



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CAMPUS II - CAMPINA GRANDE

**UMA PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO
DE PAVIMENTOS DAS VIAS URBANAS**

CARLOS ANDRÉ DA SILVA MORAIS

CAMPINA GRANDE

SETEMBRO-2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
ÁREA DE GEOTECNIA

**UMA PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO DE
PAVIMENTOS DAS VIAS URBANAS**

Por:

CARLOS ANDRÉ DA SILVA MORAIS

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande-PB, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de **MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL**

Campina Grande – Paraíba

Setembro de 2005

CARLOS ANDRÉ DA SILVA MORAIS



Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia da
Universidade Federal De Campina Grande – Campina Grande, como parte
dos requisitos necessários para obtenção do título de **MESTRE EM
ENGENHARIA CIVIL**

Área de Concentração – Geotecnia

Prof. Dr. John Kennedy Guedes Rodrigues
Orientador



Campina Grande, Setembro de 2005



M827p

Morais, Carlos Andre da Silva

Uma proposta para avaliacao, manutencao e restauracao de pavimentos das vias urbanas / Carlos Andre da Silva Moraes. - Campina Grande, 2005.

121 f.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e Tecnologia.

1. Pavimentos Urbanos 2. Pavimentos - Defeitos 3. Manutencao de Pavimentos Urbanos - Manual 4. Dissertacao - Engenharia Civil I. Rodrigues, John Kennedy Guedes II. Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) III. Título

CDU 625.8(043)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Carlos André da Silva Morais

Título: UMA PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO DE
PAVIMENTOS DAS VIAS URBANAS

Dissertação Defendida e Aprovada em: 16 / 09 / 2005

Pela Banca Examinadora

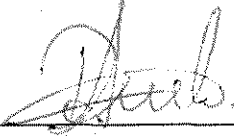
(Assinatura):



Prof. Dr. (Orientador) John Kennedy Guedes Rodrigues

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

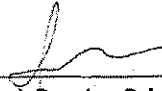
(Assinatura):



Prof. Dr. (Co-Orientador) Ricardo Almeida de Melo

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

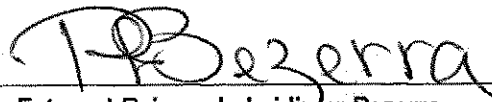
(Assinatura):



Profª. Dra. (Examinadora Externa) Sandra Oda

Universidade Salvador (UNIFACS)

(Assinatura):



Prof. Dr. (Examinador Externo) Raimundo Leidimar Bezerra

Associação Técnico-Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior (ATECEL)

DEDICATÓRIA

A Deus por esta graça alcançada.

Ao meu pai, Josué Epifânio de Morais.

A minha mãe, Ana Maria da Silva Morais.

Meus Irmãos: Rogério, Andréa e Odair da Silva Morais.

Responsáveis pela minha existência e que tanto contribuíram, com incentivos e compreensão, para que eu realizasse este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Dr. John Kennedy Guedes Rodrigues e Dr. Ricardo Almeida de Melo.

Em especial a Empresa ATECEL fornecendo equipamentos e recursos para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Centro de Ciências e Tecnologia da UFCG e a Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental.

A coordenação de Pós-Graduação em Engenharia civil e ambiental

A coordenação do Curso de Graduação em Engenharia civil

Ao Professor PhD João Batista Queiroz de Carvalho

Aos amigos: Pedro Nogueira de Souza Neto, Marcos Lima Severino, Aretuza Karla, Francisco Alves Junior, Glauber Souza Martins, Domilson Costa Pinto, Danilo Serafim Pinto e outros que deram sua contribuição em particular.

E em fim aos funcionários das áreas de Geotecnia e estruturas, em especial, a Rui Pereira de Oliveira, José Nivaldo Sobreira, Josenira dos Santos França e William Guimarães de Lima.

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 2.1 - Árvore de decisão para o defeito de trincas transversais	24
Fluxograma 2.2 – Árvore de decisão para o defeito de panelas.....	25
Fluxograma 3.1 – Método para elaboração do manual proposto	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Operações de tapa buracos em vias urbanas.....	1
Figura 2.1 – Defeito de superfície em pavimento em paralelepípedo revestido de mistura asfáltica.....	5
Figura 2.2 – Perfilômetro utilizado pela AASHO <i>Road Test</i> (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001)..	8
Figura 2.3 – Perfilógrafo	8
Figura 2.4 – Car Road Meter: equipado com acelerômetro, desenvolvido pelo FHWA (Federal Highway Administration) (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001).....	9
Figura 2.5 – Esquema da viga Benkelman.....	9
Figura 2.6 – Viga Benkelman	10
Figura 2.7 – Esquema do defletômetro de impacto (FWD).....	10
Figura 2.8 – Defletômetro de impacto (FWD).....	11
Figura 2.9 – Mu-meter Self-wetting System (DOUGLAS EQUIPMENT LIMITED, 2000)	11
Figura 2.10 - Conceito de serventia (HASS; HUDSON; ZANIEWSKI, 1994).....	12
Figura 2.11 - Ficha para avaliação da serventia [Fonte: (MELO, 1998)]	12
Figura 2.12 – Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada com base no valor do ICP.....	18
Figura 2.14 – Remendo mal executado (Local: Rua Anacleto Eloy, Campina Grande-PB).....	21
Figura 2.15 - Categorias de manutenção de pavimentos.....	23
Figura 2.16 - Curva de severidade de pavimentos com e sem manutenção Preventiva	23
Figura 2.17 – Etapas para execução de um remendo (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001)	26
Figura 3.1 - Afundamento do tampão do poço de visita	43
Figura 3.2 - Vista em planta e perfil longitudinal.....	43
Figura 3.3 - Nível de severidade baixo	45
Figura 3.4 – Nível de severidade médio	45
Figura 3.5 – Nível de severidade alto	45
Figura 3.6 - Estimativa da área afetada por intermédio do retângulo circunscrito	46
Figura 3.7 - Estimativa das espessuras das trincas	46

Figura 3.8 - Registro da espessura média das camadas sobrepostas.....	47
Figura 3.6 - Aplicação de ligante asfáltico (Fonte: DNER).....	48
Figura 4.1 – Localização (a) e mapa (b) da cidade de Campina Grande.....	49
Figura 4.2 – Avenidas Floriano Peixoto (a) e Rua Miguel Couto (b).....	52
Figura 4.3 – Avenida Brasília (a) e Avenida Manoel Tavares (b).....	52
Figura 4.4 – Avenida Elpidio de Almeida (a) e Avenida Assis Chateaubriand (b).....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Especificações do DNER para avaliação de pavimentos (MELO, 1998).....	7
Tabela 2.2 - Intervalos de condição de pavimentos em função do IGG	20
Tabela 2.3 - Características do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP).....	32
Tabela 4.1 - Coordenadas geográficas e altitude média	50
Tabela 4.2 - Distância entre Campina Grande e algumas capitais do nordeste.....	50
Tabela 4.4- Orçamentos da Secretaria de Obras e Serviços Urbanos.....	51

ÍNDICE

1.0 – INTRODUÇÃO, OBJETIVO E ORGNIZAÇÃO DO TRABALHO	1
1.1 - Introdução	1
1.2 - Objetivo	2
1.3 - Organização do trabalho.....	3
2.0 - REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 - Introdução	4
2.2 - Avaliação das condições de superfícies de pavimentos flexíveis	6
2.2.1 - Avaliação objetiva da superfície de rolamento	7
2.2.2 - Avaliação subjetiva da superfície de rolamento	11
2.3 - Alguns meios para inspeção visual da superfície de pavimentos	14
2.4 - Relação entre as características de superfície do pavimento, com a velocidade e ruído do tráfego ..	15
2.5 - Defeitos na superfície de pavimentos de vias urbanas	16
2.6 - Índices combinados de defeitos de pavimentos	17
2.7 - Manutenção de pavimentos em vias urbanas	21
2.8 – Estratégias e atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos	24
2.10 - Métodos de descrição dos defeitos de superfície de pavimentos	35
2.11 - Manuais para identificação de defeitos em pavimentos	38
3.0 – MÉTODO	41
3.1 – Nomenclatura	42
3.2 - Abreviatura	42
3.3 - Descrição e ilustração	42
3.4 - Possíveis causas	43
3.5 - Níveis de severidade	44

3.6 – Medição.....	46
3.7 – Sugestões para correção.....	48
4.0 – ESTUDO DE CASO	49
4.1 – Localização e população.....	49
4.2 - Composição e limites do município.....	50
4.3 – Topografia do município	50
4.4 - Clima	50
4.5 – Infra-estrutura	51
5.0 – MANUAL PROPOSTO	54
5.1 - Apresentação.....	54
6.0 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES	115
6.1 – Conclusões.....	115
6.2 – Sugestões.....	115
7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117

LISTAS DE SÍMBOLOS E ABREVIações

- ABEDA – Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfaltos;
- AASHTO – American Association of State Highway Officials;
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ARB - Associação Rodoviária Brasileira;
- ATECEL – Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior;
- °C – Graus Celsius;
- cm – centímetros;
- CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo;
- CBR – Califórnia Bearing Ratio;
- CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente;
- CERL - Construction Engineering Research Laboratory;
- CIRETRAN – Circunscrição Estadual de Trânsito;
- D_{ij} - extensão de ponderação do defeito i com o nível de severidade j ;
- DER – Departamento de estradas e Rodagens;
- DMI – Distance Measuring Instrument ;
- DNER – Departamento Nacional de Infra-estrutura e Transporte;
- DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem;
- f_a - frequência absoluta (número de vezes em que a ocorrência é verificada);
- f_p - fator de ponderação;
- f_{ij} - fator de ponderação do defeito i com o nível de severidade j ;
- f_r - frequência relativa (numero de vezes em que a ocorrência é verificada em relação ao número total de estações);
- FHWA - Federal Highway Administration;
- FWD - Falling Weight Deflectometer;
- G – Grau de compactação;
- GPS - Global Positioning System;
- HRB – Highway Resarch Board;
- ICP - Índice de Condição do Pavimento;
- IGG - Índice de Gravidade Global;
- IGI - Índice de Gravidade Individual;
- IRI - índice internacional da aspereza;
- ISA - Índice de Serventia Atual;
- km² - quilômetros quadrados;

km – quilômetros;

LTPP - Long-Term Pavement Performance Project;

m – metros;

m² - metros quadrados;

mm – milímetros;

MP – Manutenção Preventiva;

n - número de estações inventariadas;

NBR – Normas Brasileiras;

NFESC - Naval Facilities Engineering Service Center;

PASER - Pavement Surface Evaluation and Rating;

PMS - Pavement Management System;

PV – Poço de visita;

SGP - Sistema de Gerência de Pavimentos;

SGPVU - Sistema de Gerência de Pavimentos de Vias Urbanas;

SHRP - Strategic Highway Research Program;

USP – Universidade de São Paulo;

VSA – Valor de Serventia Atual.

R E S U M O

Observa-se, atualmente, nas operações de manutenção em vias urbanas, dificuldades técnicas quanto à definição de um plano específico, que possa ser empregado durante a elaboração de diretrizes para avaliação e restauração de pavimentos e que forneça subsídios para soluções adequadas às necessidades destas vias. Em campo, a maioria das soluções é tomada de forma equivocada, como exemplo as operações de tapa-buracos e reparos nos equipamentos de drenagem, e executada de maneira aleatória, servindo de resposta imediata para alguns problemas, porém, com eficácia discutível. As raízes dos problemas estão associadas a parâmetros que exigem estudos aprofundados, sobre causa e efeito, o que sem este conhecimento pode-se contribuir para o agravamento e o surgimento de outros problemas. O objetivo deste trabalho consiste em propor um método de avaliação, manutenção e restauração das condições de superfície de pavimentos de vias urbanas, que sirva de base para definir os padrões e causas dos defeitos da superfície dos pavimentos, assim como sugestões para suas correções. A metodologia empregada baseia-se na captura de registros fotográficos dos defeitos de superfície de pavimentos flexíveis existentes na cidade de Campina Grande, com posterior análise, através de consulta a normas da ABNT, manuais do DNIT, da AASHTO, SHRP, SHAHIN, e outros, assim como referências específicas. Como resultados finais, obteve-se um inventário dos defeitos de superfície e um manual de avaliação, manutenção e restauração das condições de superfície de pavimentos de vias urbanas da cidade de Campina Grande com definição, causa, níveis de deterioração, medição e sugestão para correções. O Manual elaborado consiste numa ferramenta promissora para as atividades de manutenção de pavimentos urbanos, e dar aos técnicos de órgãos públicos e privados subsídios para melhoria das condições de vias urbanas de forma mais eficaz.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimentos, desempenho, manual.

A B S T R A C T

The process of maintenance of urban roads shows technical difficulties to delineate a specific plan that can be used during the elaboration of guidelines for evaluation and restoration of pavements. Most field decisions on pavement maintenance, such as repairs in the drainage facilities, although aiming to solve an immediate solution for some problems, however, with arguable effectiveness. The origins of the problems are associated the parameters that demand deepened studies, on cause and effect, what without this knowledge it can be contributed for the aggravation and the sprouting of other problems. The objective of this work consists of considering a method of evaluation, maintenance and restoration of the conditions of surface of pavements of urban ways, that serves of base to define the standards and causes of the defects of the surface of the floors, as well as suggestions for its corrections. The employed methodology is based on the capture of photographic registers of the defects of surface of existing flexible pavements in the Campina Grande city, with posterior analysis, through consultation the norms of the ABNT, specific references, manual of the DNIT, of the AASHTO, SHRP, SHAHIN, and others. As final results, one got an inventory of the surface defects and a manual of evaluation, maintenance and restoration of the conditions of surface of urban pavements of the Campina Grande city with definition, cause, levels of deterioration, measurement and suggestion for corrections. Of this the elaborated Manual consists of a promising tool for the activities of maintenance of urban pavements, and to give to the technician of public and private agencies subsidies for improvement of the conditions of urban ways of more efficient form.

KEY WORDS: Pavements, performance, handbook.

CAPÍTULO 1

1.0 – INTRODUÇÃO, OBJETIVO E ORGNIZAÇÃO DO TRABALHO

1.1 - Introdução

Com o crescimento desordenado das áreas urbanas brasileiras nos últimos tempos, o controle e gerenciamento das etapas de manutenção e restauração 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. Tais operações são necessárias quando as manifestações de ruína dos pavimentos geram desconforto, falta de segurança aos usuários e aumento dos custos operacionais.

A pressão da opinião pública, aliada às políticas, 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**", a principal atividade de manutenção nas vias urbanas (Figura 1).



Figura 0-1.1 – Operações de tapa buracos em vias urbanas

[Local: Avenida Floriano Peixoto, Campina Grande – PB]

Com base neste quadro, pode-se afirmar que pouco se investe em programas adequados de manutenção dos sistemas viários desta categoria, e como resultado, observa-se a degradação acentuada e uma redução precoce da vida útil da superfície destes pavimentos.

Com relação aos defeitos de pavimentos de vias urbanas, as raízes dos problemas comumente associam-se a má execução de remendos, cargas desconhecidas, principalmente pela ação de veículos pesados, como exemplo, afundamentos da superfície do revestimento próximo a paradas de ônibus, e a um sistema de drenagem de má qualidade, permitindo infiltrações, levando a uma redução da vida útil destes pavimentos. Pela falta de ações adequadas de manutenção, outros problemas se agravam gerando total descontrole, o que se reflete, como exemplo, em bueiros insuficientes ou entupidos, ausência de dispositivos de drenagem sub-superficial em pavimentos, coletores de esgoto assoreados, deficiência de drenagem devido ao afundamento e/ou elevação dos tampões do poço de visitas etc., contribuindo para o agravamento destes problemas.

Muitos defeitos de vias urbanas assemelham-se aos de rodovias, outros são diferenciados pelos mecanismos de ocorrência e pelos fatores que os influenciam, tais como: severidade precoce de remendos, dispositivos de drenagem entupidos, defeituosos e mal dispostos, raízes de árvores nas encostas da pista de rolamento entre outros.

Atualmente, a metodologia de avaliação, manutenção e recuperação de vias urbanas é a mesma aplicada aos pavimentos rodoviários, a questão é: para vias urbanas necessita-se de planos detalhados e que sejam subsidiados com um inventário de defeitos característicos de vias urbanas, com descrições e conceitos claros e sucintos, buscando com isso a eficácia e a maneira correta da intervenção nos momentos oportunos nestas vias.

Constata-se que se faz necessário o desenvolvimento de uma ferramenta, *um manual*, de suporte às atividades de avaliação, manutenção e restauração de pavimentos flexíveis de vias urbanas, o qual possa fornecer subsídios aos técnicos de órgãos públicos e privados para melhoria das condições de superfícies destes pavimentos.

Com a inclusão de conceitos de forma clara e objetiva, de ilustrações dos defeitos correntes em superfície de pavimentos urbanos, da descrição de suas possíveis causas associadas aos níveis de severidade e, por fim, propor soluções e/ou sugestões eficazes às suas especificidades, será possível maximizar as atividades de manutenção e recuperação de pavimentos de vias urbanas por parte dos órgãos públicos e privados.

1.2 - Objetivo

O objetivo deste trabalho é propor um manual para auxiliar na avaliação das condições de superfície de pavimentos das vias urbanas da cidade de Campina Grande onde sejam identificados os tipos de defeitos que afetam os pavimentos flexíveis com: descrição, causas, níveis de severidade, medições e sugestões para correções.

Procurar-se-á dar subsídios, com a elaboração deste manual, aos engenheiros e técnicos de órgãos públicos e privados para as atividades de manutenção, restauração e reconstrução dos pavimentos de vias urbanas da cidade de Campina Grande no estado da Paraíba.

1.3 - Organização do trabalho

O relato encontra-se em um volume distribuído da seguinte forma:

[Capítulo 1] Introdução, objetivos e organização do trabalho – é descrita uma visão geral do trabalho com a justificativa, os objetivos a serem alcançados e a forma de organização do trabalho.

[Capítulo 2] Revisão da literatura – são discutidos e descritos assuntos relacionados à: avaliação das condições de superfície de pavimentos flexíveis; avaliação visual das condições de superfície do pavimento; alguns métodos para inspeção visual da superfície de pavimentos; relação entre as características de superfície do pavimento com a velocidade e ruído do tráfego; manutenção de pavimentos em vias urbanas; estratégias e atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos; defeitos de superfície de pavimentos de vias urbanas; índices combinados aos defeitos de pavimentos; métodos de descrição dos defeitos de superfície de pavimentos; e manuais para identificação de defeitos em pavimentos.

[Capítulo 3] Método proposto – são relatados aspectos, considerados importantes, sobre método de pesquisa.

[Capítulo 4] Estudo de caso – são apresentados e analisados os resultados obtidos durante a fase de projeto e experimental.

[Capítulo 5] Conservação de pavimentos – são apresentadas sugestões de procedimentos e de materiais para conservação de pavimentos asfálticos.

[Capítulo 6] Manual – são apresentados, em forma de manual, os resultados alcançados na pesquisa.

[Capítulo 6] Conclusões e sugestões – expõem-se as conclusões sobre os resultados alcançados e as sugestões para futuros trabalhos.

[Capítulo 7] Referências bibliográficas – são descritas todas as referências citadas para a realização deste trabalho.

Anexos – Dados e informações sobre os formulários de avaliação utilizados na pesquisa.

CAPÍTULO 2

2.0 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - Introdução

Segundo MEDINA (1997), o pavimento é uma estrutura construída após terraplanagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a:

- resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Um pavimento em bom estado possibilita conforto e segurança ao tráfego e não requer manutenção excessiva. O fim da vida útil de um pavimento é alcançado quando um desses três fatores (conforto, segurança e economia) atinge o nível máximo de tolerância, a partir do qual são necessárias intervenções.

No entanto, sabe-se que grande parte das redes rodoviárias, federal, estadual e municipal, apresenta deficiência em sua pavimentação antes do término da vida útil. Muitos são os fatores que podem contribuir para tal fato, a saber: falha no projeto, materiais inadequados, equipamentos deficientes, má construção, ausência de planos detalhados de manutenção, etc.

O bom acabamento, desempenho impecável e a durabilidade de uma obra de pavimentação, além de depender da qualidade dos projetos, resultam do controle dos materiais, da forma da execução realizada ao longo da implantação da obra e, para assegurar que todo o processo construtivo atenda integralmente aos condicionantes e diretrizes projetados e respeite as especificações pertinentes, é de fundamental importância que sejam realizadas atividades de manutenção preventiva e corretiva.

Dentre as diversas metodologias empregadas para avaliação das condições de superfície de pavimentos podemos destacar a inspeção visual por meio vídeo ou fotografias (Figuras 2.1a e 2.1b), obtidas em campo, dos defeitos de superfície para posterior avaliação em escritório, fornecendo dados catalogados dos defeitos em vários níveis de severidade, o que consiste em metodologias de fácil acesso e, consideravelmente, econômicas.

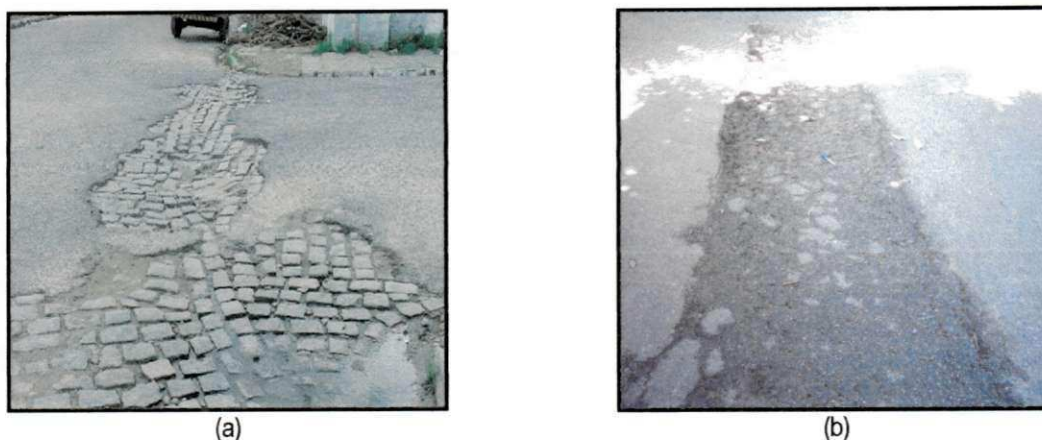


Figura 2.1 – Defeito de superfície em pavimento em paralelepípedo revestido de mistura asfáltica

[Local: Ruas Martins Júnior (a) e Vigário Calixto (b), Campina Grande-PB]

A avaliação periódica das condições das vias pode contribuir para a identificação dos trechos críticos e servir para a avaliação da severidade dos defeitos, além de fornecer informações de quando, como e onde poderão surgir os defeitos e, principalmente, quais os procedimentos para corrigi-los.

É a medida da serventia de um pavimento, que permite a análise das estratégias de projeto e a execução de programas de manutenção, reabilitação e reconstrução. A avaliação do desempenho de um pavimento depende da interação de três componentes, a saber: usuário, veículo e pavimento.

É importante enfatizar que, com relação às vias urbanas, em geral, suas avenidas principais são utilizadas por caminhões e ônibus com cargas desconhecidas, onde não há controle de peso, o que ocasiona a severidade prematura da superfície do pavimento nestas vias.

Segundo DOMINGUES (1993), para se obter informações adequadas para projetos de reabilitação de pavimentos flexíveis, é necessário que seja efetuada uma avaliação da severidade do revestimento. Nisto o método utilizado para o levantamento dos defeitos existentes deve identificar cada um em particular, com a ilustração, nomeação, descrição, causas, deteriorações, medição e sugestões para recuperação.

Sabe-se que a operação de **"tapa-buracos"** é a atividade de manutenção mais usual no processo de recuperação das vias urbanas, para isso a inspeção, com o uso de manuais de manutenção, aliado ao gerenciamento dos recursos e dos materiais usados, fará com que estas atividades sejam realizadas de maneira mais efetiva e de acordo com as especificações.

Estes manuais servem de referência para o estabelecimento de estratégias de manutenção, e tornam-se de grande importância devido à disponibilidade de um inventário de vários defeitos. No caso de vias urbanas, a diversidade de defeitos ainda é maior, pois, além de apresentarem defeitos semelhantes aos de rodovias rurais, podem ocorrer outros, com características diferentes, porém comuns em ruas e avenidas.

A ilustração, o conceito e a descrição, clara e sucinta, da atividade de recuperação dos defeitos de pavimentos de vias urbanas facilitam ao usuário do manual, na tomada de decisão quanto ao processo de

recuperação e dar-lhe subsídios para intervir na via de maneira adequada quando houver necessidade efetiva. Por sua vez, o retardamento da execução de um programa corretivo emergencial pode resultar em comprometimento estrutural do pavimento, que para sua correção demandará restauração pesada e bastante onerosa (ABEDA, 2001).

2.2 - Avaliação das condições de superfícies de pavimentos flexíveis

Um pavimento é bem projetado e construído quando for capaz de suportar as cargas de tráfego, dimensionado com número de camadas e espessuras de componentes adequados. Entretanto, esses critérios para análise são necessários, porém não suficientes - é necessário avaliar características e medidas da satisfação de usuários de vias (HAAS; HUDSON; ZANIEWSKI, 1994; apud MELO, 1998).

