



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO TECNOLÓGICO DE RECURSOS NATURAIS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL**  
**Campina Grande – Paraíba**

***“Uma Proposta de Manual para Avaliação das  
Condições de Superfície de Pavimentos com  
Revestimento de Paralelepípedo e Estradas Vicinais de  
Vias Urbanas”***

**Orientador: Prof. Dsc. John Kennedy Guedes Rodrigues**  
**(Departamento de Engenharia Civil)**

**Nome da Aluna: Lêda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena**

**Campina Grande – PB**  
**Julho 2006**



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO TECNOLÓGICO DE RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL

***“Uma Proposta de Manual para Avaliação das  
Condições de Superfície de Pavimentos com  
Revestimento de Paralelepípedo e Estradas Vicinais de  
Vias Urbanas”***

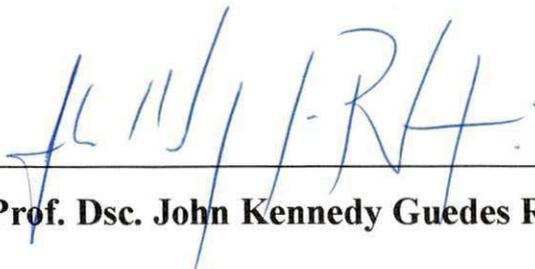
***Relatório do Estágio Supervisionado***

***Empresa: ATECEL – Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de  
Oliveira Junior***

***Período de Estágio: 2005-2006***

***Carga Horária Total: 360 horas = 12 créditos***

**Orientador:**

  
Prof. Dsc. John Kennedy Guedes Rodrigues

**Bolsista:**

  
Lêda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena

## **AGRADECIMENTOS**

*À meu orientador Profº John Kennedy Guedes Rodrigues, meus agradecimentos pela dedicação esmerada durante este percurso.*

*A empresa ATECEL- Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Junior, que me abriu as portas para realização deste trabalho, pelo financiamento e apoio fundamental recebido na realização deste manual.*

*À meus pais Lucena e Analúcia, pela apoio, dedicação, incentivo e confiança constante.*

*À meus irmãos Adriano e Luciana, pela certeza de que esta conquista é também partilhada com vocês.*

*À DEUS, acima de qualquer coisa, por ter permitido que eu passasse por este processo engrandecedor, sempre me iluminando e dando força para superar as adversidades.*

## RESUMO

A principal finalidade dos pavimentos é resistir e distribuir ao subleito os esforços oriundos do tráfego dando ênfase aos fatores segurança, comodidade e durabilidade. Entretanto, a realidade das vias brasileiras está muito aquém do que pode ser considerado como satisfatório na pavimentação. Apesar da pavimentação asfáltica de ruas e avenidas estar crescendo a maioria das ruas e estradas não apresenta qualquer tipo de revestimento.

Embora este tipo de estrada ocorra em grande parte do país, seu estudo é incipiente e por isso a manutenção e restauração destas é feita sem apoio de técnicas modernas de gerenciamento de vias. Devido a este fato, sugere-se um manual sobre as condições das estradas não-pavimentadas onde foram identificados os tipos de defeitos que as afetam. Foram abordados tópicos referentes a descrição, causas, níveis de deterioração, medições e sugestões para correções dos defeitos existentes nesta. Através da elaboração deste manual, pretende-se que os engenheiros e técnicos de órgãos públicos e privados tenham subsídios para as atividades de manutenção, restauração e reconstrução das estradas urbanas não pavimentadas.

## SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivo do Trabalho.....	3
2.0	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	Vias não Pavimentadas ou com Revestimento por Calçamento.....	4
2.2	Defeito.....	5
2.3	Avaliação.....	07
2.3.1	Avaliação subjetiva da superfície de rolamento.....	08
2.3.2	Avaliação objetiva da superfície de rolamento.....	08
2.4	Conceitos sobre Vias e Qualidade de Viagem.....	09
2.5	Defeitos na superfície de pavimentos de vias urbanas.....	11
2.6	Relação entre as características de superfície do pavimento, com a velocidade e ruído do tráfego.....	13
2.7	Manutenção.....	13
2.8	Estratégias e Atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos.....	17
2.9	Manuais para identificação de defeitos em pavimentos.....	19
3.0	METODOLOGIA.....	20
3.1	Materiais.....	20
3.2	Método.....	20
3.2.1	Nomenclatura.....	21
3.2.2	Abreviatura.....	22
3.2.3	Descrição e ilustração.....	22
3.2.4	Possíveis causas.....	23
3.2.5	Níveis de severidade.....	24
3.2.6	Medição.....	24
3.2.7	Sugestões para correção.....	26
4.0	MANUAL SUGERIDO.....	27
5.0	CONCLUSÃO.....	28
6.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
7.0	ANEXO.....	31
7.1	Anexo 1.....	32
7.2	Anexo 2.....	53

## 1.0 Introdução

Os pavimentos têm como principal finalidade resistir e distribuir ao subleito os esforços produzidos pelo tráfego. Estes devem primar por características como a comodidade, segurança e durabilidade das superfícies de rolamento. Os parâmetros mencionados não são sempre observados, uma vez que nos deparamos corriqueiramente com a presença de desgastes no pavimento.

Esses desgastes acarretam tanto prejuízos financeiros aos proprietários de veículos automotores como aumentam a incidência de acidentes. Devido a isto, ocorrem pressões por parte da população clamando por soluções rápidas para o problema e em contrapartida, principalmente em épocas eleitorais, os órgãos governamentais tentam resolver da maneira mais simplificada.

O que ocorre, na maioria dos casos, é que os reparos feitos nas ruas, avenidas e rodovias são executados por profissionais inexperientes que buscam apenas remediar os defeitos ao contrário de avaliarem e procurarem por soluções adequadas e embasadas teoricamente que visassem resolver o problema em longo prazo.

Poderia evitar-se chegar a uma situação extrema, se houvesse no Brasil uma política de manutenção e o gerenciamento dos pavimentos urbanos. Como esta seria onerosa, preferem-se optar por operações corretivas emergenciais e desprovidas de planos apropriados de avaliação, manutenção e restauração.

Esta política imediatista, começou a se delinear nos anos 30, no fim do regime autoritário, quando as verbas passaram a ser centralizadas e depois foram encurtando, à medida que a política fiscal apertava. Com verba curta e centralizada, os últimos governos quase nada fizeram para conservar a malha que se expandiu no tempo do milagre econômico, gerando um gigantesco aumento no custo dos transportes e encarecendo as exportações (TABAK, 2005).

Se ao invés de negligenciarem as rodovias, avenidas e ruas brasileiras, os órgãos públicos realizassem o mesmo trabalho que vem sendo feito em rodovias privatizadas, teríamos um melhor serviço de conservação e sinalização das ruas. O sistema que conta com a preservação e adequada manutenção das rodovias promoveram estradas mais bem conservadas, sem buracos e, conseqüentemente, mais seguras. Com tudo isso, ganha o motorista que acaba por economizar na manutenção do seu veículo. Para os caminhoneiros,

cálculos mostram que estradas mal conservadas causam um aumento de 76% no preço final do frete, devido a futuras despesas com a manutenção do caminhão. Portanto, se houvesse uma administração planejada das verbas arrecadadas pelo governo e estas cumprissem sua destinação, poderíamos alcançar o patamar das rodovias privatizadas e diminuir custos.

Apesar de estar ocorrendo o fenômeno de pavimentação asfáltica de ruas e avenidas em todo o país, a maioria das ruas e estradas ainda são constituídas por calçamentos de paralelepípedo ou são desprovidas de qualquer revestimento.

Apesar da grande extensão do uso deste tipo de estradas, este assunto é pouco abordado e por isso a manutenção e restauração destas são feitas com pouco ou nenhum apoio de técnicas modernas de gerenciamento de vias (ODA, 1995).

Entre as possíveis origens dos defeitos existentes tanto em vias urbanas como nas rurais temos a má execução de remendos e a um sistema de drenagem de má qualidade. Pela falta de ações adequadas de manutenção, podemos ter o agravamento de outros que podem provocar 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.

Os recursos para a manutenção e reabilitação de estradas devem ser utilizados de maneira eficaz. As atividades coordenadas relacionadas com planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa, são as ferramentas que podem ajudar os organismos rodoviários na otimização do uso dos recursos.

No intuito de auxiliar os técnicos na conservação das estradas não pavimentadas, pretende-se desenvolver um manual de suporte as atividades de avaliação, manutenção e restauração de estradas não pavimentadas de vias urbanas e rurais, o qual possa fornecer subsídios aos técnicos de órgãos públicos e privados para melhoria das condições de superfícies destes pavimentos.

Esta abordagem será realizada através da exposição de conceitos, de ilustrações dos defeitos correntes em estradas não pavimentadas, da descrição de suas possíveis causas associadas aos níveis de deterioração e propor soluções e/ou sugestões eficazes. Deste modo pretende-se maximizar as atividades de manutenção e recuperação de estradas não pavimentadas e as com revestimento por calçamento de vias urbanas e rurais por parte dos órgãos públicos e privados.

## 1.1 Objetivo

O objetivo deste projeto foi sugerir um manual sobre as condições das estradas não pavimentadas e pavimentadas com revestimento por calçamento das vias urbanas do estado da Paraíba onde foram identificados os tipos de defeitos que afetam as estradas de terras e os calçamentos de paralelepípedo. Foram abordados tópicos referentes à descrição, causas, níveis de deterioração, medições e sugestões para correções dos defeitos existentes nesta.

Através da elaboração deste manual, pretende-se que os engenheiros e técnicos de órgãos públicos e privados atentem-se para as atividades de manutenção, restauração e reconstrução das estradas urbanas não pavimentadas e com revestimento por calçamento de vias urbanas.

## 2.0 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Vias não Pavimentadas e com Revestimento por Calçamento

As ruas, estradas e avenidas são projetadas com a finalidade de proporcionar boas condições de rolamento a fim de assegurar conforto e segurança a seus usuários durante todo o ano. As condições destas irão variar de acordo com os atributos intrínsecos de cada região. Estes atributos são o tipo de solo, clima, topografia, tráfego e frequência de manutenção.

Com o advento da tecnologia e o fenômeno da urbanização, intensificou-se a utilização dos pavimentos asfálticos e de concreto. Todavia, a grande parte das vias urbanas e alguns acessos viários apresentam apenas revestimento por calçamento ou são de terra.

O revestimento por calçamento pode ser por paralelepípedo ou por blocos intertravados. Os revestimentos por paralelepípedo são constituídos por blocos regulares assentes sobre um colchão de regularização constituído de material granular apropriado. As juntas entre eles podem ser formadas com o próprio material do colchão de regularização ou misturas betuminosas ou com argamassa de cimento portland. Os blocos intertravados são denominados "blockets" e sua execução é semelhante a do paralelepípedo, entretanto necessita de cuidados apropriados para assegurar o entramento necessário (DNER, 1996).

A utilização deste tipo de calçamento apresenta vantagens em relação a pavimentação asfáltica nos seguintes locais:

- em trecho com rampas íngremes, eles promovem uma melhor aderência dos pneus proporcionando segurança, principalmente na estação chuvosa.;
- em aterros recém - construídos e subleitos sujeitos a recalques acentuados;
- em locais densamente povoados com redes de água e esgoto.

As vias não pavimentadas, também chamadas de "estradas de terra" não são revestidas por qualquer tipo de tratamento superficial . Elas são constituídas por solo local, as vezes misturados com agregado granular, decorrentes de sua manutenção. Apresentam um volume médio diário inferior a quatrocentos veículos. Suas larguras variam muito e são modificadas de acordo com a necessidade imposta pelo tráfego ( NUNES,2003).

Os problemas inerentes a estes tipos de vias são considerados de fácil solução, passando a idéia errônea que estes não necessitam nem de técnica e nem de técnicos

especializados no assunto. A maioria dos usuários acredita que a melhor solução para este problema seria a pavimentação, deste modo ignoram os altos custos inerentes a esta operação quando, apenas, uma adequada manutenção resolveria.

Não existe, ainda, preocupação por parte de organismos rodoviários em promover pesquisas nesta área e deste modo ter técnicos especializados neste assunto.

