



PREFEITURA MUNICIPAL DE
SORRISO

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE SORRISO

VOLUME I

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS
PLUVIAIS E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA
DA AVENIDA ZILDA ARNS – ACESSO AO LOTEAMENTO MÁRIO RAITER

DEZEMBRO/2015



PREFEITURA MUNICIPAL DE
SORRISO

PREFEITURA MUNICIPAL DE SORRISO

OBRA: Drenagem de Águas Pluviais e Pavimentação Asfáltica

LOCAL: Município de Sorriso

OBJETO: Drenagem de Águas Pluviais e Pavimentação Asfáltica da Avenida Zilda Arns - Acesso ao Loteamento Mário Raiter e Continuação da Drenagem de Águas Pluviais do Loteamento Mario Raiter

EXTENSÃO: 13.864,21m²

VOLUME I

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

DA AVENIDA ZILDA ARNS – ACESSO AO LOTEAMENTO MÁRIO RAITER E CONTINUAÇÃO DA DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DO LOTEAMENTO MARIO RAITER

DIREÇÃO: Prefeitura Municipal de Sorriso/ Secretaria da Cidade

ELABORAÇÃO: Departamento de Engenharia da Secretaria da Cidade

Gabriela Polachini
Engenheira Civil
CREA 1211208044



DEZEMBRO/2015

1 APRESENTAÇÃO

O presente projeto refere-se à Drenagem de Águas Pluviais e Pavimentação Asfáltica da Avenida Zilda Arns de acesso ao Loteamento Mário Raiter e a Continuação da Drenagem do Loteamento Mario Raiter no município de Sorriso, Estado de Mato Grosso. O Loteamento Mario Raiter contará com 1.272 unidades habitacionais pelo programa Minha Casa, Minha Vida, Faixa 1. De acordo com o setor de Habitação Municipal, há um cadastro único das famílias interessadas nos programas habitacionais, avaliado pelo Conselho Gestor do Fundo Municipal de Habitação, que é composto por diversas entidades e profissionais do município, em parceria com o banco conveniado.

Desta forma, o Objeto desta obra é a contrapartida do Município o qual conta com Recursos Municipal e Estadual através do Convênio 002/2015.

MEMORIAL DE CALCULO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

2 TERMINOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO

A pavimentação tem como principal objetivo a melhoria da condição de uso da via pública ou privada, através de obras que promovam estabilidade, condições de tráfego confortável e segurança geométrica para o uso dos mais diferentes meios de transportes. A definição do pavimento, segundo a NBR – 7207/82 da ABNT, vem da antiga norma “Terminologia e Classificação da Pavimentação”, TB-7/1953, revista em 1969, que traz:

“O pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem e destinada econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a:

- a) Resistir e distribuir o subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.”

Com esta finalidade a execução do pavimento deverá atender as especificações técnicas, utilização de equipamento apropriado e material classificado para que permita segurança e comodidade ao tráfego e tenham durabilidade prevista em projeto.

A constituição do pavimento também é definida pela TB-7, como:

“Subleito é o terreno de fundação do pavimento ou do revestimento.”

“Sub-base é a camada corretiva do sub-leito, ou complementar à base, quando por qualquer circunstância não seja aconselhável construir o pavimento diretamente sobre o leito obtido pela terraplanagem.”

“Base é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos dos veículos sobre a qual se constrói um revestimento.”

“Revestimento é a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada a econômica e simultaneamente:

- a) A melhorar as condições do rolamento quanto à comodidade e segurança;
- b) Resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável e superfície de rolamento.”

3 TOPOGRAFIA

A área a ser pavimentada faz parte de um bairro já pavimentado, portanto a topografia será mantida. A locação do eixo respeitará o projeto existente.

4 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

O pavimento foi dimensionado pelo método do DNIT, em função do número equivalente N de operações de um eixo tomado como padrão, durante um período escolhido, assim definido no Manual de Pavimentação do DNIT.

Em razão de o projeto ser direcionado para um local já em ocupação, com acesso de veículos no local para atender a população com transporte individual e poucos veículos comerciais, passamos a considerar o cálculo de “N”, o V_t (Volume total) será feito “em face da observação da atividade econômica local da região” como indica o Manual de Pavimentação do DNIT.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS VEÍCULOS

Os veículos que terão acesso a Perimetral Sudeste, em razão da sua constituição, são classificados em passeio, ônibus urbano e veículo leve, tais como os demonstrados abaixo.

4.1.1 Veículos Leves

- I. Carros de passeio – Automóveis utilitários leves (Kombi, Pick-up), todos com dois eixos e apenas rodas simples com dois pneumáticos por eixo (total de 4 pneus). Dividem-se em duas sub-classes:
 - Automóveis;
 - Utilitários: furgões, kombi, e pick-up.



- II. Caminhão leve – inclui caminhonetes e caminhões leves com dois eixos, sendo o dianteiro de roda simples e o traseiro de rodas duplas, 6 pneus, (tipo 608, F4000, etc.), além de veículos de camping leves.

4.1.2 Veículos de Carga ou Comercial

- I. Ônibus para transporte de passageiros, compreendendo ônibus urbano e ônibus de viagem (similar ao Caminhão 2C), com dois eixos: o dianteiro de roda simples e o traseiro com rodas duplas (6 pneus);
- II. Caminhão de 02 eixos em uma só unidade: esta categoria inclui os caminhões basculantes, de carroceria, baú e tanque, veículos de camping e de recreação, veículos moradia, etc., tendo dois eixos com rodas simples no dianteiro e rodas duplas na traseira (6 pneus).
- III. Caminhão de 03 eixos em uma só unidade: todos os veículos que, em um mesmo chassi, tenham três eixos. Esta categoria inclui caminhões betoneira, caminhões basculantes pesados, caminhões de carroceria e baús longos, etc., tendo 03 eixos: dianteiro de rodas simples e traseiros (tandem duplo ou não) de rodas duplas (10 pneus).

4.2 CÁLCULO DO NÚMERO N

Dado pela expressão:

$$N=365 \cdot P \cdot V_m \cdot FC \cdot FE \cdot FR$$

Sendo:

P = período de projeto em anos – estimado em 10 anos;

V_m=Volume médio de tráfego diário – Considerado com 50 veículos nos dois sentidos diariamente;

$$Vm = \frac{V_0(2 + P * t)}{2}, \text{ com taxa de crescimento} = 37,5 \cong 38 \text{ veículos dia}$$

Com taxa anual de crescimento (t) de 10% a.a.

FC= Fator de carga

Eixo Simples (t)	%	F. Equivalente	Equivalência
<5	90	-	-
5	5	0,15	0,75
6	2	0,30	0,60
7	2	0,70	1,40
8	1	1,00	1,00
	100%		3,75

$$FC = \sum \text{Equivalência} / 100 = 0,0375$$

FE = Fator de Eixo

O tráfego local está configurado como tipicamente urbano, sendo que o total de 90% é de veículos de 02 eixos e 10% de veículos de 03 eixos.

$$FE = (2 * 0,90) + (3 * 0,20) = 2,10$$

FR = Fator Regional Climático

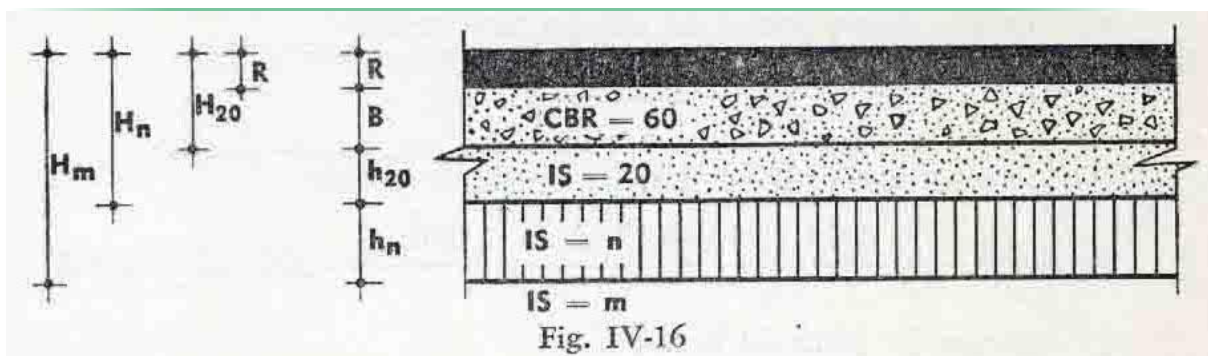
Para a região de Sorriso com altura média anual acima de 1500mm, adotaremos um FR=1,80.

Portanto:

$$N = 365 * 10 * 38 * 0,0375 * 2,10 * 1,8 = 1,9.10^4$$

4.3 CÁLCULO DAS CAMADAS DO PAVIMENTO

O pavimento será constituído por camadas, conforme figura abaixo:



Com a definição do número de N, o dimensionamento do pavimento começa a ser definido, com o uso de gráfico de operações de eixo 18.000 lb (8,2 ton) e o valor de IS ou CBR do subleito, em termos de base granular, em anexo.

Para isso, adotaremos o seguinte cálculo, para o universo de 8 ensaios de subleito:

a) O valor médio

$\bar{A} = \sum A/n$, sendo n o número de amostras, temos $\bar{A} = 11,26$

b) O desvio padrão

$$\sigma = \sqrt{\sum (\bar{A} - A)^2 / n - 1} = 0,688$$

c) A média do universo

$$\mu = \bar{A} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{n}} = 10,94$$

d) O valor $A_{\min} = IS_{\min}$;

$$IS = \mu - 0,68\sigma = 10,89;$$

$$CBR \text{ médio mín} = 10,89$$

Para o coeficiente de equivalência estrutural – K –, estão dispostos na tabela abaixo, que tem como base os resultados da Pista Experimental da AASHO, com modificações julgadas do lado da segurança.

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 à compressão a 7 dias superior a 45 kgf/m ²	1,70
9 — Idem com resistência à compressão a 7 dias entre 45 kgf/m ² e 35 kgf/m ²	1,40
10 — Idem com resistência à compressão a 7 dias inferior a 35 kgf/m ²	1,00

Portanto:

$$K_r = 1,20$$

$$K_b = 1,00$$

O revestimento do pavimento também se define pelo número N. A espesura do revestimento é dada em função de N, pela tabela abaixo, para revestimento por penetração temos um $K_r = 1,20$.

