção no local, através de técnico de larga experiência em materiais de pavimentação e realização de ensaios de laboratórios de jazidas localizadas no perímetro urbano da cidade, para confirmar os controles estatísticos regionais.

O sub-leito da cidade de **ALTO PARAÍSO** é quase integralmente constituído por arenito Caiuá com larga ocorrência no noroeste do Paraná. A área onde se desenvolve o projeto é caracterizada geologicamente como pertencente a duas formações litológicas principais:

-Derramamento basáltico de formação serra geral expostos em estado desgastado.

-Arenito eólico de formação caiuá revestindo os escorrimentos basálticos em uma massa continua a uma profundidade de até 150 m e com remanescentes esparsos de erosão geológica.

Os solos da região podem ser classificados em três grandes grupos principais:

- Latossolo roxo, solos derivados de rochas de formação serra geral.

- Latossolo vermelho escuro, solos desenvolvidos sobre a formação de arenito.

- Solos aluvionais ocupando áreas pequenas ao longo de alguns trechos dos canais de drenagem naturais.

O suporte mínimo adotado, baseado em valores obtidos pelo DER/Pr para Sub-Leito de rodovias construídas próximo da cidade em questão, e também os constatados em ensaios realizados, sobre solos arenosos, foi de 6% a 8%. Para fins do dimensionamento deste projeto, vamos adotar o valor de 8 % para o índice de suporte.

Para a camada de Reforço do Sub-Leito encontra-se material de jazida com índice de suporte de 12 %.

A utilização destes materiais, tanto nas camadas citadas, quanto na camada de base, nesta com adição de cimento, numa proporção de 4% em volume, foi analisada o fator econômico, visto que, a adoção de outro tipo de suporte para a região seria inviável. Além do elevado custo do cimento, o uso deste é compensador comparando-se, por exemplo, com a base de brita graduada, que teríamos de importar materiais a uma distância aproximada de 160 Km, o que elevaria sensivelmente o custo da obra.

Assim como nas camadas subjacentes, para a Base de Solo Cimento a 4% em volume de cimento, foi realizado ensaios de (ISC) onde chegou-se a valores na ordem de índice de suporte de 50 %.

4 - MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO

Em função do tráfego, das características dos materiais ocorrentes na região e das facilidades ou dificuldades construtivas da região, foram escolhidos os seguintes materiais para constituírem a estrutura do pavimento:

BASE: Solo Cimento

IMPRIMAÇÃO DA BASE: Será realizada sobre a camada de base, conforme memorial descritivo, em taxas que devem ser otimizadas na obra. A taxa normal de trabalho situa-se em torno de 1,2 L/m².

REVESTIMENTO DA PISTA: Revestimento em Tratamento Superficial Triplo com capa selante tomando-se os parâmetros recomendados no projeto além das normas técnicas pertinentes vigentes para o país.

CAPA SELANTE: Será executada sobre a última camada do Tratamento Superficial Triplo (TST), com aplicação de emulsão asfáltica RR-2C e coberta com pó de brita.

5 - COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Foram adotados os seguintes coeficientes:

Reforço do sub-leito..... $K_{ref} = 0,75$

Base de solo cimento..... $K_b = 1,40$

T S T $K_r = 1,20$

6 - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Conforme já mencionado o dimensionamento da espessura das camadas constituintes do pavimento foi realizado pelo método desenvolvido pelo Eng. Murilo Lopez de Souza -1966- Método de projetos de Pavimentos Flexíveis.

A espessura mínima de revestimento recomendada é de 1,5 cm a 1,9 cm. Para um número $N = 10^5$ e pôr se tratar de vias locais, no dimensionamento deste projeto iremos adotar a espessura mínima de 1,5 cm para a camada de revestimento.

