



MANUAL

Avaliação, Manutenção e Restauração de Pavimentos de Vias Urbanas



ISBN 978-85-89674-72-0



9 788589 674720

APOIO:

Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) – PRH25-ANP-MCT
 Av. Aprígio Veloso, 882 - CEP 58109-970 - Campina Grande - PB
 Universidade Federal de Campina Grande
 Campus Universitário - Campina Grande
 Telefones: (083) 3310-1106 Fax: (083) 3310-1106
www.cct.ufcg.edu.br/prh-25/index.html



Associação Técnico-Científica Ernesto Luiz de Oliveira Junior – ATECEL
 Av. Aprígio Veloso, 882 - CEP 58109-970 - Campina Grande - PB
 Telefones: (083) 333-1064 / (083) 310-1282 Fax: (083) 333-1080
www.atecel.org.br



Universidade Federal de Campina Grande – UFCC
 Departamento de Engenharia Civil - DEC
 Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó
 CEP: 58109-970 - Campina Grande - PB
 Fone: (83) 3310-1305
www.dec.ufcg.edu.br



Campina Grande – PB
 2008

MANUAL

Avaliação, Manutenção e Restauração de Pavimentos de Vias Urbanas

Prof. Dr. John Kennedy Guedes Rodrigues
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UAEC
Av. Aprígio Veloso 882 – Bodocongó
Cep: 58109-970; Campina Grande; PB; Brasil;
(83) 3310-1305, e-mail: jkennedy@dec.ufcg.com.br

M.Sc. Carlos André da Silva Morais, Eng^o civil
Rua Getúlio Cavalcante 1477 – Jardim Paulistano
Cep: 58105-305; Campina Grande; Paraíba-PB;
Fone: (83) 3331-5518, e-mail: carlosmesmo@yahoo.com.br

D.Sc. Adriano Elísio de Figueirêdo Lopes Lucena, Pesquisador
Bolsista do PRH-25/ANP
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UAEC
Rua João Alves de Lira 1112 – Prata
Cep: 58101-281; Campina Grande; PB; Brasil;
(83) 3343-1573, e-mail: lucenafb@uol.com.br

Eng^a. Lêda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena, Eng^o civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental
Rua João Alves de Lira 1112 – Prata
Cep: 58101-281; Campina Grande; PB; Brasil;
Fone: (83) 3343-1573, e-mail: ledach@uol.com.br



Editora da Universidade Federal de Campina Grande

EXPEDIENTE

Prof. Thompson Fernandes Mariz
Reitor

Prof. Dr. Edilson Amorim
Vice-Reitor

Prof. Dr. Antônio Clarindo Barbosa de Souza
Diretor Administrativo da EDUFCG

Conselho Editorial da EDUFCG:

Prof. Benedito Antonio Luciano - CEEI
Prof. Carlos Alberto Vieira de Azevedo - CTRN
Prof^a. Consuelo Padilha Villar - CCBS
Prof. Joaquim Cavalcante Alencar - CCJS (Sousa)
Prof. José Helder Pinheiro - CH
Prof. Onaldo Guedes Rodrigues - CSTR (Patos)
Prof. Wanderley Alves de Sousa - CFP (Cajazeiras)

Autores

Prof. Dr. John Kennedy Guedes Rodrigues
M.Sc. Carlos André da Silva Morais
D.Sc. Adriano Elísio de Figueirêdo Lopes Lucena
Eng^a. Lêda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena

Ilustração

Thayroni Araújo Arruda

Designer gráfico

Thayroni Araújo Arruda

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M294
2009 Manual: avaliação, manutenção e restauração de pavimento de vias públicas/ John Kennedy Guedes Rodrigues; Carlos André da Silva Morais; Adriano Elísio de Figueiredo Lopes Lucena; Leda Christiane de Figueiredo Lopes Lucena. - Campina Grande: EDUFCG, 2009.
64 p.

ISBN: 978-85-89674-72-0
Referências.

1. Pavimentos 2. Asfalto 3. Derivados de Petróleo I. Rodrigues, John Kennedy Guedes II. Morais, Carlos André da Silva III. Lucena, Adriano Elísio de Figueiredo Lopes IV. Lucena, Leda Christiane de Figueiredo Lopes V. Título.

CDU - 625.85

AUTORES:

Prof. Dr. John Kennedy Guedes Rodrigues
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UAEC
Av. Aprígio Veloso 882 – Bodocongó
Cep: 58109-970; Campina Grande; PB; Brasil;
(83) 3310-1305, e-mail: jkennedy@dec.ufcg.com.br



M.Sc. Carlos André da Silva Morais, Eng^o civil
Rua Getúlio Cavalcante 1477 – Jardim Paulistano
Cep: 58105-305; Campina Grande; Paraíba-PB;
Fone: (83) 3331-5518, e-mail: carlosmesmo@yahoo.com.br

D.Sc. Adriano Elísio de Figueirêdo Lopes Lucena, Pesquisador
Bolsista do PRH-25/ANP
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UAEC
Rua João Alves de Lira 1112 – Prata
Cep: 58101-281; Campina Grande; PB; Brasil;
(83) 3343-1573, e-mail: lucenafb@uol.com.br



Eng^a. Lêda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena, Eng^o civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental
Rua João Alves de Lira 1112 – Prata
Cep: 58101-281; Campina Grande; PB; Brasil;
Fone: (83) 3343-1573, e-mail: ledach@uol.com.br

APRESENTAÇÃO

As etapas de manutenção e o gerenciamento dos pavimentos urbanos são negligenciados pela grande maioria das administrações públicas, uma vez que as operações corretivas são geralmente emergenciais e, portanto, desprovidas de planos apropriados de avaliação, manutenção e restauração.

A pressão da opinião pública, aliada a ausência de políticas públicas de gerenciamento de pavimentos, induz a tomada de decisões rápidas por parte do poder público, decisões estas, geralmente carentes de embasamento técnico adequado para solução dos problemas ao longo prazo. Esta situação é comum em grandes cidades brasileiras e, aparentemente, os riscos de decisões tomadas são bem conhecidos, como exemplo erros nas operações de “**tapa buracos**”, uma das principais atividades de manutenção nas vias urbanas.

Com relação aos defeitos de pavimentos de vias urbanas, as raízes dos problemas comumente associam-se a má execução de remendos e a um sistema de drenagem de má qualidade. Atualmente, a metodologia de avaliação, manutenção e recuperação destas vias é a mesma aplicada aos pavimentos de rodovias, a questão é: para vias urbanas necessita-se de planos detalhados e que sejam subsidiados com um inventário de defeitos específicos, com descrições e conceitos claros, buscando com isso a eficácia da intervenção nos momentos oportunos nestas vias?

O objetivo deste **Manual** é dar subsídios, onde sejam identificados os tipos de defeitos que afetam os pavimentos flexíveis de vias urbanas com: descrição, causas, níveis de deterioração, medições e sugestões para correções, aos engenheiros e aos técnicos de órgãos públicos e privados para as atividades de manutenção, restauração e reconstrução dos pavimentos.

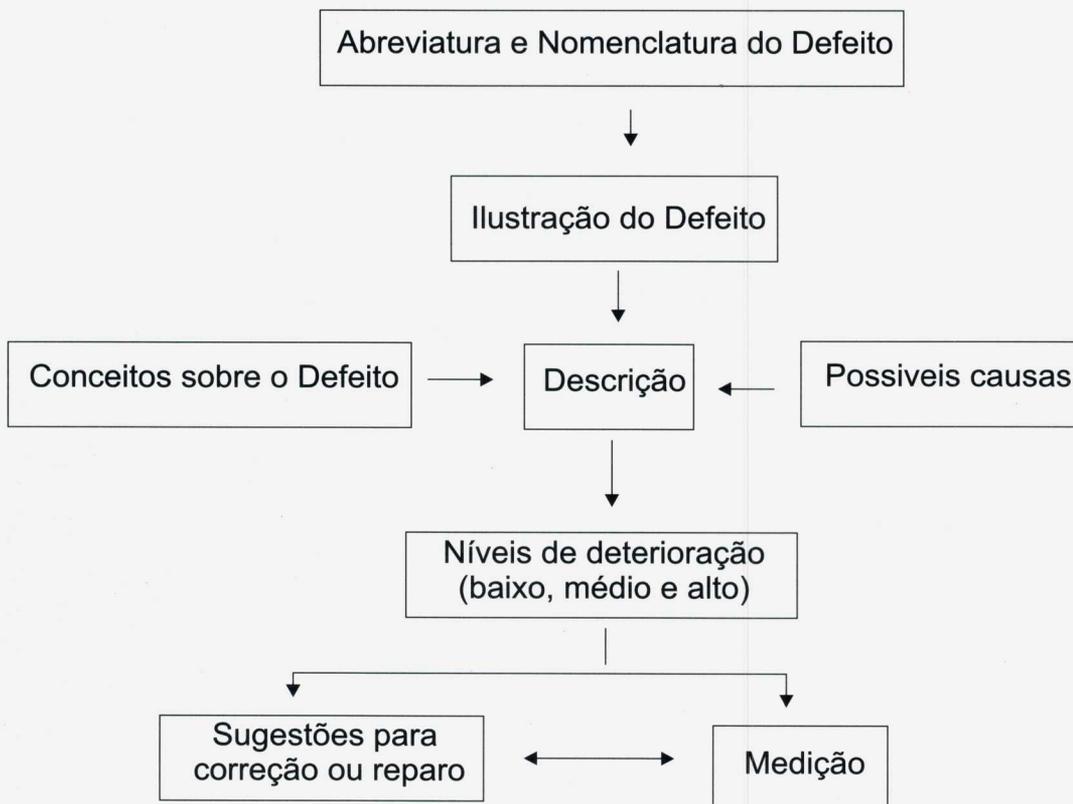
Campina Grande 2008

John Kennedy Guedes Rodrigues

**Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil –
DEC/UFCG**

DESCRIÇÃO SOBRE A ORDEM DO MANUAL

Neste manual, elaborado para auxiliar a avaliação das condições de superfície de pavimentos das vias urbanas, são identificados os tipos de defeitos que afetam os pavimentos flexíveis com: descrição, causas, níveis de severidade, medições e sugestões para correções.



PREFÁCIO

O Manual de Avaliação, Manutenção e Restauração de Vias Urbanas, é resultante de uma solicitação da equipe técnica da ATECEL, realizada ao Prof. John Kennedy, com o objetivo de fornecer subsídios, que possibilitem a execução de remendos em pavimentos flexíveis de forma prática e acessível à boa parcela de engenheiros que trabalham na conservação de pavimentos urbanos flexíveis. Originado, inicialmente, da dissertação de Mestrado do aluno Carlos André e com a colaboração do bolsista do PRH-25/ANP Adriano Elísio e da aluna de mestrado Lêda Christiane, o manual possui como característica principal a conjugação das ilustrações com fotos e a engenharia de execução, se completando, produzindo assim, um documento de fácil leitura e compreensão que com certeza terá permanente consulta pelos usuários dos serviços. Parabenizamos os autores do trabalho e que este seja o primeiro de uma série de novos produtos que sirva de ferramenta prática para soluções do dia-a-dia da engenharia rodoviária.

Professor Titular Eng^o M.Sc. Francisco Edmar Brasileiro
Professor Titular Eng^o M.Sc. Francisco Barbosa de Lucena

A

Trincas

DPUTFT	Trincas por Fadiga em Trilhas de rodas.....	1
DPUTB	Trincas em Blocos.....	3
DPUTJ	Trincas couro-de-Jacaré.....	5
DPUTC	Trincas de Canto.....	7
DPUTL	Trincas Longitudinais.....	9
DPUTT	Trincas Transversais.....	11
DPUTR	Trincas de Reflexão.....	13

B

Remendos
Deteriorados

DPURTB	Remendos com Trincas em Blocos.....	15
DPURE	Remendo com Escorregamento da mistura asfáltica.....	17
DPURL	Remendo formando "Lombada".....	19
DPURS	Remendo formando "Sarjeta".....	21

C

Panelas

DPUPD	Panelas de Deterioração.....	23
-------	------------------------------	----

D

Defeitos de
Superfície

DPUATR	Afundamento de Trilha de Roda.....	25
DPUEMA	Envelhecimento da Mistura Asfáltica.....	27
DPUSA	Soltamento do Agregado da mistura asfáltica.....	29
DPUSC	Sobreposição de Camadas.....	31
DPUFAP	Falta de Aderência entre o asfalto e a superfície do Paralelepípedo.....	33
DPUDPA	Desnível acentuado entre a Pista e o Acostamento.....	35
DPUFA	Falhas no Acostamento.....	37
DPURR	Ruptura do revestimento por Raízes de árvores.....	39
DPURTF	Ruptura do revestimento nas proximidades de Trilhos de Ferrovias.....	41
DPUER	Escorregamento do Revestimento.....	43

E

Defeitos de
Drenagem

DPUAPV	Afundamento do tampão do Poço de Visita.....	45
DPUEPV	Elevação do tampão do Poço de Visita.....	47
DPUDCC	Desnível da Caixa Coletora.....	49
DPUES	Entupimento das Sarjetas.....	51
DPUFDS	Falta de Drenagem Superficial.....	53
DPUFED	Falta de Equipamentos Drenagem Subterrânea.....	55

F

Anexos

Anexos.....	57
-------------	----

G

Bibliografia
Citada

Bibliografia Citada.....	64
--------------------------	----

DPUTFT - Trincas por Fadiga em Trilhas de rodas

Descrição: Conjunto de trincas interligadas, compostas de pequenos blocos com orientações variadas, com ângulos agudos e muitos lados.

Possíveis Causas: Deformações repetidas provocadas pelas solicitações das cargas do tráfego; existência de camadas instáveis abaixo do revestimento; espessura insuficiente do revestimento para suportar cargas solicitantes; contração da capa asfáltica, em função da variação negativa da temperatura e o aumento da rigidez do revestimento; oxidação prematura do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) devido ao alto aquecimento na fase de mistura.

Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de pequenas trincas com abertura 1 mm, sem erosão nas bordas, podem estar conectadas ou não, paralelas ao eixo da pista. Inicialmente pode haver uma única trinca, na trilha de roda.