## 2.2 Defeito

Hveem *apud* Baptista (1981) aponta três possíveis classes de defeitos no pavimento. A primeira refere-se à composição inadequada do pavimento ou revestimento, apontando como causa a qualidade deste. A outra indica a falta de um adequado entrosamento entre as camadas estruturais do pavimento, onde se observa a falta de coerência entre as camadas de revestimento e as subjacentes. A última classe diz respeito à falta de resistência das camadas que constituem o pavimento.

Defeito, segundo Austroads (1987) *apud* Daroncho (2001), é uma evidência visível de falhas ou descontinuidade da superfície que irá afetar a qualidade de movimentação da via e a capacidade estrutural ou a aparência do pavimento. Estes podem ser visíveis a olho nu ou apenas com o uso de equipamentos.

As alterações sofridas pela rodovia são hierarquizadas em graus ou níveis de severidade que variam de acordo com a interferência na trafegabilidade da via. De acordo com Oda (1995) os defeitos causam irregularidades, provocam desconforto e, dependendo do nível de severidade, podem levar sérios riscos à segurança do usuário, além de influir na velocidade de operação e noutros custos operacionais dos veículos.

Os defeitos aparecem devido a vários fatores e podem ser intrínsecos a via ( como perfil longitudinal, perfil transversal, drenagem, tipo de solo) e extrínsecos à via como :

- O tráfego que aplica tensões através das rodas, ocasionando deformações e exerce ação abrasiva sobre a superfície;
- A água da chuva, ao umedecer ou encharcar o solo diminui sua capacidade de suporte e que arranca e que, ao correr sobre a superfície, arranca partículas, transporta e deposita material;

- A atividade de manutenção que irá modificar os perfis transversais e longitudinais.

Os problemas existentes nas estradas de terra (como ondulações, atoleiros, areiões, poeira, buracos, erosões etc ) têm como causas a falta de capacidade de suporte do sub-leito, o mau desempenho da superfície de rolamento e a deficiência no sistema de drenagem ou a combinação desses fatores (MARIOTONI ,1987 apud NUNES,2003). Abaixo estão explicitados os principais defeitos encontrados nestas estradas.

- secção transversal inadequada (STI) - Apresenta dificuldade de escoamento da água para as laterais da estrada, ela é causada pela execução do nivelamento da superfície (raspagem) sem posterior acréscimo de material, o que torna a estrada encaixada no terreno;
- ondulações / corrugações (OND) = As ondulações constituem sulcos em intervalos regulares ou irregulares no sentido perpendicular à direção do tráfego. Sua ocorrência se deve à falta de capacidade de suporte do subleito e ausência ou deficiência do sistema de drenagem;
- poeira (PO) A poeira é causada pelo excesso de material fino no leito da estrada que durante o período de seca fica sem umidade, formando, pela ação abrasiva do tráfego, as nuvens;
- buracos/panelas (BU) Os buracos são decorrentes da plataforma mal drenada, provavelmente sem abaulamento transversal. Constituem pequenas depressões em forma de bacia na superfície da estrada, produzidas quando o tráfego desgasta pequena parte da superfície da estrada e têm o crescimento acelerado pela umidade interior do buraco;
- afundamento de trilhas de roda (ATR) O afundamento de trilha de roda constitui uma depressão na superfície da estrada no local da trilha dos pneus do veículo;
- segregação de agregados (SAGR) A segregação de agregados consiste em acúmulo de partículas de agregados soltos, contidas nos solos granulares, que se soltam da superfície de rolamento devido ao tráfego;
- areiões (AR) Os areiões constituem bermas de areia solta, formadas pela ação do tráfego, no centro das trilhas de roda e laterais da estrada, as quais impedem a saída de água;

- erosão (ERO) A erosão é representada por sulcos formados pela ação da água que com a ação das enxurradas evoluem para grandes ravinas;
- atoleiro (ATOL) O atoleiro é verificado pelo acúmulo de água na estrada em solo com pouca capacidade de suporte e com ausência ou deficiência no sistema de drenagem.

Entre as possíveis causas de defeitos presentes em revestimentos de calçamento podemos citar:

- ervas daninhas ou outra vegetação;
- perda do material de rejuntamento;
- danos em tubulações geralmente causam afundamentos que parecem ondular a superfície do pavimento, mostrando uma capacidade portante insuficiente que requer a recolocação de peças novas a recomposição da capacidade estrutural do pavimento.

### **2.3 Avaliação**

Um pavimento é projetado para suportar as cargas de tráfego, e para isto deve ser dimensionado com número de camadas e espessuras de componentes adequados. Apesar de esses critérios serem necessários para análise, é imprescindível avaliar características e medidas da satisfação de usuários de vias. Daroncho (2001) citou os principais elementos na avaliação de uma via, são estes:

- a) a satisfação do usuário da rodovia, um “cliente” e as especificações técnicas sobre os componentes da via são os dois principais elementos que orientam a análise da qualidade da superfície de pavimento;
- b) diz Melo (1998) que: “ a avaliação de nível para a qualidade do serviço prestado ao tráfego de veículos pela superfície de pavimento é complexa porque envolve o estudo da interação entre o veículo, o perfil longitudinal da superfície para tráfego da rodovia e as sensações de motoristas e passageiros ” ;
- c) a avaliação do desempenho de pavimentos envolve estudos sobre o comportamento de uma seção ou comprimento de pavimento do ponto de vista de motoristas e passageiros (HAAS, HUDSON & ZANIEWSKI, 1994).

A observação periódica do pavimento irá fornecer informações sobre as características físicas da via ao longo do tempo. As duas formas de avaliação das condições de superfície de pavimentos flexíveis comumente utilizadas por técnicos e engenheiros são as avaliações objetiva e a subjetiva (1998 apud MELO; HUDSON, 1991).

### 2.3.1 Avaliação subjetiva da superfície de rolamento

As avaliações subjetivas irão determinar o estado de deterioração do pavimento através do conceito de *serventia* (CAREY e IRICK, 1960). A *serventia* é a habilidade de uma seção de pavimento de servir ao tráfego de automóveis e caminhões, com elevados volumes e altas velocidades. Portanto, o desempenho da via é a capacidade deste de servir satisfatoriamente ao tráfego durante um dado período, o desempenho é dado como a variação da *serventia* com o tempo e/ou tráfego.

Nesta avaliação é formada uma equipe de avaliadores que atribuem “notas” ao pavimento através de fichas de avaliação que irão determinar o Valor de Serventia Atual (VSA). Os pontos de avaliação são estabelecidos pelo DNIT .

A avaliação visual de um pavimento será uma ferramenta de apoio a avaliação subjetiva, nesta consideram-se fatores como 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. Depois da inspeção tiram-se fotografias dos defeitos para posterior análise em escritório.

### 2.3.2 - Avaliação objetiva da superfície de rolamento

A avaliação objetiva da condição das vias irá compreender as seguintes etapas:

- a) *avaliação da irregularidade superficial*: o desempenho do pavimento, ou seja, sua capacidade de servir ao tráfego com conforto, segurança e economia, está intimamente relacionada com a irregularidade longitudinal;
- b) ensaios estruturais: São realizados mediante avaliação da capacidade de suporte *in situ* e de amostras coletadas ou envolvendo a medida de deflexões superficiais causadas por um

carregamento conhecido. A fim de realizar as medidas desta deflexões são usadas as vigas *Benkelman*, os defletômetros vibratórios e os defletômetros de impacto (FWD, *Falling Weight Deflectometer*);

c) atrito superficial: a avaliação do atrito superficial pneu-pavimento 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, a diferentes velocidades, sobre um via molhada;

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 *deterioração* (nível de deterioração dos defeitos, normalmente classificados em baixo, médio e alto), juntamente com a determinação das causas dos defeitos.

#### **2.4 Conceitos sobre Vias e Qualidade de Viagem**

Daroncho (2001) resumiu em uma tabela definições e conceitos sobre vias, componentes e relações entre características e qualidade de viagem do ponto de vista dos que viajam provenientes de alguns documentos. A tabela I apresenta estas informações

Autor	Resumo do Conteúdo
<i>CAREY &amp; IRICK (1960)</i>	<b>Descreve um método pioneiro na década de 60, para avaliação da qualidade de viagem por pavimento, baseado em um painel de usuários treinados que atribuem notas as viagens que serão convertidas por análise regressão, a um índice de avaliação.</b>
DNER (1977,1986,1983a., 1994,1997)	Descrevem procedimentos para a demarcação de segmentos de rodovias, avaliações de superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos; sugerem a terminologia sobre defeitos nos pavimentos; definem itens sobre a geometria de rodovias.
SHRP(1993)	Descrevem os principais tipos de defeitos na superfície dos pavimentos, processos para contar, medir e classificar suas características.
AASHTO (1994)	Propõe usar resultados de análises sobre o meio no qual a rodovia estará ou está inserida para definir diretrizes de construção e manutenção. Sugere parâmetros para projeto geométrico da rodovia.
MELO (1998)	Identifica relações entre o grau de satisfação de usuários de rodovias e as características de manutenção do pavimento. Faz comparação entre as notas atribuídas por avaliadores treinados e índices padronizados para exprimir a mesma escala de medida.
PADULA(1999)	Mostra que o uso dos conceitos das normas NBR ISO, série 10.000, podem contribuir para a orientação de análises referente ao comportamento de pavimentos. Identifica diretrizes para melhorar o nível para a qualidade de construção, manutenção ou reabilitação das rodovias.
FREITAS (2000)	Mostra que a associação entre a análise estatística do formato da seção transversal, resultados de medidas sobre variáveis que caracterizam o estado dos equipamentos para drenar e as notas atribuídas por usuários treinados, contribuem para explicar uma parcela do comportamento de pavimentos e qualidade de viagem em estradas vicinais.
VASCONCELOS (2000)	Mostra que a distribuição de notas as viagens nas rodovias por avaliadores treinados classifi cam a harmonia da geometria e que o processamento dos dados provenientes do levantamento da velocidade de veículos, características do formato das seções transversais e longitudinais é útil para orientar o estudo e explicar os conceitos sobre a harmonia na geometria de rodovias vicinais.
PALMA (2000)	Mostra que existem relações entre notas atribuídas às viagens pelas rodovias por avaliadores treinados, o formato da seção transversal e medidas sobre as variáveis que caracterizam o estado ou o funcionamento dos equipamentos para drenar água superficial da rodovia quanto à classificação e identificação de informações que contribuam na manutenção ou construção de componentes de vias.
<b>HAAS; HUDSON &amp; ZANIEWSKI (1994);</b>	Resumem métodos e processos para avaliação, planejamento e programação, construção, manutenção e visando fornecer a utilização de informações e operar sobre critérios de decisão em construção e manutenção de pavimentos visando o melhor retorno possível de recursos aplicados.

Tabela 1 – Resumos da análise de documentos que contêm definições e conceitos sobre rodovias, e relações entre suas características e a qualidade de viagem (DARONCHO,2001)

## 2.5 - Defeitos na superfície de pavimentos de vias urbanas

De acordo com Melo (1998) antes das etapas de avaliação, manutenção e recuperação das vias é relevante observar, classificar, mensurar a área com defeito e analisar o nível de dificuldade imposta pelos defeitos ao tráfego.

De acordo com os órgãos que operam as vias, os defeitos na superfície dos pavimentos podem ser classificados e os resultados processados. Em nada contribuí ao estudo de pavimentos urbanos dizerem que determinado órgão classifica os defeitos de superfície de maneira correta; é necessário relacioná-los com o comportamento dos pavimentos em cada caso e adequar as consequências às necessidades de um bom trabalho de manutenção e reparação de pavimento (BARROS, 1994).

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).

Os defeitos existentes nas vias urbanas podem assemelhar-se aos encontrados nas vias rodoviárias, outros defeitos são característicos das vias urbanas como os que indicam problemas quanto à drenagem superficial e sub-superficial, presença de vegetação nas encostas do pavimento e entre os blocos dos pavimentos por paralelepípedo 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.

**Classe Funcional** – Quando o defeito é associado às qualidades do rolamento e da segurança do pavimento.

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: *remendos*,

*buracos, deformações, defeitos físicos na superfície, problemas quanto a drenagem e outros* (PONTES FILHO, 1999).

A principal tarefa da manutenção das vias é observar as irregularidades antes que estas aumentem de proporção. As fraturas em pavimentos, que inicialmente quase não são percebidas pelos usuários, podem evoluir rapidamente e causar sérios problemas se não forem devidamente remediadas.