Para os parâmetros, $N = 4,29 \times 10^5$ e índice de Suporte = 8 % para o Sub-Leito, índice de Suporte = 12% para o Reforço do Sub-Leito e índice de Suporte = 50 % para a Base de Solo Cimento, retiramos do ábaco de dimensionamento, obedecendo as espessuras mínimas e utilizando CBR=20% nas camadas superiores a este, as seguintes espessuras:

I.S. = 8%	$H_m = 40$ cm	sub-leito
I.S. = 12%	$H_n = 32$ cm	reforço do sub-leito
I.S. = 50%	$H_{20} = 22$ cm	base

1) Revestimento T S T:

$R = \text{adotado} = 1,5\text{cm}$ $K_r = 1,2$

2) Sendo B a espessura da Base, temos:

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

$$1,5 \times 1,2 + B \times 1,40 > 22,00 \text{ donde}$$

$$B = 14,42 \text{ cm.} \quad \text{Adotado: } \mathbf{B = 15,00 \text{ cm.}}$$

3) Para espessura do Reforço do Sub-Leito resulta:

$$R \times K_r + B \times K_b + h_n \times K_{ref} > H_m$$

$$1,5 \times 1,2 + 15 \times 1,4 + h_n \times 0,75 > 40$$

$$h_n > 19,73 \text{ cm.} \quad \text{Adotado: } \mathbf{h_n = 20\text{cm.}}$$

A execução das obras deverá obedecer a seqüência de tomando-se os parâmetros recomendados no projeto além das normas técnicas pertinentes vigentes para o país.

7 - TERRAPLANAGEM

Praticamente em todo o trecho, o greide coincide com o terreno natural, devendo ser escavado a espessura de 20,00 cm, exigida no dimensionamento. Far-se-á então a regularização e compactação do sub-leito.

8 - PREÇOS UNITÁRIOS

Os preços unitários utilizados na composição do orçamento de pavimentação foram retirados diretamente do Sistema de Custo Sinapi, quando possível, ou compostos a partir de custos individuais apresentados pôr aquele sistema para materiais, serviços e mão-de-obra. No custo, também foram consideradas as distancias médias de transporte, bem como o BDI adotado pelo TCU em seu Acórdão 2622/2013.

9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista, que o dimensionamento do pavimento acima descrito é o procedimento realizado pelo DNER para estradas de rodagem, concluimos, com base nestes dados, e pela larga experiência já aplicada na cidade e região, adotaremos o dimensionamento apresentado seguido das recomendações a seguir:

1 - Limpeza e preparo da caixa da rua - retirada do solo superficial solto, matéria orgânica e impurezas localizadas ao longo do trecho;

2 - Reforço do sub-leito - com material de jazida (solo natural, limpo e isento de impurezas);

3 - Regularização do sub-leito - compactação do solo com rolo pé de carneiro e de pneus, até atingir compactação desejada.

4 - Base de solo cimento - solo de jazida e de primeira qualidade (solo natural, limpo e isento de impurezas), com adição na pista de 4% de cimento em volume, homogeneizada e compactada até o grau desejado mantendo-se a espessura calculada;

5 – Imprimação com emulsão asfáltica CM30, numa taxa de aplicação de 1,2 litros por m².

6- Capa asfáltica com capa selante (T. S. T) do tipo I-5 (DER-PR):

Sendo consumo: a) 0,0038 ton de brita por m²;

b) 0,0347 ton de emulsão de emulsão RR-2C por m².

ANEXO I
SISTEMA VIARIO
- MEMORIAL DESCRITIVO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS-

1.0 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1.1 - TERRAPLANAGEM

1.1.1 -Generalidades:

Terraplanagem é a operação destinada a conformar o terreno existente aos gabaritos definidos no projeto. Estas especificações se aplicam as operações que tem por fim a limpeza do material vegetal, escavação ou reposição de solo, dependendo do greide da pista projetada e ainda a compactação do material até atingir o grau desejado.

1.1.2 – Materiais:

Os materiais empregados na terraplanagem analisados e aprovados quanto a qualidade do mesmo, serão os do próprio leito, e no caso da importação ou adição de material, este deverá ter I. S. C. igual ou superior a 6 (seis).