Médio: Ocorrência de pequenos blocos formados pelas trincas com ou sem erosão nas bordas.

Alto: Ocorrência de trincas com grandes erosões nas bordas; alguns blocos podem estar soltos e se movimentam com o tráfego, em alguns casos pode haver o bombeamento de finos para a superfície do revestimento.

Como medir: Estimativa da área afetada, por intermédio do retângulo circunscrito, com um lado paralelo ao eixo da pista. No caso de defeito com vários níveis de deterioração em sua estrutura, a área afetada deve ser considerada e classificada no maior nível existente.



Sugestões para correção:

- fresagem e execução de um remendo profundo sobre a área afetada;
- retirada do material da área afetada, e melhoramento das camadas de suporte abaixo do revestimento;
- execução de um novo revestimento com resistência compatível com as solicitações impostas pelo tráfego.



Trincas por Fadiga em Trilhas de rodas



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUTB - Trincas em Blocos

Descrição: Conjunto de trincas interligadas que formam blocos de aproximadamente 0,1m² a 10m² de área. São classificados como Trincas Transversais e Longitudinais interligadas.

Possíveis Causas: Contração da capa asfáltica, em função da alternância diária de temperatura; baixa resistência à tração da mistura asfáltica.

Trincas

Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrências de pequenas erosões nos bordos das trincas com largura média < 6 mm.

Médio: Ocorrência de trincas com erosão moderada com largura média > 6mm.

Alto: Ocorrência de trincas com alto grau de erosão em seus bordos com largura média > 10 mm.

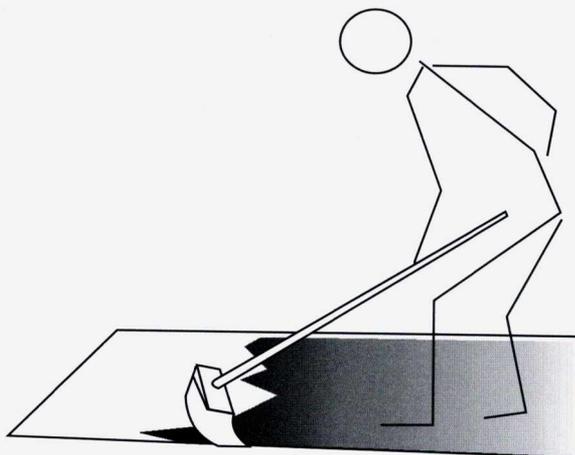
Como medir: Estimativa da área da superfície afetada.



Trincas em Blocos
[Fonte: São José da Mata, Campina Grande-PB]

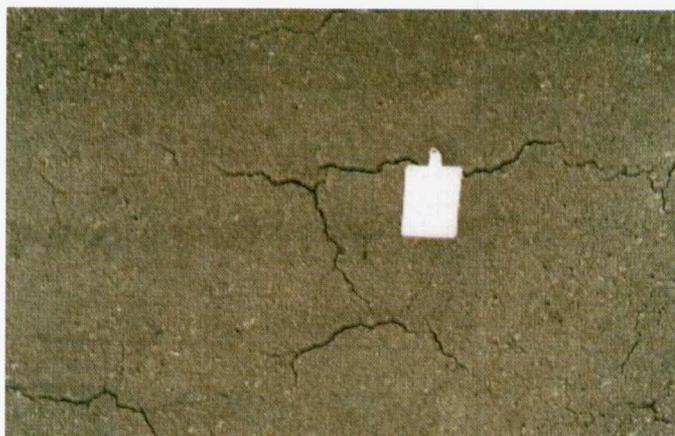
Sugestões para correção:

- selagem das trincas com lama asfáltica;
- fresagem sobre a área afetada e execução de um remendo profundo;
- execução de um novo revestimento com resistência adequável as solicitações impostas pelo tráfego.



Selagem das trincas com lama asfáltica

Trincas em Blocos



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUTJ - Trincas couro-de-Jacaré

Descrição: Conjunto de trincas transversais e longitudinais interligadas formando blocos com orientações variadas, com ângulos agudos e lados variados.

Possíveis Causas: Contração da capa asfáltica devido à variação de temperatura; material do revestimento apresenta baixa viscosidade; deformações repetidas provocadas pelas cargas de tráfego; instabilidade das camadas inferiores e/ou espessura do revestimento insuficiente.

Trincas

Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de trincas longitudinais e transversais capilares com abertura menor ou igual a 1mm.

Médio: Ocorrência de trincas longitudinais e transversais interligadas formando pequenos blocos de lados variados.

Alto: Ocorrência de trincas longitudinais e transversais interligadas formando blocos de lados variados e com erosões em seus bordos podendo apresentar ruptura do revestimento e bombeamento de finos.

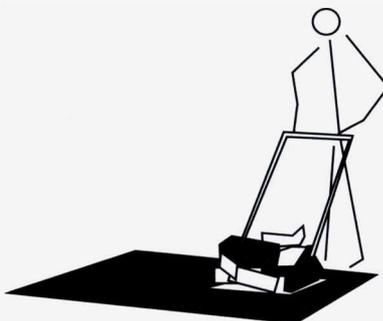
Como medir: Estimativa da área afetada por intermédio do retângulo circunscrito com um lado paralelo ao eixo da via.



Trincas couro-de-Jacaré
[Fonte: Rua Professor Lenier Sucupira Meira de Almeida, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- execução de revestimento sobre a área afetada com mistura asfáltica com resistência adequável as solicitações impostas pelo tráfego;
- fresagem e execução de um remendo profundo;
- remoção do material da área afetada e melhoramento das camadas abaixo da superfície.



Execução de um remendo profundo

Trincas couro-de-Jacaré



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração Alto

DPUTC - Trincas de Canto

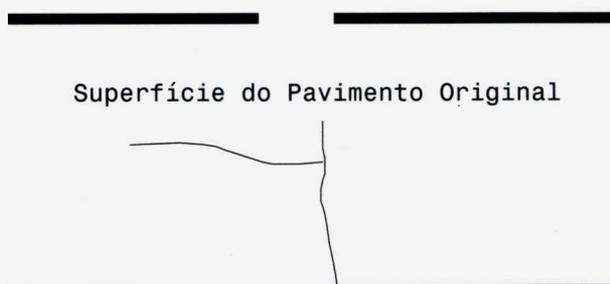
Descrição: Consiste em uma trinca situada ao longo de uma faixa de 30 a 60cm do bordo da pista ou na junção onde o pavimento sofreu algum alargamento.

Possíveis Causas: Má execução do acostamento ou do alargamento do pavimento; falta de adequado confinamento lateral do acostamento; diferença de rigidez entre os materiais constituintes do alargamento e do pavimento antigo; ação erosiva da água; ruptura plástica das camadas inferiores no local sob as trincas.

Níveis de deterioração:

- Baixo: Ocorrência de trincas transversais e longitudinais com espessura e comprimento $< 6\text{mm}$ e/ou $< 0,5\text{m}$ respectivamente.
- Médio: Ocorrência de trincas transversais e longitudinais com espessura e comprimento $> 6\text{mm}$ e/ou $> 0,5\text{m}$, respectivamente, com ocorrência de desagregação moderada.
- Alto: Ocorrência de trincas transversais e longitudinais com espessura e comprimento $> 10\text{mm}$ e/ou $> 1,0\text{m}$, respectivamente, com ocorrência de desagregação em grande intensidade.

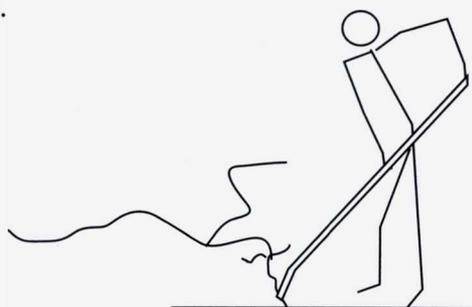
Como medir: Estimativa das espessuras e dos comprimentos das trincas transversais e longitudinais. Verificação da ocorrência de desagregações de materiais no interior das trincas.



Trincas de Canto
(Fonte: Avenida Brasília, Campina Grande-PB)

Sugestões para correção:

- instalação de equipamentos de drenagem;
- aplicação de selante;
- execução de um remendo profundo;
- execução e regularização de um novo acostamento e revestimento caso haja recalque nos bordos.



Aplicação de lama asfáltica

Trincas de Canto – Ilustrações nos níveis de deterioração



Nível de deterioração baixo
(Fonte: Avenida Brasília, Campina Grande-PB)



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUTL - Trincas Longitudinais

Descrição: Trinca única ou um conjunto de trincas no sentido longitudinal ao eixo da rodovia.

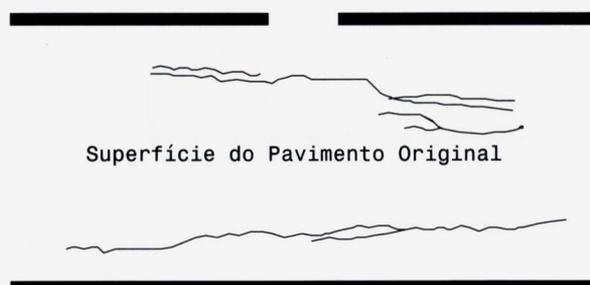
Possíveis Causas: Ligação inadequada entre as camadas lançadas consecutivamente para formar as faixas de tráfego; recalque das camadas abaixo do revestimento; trincas de reflexão devido ao movimento de placas de concreto de cimento Portland.

Trincas

Níveis de deterioração:

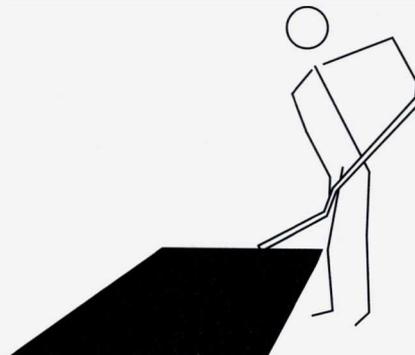
- Baixo: Ocorrência de trincas longitudinais com abertura menor que 10 mm.
- Médio: Ocorrência de trincas moderadamente erodidas, com abertura entre 10 e 76 mm, permitindo infiltração de água; há ocorrência de trincas menores de baixa deterioração, próxima as trincas maiores ou na intercessão destas; não ocorre significativo impacto durante o tráfego sobre a região afetada.
- Alto: Ocorrência de trincas altamente erodidas e/ou aleatórias de média ou alta severidade, próximo de outras trincas ou na interseção destas, podendo causar impactos e desconfortos aos usuários durante o tráfego sobre a região afetada.

Como medir: São medidas em metro linear. O comprimento e a deterioração de cada trinca devem ser identificados e registrados. Caso o nível de deterioração das trincas seja variável, a extensão de cada porção das trincas, de mesmo grau de deterioração, deve ser medido e registrado separadamente.



Sugestões para correção:

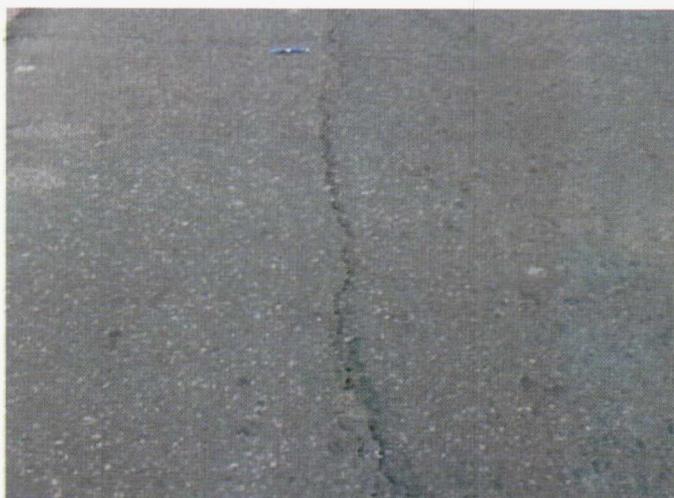
- selagem das trincas individualmente;
- aplicação de selante (emulsão asfáltica) em toda área afetada;
- retirada do revestimento e/ou camadas inferiores com a execução de um remendo profundo;



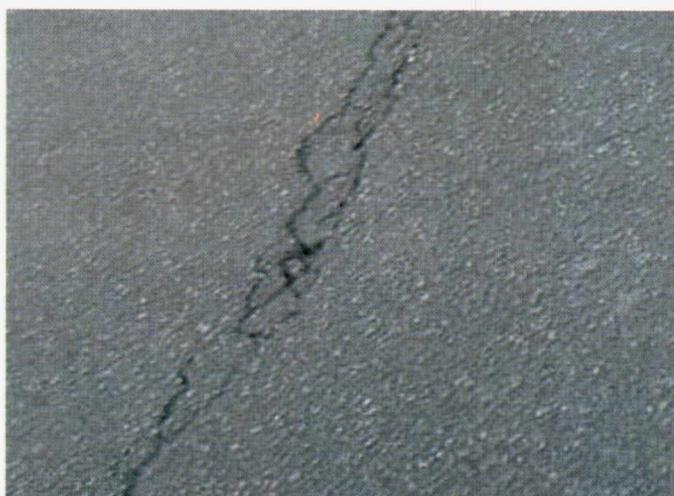
Trincas Longitudinais



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUTT - Trincas Transversais

Descrição: Conjunto de trincas perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento.

Possíveis Causas: Contração do revestimento asfáltico, devido à variação da temperatura e/ou perda de viscosidade do CAP; trincas de reflexão oriundas de movimento de placas de concreto de cimento Portland.

Níveis de deterioração:

- Baixo: Ocorrência de trincas longitudinais com abertura menor que 10 mm.
- Médio: Ocorrência de trincas moderadamente erodidas, com abertura entre 10 e 76 mm, permitindo infiltração de água; há ocorrência de trincas menores de baixa deterioração, próxima as trincas maiores ou na intercessão destas; não ocorre significativo impacto durante o tráfego sobre a região afetada.
- Alto: Ocorrência de trincas altamente erodidas e/ou aleatórias de média ou alta deterioração, próximo de outras trincas ou na interseção destas, podendo causar impactos e desconfortos aos usuários durante o tráfego sobre a região afetada.