O volume de dificuldades que um defeito impõe ao tráfego é nomeado de *severidade do defeito*, ou simplesmente *severidade*.

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.

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

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 (CAFISO e DI GRAZIANO, 2004). Ao trafegar-se em uma via e constatar que esta apresenta superfícies irregulares, o condutor tende a reduzir a velocidade frente ao risco iminente enquanto vias nas quais as irregularidades não se fazem presente, tem-se um aumento na qualidade e segurança da viagem.

Os ruídos originados por veículos podem ser de dois tipos:

- ruído da unidade de potência do motor -motor, sistema de exaustão;
- ruídos fora do motor -ruído aerodinâmico e ruído de passagem do veículo.

Deve-se atentar para os ruídos do segundo tipo que pode ter quatro componentes de acordo com as circunstâncias de movimento : 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).

## 2.7 Manutenção

A manutenção das vias é definida por Roberts e Robinson, (1983) e OECD, (1988) apud Oda, (1995) como um conjunto de atividades executadas para minimizar defeitos e, conseqüentemente, reduzir os custos operacionais dos veículos, prolongar a vida das estradas e proporcionar aos usuários um meio seguro, econômico e confortável de acesso.

As figuras I e II mostram como a malha rodoviária é utilizada pela população, uma vez que 96% do transporte de passageiro e 60.4% do transporte de carga é realizada através das estradas. Devido a isto, é imprescindível a sua adequada manutenção.

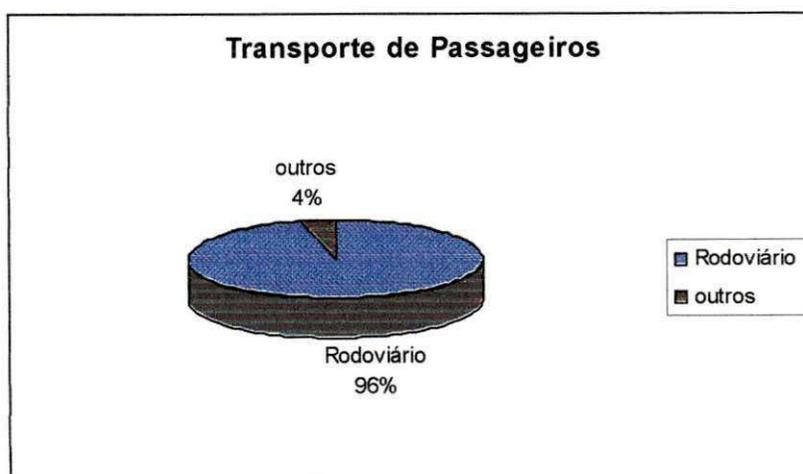


Figura I : Transporte de passageiros [Fonte: Anuário dos Transporte, 2001]

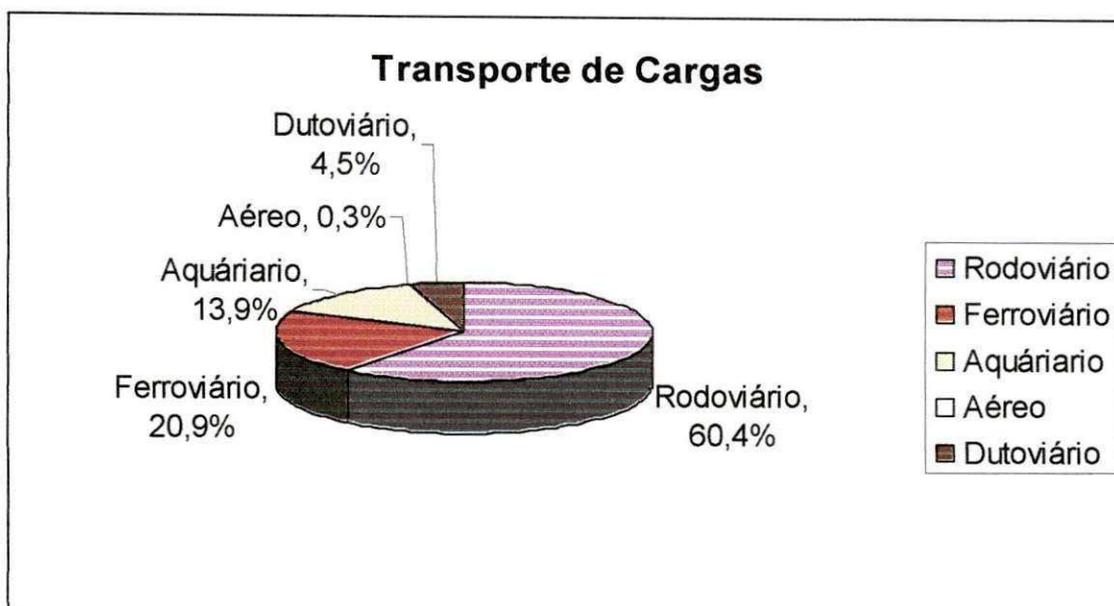


Figura II : Transporte de Cargas[Fonte:Anuário dos Transporte, 2001]

A manutenção rodoviária é definida como o conjunto de atividades responsáveis por preservar em longo prazo as condições rodovias, de modo a permitir o menor custo e o seu funcionamento adequado. Os serviços de manutenção em uma via não-pavimentada podem ser classificados, de acordo com o DER-SP (1987), em três categorias:

- a) serviços de rotina : conjunto de operações que se realizam de forma contínua e sistemática e cuja importância relativa depende da via e região onde ela se encontra;
- b) serviços especiais : têm o objetivo de melhorar as condições originalmente apresentadas pela rodovia, através da execução, sem interrupção do tráfego, de obras de pequeno vulto, complementares à construção inicial;
- c) serviços emergenciais : diz respeito aos serviços destinados a dar novamente condições de utilização a trechos que tiveram o seu tráfego interrompido em consequência de algum fato extra.

Conservar a superfície de rolamento razoavelmente lisa, firme e livre da perda excessiva de material solto, bem como, manter a declividade transversal do leito da estrada apropriada para assegurar o escoamento superficial das águas são os principais objetivos da manutenção rodoviária (DNER, 1981). Na manutenção, deve-se atentar não apenas as necessidades reais, mas também aquelas previstas para o futuro imediato, sejam sob o aspecto do aumento populacional ou sob o da expansão territorial, os quais podem interferir da demanda de utilização das vias.

A manutenção inadequada ou a falta da mesma nas rodovias implica, em uma primeira análise, num aumento do custo operacional do transporte de bens e passageiros, uma vez que o custo de transporte é diretamente afetado, principalmente pelos seguintes itens: aumento do consumo de combustível, aumento da necessidade de manutenção dos veículos e diminuição da vida útil dos mesmos. Esse efeito pode ser mais agravado nas estradas de terra, uma vez que estas são menos resistentes aos agentes destrutivos da natureza. aos poucos recursos oferecidos pela área geográfica onde vivem – operam atividades de sobrevivência (NUNES,2003).

Na década de 90, os responsáveis pela gestão política e administrativa começaram a perceber a relevância 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 (BODI e BALBO,1997).

A manutenção do patrimônio urbano público ocorre na maioria dos casos através do imprevisto, sem cuidados técnicos e com descaso da administração pública. Com a manutenção viária observa-se que ocorre o mesmo, uma degradação acentuada e o esgotamento precoce da vida útil das vias urbanas.

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 se verifica 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).

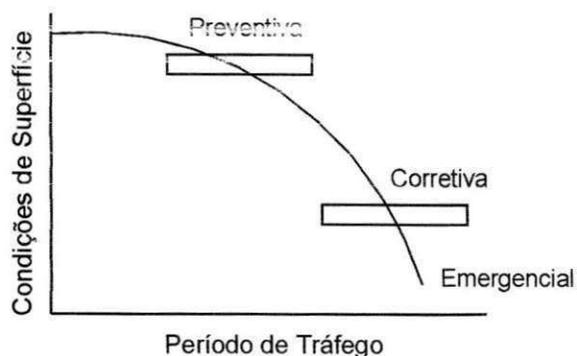
Em princípio, todos os conceitos envolvidos em um SGP, em geral, aplicam-se ao Sistema de Gerência de Pavimentos de Vias Urbanas. Entretanto, alguns aspectos são peculiares à pavimentação urbana (CARDOSO, 1994).

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).

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 III, 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 III - Categorias de manutenção de pavimentos [Fonte : Foundation for Pavement Preservation, 2000].**

Existem outros fatores importantes que devem ser considerados no que diz respeito às atividades de manutenção para que estes não constituam um problema para os administradores e engenheiros e deste modo 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 em áreas urbanas são distintas das existentes em rodovias. Nas áreas urbanas, a velocidade é inferior a das rodovias e as paradas são elevadas devido a proximidade dos sinais de trânsito.

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.

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

A detecção e o reparo de defeitos nas faces iniciais irão resultar na melhor utilização dos recursos disponíveis. Entre os reparos podemos citar:

r) *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 formação de buracos e panelas compromete a segurança e o conforto e aumentam os custos operacionais. Eles também permitem a entrada de água, que enfraquece a estrutura e acelera a deterioração, por isso devem ser reparados em seu estágio inicial. Em uma operação de remendo dos buracos, os dois elementos principais são a seleção de materiais e os procedimentos de reparo;

b) *recapeamento estrutural*: construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento de calçamento existente, é comum encontrar ruas que apresenta uma faixa de paralelepípedo recoberto com uma camada de asfalto;

c) *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.

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

## 2.9 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 de 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).

### **3.0 Metodologia**

Foram abordados no projeto, como forma de alcançar os objetivos propostos, informações contidas na literatura corrente.

Na pesquisa bibliográfica foram utilizados artigos, dissertações, revistas e livros nacionais e internacionais.

Os métodos de ensaios utilizados foram, em sua grande maioria, propostos pelo Departamento Nacional de Infra-estruturas e de Transportes, DNIT.

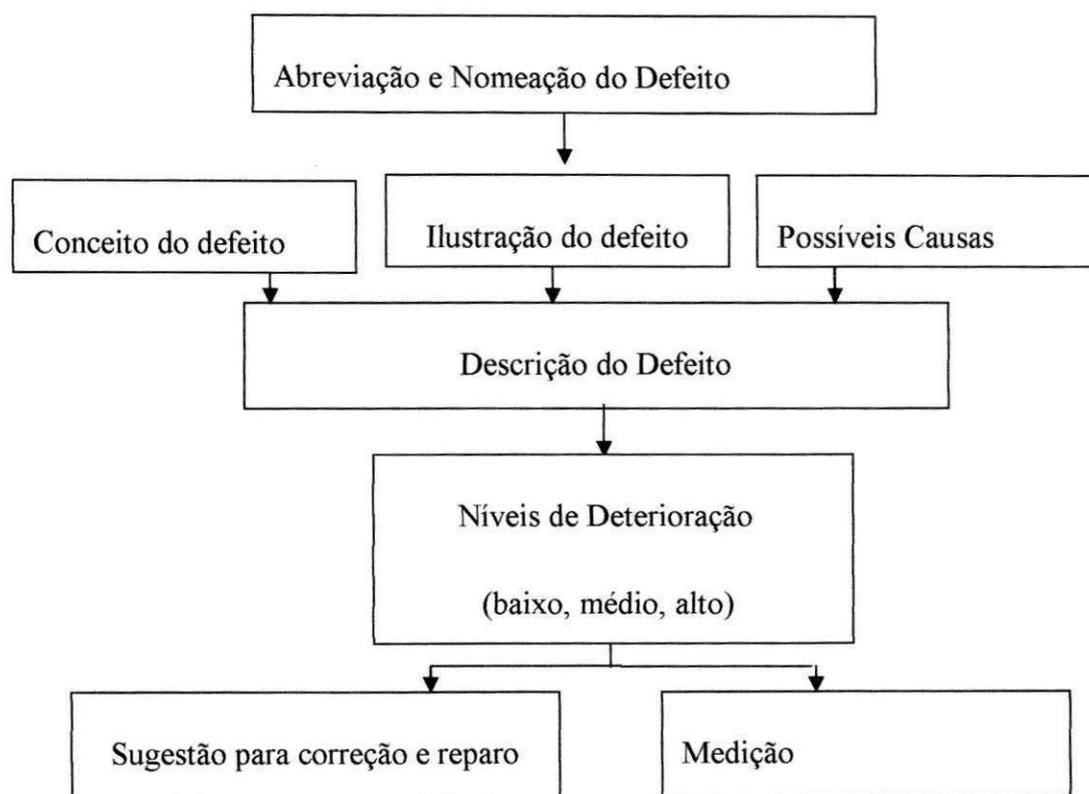
### **3.1 Materiais**

Os materiais que foram utilizados no desenvolvimento desta pesquisa foram as fotos obtidas na região em estudo e manuais que tenham especificações a respeito de estradas não pavimentadas ou com revestimento por calçamento.