Estudos e técnicas têm sido desenvolvidos para a avaliação superficial de pavimentos asfálticos em rodovias no âmbito de agências viárias, institutos de pesquisas e empresas do setor. Alguns desses trabalhos, depois de consolidados, passam a ser normalizados ou recomendados pelos órgãos competentes, estabelecendo-se assim, índices de qualidade para a caracterização de vias pavimentadas (APS; BALBO; SEVERI, 1998).

Dentre as funções do engenheiro de pavimentos está a avaliação do serviço prestado ao tráfego de veículos. É necessário conhecer o comportamento de pavimentos para fornecer critérios aos projetos, e estabelecer programas de manutenção e prioridades de uso de recursos (YODER; WITZACK, 1975; apud MELO, 1998).

A etapa de avaliação da estrutura e funcionamento de um pavimento é essencial à racionalização dos programas de investimentos no setor viário, em todas as suas fases, a saber: projeto, construção, manutenção e reabilitação. O estudo do comportamento estrutural das camadas de um pavimento é indispensável para a identificação dos trechos e sub-trechos, que, apresentando características homogêneas, necessitam, para sua reabilitação, soluções específicas. A avaliação estrutural tem ainda a finalidade de com base nas análises procedidas, fornecer informações para o avanço das tecnologias de projetos, métodos construtivos e manutenção dos pavimentos, de modo a se obter um aumento da vida útil de forma racional e economicamente viável (VIEIRA FILHO, 1993).

Ao se avaliar um pavimento, o engenheiro pode dar notas às condições de superfície e/ou a adequabilidade estrutural. Estas notas podem servir de orientação do planejamento a fim de estabelecer prioridades de reabilitação. As avaliações das condições de superfície podem ser utilizadas para quantificar os itens dos critérios decisórios quanto à qualidade de rolamento, segurança e adequabilidade estrutural. Deve-se ressaltar que estes fatores indicam tão-somente a qualidade presente da estrada no servir ao público em trânsito, embora os dados sejam muito úteis para fornecer um critério de alocação de fundos às áreas mais carentes (DNER, 1975).

Na Tabela 2.1 está inserido o conjunto de normas do DNER usado para avaliação de superfície de pavimentos e comportamento de pavimentos em relação ao tráfego de veículos.

Tabela 2.1 - Especificações do DNER para avaliação de pavimentos (MELO, 1998)

Referência	Assunto
DNER - TER 001/78	Define os termos empregados em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos
DNER - PRO 007/94	Fixa as condições exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos com base no valor da serventia atual
DNER - PRO 008/94	Fixa as condições exigíveis na avaliação de pavimentos rodoviários dos tipos flexíveis e semi-rígidos, mediante a contagem e classificação de ocorrências aparentes e de medidas das deformações.
DNER - PRO 010/79	Estabelece os procedimentos necessários para a avaliação estrutural de pavimentos flexíveis existentes, aponta as causas de suas deficiências e fornece elementos para o cálculo da vida restante de um pavimento.
DNER - ES 128/83	Define o procedimento a ser utilizado no levantamento da condição de superfície de segmentos testemunha de rodovias
DNER - ES 173/86	Define o procedimento a ser aplicado no levantamento de irregularidade de segmentos de rodovia através do método do nível e mira.

Os técnicos em geral estão preocupados com trincas, panelas, deformações no pavimento e tensões verticais e horizontais, isso pode levar à ignorância sobre variáveis relacionadas com motoristas e passageiros. O pavimento tem apenas um objetivo: servir ao usuário com conforto e segurança durante o tráfego (HAAS; HUDSON; ZANIEWSKI, 1994). Essa afirmativa equivalente dizer que se faz necessário introduzir na mentalidade dos técnicos e engenheiros o estudo de características de atendimento à satisfação de motoristas e passageiros, com níveis de qualidade da superfície dos pavimentos (MELO, 1998).

Até 1960 era difícil encontrar uma resposta à pergunta: quais os níveis para qualidade de tráfego de veículos, conforto e segurança de viagem à superfície de pavimento que uma via fornece, ou fornecerá, aos veículos durante sua vida útil? Isto é:

a) por quanto tempo a superfície do pavimento deve permanecer com dado grau de rugosidade? E, qual deve ser esse grau?

b) em outras palavras: O quanto deve ser confortável a viagem sobre a superfície de pavimento?

c) e, durante quanto tempo aquele componente da via deve fornecer conforto e segurança às viagens?

Os diversos sistemas de gerência de pavimentos dependem da observação periódica do pavimento, responsável pela obtenção de informações sobre as características físicas da via ao longo do tempo. A seguir, são discutidas as duas formas de avaliação das condições de superfície de pavimentos flexíveis comumente utilizadas por técnicos e engenheiros (HUDSON, 1991; apud MELO, 1998).

2.2.1 - Avaliação objetiva da superfície de rolamento

A avaliação objetiva da condição dos pavimentos compreende:

a) *Avaliação da irregularidade superficial*: o desempenho do pavimento, ou seja, sua capacidade de servir ao tráfego com conforto, segurança e economia, está intimamente relacionado com a irregularidade longitudinal. A irregularidade longitudinal, definida como o desvio de pontos da superfície do pavimento em relação a um plano de referência e medida ao longo da trajetória dos veículos ("trilhas de roda"), afeta a qualidade de rolamento (conforto e segurança), as cargas dinâmicas transmitidas ao pavimento e os custos de operação dos veículos (consumo de combustível e lubrificantes, desgaste dos pneus etc.). Pode ser quantificada por perfilômetros (Figura 2.2), perfilógrafos (Figura 2.3) e veículos equipados com acelerômetros (Figura 2.4) ou medidores do tipo "resposta". No Brasil, tem sido utilizado pelo DNER e DERs o integrador de irregularidade longitudinal IPR-USP (DOMINGUES, 1993; Apud FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001);



Figura 2.2 – Perfilômetro utilizado pela AASHO Road Test (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001)



Figura 2.3 – Perfilógrafo



Figura 2.4 – Car Road Meter: equipado com acelerômetro, desenvolvido pelo FHWA (Federal Highway Administration) (FERANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001)

b) Ensaios Estruturais: podem ser destrutivos, mediante avaliação da capacidade de suporte *in situ* e de amostras coletadas, ou não-destrutivos, envolvendo a medida de deflexões superficiais causadas por um carregamento conhecido. Para a avaliação estrutural não-destrutiva têm sido utilizadas as vigas *Benkelman* (Figuras 2.5 e 2.6), defletômetros vibratórios e defletômetros de impacto FWD (*Falling Weight Deflectometer*) (Figuras 2.7 e 2.8).

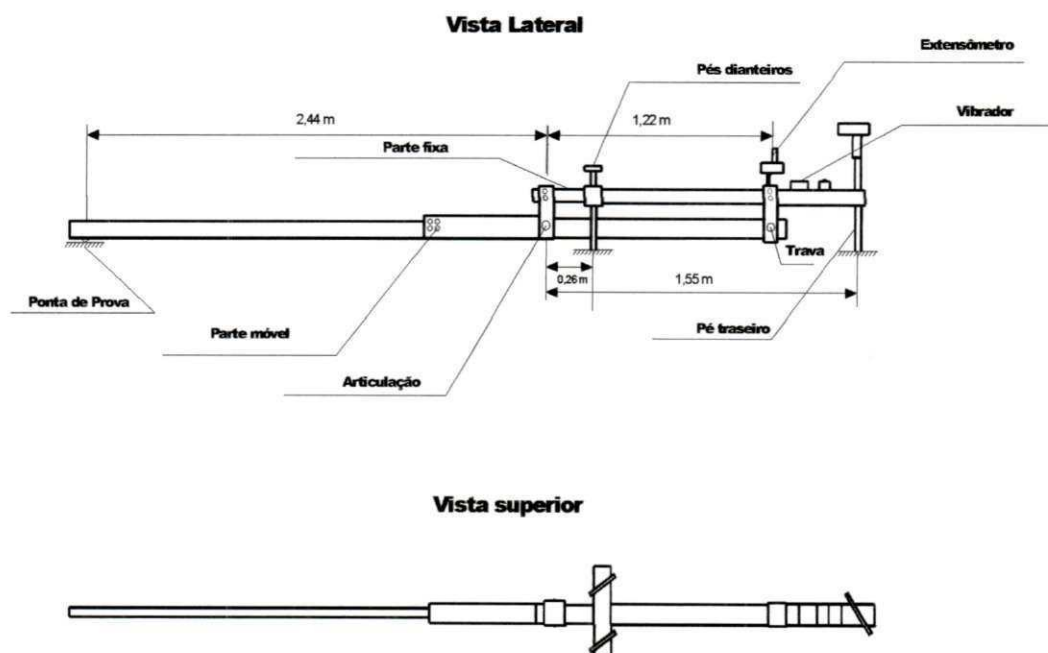


Figura 2.5 – Esquema da viga Benkelman



Figura 2.6 – Viga Benkelman

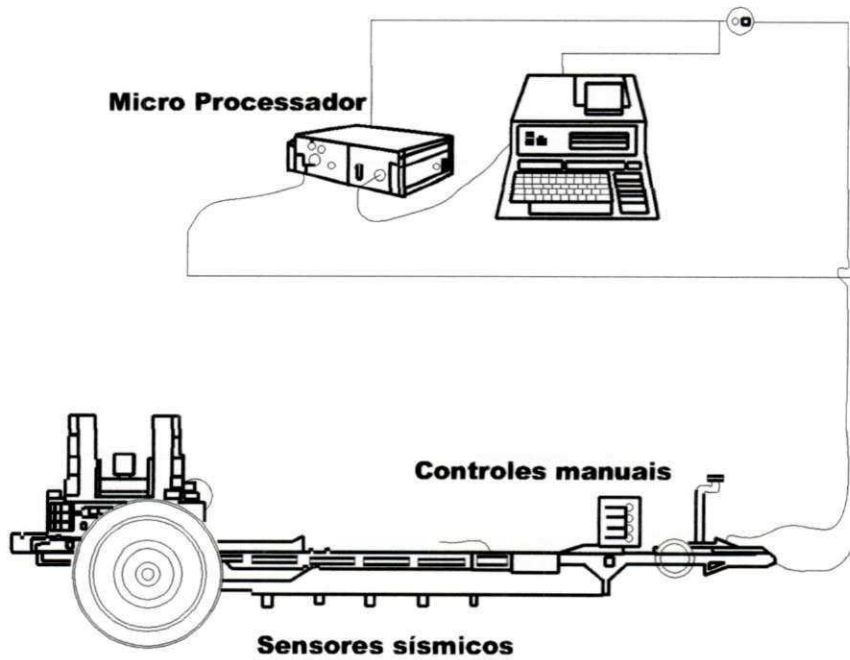


Figura 2.7 – Esquema do defletômetro de impacto (FWD)

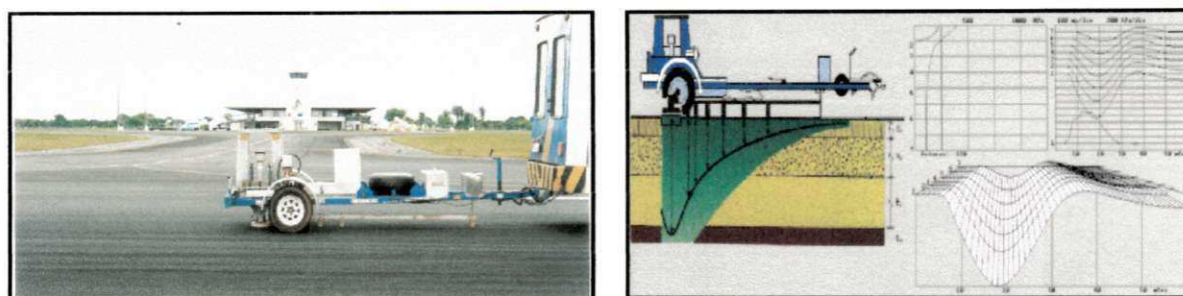


Figura 2.8 – Defletômetro de impacto (FWD)

c) Atrito superficial: a avaliação do atrito superficial pneu-pavimento, relacionada à segurança, pode ser obtida através de equipamentos do tipo Mu-Meter, que consiste na medida das forças de atrito em um reboque trafegando com as rodas travadas, com diferentes velocidades, sobre um pavimento molhado (Figura 2.9).



Figura 2.9 – Mu-meter Self-wetting System (DOUGLAS EQUIPMENT LIMITED, 2000)

d) Identificação de defeitos superficiais: o reconhecimento do tipo de defeito, a quantificação de sua *extensão* (frequência de ocorrência ou área do revestimento sujeita a um determinado tipo de defeito) e a identificação do nível de *severidade* (normalmente classificados como baixo, médio e alto), juntamente com a determinação das causas dos defeitos, são de vital importância para seleção de estratégias de intervenção e definição das atividades de manutenção e reabilitação.

2.2.2 - Avaliação subjetiva da superfície de rolamento

As avaliações subjetivas fornecem o estado de severidade do pavimento onde é utilizado o conceito de *serventia*, apresentado por CAREY e IRICK (1960), quando do *AASHO Road Test*. A *serventia* é definida como a habilidade de uma seção de pavimento, à época da observação, de servir ao tráfego de automóveis e caminhões, com elevados volumes e altas velocidades. A capacidade de um pavimento servir satisfatoriamente ao tráfego durante um dado período é o seu desempenho, que pode ser interpretado como a variação da *serventia* com o tempo e/ou tráfego (Figura 2.10).

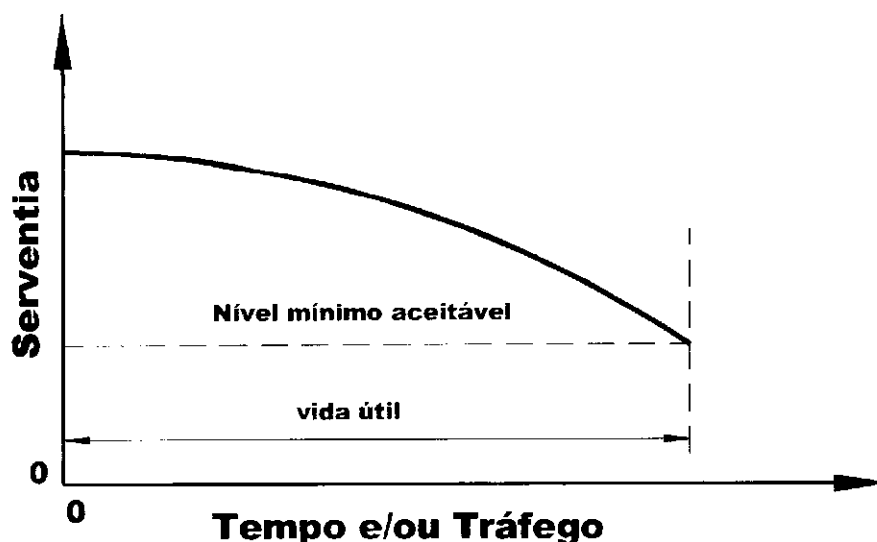


Figura 2.10 - Conceito de serventia (HASS; HUDSON; ZANIEWSKI, 1994)

CAREY e IRICK (1960) consideraram as seguintes hipóteses:

- a) o propósito principal de um pavimento é servir ao público que trafega sobre ele;
- b) as opiniões dos usuários são subjetivas, mas se relacionam com algumas características dos pavimentos passíveis de serem medidas objetivamente;
- c) a serventia de uma seção de rodovia pode ser expressa através de avaliações realizadas pelos usuários;
- d) o desempenho de um pavimento é o histórico de sua serventia ao longo do tempo.

O método utilizado por CAREY e IRICK (1960) consiste, inicialmente, na composição de uma equipe de avaliadores que atribuem "notas" ao pavimento. Cada avaliador utiliza uma ficha de avaliação (Figura 2.11) para cada seção, registrando seu parecer em uma escala de 0 (péssimo) a 5 (ótimo). A média aritmética dessas avaliações subjetivas de serventia é definida como Valor de Serventia Atual (VSA).

ACEITÁVEL?		
SIM	□	5 ——— OTIMO 4 ——— BOM 3 ——— REGULAR 2 ——— RUIM 1 ——— 0 ——— PÉSSIMO
NÃO	□	
INDECISO	□	
Identificação da seção: _____		Nota: _____
Avaliador: _____		
Data: _____	Hora: _____	Veículo: _____

Figura 2.11 - Ficha para avaliação da serventia [Fonte: (MELO, 1998)]

Em uma etapa seguinte, é feita a análise estatística para correlacionar o VSA com valores obtidos através de medidas físicas de defeitos do próprio pavimento (trincas, remendos, acúmulo de deformação permanente nas trilhas de roda, irregularidade longitudinal etc.) A previsão do valor do VSA a partir dessas avaliações objetivas é definida como Índice de Serventia Atual (ISA).

As condições impostas pela norma DNER-PRO 007/94 (DNER, 1994) são:

- a) cada avaliador deve considerar somente o estado atual da superfície de rolamento;
- b) a avaliação deve ser feita sob condições climáticas totalmente favoráveis (sem chuva, nevoeiro, neblina etc.);
- c) devem ser ignorados os aspectos do projeto geométrico (largura de faixas, traçado em planta, rampas etc.), assim como a resistência à derrapagem do revestimento;
- d) devem ser considerados principalmente os buracos, saliências e as irregularidades transversais e longitudinais da superfície;
- e) devem ser desprezadas eventuais irregularidades causadas por recalques de equipamentos de drenagem;
- f) cada trecho deve ser avaliado independentemente e não deve haver troca de informações entre os avaliadores;
- g) cada avaliador deve considerar o conforto proporcionado pelo pavimento caso tivesse que utilizá-lo dirigindo um veículo durante 8 horas ou ao longo de 800 km.

Segundo McHATTIE (2001), a avaliação visual de um pavimento, enquadra-se na categoria de avaliação subjetiva e não deve ser discutida entre os observadores durante a avaliação de campo a fim de que não se cometam erros, levando a uma inspeção ineficaz. Entretanto, há diversos fatores a considerar que ajudará na avaliação visual, tornando-a mais eficaz; são eles: observação da cor e da textura do revestimento, número e tipos de defeitos existentes em toda extensão do pavimento, quantificação dos remendos existentes, análise do material do remendo, observando se a aparência combina com a do revestimento original, e por fim colher fotografias dos defeitos para posterior análise em escritório.

O uso da inspeção visual vem sendo utilizado a partir de procedimentos que visam a manutenção de pavimentos por vários órgãos públicos e empresas privadas. Segundo estudos do WISCONSIN TRANSPORTATION INFORMATION CENTER (1992), a avaliação visual das condições de superfície do pavimento é uma ferramenta apropriada para pequenas unidades governamentais, contudo pode ser usado para todo o sistema viário de qualquer tamanho. Para os autores, esta avaliação consiste em um método econômico,

todo o sistema viário de qualquer tamanho. Para os autores, esta avaliação consiste em um método econômico, podendo ser executado pela equipe de funcionários do próprio órgão ou empresa que deseje adotá-lo, e pode fornecer informações valiosas sobre as características das condições de superfície do pavimento.

Seu melhor uso consiste no planejamento de estratégias de manutenção e recuperação, pois, retrata as condições da via em toda sua extensão e fornece subsídios para identificar o processo de manutenção e de reabilitação. Em alguns casos, quando selecionado e usado para projetos específicos, necessita-se de dados adicionais. O teste estrutural pode ser útil, por exemplo, no projeto e no melhor método de recapeamento ou de reconstrução. Pode-se levar em consideração o percurso (extensão do pavimento), a resistência à carga de tráfego sobre a via e outras considerações de segurança, quando forem selecionadas prioridades de manutenção e melhoria da via.

2.3 - Alguns meios para inspeção visual da superfície de pavimentos

a) uso da Câmera Digital com luz estroboscópica

Segundo CLINE, SHAHIN e BURKHALTER (2003), a *Construction Engineering Research Laboratory* (CERL) implantou em seu sistema, soluções para examinar, em três bases da força aérea, dados adicionais usando a tecnologia digital da câmera (equipamento da Universidade de Arkansas). Durante este projeto, os representantes do *Naval Facilities Engineering Service Center* (NFESC) e o CERL visitaram o *Quality Engineering Solutions* (QES) para determinar as potencialidades e a eficácia da tecnologia do sistema implantado.

Esta tecnologia usa uma câmera digital com luz estroboscópica. O sistema de imagem possui uma varredura que abrange uma extensão do pavimento de 14 pés (4,3 m) numa definição de 1.300 x 1.024 pixels de imagens em forma contínua. O levantamento de dados varia de 1 a 60 milhas por hora (1 a 100 quilômetros por hora) e todas as imagens são armazenadas em memória por um sistema computadorizado.

As imagens são coletadas geralmente à noite usando a luz estroboscópica. Os ajustes da câmera são feitos manualmente ou automaticamente, para que as imagens coletadas tenham qualidade elevada. A posição da imagem é controlada por um instrumento de medição altamente exato DMI (*Distance Measuring Instrument*) e usa em seu sistema o GPS (*Global Positioning System*).

O processo de levantamento de dados é feito em campo e depois analisado em escritório usando um visor contínuo de imagem. As imagens do pavimento podem ser movimentadas para frente ou para trás, em velocidades variáveis. Uma grade de escala é colocada sobre a imagem. As avaliações dos defeitos são gravadas em uma base de dados de acesso. Durante o passeio do veículo no pavimento para a inspeção de defeitos, os detalhes de imagens são coletados usando de três a cinco dispositivos de laser, com algoritmos de processamento padrão. A textura do pavimento pode ser fornecida no índice internacional da aspereza (IRI), ou em outro formato.

b) uso da tecnologia da Linha de Imagem Digital

Este sistema usa a tecnologia digital avançada de imagem latente para coletar imagens contínuas, com alta-resolução da superfície do pavimento. O sistema digital da imagem latente consiste em 2.000 pixels em uma linha de câmera digital de varredura, sistema de iluminação e controlador computadorizado. A linha da câmera de varredura é ajustada para cobrir uma largura de 14,5 pés (4,4 metros). A velocidade do levantamento de dados varia de 1 a 60 milhas por hora (1 a 100 quilômetros por hora) e todas as imagens são armazenadas em memória por um sistema computadorizado. As imagens são coletadas geralmente à noite usando um sistema de iluminação, que consiste em uma disposição das luzes de halogênio montadas em um amortecedor feito sob encomenda.

O processamento de dados é feito em escritório. As imagens são analisadas para determinar os tipos, o grau de severidade, e a extensão dos defeitos dos pavimentos. Este sistema usa também uma câmera digital, que coleta fotografias no perfil transversal da via nos intervalos selecionados para determinar a profundidade do afundamento no revestimento e no bordo da pista. A câmera digital é sincronizada com um projetor estroboscópico de linha fina montado no amortecedor traseiro, que mantém uma sensibilidade de mais ou menos 2 milímetros e é sincronizada na velocidade real do veículo (CLINE; SHAHIN; BURKHALTER, 2003).

c) Outras contribuições para tecnologias de Inspeção visual em pavimentos

A partir do exame automatizado de defeitos, usado no processo PMS (*Pavement Management System*), em anos recentes foram desenvolvidas notáveis tecnologias de levantamento de dados de defeitos de superfície de pavimentos no processo de inspeção visual. HOWE e CLEMENA (1998), relataram a praticidade do exame automatizado de defeitos de pavimentos e de processamento de imagens digitais na Virgínia, USA. Esta tecnologia foi estudada em detalhes por LEE e LEE, WANG e GONG e GROEGER et al (2003). Um estudo, a longo prazo, do desempenho de pavimentos (LTPP) comparou resultados manuais e fotográficos do exame de seções do LTPP detalhadamente. WU et al (2000), também comparam a variabilidade dos dados de textura derivados de defeitos do pavimento da LTPP que foram interpretados manualmente, onde se constatou que estas equipes interpretaram os dados de forma mais consistente. GROEGER et al. (2003), descreveram também a avaliação do novo protocolo de trincas da AASHTO no estado de Maryland.

2.4 - Relação entre as características de superfície do pavimento, com a velocidade e ruído do tráfego

Segundo CAFISO e DI GRAZIANO (2004), a redução da velocidade devido às más condições do pavimento está associada a um aumento do tempo de percurso e de custos operativos do veículo, assim como se relaciona aos aspectos de segurança. Em geral, observa-se que quando o pavimento está com defeito (superfície com irregularidades) um viajante tende a reduzir a velocidade devido ao aumento na percepção do risco subjetivo. No entanto, com o pavimento em boas condições de superfície, resulta-se numa melhora durante o tráfego sobre o pavimento, dando qualidade e conforto durante a viagem, criando um estado de segurança.

É importante saber que devido à presença de diferentes fatores que influenciam a relação entre as características de superfície e a velocidade de operação, torna-se complexo fornecer conceitos claros sobre este tema.

O ruído emitido por um veículo pode ser dividido em ruído da unidade de potência do motor (motor, sistema de exaustão, etc) e ruídos fora do motor (ruído aerodinâmico e ruído de passagem do veículo). A atenção deve estar focalizada ao ruído de passagem do veículo, onde é possível identificar quatro componentes principais da emissão de acordo com as circunstâncias em que o movimento ocorre: bombeamento de ar, vibrações, suspensão e deslizamento, e fluxo aerodinâmico. No geral, pode-se indicar que os dois fenômenos principais que causam o ruído de passagem são: o bombeamento de ar e as vibrações (CAFISO; DI GRAZIANO, 2004).