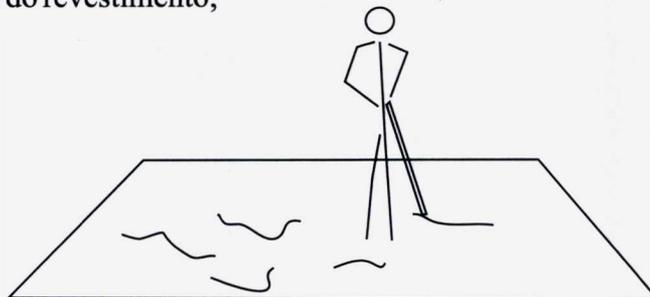
Como medir: São medidas em metro linear. O comprimento e a deterioração de cada trinca devem ser identificados e registrados. Caso o nível de deterioração das trincas seja variável, a extensão de cada porção das trincas, de mesmo grau de deterioração, deve ser medido e registrado separadamente.



Trincas Transversais
[Fonte: Av. Floriano Peixoto, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- selagem das trincas com lama asfáltica;
- fresagem sobre a área afetada execução de um novo revestimento;
- execução de um remendo com remoção do material e melhoramento das camadas abaixo do revestimento;

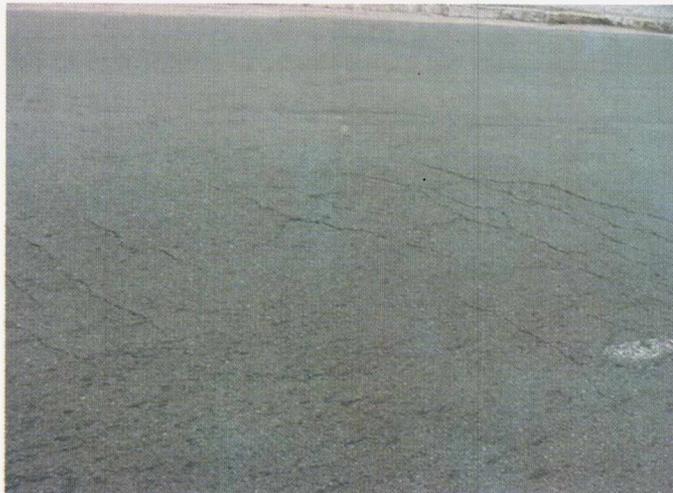


Selagem das trincas

Trincas Transversais



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUTR - Trincas de Reflexão

Descrição: Conjunto de trincas longitudinais e/ou transversais que ocorrem nos revestimentos asfálticos sobre juntas de dilatação e construção de revestimentos constituídos de concreto de cimento Portland.

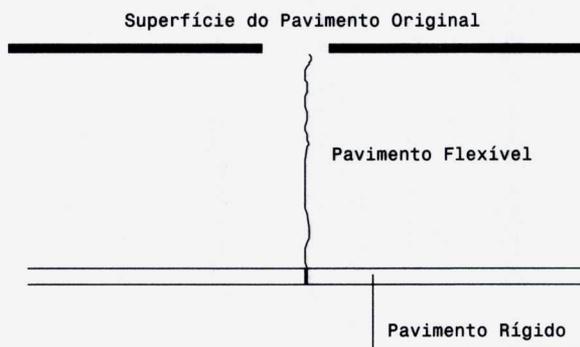
Possíveis Causas: Movimentos nos revestimentos de concretos de cimento Portland.

Trincas

Níveis de deterioração:

- a) Baixo: Ocorrência de trincas longitudinais com abertura menor que 10 mm.
- a) Médio: Ocorrência de trincas moderadamente erodidas, com abertura entre 10 e 76 mm, permitindo infiltração de água; há ocorrência de trincas menores de baixa deterioração, próxima às trincas maiores ou na intercessão destas; não ocorre significativo impacto durante o tráfego sobre a região afetada.
- c) Alto: Ocorrência de trincas altamente erodidas de média ou alta deterioração, próximo de outras trincas ou na interseção destas, podendo ocorrer a infiltração de água e o bombeamento de fino para superfície do pavimento.

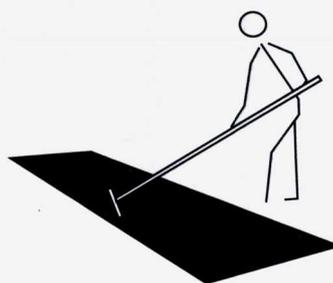
Como medir: São medidas em metro linear. O comprimento e a deterioração de cada trinca devem ser identificados e registrados separadamente. Nos casos em que ocorra o bombeamento de finos deve ser registrada tal informação.



Trincas de Reflexão
[Fonte: Av. Brasília, Campina Grande-PB]

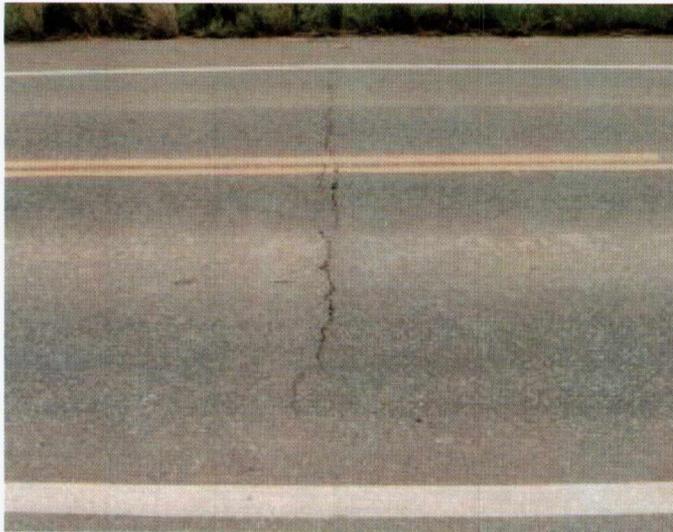
Sugestões para correção:

- selagem das trincas com mistura asfáltica (Emulsão);
- colocação, sobre a área afetada, de tratamento superficial ou de emulsão asfáltica com areia fina (lama asfáltica).



Colocação de Lama asfáltica

Trincas de Reflexão



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPURTB - Remendo com Trincas em Blocos

Descrição: Conjunto de trincas interligadas que formam blocos retangulares de aproximadamente 0,1m² a 10m² de área, localizadas na área em que foi executado o remendo.

Possíveis Causas: Fadiga prematura do revestimento do remendo, causada pela falta de suporte das camadas inferiores (base e/ou sub-base); pela contração da capa asfáltica, em função da variação de temperatura; pela baixa resistência à tração da mistura asfáltica utilizada no remendo.

Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de trincas não erodidas com largura média de no máximo 6mm.

Médio: Ocorrência de trincas moderadamente erodidas com largura média maior que 6mm.

Alto: Ocorrências de trincas com largura média maior que 6mm e altamente erodidas, podendo se soltar durante a passagem de veículos.

Como medir: Estimativa da área afetada e da largura média das trincas. Existindo trincas de diferentes níveis de deterioração, registra-se a área com maior nível.



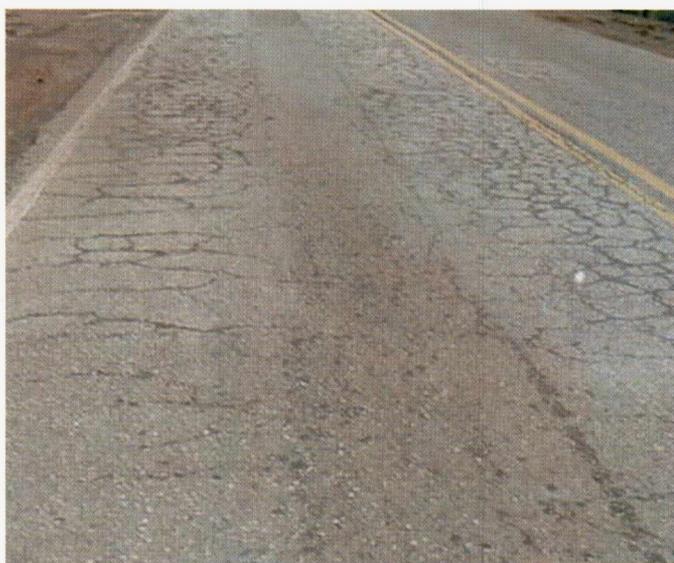
Remendo com Trincas em Blocos
[Fonte: Distrito de São José da Mata, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

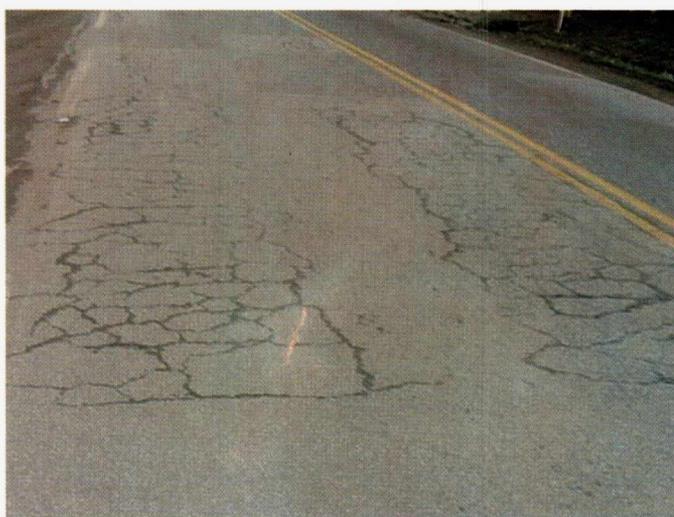
- retirada do revestimento e execução de um remendo com características de resistência melhor;
- controle de compactação e regularização das camadas inferiores à área afetada;
- Selagem com capa selante, com resistência adequada às solicitações do tráfego.



Remendo com Trincas em Blocos



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

**Remendos
Deteriorados**

DPURE – Remendos com Escorregamento da mistura asfáltica

Descrição: Deslocamento lateral do revestimento do remendo.

Possíveis Causas: Instabilidade mecânica ao cisalhamento causada por erro de dosagem da mistura asfáltica, agravada pelo aumento da temperatura e excesso de carga.

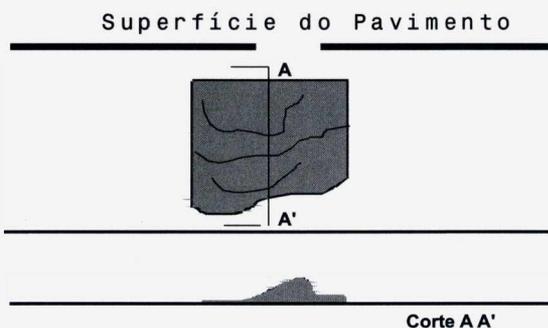
Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrências de deslocamentos em área que abrange valores menores que $0,10\text{m}^2$.

Médio: Ocorrências de deslocamentos em área que abrange valores entre $0,10\text{m}^2$ e $0,50\text{m}^2$.

Alto: Ocorrências de deslocamentos em área que abrange valores maiores que 1m^2 .

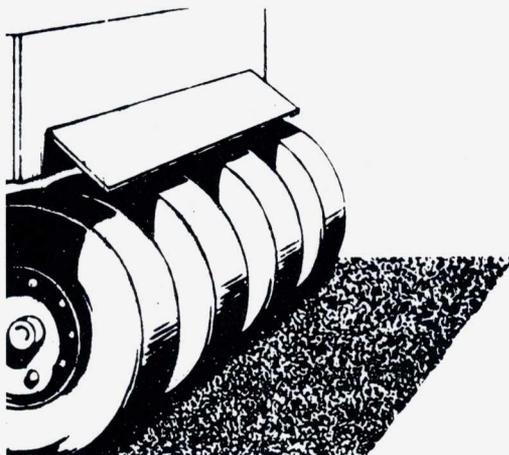
Como medir: Mede-se a área da superfície afetada, por intermédio de um retângulo circunscrito com orientação longitudinal ao eixo da via.



Remendos com Escorregamento da mistura asfáltica
[Fonte: Rua Republica, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- retirada do material do revestimento;
- dosagem de uma nova mistura asfáltica;
- execução de um novo remendo.



Execução de um novo revestimento na
área afetada (Fonte: DNIT)

Remendos com Escorregamento da mistura asfáltica



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPURL - Remendo formando “Lombada”

Descrição: Elevação do revestimento de remendos em relação a superfície original sobre obras de redes hidráulicas.

Possíveis causas: Excesso de material utilizado na execução do revestimento na área do remendo.

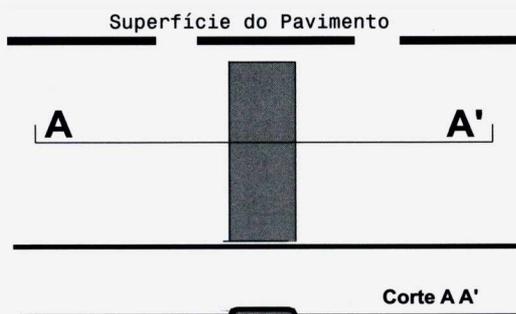
Níveis de deterioração:

Baixo: Elevação média do revestimento entre 1cm a 3cm.

Médio: Elevação média do revestimento entre 4cm a 7cm. Ocorrência de pequeno desconforto durante o tráfego sobre a área afetada, principalmente para o tráfego de motocicletas.

Alto: Elevação média do revestimento acima de 7cm. Esta situação apresenta desconforto durante o tráfego sobre a área que contém o remendo, podendo causar acidentes caso os veículos transitem em alta velocidade.