### **3.2 Método**

O método utilizado durante desenvolvimento desta pesquisa consistiu na elaboração de um catálogo de defeitos existentes em ruas e avenidas não pavimentadas e pavimentadas com revestimento por calçamento do estado da Paraíba, com a inclusão da: abreviatura, ilustração do defeito a partir da foto-documentação e esboço, descrição, possíveis causas, medição, níveis de deterioração e sugestões para possíveis correções. Para alcançar tal fim, foi proposto um manual com o intuito de auxiliar aos técnicos e engenheiros, durante as atividades de avaliação, manutenção e restauração de pavimentos.

O Fluxograma I apresenta de forma sucinta a metodologia que foi empregada para elaboração do manual proposto nesta pesquisa.



**Fluxograma I – Metodologia para elaboração do manual proposto**

O manual proposto foi constituído de ilustrações com fotos e perfis dos defeitos facilitando a identificação e a observação de suas ocorrências, em diferentes níveis de deterioração.

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

### 3.2.1 – 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: **Panela de Deterioração**.

### 3.2.2 - Abreviatura

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

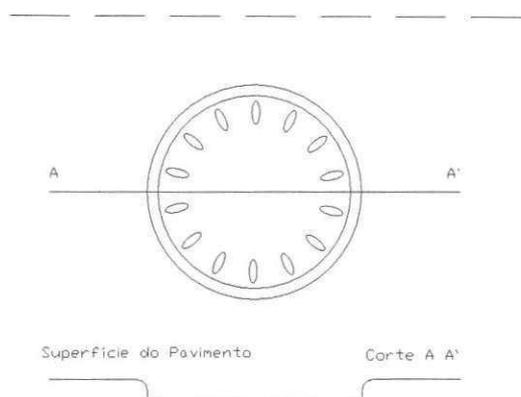
A abreviatura dos defeitos, usada neste trabalho, estabeleceu uma codificação relacionada ao tipo de defeito que está sendo abordado. Por exemplo, a abreviatura, **PD**, foi usada para abreviar o nome do defeito **Panela de Deterioração**.

### 3.2.3 - 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)**.

## DPUAPV - Afundamento do tampão do Poço de Visita



**Figura IV - Afundamento do tampão do Poço de Visita- Severidade baixa**

**[Fonte: Bodocongó, Campina Grande-PB]**

**Descrição:** Afundamento do equipamento de drenagem que ocasiona um desnível entre o tampão do poço de visita da rede de esgoto e a superfície ;

### 3.2.4 - 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: **Remendo formando “Lombada”**.

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

### 3.2.5 - 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:

**Baixa** (☺): Afundamento com profundidade de sulcos inferior a 25 mm;

**Média** (☹): Afundamento com profundidade de sulcos com média entre 25 mm e 75 mm;

**Alta** (⊗): Afundamento com profundidade de sulcos com média maior que 75mm.

### 3.2.6 – Medição

Neste trabalho, alguns procedimentos para cadastro e medida de áreas de ocorrência de defeitos, foram relatados com base nos procedimentos propostos por outros manuais. 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:

- estimativa da área afetada por intermédio do retângulo circunscrito com um lado paralelo ao eixo da via, com uso de réguas ou trenas de grande capacidade de extensão;

- estimativa da área afetada
- 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;
- estimativa, em centímetros, da profundidade máxima o mais próximo possível entre o nível da superfície do pavimento e a altura da superfície do remendo;
- 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;
- 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 VI);
- observação do fluxo d'água nas sarjetas;
- observação do acúmulo de água, materiais e dos danos causados a superfície do pavimento pela infiltração de água.



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

Como exemplo para este item, enumera-se a seguir, a orientação de como medir o defeito de superfície de pavimento: **Soltamento e desalinhamento dos blocos de paralelepípedo.**

**Como medir:** Mede-se a área da superfície afetada por intermédio do retângulo a ela circunscrito.

### 3.2.7 – Sugestões para correção

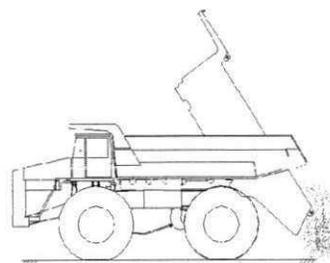
Por fim, são sugeridas as correções mais usuais, as quais foram baseadas em especificações do DNIER e de procedimentos propostos por outros manuais.

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:

#### **Segregação de Agregado.**

Sugestões para correção:

- Consiste na mistura do material existente com material ligante;
- Substituição por revestimento primário;
- Execução de agulhamento;



**figura VII – lançamento do material granular durante a realização do agulhamento**

#### 4.0 – Manual Proposto

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.

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.

## **5.0 – Conclusão**

Inseridos no manual, encontra-se pareceres sobre as condições de superfícies de pavimentos revestidos por calçamento e estradas vicinais, 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 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.

## 6.0 Referências Bibliográficas

1. Anuário Estatístico 2001 - Ano Base 2000 , *Transporte Rodoviário Coletivo Interestadual e Internacional de Passageiros* , Brasil , 2001
2. BALBO, J. T. *Restauração de Pavimentos Urbanos - Dificuldades e Diretrizes para Soluções*. In: 8<sup>A</sup> REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA. São Carlos, *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Pavimentação - ABPV, 1997. 8p.
3. BAPTISTA, C.N, *Pavimentação* , Tomo III: *Revestimentos, Pavimentos Rígidos, Conservação Dos Pavimentos*, Porto Alegre – Rio De Janeiro, Editora Globo , 1981
4. CAFISO, S.; DI GRAZIANO, A. “*Road Surface Distress and Driving Performance*”, TRB 2004, Annual Meeting CD-ROM, Catania, 2004. 22p.
5. CARDOSO, S. H. *Gerência de Pavimentos em Vias Urbanas*. In: 5<sup>º</sup> REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA, Natal, *Anais...* Rio Grande do Norte: Associação Brasileira de Pavimentação – ABPV, 1994. 26p.
6. CAREY, W. N. Jr.; IRICK, P. E. “*The Pavement Serviceability-Performance Concept*”. United States: AASHO Road Test, 1960, p. 41-58.
7. DARONCHO, C., *Contribuição à Análise de Qualidade de Viagem e suas Relações com a Distribuição de Defeitos em Segmentos de Rodovias*, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo- Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2001
8. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO - DER (1987) *Manual Básico de Estradas Vicinais* . São Paulo.
9. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER (1981) *Conservação de Estradas Não-pavimentadas* .Rio de Janeiro.
10. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER (1996) *Manual de Pavimentação*, Rio de Janeiro.

11. 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.
12. FFP - FOUNDATION FOR PAVEMENT PRESERVATION. "Selecting a Preventive Maintenance - Treatment For Flexible Pavements". United States - Washington, June 2000.
13. HUDSON, W. R. Are pavements built for the user? ASTM Standardization News. V. 19, n.22, February, 1991, p. 42-51.
14. MELO, R. A. *Avaliadores de Qualidade em Pavimentos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
15. MORAIS, C. A. S. *Uma Proposta para Avaliação, Manutenção e Restauração de Pavimentos das Vias Urbanas da Cidade de Campina Grande*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005
16. ODA, S. (1995) *Caracterização de uma Rede Municipal de Estradas Não-pavimentadas*. Dissertação Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo.
17. NUNES, T.V.L., *Método de Previsão de Defeitos em Estradas Vicinais de Terra com Base no Uso de Redes Neurais Artificiais: Trecho Aquiraz-CE*, dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003
18. PONTES FILHO, G. Séries Temporais e Estudos sobre Comportamento de Pavimentos. 1999. 113p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
19. TARAK, I., *A Destruição das Estradas*, publicado no Jornal do Brasil em 30 de janeiro de 2005
20. TAVAKOLI, A.; LAPIN, M. S.; FIGUEROA, J. L. PMSC: *Pavement Management System for Small Communities*, Journal of Transportation Engineering, Vol. 118, N° 2, Cleveland, Ohio, 1992.

## 7.0 ANEXO

Este anexo consta de duas partes. A primeira apresenta o manual proposto para auxiliar os engenheiros e técnicos nas atividades de manutenção, restauração e reconstrução das estradas urbanas não pavimentadas e com revestimento por calçamento urbanas.

A segunda parte do anexo consta de exemplos da diagramação desejada para o manual, que em virtude de ser mais onerosa que o manual apresentado na primeira etapa, fica sugerida para projetos futuros.