Número N	Revestimento mínimo
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso
$10^6 < N < 5.10^6$	Revestimento betuminoso com 5 cm
$5.10^6 < N < 10^7$	Concreto asfáltico com 5 cm
$10^7 < N < 5.10^7$	Concreto asfáltico com 7,5 cm
$N > 5.10^7$	Concreto asfáltico com 10,0 cm

Para este projeto, $N=10^4$, podemos determinar um revestimento com tratamento superficial duplo, com penetração invertida, e uso de emulsão asfáltica

de ruptura rápida (RR-2C), com espessura definida em 2,5 cm, mas com adoção de uma capa selante.

Com os valores obtidos, passamos a substituir nas inadequações;

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_s \geq H_N$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_s + h_nK_{ref} \geq H_M$$

Obtemos então:

$$\text{Base (B)} = 15,00 \text{ cm}$$

E Sub-base = 7,79 cm, onde com execução do mesmo material da base com as seguintes dimensões, e para melhoria de execução adotaremos:

$$\text{Base} = 15 \text{ cm};$$

$$\text{Sub-base} = 15 \text{ cm};$$

$$\text{Revestimento de TSD} = 2,5 \text{ cm}.$$

5 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS – REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Destina-se a conformação do terreno natural com base na topografia – levantamento do terreno e pavimento projetado – para recebimento das camadas estruturais do pavimento.

Esta norma define a sistemática a ser empregada na realização da regularização do subleito. Neste documento encontram-se os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade dos materiais empregados, além dos critérios para aceitação, rejeição e medição dos serviços.

5.1 APRESENTAÇÃO

Esta norma estabelece a sistemática a ser empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

5.2 REFERÊNCIAS

Para o entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

- a) DNER-ES 279/97 - Caminhos de serviço
- b) DNER-ES 281/97 - Empréstimos
- c) DNER-ME 049/94 - Solos - determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
- a) DNER-ME 052/94 - Solos e agregados miúdos- determinação da umidade com emprego do “Speedy”
- b) DNER-ME 080/94 - Solos - análise granulométrica por peneiramento
- c) DNER-ME 082/94 - Solos - determinação do limite de plasticidade
- d) DNER-ME 088/94 - Solos - determinação da umidade pelo método expedito do álcool
- e) DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do frasco de areia
- f) DNER-ME 036/94 - Solo - determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do balão de borracha
- g) DNER-ME 122/94 - Solos - determinação do limite de liquidez - método de referencia e método expedito
- h) DNER-ME 129/94 - Solos- compactação utilizando amostras não trabalhadas
- i) DNER-PRO 277/97- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- j) DNER-ISA 07 - Instrução de serviço ambiental
- k) Manual de Pavimentação - DNIT, 2006

5.3 DEFINIÇÕES

Regularização: operação destinada a conformar o leito da via urbana, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura e de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto.

5.4 CONDIÇÕES GERAIS

A regularização será executada prévia e isoladamente da construção de outracamada do pavimento. Os cortes e aterros, além de 20cm máximos serão executados de acordo com as especificações de terraplenagem. Não será permitida a execução dos serviços destas Especificações em dias de chuva.

5.5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.5.1 Material

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio. Em caso de substituição ou adição de material, estes, deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicadas no projeto e apresentar as seguintes características:

- Não possuir partículas com diâmetro máximo acima de 76mm (3 polegadas);
- Índice Suporte Califórnia ISC conforme indicações do projeto e Expansão $\geq 2\%$ quando determinados através dos ensaios;
- Ensaio de Compactação DNER-ME 129 (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia DNER-ME 049 com a energia do ensaio de compactação.

5.5.2 Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução deregularização:

- Motoniveladora pesada com escarificador.
- Carro tanque distribuidor de água.
- Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático.
- Grade de discos.
- Pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura são escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

5.5.3 Execução

- Toda a vegetação e material orgânico porventura existente no leito da rodovia serão removidos.
- Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, procede-se escarificação geral na profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.
- No caso de cortes em rocha a requalificação deverá ser executada de acordo com o projeto específico de cada caso.

5.6 MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução da regularização do subleito são:

5.6.1 Na Exploração das Ocorrências de Materiais

Atendimento às recomendações preconizadas na Especificação DNER-E 281/97 e DNER-ISA 07 - Instrução de Serviço Ambiental.

As estradas de acesso deverão seguir as recomendações da Especificação DNER-ES 279/97.

5.6.2 Na Execução

Os cuidados para a preservação ambiental se referem a disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos. Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal e ou vias urbanas, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural. 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.

5.7 INSPEÇÃO

5.7.1 Controle do Material

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos:

Realizar ensaios de caracterização do material espalhado na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletadas umas amostras para cada 3.000m de pista, ou por jornada diária de trabalho e em caso de área urbana a cada 1000 m2.

Ensaio de compactação pelo método DNER-ME 129 (método A) com material coletado na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletadas umas amostras por camada para cada 300m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma

amostra por segmento de 1000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos.

Ensaio de Índice Suporte Califórnia -ISC e expansão, pelo método DNER-ME 049 com energia de compactação do item 7.1.2 para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletadas umas amostras por camada para cada 300m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos.

O número de ensaios ou determinações, será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade ser assumido pelo executante, conforme a tabela seguinte:

TABELA DA AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
N	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = n° de amostras			k = coeficiente multiplicador					α = risco do Executante						

O número mínimo de ensaios ou determinações por segmento e por camada (área inferior a 4000m²) é de 5.

5.7.2 Controle da Execução

Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, para cada 100m de pista a ser compactada em locais escolhidos aleatoriamente. (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). As tolerâncias admitidas para a umidade higroscópica serão de $\pm 2\%$ em torno da umidade ótima.

Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, distribuídas regularmente ao longo do segmento, pelo método DNER-ME 092, DNER-ME 036. Para pistas de extensão limitada,

com volumes de no máximo 1250m³ de material, deverão ser feitas pelo menos 5 determinações para o cálculo do grau de compactação - GC.

Os cálculos de grau de compactação $GC \geq 100\%$ serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca "in situ" obtidas na pista.

O número de ensaios para verificação do Grau de Compactação- $GC \geq 100\%$, será definido em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pelo Executante, conforme tabela do item acima.

5.7.3 Verificação Final da Qualidade

I. Controle Geométrico

Após a execução da regularização do subleito, proceder-se-á relocação e nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a. $\pm 10\text{cm}$, quanto a largura da plataforma;
- b. até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- c. $\pm 3\text{cm}$ em relação as cotas do greide do projeto.

II. Aceitação e Rejeição

O valor do IG, calculado a partir dos ensaios de caracterização do material, de acordo com 5.1.2 e 7.1.1, deverá sempre apresentar o resultado IGIG do subleito do projeto.

A expansão determinada no ensaio de ISC deverá sempre apresentar resultado inferior a 1%.

Será controlado o valor mínimo para os valores de ISC e grau de compactação – $GC \geq 100\%$, adotando-se o seguinte procedimento:

$X - K_s < \text{valor mínimo de projeto}$ rejeita-se o serviço.

$X - K_s > \text{valor mínimo de projeto}$ aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

X_i = valores individuais

$\bar{X}$ = média da amostra

s = desvio padrão da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações (tamanho da amostra).

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados e relatórios periódicos de acompanhamento.

5.8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A medição dos serviços de regularização do subleito será feita por metroquadrado de plataforma concluída, com os dados fornecidos pelo projeto.

6 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS - SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMÉTRICAMENTE

Este documento define a sistemática empregada na execução da camada de sub-base do pavimento utilizando solo estabilizado granulometricamente. Para tanto, são apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução e controle da qualidade dos materiais empregados e da execução, além dos critérios para aceitação, rejeição e pagamento dos serviços.



6.1 APRESENTAÇÃO

Esta norma estabelece a sistemática a ser empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

6.2 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução da camada da sub-base estabilizada granulometricamente.

6.3 REFERÊNCIAS

Para o entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

DNER-ES 279/97 - Caminhos de serviço

DNER-ES 281/97-Empréstimos

DNER-ME 030/94- Solos - determinação das relações sílica-alumina e sílica-sesquióxidos

DNER-ME 049/94- Solos - determinação do índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas

DNER-ME 052/94 -Solos e agregados miúdos - determinação da umidade com emprego do “Speedy”

DNER-ME 080/94 - Solos - análise granulométrica por peneiramento

DNER-ME 082/94 - Solos - determinação do limite de plasticidade

DNER-ME 088/94- Solos - determinação da umidade pelo método expedito do álcool

DNER-ME 092/94- Solo - determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do frasco de areia

DNER-ME 036/94- Solo - determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do balão de borracha



DNER-ME 122/94- Solos - determinação do limite de liquidez - método de referencia e método expedito

DNER-ME 129/94- Solos - compactação utilizando amostras não trabalhadas

DNER-ME 029/94 - Solo - determinação de expansibilidade

DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços

DNER-ISA 07 - Instrução de serviço ambiental

Manual de Pavimentação - DNIT, 2006

6.4 DEFINIÇÃO

Sub-Base estabilizada granulometricamente - camada granular de pavimentação executada sobre o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado.

6.5 CONDIÇÕES GERAIS

É objeto desta Especificação não permitir a execução dos serviços em dias de chuva.

6.6 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

6.6.1 Material

Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, mistura de solos e materiais britados, escória ou produtos totais de britagem.

Os materiais destinados à confecção da sub-base devem apresentar as características seguintes:

a) índice de grupo - IG igual a zero quando submetido aos ensaios de caracterização seguintes:

- DNER-ME 080
- DNER-ME 122
- DNER-ME 082

b) a fração retida na peneira nº 10 no ensaio de granulometria deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, material orgânico ou outras substâncias prejudiciais.

c) Índice de Suporte Califórnia ISC ≥ 20 ou de acordo com indicações do projeto, e expansão $\leq 1,0\%$ determinada através dos ensaios seguintes:

- Compactação DNER-ME 129 (método B ou C), conforme indicação do projeto;
- Índice Suporte Califórnia DNER-ME 049 com a energia de compactação definida no projeto.

No caso de solos Lateríticos caracterizados no projeto, pela relação molecular sílica/sesquióxido $R \leq 2$, os materiais submetidos aos ensaios acima poderão apresentar índice de grupo IG diferente de zero e expansão $\leq 0,5\%$, desde que o ensaio da expansibilidade (DNER-ME- 029) apresente um valor inferior a 10%.

6.6.2 Equipamento

São indicados os seguintes para a execução de sub-base granular Motoniveladora pesada com escarificador: carro tanque distribuidor de água, rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático, grade de discos, pulvimisturador e central de mistura.

6.6.3 Execução

A execução da sub-base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, em usina ou na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

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

6.7 MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução da camada de sub-base estabilizada granulometricamente, são:

6.7.1 Na Exploração da Ocorrência de Materiais

Atendimento às recomendações preconizadas na DNER-ES 281/97 e DNER-ISA 07 - Instrução de Serviço Ambiental.