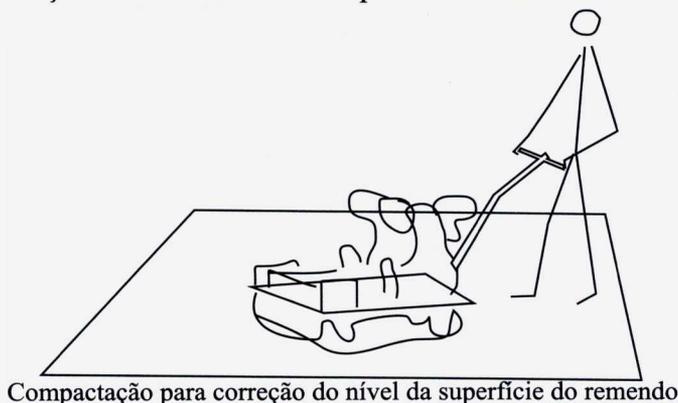
Como medir: Registra-se, em centímetros, a altura máxima da elevação o mais próximo possível entre o nível médio da superfície do pavimento e a altura máxima da superfície do remendo.



Remendo formando “Lombada”
[Fonte: Rua Padre Anchieta Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- retirada do material e correção do nível da superfície do remendo com a superfície do pavimento original;
- compactação e nivelamento adequado de um novo revestimento sobre a área afetada.



Remendo formando “Lombada”



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPURS - Remendo formando "Sarjeta"

Descrição: Afundamento do revestimento de remendos em relação à superfície original sobre obras de redes hidráulicas.

Possíveis causas: Falta de compactação das camadas inferiores ao revestimento durante a execução do remendo.

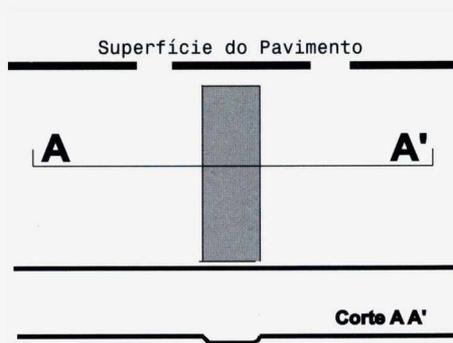
Níveis de deterioração:

Baixo: Desnível médio do revestimento entre 1cm a 3cm.

Médio: Desnível médio do revestimento entre 4cm a 7cm. Ocorrência de pequeno desconforto durante o tráfego sobre a área afetada, principalmente para o tráfego de motocicletas.

Alto: Desnível médio do revestimento acima de 7cm. Esta situação apresenta desconforto durante o tráfego sobre a área que contém o remendo, podendo causar acidentes caso os veículos transitem em alta velocidade.

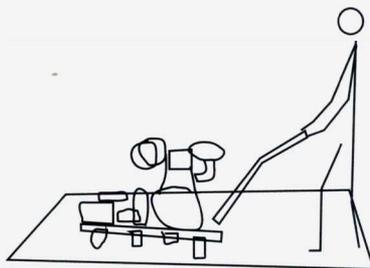
Como medir: Registra-se, em centímetros, a altura máxima do desnível o mais próximo possível entre o nível da superfície do pavimento e a altura da superfície do remendo.



Remendo formando "Sarjeta"
[Fonte: Rua Nilo Peçanha Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- retirada do material e correção do nível da superfície do remendo com a superfície do pavimento original;
- compactação adequada ($G > 95\%$) das camadas inferiores ao revestimento;
- execução de um novo revestimento sobre a área afetada.



Compactação para correção do nível da superfície do remendo

Remendo formando "Sarjeta"



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUPD - Painelas de Deterioração

Descrição: São buracos de tamanhos variados, situados no revestimento do pavimento.

Possíveis Causas: Deteriorações no revestimento devido às trincas por fadiga; desagregação localizada na superfície do pavimento; má adesividade entre o revestimento e a camada inferior, como por exemplo, sobreposição de camadas revestimento asfáltico e paralelepípedo ou concreto de cimento Portland e drenagem deficiente.

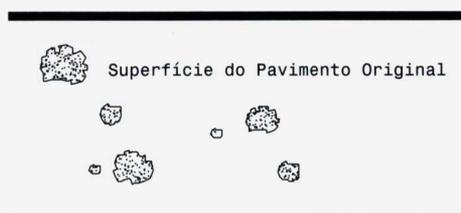
Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de painelas com profundidade menor que 25mm e área maior ou igual 0,28m².

Médio: Ocorrência de painelas com profundidade maior que 25mm e área maior que 0,28m²; podem apresentar profundidade entre 25 a 50mm e área menor que 0,28m²; ou profundidade maior que 50mm e área maior que 0,1 m² de área.

Alto: Ocorrência de painelas com profundidade entre 25 e 50mm e área maior que 0,28m²; podem apresentar profundidade maior que 50mm e área maior que 0,10m², e causar riscos eminentes de acidentes aos usuários de motocicletas.

Como medir: Mede-se a profundidade, em milímetros, e a área da painela por intermédio do retângulo circunscrito, com um lado paralelo ao eixo da rodovia. Cada nível de deterioração deve ser medido e registrado separadamente.



Painelas de Deterioração
[Fonte: Av. Assis Chateaubriand, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- limpeza do buraco;
- corte em forma retangular da área afetada;
- remoção da água existente;
- preenchimento com pré-misturado a frio;
- compactação com placa vibratória;
- regularização do sistema de drenagem.

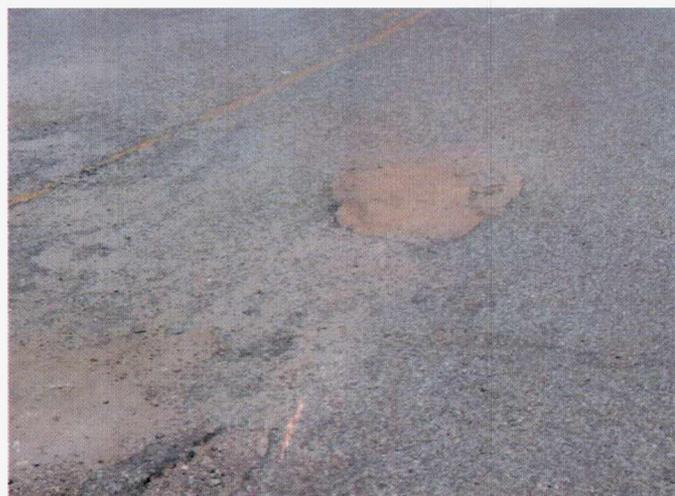


Preenchimento da painela com Pré-misturado a frio

Panelas de Deterioração



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUATR - Afundamento de Trilha de Roda

Descrição: Desnível longitudinal da superfície da trilha de rodas, caracterizado por um afundamento do revestimento e/ou das camadas inferiores.

Possíveis Causas: Densificação dos materiais do revestimento ou ruptura por cisalhamento; má compactação das camadas inferiores e do revestimento durante a construção; densificação dos materiais das camadas abaixo da superfície do pavimento devido à infiltração de água.

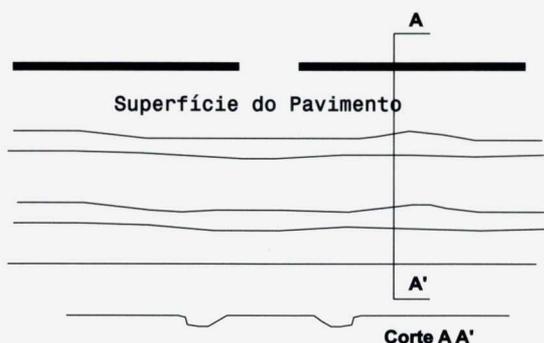
Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de afundamento com profundidade média compreendida entre 6mm e 12mm;

Médio: Ocorrência de afundamento com profundidade média compreendida entre 12mm e 25mm;

Alto: Ocorrência de afundamento com profundidade média maior que 25mm.

Como medir: Estimativa da profundidade do afundamento em milímetros, em intervalos de 15 a 25m para cada trilha de roda, com 1 a 2m de extremidade direta.



Afundamento de Trilha de Roda
[Fonte: Rua Vigário Calisto, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- reconstrução e recompactação das camadas inferiores a superfície afetada;
- execução de equipamentos de drenagem se necessários;
- execução de um revestimento com mistura adequável às características de tráfego.



Execução de um novo revestimento

Afundamento de Trilha de Roda



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUEMA - Envelhecimento da Mistura Asfáltica

Descrição: Oxidação do revestimento asfáltico.

Possíveis Causas: Perdas das propriedades químicas em seus níveis molecular e inter-molecular do CAP devido as variações de temperatura, durante a execução do revestimento e ao longo de sua vida útil, bem como, ações inerentes ao meio ambiente tais como a presença excessiva d'água.

Níveis de deterioração:

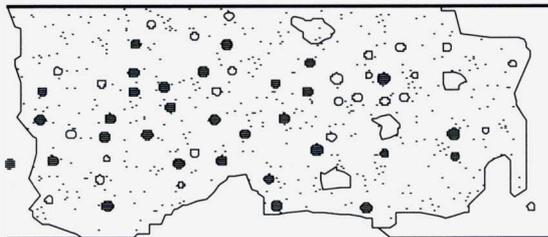
Baixo: Ocorrência de perda de ligante do revestimento, sem presença significativa de desprendimento do agregado na superfície.

Médio: Ocorrência de agregados soltos comprometendo a textura do revestimento, que se encontra moderadamente irregular.

Alto: Ocorrência de agregados soltos e a textura do revestimento encontra-se severamente irregular e esburacada.

Como medir: Mede-se a área da superfície afetada por intermédio do retângulo a ela circunscrito, com um lado paralelo ao eixo longitudinal da via.

Superfície do Pavimento



Envelhecimento da Mistura Asfáltica
[Fonte: Av. Almirante Barroso, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- fresagem e/ou retirada do revestimento na área afetada;
- execução de um novo revestimento com o material adequável as características de tráfego;
- execução de equipamentos de drenagem superficial adequados ao caso, se necessário.

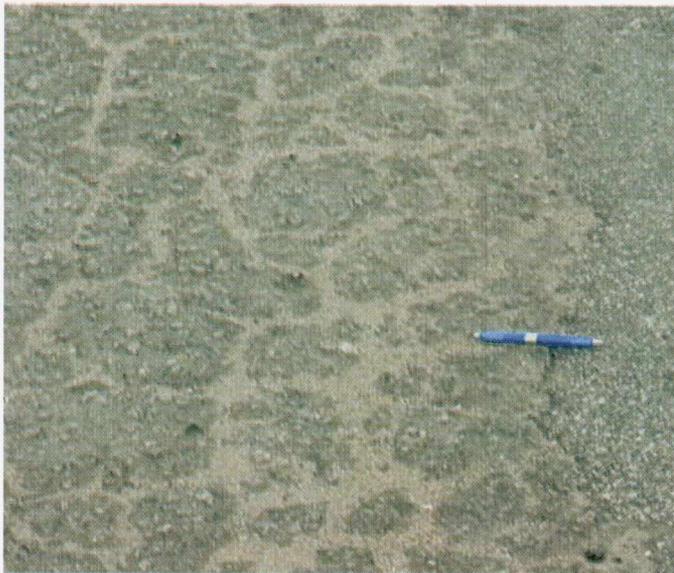


Execução de novo revestimento com mistura adequada

Envelhecimento da Mistura Asfáltica



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUSA - Soltamento do Agregado da mistura asfáltica

Descrição: Desprendimento dos agregados do revestimento asfáltico.

Possíveis Causas: Falta de adesividade entre os agregados e o CAP; teor de CAP insuficiente, oxidação prematura do CAP devido ao aquecimento inadequado durante a mistura na usina; baixa resistência à abrasão dos agregados; e execução do revestimento sob condições climáticas não satisfatórias.

Níveis de deterioração:

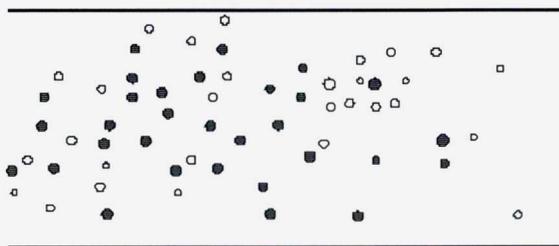
Baixo: Desprendimento dos agregados com o aumento não significativo da textura do pavimento.

Médio: Desprendimento dos agregados causando irregularidades na textura revestimento.

Alto: Os agregados estão soltos e a textura da superfície do pavimento está severamente irregular e esburacada.

Como medir: Mede-se a área da superfície afetada por intermédio do retângulo a ela circunscrito, com um lado paralelo ao eixo da via.

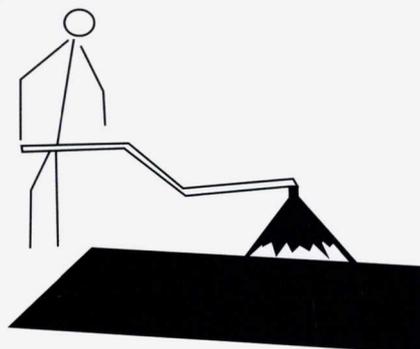
Superfície do Pavimento



Soltamento do Agregado da mistura asfáltica
[Fonte: Rua Almirante Barroso, Campina Grande-PB]

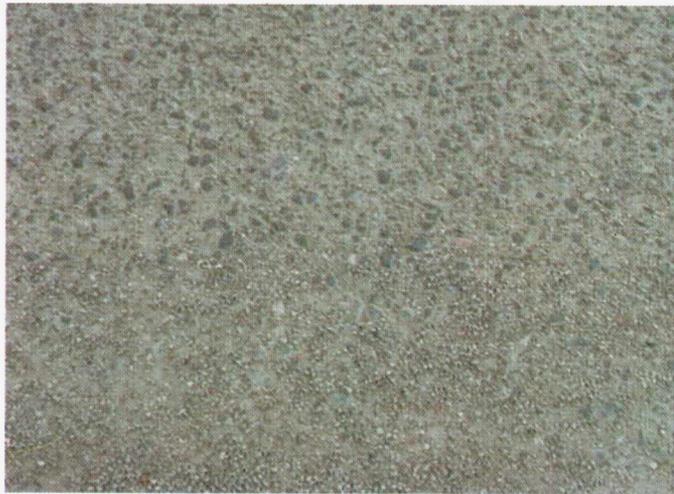
Sugestões para correção:

- limpeza da superfície e aplicação de ligante asfáltico;
- retirada do revestimento asfáltico da área afetada;
- execução de um revestimento asfáltico em obediência a dosagem adequada para as condições de tráfego e de clima da localidade.



