



ESTADO DE GOIÁS
PREFEITURA MUNICIPAL DE DAMIANÓPOLIS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM TSD COM CAPA SELANTE

LOCAL: DIVERSAS VIAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE DAMIANÓPOLIS

ADMINISTRAÇÃO:

ADM: ANDRÉIA LINS DEPOLLO

RESP. TÉCNICO:

ENGENHEIRO: ANDRÉ JOSÉ DE ARAÚJO

CREA-DF 20351/D

PRAZO: 120 DIAS

CT: nº 1022.709-60/2015

OBJETO:

O presente memorial tem por finalidade descrever as obras, serviços e equipamentos necessários para execução de Pavimentação Asfáltica em TSD com capa selante, construção de calçadas, sarjetas, meio-fio e sinalizações horizontais e verticais, na cidade de Damianópolis – Goiás

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA

1) INTRODUÇÃO

O Projeto Básico de Pavimentação Urbana tem por objetivo conceber uma estrutura construída após a terraplenagem, destinada, econômica e simultaneamente em seu conjunto a:

- Resistir e distribuir ao sub-leito (terreno de fundação da pavimentação) os esforços verticais oriundos dos veículos;
- Melhorar as condições de rolamento quanto a economicidade, comodidade e segurança;
- Resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Em princípio, um Pavimento é constituído por duas camadas: a BASE (sub-base, reforço) e o REVESTIMENTO.

A BASE é uma camada destinada a resistir às deformações e distribuir os esforços verticais através das tensões (pressão) dos veículos e sobre a qual se constrói um revestimento.

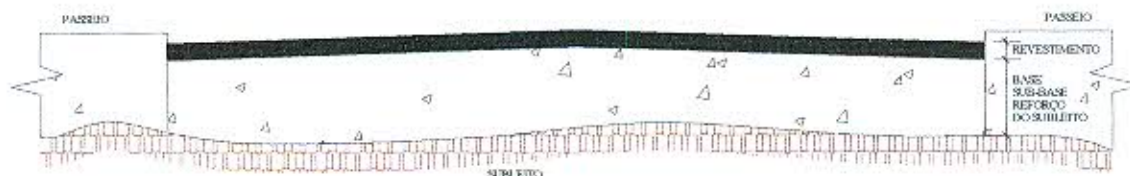
O REVESTIMENTO é a camada, tanto quanto possível impermeável, coesa, o mais possível desempenado geometricamente, que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos e das intempéries (água, vento, temperatura, atrito, hidrocarbonetos, impactos mecânicos e outros) e destinada a resistir aos esforços tangenciais (cisalhamento, frenagem, aceleração, movimentos centrífugos, etc.).

O Pavimento Projetado será do tipo flexível, o qual utiliza o ligante betuminoso na construção do revestimento.

2) DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

2.1 – Considerações

Um pavimento é um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço infinito, que é o sub-leito.



O problema geral do dimensionamento consiste em considerar um ponto P qualquer do sistema, no sub-leito 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 a deformação máxima satisfizer os limites previamente fixados, sendo as espessuras das camadas, as necessárias e suficientes.

Existem várias teorias ou modelos para o estudo do sistema de camadas múltiplas de pavimento: "Boussinesq, Busmister, Hogg, Westergaard, Peattie e Jones, Jeuffroy e Bachelez", (Murillo Lopes, 1980, p. 317 a 353), porém é fácil concluir da dificuldade de aplicação dos métodos teóricos ao dimensionamento de pavimentos flexíveis.

Por este motivo, o dimensionamento de pavimentos flexíveis é feito através de métodos empíricos; onde são utilizados ensaios empíricos, definidores das características de resistência dos materiais, certos parâmetros de tráfego e uma equação ou ábaco, estabelecidos experimentalmente e ligando estas grandezas.