# **ANEXO 1**

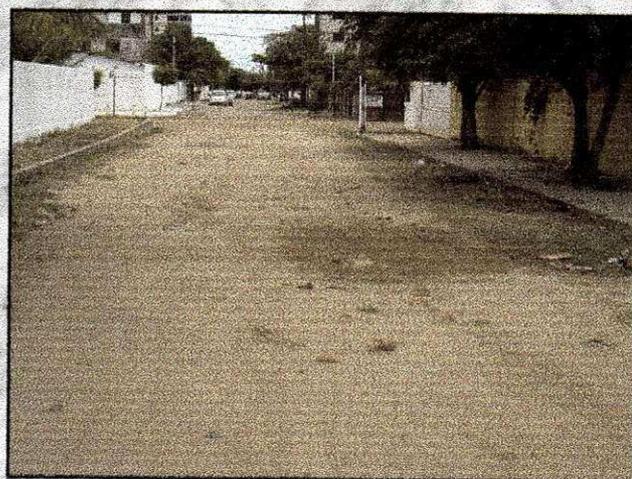
# **MANUAL TÉCNICO**

## **Avaliação, Manutenção e Restauração de Pavimentos**



**Revestimento de Paralelepípedo**

**Estradas vicinais**



**Campina Grande, 2006**

## SUMÁRIO

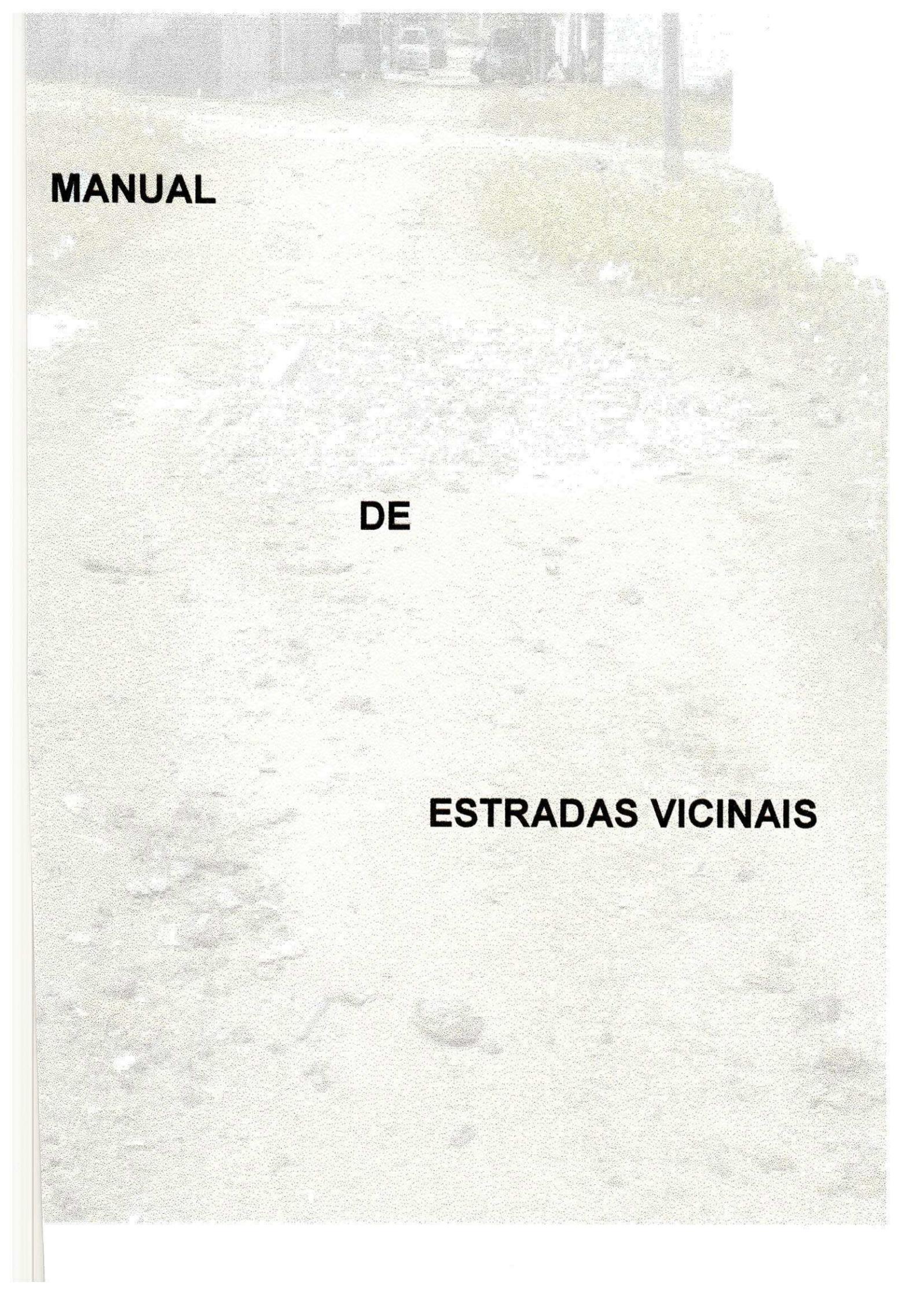
### DEFEITOS EM SUPERFÍCIES DE PAVIMENTOS DE VIAS URBANAS – DPU

#### Defeitos em Pavimentos Vicinais

DPUCV	Corrugações – Costela de vaca	36
DPUPD	Panelas de Deteriorização	37
DPUNP	Nuvem de Poeira	38
DPUSA	Segregação de Agregado	39
DPUATR	Afundamento de Trilha de Roda	40
DPUDLI	Drenagem Lateral Inadequada	41
DPUSTI	Seção Transversal Inadequada	42

#### Defeitos em Pavimentos Revestidas com Calçamento

DPUCA	Crosta de Argamassa	44
DPUATR	Afundamento de Trilha de Roda	45
DPUSA	Soltamento e desalinhamento dos blocos de paralelepípedo	46
DPUCVB	Crescimento de vegetação entre blocos de Paralelepípedo	47
DPUPD	Panelas de Deterioração	48
DPUFDS	Falta de Drenagem Superficial	49
DPUEPV	Elevação do tampão do Poço de Visita	50
DPUAPV	Afundamento do tampão do Poço de Visita	51
DPURL	Remendo formando "Lombada"	52

The background of the page is a grainy, black and white photograph of a dirt road. In the upper portion, a building with a flat roof and some windows is visible. The road surface is uneven and appears to be made of packed earth or gravel. The overall image quality is low, with significant noise and a halftone-like texture.

**MANUAL**

**DE**

**ESTRADAS VICINAIS**

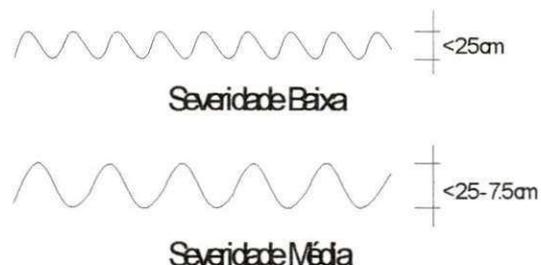
## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUCV - Corrugações – Costela de vaca



**Figura 1 – Corrugações com Baixo Nível de Severidade**

[Fonte: Intermares, Cabedelo-PB]



**Figura 2 - Perfil longitudinal**

**Descrição:** Série de sulcos regularmente espaçados ou ondulações que ocorrem em intervalos bastante regulares.

**Possíveis Causas:** Estradas que apresentam grande número de pedregulho apresentam tendência a formar este tipo de defeito devido ao movimento dos veículos. Estradas sem compactação (ou compactação ineficiente) e que apresentam falta de material ligante são susceptíveis a este tipo de defeito principalmente nas áreas de aceleração e desaceleração dos veículos.

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** Níveis de profundidade menores que 2.5 cm;

**Médio:** Corrugações com profundidades entre 2.5 e 7.5 cm;

**Alto:** Apresenta corrugações mais profundas que 7.5 cm;.

**Como medir:** A mensuração é feita de modo subjetivo baseado no conforto e segurança oferecido aos usuários ao trafegar pelas vias. A variação da velocidade será um parâmetro adotado para avaliação da intensidade do defeito, uma vez que reflete a qualidade da viagem.

#### Sugestões para correção:

Realizar o revestimento primário que inclui:

Regularização e compactação do subleito, escarificação do leito, lançamento e espalhamento do material, umedecimento ou secagem ( se necessário) e compactação



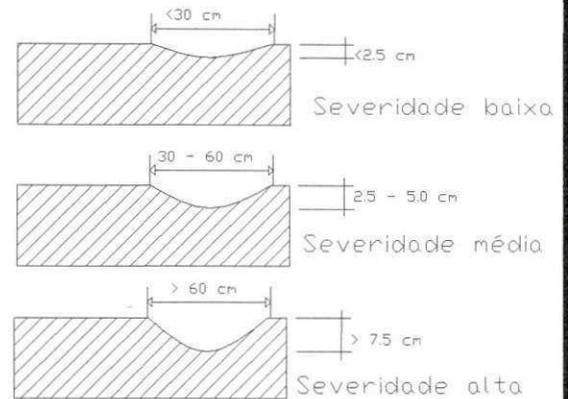
**figura 3 – Regularização do subleito na correção de corrugações**

## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUPD - Painéis de Deteriorização



**Figura 4 – Buraco com Nível Médio de Severidade**  
[Fonte: Intermares, Cabedelo-PB]



**Figura 5 - Perfil longitudinal**

**Descrição:** São depressões em forma de bacia que ocorre na superfície da estrada .

**Possíveis Causas:** Devido a uma plataforma mal drenada, inexistência de tratamento primário ou deficiência do componente ligante. Eles são resultantes da remoção das partículas sólidas devido a junção da ação do tráfego com o empoçamento de água.

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** Níveis de profundidade menores que 2.5 cm e/ou diâmetro inferior a 30 cm e menos de 10% da área total da superfície da estrada apresentando este defeito.

**Médio:** Níveis de profundidade entre 2.5 e 5,0 cm e/ou diâmetro entre 30 e 60 cm e entre 10% a 30% da área total da superfície da estrada apresentando este defeito.

**Alto:** Níveis de profundidade maiores que 7.5 cm e/ou diâmetro superior a 60 cm e mais de 30% da área total da superfície da estrada apresentando este defeito.

**Como medir:** A avaliação é realizada através da contagem do número de buracos existentes em 100 metros de pista e baseia-se na percepção do avaliador.

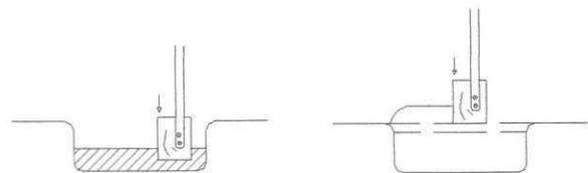
#### Sugestões para correção:

Drenagem das águas através do abaulamento transversal;

Tapamento dos buracos;

Retificação, limpeza e umedecimento;

Compactação em camadas com matérias usado para revestimento primário;



**figura 6 – Etapa de Compactação em Camadas**

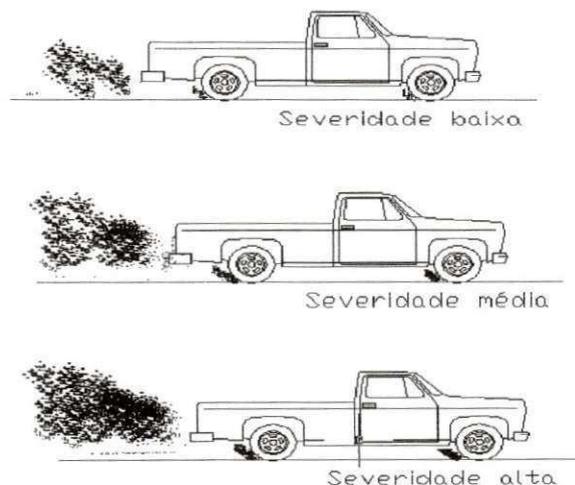
## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUNP - Nuvem de Poeira



**Figura 7 – Nuvem de Poeira com Nível Baixo de Severidade**

[Fonte: Intermares, Cabedelo-PB]



**Figura 8 - Perfil longitudinal**

**Descrição:** A ação do tráfego provoca o desprendimento de partículas da pista de rolamento provocando nuvens de poeira.

**Possíveis Causas:** Abundância de material fino que provoca nuvem de poeira durante a época seca

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** nuvem pouco densa que não obstrui a visibilidade;

**Médio:** nuvem densa que obstrui parcialmente a visibilidade e causa tráfego lento;

**Alto:** nuvem muito densa que obstrui a visibilidade, causando tráfego muito lento;

**Como medir:** A avaliação baseada unicamente na percepção do avaliador.

#### Sugestões para correção:

Realização de um revestimento primário selante, constitui-se das seguintes etapas:

- Regularização e Compactação do subleito
- Escarificação do leito
- Lançamento e espalhamento do material
- Umedecimento
- Compactação



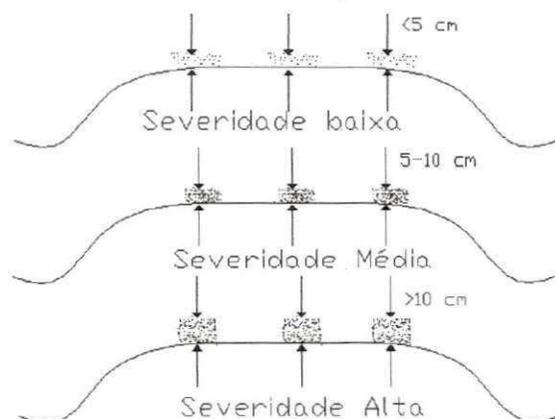
**figura 9 – Etapa de Umedecimento em Revestimento Primário**

## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUSA - Segregação de Agregado



**Figura 13 – Segregação de Agregado com alto nível de deterioração**  
[Fonte: Camboinha, Cabedelo-PB]



**Figura 14 - Perfil longitudinal**

**Descrição:** É a variação da espessura do cascalho ao longo de um período de tempo. A ação do tráfego moverá as partículas para as áreas menos trafegáveis formando bermas;

**Possíveis Causas:** Material granular superficial, de dimensão variada, sem ligante é lançada para as laterais da estrada devido à ação do Tráfego;

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** agregados soltos na superfície ou uma berma de agregado de menos de 5cm de altura;

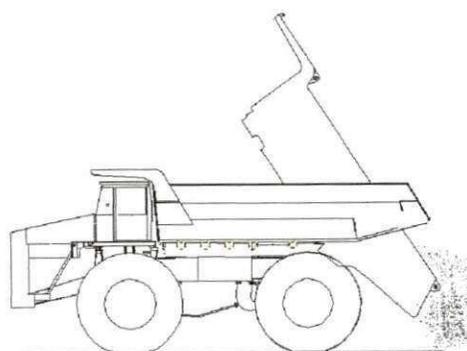
**Médio:** berma de agregado de 5 a 10 cm de altura no acostamento ou em área menos trafegável;

**Alto:** grande quantidade de agregado solto com bermas superiores a 10 cm de altura;

**Como medir:** A avaliação é realizada pelos avaliadores através da percepção visual do grau de compactação dos agregados;

#### Sugestões para correção:

- Consiste na mistura do material existente com material ligante;
- Substituição por revestimento primário;
- Execução de agulhamento;



**figura 15 – lançamento do material granular durante a realização do agulhamento**

## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUATR - Afundamento de Trilha de Roda