Aplicação de ligante asfáltico

Soltamento do Agregado da mistura asfáltica



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUSC - Sobreposição de Camadas

Descrição: Sobreposição de camadas de revestimento.

Possíveis Causas: Não fresagem do revestimento anterior durante a execução de um novo revestimento e inexistência de estudos de nivelamento.

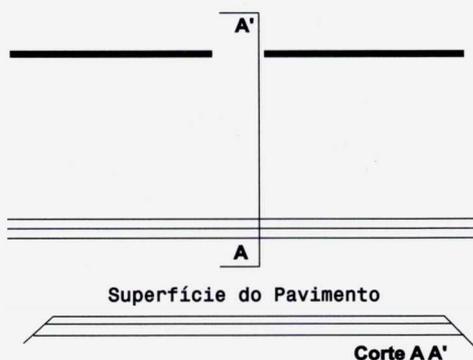
Níveis de deterioração:

Baixo: Desnível entre a superfície do revestimento e equipamentos de drenagem e/ou superfícies de calçadas menores que 10cm.

Médio: Desnível entre a superfície do revestimento e equipamentos de drenagem e/ou superfícies de calçadas variando entre 10cm e 15cm.

Alto: Desnível entre a superfície do revestimento e equipamentos de drenagem e/ou superfícies de calçadas maiores que 15 cm.

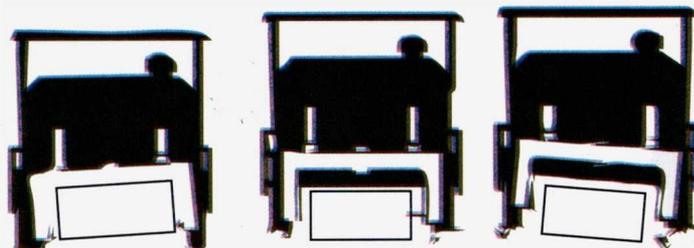
Como medir: Registro da espessura média, em centímetros, das camadas sobrepostas para cada trecho estudado.



Sobreposição de Camadas
[Fonte: Anel viário do Alto Branco, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- fresagem de arremate para retirada dos revestimentos sobrepostos;
- nivelamento da superfície do pavimento em relação aos equipamentos de drenagem e superfícies de calçadas;
- execução de um novo revestimento.



Fresagem para retirada das camadas sobrepostas

Sobreposição de Camadas



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUFAP - Falta de aderência entre o Asfalto e a superfície do Paralelepípedo

Descrição: Desprendimento do revestimento asfáltico em pontos localizados e/ou generalizados.

Possíveis Causas: Falta de aderência entre o revestimento asfáltico e a superfície do paralelepípedo; textura inadequada dos paralelepípedos; não execução de limpeza da superfície dos paralelepípedos e camada de ligação; e propagação de trincas no revestimento asfáltico com infiltração de água.

Níveis de deterioração:

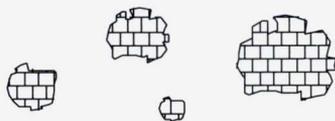
Baixo: Ocorrência de desprendimento do revestimento formando pequenas panelas com área de aproximadamente $0,07\text{m}^2$ a $0,10\text{m}^2$.

Médio: Ocorrência de desprendimento do revestimento formando panelas com área de aproximadamente $0,10\text{m}^2$ a $0,50\text{m}^2$.

Alto: Ocorrência de desprendimento do revestimento formando panelas com área superior a $0,50\text{m}^2$.

Como medir: Estima-se a área formada pela superfície afetada, com auxílio do retângulo a ela circunscrito, com um dos lados paralelo ao eixo central da via.

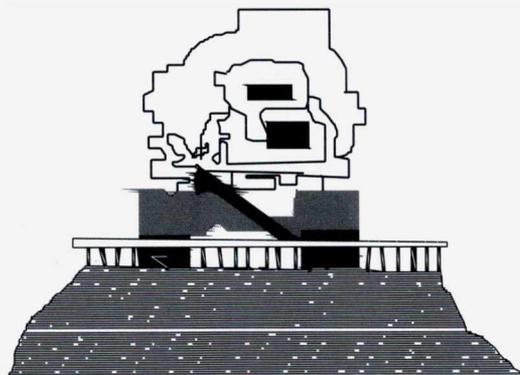
Superfície do Pavimento Original



Falta de aderência entre o Asfalto e a superfície do Paralelepípedo
[Fonte: Avenida Elpidio de Almeida, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- retirada do revestimento por fresagem;
- retirada do revestimento de paralelepípedo;
- imprimação adequada entre as camadas interligadas;
- execução de uma nova camada de revestimento.

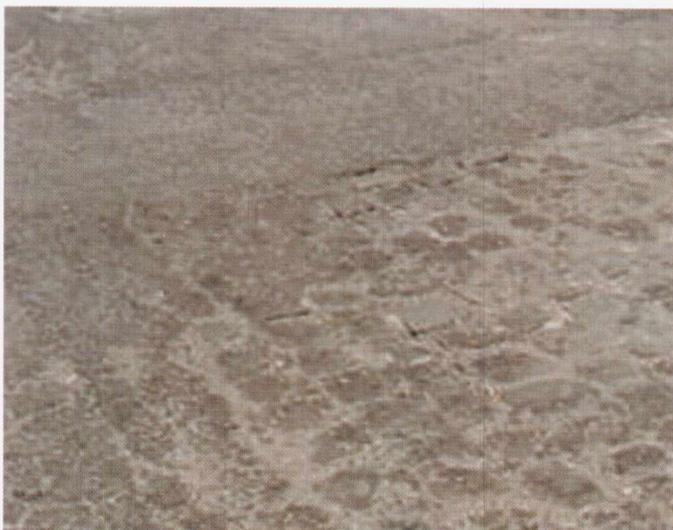


imprimação adequada para melhorar a aderência.

Falta de aderência entre o Asfalto e a superfície do Paralelepípedo



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUDPA - Desnível acentuado entre a Pista e o Acostamento

Descrição: Diferença de nível acentuada entre a superfície do revestimento da camada de rolamento e a superfície do acostamento.

Possíveis Causas: Sobreposição de camadas sem a retirada do revestimento ou recalque do subleito na região do acostamento.

Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de um desnível em torno de 1 cm a 5 cm.

Médio: Ocorrência de um desnível em torno de 5 cm a 8 cm.

Alto: Ocorrência de um desnível > 8 cm. Esta situação apresenta grande desconforto aos usuários que trafegam sobre esta área.

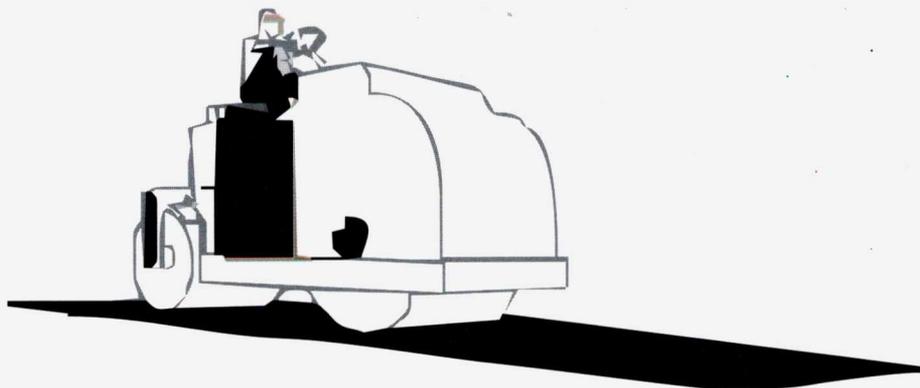
Como medir: Mede-se, em centímetros, o desnível entre a superfície da pista de rolamento e a superfície do acostamento.



Desnível acentuado entre a Pista e o Acostamento
[Fonte: Av. Januncio Ferreira, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- elevar o nível da superfície do acostamento com a execução de uma nova camada de revestimento.

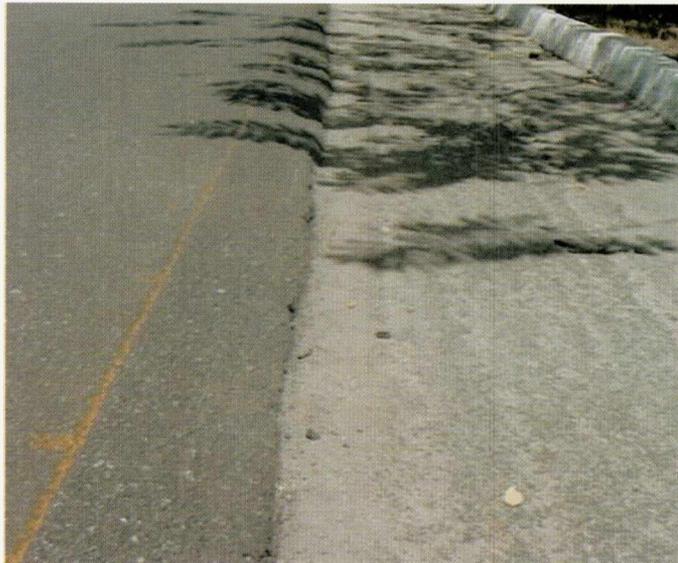


Regularização da superfície de rolamento.

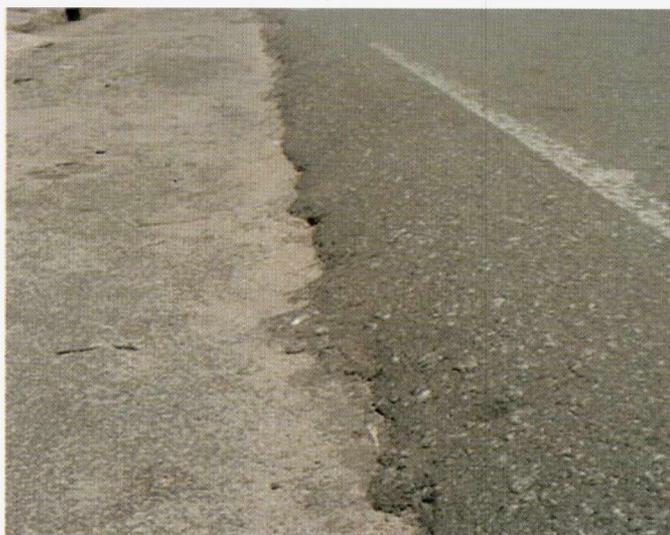
Desnível entre a Pista e o Acostamento



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUFA - Falhas no Acostamento

Descrição: Deterioração do acostamento da via pela presença de irregularidades laterais do revestimento, panelas, trincas, afundamentos, desagregações e despejos de materiais.

Possíveis causas: Má execução dos bordos do revestimento; falta de manutenção preventiva nos acostamentos; deterioração prematura do acostamento; desvios do tráfego sobre o acostamento; e desgaste do material do acostamento.

Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de pequenas panelas, desagregação e irregularidades nos bordos e poucos materiais depositos no acostamento.

Médio: Ocorrência considerável de desagregação e irregularidades nos bordos com presença de materiais soltos no acostamento.

Alto: Observa-se, neste nível, um grande impacto visual sobre a estrutura do pavimento, presença de panelas, grande desagregação e irregularidades nos bordos da pista e presença de materiais soltos em grande proporção no acostamento.

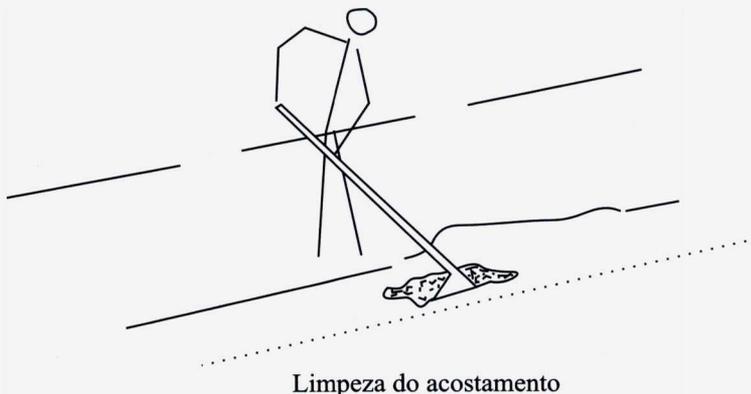
Como medir: Mede-se a área afetada através do retângulo circunscrito ao longo do acostamento.



Falhas no Acostamento
[Fonte: Av. Assis Chateaubriand, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- regularização dos bordos da pista de rolamento;
- limpeza do acostamento;
- execução de uma camada de lama asfáltica de impermeabilização;
- correção da inclinação da superfície melhorando o fluxo de água para as sarjetas.



Limpeza do acostamento

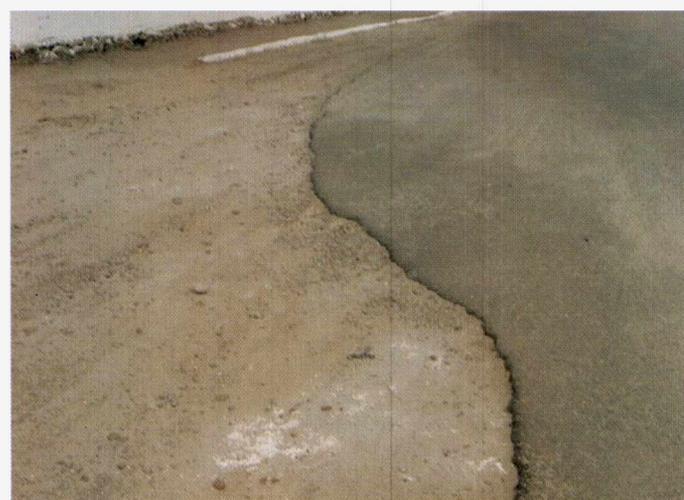
Falhas no Acostamento



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPURR – Ruptura do revestimento por Raízes de árvores

Descrição: Ruptura do revestimento com crescimento de raízes de árvores que se encontram nas margens do pavimento.

Possíveis causas: Presença de arvores com sistema radicular fasciculado as margens do pavimento.