Este projeto basear-se-á no Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível do DNER/DNIT-1966/79, que tem como base o trabalho "Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume", da autoria de W. J. Turnbull, C. R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos

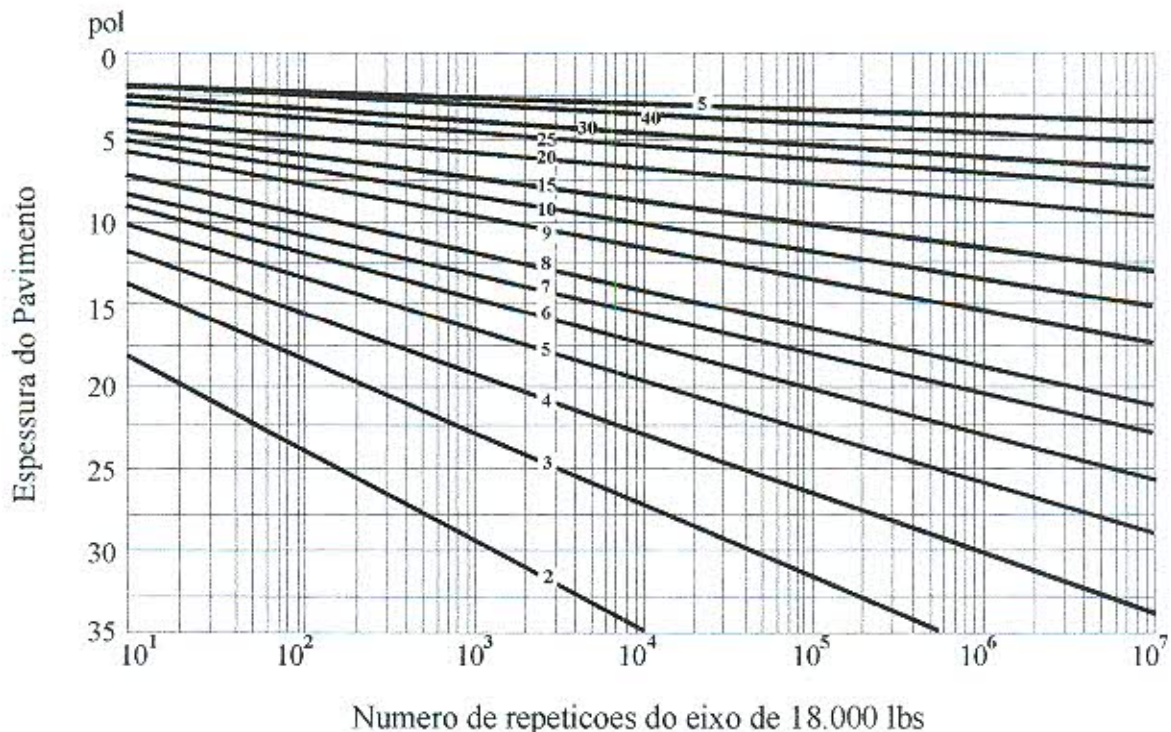
E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO, com as considerações pertinentes às finalidades do Objeto de Contrato.

2.2) Estudo do Tráfego

Como preconiza a pavimentação asfáltica urbana será executada em zonas residenciais com predominância de tráfego de veículos de passeio, quando houver.

Mesmo assim, para que se possa sistematizar um procedimento de dimensionamento de pavimento flexível e utilizar o Método do DNER-DNIT/1966/79, considerar-se-á a incidência do menor número de solicitações do eixo padrão de 8,2t, devido ao tráfego, número N, que o ábaco de dimensionamento permite, ou seja, $N = 10$.

ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL
MÉTODO DNER-1966/79

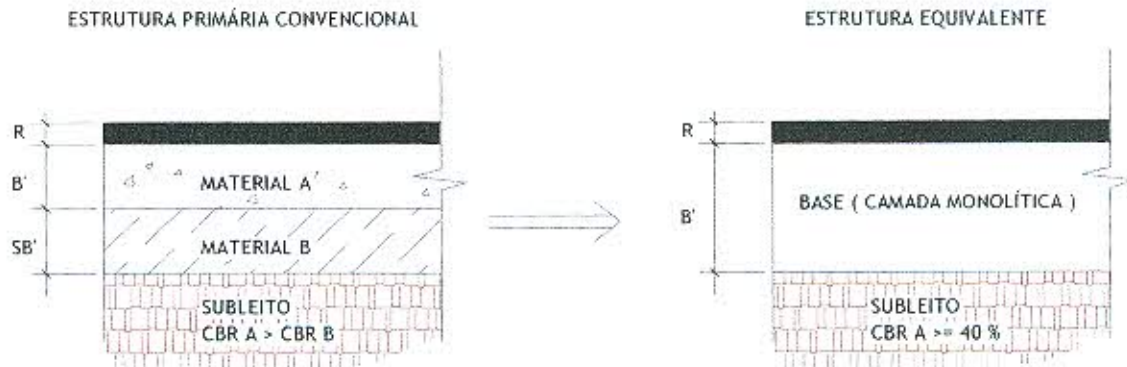


2.3) Capacidade de Suporte do Sub-leito (CBR)

Por sua vez apresentam características geotécnicas diferenciadas; optou-se por adotar um valor mínimo de Índice de Suporte Califórnia – ISC/CBR do sub-leito, de tal forma a obter as espessuras mais delgadas de pavimento, buscando economicidade. O CBR mínimo do sub-leito adotado é de 8%.