**Figura 16 – Afundamento de trilha de roda com baixo nível de deterioração [Fonte: Camboinha, Cabedelo-PB]**



**Figura 17 - Perfil longitudinal**

**Descrição:** É uma depressão na superfície do caminho (pneu). É uma deformação permanente do pavimento nas trilhas de roda. É muito comum o seu aparecimento em interseções e em trechos com tráfego intermitente;

**Possíveis Causas:** Trânsito de Caminhões pesados, Tráfego lento e/ou intermitente, agregados de má qualidade, dano devido à umidade e compactação pelo tráfego, após a construção;

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** sulcos com profundidade inferior a 2,5 cm e menos de 10% da estrada apresentando este defeito;

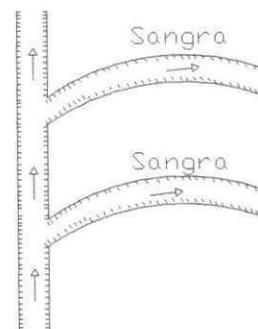
**Médio:** sulcos com profundidade entre 2,5 e 7,5 cm e entre 10 a 30% da estrada apresentando este defeito;

**Alto:** sulcos com profundidade superior a 7,5 cm e mais de 30% da estrada apresentando este defeito;

**Como medir:** A avaliação é feita baseado em observações visuais e instrumentos como o clinômetro para mensurar as profundidades do afundamento;

#### Sugestões para correção:

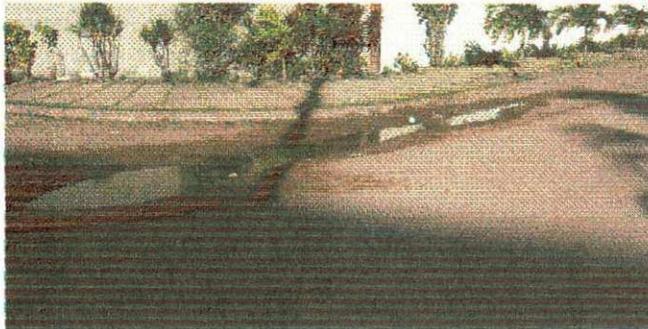
- Consiste na substituição do material granular por revestimento primário ;
- Execução de um Dreno ou de Sangra para favorecer a drenagem;



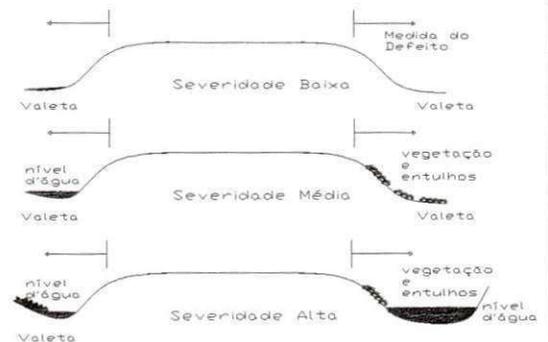
**figura 18 – Execução de Sangra para favorecer a drenagem**

## DEFEITOS DE DRENAGEM

### DPUDLI - Drenagem Lateral Inadequada



**Figura 10 – Drenagem Lateral Inadequada**  
[Fonte: Camboinha, Cabedelo-PB]



**Figura 11 - Perfil longitudinal**

**Descrição:** Ocorre quando as valetas estão cobertas de vegetação e/ou entulho e deste modo não direcionam a água provocando seu empocamento;

**Possíveis Causas:** Deficiência do sistema de Drenagem e presença de vegetação e entulho.

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** Pequena quantidade de água empocada, sem a presença de vegetação ou entulho;

**Médio:** Quantidade média de água empocada, com evidência de erosão, vegetação e entulho;

**Alto:** Grande quantidade de água nas valetas, estas cobertas por vegetação e entulho e sofrendo a ação acentuada da erosão;

**Como medir:** A avaliação é perceptiva e baseada na quantidade de água presente na vala, da vegetação e de entulho;

#### Sugestões para correção:

-Inicia-se com a retirada de vegetação e entulho;

-Depois retira-se a água acumulada no local através de sangras;

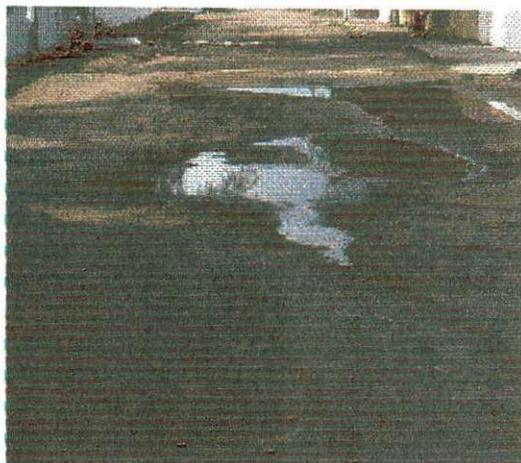
- Em alguns casos necessário a execução de um dreno profundo;



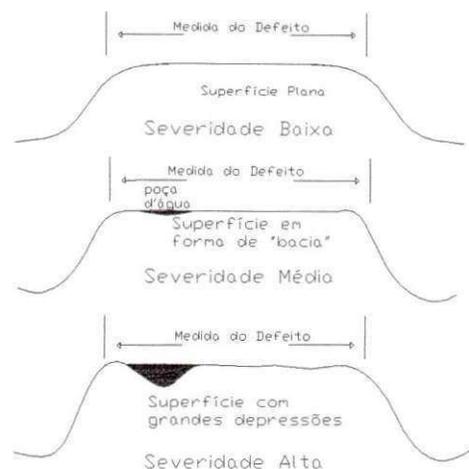
**figura 12 – Execução de um Dreno Profundo**

## DEFEITOS DE DRENAGEM

### DPUSTI - Seção Transversal Inadequada



**Figura 19 – Seção Transversal Inadequada**  
[Fonte: Camboinha, Cabedelo-PB]



**Figura 20 - Perfil longitudinal**

**Descrição:** É originado em estradas que apresentam declividade transversal ineficiente para direcionar a água para as valetas

**Possíveis Causas:** Falta de capacidade de suporte do subleito e ausência ou deficiência do sistema de drenagem;

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** quando a superfície é completamente plana;

**Médio:** quando a superfície apresenta a formação de bacias;

**Alto:** grande depressões nas trilhas de rodas da superfície da estrada;

**Como medir:** Serão avaliados pela facilidade de escoamento da estrada para um local fora da superfície de rolamento ;

#### Sugestões para correção:

-Execução de drenos e sagras para diminuir a quantidade de água;

- Realizar um abaulamento transversal da pista;



**figura 21 – Abaulamento Transversal**

A black and white photograph of a paved street, likely made of cobblestones or similar paving stones. In the background, a dark-colored car is parked on the right side of the street. The scene is captured from a low angle, looking down the length of the road.

**MANUAL**

**DE**

**REVESTIMIENTO DE  
PARALELEPÍPEDO**

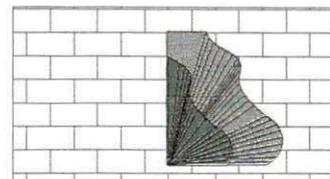
## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUCA - Crosta de Argamassa



**Figura 22 – Crosta de Argamassa – severidade alta**  
[Fonte: Bodocongó, Campina Grande-PB]

Superfície do Pavimento



Vista em Planta

**Figura 23 – vista em planta**

**Descrição:** Crosta de argamassa na superfície do pavimento de paralelepípedo

**Possíveis Causas:** Resíduo de material proveniente da execução de traços de argamassa utilizada na construção de residências

**Níveis de Severidade:**

**Baixa:** A área de abrangência da crosta é inferior a  $0,10\text{m}^2$ .

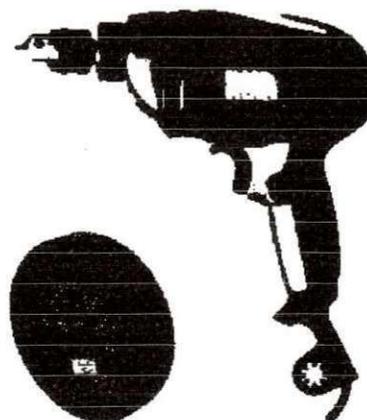
**Média :** A área de abrangência da crosta abrange valores entre  $0,10\text{m}^2$  e  $0,50\text{m}^2$ .

**Alta:** A área de abrangência da crosta abrange valores maiores que  $1\text{m}^2$ .

**Como medir:** Através de retângulo circunscrito com orientação longitudinal ao eixo da via é possível mensurar a extensão da área afetada pelo defeito.

**Sugestões para correção:**

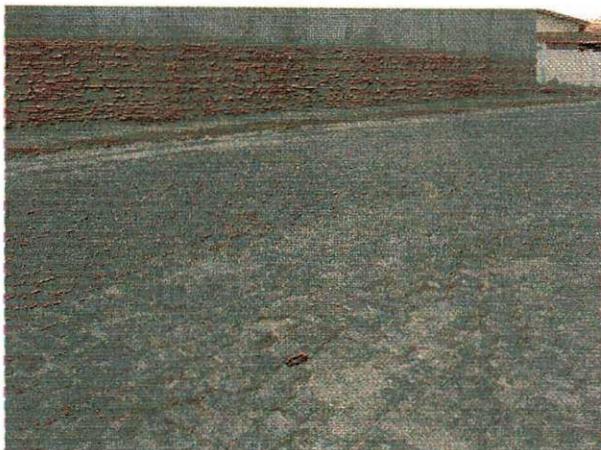
- retirada do material da argamassa e execução de um remendo com mistura adequada as solicitações de tráfego;



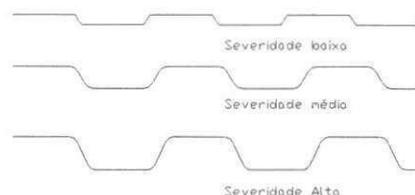
**Figura 24– Material para corte da crosta de argamassa-  
furadeira e esmeril**

## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUATR - Afundamento de Trilha de Roda



**Figura 25 - Afundamento de Trilha de Roda**  
[Fonte: Bodocongo, Campina Grande-PB]



**Figura 26 – Perfil em planta**

**Descrição:** Desnível longitudinal da superfície da trilha de rodas em trechos com tráfego intermitente;

**Possíveis Causas:** Má compactação do colchão de areia durante a construção; densificação dos materiais das camadas abaixo da superfície do pavimento devido à infiltração de água, trânsito de caminhões pesados;

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** Afundamento com profundidade de sulcos inferior a 25 mm;

**Médio:** Afundamento com profundidade de sulcos com média entre 25 mm e 75 mm;

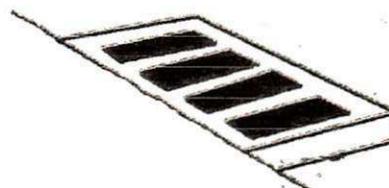
**Alto:** Afundamento com profundidade de sulcos com média maior que 75mm.

**Como medir:** Em intervalos de 15 a 25 metros, estima-se a profundidade de afundamento em milímetros.

#### Sugestões para correção:

- execução de equipamentos de drenagem se necessários;

- Substituição do revestimento existente;



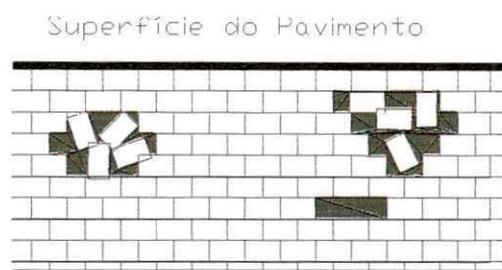
**Figura 27– Execução de equipamento de drenagem**

## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUSA - Soltamento e desalinhamento dos blocos de paralelepípedo



**Figura 28 - Soltamento dos blocos de paralelepípedo**  
[Fonte: Rua Bodocongó,, Campina Grande-PB]



**Figura 29 - Vista em planta**

**Descrição:** Desprendimento e desalinhamento dos blocos de paralelepípedo do pavimento.

**Possíveis Causas:** Execução do revestimento sob condições técnicas ineficientes, falha no rejuntamento e tráfego constante intenso.