Caso seja utilizado material pétreo, os seguintes cuidados deverão ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- O material somente será aceito após a Executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia junto ao Livro de Ocorrências da obra.
- Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

- 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.
- Não provocar queimadas como forma de desmatamento.
- As estradas de acesso deverão seguir as recomendações da DNER-ES 279/97.
- Deverão ser construídas, junto as 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.
- Caso a brita seja fornecida por terceiros exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como, sua operação junto ao órgão ambiental competente.

6.7.2 Na Execução

Os cuidados para a preservação ambiental referem-se à disciplina do tráfego e estacionamento dos equipamentos.

Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, e em locais de passeio público para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural e propriedades particulares e na mobilidade urbana.

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.

6.8 INSPEÇÃO

6.8.2 Controle do Material

Deverão ser adotados os procedimentos seguintes:

- Ensaios de caracterização do material espalhado na pista em locais determinados aleatoriamente. Coletada uma amostra por camada para cada 300m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos.
- Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129 (método B ou C) com material coletado na pista em locais determinados aleatoriamente. Coletada uma amostra por camada para cada 300m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos.
- No caso da utilização de material britado ou mistura de solo e material britado, a energia de compactação de projeto poderá ser modificada quanto ao número de golpes, de modo a se atingir o máxima densificação, determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo.
- Ensaios de Índice Suporte California - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049, na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1.000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos.

- O número de ensaios ou determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade ser assumido pelo Executante, conforme a tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL															
N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras				K = coeficiente multiplicador								α = risco do Executante			

O número mínimo de ensaios ou determinações por camada de segmento (área inferior a 4000m²) é de 5.

6.8.3 Controle da Execução

Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação por camada, para cada 100m de pista a ser compactada em locais escolhidos aleatoriamente. (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). A tolerância admitida para a umidade higroscópica será de $\pm 2\%$ em torno da umidade ótima.

Ensaio de massa específica aparente seca "in situ" para cada 100m de pista em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, determinada pelo método DNER-ME 092, DNER-ME-036. Para pistas de extensão limitada, com áreas de no máximo 4.000m², deverão ser feitas pelo menos 5 determinações por camada. para o cálculo do grau de compactação - GC.

Os cálculos do grau de compactação, $GC \geq 100\%$ serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca obtida no laboratório e da massa específica aparente "in situ" obtida no campo.

O número de ensaios para verificação do Grau de Compactação $GC \geq 100\%$ será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo Executante.

6.8.4 Verificação Final da Qualidade

I. Controle Geométrico

Após a execução da sub-base proceder a relocação e o nivelamento do eixo e bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a) $\pm 10\text{cm}$, quanto à largura da plataforma;
- b) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- c) $\pm 10\%$, quanto a espessura do projeto na camada projetada.

II. Aceitação e Rejeição

O valor do IG calculado a partir dos ensaios de caracterização do material, deverá sempre apresentar o resultado $IG = 0$, exceto no caso de solos lateríticos.

A expansão determinada no ensaio de ISC deverá sempre apresentar resultado inferior a 1%, e para os solos lateríticos inferior a 0,5%.

Será controlado o valor mínimo para os valores de ISC do projeto e Grau de Compactação, GC100%, adotando-se o seguinte procedimento:

$X - ks < \text{valor mínimo de projeto ou}$

$X + ks > \text{valor máximo de projeto rejeita-se o serviço;}$

$X - ks \quad \text{valor mínimo de projeto e}$

$X + ks \text{ valor máximo de projeto aceita-se o serviço.}$

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

X_i = valores individuais

$\bar{X}$ = média da amostra

s = desvio padrão da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações (tamanho da amostra).

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos. Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

6.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com os critérios seguintes:

- A sub-base será medida em metros cúbicos de material compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto.
- No cálculo dos valores dos volumes serão consideradas as larguras e espessuras médias obtidas no controle geométrico.
- Não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados projeto.

7 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS - BASE ESTABILIZADA GRANULOMÉTRICAMENTE, SEM MISTURA

Esta Norma define a sistemática empregada na execução da camada de base do pavimento utilizando solo estabilizado granulometricamente e estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle da qualidade dos materiais empregados, além dos critérios para aceitação e rejeição e medição dos serviços.



7.1 APRESENTAÇÃO

Esta norma estabelece a sistemática a ser empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

7.2 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução da camada de base estabilizada granulometricamente.

7.3 REFERÊNCIAS

Para o entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

DNER-ME 035/94 - Agregados- determinação da abrasão “Los Angeles”

DNER-ME 054/94 - Equivalente de areia

DNER-ME 049/94- Solos - determinação do índice de suporte califórniautilizando amostras não trabalhadas

DNER-ME 052/94 -Solos e agregados miúdos - determinação da umidade com emprego do “Speedy”

DNER-ME 080/94 - Solos - análise granulométrica por peneiramento

DNER-ME 082/94 - Solos - determinação do limite de plasticidade

DNER-ME 088/94- Solos - determinação da umidade pelo método expedito do álcool

DNER-ME 092/94 -Solo - determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do frasco de areia

DNER-ME 036/94 -Solo - determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do balão de borracha

DNER-ME 122/94- Solos - determinação do limite de liquidez - método de referencia e método expedito



DNER-ME 129/94- Solos - compactação utilizando amostras não trabalhadas

DNER-PRO 277/97- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços

DNER-ISA 07 - Instrução de serviço ambiental

Manual de Pavimentação - DNIT, 2006

7.4 DEFINIÇÃO

Base estabilizada granulometricamente-camada granular de pavimentação executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado.

7.5 CONDIÇÕES GERAIS

Não permitir a execução dos serviços, objeto desta Especificação, em dias de chuva.

7.6 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

7.6.1 Material

Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, escória, mistura de solos e materiais britados ou produtos provenientes de britagem.

Os materiais destinados a confecção da base devem apresentar as seguintes características:

a) Quando submetidos aos ensaios :

- DNER-ME 080
- DNER-ME 122
- DNER-ME 082

- DNER-ME 054

Deverão possuir composição granulométrica satisfazendo uma das faixas do quadro abaixo de acordo com o nº N de tráfego do DNER.

Tipos	Para N > 5 X 10 ⁶				Para N < 5 X 10 ⁶		Tolerâncias da faixa de projeto
	A	B	C	D	E	F	
Peneiras	% EM PESO PASSANDO						
2"	100	100	-	-	-	-	± 7
1"	-	75-90	100	100	100	100	± 7
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	± 7
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100	± 5
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	± 5
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	± 2
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25	± 2

- A fração que passa na peneira nº 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deverá ser maior que 30%.
- A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

b) Quando submetido aos ensaios:

- I. DNER-ME 129 (Método B ou C)
- II. DNER-ME 049

- O Índice de Suporte Califórnia, deverá ser superior a 60% e a expansão máxima será de 0,5%, com energia de compactação do Método B. Para rodovias em que o tráfego previsto para o período do projeto ultrapassar o valor de N = 5 X 10⁶, o Índice Suporte Califórnia

do material da camada de base deverá ser superior a 80%; neste caso, a energia de compactação será a do Método C.

- O agregado retido na peneira nº 10 deverá ser constituído de partículas duras e resistentes, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, estes isentos de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetidos ao ensaio de Los Angeles (DNER-ME 035), não deverão apresentar desgaste superior a 55% admitindo-se valores maiores no caso de em utilização anterior terem apresentado desempenho satisfatório.

7.6.2 Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução de Base granular:

- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- Grade de discos; pulvimisturador ;e
- Central de mistura.

7.6.3 Execução

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

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

7.7 MANEJO AMBIENTAL

Observar os seguintes cuidados visando a preservação do meio ambiente no decorrer das operações destinadas à execução da camada de base estabilizada granulometricamente:

7.7.1 Na Exploração da Ocorrência de Materiais

Atender às recomendações preconizadas na DNER-ES 281/97 e DNER-ISA
07

Instrução de Serviço Ambiental.

Adotar os seguintes cuidados na exploração das ocorrências de materiais:

- Apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia da licença junto ao Livro de Ocorrências da obra.
- Evitar a localização de pedreira e instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- Planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após retirada de todos os materiais e equipamentos.
- Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- Seguir as recomendações da DNER-ES 279/97, na implantação das estradas de acesso.
- Construir, junto as 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.

- Exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como, sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso a brita seja fornecida por terceiros.

7.7.2 Na Execução

Os cuidados para a preservação ambiental, referem-se à disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos. Proibir o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, e ou locais de propriedade particular, locais de passagens de pedestres para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural. 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.

7.8 INSPEÇÃO

7.8.1 Controle do Material

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos:

- Ensaios de caracterização e de equivalente de areia do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 054, DNER-ME 080, DNER-ME 082, DNER-ME 122, em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletados uma amostra por camada para cada 300m de pista, ou por jornada diária de 8 horas de horas de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos. No caso do emprego de usina

de solos as amostras correspondentes serão coletadas na saída do misturador.

- Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129 (método B ou C) com materiais coletados na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletados uma amostra por camada para cada 300m de extensão, ou por jornada diária de 8 horas de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos. No caso do emprego em usina de solos as amostras correspondentes serão coletadas na saída do misturador.
- No caso da utilização de material britado ou mistura de solo e material britado, a energia de compactação de projeto deverá ser modificada quanto ao número de golpes, de modo a se atingir o máximo da densificação, determinada em trechos experimentais em condições reais de trabalho no campo.
- Ensaios de Índice Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049, na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverão ser coletadas uma amostra por camada para cada 300m de pista, ou por camada por jornada diária de 8 horas de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por camada e por segmento de 1000m de extensão, no caso de emprego de materiais homogêneos. No caso do emprego em usina de solos as amostras correspondentes serão coletadas na saída do misturador.
- O número de ensaios e determinações de controle do material, será definido pelo Executante em função do risco a ser assumido de se rejeitar um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo Executante, conforme a tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL															
N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
a	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras				k = coeficiente multiplicador						a = risco do Executante					

O número mínimo de ensaios e determinações por segmento e por camada (área inferior a 4000m²) é de 5.

7.8.2 Controle da Execução

Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação por camada, para cada 100m de pista a ser compactado em locais escolhidos aleatoriamente. (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). As tolerâncias admitidas para a umidade higroscópica serão de $\pm 2\%$ em torno da umidade ótima.

Ensaio de massa específica aparente seca "in situ" em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, para cada 100m de extensão, pelo método DNER-ME 092, DNER-ME 036. Para pistas de extensão limitada, com no máximo 4000m² de material, deverão ser feitas pelo menos 5 determinações para o cálculo do grau de compactação - GC.