Os materiais empregados obedecerão ainda as especificações do DNER, quanto a sua classificação em 1^a e 2^a ou 3^a categoria.

1.1.3 - Equipamentos:

São indicados os seguintes tipos de equipamentos:

- Motoniveladora;
- Tratores de lâmina;
- Pá carregadeira;
- Caminhões basculantes;
- Rolo pé de carneiro;
- Rolo de pneus;
- Trator agrícola.

A utilização do equipamento deverá ser racional, possibilitando a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividades requeridas.

1.1.4 - Execução dos serviços:

Toda a vegetação e camada orgânica, bem como entulhos e qualquer outro material encontrado nas valetas de erosão causadas pelas chuvas, serão removidas. A terraplanagem compreende as operações de corte, escarificação, remoção, aterro e compactação. Nos trechos em

que as vias estiverem no greide do projeto, ou se for necessário executar cortes para atingilo, deve-se recompactar a plataforma. O teor de umidade ótica será de 2% e a densidade não inferior a 95% do proctor normal.

1.2 - PREPARO DA CAIXA DA RUA

1.2.1 – Generalidades:

Estas especificações se aplicam ao preparo da caixa de vias a pavimentar, com a terraplanagem já concluída. O preparo é a operação destinada a conformar o leito viário, transversal e longitudinal. Será executado de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto.

1.2.2 – Materiais:

Os materiais empregados no preparo da caixa serão do próprio subleito, sempre que possível, e a critério da fiscalização.

1.2.3 - Equipamentos:

São indicados os seguintes tipos de equipamentos

- Motoniveladora;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolo compactador de pneus;
- Rolo Corrugado;
- Trator agrícola;
- Pá carregadeira;
- Caminhões basculantes.

1.2.4 - Execução dos serviços:

O preparo da caixa, compreende as operações de corte, aterro e compactação. Sendo o aterro executado com a importação do material, a espessura da camadas não deve ultrapassar 20,0 cm, após a compactação. Nos trechos em que a via estiver no greide do projeto, ou se for necessário executar cortes para atingira, deve-se recompactar o sub-leito, pelo menos nos últimos 20,0 cm. O teor de umidade será de $h_{ot} = +2\%$ e densidade não inferior a 95% do proctor normal.

Para garantir-se melhor qualidade dos serviços, pode ser feita uma compactação de prova com rolos pneumáticos pesados de banda de rodagem larga, que aumenta a profundidade atingida pelo adensamento. Os rolos pneumáticos pressão variável nos pneus também são indicados, pois as pressões de contato geradas atingindo valores elevados ($\pm 7\text{Kg/cm}^2$), após algumas passadas,

mostram os pontos fracos, surgindo áreas de deformação permanente (ruptura) ou pontos com deformações elásticas excessivas que posteriormente causarão defeitos e ruptura do pavimento.

As causas desses pontos de baixa resistência provêm de:

- solos com excesso de umidade, produzindo deformações elásticas e alta compressibilidade;

- solos com alto teor de matéria orgânica, idem;

- áreas em que não se atingiu o grau de compactação mínimo, idem.

1.3 - REFORÇO DO SUB-LEITO

1.3.1 - Generalidades:

Reforço do sub-leito é a camada de espessura constante transversalmente e variável longitudinalmente, de acordo com o dimensionamento do pavimento, fazendo parte integrante deste, e que por circunstâncias técnica-econômicas será executado sobre o sub-leito regularizado.

1.3.2 - Materiais:

Deverá ter qualidades superiores às dos materiais do sub-leito, ou seja, um material importado de jazidas em que se tenha um IS adequado ao suporte desejado, que será selecionado na fase de implantação do projeto.

1.3.3 – Equipamentos:

Serão utilizados, os mesmos equipamentos relacionados para o preparo da caixa da rua.