2.5 - Defeitos na superfície de pavimentos de vias urbanas

Para dar início aos estudos de avaliação, manutenção e recuperação de pavimentos urbanos, assim como a distribuição de ocorrências dos defeitos na superfície destes pavimentos, se faz necessário observar, classificar, medir a área do pavimento com defeito, e verificar o volume de dificuldade que esse defeito impõe ao tráfego (MELO, 1998).

Uma boa definição do defeito, assim como sua descrição e a causa, são importantes, pois traz subsídios e informações técnicas para que o processo de recuperação seja efetuado de forma ideal e eficaz. A importância de um "manual de avaliação, manutenção e recuperação de pavimentos urbanos", como fonte de dados para os responsáveis pela manutenção dos defeitos encontrados nas vias urbanas, torna-se uma base na tomada de decisões quanto a "como solucionar" adequadamente o problema em questão.

Os defeitos na superfície de pavimentos urbanos podem ser classificados e os resultados processados conforme propostas de diversos órgãos que operam as vias. Em nada contribuí ao estudo de pavimentos urbanos dizer que determinado órgão classifica os defeitos de superfície de maneira correta; são necessários relacioná-los com o comportamento dos pavimentos em cada caso e adequar as conseqüências às necessidades de um bom trabalho de manutenção e reparação de pavimento (BARROS, 1994). Com isso, optou-se por adotar processos e operação sobre dados conforme o manual *Distress Identification for the Long-Term Pavement Performance Program – Manual SHRP* (MILLER; BELLINGER, 2003), porque os resultados de investimentos em pesquisas do Governo Americano colocaram à disposição do meio técnico o mais atualizado dos conjuntos para orientação de obtenção de informações e processamento de dados sobre defeitos de pavimentos a que se tem acesso (MELO, 1998).

Os defeitos são determinados pela similaridade nos mecanismos de ocorrência e na sua aparência visual. As possíveis causas indicam motivos típicos de ocorrência do defeito de maneira clara e sucinta. Os mecanismos de ocorrência ajudam a diagnosticar os defeitos e serão úteis na etapa de reabilitação. É válido ressaltar que o conhecimento da metodologia de correção (com base em normas) ajudará na eficiência do

processo de recuperação da área afetada, ajudando na distinção entre defeitos semelhantes (DOMINGUES, 1994; apud MELO 1998).

Muitos defeitos de revestimento dos pavimentos urbanos assemelham-se aos encontrados em pavimentos rodoviários, outros defeitos são bastante categóricos com relação às vias urbanas, que indicam problemas quanto à drenagem superficial e sub-superficial, quanto ao tipo de recapeamento usado, revestimento flexível sobre paralelepípedo, presença de árvores nas encostas do pavimento, gerando problemas quanto à penetração de raízes sobre as camadas de base e outros. Com isso os defeitos podem ser diferenciados entre duas classes: classe estrutural e classe funcional:

Classe estrutural – Quando o defeito é associado à função que o pavimento tem de suportar a carga de projeto. Por exemplo, o trincamento por fadiga, de alto nível de severidade.

Classe Funcional – Quando o defeito é associado às qualidades do rolamento e da segurança do pavimento. Por exemplo, o rolamento suave e Confortável ou, a condição de resistência à derrapagem.

Consideram-se como *defeitos da superfície de pavimentos* aos desarranjos que contribuam para aumentar desconforto, ou impedir o tráfego de veículos sobre estes pavimentos. Em geral, os principais defeitos encontrados classificam-se em: *trincas, remendos, buracos, deformações, defeitos físicos na superfície, problemas quanto a drenagem e outros* (PONTES FILHO, 1999).

A detecção dos defeitos nos estágios iniciais é uma das tarefas mais importante da manutenção. Trincas e outras fraturas no pavimento, que inicialmente quase não são percebidas pelos usuários, podem evoluir rapidamente e causar sérios problemas se não forem prontamente seladas.

O volume de dificuldades que um defeito impõe ao tráfego é nomeado de *severidade do defeito*, ou simplesmente *severidade*. A severidade é classificada em *não aplicável, baixa, média e alta*.

Segundo PONTES FILHO (1999), *severidade*, em conceito, é uma medida da dificuldade que o defeito impõe ao tráfego – mas, na prática é classificada a partir de limites e variáveis mensuráveis através de observações em campo. Por exemplo: a largura ou o comprimento de trincas pode ser uma variável usada para classificar a severidade desse tipo de defeito.

Existem outras pequenas evidências, como lama ou água na superfície do pavimento ou no acostamento, que podem indicar a um observador experiente que sérios problemas podem vir a ocorrer. Uma vez descobertos, é importante que se encontre a causa de cada problema e se inicie prontamente seu reparo (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001).

2.6 - Índices combinados de defeitos de pavimentos

Os índices combinados de defeitos podem ser determinados através de avaliações subjetivas (feitas por uma equipe de avaliadores) ou calculados a partir de informações detalhadas sobre a extensão e o nível de

severidade de diferentes formas de severidade dos pavimentos. A condição do pavimento pode ser quantificada, por exemplo, pelo Índice de Condição do Pavimento (ICP), que varia de 0 a 100, onde 100 representa uma excelente condição do pavimento. Para o cálculo do ICP pode-se utilizar a equação 2.1, cujas variáveis D_{ij} e f_{ij} são, respectivamente, extensão e fator de ponderação do defeito i com o nível de severidade j .

$$ICP = 100 - \sum_i \sum_j D_{ij} x f_{ij} \tag{2.1}$$

Como certos defeitos influem mais que outros para a perda de serventia do pavimento, cada nível de severidade de um determinado defeito deve ser associado a um fator de ponderação, sendo que os fatores de ponderação também devem ser ajustados para as condições operacionais e ambientais do local onde serão utilizados.

Os valores dos Índices combinados podem dar uma indicação sobre que estratégia de manutenção e reabilitação adotar, conforme apresentado na Figura 2.12. A Figura 2.13, adaptada do INSTITUTO DO ASFALTO (1981), apresenta um exemplo de planilha para quantificação do ICP contendo todos os defeitos considerados no programa de Pesquisa SHRP (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001).

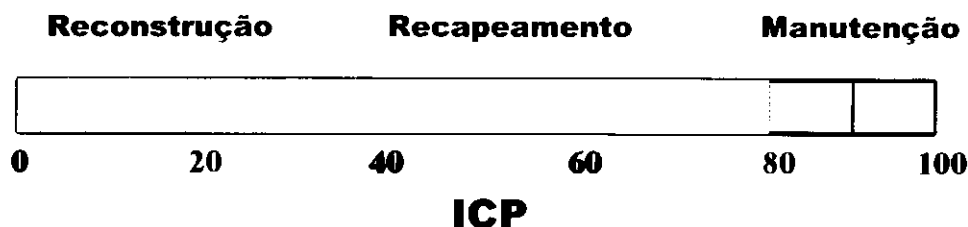


Figura 2.12 – Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada com base no valor do ICP

(INSTITUTO DO ASFALTO, 1989; apud FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001)

Planilha Para Avaliação de Pavimentos	
Rodovia ou Rua: _____	Município ou Cidade: _____
Código da Seção: _____	Largura: _____
Extensão: _____	Data: _____
Tipo de Pavimento: _____	
<u>DEFEITOS</u>	<u>AVALIAÇÃO</u>
1. Trincas por Fadiga	0 - 15 _____
2. Trincas em Bloco	0 - 5 _____
3. Trincas no Bordo	0 - 5 _____
4. Trincas Longitudinais	0 - 5 _____
5. Trincas por Reflexão	0 - 5 _____
6. Trincas Transversais	0 - 5 _____
7. Remendos	0 - 5 _____
8. Panelas	0 - 10 _____
9. Deformação Permanente nas Trilhas de Roda	0 - 15 _____
10. Corrugação	0 - 5 _____
11. Exsudação	0 - 5 _____
12. Agregados Polidos	0 - 5 _____
13. Desgaste	0 - 5 _____
14. Desnível Pista - Acostamento	0 - 5 _____
15. Bombeamento	0 - 5 _____
	Soma dos Defeitos: _____
Índice de Condição do Pavimento:	ICP = 100 - Soma dos Defeitos
	ICP = 100 - _____
	ICP = _____

Figura 2.13 – Planilha para avaliação da condição dos pavimentos

(INSTITUTO DO ASFALTO, 1989; apud. FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001)

No Brasil, um índice combinado muito utilizado é o Índice de Gravidade Global (IGG), definido como um parâmetro numérico que permite a avaliação de severidade de segmentos rodoviários, cuja concepção, além de refletir o estado de cada segmento considerado isoladamente, permite a comparação relativa entre os estados apresentados por segmentos distintos.

O cálculo do IGG é baseado na norma DNER-PRO 008/94 (DNER, 1994), que estabelece uma metodologia para quantificação numérica dos defeitos. A avaliação da superfície é feita por amostragem e o levantamento é feito a pé, registrando-se, em uma planilha, os tipos e o nível de severidade dos defeitos, sem avaliação da extensão.

Para o cálculo do IGG são consideradas dez ocorrências ou eventos distintos. Oito desses eventos representam tipos individuais de defeitos (trincas, afundamentos, corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panelas e remendos). Os outros dois são derivados da mensuração das flechas nas trilhas de roda (média e variância). Dessa forma, o valor do IGG reflete o efeito conjunto de uma ampla gama de deficiências estruturais sobre o estado da superfície do pavimento.

Cada evento considerado isoladamente corresponde a um valor específico chamado Índice de Gravidade Individual (IGI), estabelecido em função do peso ou "nível de responsabilidade" de cada evento. Logo, para cada defeito é conferido um fator de ponderação.

De acordo com a norma DNER-PRO 008/94 (DNER, 1994), o IGG é calculado através das equações 2.2, 2.3, 2.4, cujas variáveis n , f_p , IGI , IGG , f_a e f_r são, respectivamente, o número de estações inventariadas, o fator de ponderação, o Índice de Gravidade Individual, o Índice de Gravidade Global, a frequência absoluta (número de vezes em que a ocorrência é verificada) e a frequência relativa (numero de vezes em que a ocorrência é verificada em relação ao número total de estações).

$$f_r = \frac{100 \cdot f_a}{n} \tag{2.2}$$

$$IGI = f_r \cdot f_p \tag{2.3}$$

$$IGG = \sum IGI \tag{2.4}$$

Com a finalidade de conferir ao pavimento um conceito que retrate o grau de degradação verificado, o DNER estabeleceu a correspondência indicada na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Intervalos de condição de pavimentos em função do IGG

IGG	CONCEITO
0 - 20	Bom
20 - 80	Regular
80 - 150	Mau
150 - 500	Péssimo

As principais limitações do Índice de Gravidade Global (IGG) são:

- a) não levar em conta o nível de severidade, apenas o tipo de defeito (exceto para as trincas);
- b) considerar apenas o número de ocorrências e não a extensão.

2.7 - Manutenção de pavimentos em vias urbanas

Segundo BODI e BALBO (1997), somente nesta década, os responsáveis pela gestão política e administrativa atentaram para a imperiosa necessidade de se investir na manutenção, conservação e reabilitação da malha viária de qualquer conglomerado urbano. O enfoque político, por questão cultural e estratégica, sempre foi "realizar obras novas", já que o expediente atende em simultâneo aos projetos pessoais e interesses da sociedade.

O procedimento para manutenção do patrimônio urbano, seja ele de qualquer natureza, a experiência tem demonstrado que apresenta a marca da improvisação, do empirismo e de um descaso injustificável da administração pública (Figura 2.14). No caso específico da matéria em foco, pode-se afirmar que pouco se investiu na manutenção dos sistemas viários e o resultado tem sido nefasto: degradação acentuada e esgotamento precoce da vida útil das vias urbanas.



Figura 2.14 – Remendo mal executado (Local: Rua Anacleto Eloy, Campina Grande-PB)

No Brasil, onde a disponibilidade de recursos públicos é muito inferior e limitante, é indispensável a rápida adoção de procedimentos que ajudem a direcionar os recursos públicos visando um retorno mais efetivo e democrático à população, e espera-se que os governos federais, estaduais e municipais das cidades brasileiras iniciem em curto prazo a implantação desta poderosa ferramenta de gestão que é um SGP, sem o qual se torna mais difícil proceder as prioridades e agendamentos de serviços de manutenção, técnica e economicamente mais vantajosos para todos.

Uma boa política de gestão de qualquer malha viária depende do fluxo contínuo de recursos necessários à implementação dos serviços de manutenção de rotina e de reforço, conforme pode ser avaliado por um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP). Qualquer atraso no agendamento de obras de manutenção resulta em demandas futuras com custos muito superiores, pois verifica-se que o surgimento e a progressão de defeitos em pavimentos, em geral, não variam proporcionalmente com o tempo, e atrasos de seis meses a um

ano podem significar custos de manutenção de 400 a 500 % superiores, conforme estudos da *United States Department of Transportation* (TAVAKOLI et al., 1992).

Em princípio, todos os conceitos envolvidos em um SGP, em geral, aplicam-se ao Sistema de Gerência de Pavimentos de Vias Urbanas. Entretanto, alguns aspectos são peculiares à pavimentação urbana (CARDOSO, 1994).

É bom que se recorde da combinação de fatores que interferem diretamente na degradação dos pavimentos. São eles:

a) Fatores relacionados ao clima/ambiente. Neste grupo, pode-se incluir: a precipitação pluviométrica, a temperatura, a evapotranspiração, etc.

b) Fatores relacionados ao tráfego. Compreendem aspectos do "mix" ou composição do tráfego, velocidade de operação dos veículos, números de repetições de veículos pesados, cargas por eixo etc.

c) Fatores relacionados à qualidade do material e aos métodos de dimensionamento. Neste caso, grande ênfase tem que ser dada aos materiais que compõem as camadas dos pavimentos e a compatibilização das mesmas. Não menos importantes são os métodos de dimensionamento empregados.

d) Fatores geotécnicos. As camadas de base assumem uma grande importância na severidade dos pavimentos. Qualquer aspecto que não seja tratado adequadamente, levando em consideração, principalmente, as deficiências do subleito, comprometerá o desempenho esperado do pavimento. Novamente, os materiais têm que ser devidamente considerados.

e) Fatores construtivos quanto aos métodos de execução e controle de materiais. A metodologia de execução do projeto e o controle de qualidade, consistem no carro-chefe deste grupo de fatores. Nada adianta um bom projeto e boa seleção de materiais se a metodologia de execução e o controle tecnológico dos materiais deixem a desejar.

Aliada a todos estes fatores está a manutenção. Esta será tão mais efetiva quanto mais intensa for a adoção de princípios de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPVU).

Apesar das definições a respeito do tipo de manutenção de pavimentos, em geral, dois tipos são mais reconhecidos (Figura 2.15): manutenção preventiva e corretiva (ou reativa). A manutenção preventiva é usada para corrigir defeitos com níveis de severidade menores, retardar falhas progressivas, e reduzir a necessidade de manutenção corretiva. É executada antes que o pavimento demonstre algum tipo de defeito significativo fornecendo um maior desempenho do pavimento. A manutenção corretiva é executada após a ocorrência de falhas significativas no pavimento; isto é, perda do atrito da superfície, afundamento com severidade moderada, ou trincamento extenso (FOUNDATION FOR PAVEMENT PRESERVATION, 2000).

A FOUNDATION FOR PAVEMENT PRESERVATION (2000), em seu trabalho *"Selecting a Preventive Maintenance - Treatment For Flexible Pavements"* afirma que, embora cada tipo de manutenção seja necessário para um programa detalhado da conservação de pavimentos, a ênfase deve ser dada em evitar que um pavimento alcance a circunstância onde a manutenção corretiva é exigida, desde que o custo associado com esta aproximação possa ser substancial. Esta situação é descrita freqüentemente com mostra a Figura 2.16, que ilustrando tratamentos diferentes em tempos distintos. O que realmente é necessário é uma determinação da eficácia do custo aproximado da manutenção preventiva (PM) comparada com as práticas padrões de reabilitação quando o pavimento está visivelmente desgastado.

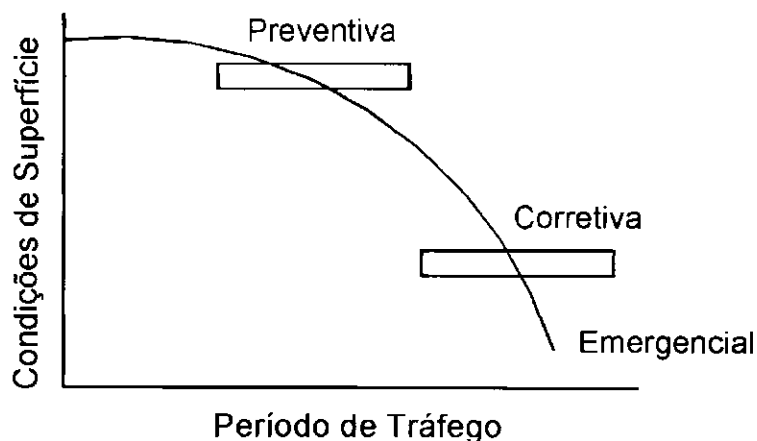


Figura 2.15 - Categorias de manutenção de pavimentos
(FOUNDATION FOR PAVEMENT PRESERVATION, 2000).

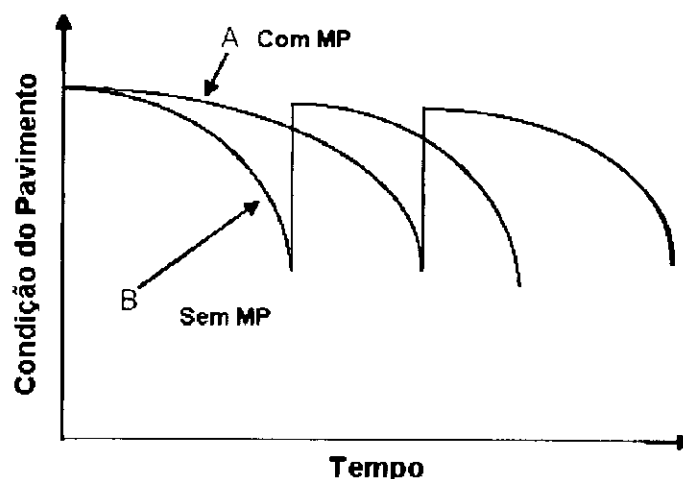


Figura 2.16 - Curva de severidade de pavimentos com e sem manutenção Preventiva
(FOUNDATION FOR PAVEMENT PRESERVATION, 2000)

Deve-se considerar outros fatores, não menos importantes que os citados anteriormente, especificamente relacionados à pavimentação urbana, constituindo-se num verdadeiro problema para os administradores e engenheiros, no que diz respeito às atividades de manutenção que possam permitir que as vias urbanas apresentem um bom padrão de segurança e conforto.

O sistema de drenagem, em diversas vias urbanas, geralmente é deficiente, causando a redução da vida útil dos pavimentos. Nisto os problemas são constantes, principalmente os de vazamentos, encontrados nas redes de drenagem, atingindo a estrutura do pavimento (CARDOSO, 1994).

As características do tráfego são completamente diferentes daqueles verificados em rodovias. A velocidade, normalmente, é reduzida. Nas proximidades dos sinais de trânsito, as *paradas* são inevitáveis e a severidade dos pavimentos é marcante, não só pela maior solicitação dos pavimentos, mas pela ação deletéria dos combustíveis aos materiais asfálticos.

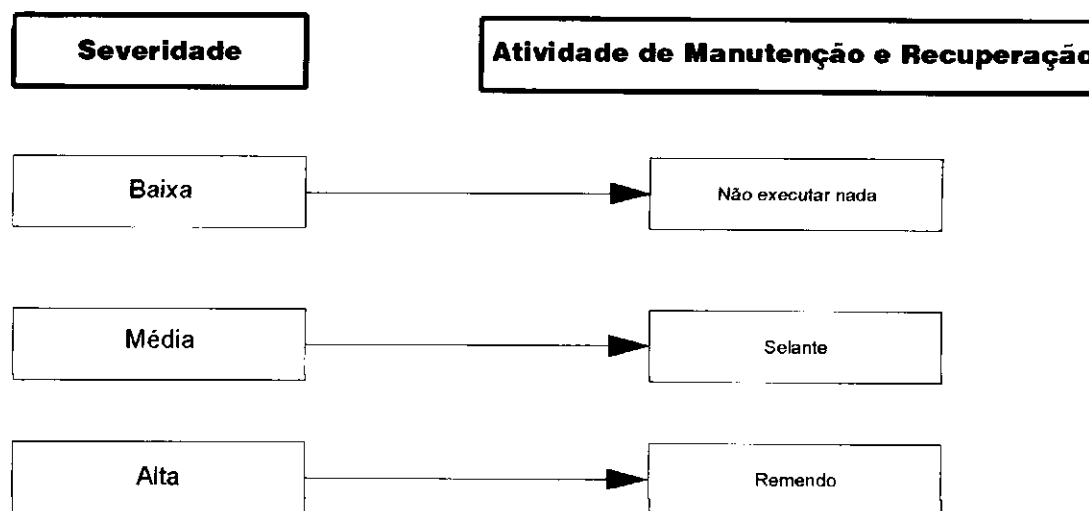
A interferência das concessionárias, como exemplo, a abertura de valas para obras tais como: travessias de galerias de ligação para luz, água, telefone, águas pluviais, esgotos, etc., também trazem diversos problemas ao pavimento e ao usuário da via. Retratando a falta de integração e coordenação entre as prefeituras e as concessionárias.

Segundo CARDOSO (1994), a correção destes problemas fica muito aquém do desejado, uma vez que as metodologias empregadas estão, às vezes, longe do que deveria ser posto em prática.

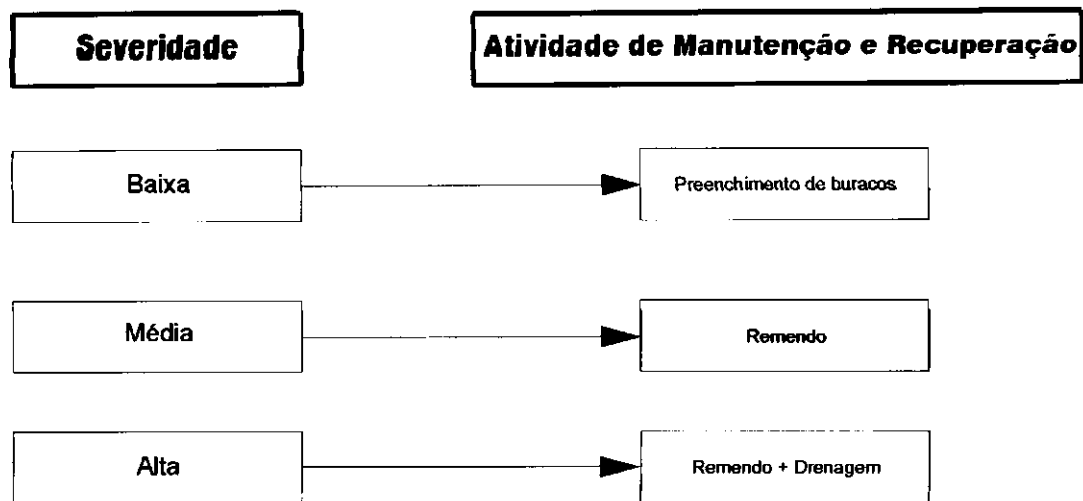
2.8 – Estratégias e atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos

Para a seleção de estratégias de manutenção FERNANDES JÚNIOR e PANTIGOSO (1998), propõem "árvores de decisão". Tais autores consideram como principais fatores os tipos de defeitos e o volume de tráfego e adotam as seguintes atividades de manutenção: não executar nada, uso de capa selante, lama asfáltica, tratamento superficial, selagem de trincas, preenchimento de buracos, remendo, regularização, drenagem, reciclagem, recapeamento, reconstrução, recomposição do acostamento e aplicação de areia quente.

A seguir, nos Fluxogramas 2.1 e 2.2 são mostrados exemplos de árvores de decisão criadas por FERNANDES JÚNIOR e PANTIGOSO (1998), para os defeitos de trincas transversais e panelas.



Fluxograma 2.1 - árvore de decisão para o defeito de trincas transversais



Fluxograma 2.2 – árvore de decisão para o defeito de painéis

As principais atividades de manutenção em pavimentos consistem, geralmente, em remendos e selagem de trincas. A detecção e o reparo dos defeitos nas fases iniciais representam o trabalho mais importante desempenhado pela equipe de manutenção, ou seja, aquele que resulta na melhor utilização dos recursos disponíveis.

a) *remendos*: Os remendos constituem o método de reparo mais utilizado na manutenção de rodovias e ruas porque todos os pavimentos, uma hora ou outra, vão apresentar buracos, resultado da ação combinada de umidade e tráfego ou em virtude da abertura de trincheiras para construção e execução de reparos das redes de água, gás, esgoto, telefone, energia elétrica etc. A Figura 2.17 mostra as etapas principais para execução de um remendo.