Os cálculos do grau de compactação, $GC > 100\%$, serão realizadas utilizando-se os valores da massa específica aparente seca obtidas no laboratório e da massa específica aparente "in situ" obtida no campo.

O número de determinações do Grau de Compactação- GC - será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo Executante conforme Tabela do item acima.

7.8.3 Verificação Final da Qualidade

I. Controle Geométrico

Após a execução da base, proceder a relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a) $\pm 10\text{cm}$, quanto à largura da plataforma;
- b) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- c) $\pm 10\%$, quanto a espessura do projeto da camada.

II. Aceitação e Rejeição

Os valores dos ensaios de limite de liquidez, limite de plasticidade e de equivalente de areia deverão estar de acordo com esta Especificação.

A expansão determinada no ensaio de ISC deverá sempre apresentar resultado inferior a 0,5%.

Serão controlados estatisticamente os valores máximos e mínimos da granulometria da mistura, adotando-se o seguinte procedimento:

$X - ks < \text{valor mínimo admitido}$ ou

$X + ks > \text{valor máximo admitido}$ rejeita-se o serviço;

$X - ks \geq \text{valor mínimo admitido}$ e

$X + ks \leq \text{valor máximo admitido}$ aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

X_i = valores individuais

$\bar{X}$ = média da amostra

s = desvio padrão da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações (tamanho da amostra).

Será controlado estatisticamente o valor mínimo do ISC e do Grau de Compactação - GC - adotando-se o seguinte procedimento:

Se $X - k_s < \text{valor mínimo admitido}$ rejeita-se o serviço;

Se $X - k_s \geq \text{valor mínimo admitido}$ aceita-se o serviço.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

7.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos, serão medidos de acordo com os critérios seguintes:

- A base será medida em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto, incluindo mão de obra, materiais, equipamentos e encargos, além das operações de limpeza e expurgo de ocorrência de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento na pista.
- No cálculo dos valores dos volumes serão consideradas as larguras e espessuras médias obtidas no controle geométrico.
- Não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto.

8 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS - IMPRIMAÇÃO

Esta Norma define a sistemática empregada na execução de imprimação sobre a superfície de uma base granular concluída e estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e inspeção, incluindo os critérios de aceitação e rejeição e medição dos serviços.

8.1 APRESENTAÇÃO

Esta norma estabelece a sistemática a ser empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

8.2 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática empregada na aplicação uniforme de material betuminoso sobre base granular concluída, a fim de conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

8.3 REFERÊNCIAS

Para o entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

DNER-EM 363/97 - Asfalto diluído tipo cura média

DNER-EM 364/97 - Alcatrões para pavimentação

DNER-ME 004/94 - Materiais betuminosos - determinação da viscosidade “Saybolt-Furol” a alta temperatura

DNER-ME 012/94 - Asfalto diluído - destilação

DNER-ME 148/9- Mistura betuminosa - determinação dos pontos de fulgor e de combustão(vaso aberto Cleveland)

DNER-PRO 277/97- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços

ABNT P-MB- 826 - Determinação da viscosidade cinemática

ASTM 1665/73- Alcatrão para pavimentação - viscosidade específica “Engler”

Manual de Pavimentação - DNIT, 2006

8.4 DEFINIÇÃO

Imprimação - consiste na aplicação de camada de material betuminoso sobre a superfície de base granular concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

8.5 CONDIÇÕES GERAIS

O ligante betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, nem em dias de chuva.

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar a obra deverá ter certificado de análise além de apresentar indicações relativas do tipo, procedência, quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de serviço.

8.6 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

8.6.1 Material

Os ligantes betuminosos empregados na imprimação poderão ser dos tipos seguintes:

- a) asfaltos diluídos CM-30 e CM-70;
- b) alcatrões AP-2 a AP-6.

A escolha do ligante betuminoso adequado será feita em função da textura do material da base.

A taxa de aplicação “T” é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. As taxas

de aplicação usuais são da ordem de 0,8 a 1,6 l/m², conforme o tipo e textura da base e do ligante betuminoso escolhido, especificado em planilha de quantitativo de projeto.

8.6.2 Equipamento

Para a varredura da superfície da base, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo entretanto a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

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 ligante betuminoso em quantidade uniforme.

Os carros distribuidores do ligante betuminoso, especialmente construídos para este fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispondo de tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de 1 °C, em locais de fácil observação e, ainda, possuir espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo de ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante.

O depósito de ligante 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 ligante betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

8.6.3 Execução

Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder a varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

Antes da aplicação do ligante betuminoso a pista poderá ser levemente umedecida.

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

A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são:

- a) para asfaltos diluídos 20 a 60 segundos “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004);
- b) para alcatrões de 6 a 20 graus “Engler” (ASTM 1665).

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante betuminoso definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo é de 0,2 l/m².

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em meia pista, executando a imprimação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego é condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de evitar a superposição ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, colocam-se faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante betuminoso situe-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida.

8.7 MANEJO AMBIENTAL

A preservação do meio ambiente nos serviços de execução da imprimação envolvem o estoque e 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.

8.8 INSPEÇÃO

8.8.1 Controle do Material

O ligante betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNER, e satisfazer às especificações em vigor.

Para todo o carregamento que chegar a obra, deverão ser executados os ensaios seguintes:

a) asfaltos diluídos:

- 01 ensaio de Viscosidade Cinemática a 60 °C (P-MB 826);
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura para cada 100t;
- 01 ensaio do ponto de fulgor (DNER-ME 148).

b) para alcatrões:

- 01 ensaio de viscosidade “Engler” (ASTM- 1665) para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura para cada 100t.

Deverão ser executados ensaios de destilação para os asfaltos diluídos e alcatrões (DNER-ME 012), para verificação da quantidade de solvente para cada 100t que chegar à obra.

8.8.2 Controle da Execução

I. Temperatura

A temperatura do ligante betuminoso deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz o intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura.

II. Taxa de aplicação

O controle da quantidade do ligante betuminoso aplicado, obtida através do ligante residual, será feito aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante betuminoso utilizado no cálculo da taxa de aplicação (T).

Para trechos de imprimação de extensão limitada ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo 4000m², deverão ser feitas 5 determinações no mínimo para controle.

Nos demais casos, para segmentos com área superior a 4000m² e inferior a 20000m², será definido pelo Executante o número de determinações em função do risco a ser assumido de se rejeitar um serviço de boa qualidade, conforme a tabela seguinte:

TABELA DA AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = n° de amostras			k = coeficiente multiplicador					α = risco do Executante						

III. Aceitação e Rejeição

- Material

Os resultados de todos os ensaios deverão atender às especificações, de acordo com as Especificações de materiais aplicáveis.

- Temperatura

Os resultados de todas as medições deverão situar-se no intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura, de acordo com as especificações de materiais aplicáveis.

- Taxa de aplicação (T)

Os resultados da taxa de aplicação (T) serão analisados estatisticamente e aceitos nas condições seguintes:

$X - ks < \text{valor mínimo admitido}$ ou $X + ks > \text{valor máximo admitido}$ rejeita-se o serviço

$X - ks \geq \text{valor mínimo admitido}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo admitido}$ aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

X_i = valores individuais

$\bar{X}$ = média da amostra

s = desvio padrão da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações (tamanho da amostra).

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

8.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com os critérios seguintes:

- A imprimação será medida através da área efetivamente executada em metros quadrados, incluídas todas as operações e encargos necessários a execução da imprimação abrangendo armazenamento, perdas e transporte do ligante betuminoso, dos tanques de estocagem à pista.
- A quantidade de ligante betuminoso aplicado é obtido através da média aritmética dos valores medidos na pista.
- Deverá ser medido, também, o transporte da quantidade de ligante betuminoso, efetivamente aplicado, entre a refinaria ou fábrica, até o canteiro de obras.

9 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS - CBUQ – CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

Esta norma define a sistemática a ser empregada na execução de camada do pavimento flexível das estradas de rodagem, pela confecção de mistura asfáltica a quente em usina apropriada utilizando ligante asfáltico, agregados e material de enchimento (filler). Estabelece os requisitos concernentes aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade dos materiais empregados, além das condições de conformidade e não conformidade e de medição dos serviços.

9.1 APRESENTAÇÃO

A presente norma foi preparada para servir como documento base na sistemática a ser empregada na execução de camada de pavimento flexível de estradas de rodagem pela utilização de mistura asfáltica a quente em usina apropriada, empregando, além, do ligante asfáltico, agregados e material de enchimento (filler).

9.2 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção de misturas asfálticas para construção de camadas do pavimento de estradas de rodagem, de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal do projeto.

9.3 REFERÊNCIAS

Os documentos relacionados abaixo serviram como base para elaboração desta norma e contém disposições que, ao serem citados no texto, se tornam parte integrante desta norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

a) AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. T 283-89: resistance of compacted bituminous mixture to moisture induced damage. In Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing. Washington, D.C., 1986. V.2.

b) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1754: effect of heat and air on asphaltic materials (Thin-Film Oven Test): test. In: 10978 annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978.

c) .ASTM D 2872: effect of heat and air on a moving film of asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test): test. In: 1978 annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978.

d) .ASTM E 303: pavement surface frictional properties using the British Portable Tester – Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester: Test for measuring. In: 1978 annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978.

e) ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 5847: materiais asfálticos – determinação da viscosidade absoluta. Rio de Janeiro, 2001.



f) .NBR 6560: materiais asfálticos – determinação de ponto de amolecimento – método do anel e bola. Rio de Janeiro, 2000.

g) ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION. AFNOR NF P-98-216-7: determination de lamacrotexture – partie 7: determination de hautesautable. Paris, 1999.

h) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNERISA 07: impactos da fase de obras rodoviárias – causas/mitigação/eliminação. In: Corpo normativo ambiental para empreendimentos rodoviários. Rio de Janeiro, 1996.

i) .DNER-EM 204/95: cimentos asfálticos de petróleo: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1995.

j) .DNER-ME 367/97: material de enchimento para misturas asfálticas: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1997.

k) .DNER-ME 003/99: material asfáltico – determinação da penetração: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1999.

l) .DNER-ME 004/94: material asfáltico – determinação da viscosidade “Saybolt-Furol” a alta temperatura: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

m) .DNER-ME 035/98: agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.

n) .DNER-ME 043/95: misturas asfálticas a quente – ensaio Marshall: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1995.

o) .DNER-ME 053/94: misturas asfálticas – percentagem de betume: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

p) . DNER-ME 054/97: equivalente de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

q) . DNER-ME 078/94: agregado graúdo – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

r) . DNER-ME 079/94: agregado – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.



s) . DNER-ME 083/98: agregados – análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.

t) . DNER-ME 086/94: agregados – determinação do índice de forma: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

u) . DNER-ME 089/94: agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

v) . DNER-ME 138/94: misturas asfálticas – determinação da resistência a tração por compressão diametral: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

w) . DNER-ME 148/94: material asfáltico – determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto Cleveland): método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

x) . DNER-ME 401/99: agregados – determinação de índice de degradação de rochas após compactação Marshall com ligante IDml e sem ligante IDm: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1999.

y) . DNER-PRO 164/94: Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter);

z) . DNER182/94: medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter: procedimento: Rio de Janeiro: IPR, 1994.

aa) . DNER-PRO 277/97: metodologia para controle estatístico de obras e serviços: procedimento: Rio de Janeiro: IPR, 1997.

bb) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 011/2004-PRO: gestão da qualidade em obras rodoviárias: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

9.4 DEFINIÇÃO

Concreto Asfáltico – Mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado graduado, material de enchimento (filler) se necessário e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente.