1.3.4 - Execução dos serviços:

Compreende, as operações de espalhamento e compactação do material importado, na pista já regularizada, obedecendo a espessura indicada no dimensionamento do pavimento, em camadas e no máximo 0,20 m de espessura, após a compactação. Teor de umidade será $h_{ot} = +2\%$ e densidade não inferior a 95% do proctor normal.

1 4 - BASE DE SOLO-CIMENTO

1.4.1 - Generalidades:

Solo-cimento é uma mistura íntima e compactada de solo, cimento e água, em proporções determinadas por ensaios prévios de laboratório.

1.4.2 - Materiais:

a) Cimento Portland

O cimento Portland empregado para tal fim deverá obedecer às exigências das EB-1 e EB-208, da ABNT.

b) Água

Deverá ser isenta de fatores de sais, álcalis, ácidos, matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

c) Solos

Os solos a serem utilizados na execução de bases de solo cimento serão os provenientes de ocorrências de materiais, devendo apresentar as seguintes características:

Granulometria

Peneiras	% em peso passando	observação
3"	100%	LL máx. 40%
Nº 04	50 - 100	IP máx. 18%
Nº 40	15-100	
Nº 200	05-35	

1.4.3 – Equipamentos:

- Motoniveladora com escarificador
- Trator agrícola
- Rolo pé-de-carneiro
- Rolo compactador de pneus
- Carro-tanque, distribuidor de água
- Grade de disco
- Caminhões basculantes
- Pá carregadeira

OBSERVAÇÃO: deverá ser adotada a mistura na pista.

1.4.4 - Execução:

Mistura na pista:

Quando for procedida a homogeneização dos materiais na própria pista, deverão ser obedecidas as seguintes fases de execução:

a) Preparo da faixa:

Antes de iniciar o preparo da faixa, a drenagem deverá ser concluída.

A faixa deverá estar nivelada e preparada de modo a atender ao projeto.

Todo material impróprio deverá ser removido ou substituído de acordo com a fiscalização.

b) Pulverização e homogeneização do solo:

No processo de pulverização e homogeneização exigir-se-á que, no mínimo, 80% em peso do material miúdo esteja reduzido a partículas de diâmetro inferior a 4,8mm.

Salvo determinação da fiscalização, a extensão da faixa escarificada e pulverizada não deve exceder à que possa ser tratada com cimento em dois dias de trabalho.

c) Distribuição do cimento:

Regularizado o solo pulverizado, de modo a apresentar aproximadamente a seção transversal projetada, o cimento portland, nas quantidades especificadas, será distribuído uniformemente na superfície. Essa operação poderá ser realizada distribuindo-se os sacos transversal e longitudinalmente, de modo a assegurar posterior espalhamento uniforme do cimento na superfície do solo, na área correspondente a cada subtrecho, ou a granel, por processo mecânico aprovado pela fiscalização.

Nenhum equipamento, exceto o usado para o espalhamento e mistura, poderá transitar sobre o cimento espalhado antes de ser ele espalhado ao solo,

Imediatamente após a distribuição, o cimento será misturado com o solo pulverizado, em toda a espessura da camada. A mistura deverá ser repetida continuamente pelo tempo necessário para assegurar mistura completa, uniforme e íntima do solo com o cimento, até ser conseguida tonalidade uniforme em toda a espessura.

Em seguida, a mistura será nivelada obedecendo aproximadamente ao greide e à seção transversal do projeto.

d) Umedecimento:

A adição de água deverá ser feita progressivamente, não sendo aconselhável que em cada passada do carro-tanque o teor de umidade do solo aumente mais que 2%. A cada aplicação de água, seguir-se-ão operações de revolvimento, para evitar o acúmulo desta na superfície.

Esta operação deverá ser feita sem interrupção e a incorporação completa da quantidade total de água deverá ser terminada, no máximo, dentro de três horas.

Terminada a incorporação da água, será tolerada na mistura a umidade compreendida entre 0,9 a 1,1 vezes a indicada, para o trecho, no ensaio de compactação.

e) Compactação, proteção e cura:

A compactação de solos arenosos ou poucos argilosos deverá ser feita, de preferência, com o emprego de rolos pneumáticos, que assegurem a obtenção da massa específica aparente especificada, em toda a espessura da camada compactada.