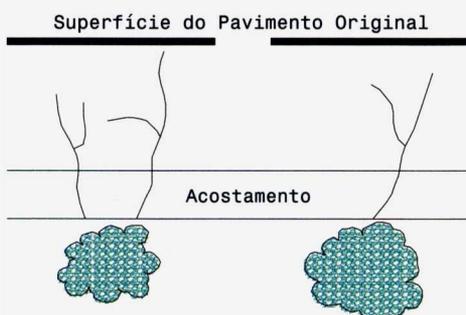
Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de pequenas trincas com espessura menores que 6mm, que se iniciam no local onde se encontra as arvores, afetando caso exista, o acostamento.

Médio: Ocorrência de trincas com espessura entre 6 e 10 mm e desagregação moderada do revestimento, iniciando a partir do local em que se encontra a árvore.

Alto: Ocorrência de grande desagregação e elevação do revestimento com trincas com espessura maiores que 10mm, que se iniciam a partir do local onde se encontram as árvores.

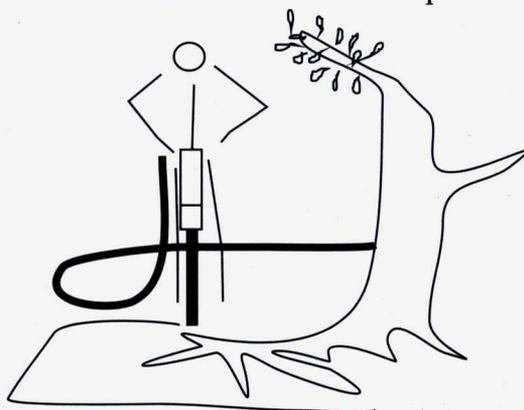
Como medir: Mede-se a abertura e a extensão das trincas que se desenvolve a partir do local em que se encontra a árvore. Registra-se a denominação comum e nome científico da árvore.



Ruptura do revestimento por Raízes de árvores.
[Fonte: Rua Basílio Araújo, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- corte das raízes, a partir do local onde se encontra a árvore;
- execução de um novo revestimento sobre a área afetada;
- substituição das árvores com raízes fasciculada por árvores com raízes pivotantes.



Corte das raízes

Ruptura do revestimento por Raízes de árvores



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPURTF – Ruptura do revestimento nas proximidades de Trilhos de Ferrovias

Descrição: Colapso ou ruptura do revestimento nas proximidades da linha férrea, caracterizado por aberturas de pequenas valas, painelas e/ou soltura do revestimento.

Possíveis Causas: Fadiga do revestimento por vibração dos trilhos durante a passagem de trens, associados à má aderência entre os dois materiais (aço e revestimento); falta de drenagem superficial.

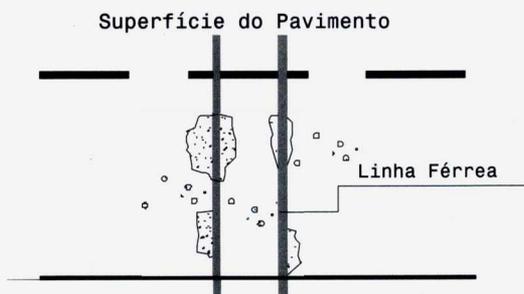
Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de valas com áreas pequenas (menores que $0,28\text{m}^2$; profundidade de 2,5 cm) e/ou fissuras com desagregação na superfície do revestimento próximas aos trilhos considerados de pequenas proporções;

Médio: Ocorrência do desprendimento do revestimento próximo aos trilhos com valas e/ou painelas em proporções que possam gerar desconforto aos usuários (maiores que $0,28\text{m}^2$; profundidade entre 2,5 e 5,0 cm);

Alto: Ocorrência de valas e/ou painelas com a desagregação do revestimento acentuada (maiores que $0,28\text{m}^2$; profundidade de $> 5,0$ cm), gerando um grande impacto visual com riscos de acidentes para os usuários da via.

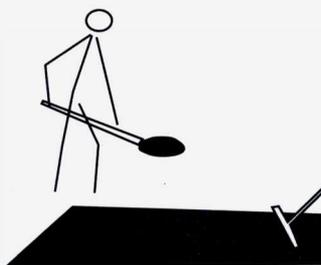
Como medir: Medição em centímetros das áreas e da profundidade das valas e painelas que ocorrem próximos aos trilhos.



Ruptura do revestimento nas proximidades de Trilhos de Ferrovias [Fonte: Av. Assis Chateaubriand, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- execução de dispositivos de drenagem superficial, caso não exista;
- execução de juntas de construção entre o revestimento e os trilhos (mínimo de 2,5 cm);
- execução de remendos com pré-misturado a frio.



Execução do remendo com PMF

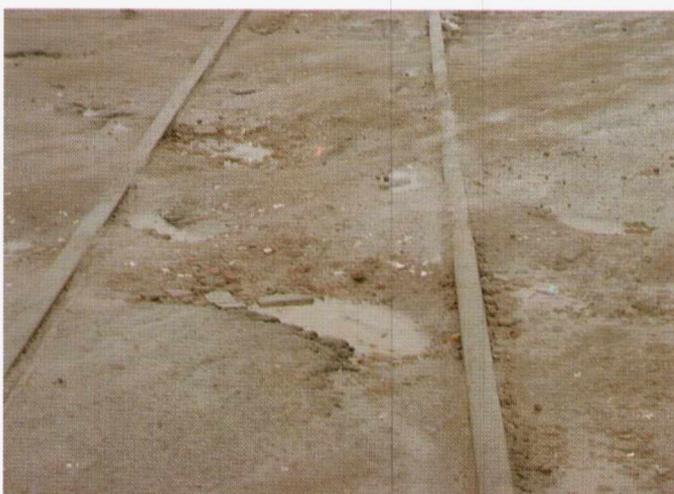
Ruptura do revestimento nas proximidades de Trilhos de Ferrovias



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUER – Escorregamento do Revestimento

Descrição: Distorção caracterizada pela formação de deslocamentos transversais do revestimento asfáltico. Ocorre em locais de frenagem, aceleração, em curvas e intercessões de vias.

Possíveis causas: Má dosagem experimental da mistura asfáltica; excesso de ligante, umidade excessiva das camadas inferiores e revestimento; fraca ligação entre a base e o revestimento e cura insuficiente das misturas que compõem o revestimento.

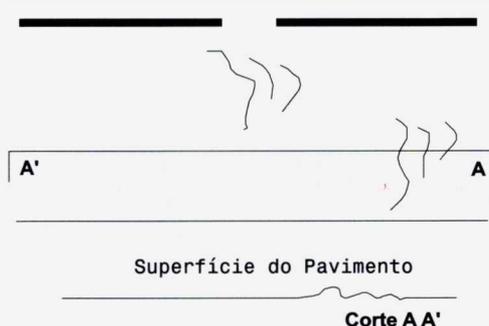
Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de ondulações que abrangem uma área menor que $0,10\text{m}^2$.

Médio: Ocorrência de ondulações que abrangem uma área entre $0,10\text{m}^2$ e $0,50\text{m}^2$, gerando algum desconforto ao usuário da via, principalmente na passagem de motocicletas.

Alto: Ocorrência de ondulações que causam excessiva vibração no veículo durante o tráfego e abrangem uma área maior que $0,50\text{m}^2$, gerando grande desconforto e risco de acidentes aos usuários da via.

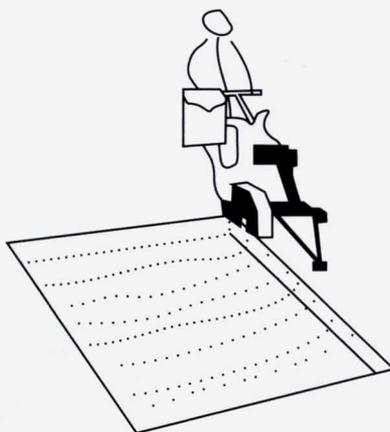
Como medir: Estimativa da área afetada, por intermédio do retângulo a ela circunscrito, com um lado paralelo ao eixo da pista.



Escorregamento do Revestimento
[Fonte: Rua Anacleto Eloy Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- corte e retirada do revestimento;
- fresagem a frio e uso de lama asfáltica;
- execução de um novo revestimento sobre a área afetada.



Corte e retirada do revestimento para retirada da área afetada

Escorregamento do Revestimento



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUAPV - Afundamento do tampão do Poço de Visita

Descrição: Desnível entre o tampão do poço de visita da rede de esgoto e a superfície do revestimento, caracterizado por um afundamento do equipamento.

Possíveis Causas: Execução do revestimento sem acompanhamento topográfico e sobreposição de camadas.

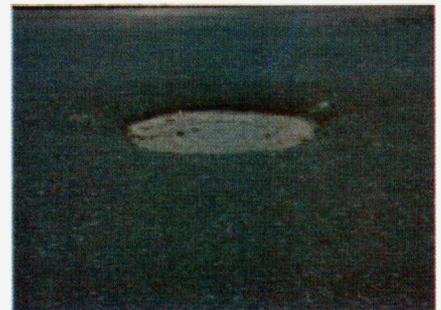
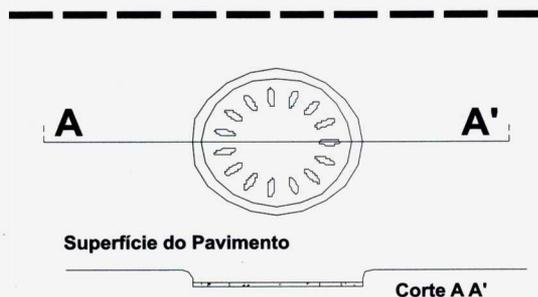
Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de afundamento menor que 3cm de profundidade.

Médio: Ocorrência de afundamento entre 5cm a 8cm de profundidade. Esta situação apresenta um pequeno desconforto para usuários de motocicletas.

Alto: Ocorrência de afundamento maior que 10cm. Esta situação apresenta grande desconforto aos usuários que trafegam sobre esta área, gerando risco eminente de acidentes aos usuários de motocicletas.

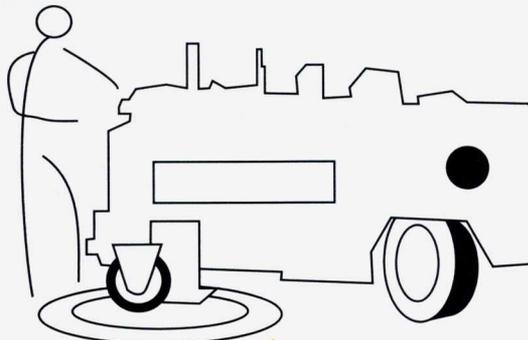
Como medir: Mede-se, em centímetros, a profundidade máxima do afundamento o mais próximo possível do nível da superfície do pavimento ao nível do tampão do poço de visita.



Afundamento do tampão do Poço de Visita
[Fonte: Rua Martins Junior, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- fresagem de arremate para corrigir o nível da superfície com o nível do equipamento de drenagem;
- elevação da altura da base do tampão do poço de visita.



Fresagem ao redor do tampão de ferro

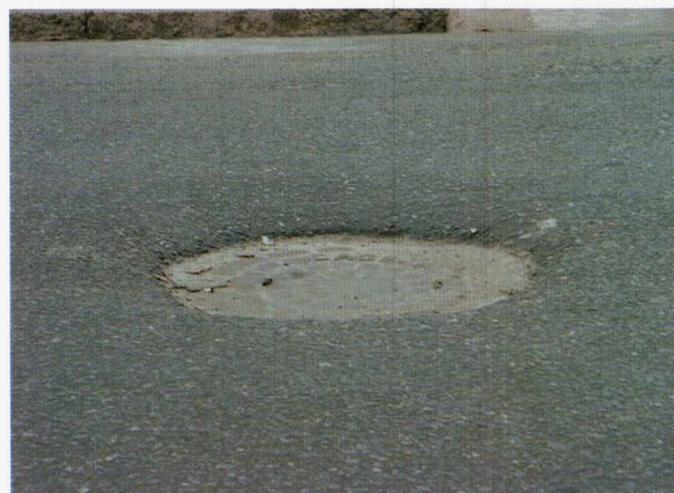
Afundamento do tampão do Poço de Visita



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUEPV - Elevação do tampão do Poço de Visita

Descrição: Desnível acentuado entre o tampão do poço de visita e a superfície do revestimento.

Possíveis causas: Execução de revestimento asfáltico ao redor do tampão do poço de visita sem acompanhamento topográfico.

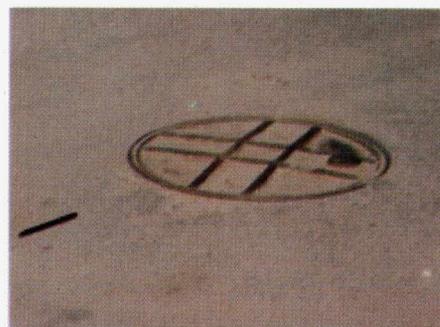
Níveis de deterioração:

Baixo: Diferença de nível entre o tampão e a superfície do revestimento menor que 3cm.

Médio: Diferença de nível entre o tampão e a superfície do revestimento entre 4cm a 6cm. Esta situação apresenta um pequeno desconforto, principalmente para o tráfego de motocicletas.

Alto: Diferença de nível entre o tampão e a superfície do revestimento maior que 6cm. Esta situação apresenta desconforto aos usuários que trafegam sobre esta área, podendo causar acidentes.

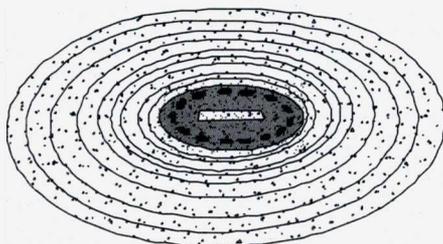
Como medir: Mede-se, em centímetros, a altura máxima da elevação o mais próximo possível do nível da superfície do pavimento ao nível do tampão do poço de visita.



Elevação do tampão do Poço de Visita
[Fonte: Rua João Quirino, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- fresagem e retirada do material para corrigir o nível da superfície com o nível do equipamento de drenagem;
- retirada e execução de um novo revestimento sobre a área afetada e nivelamento com acompanhamento topográfico;
- redução da altura da base do poço de visita



Fresagem ao redor do tampão do poço de visita

Elevação do tampão do poço de visita



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUDCC - Desnível da Caixa Coletora

Descrição: Desnível da caixa coletora em relação à superfície do revestimento.