9.5 CONDIÇÕES GERAIS

a) O concreto asfáltico pode ser empregado como revestimento, camada de ligação (binder), base, regularização ou reforço do pavimento.

b) Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

c) O concreto asfáltico somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10°C.

d) Todo o carregamento de cimento asfáltico que chegar a obra deve apresentar por parte do fabricante/distribuidor certificado de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente a data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 10 dias. Deve trazer também indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

9.6 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

9.6.1 Materiais

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (filler) e ligante asfáltico, os quais devem satisfazer as normas pertinentes, e as especificações aprovadas pelo DNIT.

a. Cimento Asfáltico

Podem ser empregados os seguintes tipos de cimento asfáltico de petróleo:

- CAP – 30/45
- CAP – 50/70
- CAP – 85/100

b. Agregados

- Agregado graúdo

O agregado graúdo pode ser pedra britada, escoria, seixo rolado preferencialmente britado ou outro material indicado:

- Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50% (DNER-ME 035); admitindo-se excepcionalmente agregados com valores maiores, no caso de terem apresentado comprovadamente desempenho satisfatório em utilização anterior. NOTA: Caso o agregado graúdo a ser usado apresente um índice de desgaste Los Angeles superior a 50%, poderá ser usado o Método DNER-ME 401 – Agregados – determinação de degradação de rochas após a compactação Marshall, com ligante IDml, e sem ligante IDm, cujos valores tentativas de degradação para julgamento da qualidade de rocha destinadas ao uso do Concreto Asfáltico Usinado a Quente são: IDml≤5% e IDm≤8%.
- Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086).
- Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089).

- Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos ou outro material indicado. Suas partículas individuais devem ser resistentes, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

- Material de enchimento (filler)

Quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calçários, cinza volante, etc; de acordo com a norma DNER-EM 367.

- Melhorador de Adesividade

Não havendo boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados graúdos ou miúdos (DNER-ME 078 e DNER-ME 079), pode ser empregado melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto.

A determinação da adesividade do ligante com o melhorador de adesividade é definida pelos seguintes ensaios:

- Métodos DNER-ME 078 e DNER 079, após submeter o ligante asfáltico contendo o dope ao ensaio RTFOT (ASTM – D 2872) ou ao ensaio ECA (ASTM D-1754);

- Método de ensaio para determinar a resistência de misturas asfálticas compactadas a degradação produzida pela umidade (AASHTO 283). Neste caso a razão da resistência a tração por compressão diametral estática antes e após a imersão deve ser superior a 0,7 (DNER-ME 138).

- Composição da mistura

- a. A composição do concreto asfáltico deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito a granulometria (DNER-ME 083) e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura.

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (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%
N°4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
N°10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
N°40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
N°80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
N°200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS ₂ (+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

b. A faixa utilizada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo e inferior a 2/3 da espessura da camada.

c. No projeto da curva granulométrica, para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário.

d. As porcentagens de ligante se referem a mistura de agregados, considerado como 100%. Para todos os tipos de fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

- Devem ser observados os valores limites para as características especificadas no quadro a seguir:

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 – 82	65 – 72
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65	0,65

- As especificações complementares podem fixar outra energia de compactação;
- As misturas devem atender as especificações da relação betume/vazios ou aos mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela seguinte tabela:

VAM – Vazios do Agregado Mineral		
Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	m m	
1½"	38,1	13
1"	25,4	14
¾"	19,1	15
½"	12,7	16
3/8"	9,5	18

• Equipamentos

- Os equipamentos necessários a execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as especificações para os serviços.
- Devem ser utilizados, no mínimo, os seguintes equipamentos:
 - Depósito para ligante asfáltico:

Os depósitos para o ligante asfáltico devem possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta norma. Estes dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado. Deve ser instalado um sistema de recirculação para o ligante asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, de depósito ao misturador, durante todo o período de operação. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

- Silos para agregados:

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e ser dividido em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga. Deve haver um silo adequado para o filler, conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

- Usina para misturas asfálticas:

- A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90° a 210° (precisão $\pm 1^{\circ}\text{C}$), deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo a descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disto, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de $\pm 5^{\circ}\text{C}$. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.

- Pode também, ser utilizada uma usina do tipo tambor/secador/misturador, de duas zonas (convecção e radiação), provida de coletor de pó, alimentador de Filler, sistema de descarga da mistura asfáltica, por intermédio de transportador de correia com

comporta do tipo “clam-shell” ou alternativamente, em silos de estocagem.

- A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica e deve ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.
- A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com os cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semi automática com leitura instantânea e acumuladora, por meio de registros digitais em display de cristal liquido. Devem existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.

- Caminhões basculantes para transporte de mistura:

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico usinado a quente, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura a chapa. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina, etc) não é permitida.

- Equipamento para espalhamento e acabamento:

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos

para aquecimento, a temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.

- Equipamento de compactação:
 - O equipamento para compactação deve ser constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos e permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm² a 8,4 kgf/cm².
 - O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura na densidade de projeto, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade. NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deve ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que, não será autorizada a sua utilização.

9.6.3 Execução

a. Pintura de Ligação

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou ainda ter sido a imprimação coberta de areia ou pó, pó-de-pedra, etc., deve ser feita uma pintura de ligação.

b. Temperatura do ligante

A temperatura do cimento asfáltico empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 SSF, "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004), indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 75 a 95 SSF. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C nem exceder a 177°C.

c. Aquecimento dos agregados

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10°C a 15°C acima da temperatura do ligante asfáltico, sem ultrapassar 177°C.

d. Produção do concreto asfáltico

A produção do concreto asfáltico é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

e. Transporte do concreto asfáltico

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos especificados quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista a temperatura especificada.

Cada carregamento deve ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

f. Distribuição e compactação da mistura

- A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados.
- Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser sanadas pela adição manual de concreto asfáltico, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.
- Após a distribuição do concreto asfáltico, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada caso.
- Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual deve ser aumentada a medida que a mistura seja compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas .
- A compactação deve ser iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compactação deve começar sempre do ponto mais baixo para o ponto mais alto. Cada passada do rolo deve ser

recoberta na seguinte de, pelo menos, metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurara até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

- Durante a rolagem não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas da marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo devem ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

g. Abertura ao tráfego

Os revestimentos recém-acabados devem ser mantidos sem tráfego, até seu completo resfriamento.

9.7 MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados com a preservação do meio ambiente nos serviços de execução de revestimentos do tipo tratamento superficial simples envolvem a obtenção e aplicação de agregado pétreo e o estoque e aplicação de ligante betuminoso.

9.7.1 Agregados

Para execução do concreto asfáltico são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Os cuidados observados para fins de preservação ambiental envolvem produção, estocagem e a aplicação de agregados, assim como a operação da usina.

NOTA: devem ser observadas as prescrições estabelecidas nos Programas Ambientais que integram o Projeto Básico Ambiental – PBA.

a) Agregados

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

- ☐ Caso utilizado instalações comerciais, a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja copia deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da Obra;
- ☐ Não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- ☐ Planejar adequadamente a exploração da pedreira e do areal, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e a possibilitar a recuperação ambiental após o termino das atividades exploratórias;
- Impedir as queimadas;
- Seguir as recomendações constantes na norma DNER-ES 279 para os caminhos de serviço;
- Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso;
- Além destas, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER ISA-07 – Instrução de serviço ambiental: impactos da fase de obras rodoviárias – causas/mitigação/eliminação.

b) Cimento asfáltico

- ☐ Instalar os depósitos em locais afastados dos cursos d'água.
- Vedar o descarte do refugo de materiais usados na faixa de domínio e em áreas onde possam causar prejuízos ambientais.
- Recuperar a área afetada pelas operações de construção/execução, imediatamente após a remoção da usina e dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

- As operações em usinas asfálticas 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 do cimento asfáltico.

- ☐ Os agentes poluidores compreendem:

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 áreas de sucagem.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de cimento asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III. Emissões Fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, áreas de peneiramento, pesagem e mistura.

NOTA: Emissões fugitivas – São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar seu fluxo.

c) Instalação

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

- Definir no projeto executivo, áreas para as instalações industriais, de maneira tal que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente.
- O executante será responsável pela obtenção da licença de instalação/operação, assim como pela manutenção e condições de funcionamento da usina dentro do prescrito nesta norma.

d) Operação

- Instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclones e filtro de mangas ou por equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação.
- Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.
- Dotar os silos de estocagem de agregado frio de proteções lateral e cobertura, para evitar dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- Enclausurar a correia transportadora de agregado f rio.
- 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 na saída.
- Dotar o misturador, os silos de agregado quente e as peneiras classificatórias do sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera.
- Fechar os silos de estocagem de mistura asfáltica.
- Pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.

- Dotar os silos de estocagem de filler de sistema próprio de filtragem a seco.
- ☐ Adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas.
- Acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo.
- Manter em boas condições todos os equipamentos de processo e de controle.
- Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e estabelecer barreiras vegetais no local, sempre que possível.

9.8 INSPEÇÃO

9.8.1 Controle do Material

a) Controle de insumos

Todos os materiais utilizados na fabricação do concreto asfáltico (insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer as especificações em vigor.

- Cimento Asfáltico

O controle da qualidade do cimento asfáltico consta do seguinte:

- 01 ensaio de penetração a 25°C (DNER-ME 003), para todo carregamento que chegar a obra;
- 01 ensaio de ponto de fulgor, para todo carregamento que chegar a obra (DNER-ME 148);
- 01 índice de susceptibilidade térmica para cada 100t, determinado pelos ensaios DNER-ME e NBR 6560;

- 01 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar a obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), para todo carregamento que chegar a obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas, para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, para cada 100t.