A operação de compactação deverá ser conduzida de modo que a espessura a ser compactada na fase final, pelos rolos pneumáticos, nunca menor que 5cm, após a compactação.

Durante as operações finais de compactação deverão se tomadas as medidas necessárias para que a camada superficial seja mantida na umidade ótima, ou ligeiramente acima, recorrendo-se a pequenas adições de água, se preciso for, e procedendo-se a nova homogeneização com equipamento adequado.

Antes da fase final de compactação, caracterizada pela existência de certa quantidade de material solto superficialmente, deverá ser feita a conformação do trecho ao greide e abaulamento desejados, com o emprego de equipamentos adequados.

Após a conclusão da compactação, será feito o acerto final da superfície, de modo a satisfazer o projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora. Não será permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da base será comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio MB-33, da ABNT.

Todo trecho, logo após a sua execução, de acordo com o especificado acima, será submetido a um processo de cura, devendo para este fim ser protegido contra a perda rápida de umidade durante período de sete dias.

A cobertura deverá ser aplicada o mais cedo possível após a conclusão da base. A base deverá ser mantida úmida até a colocação da cobertura.

1.4.5 - Controle:

No caso da mistura ser realizada na pista. Deverão ser realizados os seguintes ensaios para fins de controle tecnológicos:

- a) um ensaio de granulometria de solo com espaçamento máximo de 100m e, no mínimo, dois ensaios, por dia.
- b) um ensaio de finura de cimento por dia.
- c) um ensaio do grau de pulverização com espaçamento máximo de 100m e, no mínimo, dois ensaios por dia.
- d) uma determinação do teor de umidade, cada 40m. imediatamente antes da compactação.
- e) uma determinação do teor de cimento por dia,
- f) um ensaio de resistência à compressão com espaçamento máximo de 100m e, no mínimo, duas determinações por dia.

1.5 - IMPRIMAÇÃO

1.5.1 – Generalidades:

Consiste a imprimação na aplicação de uma camada de material betuminoso, antes da execução de um revestimento asfáltico qualquer, com taxa de aplicação imposta pelo D.O.P. objetivando:

- a) Promover condições de aderência entre a base e o revestimento;
- b) Impermeabilizar a base e promover condições adequadas para o processo de cura do cimento.

1.5.2 - Materiais:

Podem ser empregados emulsões asfálticas CM-30. A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente nos canteiros da obra. A taxa residual de aplicação varia de 0,5 a 1,2 litros por metro quadrado.

1.5.3 – Execução:

Após a conformação geométrica da base, procede-se a 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 proporção certa e de maneira mais uniforme.

O material betuminoso não pode ser distribuído em dias de chuva ou quando esta estiver eminente. Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo-se a imprimação da adjacente, assim que a primeira permita a sua abertura ao trânsito.

1.5.4 – Equipamentos:

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela fiscalização, devendo estar de acordo com a presente especificação, sem o que não será dada a ordem para o início do serviço. Para a varredura da superfície da base, usa-se de preferência vassouras mecânicas rotativas, podendo entretanto ser manual esta operação.

A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme, quando for o caso. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena com dispositivos que possibilitem ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibrador, termômetro, em locais de fácil observação e ainda de um espargidor manual, para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

1.6 - CAPA ASFÁLTICA COM CAPA SELANTE

Para execução deste serviço adotaremos o revestimento asfáltico de Tratamento Superficial Triplo por penetração com capa selante.

1.6.1 - Generalidades:

A pavimentação asfáltica através do tratamento superficial triplo com capa selante, é um revestimento constituído de três aplicações alternadas de ligante betuminoso, sobre três camadas de agregados, com uma aplicação final de pó de pedra ou areia, sobre uma pintura de ligação.