2.4) Determinação do REVESTIMENTO e da BASE

Sejam as duas estruturas de pavimento:



Uma vez definidos os parâmetros: número N e CBR do sub-leito pode-se dimensionar o pavimento com o auxílio do ábaco de dimensionamento e das inequações abaixo:

$$RKr + B'K_B \geq H_{20} \quad (1)$$

$$RKr + B'K_B + SB'K_{SB} \geq H_n \quad (2)$$

Onde,

R = espessura do revestimento;

B' = espessura de base;

SB' = espessura de sub-base;

Kr = coeficiente estrutural do revestimento;

K_B = coeficiente estrutural do material de base (solo granular);

K_{SB} = coeficiente estrutural do material de sub-base (solo granular);

H_{20} = espessura necessária acima da sub-base, admitindo seu material com CBR = 20%;

H_n = espessura necessária acima do sub-leito com CBR = n, no caso do projeto n=8%.

Portanto em (1) tem,

$$RKr + B'K_B \geq H_{20} \quad (1)$$

- Utilizando o ábaco de dimensionamento para N = 10 e CBR = 20%, obtém
cm \cong 9,0 cm

$$H_{20} = 3,5'' = 3,5 \times 2,5 = 8,75$$

- Substituindo R, Kr, K_B e H_{20} em (1) tem,

$$2,5 \times 1,2 + B' \times 1,0 = 9,0 \quad \text{-----} \quad \mathbf{B' = 6,0 \text{ cm}}$$

Em (2) tem,

$$RKr + B'K_B + SB'K_{SB} \geq H_n \quad (2)$$

- Utilizando o ábaco de dimensionamento para N = 10 e CBR = 8% (do Sub-leito), obtém $H_8 = 7,5'' = 7,5 \times 2,5 =$
18,8 cm \cong 19,0 cm

- Substituindo R, Kr, B', K_B , K_{SB} e H_8 em (2) tem,

$$2,5 \times 1,2 + 6,0 \times 1,0 + SB' \times 1,0 = 19,0 \quad \text{-----} \quad \mathbf{SB' = 10,0 \text{ cm}}$$

Nota: Este valor de $SB' = 10,0$ cm seria para a utilização de material com $CBR = 20\%$, porém como para a estrutura equivalente de pavimento o $CBR \geq 40\%$, pode-se fazer a correção da SB' , multiplicando pelo resultado da seguinte expressão $(20/CBR)^{(1/3)}$ (Cyro Nogueira, 1974, p.197).

Portanto, SB' corrigida = $10,0 \times (20/40)^{(1/3)}$

SB' corrigida = 7,9 cm ----- adotar **SB' corrigida = 8,0 cm**

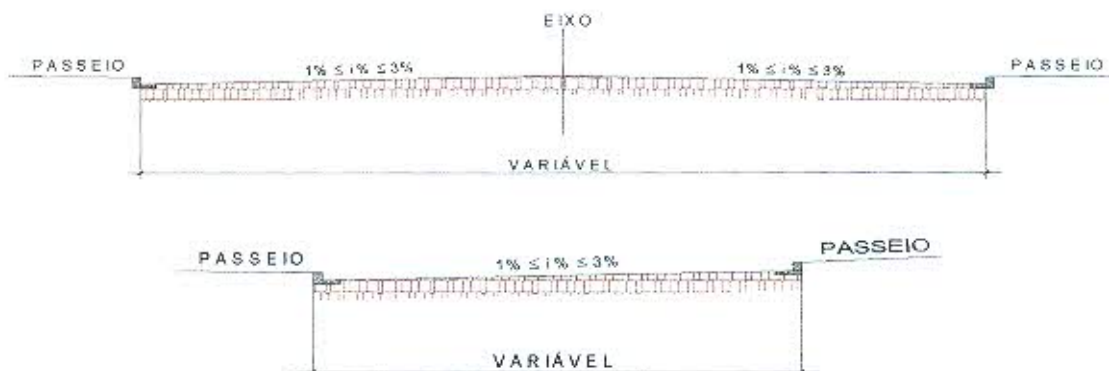
Considerando que na estrutura equivalente de pavimento B + R, a BASE (B) comportará B' e SB' da estrutura primária, desde que o material de B apresente $CBR \geq 40\%$, o resumo do dimensionamento será:

Revestimento (R) = 2,5 cm (tratamento superficial duplo – TSD)
Base (B) = $B' + SB'$ corrigida = 6,0 + 8,0 = 14,0 cm
Espessura Total = 2,5 + 14,0 = 16,5 cm

2.5) Recomendações

- a) Os materiais do sub-leito devem apresentar, impreterivelmente, as seguintes características:
 - $CBR_{SL} \geq 8,0\%$
 - Expansão $\leq 2,0\%$
 - GC (Grau de Compactação) $\geq 100,0\%$ do Proctor Normal
- b) Os materiais de base, devem apresentar, necessariamente, as seguintes características:
 - $CBR_B \geq 40,0\%$
 - Expansão $\leq 0,5\%$
 - Limite de Liquidez $\leq 30,0\%$
 - Índice de Plasticidade $\leq 9,0\%$
 - GC (Grau de Compactação) $\geq 100,0\%$ do Proctor Intermediário
- c) O lençol d'água deve ser rebaixado de pelo menos 1,50 m de profundidade em relação à superfície do pavimento.
- d) O tratamento superficial duplo com capa selante deve atender às Especificações Gerais de Obras Rodoviárias do DNIT.
- e) A drenagem superficial deverá considerar uma declividade longitudinal mínima de 0,5% e 1,0% de abaulamento mínimo na plataforma acabada.

Seções Tipo quanto à Drenagem



ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

1 – INTRODUÇÃO

Os serviços básicos que constam deste programa são assim discriminados: terraplenagem, regularização do sub-leito, compactação de base de 14 cm e capa asfáltica do tipo tratamento superficial duplo com capa selante (TSD com capa selante).

2 – TERRAPLENAGEM

2.1 – Os *serviços preliminares* de limpeza das vias que serão pavimentadas, uma vez definidas e delimitadas pela implantação topográfica, deverão promover a retirada da camada vegetal, de vegetações que estejam obstruindo os trabalhos, entulhos e lixos;

2.2 – Os *serviços de regularização dos perfis longitudinal e transversal* das vias deverão ser executados seguindo o padrão do arreamento existente, ou seja, acompanhando preferencialmente a declividade longitudinal e transversal naturais da via, preservando o mínimo de 0,5% no sentido longitudinal e de 1% à 3% no sentido transversal; evitando assim grandes movimentos de terra ou serviços complementares, cortes, aterros, empréstimos, etc.;

2.3 – A área mínima, na qual as referidas operações serão executadas em sua plenitude, será compreendida na largura da plataforma da via acrescida de 0,30 m para cada lado, pelo comprimento da mesma;

2.4 – O controle das referidas operações será feito por apreciação visual da qualidade dos serviços, e/ou a critério da fiscalização;

2.5 – Os serviços de terraplenagem só serão iniciados, somente após a execução da drenagem profunda das vias, quando recomendada tecnicamente, **caso seja necessário**.

3 – PAVIMENTAÇÃO

3.1 – Regularização do Sub-leito

3.1.1 – Regularização do sub-leito é a denominação tradicional para as operações (cortes e aterros até 0,20 m) necessárias à obtenção de um leito "conformado" para receber um pavimento. Cortes e aterros acima de 0,20 m são considerados serviços de terraplenagem, enquanto a regularização do sub-leito, que também envolve a compactação dos 0,20 m superiores do sub-leito, é considerada um serviço de pavimentação;

3.1.2 – Pode acontecer, numa regularização do sub-leito, caso o solo seja orgânico, ou expansivo, ou de baixa capacidade de suporte, ou seja, solo de má qualidade, a necessidade de substituição da camada de solo. Sendo necessária, o solo substituto deverá ser analisado, não se admitindo $ISC < 8,0\%$ e expansão superior a 2%;

3.1.3 – A execução da regularização do sub-leito envolve basicamente as seguintes operações: escarificação e espalhamento dos materiais, homogeneização dos materiais secos, umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade, compactação e acabamento;