• Agregados

O controle de qualidade dos agregados consta do seguinte:

a. Ensaios eventuais

Somente quando houver duvidas ou variações quanto a origem e natureza dos materiais.

- Ensaio de desgaste Los Angeles (DNER-ME 035);
- Ensaio de adesividade (DNER-ME 078 e DNER-ME 079). Se o concreto asfáltico contiver dope também devem ser executados os ensaios de RTFOT (ASTM D-2872) ou ECA (ASTM-D-1754) e de degradação produzida pela umidade (AASHTO-283/89 e DNER-ME 138);
- Ensaio de índice de forma do agregado graúdo (DNER-ME 086);

b. Ensaios de rotina

- 02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);
- 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054);
- 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (filler), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083).

b) Controle da produção

O controle da produção (execução) da mistura deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória de acordo

com o Plano de Amostragem Aleatória.

- Controle da usinagem do concreto asfáltico

- a. Controles da quantidade de ligante na mistura

- Devem ser efetuadas extrações do asfalto, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053).
- A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância de $\pm 0,3$.
- Deve ser executada uma determinação, no mínimo a cada 700m² de pista.

- b. Controle da graduação da mistura de agregados

Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas na alínea “A”.

A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.

- c. Controle da temperatura

- São efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:
 - Do agregado, no silo quente da usina;
 - Do ligante, na usina;
 - Da mistura, no momento de saída do misturador.
- As temperaturas podem apresentar variações de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ das especificadas no projeto da mistura.

- d. Controle de características da mistura

- Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos de prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNERME 043) e também o ensaio de tração por compressão diametral a 25°C (DNER-ME 138), em material coletado após a passagem da acabadora. Os corpos-de-prova devem ser moldados in loco, imediatamente antes do início da compactação da massa.
 - Os valores de estabilidade, e da resistência a tração por compressão diametral devem satisfazer ao especificado.
 - Espalhamento e compactação na pista
 - a. Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente antes de iniciada a compactação. Estas temperaturas devem ser as indicadas, com uma tolerância de $\pm 5^{\circ}\text{C}$.
 - b. O controle do grau de compactação – GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura.
 - c. Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação a massa específica aparente do projeto da mistura.
- c) Verificação do produto
- A verificação final da qualidade do revestimento deve ser exercida através das seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Aleatório:
- a. Espessura da camada
 - Deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos; antes e depois do espalhamento e

compactação da mistura. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação as espessuras de projeto.

b. Alinhamentos

A verificação do eixo e dos bordos deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes as estacas da locação. Os desvios verificados não devem exceder $\pm 5\text{cm}$.

c. Acabamento da superfície

- Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00m e outra de 1,20m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

- O acabamento longitudinal da superfície deve ser verificado por aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso o Quociente de Irregularidade – QI deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens/km ($IRI \leq 2,7$).

d. Condições de segurança

O revestimento de concreto asfáltico deve apresentar Valores de Resistência a Derrapagem - $VDR \geq 45$ quando medido com o Pendulo Britânico (ASTM-E 303) e Altura de Areia – $1,20\text{mm} \geq HS \geq 0,60\text{mm}$ (NF P-98-216-7). Os ensaios de controle são realizados em segmentos escolhidos de maneira aleatória, na forma definida pelo Plano da Qualidade.

d) Plano de Amostragem – Controle Tecnológico

O número e a frequência das determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da produção e do produto são estabelecidos

segundo um Plano de Amostragem aprovado pela fiscalização, de acordo com a seguinte tabela de controle estatístico de resultados (DNER-PRO 277):

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL

n	5	6	7	8	9	10	11	12
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16
∇	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL
(continuação)

n	13	14	15	16	17	19	21
K	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
∇	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

n = n° de amostras,
k = coeficiente multiplicador,
∇ = risco do Executante

e) Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos a produção e ao produto, realizados de acordo com o plano de amostragem deverão cumprir as Condições Gerais e Específicas desta norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

• Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: *Não conformidade*

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: *Conformidade*

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

X_i = valores individuais

$\bar{X}$ = média da amostra

s = desvio padrão da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações (tamanho da amostra).

- Quando especificado um valor mínimo a ser atendido devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado: Não conformidade}$

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado: Conformidade}$

- Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-

PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para o tratamento das “não-conformidades”.

- Os serviços só devem ser aceitos se atenderem as prescrições desta norma.

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

- Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta norma; caso contrário deve ser rejeitado.

9.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

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



- O concreto asfáltico será medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista. Não devem ser motivo de medição em separado: mão-de-obra, materiais (exceto cimento asfáltico), transporte da mistura da usina de estocagem até a pista e encargos quando estiverem incluídos na composição do preço unitário;
- A quantidade de cimento asfáltico aplicada e obtida pela média aritmética de valores medidos na pista, em toneladas;
- O transporte do cimento asfáltico efetivamente aplicado será medido com base na distancia entre a refinaria e o canteiro de serviço;
- Nenhuma medição deve ser processada se ela não estiver anexada um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

MEMORIAL DE CALCULO DO PROJETO DE GALERIA

10 – CONCEITOS GERAIS

Este projeto refere-se à drenagem Superficial e Subterrânea das águas pluviais no Loteamento Cidade Gaspar do Norte da Cidade de Sorriso - MT.

As águas pluviais da área projetada serão coletadas através de caixas tipo boca de lobos com entrada de guia e conduzida por três emissários, de acordo com o projeto apresentado Volume II Prancha 05 e terá seu destino a três pontos distintos as margens da BR-163..

11 - ELEMENTOS DE CONSULTA DO PROJETO

11.1 - Estudos Topográficos.

Inicialmente foi realizado o Projeto Topográfico da área a ser drenada, ou seja, levantamento planialtimétrico, assim como lançamento das curvas de nível a partir da locação e nivelamento do eixo das ruas a serem pavimentadas, obedecendo ao estaqueamento a cada 20m, amarrados a RN's distribuídos ao longo de toda a área, com mostra planta de referenciais de níveis.

Traçaram-se perfis longitudinais de todas as ruas e avenidas envolvidas na área de interesse ao Projeto.

A partir destes dados obteve-se o greide definitivo das vias, possibilitando assim a determinação das inclinações; elemento primordial na elaboração do Projeto.

11.2 – Estudos Hidrológicos

O conhecimento das características das precipitações intensas, de curta duração, é de grande importância para o dimensionamento de obras hidráulicas em geral, tais como: galerias de águas pluviais, canalizações de córregos, calhas de escoamento, bueiros, canais de irrigação e drenagem, vertedores de barragens etc.

Em particular, para os córregos situados nas zonas urbanas, a previsão de descargas de cheias baseada em medições diretas não é recomendável, em função dos extravasamentos represamentos muitas vezes verificados. Igualmente, observa-se que a execução de projetos de canalização de cursos d'água, assim como o processo de urbanização, proporcionam descargas completamente diferentes das anteriormente observadas, tornando pouco significativas as enchentes já ocorridas para as previsões futuras.

Para certa intensidade de chuva, constante e igualmente distribuída sobre uma bacia hidrográfica, a máxima vazão a ser verificada numa seção corresponde a uma duração de chuva igual ao “tempo de concentração da bacia”, a partir da qual a vazão é constante. Assim, o dimensionamento das obras hidráulicas exige o conhecimento da relação entre a intensidade, a duração e a frequência da precipitação.

As relações entre intensidade, duração e frequência das precipitações intensas, devem ser deduzidas a partir das observações de chuvas ocorridas durante um período de tempo longo, suficientemente grande para que seja possível considerar as frequências como probabilidades.

Essas relações se traduzirão por uma família de curvas intensidade-duração, uma para cada frequência, ou período de retorno.

11.3 – Metodologia

Para análise de frequência de chuvas intensas, os dados de observação podem ser dispostos em dois tipos de série (WILKEN,1978): as séries anuais ou de intensidades máximas anuais e as séries de duração parcial, ou de chuvas de intensidades acima de um certo valor.

Um dos problemas nos projetos de engenharia é a fixação de outros critérios como os baseados na vida útil da obra, no tipo de estrutura, na facilidade de reparação da obra e proteção da vida humana, entre outros.

A frequência de ocorrência, que pode ser calculada como o inverso do período de retorno, utilizado no projeto de controle de enchentes, deveria ser função do custo do projeto e dos benefícios obtidos deste. A relação benefício/custo deveria ser maior que um para justificar o projeto em bases econômicas. Enquanto o custo da construção pode ser obtido de maneira direta os custos ambientais são difíceis de serem estimados. Como na prática, em se tratando de projetos de drenagem urbana, não é efetuado estudo envolvendo a relação benefício/custo, a definição do tempo de recorrência é por vez baseado em dados de performance de obras existentes. Os tempos de recorrências citados a seguir são os normalmente utilizados nos escritórios de projetos nos Estados Unidos (DAVIS e CORNWELL, 1998):1) para áreas residenciais são utilizado tempos de recorrência entre 2 a 15 anos, sendo utilizado com mais frequência o tempo de recorrência de cinco anos; 2) Para áreas comerciais e regiões altamente valorizadas, utiliza-se o tempo de recorrência entre 10 e 50 anos dependendo de justificativa econômica;3) Para obras de proteção contra enchente relacionadas com a drenagem urbana, estudos econômicos indicam o mínimo de 50 anos de período de retorno.

Outros fatores que podem afetar a escolha do período do retorno são;1) Usar períodos de retorno maiores para o projeto de partes do sistema que não são economicamente suscetíveis de reparação no futuro;2) Usar períodos de

retorno maiores para o projeto de estruturas especiais, como por exemplo, um sistema de bombeamento para drenagem de uma via expressa, onde o excesso de chuva poderia interromper uma importante via de tráfego;3) A doação de períodos de retorno menores que o normalmente indicados, mais de acordo com os recursos financeiros disponíveis, devem fornecer algum grau de confiabilidade.

Neste trabalho foram escolhidos os dados anuais de precipitação da Estação Experimental de Sinop, por se tratar de dados próximos confiáveis, utilizando o método de séries anuais, que tanto pode ser dos totais anuais ou as máximas anuais, de acordo com (WILKEN, 1978).

Nos trabalhos hidrológicos em geral, interessa não só o conhecimento das máximas precipitações observadas nas séries históricas, mas principalmente, prever com base nos dados observado, e valendo-se dos princípios das probabilidades, quais as máximas precipitações que possam vir a ocorrer em certa localidade, com uma determinada frequência.

11.3.1 – Estatística Aplicada à Hidrologia

As séries de variáveis hidrológicas como precipitações, vazões, etc. apresentam variações sazonais ao longo do tempo (variações irregulares). Portanto, essas variáveis estarão sempre associadas a probabilidade de ocorrência em consequência disso, as obras hidráulica devem ser dimensionadas para um determinado “risco” de falha.