A primeira camada de agregado graúdo é distribuída diretamente sobre esta pintura. Esta camada é comprimida e, sobre ela, faz-se a primeira aplicação de ligante betuminoso.

Após a penetração do ligante betuminoso no agregado, procede-se ao recobrimento com a segunda camada de agregados e assim sucessivamente.

A seguir, sobre o ligante betuminoso na última camada de agregados, faz-se o espalhamento de pó de pedra ou areia, completando-se a compressão final.

O tratamento deve ser executado sobre a base já imprimada e de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal projetados.

1.6.2 - Materiais:

a) Materiais betuminosos

Podem ser aplicados os seguintes materiais:

- cimento asfáltico de penetração 85/100 ou 100/120
- emulsões asfálticas tipos RR-2C, RR-1 C

b) Agregados

Os agregados devem ser de preferência provenientes de pedra britada. Devem consistir de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de cobertura e torrões de argila.

O desgaste Los Angeles não deve ser superior a 40%.

Quando não houver, na região, materiais com estas qualidades, admite-se o emprego de agregados com valor de desgaste até 50%, ou de outros, provenientes de escória britada, cascalho ou seixo rolado, britados, desde que utilizados anteriormente, tenham apresentado, comprovadamente, bom comportamento.

Sempre se utilizará apenas agregados de um mesmo tipo.

O índice de forma não deve ser inferior a 0,5.

A graduação dos agregados deve obedecer o disposto no quadro a seguir:

PENEIRAS	mm	1ª CAMADA	2ª CAMADA	3ª CAMADA
1.1/2"	38,1	100		
1"	25,4	90-100		
3/4"	19,1	20-55	100	
1/2"	12,7	0-10	90-100	
3/8"	9,52	0-5	40-70	100
Nº 04	4,76	-	0-15	85-100
Nº 10	2,0	-	0-5	10- 40
Nº 40	0,42	-	-	0-5

Nº 200	0,074	0-2	0-2	0-2
--------	-------	-----	-----	-----

O agregado de cobertura, pó de pedra ou areia, deverá satisfazer à seguinte graduação:

PENEIRAS	mm	PÓ DE PEDRA	AREIA
3/8"	9,52	100	100
Nº 04	4,76	90-100	95-100
Nº 10	2,0	55-90	85-95
Nº 40	0,42	20-40	10-30
Nº 80	0,177	10-25	0-10
Nº 200	0,074	5-15	0-2

Quantidades

As quantidades de agregado e de ligante betuminoso poderão ser as constantes no quadro seguinte, mas o valor exato a empregar será fixado no orçamento.

APLICAÇÃO	QUANTIDADES	
	Agregado l/m2	Material betuminoso l/m2
1ª camada	17-20	1,8
2ª camada	8-10	1,0
3ª camada	3,4-5,0	0,7

Obs.: Recomenda-se que seja absolutamente seguidas as dosagens de agregados, bem como as espessuras máximas das camadas, evitando a sobreposição de pedras.

1.6.3 – Equipamento:

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela fiscalização, devendo estar de acordo com as especificações.

Os carros distribuidores do material betuminoso, especialmente construídos para este fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento e do rodas pneumáticas, dispor de tacômetro, calibradores e termômetro, em local de fácil acesso, e, ainda, dispor de um espargidor manual, para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

Os rolos compressores podem ser do tipo tandem ou de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores tipo tandem devem ter uma carga, por centímetro de

largura de roda, não inferior a 25Kg e não superior a 45Kg. Seu peso total não será superior a 10 toneladas.

Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão ser dotados de pneus que permitem a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

Os distribuidores de agregados rebocáveis ou automotriz, devem possuir dispositivos que permitam uma distribuição homogênea da quantidade de agregados fixada no projeto

1.6.4 - Execução:

a) Cuidados:

- não executar em dias de chuva;
- não aplicar o material betuminoso em superfícies molhadas;
- não executar quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C.

b) Execução:

- varredura da pista;
- aplicação do material betuminoso de forma uniforme de preferência em toda a largura da plataforma;
- espalhamento do agregado. Deve ser feito de maneira uniforme, sendo as falhas corrigidas manualmente;
- compressão - deve ter início logo após o espalhamento do agregado e deve iniciar do bordo para o eixo ou bordo interno para o bordo externo em curvas. Cada passagem do rolo deve cobrir pelo menos a metade da rolagem anterior.