Possíveis causas: Execução do revestimento asfáltico sem acompanhamento topográfico; sobreposição de camadas ou falta de nivelamento da superfície com o equipamento de drenagem.

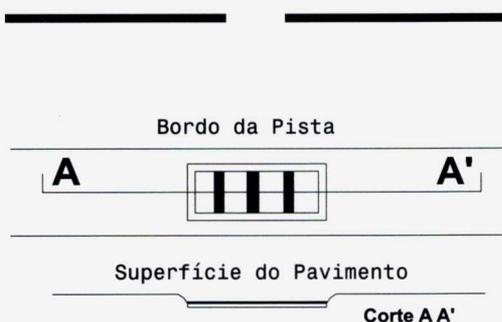
Níveis de deterioração:

Baixo: Desnível da caixa coletora em relação à superfície do revestimento menor que 5cm.

Médio: Desnível da caixa coletora em relação à superfície do revestimento entre 5cm a 10cm. Esta situação apresenta desconforto durante o tráfego sobre a área, principalmente para motocicletas;

Alto: Desnível da caixa coletora em relação à superfície do revestimento maior que 10cm. Esta situação apresenta grande desconforto aos usuários que trafegam sobre esta área, gerando riscos de acidentes.

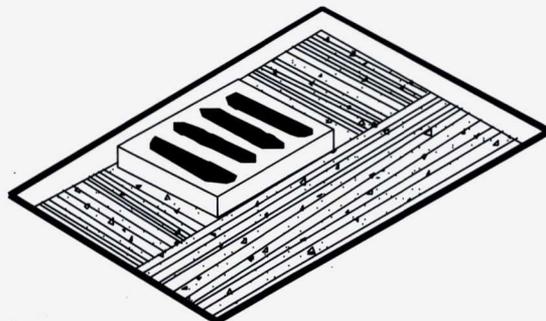
Como medir: Mede-se, em centímetros, a altura do desnível mais próximo possível entre o nível da superfície do pavimento e o nível da caixa coletora.



Desnível da Caixa Coletora
[Fonte: Avenida Giló Guedes, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- fresagem de arremate ao redor do dispositivo de drenagem, retirada do material e correção do nível da superfície do revestimento com o nível do equipamento de drenagem;
- aumento da altura da base da caixa coletora.



Fresagem de arremate ao redor da caixa coletora

Desnível da Caixa Coletora



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUES - Entupimento das Sarjetas

Descrição: Sarjetas entupidas com plantas, areia e outros materiais, dificultando a passagem de água.

Possíveis Causas: Inclinação inadequada da superfície do pavimento permitindo o acúmulo de material no acostamento; falta de acompanhamento topográfico durante a execução do revestimento; falta de limpeza e conseqüente acúmulo de lixo nas sarjetas.

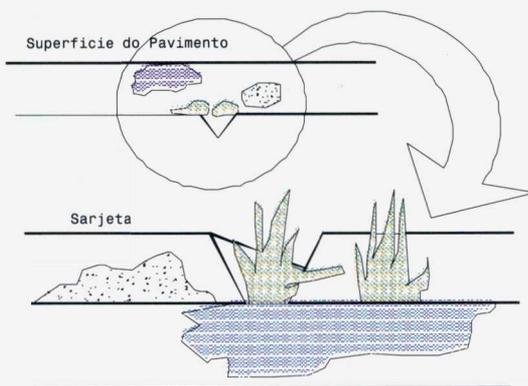
Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência do fluxo de água nas sarjetas regular, com formação de pequenas poças de água no acostamento.

Médio: Ocorrência do fluxo de água nas sarjetas lento, ocasionando o acúmulo de água e de materiais, principalmente após período chuvoso.

Alto: Ocorrência do impedimento do fluxo de água nas sarjetas, devido ao grande acúmulo de materiais no acostamento e presença de vegetação ocasionando o entupimento das sarjetas.

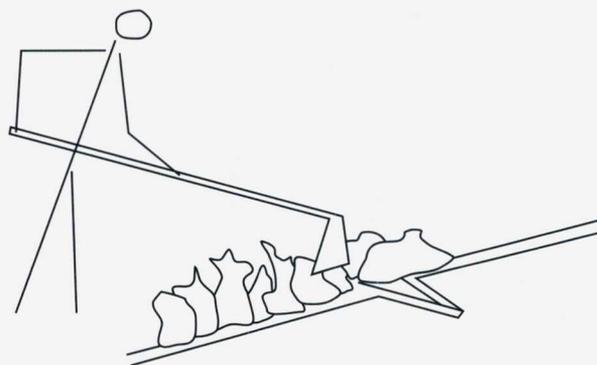
Como medir: Observação do fluxo d'água nas sarjetas.



Entupimento das Sarjetas
[Fonte: Av. Januncio Ferreira, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- limpeza do acostamento e das sarjetas;
- retirada da vegetação nas proximidades da sarjeta;
- correção da inclinação da pista de rolamento e acostamento.



Limpeza das sarjetas

Entupimento das Sarjetas



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUFDS - Falta de Drenagem Superficial

Descrição: Ausência de drenagem superficial.

Possíveis causas: Erros na execução do sistema de macro drenagem superficial.

Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de pequenas poças de água, com trincas de espessura menores que 6mm, pequenas panelas de área menor que $0,28\text{m}^2$ sobre a superfície do pavimento.

Médio: Ocorrência de poças de água, com trincas de espessura maiores que 6mm, panelas com área compreendida entre $0,28\text{m}^2$ e $0,50\text{m}^2$ e acúmulo intenso de materiais sobre a superfície do pavimento.

Alto: Ocorrência de grandes poças de água, com trincas de espessura maiores 6mm, panelas com área maiores $0,50\text{m}^2$ e presença de materiais na superfície em grande proporção.

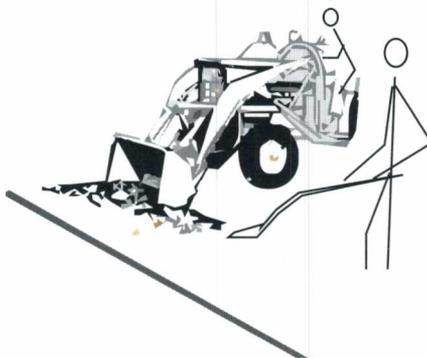
Como medir: Mede-se, a abertura das trincas em milímetros e a área das panelas existentes na superfície, observando também o acúmulo de água, materiais e os danos causados a superfície do pavimento pela infiltração de água.



Falta de Drenagem Superficial
[Fonte: Rua Elpidio de Almeida,
Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- levantamento plani-altimétrico da bacia de contribuição para seção;
- cálculo da vazão da seção afetada;
- dimensionamento e execução de equipamentos de drenagem superficial e subterrânea;
- correção da inclinação da pista de rolamento e execução de sarjetas;
- desentupimento dos equipamentos de drenagem, caso existam e execução de uma nova camada de revestimento.



Retirada e execução de uma nova camada de revestimento

Falta de Drenagem Superficial



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

DPUFED - Falta de Equipamentos Drenagem subterrânea

Descrição: Ausência de equipamentos drenagem subterrânea nas proximidades do pavimento.

Possíveis causas: Execução do pavimento, com ausência de equipamentos de drenagem.

Níveis de deterioração:

Baixo: Ocorrência de pequenas poças de água, com trincas de espessura menores que 6mm, pequenas panelas de área menor que $0,28\text{m}^2$ sobre a superfície do pavimento.

Médio: Ocorrência de poças de água, com trincas de espessura maiores que 6mm, panelas com área compreendida entre $0,28\text{m}^2$ e $0,50\text{m}^2$ e acúmulo intenso de materiais sobre a superfície do pavimento.

Alto: Ocorrência de grandes poças de água, com trincas de espessura maiores 6mm, panelas com área maiores $0,50\text{m}^2$ e presença de materiais na superfície em grande proporção.

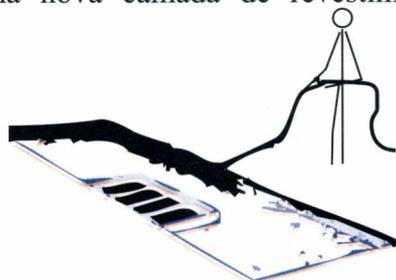
Como medir: Mede-se, a abertura das trincas em milímetros e a área das panelas existentes na superfície, observando também o acúmulo de água, materiais e os danos causados a superfície do pavimento pela infiltração de água.



Falta de Equipamentos Drenagem subterrânea
[Fonte: Rua Elpidio de Almeida, Campina Grande-PB]

Sugestões para correção:

- levantamento plani-altimétrico da bacia de contribuição para seção;
- cálculo da vazão da seção afetada;
- dimensionamento e execução de equipamentos de drenagem subterrânea;
- correção da inclinação da pista de rolamento e execução de sarjetas;
- execução de uma nova camada de revestimento, caso o pavimento esteja comprometido.



execução de equipamentos de drenagem

Falta de Equipamentos Drenagem Subterrânea



Nível de deterioração baixo



Nível de deterioração médio



Nível de deterioração alto

Os materiais utilizados para a conservação de pavimentos com revestimento asfáltico podem ser classificados como: agregado graúdo, agregado miúdo, cimento asfáltico de petróleo, emulsões asfálticas, filler, pré-misturado a frio (PMF), capa selante, lama asfáltica e materiais alternativos.

Agregado graúdo

O agregado graúdo a ser utilizado para a conservação de pavimentos com revestimento asfáltico deverá ser do tipo granítico, segundo sugestões contidas na norma DNIT-ME 081/95.

Agregado miúdo

O agregado miúdo a ser utilizado para a conservação de pavimentos com revestimento asfáltico deverá ser areia do tipo quartzosa, segundo sugestões contidas na norma DNIT - ME 084/95.

Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

O CAP a ser utilizado para a conservação de pavimentos com revestimento asfáltico deverá ser do tipo 50/70 cujas especificações estão de acordo com o DNP (Departamento Nacional de Petróleo) e a Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, os quais definem parâmetros de aceitação e classificação. A Tabela 1 apresenta dados característicos do CAP.

Tabela 1 - Características do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

<u>Ensaio</u>	<u>Valor</u>
Penetração (100g, 5s a 250°C)	58 (1/10 mm)
<u>Ponto de Fulgor (°C, min)</u>	<u>295°C</u>
<u>Densidade</u>	<u>1,020 g/cm³</u>
<u>Viscosidade Saybolt-Furol (135°C, s)</u>	<u>320 s</u>

Emulsões asfálticas

A emulsão pode ser definida como a dispersão de pequenas partículas de um líquido num outro líquido de característica diferente. Assim, a emulsão pode ser formada por dois líquidos não miscíveis onde geralmente a fase contínua é a água.

Por exemplo, a mistura de azeite e água; a fase azeite não se dissolve na água. No entanto, agitando-se os dois líquidos, é possível que uma das fases se disperse na outra, formando partículas que parecem estar “boiando” na outra fase. Essa mistura não é estável e, passando um curto período de tempo, ocorre a separação das fases, juntando-se as partículas de azeite numa massa uniforme e separada da água.

As emulsões asfálticas são misturas de cimento asfáltico, dispersos na fase água, produzidas, normalmente, através de um processo mecânico em equipamentos de alta capacidade de cisalhamento denominados moinhos coloidais.

Utiliza-se da ordem de 33 a 42% de água com cimento asfáltico e agentes emulsificantes para que a mistura possa ter estabilidade ao bombeamento, transporte e armazenamento em temperatura ambiente.

O tamanho dos glóbulos de asfalto dispersos na água varia entre 0,001 a 0,020 mm de diâmetro. A aparência varia de um líquido de baixa consistência (ex. leite) até a consistência cremosa (ex. mel), sendo que a coloração da emulsão é marrom.

As emulsões são classificadas em função do tempo necessário a que ocorra a

separação da fase aquosa da fase asfalto (ruptura), do teor de asfalto contido nas mesmas e da carga iônica.

O processo de ruptura ocorre quando a emulsão entra em contato com o agregado. A velocidade em que ocorre esta separação depende do tipo de emulsão, reatividade/superfície específica dos agregados, teor de umidade dos mesmos e da temperatura dos materiais e ambiente (ABEDA, 2001).

Filler

O filler utilizado para a conservação de pavimentos com revestimento asfáltico deverá ser um material mineral inerte em relação aos demais componentes da mistura, não plástico, do qual passam, pelo menos, 65% na peneira de 0,075 mm de abertura de malha, devendo ser homogêneo, seco e livre de grumos provenientes de agregações de partículas finas (DNIT-EM 367/97).

O filler deve ser totalmente destorroado com o uso do almofariz. Após isso, o material deve passar pelo menos na peneira N°200 para posterior pesagem.

O percentual de filler na mistura asfáltica, em relação ao volume total de mistura, deve ficar entre 1 e 4% (DNIT, 1997); e segundo o programa SHRP, este percentual varia entre 0,2 a 1,2%.

Pré-misturado a Frio (PMF)

O PMF consiste numa mistura, em equipamento apropriado, de agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (filler) e emulsão asfáltica catiônica convencional; ou modificada por polímeros (ruptura média ou lenta) espalhada e compactada a frio. Com elevada capacidade de suporte o PMF é menos agressivo ao meio ambiente.

A utilização do PMF vem sendo cada vez mais difundida no meio técnico como solução alternativa, na execução de bases e revestimentos asfálticos.

As emulsões de ruptura média são responsáveis pela produção das misturas de PMF do tipo abertas que, de acordo com as normas brasileiras, tem como maior agregado a brita de 1" ou ¾", ou seja, agregado graúdo com diâmetro máximo de 25,4 ou 19mm, respectivamente (ABEDA, 2001).

Esse tipo de mistura asfáltica pode ser aplicado como camada de revestimento ou como camada intermediária. Para o uso em camada de rolamento apresenta a vantagem de elevada rugosidade, o que permite uma excelente aderência pneu/pavimento, aumentando a resistência à derrapagem.