Na seqüência são discutidos alguns pressupostos básicos para que a mistura utilizada em remendos seja aplicada adequadamente em uma área do pavimento:

- A área deverá estar devidamente limpa para receber a massa asfáltica, o que preferencialmente deve ser feito com emprego de ar comprimido caso seja necessária a remoção de terra solta e pó. Isto se o buraco não tiver atingido já as profundidades de camadas de solo (reforço ou subleito), pois nesse caso, a reconstituição da base seria recomendável;

- Após a limpeza, deve ser aplicada a pintura de ligação (emulsão de ruptura rápida) que deverá garantir a devida aderência entre a massa de enchimento e as superfícies inferior e laterais do buraco. O tradicional "banho de emulsão" pode ser considerado uma atitude abortiva para o material de enchimento, uma vez que será contrariamente um agente favorável ao escorregamento da mistura de enchimento. A emulsão deverá ser lançada com o uso de bicos espargidores adequados para tal tipo de serviço, em taxa de aplicação (l/m^2) ideal para cumprir sua função. A pintura ligante deve constituir uma película e não um lago;

- Compactação da massa asfáltica: aqui se encontra um ponto crítico do serviço de tapa-buracos. A mistura de enchimento deve ser compactada sob pressões que propiciem sua correta densificação, especialmente do fundo da camada. Uma das garantias de sucesso de uma massa bem dosada é que em campo o esforço de compactação seja coerente como o processo de dosagem, o que se consegue com o emprego de equipamentos adequados de compactação;

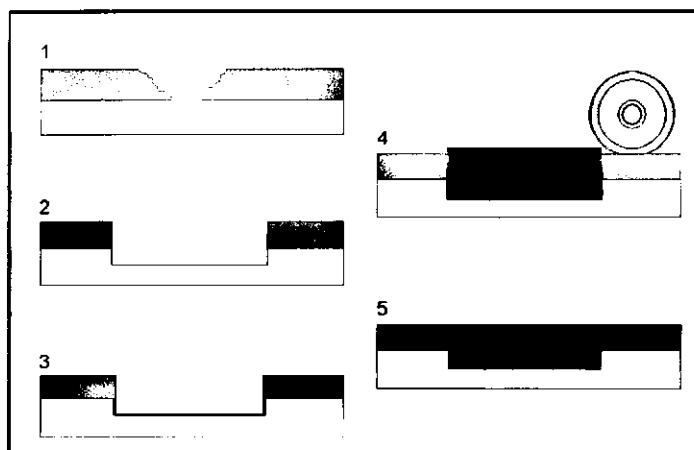


Figura 2.17 – Etapas para execução de um remendo (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001)

FERNANDES JÚNIOR, ODA e ZERBINI (2001) relatam que os buracos e panelas devem ser imediatamente reparados, pois comprometem a segurança e o conforto e aumentam os custos operacionais. Além disso, permitem a entrada de água, que enfraquece a estrutura e acelera a severidade. Em qualquer operação de remendo dos buracos, os dois elementos principais são a seleção de materiais e os procedimentos de reparo.

b) *selagem de Trincas*: A selagem de trincas consiste no enchimento de trincas e fissuras do revestimento com materiais tais como: cimentos asfálticos ou selantes especiais, com o objetivo de impedir a penetração de água nas camadas inferiores.

Os tipos mais comuns de capas selantes são: selo asfáltico impermeabilizante (*"fog seal"*), tratamentos superficiais (*"chip seals"*) e a lama selante de emulsão asfáltica ou lama asfáltica (*"slurry seal"*).

A selagem de trincas em pavimentos flexíveis é uma atividade de conservação rotineira que deve ser 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 o surgimento e progressão de 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, 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.

Dentre as atividades de reabilitação mais utilizadas estão a fresagem, a reciclagem, o recapeamento estrutural, reconstrução, reconformação ou reparos localizados, melhoria das características de drenagem e de atrito do revestimento e prevenção do desgaste e da oxidação do pavimento:

a) *fresagem*: com o desenvolvimento de equipamentos durante a década de 80, nos Estados Unidos e países da Europa, a fresagem já é a principal forma de remoção do revestimento antigo, tanto para reciclagem como para acerto da superfície a ser recapeada, utiliza-se equipamentos conhecidos como fresadores;

b) *reciclagem*: técnica utilizada para renovar e rejuvenescer misturas asfálticas envelhecidas. Serve, também, para corrigir outros defeitos, como pequenas corrugações, agregados polidos e exsudação. Porém, não é efetiva 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 às 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 (DNER, 1998).

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 à 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 desvio 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.

c) *recapeamento estrutural*: construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento existente, incluindo geralmente, uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo, seguido de camada (ou camadas) com espessura uniforme;

d) *reconstrução*: necessária quando o pavimento não é reabilitado a tempo e começa a deteriorar-se rapidamente. Muito freqüentemente a causa dos defeitos é a drenagem inadequada, com a reconstrução representando a única opção para a melhoria do sistema de drenagem.

Segundo BALBO (1997b), os serviços de reconstrução são altamente indesejáveis; a diferenciação entre reconstrução e construção aqui se faz tomando como construção (nova) a necessidade de reconstruir inúmeros acessórios da via além do pavimento (taludes, dispositivos de drenagem, sinalização etc.) devido a um estado de abandono exacerbado.

e) 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 (DNER, 1998).

f) melhoria das características de drenagem e de atrito do revestimento: Alguns tipos de tratamento de superfície são concebidos especificamente para reduzir a hidroplanagem e o número de acidentes em pista molhada (camadas drenantes de atrito e capas selantes). Deve-se realizar a cuidadosa seleção dos tipos dos agregados, assim como a melhoria da declividade do pavimento, principalmente em curvas (DNER, 1998).

g) 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 (DNER, 1998).

Existem alguns tipos de serviços de manutenção que merecem alguns comentários, pois envolvem questões muito simples que por vezes parecem não ser bem entendidas por quem executa o serviço. É bom refletir sobre os três tipos de serviço de manutenção corretiva mais comuns, que, embora não despertem grandes interesses em discussões técnicas, merecem ser colocados em debate dado a sua importância na preservação de padrões mínimos de qualidade funcional e estética de vias pavimentadas.

a) o serviço de tapa-buracos

O serviço de tapa-buracos se constitui no sistema mais simples para conservação de pavimentos e, comumente, é empregado em planos emergenciais de vias urbanas e rurais para a reparação das degradações médias e profundas (ABEDA, 2001).

Segundo BALBO (1997a), o termo tapar buraco não significa fazer um remendo, pois este último, pressupõe a reconstituição da estrutura do pavimento de uma forma mais ordenada, em uma área mais extensa que um buraco, quando se procura corrigir algo no pavimento, camada a camada. Assim, um remendo pressupõe também o emprego de materiais de maneira controlada e com equipamentos convencionais.

A execução de tapa-buraco, muito comum em vias urbanas, emprega apenas uma quantidade de material de enchimento, seja o concreto asfáltico, o pré-misturado a quente e o pré-misturado a frio. Começa-se por algumas características do material a ser empregado para tal enchimento, que terão conseqüências na forma como se considera a liberação do tráfego.

Os pré-misturados a quente, primeiramente, devem chegar ao local de aplicação com temperatura adequada para que seja trabalhável, ou seja, de manipulação e compactação favoráveis. O caminhão, saindo de

uma usina fornecedora às 7 horas da manhã, tem apenas poucas horas para o emprego do material, sob o risco de perda do mesmo, onde a material fica sem condições de espalhamento (muito viscosa) após seu resfriamento, e, portanto, sem condições de aplicação.

No caso de emprego de pré-misturados a frio, alguns requisitos se alteram no que diz respeito às condições de aplicação do material. Se o material encontra-se estocado há dias ou horas, seja de ruptura lenta ou média, antes de seu transporte para o campo, a emulsão não poderá estar rompida, pois o material se tornaria inadequado para o emprego em remendos.

Para a operação de tapa-buraco, resta ainda uma questão: qual o momento em que se pode liberar o tráfego? Isto quando a massa (se preparada à quente) apresentar incremento de viscosidade que não permita sua compactação pelos esforços normais do tráfego, o que dependerá da queda de sua temperatura. Enfim, liberar de imediato não seria a melhor prática. Em vias urbanas, quando a operação viária é crítica, seria interessante repensar os horários de execução dessas operações.

No caso de liberação de serviços elaborados com misturas a frio, a questão é saber se a ruptura da emulsão já atingiu uma condição que garanta uma estabilidade mínima para a mistura, caso contrário, o deslocamento de massa poderá também se manifestar precocemente. Neste caso se fica diante da alternativa da preparação no local de aplicação de uma mistura a frio elaborada com emulsão de ruptura rápida e controlada.

De qualquer maneira, o ideal seria a minimização da questão do tapa-buracos que é sobremaneira significativa em vias urbanas, e isso passará obrigatoriamente pela implementação de sistema de monitoração e adoção de medidas preventivas nos momentos em que sejam eficazes.

Em síntese, BALBO (1997a), afirma que, outra peculiaridade relacionada à questão dos tapa-buracos é a sensação de que tais serviços são em grande parte das vezes realizados de maneira concentrada no tempo, com uma característica emergencial. Deve ser recordado que tais operações devem sempre estar previstas como periódicas no sentido de que as equipes devem constantemente estar mobilizadas para este tipo de intervenção. Encarar operações de tapa-buracos como periódicas consistem em erro conceitual que muito contribui para necessidades momentâneas absurdamente extensivas, quando então, pela própria situação, os serviços acabam por ser elaborados de maneira duvidosa.

b) o serviço de tapa-valas

Há uma necessidade eminente de se repensar a questão, seja do ponto de vista do posicionamento dos condutos das redes de abastecimento d'água, de telefonia e/ou de esgotos; ou do ponto de vista de como se executa o serviço de tapa-valas de forma adequada. Neste ponto, insiste-se na questão de recompactação do subleito dentro de padrões adequados, com o emprego de equipamentos compatíveis com as necessidades de ganho de densidade e resistência dos solos de fundação. A questão dos materiais e técnicas a serem empregados pelas concessionárias para tais serviços, bem como do planejamento consistente de tais operações

em áreas urbanas, deverá integrar o sistema de gerência da manutenção de pavimentos que qualquer cidade de médio porte deveria ter preocupação e implantar.

2.9 - Sobre alguns materiais a serem utilizados na manutenção de pavimentos

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, filer, pré-misturado a frio (PMF), capa selante e lama asfáltica.

a) 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 DNER-ME 081/95.

b) 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 DNER - ME 084/95.

c) cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

O CAP a ser utilizado para a conservação de pavimentos com revestimento asfáltico deverá ser do tipo 50/60 cujas especificações estão de acordo com o DNP (Departamento Nacional de Petróleo) e a ANP (Agência Nacional de Petróleo), os quais definem parâmetros de aceitação e classificação. A Tabela 2.3 apresenta dados característicos do CAP.

Tabela 2.3 - Características do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

Ensaio	Valor
Penetração (100g, 5s a 250°C)	58 (1/10 mm)
Ponto de Fulgor (°C, min)	295°C
Densidade	1,020 g/cm ³
Viscosidade Saybolt Furol (135°C, s)	320 s

d) 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 (ABEDA, 2001).

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 (ABEDA, 2001).

O tamanho dos glóbulos de asfalto disperso 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).

e) filer

O filer 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 (DNER-EM 367/97).

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

f) uso do pré-misturado a frio (PMF)

O PMF consiste numa mistura, em equipamento apropriado, de agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (filer) 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 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.

g) 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 selantes 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 ("filer", 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 ("filer"), 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-de-calcário;
- material betuminoso: emulsões catiônicas (RL-1C) ou emulsões para lama asfáltica (LA-1C, LA-2C ou LA-E);
- água.

2.10 - Métodos de descrição dos defeitos de superfície de pavimentos

A AUSTRORoads (1990), relata que um defeito pode evidenciar as condições indesejáveis no pavimento afetando a serventia, a capacidade estrutural ou a aparência, gerando desconforto ao tráfego sobre a superfície de rolamento.

As considerações e procedimentos gerais para se fazer descrições do defeito serão comentados a seguir.

a) observação dos defeitos

A identificação de um defeito e a descrição de seus atributos requer um estudo detalhado por parte do observador, registrando os vários ângulos, alturas e distâncias. Muitos detalhes são perdidos quando a observação e a descrição são feitas dentro de um veículo trafegando sobre a área defeituosa.

A presença de água na superfície do pavimento afeta a visibilidade de alguns detalhes dos defeitos. Às vezes pode realçar e obscurecer o detalhe; às vezes a luz e a sombra também podem fazer o mesmo. Observando o defeito em sentidos diferentes se estabelecerá uma melhor descrição dos detalhes do mesmo.

b) identificação e relato dos defeitos

O observador deve consultar outros manuais e referências ao fazer descrições do defeito. O detalhe requerido variará com o uso pretendido da informação. Na maioria das ocasiões é preciso fornecer um nome apropriado com uma estimativa dos atributos. Em outros casos é recomendada uma descrição detalhada do defeito.

c) nomenclatura

O nome escolhido identificará o efeito visual que o defeito impõe ao tráfego. Muitos defeitos observados não se enquadrarão ordenadamente em nenhum tipo de defeito em particular. Haverá várias razões para isto; alguns defeitos são de simples descrição e identificação, porém outros defeitos são múltiplos ou combinação de vários outros (por exemplo, uma combinação de trincas, de afundamentos e outros). Qualquer que seja o nível de descrição requerido, o importante é observar com cuidado e memorizar as propriedades particulares do defeito antes da denominação escolhida para o defeito. Os defeitos múltiplos irão exigir nomes múltiplos (por exemplo, um afundamento com trincas por fadiga).

Em caso de nomeação de defeitos que já existam, é preferível usar nomes referenciados em manuais de identificação de defeitos.

e) descrição

As descrições sugeridas para os defeitos devem caracterizar cada um em particular. Estas descrições incluem fotografias e perfis em diferentes níveis de severidade. É importante saber que a ilustração de um defeito nos vários níveis de severidade não mostra claramente a escala real.

O sistema padrão de codificação deve ser usado para o relatório de campo. Características inerentes ao tipo de defeito não devem ser relatados. Apenas podem ser descritas características incomuns de cada defeito.

f) terminologia de defeitos de superfície

Segundo BALBO (1997), muitas vezes ocorre em uma classificação a denominação de defeitos ora por sua morfologia ou por sua gênese. A questão, segundo o autor, é que não se trata de uma tarefa simples a escolha do termo mais adequado ao tipo de defeito. O que deve ser tomado como fundamento é que a denominação a ser empregada, descrita pela forma ou processo, não venha a causar confusões no momento de decisão sobre o serviço de manutenção recomendado para uma dada situação.

Através do perfeito conhecimento do problema poder-se-á propor medidas de manutenção adequadas para minimização dos futuros reflexos do defeito, por exemplo, sobre uma eventual camada de reforço.

As dificuldades quanto à classificação dos defeitos, seja por sua morfologia ou por sua gênese, poderão ser agravadas pela falta de controle tecnológico durante a execução do pavimento, que faz com que diversas causas concorram simultaneamente para manifestação de um defeito. Com isso, é importante que o profissional tenha em mente que as formas e os mecanismos de ruptura associam-se, antes de qualquer coisa, aos tipos de materiais de pavimentação que são empregados.

Quanto a uma possível tentativa de classificar os defeitos tendo por base sua gênese, da discussão anterior fica evidente que, se por um lado se deseja classificar o defeito de forma mais complexa e mais elaborada, somente é possível se a estrutura de pavimento for conhecida, algo que a experiência tem evidenciado ser difícil, devido a falta de informações face à inexistência de dados sobre o histórico da construção do pavimento em órgãos privados e públicos.

g) possíveis causas

Na descrição dos defeitos, algumas possíveis causas devem ser incluídas. Quando for razoável, considera-se o defeito como um sintoma de uma deficiência em um pavimento. O valor da observação visual como indicador ou algumas deficiências internas do pavimento têm suas limitações. É desejável verificar toda a causa visualmente avaliada, por uma investigação mais consistente, (por exemplo, ensaios em campo, medições etc.).

Os fatores que impedem o diagnóstico preciso através de observações visuais incluem:

- as propriedades internas do pavimento não são geralmente conhecidas. Quando alguns tipos de defeitos não forem úteis para identificar os materiais abaixo da superfície as propriedades restantes do pavimento serão desconhecidas;

- um tipo particular do defeito pode ser resultado de diversas deficiências no pavimento, por exemplo, fadiga, mas o problema real pode ser ocasionado por vários fatores.

As deficiências múltiplas têm valor limitado como ferramentas diagnósticas porque o defeito preliminar (esse que surge a partir da deficiência do pavimento) pode ser ocultado por defeitos secundários (defeitos

causados pela existência do defeito preliminar). Os formulários simples de defeitos, geralmente, relatam a *identificação das causas*.

h) posição e extensão

Segundo a AUSTRORoads (1990), o detalhe e o método apropriado para medir e expressar a posição e a extensão variará com a finalidade e a escala de medida do problema.

A observação da trajetória relativa à trilha de roda pode ajudar a identificar o tipo do defeito e sua provável causa. A posição dos defeitos relativos aos outros fatores da via tais como: cortes, perfis, bordas, medianas etc., ajudará também na avaliação de causas possíveis do defeito. A posição com respeito às características acima da via pode ou não ser considerado, neste caso dependeria do tipo de ensaio. A posição geográfica do defeito seria normalmente requerida. A extensão é um atributo importante e recomendado. Os atributos listados incluem sempre um método de medição da extensão, embora outros sejam possíveis. Em geral, onde o tipo de defeito for descrito com limites facilmente definidos, a área ou o comprimento do defeito foi proposto como o atributo principal. Em outros casos a extensão da estrada afetada é sugerida.

2.11 - Manuais para identificação de defeitos em pavimentos

A finalidade em desenvolver manuais de avaliação da condição do pavimento consiste em documentar a severidade progressiva de cada um dos segmentos da via pavimentada. Para isso, um banco de informações deve ser composto com dados consistentes e que possam ser usados para definir defeitos críticos da superfície dos pavimentos.

Um manual de defeitos de pavimentos servirá como um dicionário e melhorará o entendimento por parte dos responsáveis pela pavimentação em geral, promovendo definições mais uniformes e consistentes destes defeitos. As agências de rodovias, as aeroportuárias e órgãos públicos e privados, irão se beneficiar ao se adotar estratégias de manutenção e recuperação de defeitos por meio de uma linguagem padrão a qual estes manuais oferecem.

As escolas técnicas e universidades podem usar estes manuais em seus cursos de engenharia de pavimentação. Pode servir também como uma ferramenta valiosa de treinamento para agências públicas e privadas de pavimentação.

Os reparos podem ser planejados e executados de maneira mais eficaz, economizando tempo e dinheiro. Embora estes manuais não se apresentem como uma ferramenta específica de gerência de pavimentos, estes podem exercer um papel importante no programa de gerência de pavimentos, devido ao acúmulo de informações inconsistentes e por variações causadas pela falta de terminologia padronizada as quais se deparam as agências de pavimentação.

É importante saber que, a maioria dos programas de gerência de pavimentos não necessitam coletar dados detalhados e precisos requeridos para o programa de avaliação, manutenção e recuperação de

pavimentos, nem os níveis da severidade usados no manual, serão, necessariamente, apropriados para todas as situações.

Assim, pode-se modificar os procedimentos contidos nestes manuais, porém as definições são padronizadas, em acordo com as necessidades da agência.

A boa descrição da causa de um defeito em pavimentos é de grande importância para as atividades de manutenção e recuperação de pavimentos, seja ele de rodovia ou área urbana. Com base nas informações colhidas e com o conhecimento do problema desde as suas raízes, por parte dos que o utilizam, a forma de correção será a mais adequada possível, deixando assim de ser um processo aleatório, tornando-se mais eficaz.

A extensão exata da severidade, de cada tipo de defeito, é medida, gravada, e usada para avaliar a condição de superfície do pavimento. Entretanto, um manual de avaliação deve compor em sua estrutura, ao longo de uma rede extensiva das vias, os tipos e as deteriorações dos defeitos assim como a medida de suas extensões, que devem ser limitadas. As técnicas automatizadas de exame podem permitir uma coleta de dados mais precisos em um custo razoável de tempo e recursos.

Durante os trabalhos de levantamento em campo, geralmente surgem dúvidas relacionadas ao reconhecimento e à forma de medição dos defeitos. Vários manuais têm sido elaborados buscando estabelecer e uniformizar a nomenclatura, as definições, os conceitos e os métodos de levantamento dos principais defeitos observados nos pavimentos (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001).

Estabelecido em 1987 pelo congresso dos Estados Unidos, com uma dotação inicial de 150 milhões de dólares, o Strategic Highway Research Program (SHRP) contou com a participação de mais de vinte (20) países, inclusive o Brasil, que desenvolveu pesquisas sobre pavimentação ao longo de 20 anos. A partir desses estudos foi elaborado o manual de levantamento de defeitos no campo atualmente utilizado no Programa.

No manual do SHRP são considerados 15 tipos de defeitos em pavimentos flexíveis, identificados através de fotodocumentação e figuras. Apresenta ainda, para cada tipo de defeito, a descrição, os níveis de severidade e a forma de mensuração da extensão. Outros manuais, como complementos ao Manual do SHRP, são citados a seguir:

a) *Catálogo dos Defeitos dos Revestimentos dos Pavimentos* (ARB, 1978): Considera 64 tipos de defeitos (34 para pavimentos flexíveis), apresentados, para cada um deles, a descrição e possíveis causas;

b) AASHTO – *Defeitos Típicos* (AASHTO, 1986): considera vários tipos de defeitos, apresentando, para cada um deles, a descrição, níveis de severidade e métodos de medição;

c) *Manual de identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos* (DOMINGUES, 1993): considera vários tipos de defeitos, apresentando, para cada um deles, a descrição, mecanismos de ocorrência, localização, classe (funcional ou estrutural), níveis de severidade (fotos) e métodos de medição;

d) *Development of a Pavement Condition Rating Procedure For Roads, Streets and Parking Lots; Volume 2: Distress Identification Manual* (SHAHIN; KOHN, 1979): Descreve o desenvolvimento e verificação de um índice de condição do pavimento (PCI) para avaliação de juntas em pavimentos rígidos (com ou sem reforço) e superfície de pavimentos asfálticos de rodovias, ruas, estacionamentos e vias sujeitas a tráfegos pesado, com trincas devido ao tráfego de veículos automotivos;

e) *Asphalt - PASER Manual; Pavement Surface Evaluation and Rating* (WISCONSIN TRANSPORTATION CENTER, 1992): Este manual contém informações sobre as condições de superfície de pavimentos, causas de defeitos em vias e procedimentos para medição destes defeitos;

f) *A guide to the Visual Assessment of Pavement Condition* (AUSTROROADS, 1990): Este guia serve de referência para descrever as condições de superfície de pavimentos, ilustrando, categorizando e descrevendo os defeitos em pavimentos, dando ao observador condições de julgar o estado em que se encontra a superfície do pavimento; também informa as possíveis causas para tais defeitos.

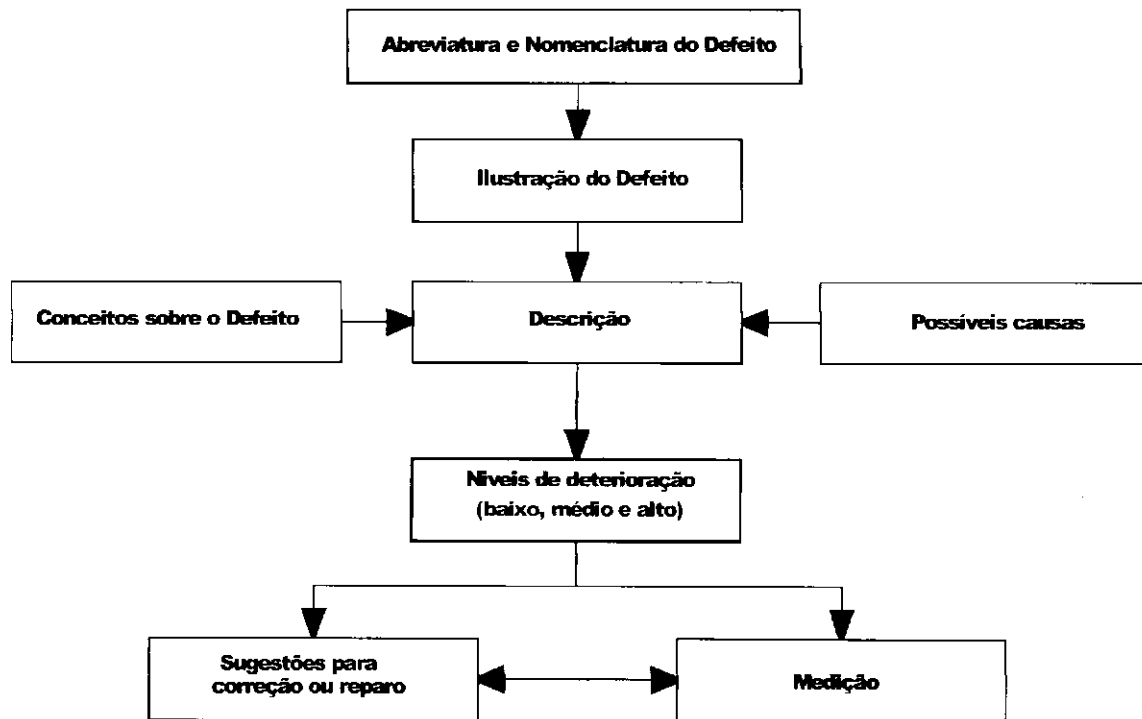
Os manuais publicados em língua portuguesa (ARB, 1978; DOMINGUES, 1993) podem ser utilizados, mas não se deve esquecer que eles também foram elaborados a partir das experiências francesas e americanas e que apresentam limitações e deficiências eliminadas nas diversas revisões por que passou o manual do programa SHRP (SMITH et al., 1987; CASTEDO et al., 1990; apud FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001).