3.1.4 – Os equipamentos a serem utilizados nestas operações são os seguintes: motoniveladora, grade de disco, caminhões "pipa" e rolos compactadores;

3.1.5 – Ao executar a regularização e compactação do sub-leito ter o cuidado de não atingir as tubulações de água, esgoto, telefone e fossas, bem como os tipos de moradias para não causar danos às mesmas;

3.1.6 – O controle geométrico da regularização deve ser o mesmo da terraplenagem, sendo a área regularizada e compactada compreendendo a largura da via acrescida de 0,30 m para cada lado pelo comprimento da mesma, observando as declividades longitudinal e transversal de cada via;

3.1.7 – O **controle tecnológico** da regularização do sub-leito deve atender os seguintes critérios:

- a) Para cada "pano" de até 100m de comprimento fazer um ensaio padrão de compactação com material retirado da pista, já homogeneizado. Aproximadamente no mesmo local realizar a determinação da densidade "in situ", calculando-se, então o Grau de Compactação-GC;

- b) O serviço será considerado aprovado desde que apresente um GC \geq 100% do Proctor Normal e umidade "in situ" variando \pm 2% da umidade ótima de laboratório.

3.2 – Base Estabilizada Granulometricamente

3.2.1 – O pavimento será executado basicamente com uma camada de 14 cm de espessura, composta de material granular devidamente analisado, não se admitindo material com ISC $<$ 40% e expansão \leq 0,5%;

3.2.2 – Os equipamentos a serem utilizados nas operações de estabilização da base são os seguintes: motoniveladora, grade de disco, caminhões "pipa" e rolos compactadores;

3.1.3 – A execução da estabilização da base envolve basicamente as seguintes operações: espalhamento dos materiais, homogeneização dos materiais secos, umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade, compactação e acabamento;

3.1.4 – Ao executar a estabilização granulométrica da base ter o cuidado de não atingir as tubulações de água, esgoto, telefone e fossas, bem como os tipos de moradias para não causar danos as mesmas;

3.1.5 – O controle geométrico da base deve ser o mesmo do sub-leito, sendo a área regularizada e compactada compreendendo a largura da via acrescida de 0,30 m para cada lado pelo comprimento da mesma, observando as declividades longitudinal e transversal de cada via;

3.1.6 – A espessura da camada de base compactada não deve ser inferior a 14 cm, verificando eixo e bordos;

3.1.7 – O controle tecnológico da base deve atender os seguintes critérios:

- c) Para cada "pano" de até 100m de comprimento fazer um ensaio padrão de compactação com material retirado da pista, já homogeneizado. Aproximadamente no mesmo local realizar a determinação da densidade "in situ", calculando-se, então o Grau de Compactação-GC;
- d) O serviço será considerado aprovado desde que apresente um GC \geq 100% do Proctor Intermediário e umidade "in situ" variando \pm 2% da umidade ótima de laboratório.

3.3 – Imprimação

3.3.1 – *Imprimação* é a operação que consiste na impregnação com asfalto da parte superior de uma camada de base de solo granular já compactada, através da penetração de asfalto diluído aplicado em sua superfície, objetivando conferir:

- a) uma certa coesão na parte superior da camada de solo granular, possibilitando sua aderência com o revestimento asfáltico;
- b) um certo grau de impermeabilidade que, aliado com a coesão propiciada, possibilita a circulação dos veículos da obra ou mesmo do tráfego existente, sob às ações de intempéries, sem causar danos à camada imprimada;
- c) garantir a necessária aderência da base granular com o revestimento tipo asfáltico, tratamento ou mistura.

3.3.2 – O ligante asfáltico indicado, de um modo geral, para a imprimação é o asfalto diluído do tipo CM-30, admitindo-se o tipo CM-70 somente em camadas de alta permeabilidade, com consentimento escrito da fiscalização;

3.3.3 – A taxa de asfalto diluído a ser utilizada é de 0,8 à 1,2 litros/m², devendo ser determinada experimentalmente no canteiro da obra a taxa ideal, observando durante 24 horas aquela taxa que é absorvida pela camada sem deixar excesso na superfície;

3.3.4 – Os equipamentos utilizados para a execução da imprimação são os seguintes: vassoura mecânica rotativa, podendo ser manual esta operação; caminhão espargidor, espargidor manual, para distribuição homogênea do ligante;