O objetivo da estatística é o de extrair informações significativas de uma dada massa de dados. As técnicas utilizadas em estatísticas aplicadas em hidrologia permitem avaliar a probabilidade de ocorrência de um fenômeno hidrológica com determinada magnitude.

Em hidrologia as **Distribuições de Probabilidades** são escolhidas em função do tipo de amostra que se dispõe, isto é, chuvas intensas, vazões máximas, vazões mínimas, etc.

11.3.2 – Distribuições de Probabilidade

Apresentam-se aqui, as distribuições de probabilidades mais utilizadas em hidrologia:

Distribuição normal: não é muito utilizada para o estudo de vazões (ou chuva) máximas, mínimas. É mais empregada para cálculo de vazões médias mensais e precipitação total anual.

Distribuição log-normal: é bastante utilizada para cálculo de vazões máximas e chuvas mínimas e máximas .

Distribuição Log - Pearson Tipo III: utilizada para o cálculo de vazões e chuvas máximas.

Distribuição de Gumbel: utilizada também para o cálculo de vazões e chuvas máximas.

a) Método de Ven Te Chow.

Ven Te Chow, em 1951 mostrou que a maioria das funções de frequência, empregada em análises hidrológicas pode ser resolvida por equações do tipo:

$X_r = X - KS$, onde:

X_r - o valor procurado da variável em estudo para o período de retorno desejado

X - a média aritmética das vazões máximas anuais

K - o fator de frequência, que é função do período de retorno e do número de anos de Observações.

S – o desvio padrão da amostra.

b) Método de Foster – Hazen.

Não sendo a distribuição normal adequada aos dados de vazão, vários pesquisadores tentaram o ajustamento desses dados a outras distribuições.

O método de Foster aplica, para os dados de vazão, a distribuição de Pearson tipo III. Essa distribuição é assimétrica e não admite valores negativos. São seus parâmetros:

c.1) média $Q = \sum Q_i / n$

c.2) desvio-padrão $\sigma = \sqrt{\sum (Q_i - Q)^2 / n-1}$

c.3) Coeficiente de obliquidade de Pearson

$$C_o = \frac{\sum (Q_i - Q)^3}{2\sigma \sum (Q_i - Q)^2}$$

Hazen introduziu um ajustamento ao coeficiente de obliquidade, que deverá ser C'o:

$$C'o = (1 + 8,5 / n) C_o$$

c) Método de Log-Pearson III

Este método é atualmente empregado e aplicado por diversas entidades, comitês de hidrologia do Water Resources Council, do Estado Unido, e pela Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), em função da possibilidade de conhecer a projeção dos eventos excepcionais mínimos para períodos de recorrência variável.

O método da distribuição Log Pearson III consiste em calcular os eventos amostrais através da seguinte expressão:

$$Q_{\text{prob \%}} = X_m + Ks$$

Onde:

X_m e **s**, são, respectivamente, a média e o desvio-padrão dos logaritmos de x, e o fator da frequência K pode ser obtido a partir da determinação do coeficiente de desvio g, que é igual:

$$g = \frac{n \sum x^3}{(n-1)(n-2)^3 s}$$

Onde:

x é calculado pela relação do somatório dos logaritmos naturais das vazões mínimas pela série histórica existente e o desvio-padrão é calculado pela raiz quadrada do somatório dos afastamento ao quadrado ($\sum x^3$) dividido por **(n-1)**

d) Método do Log Normal

$$\sum u_i$$

Seja $u = \text{---}$

$$n$$

Sendo u_i as medidas da variável u e n o número de medidas, dá-se o nome de desvio - padrão de u à grandeza:

$$\sum (u - \bar{u})^2$$

$$\sigma = \text{-----}$$

$$n-1$$

A probabilidade de, ao medir u , se encontrar um valor menor ou igual a um extremo u_x é dada pela lei de Gauss:

$$u_x$$

$$1 \cdot e^{-u^2/2} du$$

$$P = 2 \pi - \infty$$

Em geral, as distribuições de valores extremos de grandezas hidrológicas, tais como as chuvas e os deflúvios, por exemplo, ajustam-se satisfatoriamente à distribuição tipo I de Fisher-Tippett, conhecida também como distribuição de Gumbel, a qual é dada por:

$$P = 1 - e^{-e^{-y}}$$

Onde P é probabilidade de um valor extremo da série ser maior ou igual a uma certo valor x , e y é a variável reduzida.

Certos autores procuram relacionar C com o período de retorno T, por meio de uma equação do tipo:

$$C = KT^m$$

Foram utilizados para as distribuições de probabilidade o Método de **Log Pearson III**, por ser o método mais utilizado em trabalhos hidrológicos e pela falta de séries parciais (diárias) com o período recomendado.

Tendo em vista a importância do conhecimento destes dados para realização de projetos de estruturas hidráulicas e as dificuldades para sua obtenção foram desenvolvidas este trabalho, baseado em trabalhos de outros autores, tais como: PFAFSTETTER, (1957), VILLELA, (1975), WILKEN, (1978), FENDRICH, (1998).

A metodologia apresentada pode ser usada para o dimensionamento de sistema de coleta de água pluviais e de bueiros e, na micro e macro drenagem, variando-se apenas o tempo de duração da chuva e o período de retorno a serem adotados em cada caso. Para encontrar o I (intensidade de chuva) utiliza-se a curva de **IDF (Intensidade – Duração – Frequência)**, para cada intervalo de tempo e Período de Retorno.

11.3.2 – Dados de Chuva Regional.

PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)

Tabela 01- Precipitações Anuais (mm) para Sinop –MT

Período 1980 /2004

ANO	PRECIPITAÇÃO
1980	1.834
1881	2.007
1982	1.783



1983	1.982
1984	1.975
1985	2.086
1986	2.255
1987	1.656
1988	2.175
1989	1.721
1990	1.884
1991	1.903
1992	2.052
1993	1.721
1994	1.844
1995	2.176
1996	1.972
1997	1.803
1998	2.089
1999	1.813
2000	2.097
2001	2.008
2002	1.629
2003	2.548
2004	1.966

Fonte : Estação Experimental de Sinop - MT



Utilizou-se dados de chuva de Sinop/MT por apresentar distribuição de coleta e dados regionais confiáveis.

Tabela 02 – Intensidade Pluviométrica (mm/ h) para Sinop - MT

Período 1980 /2004

Duração (min)	T = Período de Retorno em anos						
	T= 2	T=5	T= 10	T=15	T=25	T=50	T=100
5	371,08	423,74	446,27	456,36	466,72	488,06	510,34
10	185,54	211,87	223,13	228,18	233,35	244,03	255,17
15	123,69	141,25	148,75	152,12	155,56	162,68	170,11
50	37,11	42,37	44,62	45,63	46,67	48,81	51,03
100	18,55	21,18	22,31	22,81	23,33	24,41	25,51
120	15,46	17,65	18,59	19,02	19,44	20,33	21,26

Fonte: OTTO PFAFSTETTER Chuvas Intensas no Brasil (1957)

Tabela 03 - Cálculo das Precipitações pelo Método de Log -Pearson III

PRECIPITAÇÃO						
Ano	Anual	em ordem decrecentes	X = log P	x - X - X _m	x ²	x ³



PREFEITURA MUNICIPAL DE
SORRISO

1	2	3	4	5	6	7
1980	1.629,00	2.548,00	3,40620	0,11674	0,01363	0,00159
1981	1.656,00	2.255,00	3,35315	0,06369	0,00406	0,00026
1982	1.721,00	2.176,00	3,33766	0,04820	0,00232	0,00011
1983	1.721,00	2.175,00	3,33746	0,04800	0,00230	0,00011
1984	1.783,00	2.097,00	3,32160	0,03214	0,00103	0,00003
1985	1.803,00	2.089,00	3,31994	0,03048	0,00093	0,00003
1986	1.813,00	2.086,00	3,31931	0,02986	0,00089	0,00003
1987	1.834,00	2.052,00	3,31218	0,02272	0,00052	0,00001
1988	1.844,00	2.008,00	3,30276	0,01331	0,00018	0,00000
1989	1.844,00	2.007,00	3,30255	0,01309	0,00017	0,00000
1990	1.903,00	1.982,00	3,29710	0,00765	0,00006	0,00000
1991	1.966,00	1.975,00	3,29557	0,00611	0,00004	0,00000
1992	1.972,00	1.972,00	3,29491	0,00545	0,00003	0,00000
1993	1.975,00	1.966,00	3,29358	0,00413	0,00002	0,00000
1994	1.982,00	1.903,00	3,27944	-0,01002	0,00010	0,00000
1995	2.007,00	1.844,00	3,26576	-0,02370	0,00056	-0,00001
1996	2.008,00	1.844,00	3,26576	-0,02370	0,00056	-0,00001
1997	2.052,00	1.834,00	3,26340	-0,02606	0,00068	-0,00002
1998	2.086,00	1.813,00	3,25840	-0,03106	0,00096	-0,00003
1999	2.089,00	1.803,00	3,25600	-0,03346	0,00112	-0,00004
2000	2.097,00	1.783,00	3,25115	-0,03831	0,00147	-0,00006
2001	2.175,00	1.721,00	3,23578	-0,05368	0,00288	-0,00015
2002	2.176,00	1.721,00	3,23578	-0,05368	0,00288	-0,00015



PREFEITURA MUNICIPAL DE SORRISO

2003	2.255,00	1.656,00	3,21906	-0,07040	0,00496	-0,00035
2004	2.548,00	1.629,00	3,21192	-0,07754	0,00601	-0,00047

$N = 25$	25	$\sum X = 82,23641$	$\sum x^2 =$ <u>0,04836</u>	$\sum x^3 =$ 0,00088
----------	----	---------------------	--------------------------------	-------------------------