CAPÍTULO 3

3.0 – MÉTODO

O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho consistiu na elaboração de um catálogo de defeitos das superfícies dos pavimentos de vias urbanas da cidade de Campina Grande – PB, incluindo: abreviatura, ilustração do defeito a partir da foto-documentação e esboço, descrição, possíveis causas, medição, níveis de severidade e sugestões para possíveis correções com ilustrações. Com isto, procurou-se estabelecer um manual que sirva de subsídio aos técnicos e engenheiros durante as atividades de avaliação, manutenção e restauração de pavimentos.

No Fluxograma 3.1 está ilustrado, em síntese, o método adotado para elaboração do manual proposto neste trabalho.



Fluxograma 3.1 – Método para elaboração do manual proposto

O manual proposto é constituído de ilustrações com fotos e perfis dos defeitos facilitando a identificação e a observação de suas ocorrências em diferentes níveis de severidade. A sistemática para a conceituação, definição de causas, forma de medição e escolha dos níveis de severidade, foi baseada em manuais comumente usados no Brasil e no exterior, dentre eles, pode-se citar: *"Distress Identification manual for the long-term*

pavement performance program" – Manual SHRP (MILLER; BELLINGER, 2003), *Development of a Pavement Condition Rating Procedure For Roads, Streets and Parking Lots; Volume 2: Distress Identification Manual* (SHAHIN; KOHN, 1979), *Asphalt – PASER Manual; Pavement Surface Evaluation and Rating* (WISCONSIN TRANSPORTATION CENTER, 1992), *A guide to the Visual Assessment of Pavement Condition* (AUSTRORROADS, 1990), *Manual de identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos* (DOMINGUES, 1993), *Catálogo dos Defeitos dos Revestimentos dos Pavimentos* (ARB, 1978).

A seguir serão descritos os princípios adotados para definição das abreviaturas, das descrições, das ilustrações, das possíveis causas, dos níveis de severidade, da forma de medição e/ou quantificação dos defeitos e das possíveis correções a serem realizadas.

3.1 – Nomenclatura

Para vários defeitos contidos no manual proposto, a nomenclatura foi baseada em designações já existentes nos manuais pesquisados. Para outros, o nome sugerido buscou caracterizar, literalmente, o efeito visual que o defeito impõe à superfície do pavimento.

Alguns defeitos podem ter uma simples designação e/ou identificação, porém, outros devem ser denominados a partir da combinação de vários nomes de defeitos, onde são consideradas as suas especificidades, ou seja, os defeitos múltiplos requerem nomes com origens múltiplas. Como exemplo de denominação múltipla, contida no manual proposto, pode-se citar o defeito: **Remendo com trincas em blocos**.

3.2 - Abreviatura

A abreviatura escolhida de cada defeito deve servir para identificar, claramente, o tipo de defeito e está de acordo com a sua nomenclatura.

A abreviatura dos defeitos, usada neste trabalho, estabeleceu uma codificação relacionada ao tipo de defeito que está sendo abordado. Por exemplo, a abreviatura, **TFT**, foi usada para abreviar o nome do defeito Trinca por Fadiga nas Trilhas de rodas.

3.3 - Descrição e ilustração

Na descrição e na ilustração de cada defeito, foram incluídas a exposição ou narração em forma escrita, bem como, as ilustrações com fotografias e com os esboços para os diferentes defeitos catalogados. Esta seqüência teve como objetivo, a clareza de redação e o subsídio de informações para o bom entendimento do profissional usuário do manual proposto.

Como exemplo para este item, enumera-se abaixo, a descrição e a Ilustração usadas para o defeito de superfície do pavimento: **Afundamento do tampão do poço de visita (APV)**.

APV - Afundamento do tampão do poço de visita



Figura 3.1 - Afundamento do tampão do poço de visita

[Local: Rua Martins Junior, Campina Grande-PB]

Descrição: desnível entre o tampão do poço de visita da rede de esgoto e a superfície do revestimento, caracterizando um afundamento da superfície nos bordos do dispositivo de drenagem.

3.4 - Possíveis causas

Para o relato das possíveis causas que ocasionaram os defeitos, procurou-se estabelecer, de forma sucinta e objetiva, a gênese referente aos defeitos em sua especificidade.

É importante saber que o valor da observação visual por meio de fotos, como indicador de deficiências do pavimento, tem suas limitações. Por isso, no relato deste item, procurou-se estudar, de forma detalhada, por meio de ensaios, de medições em campo e de análise teórica sobre a literatura existente as possíveis causas inerentes aos defeitos de superfície de pavimentos relatados.

Como exemplo para este item, enumera-se a seguir, o relato das possíveis causas que deram origem ao defeito de superfície de pavimento: **Trincas em blocos (TB)**.

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

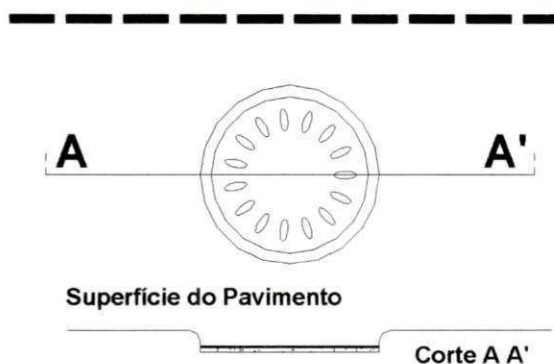


Figura 3.2 - Vista em planta e perfil longitudinal

3.5 - Níveis de severidade

Neste item são destacados os graus de severidade dos defeitos de superfície de pavimentos. Os níveis de severidade são classificados como: *baixo*, *médio* e *alto*. Na prática, para o manual proposto, a severidade foi classificada a partir de limites e variáveis mensuráveis através de observações e medições em campo.

Como exemplo para este item, enumera-se abaixo os níveis de severidade relacionados ao defeito de superfície de pavimento: **Afundamento de trilha de roda (ATR)**.

Níveis de severidade:

Baixo (☺): ocorrência de afundamento com profundidade média compreendida entre 6 a 12mm.

Médio (☺): ocorrência de afundamento com profundidade média compreendida entre 12mm e 25mm.

Alto (☹): ocorrência de afundamento com profundidade média maior que 25mm.

Afundamento de trilha de roda - Ilustrações dos níveis de severidade



Figura 3.3 - Nível de severidade baixo



Figura 3.4 – Nível de severidade médio



Figura 3.5 – Nível de severidade alto

3.6 – Medição

Neste trabalho, alguns procedimentos para cadastro e medida de áreas de ocorrência de defeitos, foram relatados com base nos procedimentos propostos pelos manuais citados no item 3.1. Observa-se que alguns defeitos, não usuais nos manuais da literatura, foram medidos *em campo* com a finalidade da estimativa de seu nível de severidade.

Dentre os procedimentos sugeridos para medição dos defeitos pode-se destacar:

- a) estimativa da área afetada por intermédio do retângulo circunscrito com um lado paralelo ao eixo da via, com uso de réguas ou trena de grande capacidade de extensão (Figura 3.6);

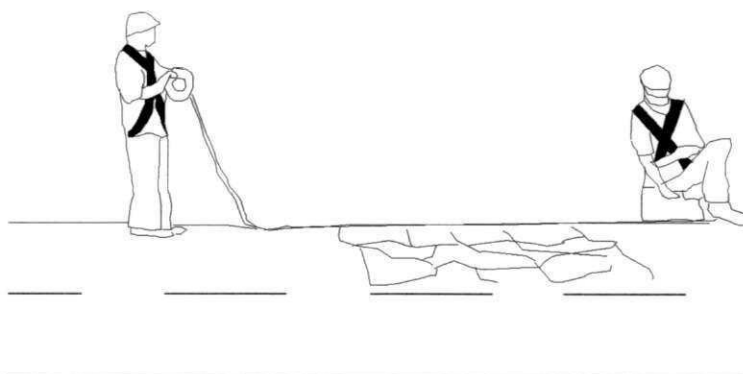


Figura 3.6 - Estimativa da área afetada por intermédio do retângulo circunscrito

- b) estimativa das espessuras e dos comprimentos das trincas, com verificação de ocorrência ou não de desagregações de materiais no interior das trincas (Figura 3.7);

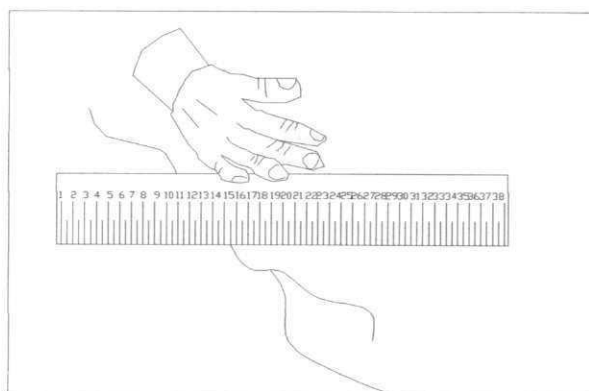


Figura 3.7 - Estimativa das espessuras das trincas

- c) estimativa do comprimento das trincas transversais e longitudinais em metro linear, registrando a severidade de cada trinca. Caso o nível de severidade das trincas seja variável, a extensão de cada porção das trincas, de mesmo grau de severidade, deve ser medido e registrado separadamente;

- d) estimativa da área afetada e da largura média das trincas. Existindo trincas de diferentes níveis de severidade, registra-se a área com maior nível;
- e) estimativa, em centímetros, da altura máxima da elevação o mais próximo possível entre o nível médio da superfície do pavimento e a altura máxima da superfície do remendo;
- f) estimativa, em centímetros, da profundidade máxima o mais próximo possível entre o nível da superfície do pavimento e a altura da superfície do remendo;
- g) 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;
- h) mede-se a abertura e a extensão das trincas que se desenvolve a partir do local em que se encontra a árvore nas laterais da via. Registra-se a denominação comum e nome científico da árvore;
- i) registro da espessura média, em centímetros, das camadas sobrepostas para cada trecho estudado (Figura 3.8);

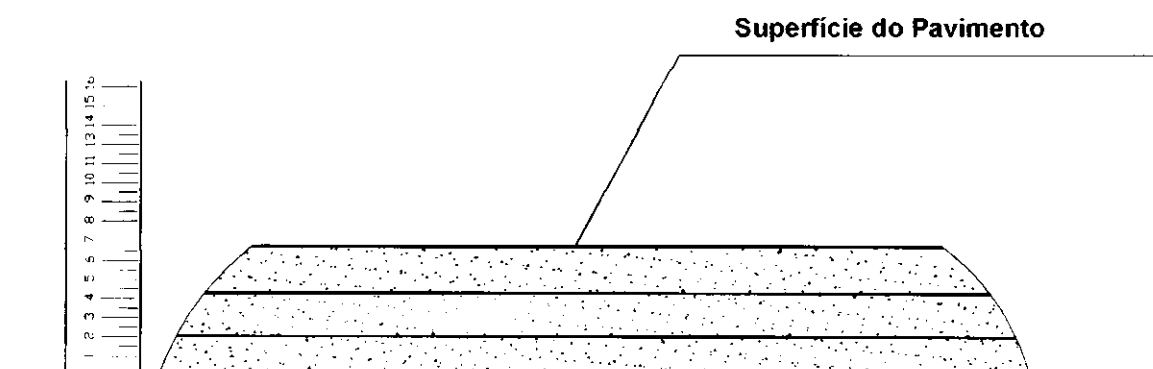


Figura 3.8 - Registro da espessura média das camadas sobrepostas

- j) mede-se, em centímetros, a profundidade ou a altura máxima o mais próximo possível do nível da superfície do pavimento ao nível do tampão do poço de visita ou da caixa coletora de esgotos (Figura 3.9);

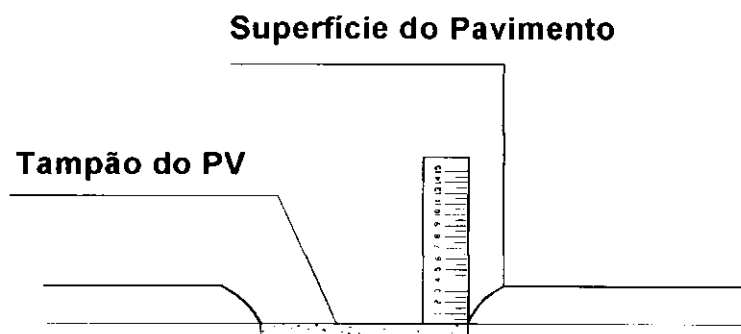


Figura 3.9 – Medição do nível da superfície do pavimento ao nível do tampão do poço de visita

- k) observação do fluxo d'água nas sarjetas;
- l) observação do acúmulo de água, materiais e dos danos causados a superfície do pavimento pela infiltração de água.

Como exemplo para este item, enumera-se a seguir, a orientação de como medir o defeito de superfície de pavimento: **Trincas couro-de-Jacaré (TCJ)**.

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

3.7 – Sugestões para correção

Por fim, são sugeridas as correções mais usuais, as quais foram baseadas em especificações do DNIER e de procedimentos propostos por outros manuais, tais como: manual SHRP (MILLER; BELLINGER, 2003), distress identification manual (SHARIN; KOHN, 1979), Asphalt-PASER manual (WISCONSIN TRANSPORTATION CENTER, 1992), manual da AUSTROROADS (1990), manual de identificação de defeitos de revestimentos asfálticos de pavimentos (DOMINGUES, 1993), catálogo dos defeitos dos revestimentos dos pavimentos (ARB, 1978) e a apostila de defeitos e atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos asfálticos (FERNANDES JÚNIOR; ODA; ZERBINI, 2001).

Procurou-se sugerir procedimentos de serviços de recuperação, para os defeitos de superfície de pavimentos, compatíveis com os seus níveis de severidade. Assegura-se, com isso, que a correta intervenção implicará em redução de custos e aumento do conforto e da segurança para os usuários das vias sob intervenção. A seguir sugestões para o defeito: **Desagregação (DEG)**.

Sugestões para correções

- limpeza da superfície e aplicação de ligante asfáltico e execução de recapeamento, (☺);
- retirada do revestimento asfáltico da área afetada e execução de remendos sobre a área afetada, (☺);
- execução de um novo revestimento asfáltico em obediência à dosagem adequada para as condições de tráfego e de clima da localidade, (☹).



Figura 3.6 - Aplicação de ligante asfáltico (Fonte: DNER)

CAPÍTULO 4

4.0 – ESTUDO DE CASO

Neste capítulo estão inseridas informações quanto à localização, população, clima, geografia e infraestrutura da cidade de Campina Grande, escolhida para o estudo de caso.

4.1 – Localização e população

Campina Grande é um município serrano, com uma população de aproximadamente 360 mil habitantes e está localizada a 120 km da capital da Paraíba, João Pessoa. A cidade de Campina Grande está situada na mesorregião do agreste paraibano, zona oriental e trecho mais escarpado do planalto da Serra da Borborema (Figura 4.1). Encontra-se em localização bastante privilegiada, eqüidistante em relação aos principais centros e capitais do Nordeste. Na Tabela 4.1 e na Tabela 4.2 estão apresentadas as coordenadas geográficas, altitude e as distâncias entre Campina Grande e as demais capitais do nordeste, respectivamente.

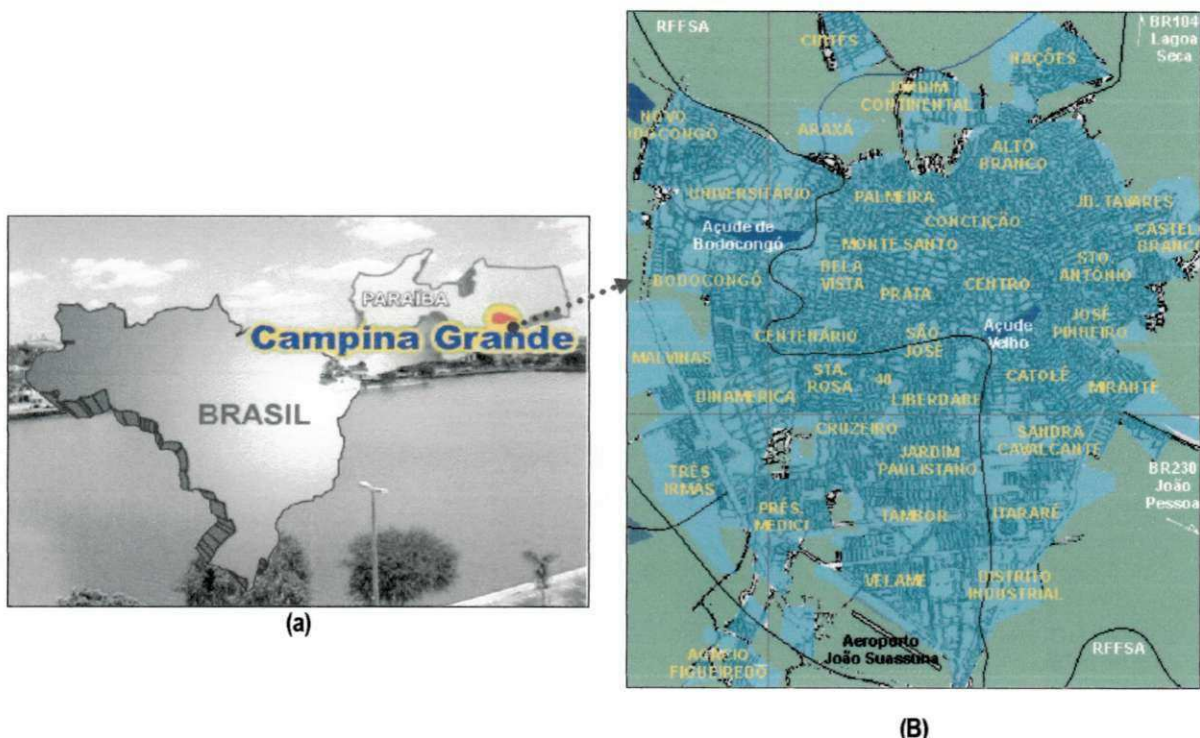


Figura 4.1 – Localização (a) e mapa (b) da cidade de Campina Grande

[Fonte: Prefeitura Municipal de Campina Grande].

Tabela 4.1 - Coordenadas geográficas e altitude média

Latitude Sul	7° 13' 50"
Longitude Oeste de Greenwich	35° 52' 52"
Altitude Média	551 m

[Fonte: IBGE – Diretoria de Geociências/ Departamento de Cartografia, Anuário Estatístico da Paraíba, 1996]

Tabela 4.2 - Distância entre Campina Grande e algumas capitais do nordeste

Capitais do Nordeste	Distancia (km)
João Pessoa	120
Recife	191
Natal	270
Maceió	374
Aracaju	541
Fortaleza	709

[Fonte: Prefeitura Municipal de Campina Grande]

4.2 - Composição e limites do município

O município de Campina Grande compõe-se dos distritos de Galante, São José da Mata e Catolé de Boa Vista, o que totaliza uma área de 518 km². Na Tabela 4.3 está inserida a distribuição da área total do município, em conjunto com suas zonas urbana e rural.

Tabela 4.3 - Áreas do Município [Fonte: Prefeitura Municipal de Campina Grande]

Zona	Área (km ²)
Urbana	98,5
Rural	419,5
Total	518,0

4.3 – Topografia do município

Caracterizada por uma cidade suavemente ondulada, sua topografia apresenta um relevo com curvas de nível variando entre 500 m e 600 m acima do nível médio do mar. O relevo mais acidentado localiza-se a Nordeste, em direção ao município de Lagoa Seca. A Serra do Monte (alinhamento de Inselbergs), ao Sudoeste, separa o município de Campina Grande de Boqueirão (município de fronteira). Ao Sudeste, dois alinhamentos – as Serras de Catuama e de Bodopitá que a separa dos municípios de Fagundes e Queimadas.

4.4 - Clima

O clima do município de Campina Grande é do tipo equatorial semi-árido, com temperaturas médias bastante amenas, apesar de sua baixa latitude, sofre relativamente pequenas variações climáticas no decorrer do ano. As temperaturas médias compensadas são sempre inferiores aos 25°C. As mais baixas ocorrem entre os meses de maio a agosto e as mais altas de janeiro a março e entre outubro e dezembro.

4.5 – Infra-estrutura

O município é um importante pólo do setor de transporte regional, comunicando-se e canalizando seus fluxos por meios de transportes rodoviários, aeroviários e ferroviários com as principais cidades e capitais do país.

Campina Grande é uma cidade com 90% das moradias com fornecimento elétrico, com 80% da rede coletora de esgoto instalada e em funcionamento, e com 100% das moradias, abastecidas com rede d'água.

Duas BR-s interligam Campina Grande e as demais regiões; são elas: na direção leste, partindo de Cabedelo, passando por João Pessoa, a BR-230 corta a cidade. Em João Pessoa, a 230 interliga-se com a BR-101, oferecendo acesso a Recife e Natal. A 30 km da cidade, a BR-230 encontra-se com a BR-412, passando pelo município de Boa Vista, fazendo a ligação com as cidades de Paulo Afonso, Salvador e a região Sul.

Campina Grande, atualmente, conta com uma frota de veículos de 67.672 unidades cadastradas (dados da CIRETRAN, 2003), dentre eles ônibus, caminhões e veículos leves, 88% de suas ruas são pavimentadas, sendo 28% de ruas pavimentadas com revestimento asfáltico.

Na Tabela 4.4 estão inseridas as informações sobre o orçamento da Secretaria de Obras e Serviços Urbanos da Prefeitura Municipal de Campina Grande com manutenção de redes de esgotos, abastecimento de água, malha viária e limpeza urbana:

Tabela 4.4- Orçamentos da Secretaria de Obras e Serviços Urbanos

Serviços	Custos (R\$)
Execução de Esgotamento Sanitário	2.875.000
Execução do Sistema de Drenagens	1.725.000
Implantação e Recuperação de Pavimentação na Malha Viária	3.666.070
Recuperação de Estradas Vicinais	120.000
Manutenção dos Serviços de Urbanismo e Limpeza Urbana	4.580.000

[Fonte: Prefeitura Municipal de Campina Grande]

Campina Grande é considerada uma cidade de médio porte, onde concentra todo o comércio no centro da cidade, que recebe diariamente um volume intenso de pedestres e veículos leves e pesados, como ônibus e caminhões. Na Avenida Floriano Peixoto e na Rua Miguel Couto (Figura 4.2a e 4.2b) se concentra o maior volume de tráfego de veículos e pedestres da cidade, e estão localizadas no centro da cidade e são consideradas como as principais vias de acesso de ônibus e pedestres que se distribuem para os demais bairros da cidade.



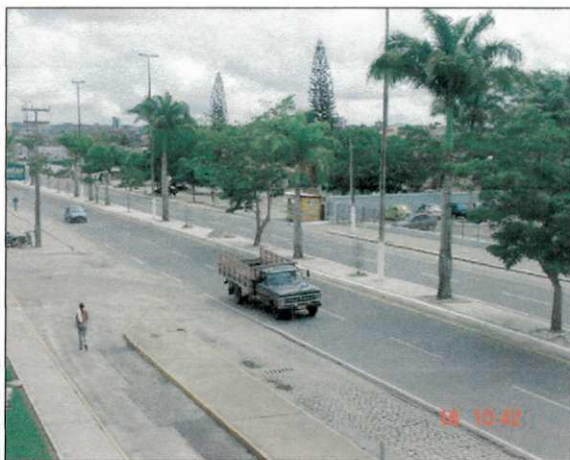
(a)



(b)

Figura 4.2 – Avenidas Floriano Peixoto (a) e Rua Miguel Couto (b)

Pode-se citar outras avenidas que também recebem diariamente um intenso volume de tráfego, tais como: a Avenida Brasília (Figura 4.3a), via de acesso a BR 230 e BR 101 para as cidades de João Pessoa e Recife, a Avenida Manoel Tavares (Figura 4.3b), que dá acesso ao brejo paraibano, a Avenida Elpidio de Almeida (Figura 4.4a), situada no bairro do Catolé, que dá acesso ao terminal Rodoviário e aos Shopping Center's da cidade, e a Avenida Assis Chateaubriand (Figura 4.4b) que dá acesso ao Distrito industrial.