Como camada intermediária ou de transição, pode servir de ligação, compatibilizando o módulo de resiliência ou a resistência estrutural da camada de rolamento em Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ) com a camada granular subjacente de menor módulo de resiliência.

Devido à facilidade de produção, estocagem, transporte, aplicação e manuseio no campo, o uso do PMF se torna uma grande solução para vias de tráfego médio e leve. O PMF aberto pode ser armazenado por períodos maiores que o PMF denso, (em geral, até 30 dias, desde que devidamente estocado em pilhas e protegido com lonas impermeáveis).

Recomenda-se a estocagem do PMF denso por 7 dias, no máximo. Em caso de chuva, a execução da camada só poderá ser iniciada após a completa secagem da base.

Os trabalhos só devem ser conduzidos quando as condições climáticas forem apropriadas, isto é com temperatura ambiente acima de 10°C e tempo estável, sem chuva.

Capa selante

O ligante geralmente empregado é a emulsão asfáltica, que pode ser aplicada em taxas reduzidas, diluídas com água. A capa selante é executada com cobertura por agregado miúdo (areia, pedrisco ou pó de pedra).

Os tipos mais comuns de capas selante são:

- selo asfáltico impermeabilizante (“fog seal”): leve aplicação de emulsão asfáltica de cura lenta diluída em água e sem agregado mineral;
- tratamentos superficiais (“chip seals”): camadas formadas por aplicação de ligante e agregados, em que a dimensão máxima do agregado de cada camada sucessiva é geralmente a metade da dimensão máxima do agregado da camada subjacente;
- lama asfáltica (“slurry seal”): mistura homogênea de emulsão asfáltica de ruptura lenta, agregados miúdos bem graduados (passando totalmente na peneira de 4,8mm e com 5 a 15% passando na peneira de 0,075mm) e material de preenchimento mineral (“filler”, de preferência cimento Portland ou cal, passando 100% na peneira de 2,0mm e de 65 a 100% na peneira de 0,075mm), com adição de água para produzir consistência fluida.

Na conservação de revestimentos asfálticos moderadamente fissurados, é comum usar a seguinte dosagem aproximada:

- RR – 1C, pura: 1,0 l/m²
- Areia média: 3,5 kg/m²

A emulsão é diluída com 25% de água, aproximadamente, para facilitar a aplicação.

A lama asfáltica é a mistura asfáltica resultante da associação, em consistência fluida, de agregados ou mistura de agregados miúdos, material de enchimento (“filler”), água e emulsão asfáltica.

A consistência da lama asfáltica e a graduação dos agregados empregados permitem que a mistura seja aplicada em espessuras bastante delgadas. O serviço tem especial aplicação no rejuvenescimento de revestimentos porosos e/ou fissurados.

Os materiais utilizados são:

- agregados: areia, pedrisco ou pó-de-pedra (na faixa granulométrica especificada);
- material de enchimento: cimento Portland, cal hidratada ou pó calcário;
- material betuminoso: emulsões catiônicas (RL-1C) ou emulsões para lama asfáltica (LA-1C, LA-2C ou LA-E);
- água.

Materiais alternativos

Tem sido estudada a aplicação de resíduos produzidos em diversos tipos de indústrias para uso como material na construção civil e, em especial, na pavimentação. Além da preocupação com a execução de pavimentos de baixo custo com desempenho satisfatório, procura-se amenizar danos ambientais que ocorrem com a estocagem desses materiais.

Gradativamente, tem-se aumentado o uso de resíduos como filler em revestimentos asfálticos. Pneu moído e vidro são dois dos mais conhecidos resíduos que foram, com algum sucesso, incorporados em revestimentos asfálticos. Em alguns casos, resíduos podem ser usados para incrementar certas características desejáveis no concreto asfáltico, em outros casos, basta que o problema ambiental de despejo de resíduo seja resolvido, não importando que haja ganho de propriedades no CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente). Entretanto, espera-se que não ocorra perda de propriedades pela necessidade de se dar uma destinação final a um resíduo.

Como exemplo da utilização de resíduos em revestimentos asfálticos tem-se a pesquisa desenvolvida por Lucena (2008), com o apoio do PRH-25 / ANP, que testou a incorporação de resíduos oleosos (cascalhos de perfuração), em revestimentos

asfálticos, atuando como agregado miúdo ou filler. As evidências da pesquisa, baseadas em ensaios de laboratório (que simulam o comportamento do material no campo), e no monitoramento de um trecho experimental, são de que os resíduos oleosos estudados, obedecendo a limites percentuais, podem ser utilizados em revestimentos asfálticos de estradas. Representando assim, uma alternativa para a redução do grave problema ambiental causado pela disposição inadequada no meio-ambiente dos cascalhos de perfuração.

PROCEDIMENTOS DE REPARAÇÃO

Fresagem

A Fresagem é a principal forma de remoção de revestimentos antigos, tanto para reciclagem como regularização da superfície a ser recapeada, por meio de equipamentos conhecidos como fresadores.

Selagem de Trincas

A selagem de trincas consiste no enchimento de trincas e fissuras do revestimento com materiais como cimentos asfálticos, asfaltos diluídos, emulsões ou selantes especiais, para impedir a penetração de água nas camadas inferiores.

A selagem de trincas em pavimentos flexíveis é uma atividade de conservação rotineira que é executada pela maioria dos órgãos rodoviários. Em muitos casos, a vida útil dos pavimentos flexíveis pode ser estendida pela selagem adequada das trincas que surgem no pavimento. Isto é realizado por meio de:

- remoção de materiais incompressíveis (pó ou pequenas partículas de agregado) e a prevenção contra futuras infiltrações;
- redução da infiltração de água pela redução ou eliminação das aberturas das trincas. A infiltração da água além de causar defeitos relacionados com a umidade também acelera os defeitos relacionados ao carregamento.

A selagem das trincas pode não ser tão eficiente em estruturas de pavimento que possuem bases e/ou subleitos drenantes. Assim como os selantes que têm vida útil muito curta são geralmente considerados como ineficientes.

As seguintes orientações são recomendadas pela “Federal Highway Administration” quanto à avaliação da necessidade de selagem de trincas:

- executar a análise quanto ao trincamento para determinar se a selagem de trincas será eficiente. Em geral, somente as trincas transversais, longitudinais e as trincas entre pista e acostamento devem ser seladas;
- não devem ser seladas as trincas mais estreitas do que 4mm e não erodidas. Estas trincas geralmente não são profundas e não causam, ainda a degradação. A aplicação da selagem nestas trincas, pouco ou nada resulta;
- devem ser limpas e seladas as trincas com largura em 4mm e 20mm e ainda não erodidas;
- devem ser reparadas com remendos asfálticos superficiais as trincas com abertura maior do que 20mm ou erodidas.

A correção das trincas em revestimentos de concreto asfáltico por meio de selagem deverá seguir a seguinte seqüência de operações:

- instalação de sinalizações, por meio de equipamentos e controle de tráfego

nos locais adequados;

- limpeza das trincas: esta limpeza é realizada por etapas, iniciando-se com a varredura da área a ser tratada e prosseguindo com o jateamento a ar comprimido dos espaços abertos das trincas. Quando houver grandes derramamentos de óleo ou outros materiais que possam dissolver a mistura, deve-se ter o cuidado de lavar o local para diminuir a possibilidade de decomposição do ligante;

- reparo das trincas: após a execução da limpeza é necessário reparar as trincas com largura entre 4mm e 20mm, cujas paredes laterais não estejam em boas condições para uma selagem eficiente;

- enchimento das trincas com selante: os cimentos asfálticos, asfaltos diluídos e emulsões são os selantes mais utilizados no Brasil, embora não sejam os mais eficientes. Os asfaltos modificados com polímeros e silicone são reconhecidos internacionalmente como os melhores selantes;

- limpeza do local: após a aplicação do selante segue-se a limpeza da área, que compreende a remoção de todos os detritos e sobras, que deverão ser recolhidos e lançados em locais convenientes.

Reciclagem

A reciclagem é uma técnica utilizada para renovar misturas asfálticas envelhecidas. Serve, também, para corrigir outros defeitos, como pequenas corrugações, agregados polidos e exsudação. Não é eficiente para corrigir defeitos como trincas por fadiga ou panelas. O revestimento asfáltico é escarificado, aquecido no local, misturado, lançado e compactado.

As técnicas mais importantes de reciclagem de pavimentos flexíveis são: a reciclagem a quente e a frio.

A reciclagem a quente é um processo em que parte ou toda a estrutura do revestimento é removida e reduzida a dimensões apropriadas para depois ser misturada a quente no próprio local (in situ) ou em usina estacionária. Este processo pode incluir a adição de novos agregados, cimento asfáltico e agente rejuvenescedor. O produto final deve atender as especificações de misturas asfálticas a quente destinadas às camadas de base, “binder” ou de rolamento.

A reciclagem a frio é um processo pelo qual toda a estrutura do pavimento, ou parte dela, é removida e reduzida a dimensões apropriadas para depois ser misturada a frio no próprio local ou em usina. Poderão ser adicionados materiais betuminosos (emulsão asfálticas), agregados, agentes rejuvenescedores ou estabilizantes químicos. A mistura final poderá ser utilizada em camada de base, que deverá ser revestida com um tratamento superficial ou uma mistura asfáltica antes de ser submetida à ação direta do tráfego.

Entre os benefícios que a reciclagem pode oferecer, podem ser citados os seguintes:

- conservação de agregados, de ligantes e de energia;
- preservação do meio ambiente;
- manutenção das condições geométricas existentes.

A seleção da reciclagem entre as diversas alternativas disponíveis para a restauração de um pavimento depende de diversos fatores, entre os quais podem ser citados os seguintes:

- observação dos defeitos do pavimento;
- determinação das prováveis causas dos defeitos, baseado em estudos de laboratório e de campo;
- informações de projeto e histórico das intervenções de conservação;

- custos;
- histórico do desempenho do pavimento;
- restrições quanto a geometria da via (horizontal e vertical);
- fatores ambientais;
- tráfego.

Na seleção do processo de reciclagem deverão ser considerados os seguintes itens:

- capacidade estrutural;
- qualidade do material;
- disponibilidade de material novo;
- irregularidade longitudinal;
- resistência à derrapagem (se o material for usado para camada de revestimento);
- localização e extensão do trecho;
- classe da via;
- seção transversal do pavimento;
- condições geométricas;
- tráfego (atual e futuro);
- condições de remanejamento do tráfego;
- disponibilidade de firmas empreiteiras;
- características do subleito e da base;
- revisão da literatura (incluindo experiências e desempenho em outros estados ou países);
- objetivo da reabilitação.

Recapeamento

Construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento existente, incluindo, geralmente, uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo, seguida de camada com espessura uniforme.

O recapeamento geralmente varia de 2,5 cm a 5,0 cm e deve fornecer uma superfície impermeável, resistente ao escorregamento e à abrasão do tráfego. O uso do recapeamento deve ser determinado após uma avaliação global dos defeitos de superfície observados e os resultados dos ensaios estruturais.

A preparação do pavimento é extremamente importante para o sucesso de qualquer recapeamento. Com isso, devem ser efetuadas algumas medidas prévias, tais como:

- reparos localizados;
- reperfilamento ou reconformação;
- limpeza e pintura de ligação;
- eventuais alargamentos ou melhorias na geometria da rodovia;
- melhoria da drenagem;
- controle das trincas de reflexão.

Remendos

Em qualquer operação de remendo dos buracos ou valas abertas, os dois elementos principais são: a seleção de materiais e os procedimentos de reparo. Podem ser usados os concretos usinados a quente (CBUQ), no caso de reparos permanentes, ou pré-misturados a frio.

O procedimento utilizado para a execução de remendos, consiste em:

- remoção da água e resíduos ou instalação de drenagem se o problema for a presença de água;
- corte da área a ser feito o remendo em forma retangular com profundidade variável até atingir material consistente, e com 20 a 30 cm além das suas extremidades;
- aplicação de pintura de ligação “imprimação” na base e nas faces verticais da área escavada;
- lançamento da mistura asfáltica adotada sobre a área;
- compactação com rolo compactador ou placas vibratórias.

Nos casos de cortes no pavimento com profundidade superior a 15 cm, sugere-se a compactação por camadas e por material o que deve resultar em uma superfície nivelada com o pavimento original.

Reconformação

A reconformação ou reparos localizados consiste na aplicação de uma fina camada de mistura e/ou remendos localizados (em áreas mais irregulares), que não requerem preparos prévios no pavimento.

Reconstrução

Este procedimento torna-se necessário quando o pavimento não é reabilitado a tempo e começa a deteriorar-se rapidamente. No passado, a reconstrução consistia apenas na utilização de novos materiais, mas, recentemente, tem sido muito utilizado a reciclagem.

Melhoria das características de drenagem e de atrito do revestimento

Alguns tipos de tratamento de superfície são concebidos especificamente para reduzir a hidroplanagem e número de acidentes em pista molhada (camadas drenantes de atrito e capas selantes). Deve-se realizar a cuidadosa seleção dos tipos e granulometrias dos agregados, assim como a melhoria da declividade transversal do pavimento.

Reparo e prevenção do desgaste e da oxidação do pavimento

Pode ser realizado mediante o rejuvenescimento da superfície por meio de incorporação de camadas ou tratamentos asfálticos, que ao recobrir o revestimento antigo previne a sua oxidação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ASFALTO - ABEDA. Manual básico de emulsões asfálticas: soluções para pavimentar sua cidade. Rio de Janeiro, 2001.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA E TRANSPORTE. DNIT – EM 367/97: Especificação de Material: material de enchimento para misturas betuminosas. Rio de Janeiro, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA E TRANSPORTE. DNIT – ME 081/95: Agregado graúdo: determinação de densidade real. Rio de Janeiro, 1995

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA E TRANSPORTE. DNIT – ME 084/95: Agregado miúdo – determinação de densidade real. Rio de Janeiro, 1995.

LUCENA, A.E.F.L. Utilização do resíduo oleoso das atividades de exploração de petróleo em revestimentos asfálticos de estradas, 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

Bibliografia Citada