#### Níveis de Severidade:

**Baixa:** Desprendimento dos blocos sem interferência nas condições de rolagem.

**Média:** Desprendimento dos blocos e desalinhamento destes causando interferência nas condições de rolagem.

**Alta:** Desprendimento e desalinhamento dos blocos originando pavimento severamente irregular e esburacado.

**Como medir:** Mede-se a área da superfície afetada por intermédio do retângulo a ela circunscrito.

#### Sugestões para correção:

- limpeza da superfície e aplicação de rejunte;
- retirada dos paralelepípedos da área afetada e execução de remendos sobre a área afetada;



**Figura 30- Aplicação de remendo sobre a área afetada**

## DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

### DPUCVB - Crescimento de vegetação entre blocos de Paralelepípedo

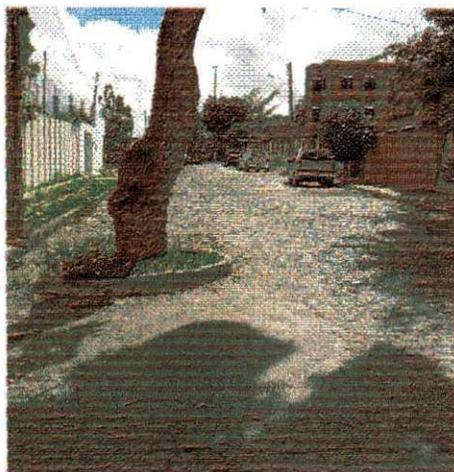


Figura 31 – Crescimento de vegetação com alto nível de severidade [Fonte: Bodocongo, Campina Grande-PB]

**Descrição:** Ruptura do revestimento com crescimento de vegetação entre os blocos.

**Possíveis causas:** Material de assentamento de má qualidade e ineficiência no rejuntamento.

#### Níveis de Severidade:

**Baixa:** Presença discreta de vegetação rasteira localizadas entre os blocos de paralelepípedo sem trazer prejuízo ao tráfego.

**Média:** Presença de vegetação de pequeno e médio porte entre os blocos de paralelepípedo. Este nível de severidade provoca interferência no fluxo natural do tráfego.

**Alta:** Presença de vegetação de alto porte entre os blocos ocasionando problemas no fluxo dos veículos automotores.

**Como medir:** A mensuração é feita de modo subjetivo avaliando-se as dimensões da vegetação existente e seu nível de interferência no tráfego.

#### Sugestões para correção:

- Retirada da vegetação existente no local e aplicação de um novo rejunte entre os blocos;



Figura 32 – Vista em planta

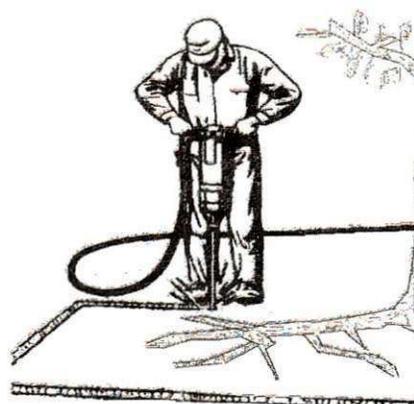


Figura 33 – Corte de vegetação com alto nível de severidade [Fonte: Morais, 2005]

## DEFEITO DE SUPERFÍCIE

### DPUPD - Painéis de Deterioração



**Figura 34 - Painéis de Deterioração**  
[Fonte: Bodocongó, Campina Grande-PB]



**Figura 35 - Vista em planta**

**Descrição:** São depressões de tamanhos variados situadas causadas pela ausência de blocos de paralelepípedo.

**Possíveis Causas:** A ausência destes blocos pode ser explicada devido a falhas na execução do revestimento, devido a plataforma mal drenada e ao tráfego pesado constante.

#### Níveis de severidade:

**Baixa:** Nível de profundidade das painéis inferior a 25mm e área inferior ou equivalente a 0,28m<sup>2</sup>.

**Médio:** Nível de profundidade das painéis entre 25mm e 50mm e área superior a 0,28m<sup>2</sup>;

**Alto:** Nível de profundidade das painéis superior a 50mm e área superior que 0,28 m<sup>2</sup>; Este grau de severidade proporciona riscos eminentes de acidentes aos usuários de motocicletas.

**Como medir:** Mensura-se a profundidade e a área da panela, em milímetros, através do retângulo circunscrito, com um lado paralelo ao eixo da rodovia.

#### Sugestões para correção:

- limpeza do buraco e preenchimento com paralelepípedos,
- repete-se a etapa anterior, com regularização do sistema de drenagem.



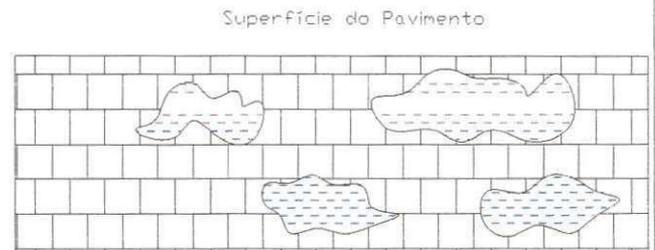
**Figura 36 – Limpeza e regularização do colchão de areia para colocação dos paralelepípedos** [Fonte: DNIT]

## DEFEITOS DE DRENAGEM

### DPUFDS - Falta de Drenagem Superficial



**Figura 37 - Falta de Drenagem Superficial**  
[Fonte: Rua Elpidio de Almeida, Campina Grande-PB]



**Figura 38 - Vista em planta**

**Descrição:** Drenagem superficial deficiente ou inexistente.

**Possíveis causas:** Falhas no sistema de macro drenagem superficial.

**Níveis de Severidade:**

**Baixa:** Presença de pequenas poças de água e panelas de área menor que  $0,28\text{m}^2$  sobre a superfície do pavimento.

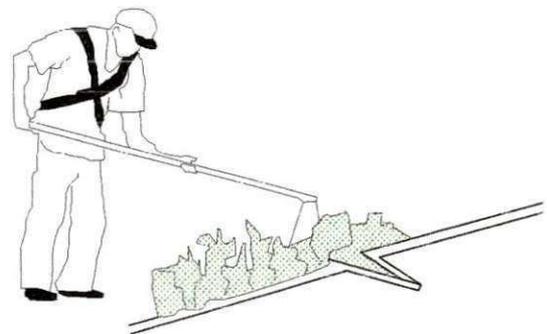
**Média:** Presença de poças de água e panelas com área compreendida entre  $0,28\text{m}^2$  e  $0,50\text{m}^2$

**Alta:** Presença de grandes poças de água, panelas com área maiores  $0,50\text{m}^2$  e presença de materiais na superfície.

**Como medir:** Mede-se a área das panelas existentes na superfície e observa-se o acúmulo de água 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 superficial e subterrânea;
- correção da inclinação da pista de rolamento e execução de sarjetas;
- desentupimento dos equipamentos de drenagem, caso existam e execução de uma nova camada de revestimento com nivelamento adequado.



**Figura 39 - Desentupimento do equipamento de drenagem**  
(Fonte: Morais,2005)

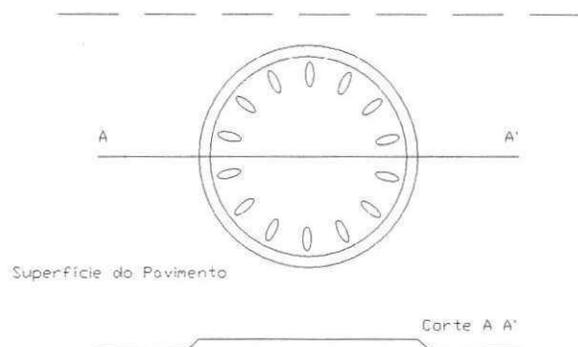
## DEFEITOS DE DRENAGEM

### DPUEPV - Elevação do tampão do Poço de Visita



**Figura 40 – Elevação do tampão do Poço de Visita – severidade média**

[Fonte: Bodocongó, Campina Grande-PB]



**Figura 41 – Vista em planta e perfil longitudinal**

**Descrição:** Desnível acentuado entre o tampão do poço de visita e a superfície do pavimento de paralelepípedo

**Possíveis causas:** A execução da pavimentação da via foi realizada sem o devido acompanhamento topográfico.

#### Níveis de severidade:

**Baixa:** A diferença entre o nível do tampão e a superfície do revestimento é inferior a 3cm.

**Média :** A diferença entre o nível do tampão e a superfície do revestimento é de 4cm a 6cm. Com este nível de elevação, observa-se desconforto aos usuários ao trafegarem sob a via, principalmente os usuários de motocicletas.

**Alto:** A diferença entre o nível do tampão e a superfície do revestimento é superior 6 cm. Esta elevação além de proporcionar desconforto aos usuários que trafegam pela via, aumenta a possibilidade de ocorrência de acidentes.

**Como medir:** Mensura-se, em centímetro, a diferença de altura existente entre a superfície do pavimento de paralelepípedo e o nível do tampão do poço de visita.

#### Sugestões para correção:

- Retirada dos blocos para corrigir o nível da superfície com o nível do tampão do poço de visita através de acompanhamento topográfico;
- Redução da altura da base do poço de visita ;
- Nivelamento do tampão do poço de visita com o pavimento de paralelepípedo através de laje de concreto;



**Figura 42 – Nivelamento do tampão do poço de visita com o pavimento de paralelepípedo através de laje de concreto**

## DEFEITOS DE DRENAGEM

### DPUAPV - Afundamento do tampão do Poço de Visita



**Figura 43- Afundamento do tampão do Poço de Visita- Severidade baixa**  
[Fonte: Bodocongó, Campina Grande-PB]

**Descrição:** Afundamento do equipamento de drenagem que ocasiona um desnível entre o tampão do poço de visita da rede de esgoto e a superfície ;

**Possíveis Causas:** Execução do revestimento sem acompanhamento topográfico;

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** A altura de afundamento é inferior a 3cm de profundidade.

**Médio:** A altura de afundamento é de 5cm a 8cm de profundidade. Com este nível de afundamento, observa-se desconforto para os usuários de motocicletas.

**Alto:** A altura de afundamento superior a 10cm. Este nível acarreta grande desconforto aos usuários que trafegam sobre a via, acarretando aumento dos riscos de acidentes.

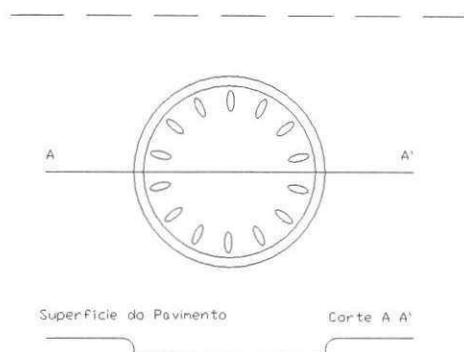
**Como medir:** Mensura-se, em centímetro, a diferença de altura existente entre a superfície do pavimento de paralelepípedo e o nível do tampão do poço de visita.

#### Sugestões para correção:

- não efetuar correção para o nível baixo;
- retirada do material ao redor do tampão e elevação da altura da base do tampão do poço de visita;
- remoção dos blocos, ajustamento do colchão de areia e assentamento do tampão poço de visita;



**Figura 45- Ajustamento do colchão de areia**



**Figura 44 - Vista em planta e perfil longitudinal**

## REMENDOS DETERIORADOS

### DPURL - Remendo formando "Lombada"

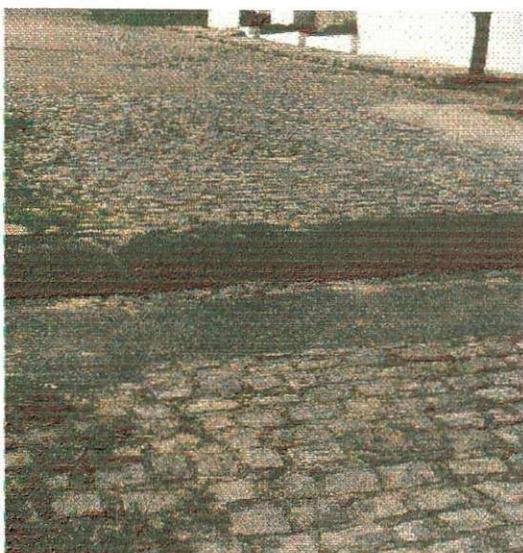


Figura 46 - Remendo formando "Lombada"  
[Fonte: Bodocongo, Campina Grande-PB]

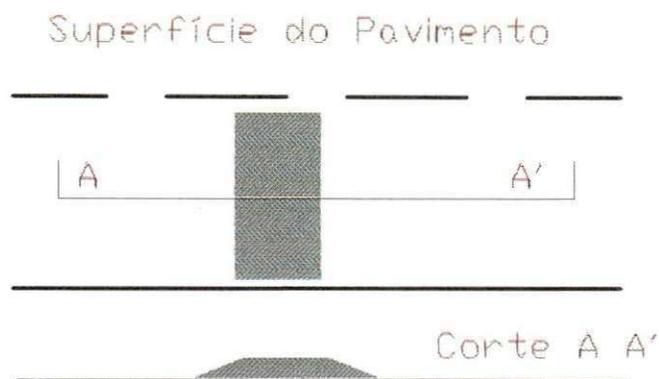


Figura 47- Vista em planta e perfil longitudinal

**Descrição:** Elevação do revestimento de remendos em relação a superfície original.

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

#### Níveis de Severidade:

**Baixa:** Nível de elevação média do revestimento entre 1cm a 3cm.

**Média:** Nível de elevação revestimento entre 4cm a 7cm. O que provoca pequeno desconforto durante o tráfego sobre a área afetada.