(a)

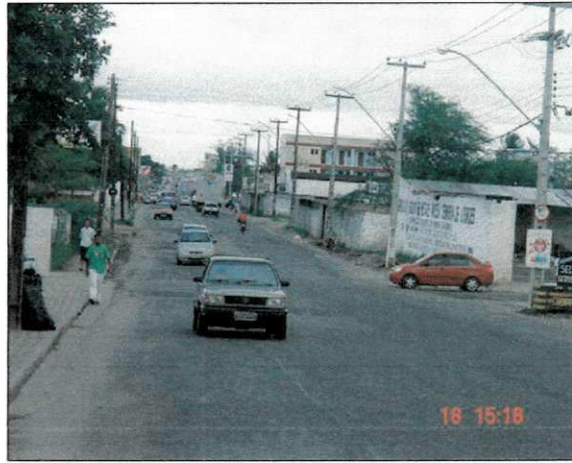


(b)

Figura 4.3 – Avenida Brasília (a) e Avenida Manoel Tavares (b)



(a)



(b)

Figura 4.4 – Avenida Elpídio de Almeida (a) e Avenida Assis Chateaubriand (b)

CAPÍTULO 5

5.0 – MANUAL PROPOSTO

5.1 - Apresentação

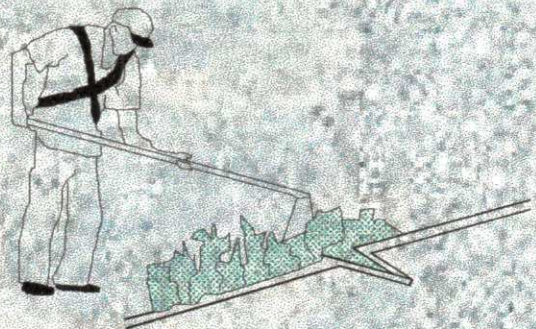
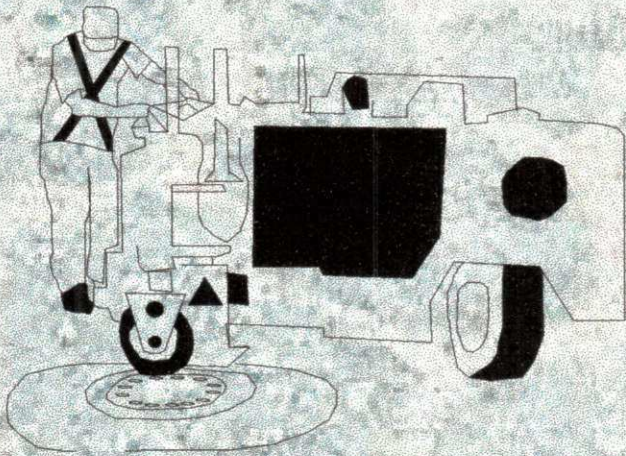
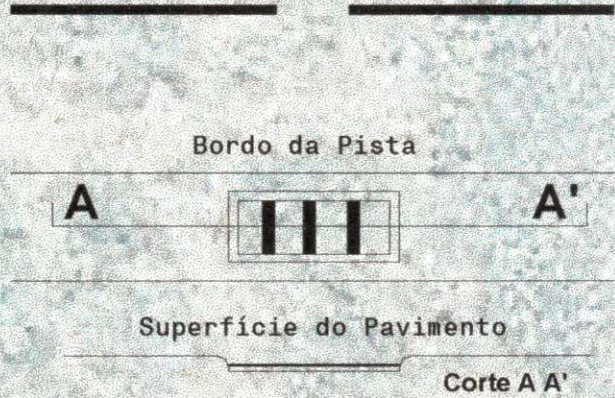
As etapas de manutenção e o gerenciamento dos pavimentos urbanos são negligenciados pela grande maioria das administrações públicas, uma vez que as operações corretivas são geralmente emergenciais e, portanto, desprovidas de planos apropriados de avaliação, manutenção e restauração.

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 rodoviários; a questão é: para vias urbanas necessitam-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 são identificados os tipos de defeitos que afetam os pavimentos flexíveis com: descrição, causas, níveis de severidade, 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 de vias urbanas.

Manual de Avaliação, Manutenção e Restauração de Pavimentos de Vias Urbanas



ÍNDICE

DEFEITOS NAS SUPERFÍCIES DE PAVIMENTOS DE VIAS URBANAS

Trincas

TFT	Trincas por fadiga nas trilhas de rodas	57
TBL	Trincas em blocos	59
TCJ	Trincas couro-de-jacaré	61
TCA	Trincas de canto	63
TLO	Trincas longitudinais	65
TRT	Trincas transversais	67
TRE	Trincas de reflexão	69

Remendos Deteriorados

RTB	Remendos com trincas em blocos	71
REM	Remendo com escorregamento da mistura asfáltica	73
REL	Remendo formando "lombada"	75
REA	Remendo com afundamento	77

Panelas

PAN	Panelas	79
-----	---------	----

Defeitos de Superfície

ATR	Afundamento de trilha de roda	81
EMA	Envelhecimento da mistura asfáltica	83
DEG	Desagregação	85
SCA	Sobreposição de camadas	87
FAP	Falta de aderência entre o asfalto e a superfície do paralelepípedo	89
DPA	Desnível acentuado entre a pista e o acostamento	91
DBO	Desintegração do bordo	93
RRA	Ruptura do revestimento por raízes de árvores	95
RTF	Ruptura do revestimento nas proximidades de trilhos de ferrovias	97
ESR	Escorregamento do revestimento	99

Defeitos de Drenagem

APV	Afundamento do tampão do poço de visita	101
EPV	Elevação do tampão do poço de visita	103
DCC	Desnível da caixa coletora	105
ESA	Entupimento das sarjetas	107
FDS	Falta de drenagem superficial	109
FED	Falta de equipamentos drenagem subterrânea	111

TRINCAS

TFT - Trincas por fadiga nas trilhas de rodas



Figura T1 - Trincas por fadiga em trilhas de rodas
[Local: Rua João Quirino, Campina Grande-PB]

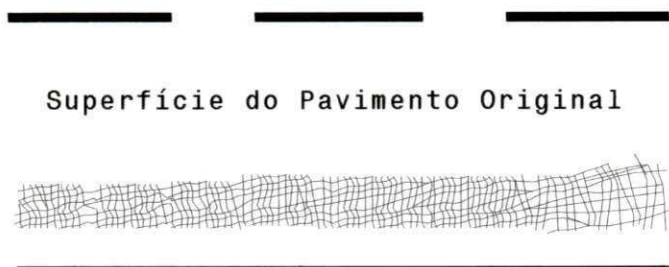


Figura T2 - Vista em planta do defeito

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 severidade:

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 um pequeno conjunto de trincas 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 severidade em sua estrutura, a área afetada deve ser considerada e classificada no maior nível existente.

Sugestões para correção:

- selagem das trincas, (☺);
- 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, (⊗).

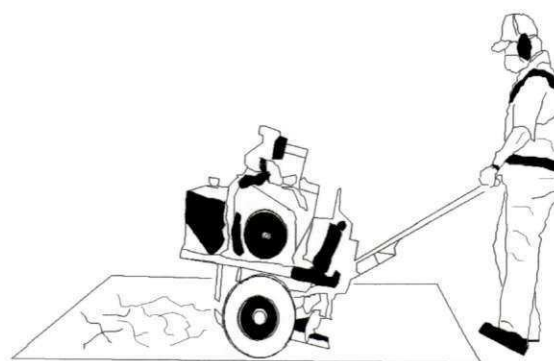


Figura T3 - Fresagem do revestimento na área afetada

Trincas por fadiga em trilhas de rodas – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura T4 - Nivel de severidade baixo



Figura T5 - Nivel de severidade médio



Figura T6 - Nivel de severidade alto

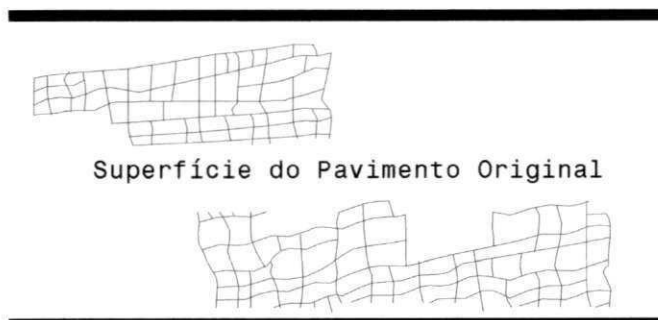
TRINCAS

TBL - Trincas em blocos



Figura T7 - Trincas em blocos

[Local: São José da Mata, Campina Grande-PB]



Superfície do Pavimento Original

Figura T8 - Vista em planta

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 e baixa resistência à tração da mistura asfáltica.

Níveis de severidade:

Baixo (☺): ocorrências de pequenas erosões nos bordos das trincas com largura média < 6 mm.

Médio (☺): ocorrência de trincas com erosão moderada com largura média entre 6 e 10 mm.

Alto (☹): ocorrência de trincas com alto grau de erosão em seus bordos com largura média > 10 mm.

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

Sugestões para correção:

- selagem das trincas com lama asfáltica, (☺);
- fresagem sobre a área afetada com recapeamento, (☺);
- execução de um novo revestimento sobre a área afetada, com resistência adequável as solicitações impostas pelo tráfego, (☹).



Figura T9 – Selagem das trincas com lama asfáltica (Fonte: DNER)

Trincas em blocos – Ilustrações dos níveis de severidade

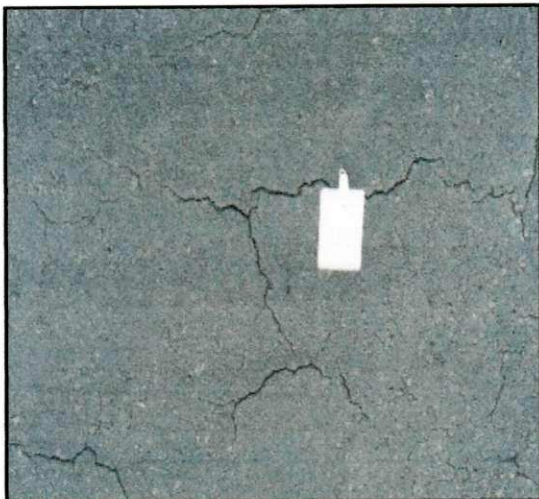


Figura T10 - Nível de severidade baixo



Figura T11 - Nível de severidade médio



Figura T12 - Nível de severidade alto

TRINCAS

TCJ - Trincas couro-de-jacaré



Figura T13 - Trincas couro-de-jacaré

[Local: Rua Professor Lenier Sucupira Meira de Almeida, Campina Grande-PB]



Figura T14 - Vista em planta

Descrição: conjunto de trincas transversais e longitudinais interligadas formando blocos com orientações variadas, com ângulos agudos e lados variados, enquadra-se também na categoria de trinca por fadiga.

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.

Níveis de severidade:

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.

Sugestões para correção:

- selagem das trincas, (☺);
- fresagem com recapeamento, (☹);
- remoção do material da área afetada, melhoramento das camadas abaixo da superfície com posterior execução de um novo revestimento sobre a área afetada com mistura asfáltica com resistência adequada às solicitações impostas pelo tráfego, (⊗).



Figura T15 – Compactação do revestimento de um remendo profundo

Trincas couro-de-Jacaré - Ilustrações dos níveis de severidade



Figura T16 - Nível de severidade baixo



Figura T17 - Nível de severidade médio



Figura T18 - Nível de severidade Alto

TRINCAS

TCA - Trincas de canto

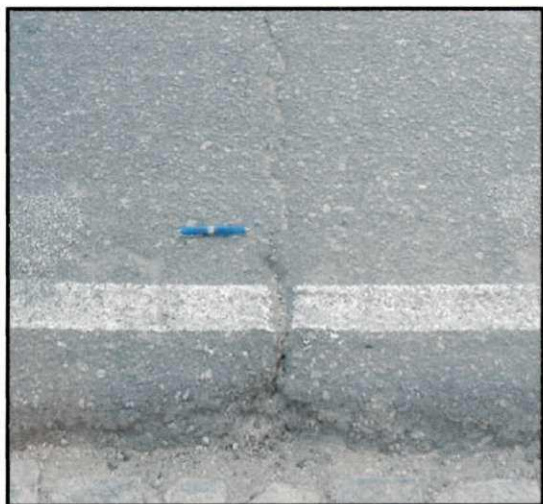


Figura T19 - Trincas de canto
(Local: Avenida Brasília, Campina Grande-PB)

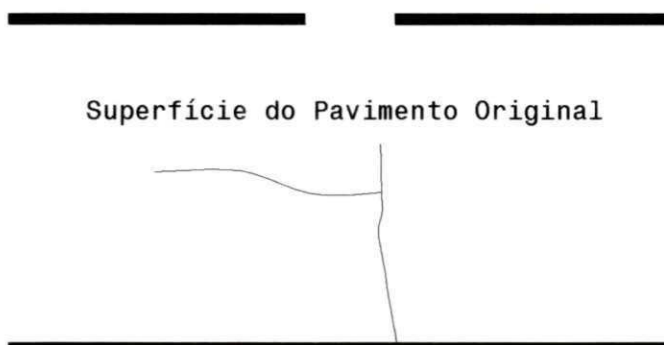


Figura T20 - Vista em planta

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 severidade:

Baixo (☺): ocorrência de trincas transversais e longitudinais com espessura e comprimento < 6mm e/ou < 0,5m respectivamente.

Médio (☹): ocorrência de trincas transversais e longitudinais com espessura e comprimento > 6mm e/ou > 0,5m, respectivamente, com ocorrência de desagregação moderada.

Alto (☹): ocorrência de trincas transversais e longitudinais com espessura e comprimento > 10mm e/ou > 1,0m, 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.

Sugestões para correção:

- aplicação de selante, (☺);
- instalação de equipamentos de drenagem, (☺);
- execução de um remendo profundo sobre a área afetada, (☹);
- execução e regularização de um novo acostamento e revestimento caso haja recalque nos bordos, (☹).



Figura T21 - Aplicação de selante

Trincas de canto – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura T22 - Nível de severidade baixo



Figura T23 - Nível de severidade médio



Figura T24 - Nível de severidade alto

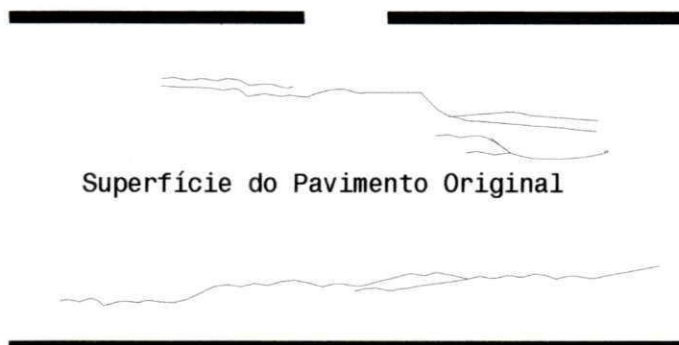
TRINCAS

TLO - Trincas longitudinais



Figura T25 - Trincas longitudinais

[Local: Rua Professor Lenier Sucupira Meira de Almeida, Campina Grande-PB]



Superfície do Pavimento Original

Figura T26 - Vista em planta

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.

Níveis de severidade:

Baixo (☺): ocorrência de trincas longitudinais com abertura menor que 10mm.

Médio (☹): ocorrência de trincas (moderadamente) erodidas, com abertura entre 10 e 76mm, permitindo infiltração de água; há ocorrência de trincas menores de baixa severidade, próxima as trincas maiores ou na interseção 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: estimativa do comprimento em metro linear. A severidade de cada trinca deve ser identificada e registrada. Caso o nível de severidade das trincas seja variável, a extensão de cada porção das trincas, de mesmo grau de severidade, 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, (⊗).



Figura T27 – Aplicação de emulsão asfáltica (Fonte: DNER)

Trincas longitudinais – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura T28 - Nivel de severidade baixo

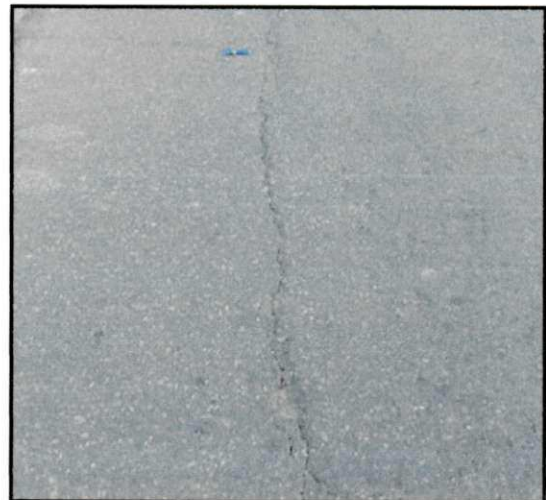


Figura T29 - Nivel de severidade médio

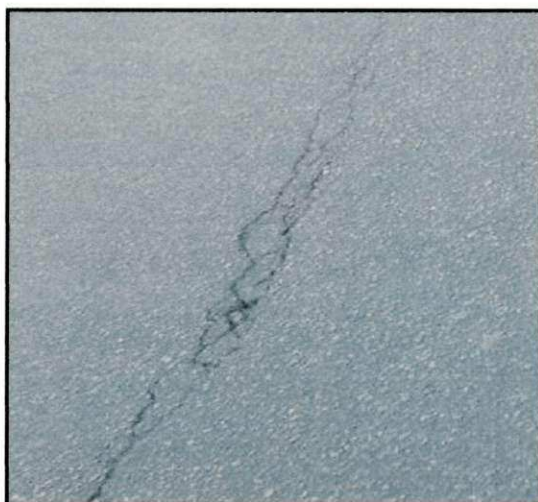


Figura T30 - Nivel de severidade alto

TRINCAS

TRT - Trincas transversais



Figura T31 - Trincas transversais
[Local: Av. Floriano Peixoto, Campina Grande-PB]



Figura T32 - Vista em planta

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

Possíveis causas: contração do revestimento asfáltico, devido à variação da temperatura, perda de viscosidade do CAP e trincas oriundas de movimento das camadas de base.

Níveis de severidade:

Baixo (☺): ocorrência de trincas longitudinais com abertura menor que 10mm.

Médio (☺): ocorrência de trincas moderadamente erodidas, com abertura entre 10 e 76mm, permitindo infiltração de água; há ocorrência de trincas menores de baixa severidade, próxima as trincas maiores ou na interseção 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: estimativa do comprimento da trinca em metro linear. A severidade de cada trinca deve ser identificada e registrada. Caso o nível de severidade das trincas seja variável, a extensão de cada porção das trincas, de mesmo grau de severidade, deve ser medido e registrado separadamente.

Sugestões para correção:

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



Figura T33 - Selagem das trincas

Trincas transversais – Ilustrações dos níveis de severidade

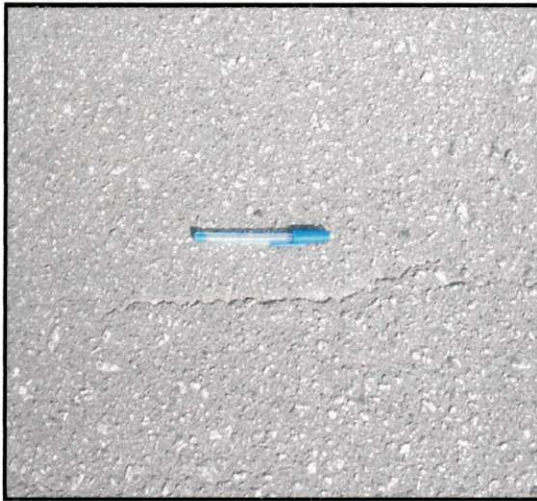


Figura T34 - Nível de severidade baixo



Figura T35 - Nível de severidade médio



Figura T36 - Nível de severidade alto

TRINCAS

TRE - Trincas por reflexão



Figura T37 - Trincas por reflexão
[Local: Av. Brasília, Campina Grande-PB]

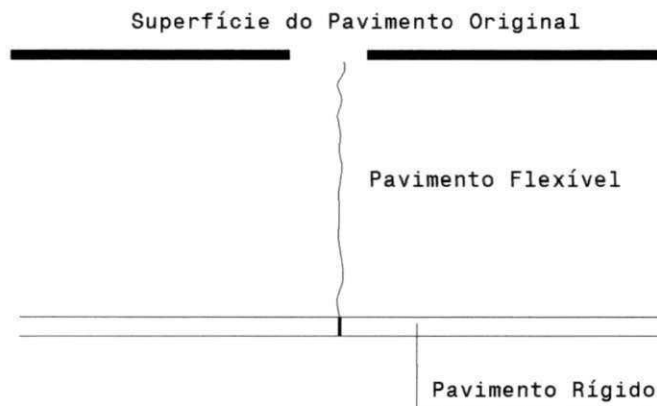


Figura T38 - Vista em planta

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 e de paralelepípedo, abaixo da superfície do revestimento asfáltico.

Níveis de severidade:

Baixo (☺): ocorrência de trincas longitudinais com abertura menor que 10mm.

Médio (☹): ocorrência de trincas moderadamente erodidas, com abertura entre 10 e 76mm, permitindo infiltração de água; há ocorrência de trincas menores de baixa severidade, próxima às trincas maiores ou na interseção destas; não ocorre significativo impacto durante o tráfego sobre a região afetada.

Alto (⊗): ocorrência de trincas altamente erodidas de média ou alta severidade, 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 severidade de cada trinca devem ser identificados e registrados separadamente. Nos casos em que ocorra o bombeamento de finos deve ser registrada tal informação.

Sugestões para correção:

- selagem das trincas com mistura asfáltica, (☺);
- colocação, sobre a área afetada, de tratamento superficial ou de emulsão asfáltica com areia fina, (☹);
- execução de um novo revestimento, com regularização das camadas inferiores e retirada do revestimento de concreto de cimento Portland, (⊗).



Figura T39 - Colocação de Lama asfáltica (Fonte: DNER)

Trincas de reflexão – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura T40 - Nível de severidade baixo



Figura T41 - Nível de severidade médio



Figura T42 - Nível de severidade alto

REMENDOS DETERIORADOS

RTB - Remendo com trincas em blocos



Figura R43 - Remendo com trincas em blocos

[Local: Distrito de São José da Mata, Campina Grande-PB]

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 severidade:

Baixo (☺): ocorrência de trincas não erodidas com largura média ≤ 6mm.

Médio (☹): ocorrência de trincas (moderadamente) erodidas com largura média > 6mm.

Alto (⊗): ocorrências de trincas com largura média > 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 severidade, registra-se a área com maior nível.

Sugestões para correção:

- selagem com capa selante, com resistência adequada às solicitações do tráfego, (☺);
- retirada do revestimento e execução de um remendo com características de resistência melhor, (☹);
- execução de um novo revestimento com controle de compactação e regularização das camadas inferiores à área afetada, (⊗).



Figura R44 - Vista em planta

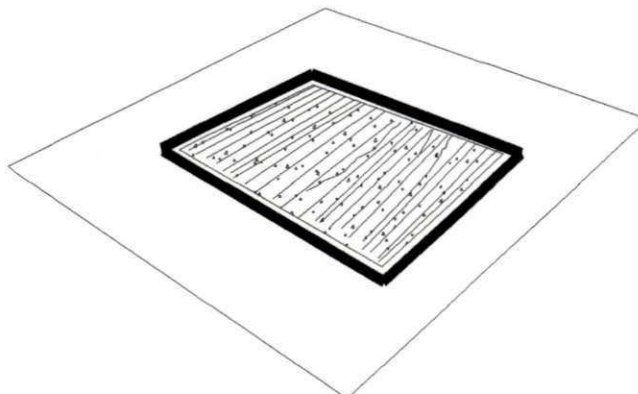


Figura R45 - Retirada do revestimento da área afetada

Remendo com trincas em blocos – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura R46 - Nível de severidade baixo



Figura R47 - Nível de severidade médio



Figura R48 - Nível de severidade alto

REMENDOS DETERIORADOS

REM – Remendos com escorregamento da mistura asfáltica



Figura R49 – Remendos com escorregamento da mistura asfáltica [Local: Rua Republica, Campina Grande-PB]

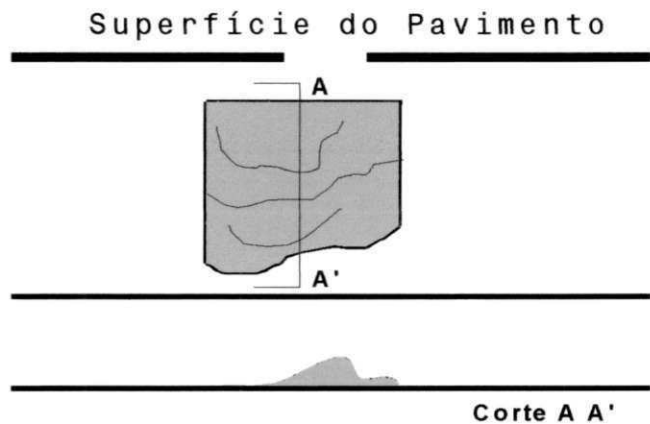


Figura R50 - Vista em planta

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 severidade:

Baixo (☺): ocorrências de deslocamentos em área que abrange valores menores que 0,10m².

Médio (☺): ocorrências de deslocamentos em área que abrange valores entre 0,10m² e 0,50m².

Alto (☹): ocorrências de deslocamentos em área que abrange valores maiores que 1m².

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

Sugestões para correção:

- retirada do material do revestimento e execução de um novo remendo com mistura adequável as solicitações de tráfego, (☺);
- execução de um remendo com dosagem de uma nova mistura asfáltica menos densa, (☺) e (☹).