A primeira aplicação do ligante deverá ser feita de modo uniforme, pelo carro distribuidor, na quantidade e temperatura adequada. Nas juntas transversais, deverá ser empregada uma faixa de papel, para evitar a superposição de banhos adjacentes. Os pontos que não forem alcançados pelo ligante betuminoso deverão ser completados com espalhamento manual.

Após a primeira aplicação de ligante betuminoso, o agregado da segunda camada será distribuído conforme cuidados anteriores. Para o acerto dessa camada recomenda-se o emprego de vassoura de arrasto. A compressão se fará até haver entrosamento das duas camadas de agregados.

A segunda aplicação do ligante deverá seguir a mesma sistemática preconizada, anteriormente, para a primeira aplicação.

A terceira aplicação de agregado deverá ser imediatamente após a segunda aplicação do ligante betuminoso, na quantidade indicada no projeto, seguindo-se as instruções anteriormente descritas. A compressão deverá ser feita, de preferência, com rolos pneumáticos.

Imediatamente após a última aplicação do ligante betuminoso, faz-se a aplicação do agregado de cobertura (pó de pedra ou areia), seguindo-se a compressão final.

A pista só deverá ser aberta ao trânsito 24 horas após a compressão final sobre a capa selante.

1.6.5 – Controle:

a) Controle de qualidade do material betuminoso:

a.1) Cimento Asfáltico-

- um ensaio de viscosidade saybolt para todo o carregamento;
- um ensaio de ponto de fulgor para cada 100 tol;
- um índice Pleiffer para cada 500 tol;
- um ensaio de espuma para todo o carregamento.

a.2) Emulsões Asfálticas:

- um ensaio de viscosidade para todo carregamento;
- um ensaio de resíduo por evaporação para todo carregamento;
- um ensaio de peneiramento para todo carregamento;
- um ensaio de sedimentação para cada 100 tol.

b) Controle de qualidade dos agregados:

- duas análises granulométricas por dia;
- um índice de forma para cada 900 m³;
- um ensaio de densidade para cada 900 m³.

c) Controle de Temperatura de Aplicação do Ligante Betuminoso:

- de acordo com o especificado.

d) Controle de qualidade do ligante Betuminoso:

- o controle será por pesagem do carro distribuidor ligante antes e depois da passagem (distribuição);
- opcionalmente poderá ser feita por intermédio do método da bandeja.

e) Controle de Uniformidade de Aplicação do Material Betuminoso:

- controle geométrico.

"SISTEMA VIÁRIO"
- PROJETO DE MEIO FIO E SARJETA-

PROJETO DE MEIO FIO(25x10) E SARJETA (10x25)

Junto às guias laterais utilizou-se meio fio com altura do espelho aparente de 15 cm, para evitar problemas com acostamentos de veículos. Os passeios devem possuir declividade de 2%.

O método racional foi aplicado para a determinação da vazão nas sarjetas, junto às bocas de lobo. Os valores dos coeficientes de escoamento. Levando em consideração o carretar geral da bacia e as características de sua superfície foram:

$c' = 0,7$ para as ruas pavimentadas e faixas laterais com 10,0 m de largura;

$c'' = 0,3$ para as demais superfícies como jardins, pomares, quintais, terrenos baldios, etc. As alturas das águas referentes as cotas de alagamento ,foram verificadas mediante o emprego da fórmula de Manning-Strickler, adotando-se o coeficiente de rugosidade $k_s = 75$, será verificada a suficiência das sarjetas apenas para os pontos considerados críticos, admitindo-se os demais satisfatórios.