3.3.5 – A execução da imprimação deve atender os seguintes procedimentos:

- a) Após a perfeita conformação geométrica da camada granular, procede-se a varredura da superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente;
- b) Proceder o banho com o asfalto diluído, na taxa e temperatura compatíveis com seu tipo, de maneira mais uniforme possível;
- c) Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la fechada para o trânsito;
- d) A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, deve-se colocar faixas de papel transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material asfáltico situem-se

sobre essas faixas, as quais serão, a seguir retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

3.3.6 – O controle tecnológico da taxa de ligante aplicada na camada de base deverá ser verificada a cada “pano” de 100 m de comprimento, correspondente ao eixo longitudinal do caminhão.

3.4 – Revestimento – Tratamento Superficial Duplo

3.4.1 – Conceitos Básicos

3.4.1.2 – **Tratamento Superficial Duplo – (TSD)** pode ser visto como um Tratamento Superficial Simples – TSS de agregado D1/d1 coberto com outro Tratamento Superficial Simples – TSS de agregado D2/d2, onde D1 e D2 são os diâmetros máximos e d1 e d2 são os diâmetros mínimos das duas faixas granulométricas de agregados que o compõe.

Nota: Para a execução do Tratamento Superficial, a base deve apresentar a necessária resistência à penetração das partículas de agregado, e uma superfície asfáltica (imprimada ou com pintura de ligação) sem falhas e bem limpa.

3.4.2 – Materiais

3.4.2.1 – Agregado

- Será constituído de pedra britada, cascalho ou seixo rolado, britados, ou agregados artificiais indicados no projeto, como escória britada, argila expandida, etc;
- O agregado, somente de um tipo, deve possuir partículas limpas, duras, isentas de cobertura e torrões de argila, qualidades essas avaliadas por inspeção visual;
- O desgaste por abrasão Los Angeles (determinado pelo Método DNER-ME-35/64) não deve ser superior a 40%. Quando não houver, na região, materiais com esta qualidade, admite-se o emprego de agregados com até 50% de desgaste;
- A forma deve ser tal que o índice de forma (DNER-ME-86/64) não deve ser inferior a 0,5;
- A granulometria do agregado deve obedecer a inequação $d \geq 0,5D$, onde D é a malha da peneira que passa 100% do material e d é a da peneira que passa 0%, ou seja, retém todo material;
- Para o estabelecimento da classe granulométrica do agregado das camadas de tratamento superficial, além da inequação acima, deve-se ter: $D \leq 1 \frac{1}{4}''$ (31,8 mm) e $d \geq 3/16''$ (4,8 mm);
- Para a relação entre diâmetros de agregado das duas camadas tem-se usualmente a regra $d1 = D2$, conhecida às vezes como composição de classes granulométricas contínuas, por exemplo:

Classes Granulométricas Contínuas		
	1ª Camada	2ª Camada
I	1" - 1/2" (25 - 12,5 mm)	1/2" - 1/4" (12,5 - 6,3 mm)
II	3/4" - 3/8" (19 - 10 mm)	3/8" - 3/16" (10 - 4,8 mm)
III	1 1/4" - 5/8" (31,8 - 16 mm)	5/8" - 5/16" (16 - 8 mm)

Nota: As classes ou faixas granulométricas que devem ser adotadas para o tratamento superficial duplo, são as indicadas acima.

- Uma pequena porosidade é benéfica, pois favorece a adesividade passiva. Entretanto, caso se desconfie de uma alta porosidade (maior que 1,0% de absorção, calculada com os dados do DNER-ME-81/64: $a = 100(P_h - P_s)/P_s$ e se essa for confirmada, deve-se impedir o uso do agregado;
- A adesividade é uma propriedade do par agregado/ligante e deve ser determinada com o ligante que se vai realmente usar. Deve-se determinar a adesividade com o CAP-7 (DNER-ME-79/63; se ela for insatisfatória deve-se usar um “dope”, na proporção mínima de 0,5% e máxima de 1,0%, em relação ao peso do CAP, repetindo-se o ensaio até se encontrar um “dope” que no intervalo de % acima apresente satisfatório;

3.4.2.2 – Ligante Betuminoso

- A emulsão asfáltica catiônica RR – 2C, a base de CAP – 50/60, é o ligante ideal para os tratamentos superficiais, apresentando ótima adesividade ativa e passiva com qualquer tipo de agregado, enquanto o