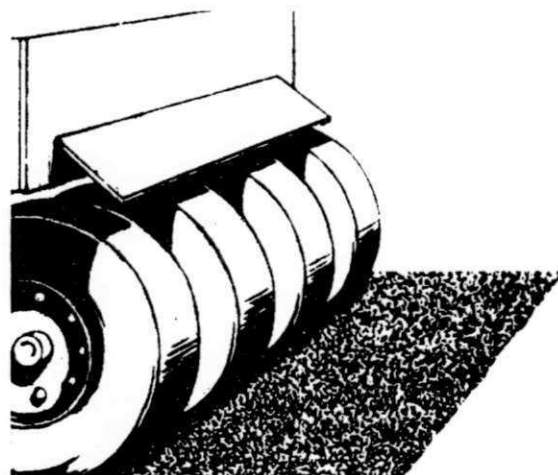


Figura R51 - Execução de um novo revestimento na área afetada (Fonte: DNER)

Remendos com escorregamento da mistura asfáltica – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura R52 - Nível de severidade baixo

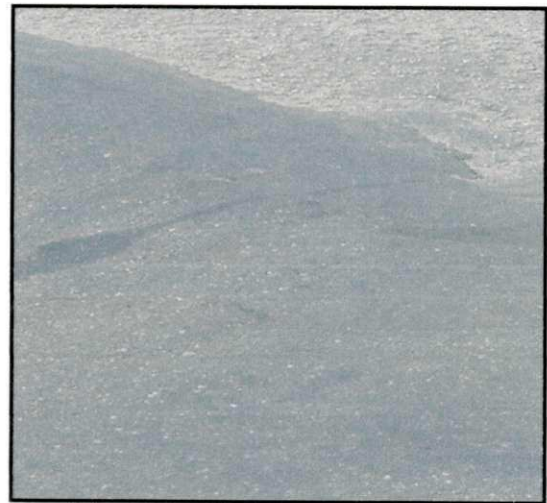


Figura R53 - Nível de severidade médio



Figura R54 - Nível de severidade alto

REMENDOS DETERIORADOS

REL - Remendo formando "lombada"



Figura R55 - Remendo formando "lombada"
[Local: Rua Padre Anchieta Campina Grande-PB]

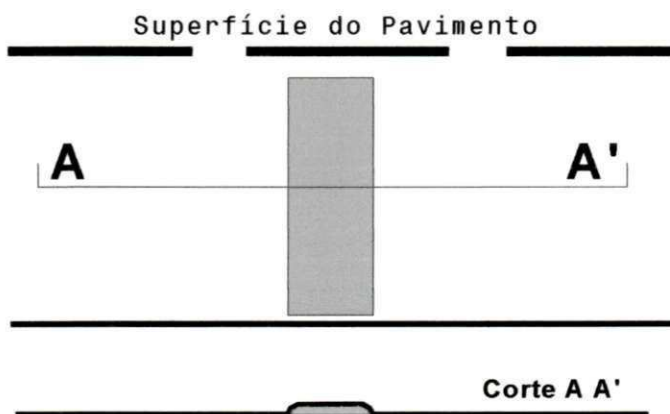


Figura R56 - Vista em planta e perfil longitudinal

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 severidade:

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.

Sugestões para correção:

- fresagem de arremate para correção da altura do remendo, (☺);
- retirada do material, execução de um novo remendo, e correção do nível da superfície do remendo com a superfície do pavimento original, (☺) e (⊗).



Figura R57 - Compactação adequada para a superfície do remendo (Fonte: DNER)

Remendo formando “lombada” – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura R58 - Nível de severidade baixo



Figura R59 - Nível de severidade médio



Figura R60 - Nível de severidade alto

REMENDOS DETERIORADOS

REA - Remendo com afundamento



Figura R61 - Remendo com afundamento
[Local: Rua Nilo Peçanha Campina Grande-PB]

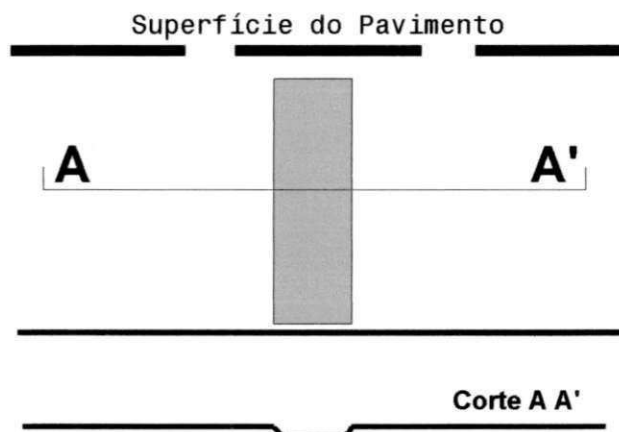


Figura R62 - Vista em planta e perfil longitudinal

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 severidade:

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.

Sugestões para correção:

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



Figura R63 - Compactação adequada para superfície do remendo (Fonte: DNER)

Remendo com afundamento – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura R64 - Nível de severidade baixo

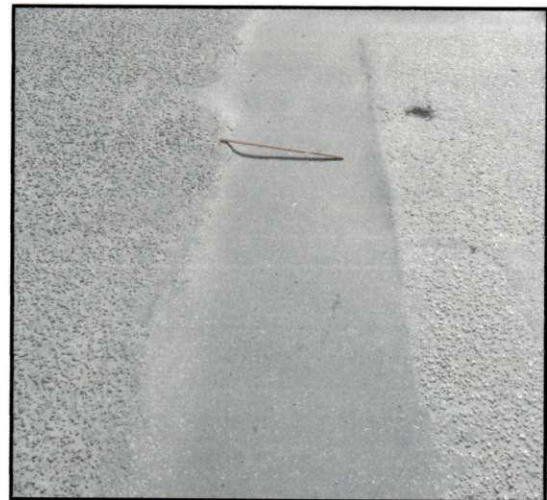


Figura R65 - Nível de severidade médio



Figura R66 - Nível de severidade alto

PANELAS

PAN - Panelas



Figura P67 - Pannelas

[Local: Av. Assis Chateaubriand, Campina Grande-PB]

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 severidade:

Baixo (☺): ocorrência de pannelas com profundidade menor que 25mm e área maior ou igual 0,28m².

Médio (☹): ocorrência de pannelas com profundidade maior que 25mm e área maior que 0,28m²; podem apresentar profundidade entre 25 a 50mm e área menor que 0,28 m²; ou profundidade maior que 50mm e área maior que 0,1 m² de área.

Alto (⊗): ocorrência de pannelas com profundidade entre 25 e 50mm e área maior que 0,28 m²; podem apresentar mais profundidade maior que 50mm e área maior que 0,10 m², e causar riscos eminentes de acidentes aos usuários de motocicletas.

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

Sugestões para correção:

- limpeza do buraco e preenchimento com pré-misturado frio, (☺);
- limpeza do buraco, corte em forma retangular da área afetada, preenchimento com pré-misturado a frio e compactação com placa vibratória, (☹);
- repete-se a etapa anterior, com regularização do sistema de drenagem, (⊗).



Figura P69 - Preenchimento da pannela com pré-misturado a frio

Panelas – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura P70 - Nível de severidade baixo



Figura P71 - Nível de severidade médio



Figura P72 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

ATR - Afundamento de trilha de roda



Figura S73 - Afundamento de trilha de roda
[Local: Rua Vigário Calisto, Campina Grande-PB]

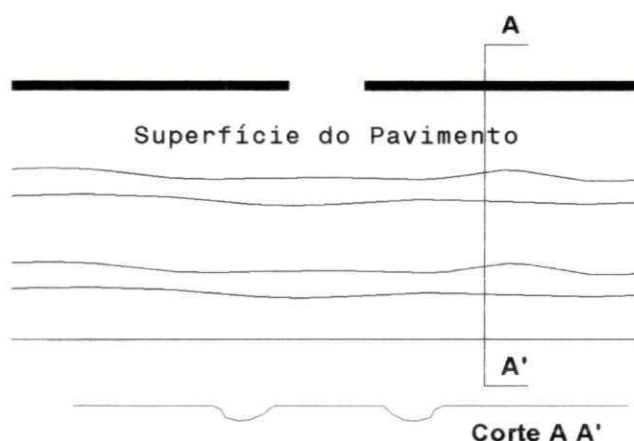


Figura S74 - Vista em planta

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 severidade:

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.

Sugestões para correção:

- execução de equipamentos de drenagem se necessários, (☺);
- execução de um novo revestimento com mistura adequada às características de tráfego, (☹);
- execução de um novo revestimento, com reconstrução e recompactação das camadas inferiores a superfície afetada, (⊗).

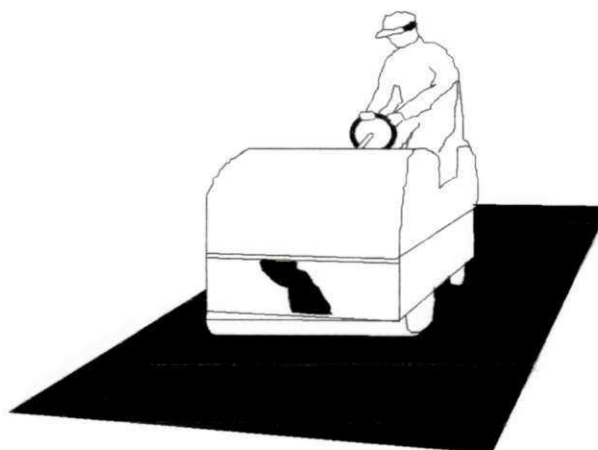


Figura S75 - Compactação do novo revestimento

Afundamento de trilha de roda – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S76 - Nível de severidade baixo



Figura S76 - Nível de severidade baixo



Figura S78 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

EMA - Envelhecimento da mistura asfáltica



Figura S79 - Envelhecimento da mistura asfáltica
[Local: Av. Almirante Barroso, Campina Grande-PB]

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 severidade:

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 encontram-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.

Sugestões para correção:

- fresagem e/ou retirada do revestimento na área afetada, com execução de um novo, (☺);
- execução de um novo revestimento e de equipamentos de drenagem superficial adequados, se necessário, (☹);
- execução de um novo revestimento com o material adequado as características de tráfego, (⊗).

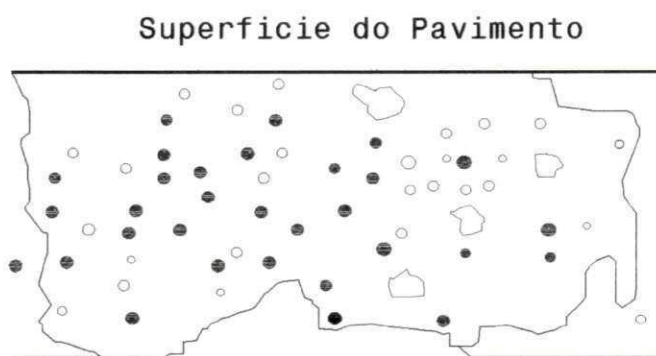


Figura S80 – Vista em planta



Figura S81 - Execução de novo revestimento com mistura adequada (Fonte: DNER)

Envelhecimento da mistura asfáltica – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S82 - Nível de severidade baixo



Figura S83 - Nível de severidade médio



Figura S84 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

DEG - Desagregação



Figura S85 - Desagregação

[Local: Rua Almirante Barroso, Campina Grande-PB]

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 severidade:

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.

Sugestões para correção:

- limpeza da superfície e aplicação de ligante asfáltico e execução de recapeamento, (☺);
- retirada do revestimento asfáltico da área afetada e execução de remendos sobre a área afetada, (☹);
- execução de um revestimento asfáltico em obediência a dosagem adequada para as condições de tráfego e de clima da localidade, (⊗).

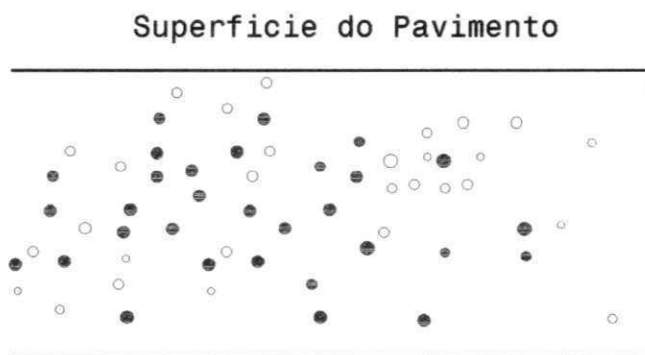


Figura S86 - Vista em planta



Figura S87 - Aplicação de ligante asfáltico (Fonte: DNER)

Desagregação – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S88 - Nível de severidade baixo



Figura S89 - Nível de severidade médio



Figura S90 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

SCA - Sobreposição de camadas



Figura S91 - Sobreposição de camadas
[Local: Anel viário do Alto Branco, Campina Grande-PB]

Descrição: sobreposição de camadas de revestimento.

Possíveis causas: não retirada do revestimento antigo da superfície do pavimento durante a execução de um novo revestimento e ausência de estudos de nivelamento.

Níveis de severidade:

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.

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, (☹);
- retirada dos revestimentos antigos e execução de um novo revestimento com nivelamento adequado, (⊗).

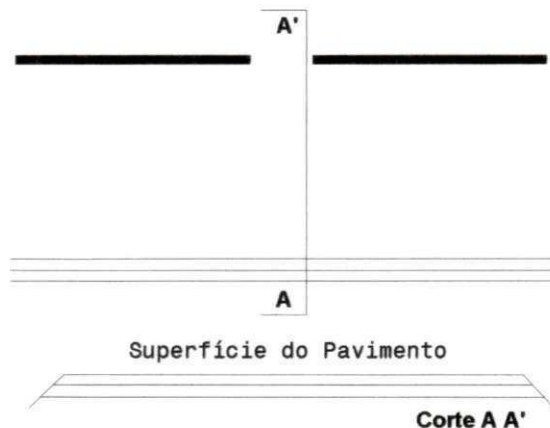


Figura S92 – Vista em planta e perfil longitudinal

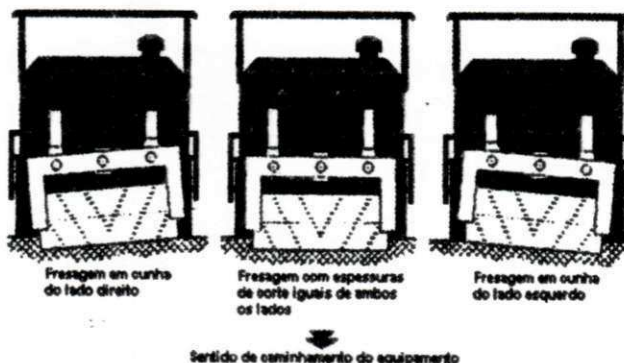


Figura S93 – Fresagem para retirada das camadas sobrepostas
(BONFIM, 2001)

Sobreposição de camadas – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S94 - Nível de severidade baixo



Figura S95 - Nível de severidade médio



Figura S96 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

FAP - Falta de aderência entre o asfalto e a superfície do paralelepípedo



Figura S97- Falta de aderência entre o asfalto e a superfície do paralelepípedo
 [Local: Av. Elpidio de Almeida, Campina Grande-PB]

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 severidade:

Baixo (☺): ocorrência de desprendimento do revestimento formando pequenas panelas com área de aproximadamente 0,07m² a 0,10m².

Médio (☹): ocorrência de desprendimento do revestimento formando panelas com área de aproximadamente 0,10m² a 0,50m².

Alto (⊗): ocorrência de desprendimento do revestimento formando panelas com área superior a 0,50m².

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.

Sugestões para correção:

- retirada do revestimento por fresagem e execução de recapeamento, (☺);
- execução de um novo revestimento com imprimação adequada entre as camadas interligadas, (☹);
- execução de um novo revestimento com retirada do revestimento de paralelepípedo, (⊗).

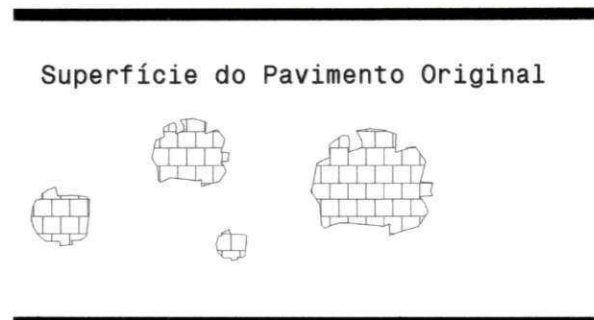


Figura S98 - Perfil longitudinal

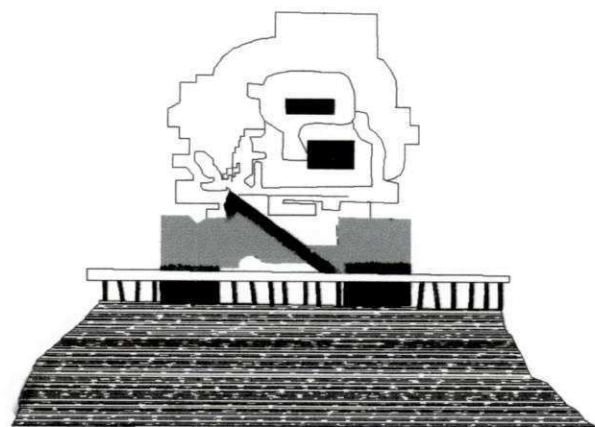


Figura S99 - imprimação adequada para melhorar a aderência.

Falta de aderência entre o asfalto e a superfície do paralelepípedo – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S100 - Nivel de severidade baixo



Figura S101 - Nivel de severidade médio

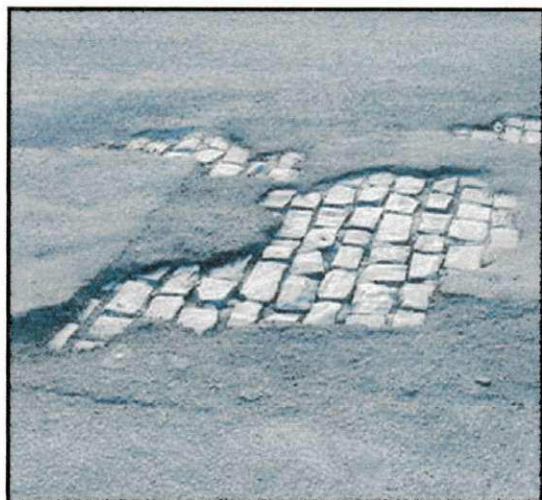


Figura S102 - Nivel de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

DPA - Desnível acentuado entre a pista e o acostamento



Figura S103 - Desnível acentuado entre a pista e o acostamento

[Local: Av. Januncio Ferreira, Campina Grande-PB]

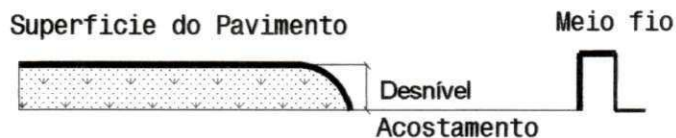


Figura S104 - Perfil longitudinal

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 severidade:

Baixo (☺): ocorrência de um desnível em torno de 1cm a 5cm.

Médio (☹): ocorrência de um desnível em torno de 5cm a 8cm.

Alto (☹): ocorrência de um desnível > 8cm. 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.

Sugestões para correção:

- para o nível baixo (☺) não é necessário correção;
- elevar o nível da superfície do acostamento com a execução de uma nova camada de revestimento, (☹) e (☹).

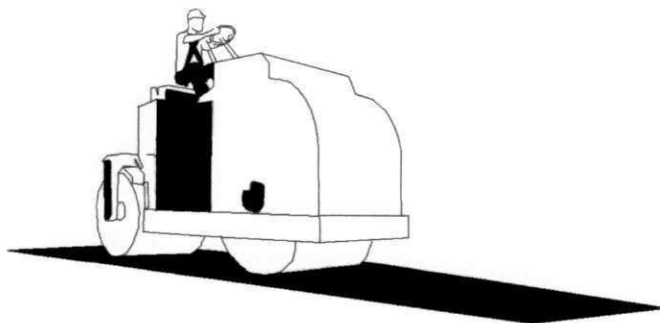


Figura S105 – Regularização da superfície de rolamento.

Desnível entre a pista e o acostamento – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S106 - Nivel de severidade baixo



Figura S107 - Nivel de severidade médio



Figura S108 - Nivel de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

DBO – Desintegração do bordo



Figura S109 – Desintegração do bordo

[Local: Av. Assis Chateaubriand, Campina Grande-PB]

Descrição: deterioração do bordo da pista pela a 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 severidade:

Baixo (☺): ocorrência de pequenas panelas, desagregação e irregularidades nos bordos e presença de poucos materiais no acostamento em pequena quantidade.

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.

Sugestões para correção:

- regularização dos bordos da pista de rolamento, (☺);
- limpeza do acostamento e execução de uma camada de lama asfáltica de impermeabilização, (☹);
- execução de um novo revestimento com correção da inclinação da superfície melhorando o fluxo de água para as sarjetas, (⊗).

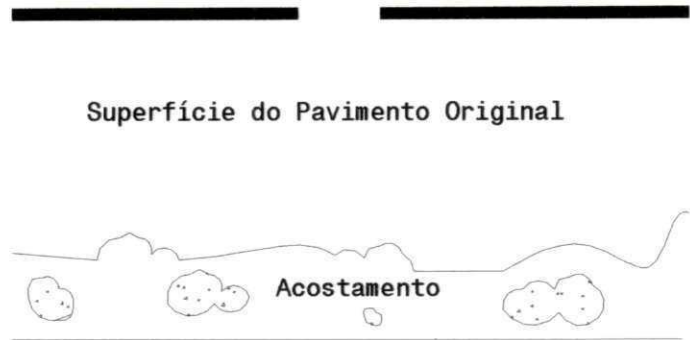


Figura S110 - Perfil longitudinal



Figura S111– Limpeza do acostamento

Desintegração do bordo – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S112 - Nivel de severidade baixo



Figura S113 - Nivel de severidade médio



Figura S114 - Nivel de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

RRA – Ruptura do revestimento por raízes de árvores



Figura S115 – Ruptura do revestimento por raízes de árvores.

[Local: Rua Basilio Araújo, Campina Grande-PB]

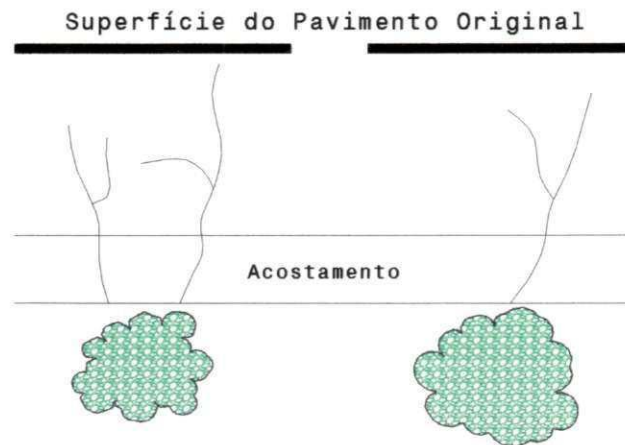


Figura S116 – Vista em planta

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

Possíveis causas: presença de árvores com sistema radicular fasciculado às margens do pavimento.

Níveis de severidade:

Baixo (☺): ocorrência de pequenas trincas com espessura menores que 6mm, que se iniciam no local onde se encontra as árvores, afetando caso exista, o acostamento.

Médio (☹): ocorrência de trincas com espessura entre 6 e 10mm 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.

Sugestões para correção:

- corte das raízes, a partir do local onde se encontra a árvore, selagem das trincas ou execução de remendos sobre a área afetada, (☺ ou ☹);
- substituição das árvores com raízes fasciculada por árvores com raízes pivotantes, (⊗);
- execução de um novo revestimento sobre a área afetada, (⊗).

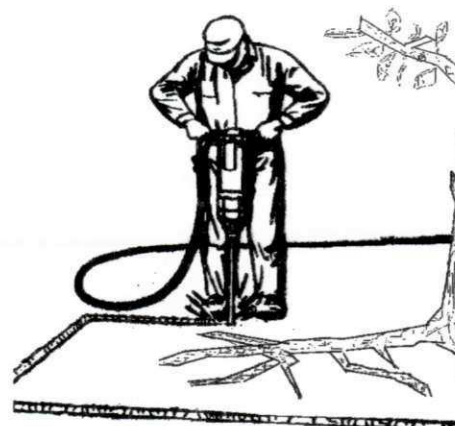


Figura S117 – Corte das raízes

Ruptura do revestimento por raízes de árvores – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S118 - Nível de severidade



Figura S119 - Nível de severidade médio



Figura S120 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

RTF – Ruptura do revestimento nas proximidades de trilhos de ferrovias



Figura S121 - Ruptura do revestimento nas proximidades de trilhos de ferrovias

[Local: Av. Assis Chateaubriand, Campina Grande-PB]

Descrição: colapso ou ruptura do revestimento nas proximidades da linha férrea, caracterizado por aberturas de pequenas valas, painelas e/ou desintegração 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 severidade:

Baixo (☺): ocorrência de valas com área pequenas (menores que 0,28m²; profundidade de 2,5cm) 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 0,28m²; profundidade entre 2,5 e 5,0cm);

Alto (⊗): ocorrência de valas e/ou painelas com a desagregação do revestimento acentuada (maiores que 0,28m²; profundidade de > 5,0 cm), gerando um grande impacto visual com riscos de acidentes para os usuários da via.

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

Sugestões para correção:

- execução de dispositivos de drenagem superficial, caso não exista, (☺);
- execução de juntas de construção entre o revestimento e os trilhos, com abertura de no mínimo de 2,5cm, (☹);
- execução de remendos com pré-misturado a frio, (⊗).