**Alta:** Nível de elevação superior a 7cm, com a ocorrência de desconforto, aos usuários, durante o tráfego sobre a área que contém o remendo.

**Como medir:** Mensura-se, em centímetros, a altura da elevação entre o nível médio da superfície do pavimento e a altura da superfície do remendo.

#### Sugestões para correção:

- retirada do material e execução de um novo remendo

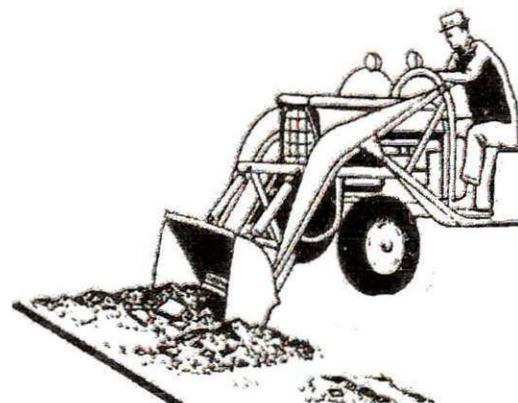


Figura 48 – Compactação para correção do nível da superfície do remendo (Fonte: DNIT)

**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](http://www.atecel.org.br)**



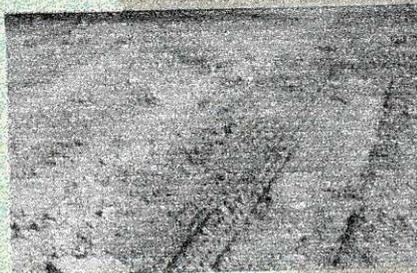
**Universidade Federal de Campina Grande – UFCG**  
**Unidade Acadêmica de Engenharia Civil - UAEC**  
**Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó**  
**CEP: 58109-970 - Campina Grande - PB**  
**Fone: (83) 3310-1305**  
**[www.dec.ufcg.edu.br](http://www.dec.ufcg.edu.br)**



# **ANEXO 2**

# MANUAL

Avaliação, Manutenção e Restauração de Pavimentos de Vias Urbanas



Campina Grande - PB  
2006

## Defeitos de Superfície

### Corrugações - Costela de vaca

**Descrição:** Série de sulcos regularmente espaçados ou ondulações que ocorrem em intervalos bastante regulares.

**Possíveis Causas:** Estradas que apresentam grande número de pedregulho apresentam tendência a formar este tipo de defeito devido ao movimento dos veículos. Estradas sem compactação (ou compactação ineficiente) e que apresentam falta de material ligante são susceptíveis a este tipo de defeito principalmente nas áreas

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** Níveis de profundidade menores que 2.5 cm;

**Médio:** Corrugações com profundidades entre 2.5 e 7.5 cm;

**Alto:** Apresenta corrugações mais profundas que 7.5 cm;.

**Como medir:** A mensuração é feita de modo subjetivo baseado no conforto e segurança oferecido aos usuários ao trafegar pelas vias. A variação da velocidade será um parâmetro adotado para avaliação da intensidade do defeito, uma vez que reflete a qualidade da viagem.

#### Sugestões para correção:

Realizar o revestimento primário que inclui:

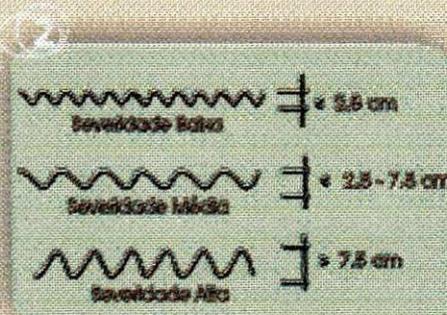
Regularização e compactação do subleito, escarificação do leito, lançamento e espalhamento do material, umedecimento ou secagem (se necessário) e compactação.

#### Figuras:



Corrugações com Baixo Nível de Severidade.

[Fonte: Intermares, Cabedelo-PB]



Perfil longitudinal.



Regularização do subleito na correção de corrugações.

## Defeitos de Superfície

### Buracos

**Descrição:** São depressões em forma de bacia que ocorre na superfície da estrada

**Possíveis Causas:** Devido a uma plataforma mal drenada, inexistência de tratamento primário ou deficiência do componente ligante. Eles são resultantes da remoção das partículas sólidas devido a junção da ação do tráfego com o empocamento de água.

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** Níveis de profundidade menores que 2,5 cm e/ou diâmetro inferior a 30 cm e menos de 10% da área total da superfície da estrada apresentando este defeito.

**Médio:** Níveis de profundidade entre 2,5 e 5,0 cm e/ou diâmetro entre 30 e 60 cm e entre 10% a 30% da área total da superfície da estrada apresentando este defeito.

**Alto:** Níveis de profundidade maiores que 7,5 cm e/ou diâmetro superior a 60 cm e mais de 30% da área total da superfície da estrada apresentando este defeito.

**Como medir:** A avaliação é realizada através da contagem do número de buracos existentes em 100 metros de pista e baseia-se na percepção do avaliador.

#### Sugestões para correção:

Drenagem das águas através do abaulamento transversal;

Tapamento dos buracos;

Retificação, limpeza e umedecimento;

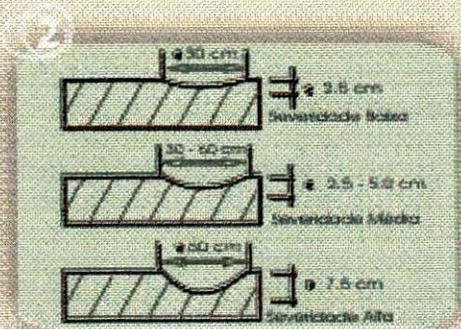
Compactação em camadas com matérias usado para revestimento primário.

#### Figuras:

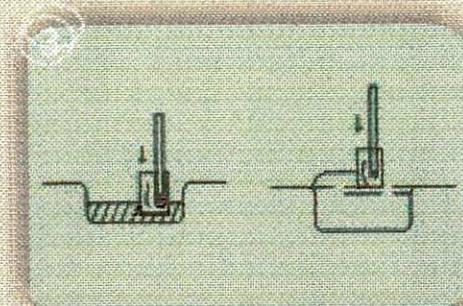


Buraco com Nível Médio de Severidade.

[Fonte: Intermares, Cabedelo-PB]



Perfil longitudinal.



Etapa de Compactação em Camadas.

## Defeitos de Superfície

### Nuvem de Poeira

**Descrição:** A ação do tráfego provoca o desprendimento de partículas da pista de rolamento provocando nuvens de poeira.

**Possíveis Causas:** Abundância de material fino que provoca nuvem de poeira durante a época seca.

#### Níveis de deterioração:

**Baixo:** nuvem pouco densa que não obstrui a visibilidade;

**Médio:** nuvem densa que obstrui parcialmente a visibilidade e causa tráfego lento;

**Alto:** nuvem muito densa que obstrui a visibilidade, causando tráfego muito lento.

**Como medir:** A avaliação baseada unicamente na percepção do avaliador.

#### Sugestões para correção:

Realização de um revestimento primário selante, constitui-se das seguintes etapas:

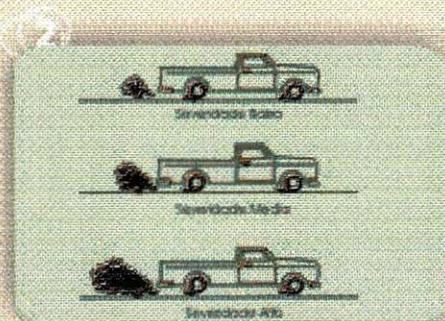
- Regularização e Compactação do subleito;
- Escarificação do leito;
- Lançamento e espalhamento do material;
- Umedecimento;
- Compactação.

#### Figuras:

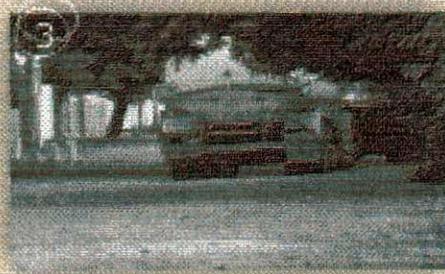


Nuvem de Poeira com Nível Baixo de Severidade.

[Fonte: Intermares, Cabedelo-PB]



Perfil longitudinal.



Etapa de Umedecimento em Revestimento Primário.

## Defeitos de Superfície

# Drenagem Lateral Inadequada

**Descrição:** Ocorre quando as valetas estão cobertas de vegetação e/ou entulho e deste modo não direcionam a água provocando seu empoçamento.

**Possíveis Causas:** Deficiência do sistema de Drenagem e presença de vegetação e entulho.

### Níveis de deterioração:

**Baixo:** Pequena quantidade d água empoçada, sem a presença de vegetação ou entulho;

**Médio:** Quantidade média de água empoçada, com evidência de erosão, vegetação e entulho;

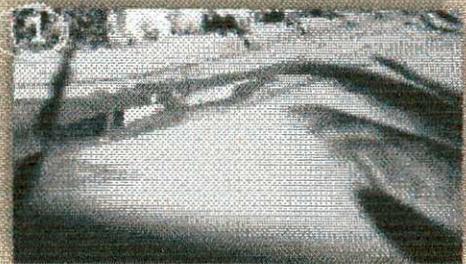
**Alto:** Grande quantidade de água nas valetas, estas cobertas por vegetação e entulho e sofrendo a ação acentuada da erosão.

**Como medir:** A avaliação é perceptiva e baseada na quantidade de água presente na valeta, da vegetação e de entulho.

### Sugestões para correção:

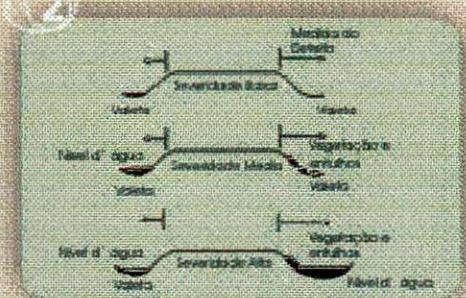
- Inicia-se com a retirada de vegetação e entulho;
- Depois retira-se a água acumulada no local através de sangras;
- Em alguns casos necessário a execução de um dreno profundo.

### Figuras:

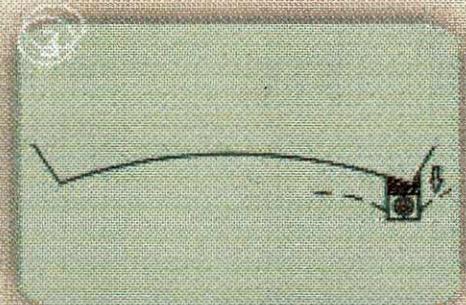


Drenagem Lateral Inadequada

[Fonte: Cambolha, Cabedelo-PB]



Perfil longitudinal.



Execução de um Dreno Profundo

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](http://www.atecel.org.br)



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG  
Departamento de Engenharia Civil - DEC  
Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó  
CEP: 58109-970 - Campina Grande - PB  
Fone: (83) 3310-1305



[www.dec.ufcg.edu.br](http://www.dec.ufcg.edu.br)