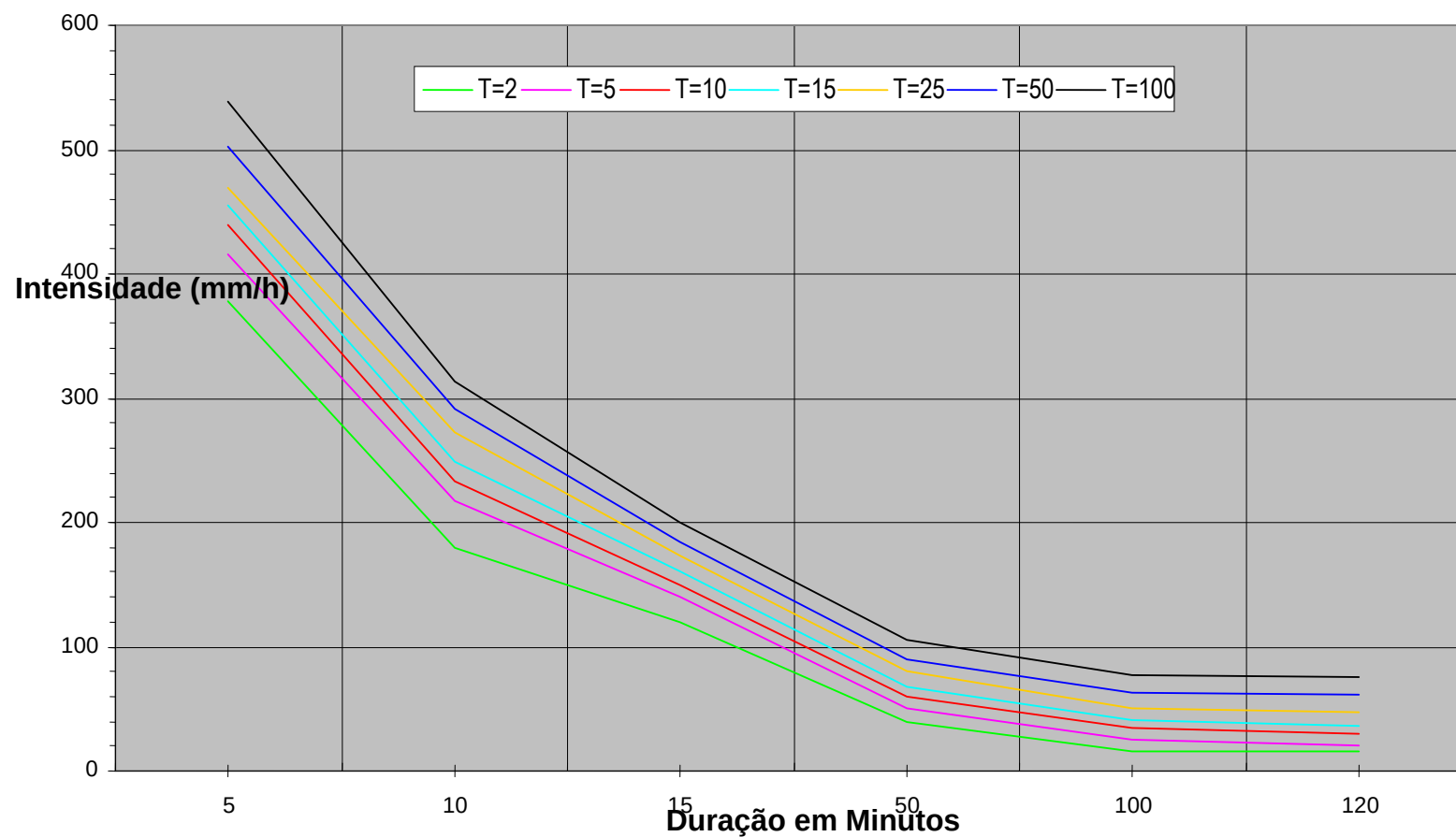
$$X_m = \sum X / n$$

$$X_m = 3,289456516$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}} = 0,0448875$$

$$g = \frac{n \sum x^3 - (\sum x)^2 \cdot \sum x}{(n - 1) \cdot (n - 2) \cdot s^3} = 0,442775 \quad 4,42775E-01$$

CURVAS DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUENCIA



11.3.2 – Conclusão e Recomendações.

Conforme Wilkem (1978) as séries parciais fornecem resultados mais consistentes para períodos de retorno inferiores a 10 anos, e ambas as séries, parciais e anuais, contemplam praticamente os mesmos resultados para períodos de retorno iguais ou superiores a 10 anos .

Para período curto de observações deve-se preferencialmente trabalhar com séries parciais de precipitação.

A equação de chuva a ser obtida da análise estatística dos dados pluviométricos registrados durante um período de observação, deverá ter validade entre limite inferior de 5 minutos de duração que é o menor tempo de entrada admitido no projeto de galerias de águas pluviais e 120 minutos, o maior tempo de concentração em bacias urbanas.

Para período curto de observação deve-se preferencialmente trabalhar com séries parciais de precipitações.

Recomenda-se a utilização de pelo menos 25 anos de séries de precipitação para realização de estudo de chuvas intensas, pela dificuldade da consistência de dados principalmente.

Podemos observar através dos dados de chuvas que as precipitações mais intensas ocorreram no intervalo de 5 e 10 minutos, sendo também com a maior frequência .Nem sempre uma chuva com maior intervalo de tempo pode ser considerada como uma chuva intensa, pois a mesma poderá ocorrer em um intervalo pequeno de tempo e causar uma enchente.

Pelo fato das chuvas intensas serem originadas por precipitação do tipo convectiva, há uma semelhança muito grande entre as relações intensidade-duração – frequência no mundo inteiro logo, uma curva desenvolvida para determinada região pode ser aplicada em locais próximos, desde que o relevo seja semelhante.

Do exposto acima fica clara a importância da utilização adequada de chuvas deduzida para o local em que se implantará a obra devido a que a utilização de curvas de IDF de outras cidades próximas só é aceitável nas condições acima citadas.

O tempo de recorrência adotado foi o de 15 anos.

12 - DETERMINAÇÕES DAS VAZÕES

Foi utilizado o Método Racional para calculo das vazões.

O deflúvio, isto é, a água escoada superficial é calculada pela expressão.

$$Q = 2,78 \times A \times F \times Im \times N$$

Onde:

2,78 - é um fator numérico de conservação de unidade.

A - Área de contribuição em hectares.

F - Coeficiente de deflúvio.

Im - Intensidade média das chuvas.

N - Coeficiente de distribuição.

Q - Descarga ou vazão em l/s.

12.1 - Áreas de Contribuição (A)

As áreas de contribuição foram tomadas a partir do estudo de divisão do terreno em pequenas bacias, as quais estão situadas a montante de cada trecho da galeria.

12.2 - Coeficiente de Deflúvio ou “RUNOFF”,

(Também conhecido como Coeficiente de Escoamento Superficial). O coeficiente de deflúvio foi adotado pela fórmula de **FANTOLI**.

$$1/3$$

$$F = m (Im \times Tc)$$

Onde;

Tc - O tempo de concentração.

Im - Intensidade pluviométrica.

m - Fator que depende do coeficiente de impermeabilidade “r” cujo valor foi adotado como sendo $r = 0,60$ para zona residencial urbana ou loteamento com grandes áreas de terra ou grama.

Para $r = 0,60$ $m = 0,043$

em caso de praças $m = 0,036$

12.3 - Intensidade pluviométrica Média (Im).

12.4 - Coeficiente de Distribuição (n).

0,15

$n = A$

Onde;

A - Área de Contribuição em hectares.

13 - MEIO FIOS E SARJETAS

Adotou-se o meio-fio e sarjeta conforme projeto.

14 - BOCAS DE LOBO

As Bocas de Lobo para este Projeto serão do tipo “entrada de guias” conforme determinação da Prefeitura Municipal de Sorriso, com tampas removíveis localizadas no interior do passeio.

Tomou-se como padrão as bocas de lobo com depressão de 5cm na entrada da boca de lobo, auxiliando assim o escoamento das águas para o interior das caixas de passagem.

15 - DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES.

15.1 - Cálculos de dimensionamento

O dimensionamento das tubulações foi calculado trecho pôr trecho usando a fórmula de FORCHEIMR:

$$Q = \frac{70 \times D^2}{4} \times \frac{D^{2/3}}{4} \times I$$

Donde;

$$D = \left[\frac{0,314 \times Q}{I} \right]^{3/8}$$

Onde;

D = Diâmetro da tubulação.

Q = Vazão.

I = Inclinação da tubulação.

15.2 - Posicionamento da Tubulação

O posicionamento das tubulações foi adotado como sendo no eixo das ruas, quando em avenida no eixo do canteiro central, conforme mostra o desenho de traçado das tubulações.

15.3 - Velocidades de Escoamento

As velocidades foram calculadas a partir da equação de MANNIG.

$$V = \frac{RH^{2/3} \times I}{n}$$

Onde;

RH - Raio hidráulico - $RH = D/4$

I - Inclinação do trecho.

n - Coeficiente de rugosidade foi adotado $n = 0,013$.

16 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

16.1 - Locação das Tubulações.

Deverão obedecer rigorosamente os eixos das vias, devendo ainda contar com amarrações dos poços de visita e pontos auxiliares.

16.2 - Escavações das Valas

16.2.1 - A escavação das valas deverá obedecer com rigor à locação feita “in loco”, de acordo com projeto de drenagem.

16.2.2 - A profundidade deverá obedecer às cotas de projeto. As alturas de corte deverão estar escritas em estacas ao longo da vala para que possa minimizar o risco de erro na escavação.

16.2.3 - As valas deverão ser escavadas 10 cm abaixo da cota inferior da tubulação para que possa ser executado o berço drenante em areia.

16.2.4 - A largura da vala deverá obedecer ao seguinte critério: Diâmetro da tubulação mais 80 cm sendo 40,00 cm para cada lado da tubulação.

16.2.5 - Em profundidade superior a 2,0 m deverá ser observada a necessidade de escoramento para maior segurança da obra.

16.2.6 - No caso de haver necessidade de escoramento serão considerados escoramentos contínuos aquele que dista 0,50m entre as pranchas de madeira com espessura de quatro cm e escoramento descontínuo aquele que dista 200m entre as pranchas.

16.2.7 - Só será permitida a execução de escoramento mediante prévia autorização da fiscalização.

16.2.8 - A classificação do material a ser escavado estará dividida em três categorias que são:



16.2.8.1 - Material de 1ª categoria. - argila mole, areia, etc.

16.2.8.2 - Material de 2ª categoria - material que se encontra compactado, arenito ou material em lama escavado abaixo do lençol freático, cascalho, etc.

16.2.8.3 - Material de 3ª categoria - rocha em geral onde exista a necessidade de explosivos para a escavação.

REFERÊNCIAS

Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Manual de Conservação Rodoviária. 2a Ed. Rio de Janeiro: IPR, 2005. (IPR. Publ., 710).

Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Manual de Pavimentação. 3a Ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006. (IPR. Publ., 719).

Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. 2a Ed. Rio de Janeiro: IPR, 2005. (IPR. Publ., 720).

DNIT 031/2006-ES: Pavimentos flexíveis – concreto asfáltico- especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2006.

DNIT 145/2012-ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico - especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2012.

DNIT 150/2010-ES: Pavimentação Asfáltica – Lama asfáltica - especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

SENCO, W. Manual de Técnicas de Pavimentação: Volume I e II. 2a Ed. – Editora Pini, 2007.