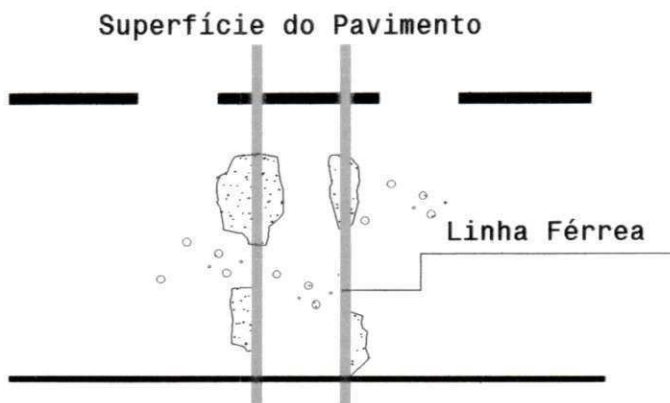


Figura S122 - Vista em planta



Figura S123 - Execução do remendo com PMF (fonte: DNER)

Ruptura do revestimento nas proximidades de trilhos de ferrovias – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S124 - Nível de severidade baixo



Figura S125 - Nível de severidade médio



Figura S126 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

ESR – Escorregamento do revestimento



Figura S127 – Escorregamento do revestimento
[Local: Rua Anacleto Eloy Campina Grande-PB]

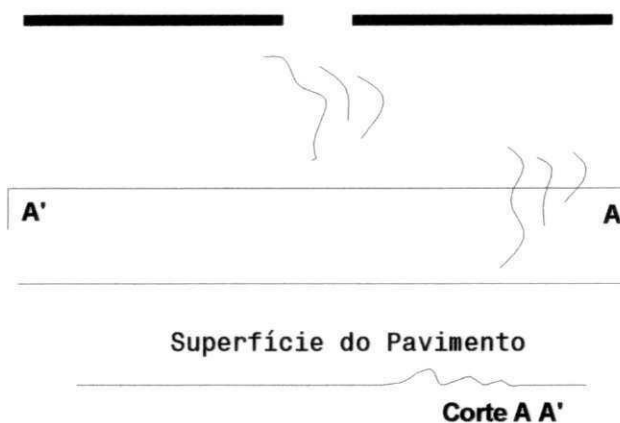


Figura S128 - Vista em Planta

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 severidade:

Baixo (☺): ocorrência de ondulações que abrangem uma área menor que 0,10m².

Médio (☺): ocorrência de ondulações que abrangem uma área entre 0,10m² e 0,50m², 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 0,50m², 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.

Sugestões para correção:

- fresagem a frio e uso de lama asfáltica, (☺);
- corte e retirada do revestimento, com execução de um remendo, (☺);
- execução de um novo revestimento sobre a área afetada com mistura adequável as solicitações de tráfego, (☹).



Figura S129 – Corte e retirada do revestimento para retirada da área afetada

Escorregamento do revestimento – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura S130 - Nivel de severidade baixo



Figura S131 - Nivel de severidade médio



Figura S132 - Nivel de severidade alto

DEFEITOS DE DRENAGEM

APV - Afundamento do tampão do poço de visita

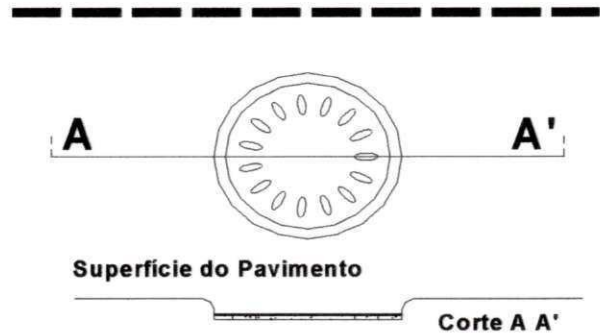


Figura D134 - Vista em planta e perfil longitudinal

Figura D133 - Afundamento do tampão do poço de visita
[Local: Rua Martins Junior, Campina Grande-PB]

Descrição: desnível entre o tampão do poço de visita da rede de esgoto e a superfície do revestimento, caracterizando um afundamento do revestimento no local em que se encontra o tampão do PV.

Possíveis causas: execução do revestimento sem acompanhamento topográfico e sobreposição de camadas.

Níveis de severidade:

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.

Sugestões para correção:

- não efetuar correção para o nível baixo, (☺);
- fresagem de arremate para corrigir o nível da superfície com o nível do equipamento de drenagem, (☹);
- retirada do material ao redor do tampão e elevação da altura da base do tampão do poço de visita, (⊗).

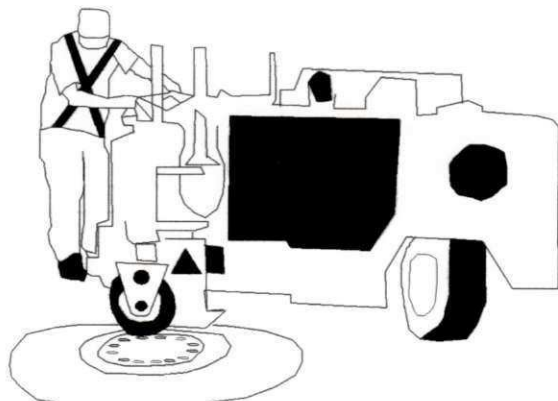


Figura D135 - Fresagem de arremate ao redor do tampão de ferro

Afundamento do tampão do poço de visita – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura D136 - Nível de severidade baixo

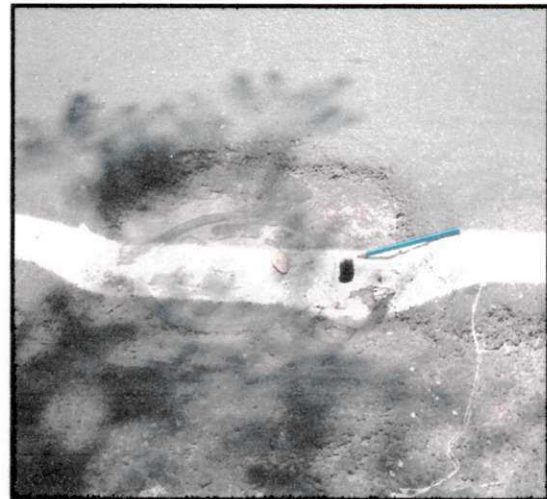


Figura D137 - Nível de severidade médio

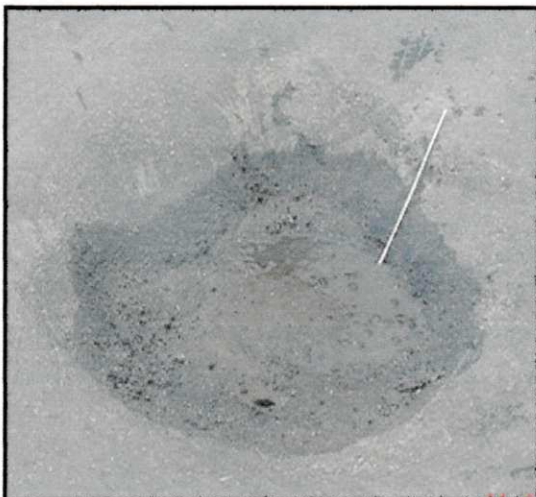


Figura D138 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE DRENAGEM

EPV - Elevação do tampão do poço de visita

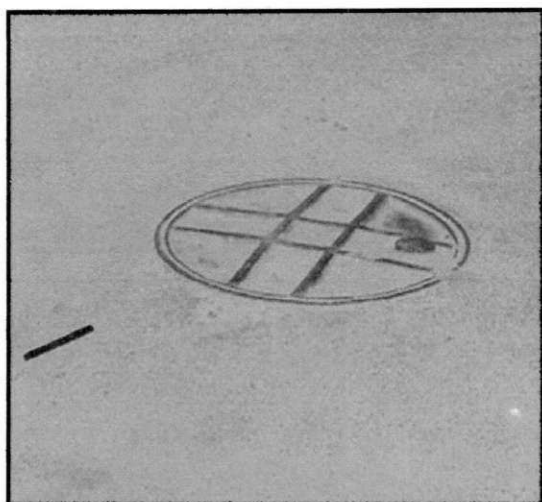


Figura D121 – Elevação do tampão do poço de visita
[Local: Rua João Quirino, Campina Grande-PB]



Figura D122 – Vista em planta e perfil longitudinal

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 severidade:

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.

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, (☹);
- execução de um novo revestimento com redução da altura da base do poço de visita - fresagem a frio e uso de lama asfáltica, (☹).

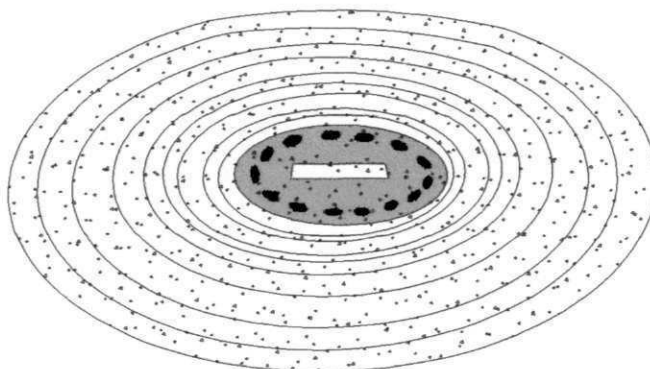


Figura D123 - Fresagem ao redor do tampão do poço de visita

Elevação do tampão do poço de visita - Ilustrações dos níveis de severidade



Figura D124 - Nivel de severidade baixo



Figura D125 - Nivel de severidade médio



Figura D126 - Nivel de severidade alto

DEFEITOS DE DRENAGEM

DCC - Desnível da caixa coletora



Figura D127 - Desnível da caixa coletora
[Local: Avenida Giló Guedes, Campina Grande-PB]

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 severidade:

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.

Sugestões para correção:

- para o nível baixo (☺) não efetuar 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, (⊗).

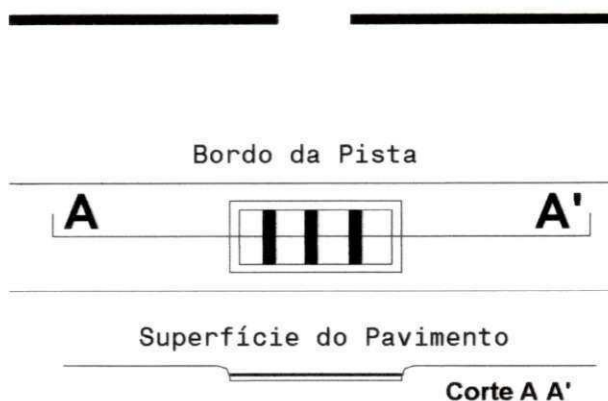


Figura D128 - Perfil longitudinal e vista em planta

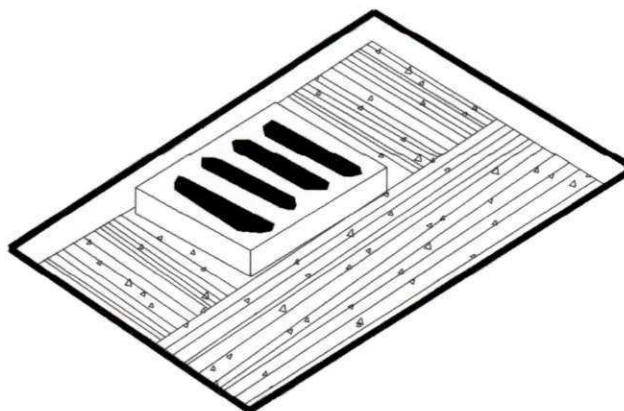


Figura D129 - Fresagem de arremate ao redor da caixa coletora

Desnível da caixa coletora – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura D130 - Nivel de severidade baixo



Figura D131 - Nivel de severidade médio



Figura D132 - Nivel de severidade alto

DEFEITOS DE DRENAGEM

ESA - Entupimento das sarjetas



Figura D151 - Entupimento das sarjetas
[Local: Av. Januncio Ferreira, Campina Grande-PB]

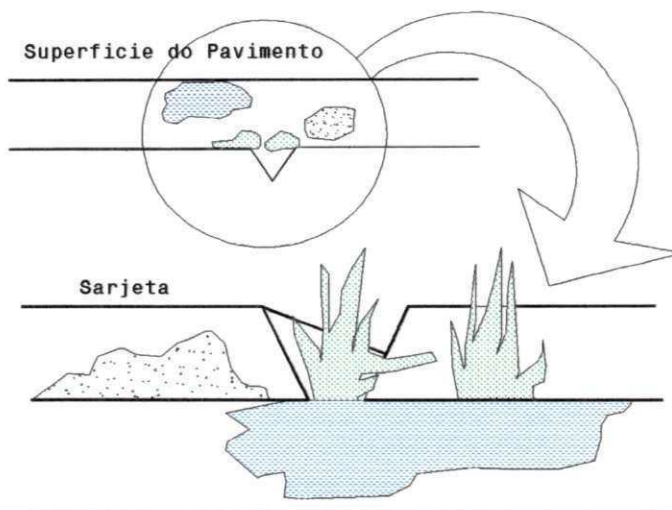


Figura D152 - Vista frontal

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 severidade:

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.

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, (⊗).

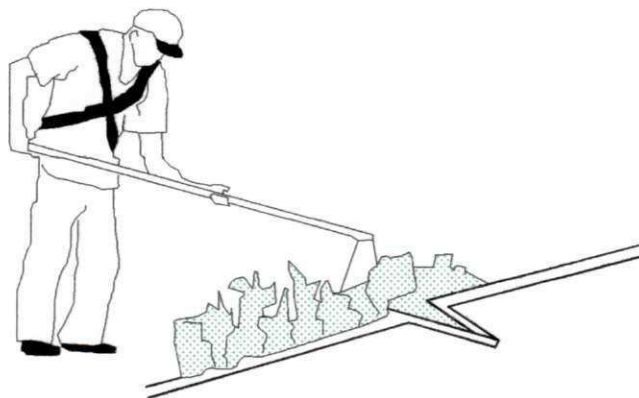


Figura D153 - Limpeza das sarjetas

Entupimento das sarjetas – Ilustrações nos níveis de severidade



Figura D154 - Nivel de severidade baixo



Figura D155 - Nivel de severidade médio



Figura D156 - Nivel de severidade alto

Falta de drenagem superficial – Ilustrações dos níveis de severidade



Figura D160 - Nível de severidade baixo



Figura D161 - Nível de severidade médio



Figura D162 - Nível de severidade alto

DEFEITOS DE DRENAGEM

FED - Falta de equipamentos de drenagem



Figura D145 - Falta de equipamentos drenagem
[Local: Rua Elpidio de Almeida, Campina Grande-PB]



Figura D146 - Vista em planta

Descrição: ausência de equipamentos drenagem subterrânea ou superficial nas proximidades do pavimento, tais como: sarjetas, caixas coletoras e etc.

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

Níveis de severidade:

Baixo (☺): ocorrência de pequenas poças de água, com trincas de espessura menores que 6mm, pequenas panelas de área menor que 0,28m² sobre a superfície do pavimento.

Médio (☹): ocorrência de poças de água, com trincas de espessura maiores que 6mm, panelas com área compreendida entre 0,28m² e 0,50 m² 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 0,50m² 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.

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, com nivelamento adequado caso o pavimento esteja comprometido e execução de equipamentos de drenagem caso não exista, (⊗).



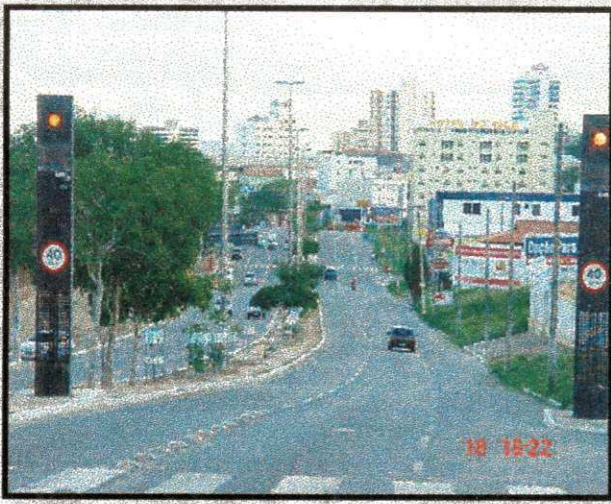
Figura D147 - execução de equipamentos de drenagem

Autores

Carlos André da Silva Morais, Eng^o Civil, CREA:8330-D
Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental
Rua Getúlio Cavalcante 1477 – Jardim Paulistano
Cep:58105-305, Campina Grande, Paraíba-PB;
Telefone: (83)3331-5518
e-mail: carlosmesmo@yahoo.com.br

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

Prof. Dr. Ricardo Almeida de Melo
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Departamento de Engenharia Civil – DEC
Bairro: Castelo Branco
João Pessoa, Paraíba-PB;
Telefone: (83) 32167036
e-mail: ricardo@ct.ufpb.br



APOIO:

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 - UFCG

Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó

CEP: 58109-000 - Campina Grande - PB

Fone: (83) 3310-1000

www.ufcg.edu.br

CAPÍTULO 6

6.0 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1 – Conclusões

Inseridos no manual, encontra-se pareceres sobre as condições de superfícies de pavimentos das vias urbanas da cidade de Campina Grande, onde são identificados os tipos de defeitos que afetam os pavimentos flexíveis com a descrição, as causas dos defeitos, níveis de severidade, forma de medição e sugestões para correções. Com isso, o método empregado para elaboração deste trabalho torna-se bastante prático e de fácil entendimento, devido ao uso de equipamentos acessíveis e uma linguagem técnica bastante clara.

A inclusão de conceitos de forma clara e objetiva, de ilustrações dos defeitos correntes em superfície de pavimentos urbanos, da descrição de suas possíveis causas associadas aos níveis de severidade e, por fim, pelas sugestões de correções com base nos níveis de severidade, propiciaram a descrição de categorias e progressão de cada defeito relacionado às necessidades de reabilitação.

A partir deste manual, acredita-se que é possível maximizar e tornar mais eficaz as atividades de manutenção e de recuperação de pavimentos de vias urbanas por parte dos órgãos gestores públicos e em presas privadas que tenham a mesma finalidade.

Os dados contidos nas avaliações dos formulários preenchidos pelos técnicos da Prefeitura de Campina Grande apontam para que: “o manual proposto dará subsídios valiosos aos engenheiros e técnicos de órgãos públicos e privados de cidades com porte semelhante ao de Campina Grande.”

Muitos dos defeitos de vias urbanas assemelham-se aos de rodovias, outros são diferenciados pelos mecanismos de ocorrência e pelos fatores que os influenciam. Este estudo traz informações adicionais de defeitos que não são usuais em manuais já existentes na literatura e que ocorrem, apenas, em pavimentos de vias urbanas.

6.2 – Sugestões

Após a análise dos dados e sobre o que foi relatado neste trabalho é possível sugerir alguns estudos relacionados aos pavimentos de vias urbanas, tais como:

- estudos sobre defeitos característicos de pavimentos de concreto de cimento Portland em vias urbanas;

- estudos sobre defeitos característicos de pavimentos com revestimento em paralelepípedo de vias urbanas;
- estudos sobre defeitos característicos de drenagem superficial em pavimentos de vias urbanas;
- elaboração de árvores de decisões no que diz respeito às atividades de manutenção e recuperação de pavimentos de vias urbanas;
- estudos sobre custos de manutenção e restauração de pavimentos de vias urbanas, para cidades de médio porte como a cidade de Campina Grande;
- elaboração de um manual sobre as condições da superfície de ruas não pavimentadas com proposta semelhante ao que foi desenvolvido neste trabalho.

CAPÍTULO 7

7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEDA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ASFALTO. Manual Básico de Emulsões Asfálticas. Soluções para Pavimentar sua Cidade. Rio de Janeiro: ABEDA 2001, 136p. 41 ilustr./fotos.

AASHTO. Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Appendix K: Typical Pavement Distress Type-Severity Descriptions. Washington, D. C., 1986.

APS, M.; BALBO, J. T.; SEVERI, A. A. Avaliação Superficial de Pavimentos Asfálticos em Vias Urbanas pelo Método do PCI. In: 31ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO. São Paulo. *Anais...* São Paulo: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PAVIMENTAÇÃO - ABPV. 1998, 17p.

ARB – ASSOCIAÇÃO RODOVIÁRIA BRASILEIRA. Catálogo dos Defeitos dos Revestimentos dos Pavimentos. Traduzido por Hugo Alves Pequeno. São Paulo – SP, 1978.

AUSTROROADS. "A guide to the visual assessment of pavement condition", Sidney - Australia: Report, 1990, 76p.

BALBO, J. T. Pavimentos Asfálticos: Patologias e Manutenção, São Paulo –SP, Ed. Plêiade, 1997(a), 103p.

BALBO, J. T. Restauração de Pavimentos Urbanos - Dificuldades e Diretrizes para Soluções. In: 8ª REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA. São Carlos, *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Pavimentação - ABPV, 1997(b), 8p.

BARROS, R. M. V. Projeto e Avaliação Estrutural de Pavimentos Urbanos. In: 5ª REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA. Natal, *Anais...* Rio Grande do Norte: Associação Brasileira de Pavimentação – ABPV, 1994. 42p.

BODI, J.; BALBO, J. T. Modelos para Priorização de Serviços de Manutenção de Pavimentos Urbanos. In: 31ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO. São Paulo, *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Pavimentação - ABPV, outubro de 1997, 22p.

BONFIM, V. Fresagem de Pavimentos Asfálticos. 2. Ed. São Paulo: Ed. Fazendo Editorial, 2001. 112p.

CAFISO, S.; DI GRAZIANO, A. "Road Surface Distress and Driving Performance", TRB 2004, Annual Meeting CD-ROM, Catania, 2004. 22p.

CAREY, W. N. JÚNIOR.; IRICK, P. E. "The Pavement Serviceability-Performance Concept". United States: AASHO Road Test, 1960, p. 41-58.

CARDOSO, S. H. Gerência de Pavimentos em Vias Urbanas. In: 5ª REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA, Natal, *Anais...* Rio Grande do Norte: Associação Brasileira de Pavimentação – ABPV, 1994. 26p.

CASTEDO, H.; GOULIAS, D. G.; BENSON, K.; HUDSON, W. R. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies. SHRP-87-P001, 1990.

CLINE, G.D.; SHAHIN, M. Y.; BURKHALTER, J. A. Automated data Collection for Pavement Condition Index Survey. TRB 2003, Anual Meeting CD-ROM, 2003.

DOLGLAS EQUIPAMENT LIMITED. Runway Friction Measuring System, 125 or 250 Gallon Auto Water Control and 125 or 250 Gallon Manual Control – Self Wetting System. Village Road, Arle Cheltenham Gloucestershire GL51 0Ab, 2000.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de Conservação de Rodovias. Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 1974.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGENS. Reabilitação de Pavimentos – Materiais e Técnicas, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, RJ, 1975.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. "Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos - Terminologia". DNER-TER 001/78, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 1978.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. "Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis – Volume 1". DNER-PRO 010/79, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 1979.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. "Levantamento da condição de superfície de segmentos-testemunha de rodovias de pavimento flexível ou semi-rígido para gerência de pavimentos a nível de rede". DNER-ES 128/83, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 1983.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. "Método de nível e mira para calibração de sistemas medidores de irregularidade tipo resposta". DNER-ES 173/86, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 1986.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. "Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos". DNER-PRO 007/94, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 1994.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. "Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos". DNER-PRO 008/94, Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 1994.

DOMINGUES, F. A. A. Fissuras, Trincas e Esborrecimento em Pavimentos de Concreto de Cimento Portland. In: 28ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, Belo Horizonte, *Anais...* Minas Gerais, Agosto de 1994, 31p.

DOMINGUES, F. A. A. MID – Manual para Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos. 1ª ed. São Paulo – SP, 1993, 96p.

FERNANDES JÚNIOR, J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001, 104p.

FERNANDES, JÚNIOR, J. L.; PANTIGOSO, J. F. G. Uso de los Sistemas de Información Geográfica para la Integración de la Gerencia de Pavimentos Urbanos con las Actividades de las Concesionárias Públicas. III Congreso de Ingeniería del Transporte, Barcelona, Espanha, 1998.

FFP - FOUNDATION FOR PAVEMENT PRESERVATION. "Selecting a Preventive Maintenance - Treatment For Flexible Pavements". United States - Washington, June 2000.

GROEGER, J.L.; STEPHANOS, P.; DORSEY, P.; CHAPMAN, M. Implementation of Automated Network Level Crack Detection Process in the State of Maryland. Preprint in the Annual Meeting CD-ROM, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2003.

HAAS, R.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J. "Modern Pavement Management". Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 1994.

HOWE, R.; G.CLEMENA. Feasibility of an Automated Pavement Distress Survey System Incorporating Digital Image Processing. VTRC Report Nº.98-R1, Virginia Transportation Research Council, Charlottesville, March 1998.

HUDSON, W. R. Are pavements built for the user? ASTM Standardization News. V. 19, n.22, February, 1991, p. 42-51.

INSTITUTO DO ASFALTO. A Pavement Rating System for Low-Volume Asphalt Roads. IS-169, 1981.

INSTITUTO DO ASFALTO. The Asphalt Handbook. MS-4, 1989.

LEE, B.J.; LEE, H. A Robust Position Invariant Artificial Neural Network for Digital Pavement Crack Analysis. Preprint in the Annual Meeting CD-ROM, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2003.

McHATTIE, R. L. Asphalt Surface Treatment Guide. State of Alaska, Alaska Dept. of Transportation and Public Facilities, Research and Technology Transfer, October 15, 2001.

MEDINA, J. Mecânica dos Pavimentos. Rio de Janeiro – RJ, Editora UFRJ, 1997.

MELO, R. A. Avaliadores, notas e qualidade de pavimentos. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.